

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL TEKANAN
***HYDROPHORE TANK* BERBASIS IOT**



ANDY DWI ARDIYANTO
NIT. 09.21.003.1.03

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL TEKANAN
HYDROPHORE TANK BERBASIS IOT**



ANDY DWI ARDIYANTO
NIT. 09.21.003.1.03

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ANDY DWI ARDIYANTO

Nomor Induk Taruna : 09.21.003.1.03

Program Studi : SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
KELISTRIKAN KAPAL

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

“ RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL TEKANAN HYDROPHORE TANK BERBASIS IOT”

Merupakan karya asli dan ide saya sendiri yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya sendiri menerima sanksi yang di tetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya

SURABAYA, JULI 2025



ANDY DWI ARDIYANTO

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : RANCANG BANGUN SISTEM SISTEM KONTROL
TEKANAN *HYDROPHORE TANK* BERBASIS IOT
Program Studi : SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
KELISTRIKAN KAPAL
Nama : ANDY DWI ARDIYANTO
NIT : 0921003103
Jenis Tugas Akhir : KARYA ILMIAH TERAPAN

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Uji Kelayakan Proposal

Surabaya, Desember 2024

Menyetujui,

Pembimbing 1



Antonius Edy Kristiyono, M.Pd.
NIP.196905312003121001

Pembimbing 2



Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.
NIP. 19800517200502103

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.
NIP. 19800517200502103

**PERSETUJUAN SEMINAR
HASIL TUGAS AKHIR**

Judul : RANCANG BANGUN SISTEM SISTEM KONTROL
TEKANAN *HYDROPHORE TANK* BERBASIS IOT
Program Studi : SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
KELISTRIKAN KAPAL
Nama : ANDY DWI ARDIYANTO
NIT : 0921003103
Jenis Tugas Akhir : KARYA ILMIAH TERAPAN

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Seminar Hasil Tugas Akhir

Surabaya, Juni 2025

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Antonius Edy Kristiyono, M.Pd.
NIP. 196905312003121001

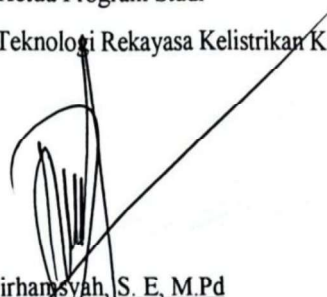


Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.
NIP. 19800517200502103

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



Dirhamsyah, S. E, M.Pd
NIP. 197504302002121002

**PENGESAHAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL TEKANAN *HYDROPHORE TANK*
BERBASIS IOT**

Disusun oleh:

ANDY DWI ARDIYANTO

NIT. 0921003103

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hail Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, Desember 2024

Menyetujui,

Penguji I


Hadi Setiawan, MT.

Penguji II


Diyah P., S.Psi., M.M.
NIP. 198310092010122002

Penguji III


Antonius E. K., M.Pd.
NIP. 196905312003121001

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal
Politeknik Pelayaran Surabaya


Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.
NIP. 19800517200502103

**PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA TULIS ILMIAH**

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL TEKANAN *HYDROPHORE*
TANK BERBASIS IOT**

Disusun oleh:

ANDY DWI ARDIYANTO
NIT. 09.21.003.1.03

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya
Surabaya, Juli 2025
Mengesahkan,

Penguji I



HADI SETIYAWAN, MT.

Penguji II



JAKA SEPTIAN. K., S.Si., M.Si.
NIP. 199209122023211025

Penguji III



ANTONIUS E. K., M.Mar.E.
NIP. 196905312003121001

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal
Politeknik Pelayaran Surabaya



DIRHAMSTAH, S. E. M. Pd
NIP. 197504302002121002

ABSTRAK

ANDY DWI ARDIYANTO, 2024. “Rancang Bangun Sistem Kontrol Tekanan *Hydrophore Tank* Berbasis IoT “Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal Program Sarjana Terapan POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA. Dibimbing oleh Bapak Antonius Edy Kristiyono, M.Pd. dan Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.

Air tawar merupakan salah satu kebutuhan manusia paling penting untuk moda transportasi laut seperti kapal. Di atas kapal terdapat tempat penampungan air sementara yang Disebut dengan *hydrophore*. Salah satu cara untuk menyuplai air tawar di atas kapal adalah dengan menggunakan sistem *hydrophore*, *hydrophore* berfungsi untuk Menyalurkan air tawar yang mengalir ke seluruh bagian badan kapal atau ruang akomodasi baik di kamar mesin maupun di dek, dengan cara air di tekan dengan udara bertekanan. Namun dalam operasionalnya tangki *hydropore* sering mengalami kendala pada sistem tekannya, apabila tangki kekurangan udara yang dapat mengganggu kinerja distribusi air di kapal. Diperlukan sebuah alat untuk mengatasi permasalahan ini untuk menjadi solusi, Makalah ini menyajikan sistem monitoring dan kontrol yang dirancang untuk mengatasi masalah ini. Sistem ini menggunakan berbagai sensor untuk memantau dan kontrol level air, tekanan, dan arus. Mikrokontroler menganalisis data sensor dan mengendalikan hidrofor dan katup berdasarkan parameter yang ditentukan pengguna. Sistem ini menawarkan kemampuan pemantauan jarak Jauh apabila tekanan pada *hydrophore tank* mengalami penurunan drastis.

Kata kunci: *tank*, *hydrophore*, air, sistem

ABSTRACT

ANDY DWI ARDIYANTO, 2024. *“Design and Construction of Control System for HYDROPHORE Tank Water Pressure Based on IoT” Ship Electrical Engineering Technology Applied Undergraduate Program SHIPPING TECHNICAL SCIENCE SURABAYA.* Supervised by Mr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd. and Mr. Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.

Fresh water is one of the most important human needs for marine transportation modes such as ships. On the ship there is a temporary water reservoir called a hydrophore, One way to supply fresh water on board is to use the hydrophore system, hydrophore functions to distribute fresh water that flows to all parts of the ship's body or accommodation space both in the engine room and on deck, by means of water pressed with pressurized air. However, in its operation, the hydrophore tank often experiences problems with its pressure system, if the tank lacks air which can interfere with the performance of water distribution on the ship. A tool is needed to overcome this problem to be a solution, This paper presents a monitoring and control system designed to overcome this problem. This system uses various sensors to monitor and control water levels, pressure, and flow. The microcontroller analyzes sensor data and controls the hydrophore and valves Based on user-defined parameters. This system offers remote monitoring capabilities if the pressure in the hydrophore tank drops drastically.

Keywords: *tank, hydrophore, water, system*

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini dengan judul “**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL TEKANAN *HYDROPHORE TANK* BERBASIS IOT**”.

Dalam penyusunan KIT ini, penulis banyak mendapatkan bantuan materil maupun moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Moejiono, M.T M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya selaku penyedia sarana dalam penyelesaian Karya Tulis Ilmiah ini.
2. Bapak Dirhamsyah, S.E, M.Pd selaku ketua program studi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal, yang selalu membimbing dan mendukung penelitian ini.
3. Bapak Antonius Edy Kristiyono, M.Pd. selaku dosen pembimbing I
4. Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd. selaku dosen pembimbing II
5. Bapak/Ibu dosen Politeknik Pelayaran Surabaya, khususnya lingkungan program studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal
6. Kedua orang tua dan saudara yang selalu mendoakan dan memberi semangat kepada saya
7. Seluruh Taruna-Taruni Politeknik Pelayaran Surabaya yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini, terutama Angkatan XL

SURABAYA, JULI 2025

ANDY DWI ARDIYANTO

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iv
PENGESAHAN SEMINAR PROPOSAL	v
PENGESAHAN SEMINAR HASIL	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUMUSAN MASALAH	3
C. BATASAN MASALAH.....	3
D. TUJUAN PENELITIAN.....	3
E. MANFAAT PENELITIAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. <i>REVIEW</i> PENELITIAN	5
B. LANDASAN TEORI	6
1. <i>Hydrophore</i>	6

2. Pompa Air.....	7
3. Sensor Tekanan G1/4	9
4. Sensor elektroda lilin	10
5. <i>Solenoid Valve</i>	11
6. Kompresor Mini	12
7. <i>Buzzer</i>	13
8. <i>Relay</i>	14
9. ESP32.....	16
10. Arduino IDE	18
11. <i>Internet of Things (IoT)</i>	20
C. KERANGKA BERFIKIR	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
A. PERANCANGAN SISTEM	26
B. PERANCANGAN ALAT	30
1. Rancangan Perangkat Keras.....	30
2. Rancangan perangkat lunak.....	37
3. Perancangan keseluruhan	38
C. RENCANA PENGUJIAN.....	39
1. Uji Statis.....	39
2. Uji Dinamis	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
A.UJI COBA PRODUK	42
1. Pengujian Statis.....	42
2. Pengujian Dinamis	48

B.ANALISA DATA.....	57
A.KAJIAN PRODUK AKHIR	58
BAB V PENUTUP.....	60
A.KESIMPULAN	60
B. SARAN	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya.....	5
Tabel 3. 1 Pin <i>water level</i> dengan Esp 32	32
Tabel 3. 2 Pin sensor tekanan dengan Esp 32.....	33
Tabel 3. 3 Pin Relay dengan Esp 32	35
Tabel 4. 1 Pengujian <i>Pressure</i>	43
Tabel 4. 2 Pengujian <i>Power supply</i>	48
Tabel 4. 3 Pengujian <i>over pressure</i>	51
Tabel 4. 4 Pengujian <i>Under Pressure</i>	52
Tabel 4. 5 Pengujian Pembacaan Tegangan pada Jarak 5 Meter	53
Tabel 4. 6 Pengujian Pembacaan Tekanan pada Jarak 10 Meter	54
Tabel 4. 7 Pengujian Aktual Terintegrasi	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hydrofore Tank.....	7
Gambar 2. 2 Pompa Air.....	8
Gambar 2. 3 Sensor <i>Pressure</i>	9
Gambar 2. 4 elektroda lilin.....	10
Gambar 2. 5 <i>Solenoid Valve</i>	12
Gambar 2. 6 Kompresor Mini	13
Gambar 2. 7 <i>Buzzer</i>	14
Gambar 2. 8 <i>Relay</i>	16
Gambar 2. 9 Esp32.....	17
Gambar 2. 10 Arduino IDE	20
Gambar 2. 11 Kerangka Berfikir	22
Gambar 3. 1 Blok Diagram Perancangan Sistem	27
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Sistem pemantauan air	28
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Sistem Pemantauan Angin.....	29
Gambar 3. 4 <i>Wiring Water level</i> dengan Esp 32.....	32
Gambar 3. 5 <i>Wiring</i> sensor tekanan dengan Esp 32	33
Gambar 3. 6 <i>Wiring Solenoid Valve</i> dengan Esp 32	34
Gambar 3. 7 <i>Wiring Relay</i> dengan Esp 32	35
Gambar 3. 8 <i>Wiring Buzzer</i> dengan Esp 32.....	36
Gambar 3. 9 Arduino IDE	38
Gambar 3. 10 Wiring Keseluruhan	39
Gambar 3. 11 Desain Mekanik	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 <i>Coding Software Program</i>	64
---	----

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Air tawar merupakan salah satu kebutuhan esensial di atas kapal yang harus selalu tersedia dan dapat didistribusikan dengan lancar. Air tawar di kapal digunakan untuk berbagai kebutuhan, seperti memasak, mandi, mencuci pakaian, serta mendukung fungsi peralatan tertentu di kamar mesin seperti pendingin untuk *main engine* dan *auxilliary engine* (Ibrahim, 2022). Oleh karena itu, ketersediaan dan kelancaran distribusi air tawar kapal menjadi aspek yang sangat penting dalam operasional di kapal untuk memastikan distribusi air tawar yang optimal, banyak kapal menggunakan tangki hidrofor sebagai komponen utama dalam sistem distribusi air tawar.

Hydrophore tank berfungsi untuk mengurangi frekuensi pompa *start-stop* dengan menyimpan udara bertekanan di dalam tangki tertutup. Prinsip kerjanya didasarkan pada kompresi udara dalam tangki, yang menghasilkan tekanan awal yang cukup untuk mendistribusikan air ke seluruh sistem perpipaan. Sistem ini bekerja secara otomatis melalui detektor tekanan yang mengatur kinerja pompa. Pompa akan berhenti ketika tekanan tangki mencapai batas maksimum dan mulai bekerja kembali saat tekanan turun ke batas minimum sehingga memperpanjang umur pompa dan menjaga stabilitas tekanan udara. Apabila tangki *hydrophore* tidak bekerja dengan maksimal, hal ini dapat mengganggu kelancaran distribusi air tawar di atas kapal, yang berpotensi menghambat operasional sehari-hari. Dengan melihat peran penting *hydrophore* dalam

menunjang operasional kapal, perlu adanya perhatian khusus terhadap pemeliharaan dan perbaikannya guna menjamin sistem distribusi udara yang aman

Hydrophore memiliki peran penting dalam distribusi air tawar di kapal, namun seringkali tangki *hydrophore* mengalami permasalahan pada komponennya terutama pada tekanan tangki yang tidak mencukupi yang dapat mengganggu kinerja dan kelancaran operasional kapal. Penurunan volume udara dalam tangki selama proses kompresi berulang dapat terjadi karena larut atau terbawa keluar, sistem tangki bertekanan dirancang agar 70% volumenya terisi air, sementara 30% sisanya terisi udara yang bertekanan. Apabila perbandingan antara air dan udara tidak sesuai dengan *standart*, maka air tidak bisa terdistribusikan ke semua akomodasi kapal. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem alat kontrol dan monitoring untuk menjaga kinerja sistem *hydrophore* yang optimal dan mendukung keberlangsungan operasional kapal.

Sistem kontrol dan monitoring tekanan *hydrophore tank* dirancang untuk menjaga tekanan udara dalam sistem tetap stabil. Pemantauan tekanan menggunakan teknologi Iot bisa membantu jika tekanan terlalu tinggi atau terlalu rendah, sistem akan mengirimkan notifikasi ke operator untuk segera mengambil tindakan tanpa langsung turun ke kamar mesin untuk mengisi angin secara manual, sistem ini akan mengontrol *solenoid valve* dengan otomatis melalui operator apabila keseimbangan antara air dan udara berkurang.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti merumuskan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem kontrol dan pemantauan tekanan pada tangki *hydrophore* untuk distribusi air tawar?
2. Bagaimana hasil pengujian sistem ini menggunakan teknologi *IoT (Internet of Things)*?

C. BATASAN MASALAH

Sebagai pokok bahasan dalam karya ilmiah terpana supaya tidak meluas, maka perlu adanya batasan-batasan masalah. Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem ini disimulasikan menggunakan tabung buatan dengan diameter 30 cm dan tinggi 50 cm. Tabung tersebut terbuat dari besi seng dengan ketebalan 1,5 mm dan memiliki tekanan maksimum sebesar 7 psi
2. Menggunakan mikrokontroler ESP32
3. Menggunakan sensor tekanan *pressure transducer*
4. Tampilan menggunakan *smart android*

D. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk membuat sebuah alat sistem kontrol tekanan tangki *hydrophore*
- b. Untuk mengetahui efektivitas sistem dengan menggunakan teknologi *IoT* melalui proses pengujian

E. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Secara teori

- a. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber literatur untuk penelitian-penelitian yang akan datang.
- b. Hasil penelitian tersebut diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam sektor pelayaran. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi sumber informasi yang berguna bagi masyarakat, terutama bagi taruna dan anak buah kapal.

2. Secara praktis

- a. Mengaplikasikan mikrokontroler dan *IoT (internet of thing)* untuk sistem pengontrol dan monitoring tekanan pada tangki *hydrophore*
- b. Dapat memberikan solusi secara nyata kemudahan dalam pemeliharaan dan pengoperasian pada sistem *hydrophore*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. REVIEW PENELITIAN

Tabel 2. 1 *Review Penelitian Sebelumnya*

No	Nama	Judul	Hasil	Perbedaan penelitian
1.	Arif Agung Ridowi, Royb Fatkhur Rizal, Fajar Yumono (2023)	<i>PROTOTYPE KONTROL TEKANAN AIR MENGGUNAKAN SENSOR PRESSURE TRANSDUSER UNTUK KERJA POMPA AIR BERBASIS ARDUINO</i>	Sistem kerja dari perangkat yang terpasang dapat berjalan dengan baik memanfaatkan hasil dari pembacaan sensor <i>pressure transducer</i> untuk kontrol sistem pada pompa air dengan sitem kerja pompa air pompa akan menyala dan mati secara otomatis	Pada penelitian sebelumnya sensor <i>pressure transducer</i> digunakan untuk mengntrol sistem pompa pada tangki air sedangkan penelitian ini sensor <i>pressure transducer</i> digunakan untuk sistem monitoring pada tangki <i>hydrofore</i> yang mengontrol tekanan di dalam tangki tersebut
2.	Susanto, Agil Putra Jaya, Bondan Krisna Setiyawan (2022)	Studi Kinerja <i>hydrophore Tank</i> Di Atas Kapal Dengan Variasi Tekanan Kerja dan Perbandingan Volume Air Dengan Udara	Hasil studi terhadap kinerja <i>hydrohore tank</i> dengan melakukan variasi level air-udara, rentang tekanan kerja dan pembebanan menghasilkan kesimpulan Durasi waktu pengisian waktu tersingkat pada komposisi level volume 50%:50% pada tekanan 5-7 bar, sedangkan waktu terlama pengisian pada level volume air udara 70%:30% pada tekanan 3-7 bar	Pada penelitian sebelumnya meneliti kinerja pada tangki <i>hydrophore</i> dengan variasi tekanan dan perbandingan air dan udara sehingga menghasilkan perbandingan yang tepat untuk pengisian air lebih efisien sedangkan penelitian ini pengaplikasian dari studi tersebut menggunakan perbandingan yang tepat

Tabel 2.1 diatas adalah *Review* penelitian sebelumnya yang terdiri dari dua referensi penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem kontrol tekanan air dan kinerja tangki *hydrophore*. Kedua penelitian sebelumnya memberikan dasar penting mengenai otomatisasi kontrol tekanan dan efisiensi kerja tangki *hydrophore* sedangkan penelitian ini berusaha menggabungkan konsep otomatisasi, monitoring tekanan secara *real-time* untuk mencapai sistem yang lebih efisien dan *modern*

B. LANDASAN TEORI

Landasan teori merupakan suatu konsep yang disusun secara sistematis dan terstruktur yang berfungsi sebagai dasar teori yang mendasari suatu penelitian. Ini terdiri dari serangkaian definisi, konsep, dan proposisi yang disusun dengan rapi dan sistematis mengenai variabel-variabel yang ada dalam penelitian. Sumber-sumber tersebut memberikan kerangka atau dasar yang diperlukan untuk memahami latar belakang timbulnya permasalahan secara terstruktur. Dalam landasan teori ini, penulis menjelaskan pengertian dari komponen-komponen yang akan digunakan dalam penelitian.

1. *Hydrophore*

Tangki *hydrophore* atau tangki air bertekanan merupakan tangki yang menampung udara untuk sementara waktu kemudian memisahkan udara dan air melalui membran sehingga udara didalamnya mengalami pemampatan (Kensiwi & Pangestu, 2023).

Hydrophore berfungsi untuk mengurangi frekuensi *start-stop* pompa yang terlalu sering. Prinsip kerjanya adalah air yang telah disimpan dalam

tangki bawah dipompa ke dalam tangki tertutup, yang menyebabkan udara di dalamnya terkompresi. Hal ini menghasilkan air dengan tekanan awal yang cukup untuk didistribusikan ke seluruh bagian kapal (Hasiah, 2023).

Hydrophore memiliki fungsi lain untuk menyimpan air untuk sistem pemadam kebakaran dan meringankan kerja *pressure pump* sehingga lebih tahan lama karena tidak perlu bekerja terus menerus (Wibowo & Hariningrum, 2023). Berikut adalah gambar dari tangki *hydrophore* yang ada di atas kapal



Gambar 2. 1 *Hydrofore Tank*
Sumber: (Dokumen Penelitian)

Gambar 2.1 diatas merupakan bentuk fisik dari tangki *hydrophore* yang terpasang di atas kapal. Tangki ini berfungsi sebagai penampung air bertekanan yang digunakan untuk mendistribusikan air tawar ke seluruh bagian kapal secara efisien

2. Pompa Air

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut. Kenaikan tekanan cairan tersebut digunakan untuk mengatasi

hambatan-hambatan pengaliran. Hambatan-hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian atau hambatan gesek. Pada prinsipnya, pompa mengubah energi mekanik motor menjadi energi aliran cairan. Energi yang diterima oleh fluida akan digunakan untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan tahanan yang terdapat pada saluran yang dilalui

Pompa merupakan salah satu jenis mesin yang berfungsi untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat yang diinginkan. Zat cair tersebut contohnya adalah air, oli atau minyak pelumas, serta fluida lainnya yang tak mampu mengalir (Abbiyu, 2018).

Pompa di kamar mesin memiliki beberapa kegunaan penting, terutama dalam mendukung operasi dan efisiensi sistem di kapal. Misalnya pompa pada pengoperasian sistem distribusi air. Pompa pada sistem *hydrophore* berfungsi untuk memindahkan air dari sumbernya ke dalam tangki *hydrophore*, yang kemudian mengompres udara di dalam tangki tersebut. Hal ini memungkinkan terciptanya tekanan air yang cukup untuk didistribusikan ke seluruh bagian kapal. Gambar di bawah adalah salah satu contoh dari pompa air yang ada di kapal



Gambar 2. 2 Pompa Air

Sumber: (<https://images.app.goo.gl/fCvXa2bqFAVVVGqB9>)

3. Sensor Tekanan G1/4

Sensor tekanan adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur tekanan suatu zat. Tekanan (P) adalah besaran fisika yang menggambarkan gaya (F) yang bekerja per satuan luas (A). Satuan tekanan umumnya digunakan untuk mengukur kekuatan suatu cairan atau gas (Saputra, I.G., 2020).

Sensor *pressure transducer* adalah alat yang berfungsi untuk mengubah tekanan fisik suatu zat, seperti cairan atau gas, menjadi sinyal listrik yang bisa diukur dan dianalisis. Cara kerja *transducer* ini adalah dengan mendeteksi perubahan tekanan dan mengubahnya menjadi sinyal listrik, seperti tegangan atau arus, yang kemudian dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, seperti pengendalian atau pemantauan sistem. Sensor tekanan *transducer* banyak digunakan di berbagai industri untuk mengukur tekanan dalam sistem pipa, mesin, atau peralatan lainnya. Sensor *pressure* secara umum berfungsi untuk mengukur tekanan dalam tangki saat kondisi *low and high pressure* (Susanto et al., 2022). Berikut ini adalah gambar dari sensor *pressure*



Gambar 2. 3 Sensor *Pressure*

Sumber: (<https://catair.com.au/wp-content/uploads/2019/06/compressed-air-pressure-sensors.jpg>)

4. Sensor elektroda lilin

Elektroda lilin adalah sensor khusus yang digunakan dalam pompa air *floatless*, dirancang untuk mengontrol level air dengan presisi. Elektroda ini terbuat dari *stainless steel* yang tahan karat. Elektroda lilin biasanya digunakan sebagai sensor pada tangki air otomatis. Dengan kata lain elektroda lilin dapat berfungsi sebagai radar untuk mendeteksi tingkat ketinggian air pada tangki ataupun sumur. Dimana elektroda lilin berfungsi sebagai pemberi tanda kepada sensor ataupun motor kapan harus mengisi tangki ulang bila debit air turun. Kalau untuk sumur biasanya elektroda lilin digunakan sebagai untuk melihat apakah air pada sumur telah habis atau belum. (Hayusman et al., 2020). Berikut ini adalah gambar dari sensor *water lever* elektroda lilin



Gambar 2. 4 elektroda lilin

Sumber: (https://ecs7.tokopedia.net/img/cache/700/product-1/2019/7/31/10674936/10674936_2b74155b-1168-44aa-8469-e5c245112aeb_1280_1280)

5. *Solenoid Valve*

Solenoid valve adalah katup yang dikendalikan dengan arus listrik AC maupun DC melalui kumparan atau solenoida (Yuliaminuddin et al., 2021). *Solenoid valve* berfungsi sebagai elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida. Salah satu contohnya pada sistem pneumatik, *solenoid valve* bertugas untuk mengontrol saluran udara yang bertekanan menuju aktuator pneumatik

Solenoid valve dioperasikan dengan energi listrik melalui solenoida yang dikendalikan oleh arus listrik AC atau DC untuk menggerakkan piston. Katup solenoid pneumatik ini memiliki tiga bagian utama, yaitu lubang masukan, lubang keluaran, dan lubang *exhaust*.

Solenoid valve adalah elemen kontrol yang paling umum digunakan dalam sistem fluida, termasuk pada sistem pneumatik, hidrolik, dan sistem kontrol mesin yang memerlukan elemen kontrol otomatis. Pada *solenoid valve*, lubang masuk berfungsi sebagai terminal untuk memasukkan udara bertekanan atau sumber udara (*service unit*), sementara lubang keluar berfungsi sebagai terminal untuk mengalirkan udara bertekanan ke sistem pneumatik. Selain itu, lubang *exhaust* berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terperangkap saat *plunger* bergerak atau berpindah posisi saat *solenoid valve* bekerja.

Prinsip kerja *solenoid valve* adalah dengan menggunakan koil sebagai penggeraknya, di mana ketika koil diberikan pasokan tegangan, koil tersebut menghasilkan medan magnet yang akan menggerakkan piston di dalam katup. Piston ini bergerak ketika menerima tekanan dari sumber udara

(*service unit*). *Solenoid valve* pneumatik umumnya beroperasi dengan tegangan 100/200 VAC, namun ada juga yang menggunakan tegangan DC. Beberapa spesifikasi dari *solenoid valve* ini meliputi:

- a. Tegangan kerja DC 12V
- b. *Socket valve inlet/outlet* 1/2" / 20mm & 3/4" / 25mm
- c. Jenis: Lurus
- d. Mode operasi: N/C (*Normally Closed*)
- e. Dilengkapi dengan *cover* penutup
- f. Tekanan air: 0.02-0.8 MPa

Gambar berikut merupakan tampilan visual dari *solenoid valve* yang berfungsi untuk mengontrol aliran fluida secara otomatis (membuka dan menutup katup tanpa intervensi manusia)



Gambar 2. 5 *Solenoid Valve*

Sumber: (<https://www.google.com/search/about-this-image>)

6. Kompresor Mini

Kompresor mini adalah alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan udara. Dalam sistem ini, kompresor mini berperan sebagai penyedia udara bertekanan yang dialirkan ke dalam tabung simulasi,

sehingga tabung dapat mencapai tekanan tinggi sesuai dengan yang diinginkan, namun tetap terbatas pada kapasitas tampung tabung tersebut. Kompresor mini ini mampu menghasilkan tekanan hingga 100 Psi, yang memungkinkan sistem bekerja dengan optimal dalam menyediakan tekanan udara yang diperlukan (Yusuf et al., 2022). Berikut adalah gambar dari kompresor untuk menyuplai angin bertekanan.



Gambar 2. 6 Kompresor Mini

Sumber: (<https://images.app.goo.gl/U6iy8UzC1b6k1VvK9>)

7. Buzzer

Buzzer adalah komponen elektronika yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi suara melalui getaran (Firdaus, M. 2017). *Buzzer* menghasilkan getaran yang hampir sama dengan yang dihasilkan oleh mikrofon yang direkam pada tape, CD dan lain- lain. Dalam setiap sistem penghasil suara, penentuan kualitas suara terbaik tergantung dari *buzzer*. Sistem pada *buzzer* adalah suatu komponen yang membawa sinyal elektronik, menyimpannya dalam CD, tape s dan DVD, lalu mengembalikannya lagi ke dalam bentuk suara aktual yang dapat kita dengar

(Zaman et al., 2022). *Buzzer* bekerja menggunakan prinsip elektromagnetik, dimana sebuah kumparan terpasang pada diafragma. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan, kumparan tersebut berubah menjadi elektromagnet, yang dipengaruhi oleh arah dan polaritas arus yang mengalir. Karena kumparan terpasang pada diafragma, pergerakan kumparan akibat gaya elektromagnetik akan menyebabkan diafragma bergerak bolak-balik. Gerakan diafragma ini menyebabkan perubahan tekanan udara di sekitarnya, yang menghasilkan gelombang suara. Suara yang dihasilkan tergantung pada frekuensi getaran dia

Secara sederhana, *buzzer* menghasilkan suara melalui proses getaran mekanik yang dihasilkan oleh elektromagnet yang ada di dalamnya. Alat ini banyak digunakan pada perangkat elektronik untuk memberikan tanda atau peringatan suara, seperti pada alarm, jam dan lain-lain.



Gambar 2. 7 *Buzzer*

Sumber: (<https://images.app.goo.gl/KwSnN7bAZ6cPGVrr5>)

8. *Relay*

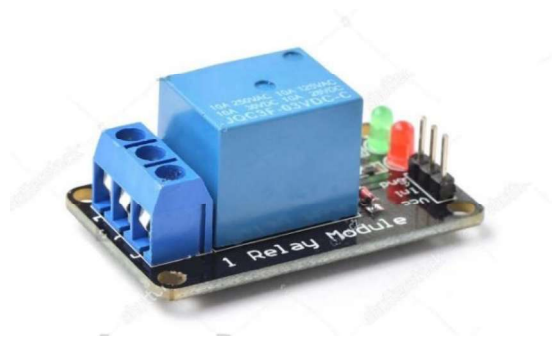
Relay adalah komponen elektronik yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dalam suatu rangkaian. Komponen ini dapat beroperasi dalam dua mode, yaitu terbuka (*open*) atau tertutup (*close*), tergantung pada instruksi yang diterimanya dari sumber

eksternal. Biasanya, pengendalian *relay* dilakukan melalui kontak-kontak listrik yang bertindak sebagai saklar.

Satu keunggulan utama *relay* adalah kemampuannya untuk menghantarkan arus listrik dari rangkaian dengan tegangan rendah ke rangkaian dengan tegangan yang lebih tinggi. Prinsip kerja *relay* sederhana namun efektif, yakni memanfaatkan gaya elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan elektromagnetik di dalam *relay*, medan magnet yang dihasilkan akan menarik atau mendorong kontak, sehingga memungkinkan saklar untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik.

Dengan prinsip tersebut, *relay* memungkinkan kontrol arus besar atau tegangan tinggi menggunakan sumber daya dengan arus atau tegangan rendah. Hal ini membuatnya sangat berguna dalam aplikasi seperti pengendalian motor listrik, pengaturan peralatan industri, atau sebagai komponen pengaman dalam sistem kelistrikan.

Relay hadir dalam berbagai jenis dan ukuran, tergantung pada kebutuhan aplikasi. Beberapa contoh jenis *relay* meliputi *relay* elektromekanik, *relay solid-state*, dan *relay waktu (timer relay)*. Masing-masing jenis memiliki keunggulan spesifik, seperti kecepatan operasi, daya tahan, atau kemampuan untuk beroperasi dalam lingkungan tertentu. Dengan fleksibilitasnya, *relay* menjadi komponen penting dalam berbagai sistem elektronik dan kelistrikan. Gambar 2.8 dibawah adalah contoh dari gambar sebuah *relay*.



Gambar 2. 8 *Relay*

Sumber: (https://miro.medium.com/v2/resize:fit:1200/1*d9-pdZviSgv44eWgfoSmKA.jpeg)

9. ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler dengan konektivitas nirkabel Wi-Fi dan Bluetooth, serta fleksibilitas tinggi dalam pengembangan perangkat IoT dan aplikasi berbasis koneksi jarak jauh (Igoe, T. 2019). Modul ini dikembangkan oleh *espressif systems* sebagai pengembangan dari pendahulunya, ESP8266, dengan fitur yang lebih lengkap dan kinerja yang lebih baik.

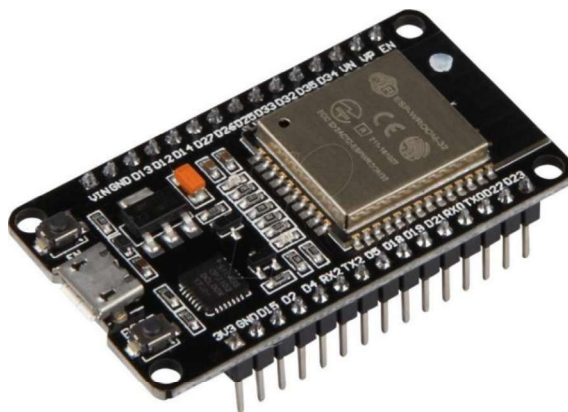
ESP32 dilengkapi dengan dua prosesor yang masing-masing memiliki kecepatan hingga 80 MHz dan 160 MHz. Satu prosesor berfungsi untuk mengelola jaringan WiFi dan Bluetooth, sementara prosesor lainnya menjalankan aplikasi utama. Selain itu, modul ini memiliki memori RAM yang cukup besar untuk mendukung pengolahan data yang kompleks.

Fitur ESP32 mencakup dukungan jaringan seperti TCP/IP, HTTP, dan FTP, menjadikannya ideal untuk konektivitas internet. Modul ini juga dilengkapi dengan kemampuan pemrosesan sinyal analog melalui ADC (*Analog-to-Digital Converter*) dan DAC (*Digital-to-Analog Converter*), serta berbagai antarmuka seperti I2C, I2S, SPI, dan UART. Dukungan untuk

perangkat masukan/keluaran (I/O) digital semakin memperluas fungsionalitasnya.

ESP32 juga memiliki konektivitas Bluetooth yang memungkinkan integrasi dengan perangkat yang mendukung teknologi ini, seperti pengendalian perangkat jarak jauh atau komunikasi antar perangkat. Keunggulan ini membuat ESP32 sangat cocok untuk digunakan dalam proyek-proyek *IoT* yang memerlukan koneksi yang stabil dan kemampuan komputasi yang handal.

kinerjanya yang tinggi, ESP32 hadir dalam berbagai bentuk, mulai dari modul terpisah hingga papan sirkuit terpadu (PCB) yang siap digunakan. Hal ini memberikan fleksibilitas bagi pengembang dalam mengimplementasikan ESP32 pada berbagai jenis proyek. Dengan kemampuannya untuk menangani sinyal *analog*, komunikasi *digital*, dan konektivitas internet, ESP32 menjadi solusi lengkap untuk berbagai kebutuhan teknologi *modern*. Contoh tampilan ESP32 bisa dilihat pada gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2. 9 Esp32

Sumber: (https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_2X_684389-MCO29405884975_022019-F.jpg)

10. Arduino IDE

Arduino IDE adalah alat perangkat lunak yang memungkinkan pengguna untuk menulis, mengedit, dan meng-upload kode ke papan Arduino. IDE ini dirancang agar mudah digunakan dan memiliki antarmuka yang sederhana, sehingga dapat digunakan oleh pemula sekalipun. Arduino IDE juga mendukung berbagai jenis papan arduino dan memberikan akses ke berbagai pustaka perangkat keras untuk mempermudah pengembangan proyek-proyek elektronik (Banzi, 2008).

Secara umum, Arduino terdiri dari dua bagian utama, yaitu *hardware* (perangkat keras) dan *software* (perangkat lunak). Bagian *software* arduino mencakup *Integrated Development Environment* (IDE), yang merupakan aplikasi yang digunakan untuk membuat, membuka, dan mengedit program yang akan diunggah ke board Arduino. Arduino IDE dirancang dengan tujuan untuk mempermudah penggunaanya dalam mengembangkan berbagai aplikasi. Dengan struktur bahasa pemrograman yang sederhana namun fungsional, Arduino IDE sangat cocok untuk pemula yang ingin belajar pemrograman, meskipun juga dilengkapi dengan berbagai fitur canggih untuk pengguna yang lebih berpengalaman. Aplikasi Arduino IDE dapat diunduh melalui situs resmi arduino di <https://www.arduino.cc/en/software>. Ketika pertama kali membuka arduino IDE, tampilan antarmukanya akan terlihat seperti gambar di bawah ini.

- a. *Save Sketch*: Fungsinya untuk menyimpan *sketch* yang telah dibuat, namun tidak melakukan proses kompilasi.

- b. Serial Monitor: Bagian ini membuka *interface* untuk komunikasi serial, yang memungkinkan arduino untuk berinteraksi dengan komputer, mengirimkan data, atau menerima *input* dari perangkat lainnya.
- c. Keterangan Aplikasi: Bagian ini menampilkan pesan-pesan yang berkaitan dengan aktivitas aplikasi. Contohnya, pesan “*Compiling*” dan “*Done Uploading*” muncul ketika proses kompilasi dan upload sedang berlangsung.
- d. Konsol: Pada bagian ini, pesan-pesan yang dihasilkan oleh aplikasi, termasuk pesan *error* atau informasi mengenai *sketch*, akan ditampilkan. Ini juga mencakup informasi tentang baris yang mengalami kesalahan ketika proses kompilasi.
- e. Baris *Sketch*: Menampilkan posisi baris kursor yang aktif dalam *sketch*, yang memudahkan pengguna untuk mengetahui di bagian mana kode yang sedang diedit.
- f. Informasi *Port*: Menyediakan informasi mengenai *port* yang sedang digunakan oleh *board* Arduino untuk komunikasi antara *board* dan komputer.

Dengan pemahaman tentang bagian-bagian di Arduino IDE ini, pengguna dapat lebih mudah dan efisien dalam menulis, memverifikasi, dan meng-upload program ke *board* Arduino.

Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman yang mirip dengan C dan C++, dan berfungsi sebagai *text editor* untuk membuat, mengedit, serta memvalidasi kode program. Selain itu, Arduino IDE juga kompatibel dengan

berbagai *board* lain, seperti ESP32, NodeMCU, dan lainnya. Tampilan arduino IDE sebagai berikut



Gambar 2. 10 Arduino IDE

Sumber: (<https://support.content.office.net/en-us/media/e8c360e1-2b32-45db-b9d7-d43abc86af2f.png>)

11. *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. Meskipun konsep ini sudah ada sejak hampir dua dekade lalu, belum ada kesepakatan global mengenai definisi pasti dari IoT. Secara umum, IoT dapat dipahami sebagai kemampuan untuk menghubungkan objek-objek cerdas, memungkinkan mereka untuk berinteraksi dengan objek lain, lingkungan, atau perangkat komputasi cerdas lainnya melalui jaringan internet. Dengan kata lain, IoT adalah jaringan yang menghubungkan berbagai objek yang memiliki identitas dan alamat IP, sehingga memungkinkan komunikasi dan pertukaran informasi mengenai objek tersebut serta lingkungan yang dipantau. IoT kini telah diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, dengan banyak platform aplikasi IoT yang tersedia, seperti Blynk, Ubidots, Thinger, io, dan lainnya.

Menurut Ovidiu Vermesan (2014), IoT adalah bagian integral dari *smart infrastructure* yang mencakup berbagai perangkat dan sistem yang bisa saling berkomunikasi dan beroperasi secara mandiri. Ia berpendapat bahwa IoT berpotensi besar untuk meningkatkan kualitas hidup dengan mengoptimalkan sumber daya, mengurangi biaya operasional, dan memungkinkan pemantauan serta kontrol yang lebih baik terhadap sistem. Vermesan juga menganggap bahwa IoT akan memainkan peran penting dalam mewujudkan *Industry 4.0*, di mana proses produksi akan semakin otomatis dan terhubung secara cerdas.

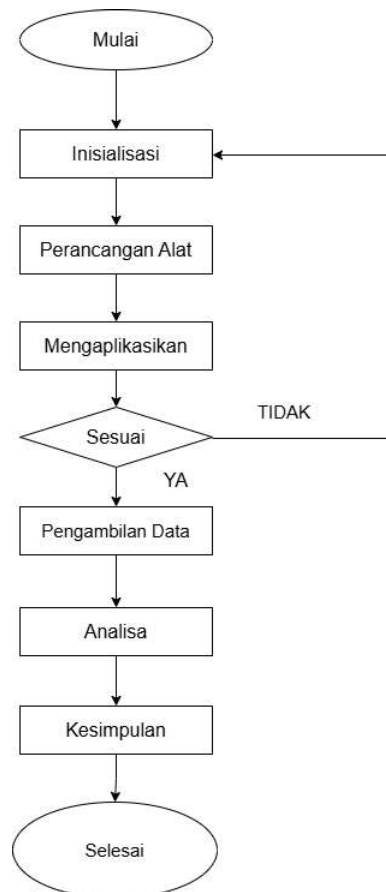
C. KERANGKA BERPIKIR

Kerangka berpikir disusun sebagai landasan untuk menganalisis permasalahan yang diangkat dalam suatu penelitian. Penyusunan kerangka ini bertujuan agar peneliti dapat lebih mudah dalam mengidentifikasi, menguraikan, dan menjelaskan setiap komponen permasalahan secara sistematis dan terstruktur. Melalui kerangka berpikir ini, jalannya pemaparan penelitian akan menjadi lebih terarah dan mendalam karena telah didukung oleh alur pemikiran yang logis serta terencana

Sebagai bagian dari proses perancangan dan pengembangan penelitian, peneliti merasa penting untuk merancang sebuah konsep algoritma yang menggambarkan secara visual tahapan-tahapan dalam penelitian ini. Algoritma tersebut akan dijabarkan dalam bentuk diagram atau skema alur, yang disebut sebagai kerangka berpikir, untuk memberikan gambaran yang lebih jelas

mengenai langkah-langkah yang ditempuh dalam proses penelitian dari awal hingga akhir.

Dengan menyajikan kerangka berpikir dalam bentuk gambar atau diagram alur, pembaca akan lebih mudah memahami logika berpikir yang digunakan peneliti dalam menyusun dan mengarahkan penelitian ini, mulai dari identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, hingga metode yang digunakan untuk mencapai solusi dari permasalahan yang telah ditentukan sebelumnya. Bentuk gambar *flowchart* kerangka berfikir ada di gambar 2.11 dibawah ini.



Gambar 2. 11 *Flowchart* Kerangka Berfikir
Sumber: (Dokumen Penelitian)

Gambar 2.11 adalah beberapa tahapan yang harus dilakukan untuk mencapai hasil yang diharapkan. Berikut adalah penjelasan tentang tahapan-tahapan dalam penelitian:

1. Mulai

Proses penelitian dimulai dari tahap awal, yaitu perencanaan keseluruhan kegiatan.

2. Inisialisasi

Pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan, perumusan masalah, penentuan tujuan, serta pengumpulan informasi awal yang akan menjadi dasar dalam perancangan alat.

3. Perancangan Alat

Berdasarkan data awal yang diperoleh, peneliti mulai merancang alat atau sistem. Rancangan ini mencakup desain perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*) jika dibutuhkan. Tahapan ini mencakup perancangan sistem monitoring dan kendali otomatis pada tekanan tangki. Sistem ini memanfaatkan pembacaan sensor *pressure transducer* yang akan digunakan untuk memonitor tekanan. Hasil pembacaan tersebut kemudian ditampilkan melalui *smart android* dalam satuan bar, memungkinkan pengguna untuk memantau secara langsung kondisi sistem air

4. Mengaplikasikan

Desain atau rancangan yang telah dibuat kemudian diterapkan atau diuji coba. Artinya, alat mulai dirakit dan dijalankan untuk melihat apakah fungsinya sesuai dengan tujuan awal. Pengujian dilakukan untuk mengetahui efisiensi dan kinerja sistem yang telah dirancang.

5. Pengecekan Kesesuaian

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap hasil aplikasi. Alat yang sudah dibuat akan diuji untuk memastikan bahwa sensor *pressure transducer* dapat memberikan hasil yang akurat dalam memonitor tekanan air, serta apakah sistem kendali otomatis bekerja dengan baik dalam mengatur pompa air.

Apakah alat atau sistem sudah sesuai dengan spesifikasi dan tujuan yang ditentukan? Jika TIDAK sesuai, maka kembali ke tahap inisialisasi untuk melakukan perbaikan atau revisi rancangan. Jika YA atau sesuai, maka proses dilanjutkan ke tahap berikutnya.

6. Pengambilan Data

Setelah alat dinyatakan berfungsi dengan baik, dilakukan proses pengumpulan data yang dihasilkan dari pengujian alat tersebut. Data ini nantinya menjadi bahan analisis.

7. Analisa

Analisa dilakukan untuk memahami hasil dari pengujian tersebut. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis untuk melihat performa alat, efektivitas sistem, dan pencapaian terhadap tujuan penelitian. Pembahasan ini penting untuk mengetahui bagaimana pembacaan sensor berfungsi, terutama saat *valve* tertutup satu per satu. Analisa ini akan memberikan wawasan mengenai potensi perbaikan atau pengoptimalan sistem untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi alat. Dengan melalui tahapan-tahapan tersebut, diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan sistem kontrol otomatis yang efektif untuk memonitor dan mengatur tekanan air pada instalasi pompa air.

gedung bertingkat.

8. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa, ditarik kesimpulan yang menjawab rumusan masalah dan menilai keberhasilan alat/sistem yang dirancang.

9. Selesai

Proses penelitian berakhir setelah kesimpulan dibuat.

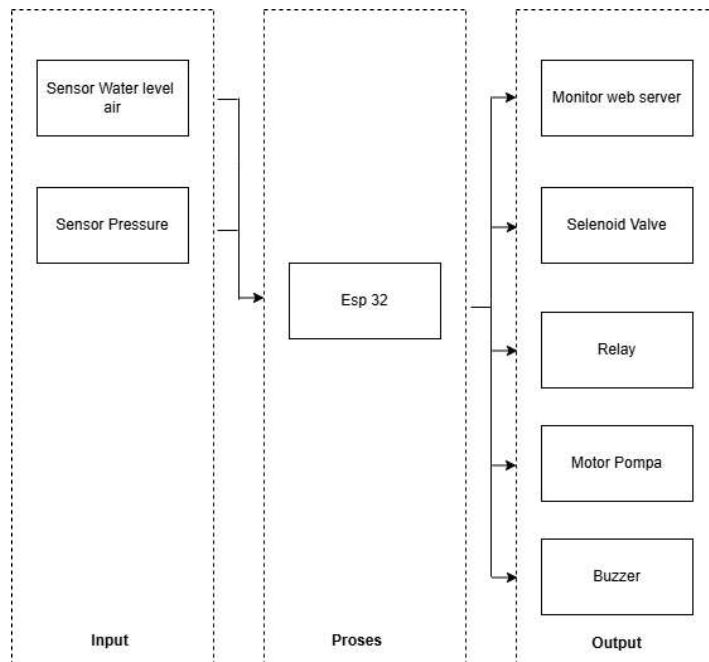
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *Research and Development (R&D)*. menurut Sugiono *Research and Development (R&D)* merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. *Research and Development (R&D)* merupakan metode penelitian secara sengaja, sistematis, untuk menemukan, memperbaiki, mengembangkan, menghasilkan, maupun menguji keefektifan produk, model, maupun metode/ strategi/ cara yang lebih unggul, baru, efektif, efisien, produktif, dan bermakna (Okpatrioka Okpatrioka, 2023). Alur penelitian akan diuraikan secara terstruktur dengan mencakup tahapan perancangan sistem, perancangan alat, serta rencana pengujian. Seluruh proses tersebut disajikan secara rinci, sistematis, dan berurutan sesuai dengan tahapan yang telah dirancang sebelumnya dalam bentuk narasi yang jelas.

A. PERANCANGAN SISTEM

Secara umum, sistem perancangan penelitian terdiri dari beberapa bagian yang saling terkait, yang dapat digambarkan dalam sebuah diagram blok dibawah ini.



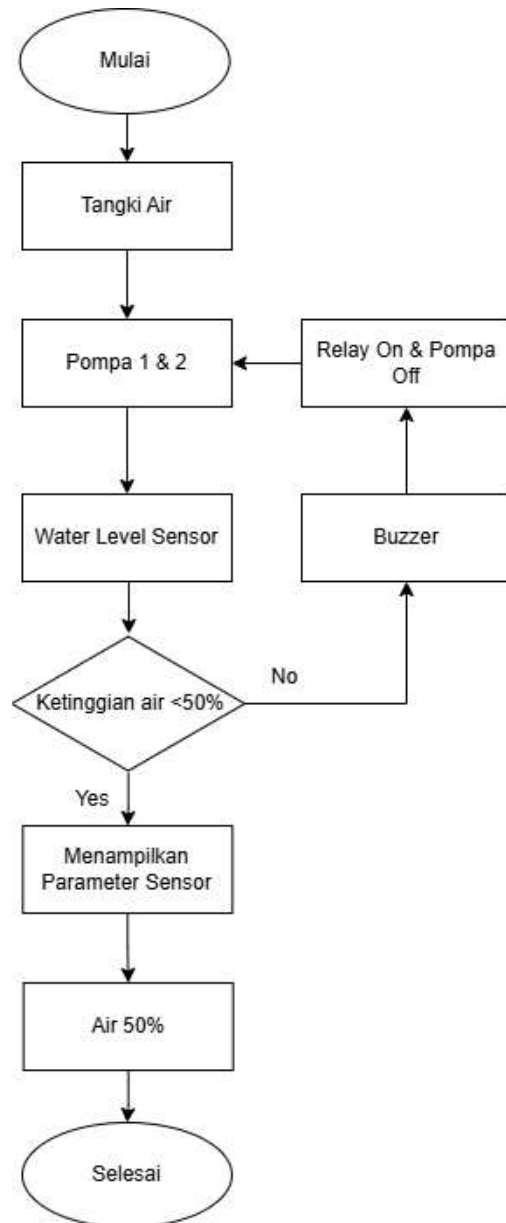
Gambar 3. 1 Blok Diagram Perancangan Sistem

Sumber: (Dokumen Penelitian)

Gambar 3.1 blok diagram perancangan sistem menjelaskan tentang tahap dilakukannya perencanaan sistem pemantauan tekanan tangki *hydrophore* menggunakan sensor *pressure transducer* untuk mengukur tekanan udara yang kemudian ditampilkan pada *smart phone*. Selain itu, sistem ini juga mencakup efisiensi perbandingan antara air dan udara yang diatur secara otomatis menggunakan *solenoid valve* untuk mengontrol tekanan yang diinginkan.

Data yang diperoleh dari sensor tekanan akan digunakan sebagai acuan untuk mengetahui apakah tekanan di dalam tangki sudah mencukupi. Informasi ini akan dikirimkan ke pemantauan *smart phone* bersama dengan kapasitas air dan udara yang diperlukan saat digunakan. Metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan, yang memungkinkan analisis terhadap tekanan air dan efisiensi perbandingan antara air selama operasional. Diagram alur dan desain sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Untuk Pemantauan Air

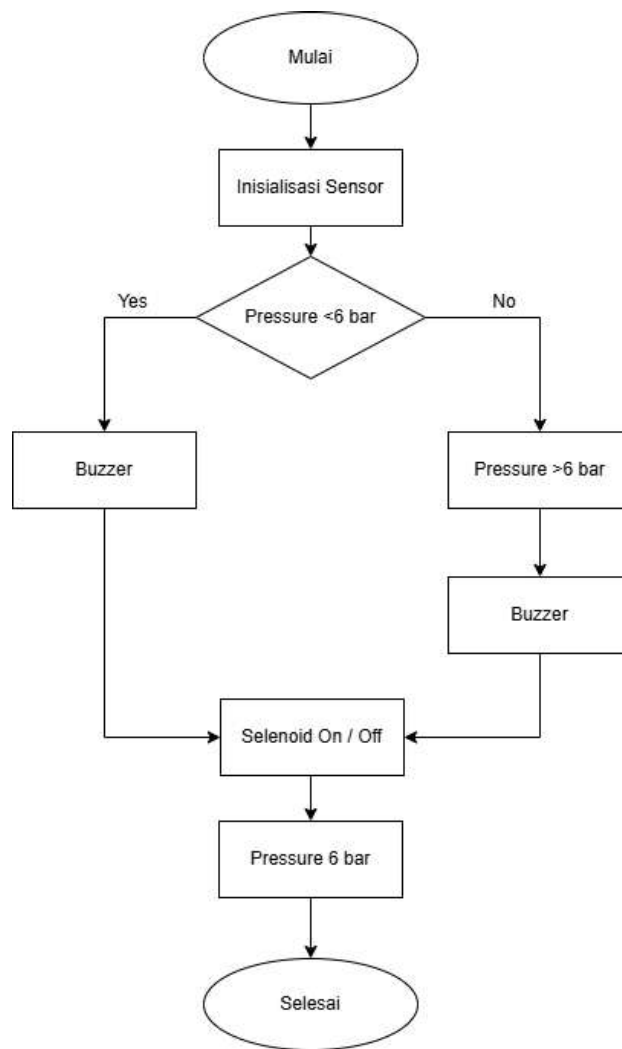


Gambar 3. 2 *Flowchart* Sistem pemantauan air
 Sumber: (Dokumen Penelitian)

Pada *flowchat* sistem gambar 3.2 menjelaskan tentang cara kerja dari sistem pemantauan air di tangki *hydrophore*. Pertama, air di dalam tangki siap dipompa dengan pompa 1 atau 2, parameter sensor pada *water level* membaca

dan menampilkan pada *smart* android, jika ketinggian air sama dengan 50% dan lebih dari 50% dari tangki, sistem akan selesai dan pompa otomatis *off*

Untuk Pemantauan Angin



Gambar 3. 3 *Flowchart* Sistem Pemantauan Angin
Sumber: (Dokumen Penelitian)

Pada *Flowchart* system gambar 3.3 tersebut, alur kerja kontrol otomatis tekanan udara dijelaskan melalui pembacaan nilai tekanan yang dideteksi oleh *pressure transducer*. Dalam sistem ini, tekanan udara diukur dalam satuan bar, dan informasi tersebut digunakan untuk mengendalikan *solenoid valve* melalui pembukaan atau penutupan katup.

Saat sistem diaktifkan (*power on*), semua tekanan yang ada didalam *hydrophore tank* akan terbaca otomatis oleh sensor *transducer*. Jika di dalam tangki *water level* 50% dari total volume tangki dan tekanan $>3, <6$ bar. Maka sensor akan mengirim sinyal ke server untuk memberi data kepada operator untuk mengaktifkan/membuka katub *solenoid* agar mengisi udara bertekanan ke tangki *hydrophore*. Setelah volume tangki perbandingan air dan angin adalah 50:50 dan tekanan udara = 6 bar, sistem akan mengirim sinyal ke server agar operator menonaktifkan/menutup katub *solenoid*.

Sistem akan terus menyatukan nilai tekanan secara berulang-ulang dan membaca pembacaan ulang dari *transducer* tekanan untuk memastikan bahwa tekanan dan perbandingan udara dengan air tetap terkontrol sesuai dengan kebutuhan. Proses ini berlangsung terus-menerus, memastikan bahwa *solenoid valve* beroperasi hanya ketika diperlukan, dan berhenti jika tekanan sudah mencukupi dengan tetap menjaga kestabilan

B. PERANCANGAN ALAT

1. Rancangan Perangkat Keras

Rancangan perangkat keras dalam penelitian ini bertujuan untuk memudahkan proses perangkaian alat yang akan dibangun. Rancangan ini akan menggambarkan secara jelas komponen-komponen utama yang digunakan serta bagaimana masing-masing komponen tersebut saling terhubung. Di dalamnya, setiap sub bagian dari sistem perangkat keras akan ditampilkan secara rinci.

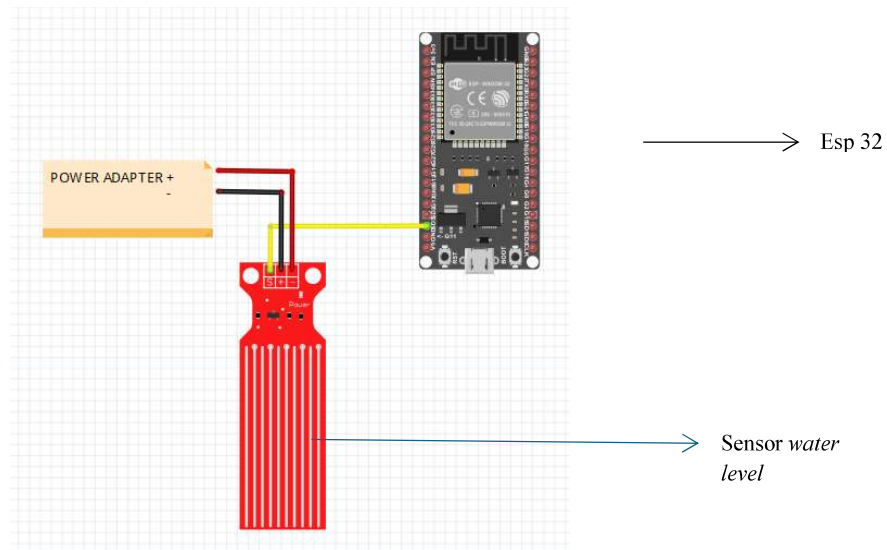
Bagian pertama dari rencana ini adalah pemilihan komponen yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Komponen utama yang digunakan meliputi mikrokontroler, sensor, aktuator, dan berbagai komponen pendukung lainnya seperti resistor, kapasitor, dan transistor. Pemilihan komponen harus dilakukan dengan cermat agar sistem dapat berfungsi dengan baik, sesuai dengan spesifikasi. Selanjutnya untuk memastikan perangkaian yang benar dan efisien, akan disediakan diagram rangkaian elektronik yang menggambarkan koneksi antar komponen menampilkan secara jelas pin-pin

Selain itu, akan disertakan juga tabel yang merinci koneksi pin antara komponen-komponen tersebut. Tabel ini penting untuk memudahkan proses perakitan perangkat keras, sehingga tidak ada kesalahan dalam penyambungan kabel atau koneksi antar pin. Tabel tersebut akan menunjukkan informasi mengenai nomor pin pada setiap komponen serta fungsi dari pin tersebut, baik itu untuk *input*, *output*, atau *ground*.

Sebagai tambahan, setiap langkah dalam merancang perangkat keras akan dilengkapi dengan penjelasan tentang cara kerja masing-masing komponen dalam sistem. Hal ini akan mempermudah pemahaman mengenai bagaimana sistem beroperasi secara keseluruhan, serta bagaimana interaksi antar komponen

a. Rangkaian sensor *water level* dengan Esp 32

Menghubungkan Esp 32 dengan Sensor *water level* untuk mengirimkan data *output* sensor dari pembacaan yang diterima. Diagram *wiring* ada pada gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3. 4 *Wiring Water level* dengan Esp 32
 Sumber: (Dokumen Penelitian)

Gambar 3.4 tersebut menunjukkan rangkaian sambungan antara sensor *water level* dan mikrokontroler ESP32. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi ketinggian air, lalu mengirimkan data ke ESP32. ESP32 menerima sinyal dari sensor melalui salah satu pin *input*, dan seluruh rangkaian diberi daya melalui adaptor listrik. Dibawah ini keterangan pin-pin untuk menyambungkan keduanya.

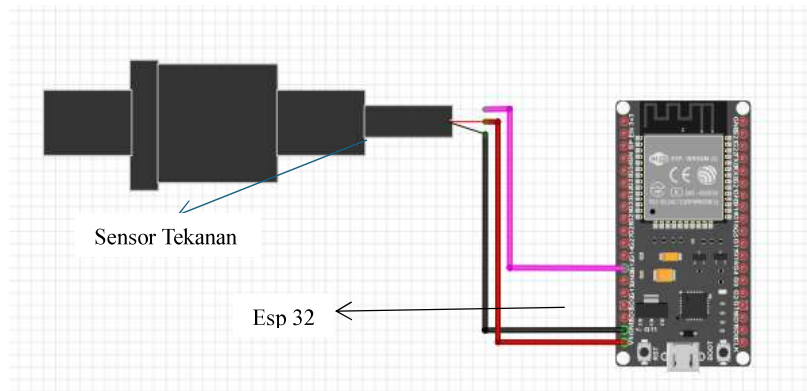
Tabel 3. 1 Pin *water level* dengan Esp 32
 (Sumber: Dokumen Penelitian)

Pin sensor <i>water level</i>	Pin Esp32
VCC	5V
GND	GND
Signal	D13

Tabel 3.1 ini menunjukkan bahwa pin VCC pada sensor *water level* terhubung ke pin 5V pada ESP32, pin GND pada sensor terhubung ke pin GND pada ESP32, dan pin signal pada sensor terhubung ke pin D13 pada ESP32.

b. Rangkaian Sensor Tekanan Dengan Esp32

Menghubungkan Esp32 dengan Sensor tekanan untuk mengirimkan data *output* sensor dari pembacaan yang diterima. Diagram *wiring* ada pada gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3. 5 *Wiring* sensor tekanan dengan Esp 32
(Sumber: Dokumen Penelitian)

Gambar 3.5 tersebut menunjukkan diagram skematik yang menghubungkan sensor tekanan dengan mikrokontroler ESP32. Sensor tekanan terhubung ke ESP32 melalui tiga kabel yaitu merah, hitam, dan ungu. Diagram ini menunjukkan bagaimana sensor tekanan dapat digunakan untuk mengukur tekanan dan mengirim data ke ESP32 untuk diproses lebih lanjut. Dibawah ini keterangan pin-pin untuk menyambungkan keduanya.

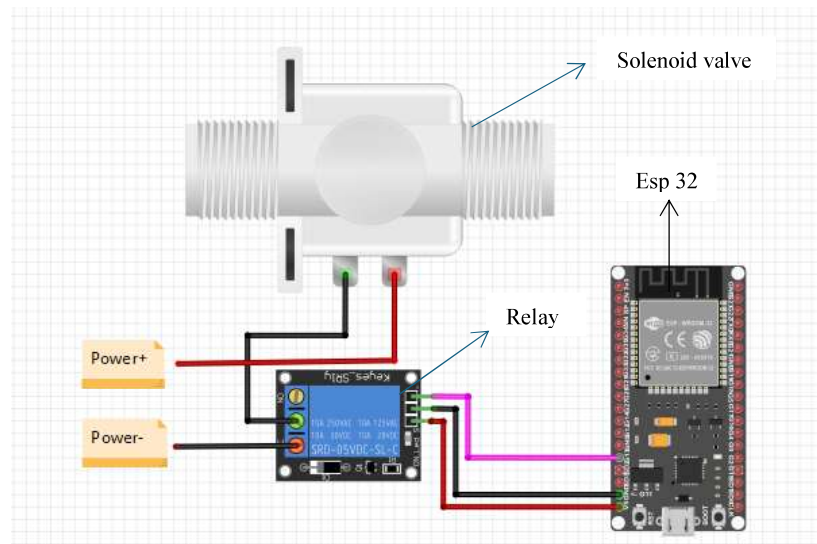
Tabel 3. 2 Pin sensor tekanan dengan Esp 32
(Sumber: Dokumen Penelitian)

Pin sensor tekanan	Pin Esp32
Kaki 1	5V
Kaki 2	GND
Kaki 3	D26

Tabel 3.2 ini menjelaskan bagaimana pin sensor tekanan terhubung dengan pin pada ESP32. Kabel merah untuk daya pada sensor tekanan terhubung ke 5V pada ESP32. Kabel hitam untuk ground pada sensor tekanan terhubung ke GND pada ESP32. Kabel ungu untuk sinyal daya pada sensor tekanan terhubung ke pin D26 pada ESP32.

c. Rangkaian *Solenoid Valve* Dengan Esp32

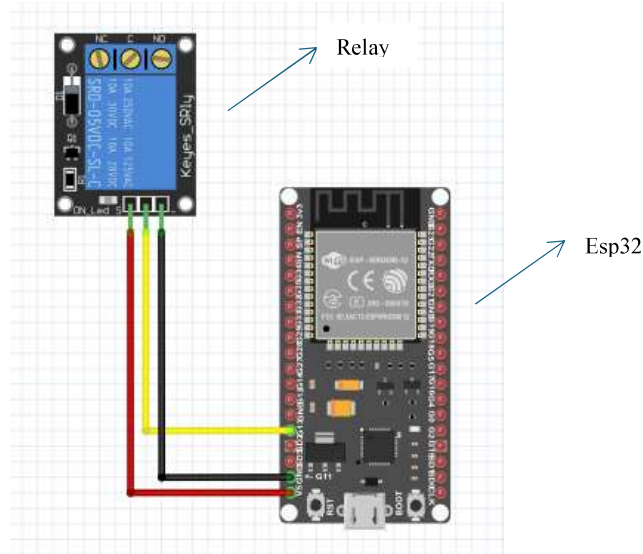
Menghubungkan Esp32 dengan *Solenoid Valve* untuk mengirimkan data *output* sensor dari pembacaan yang diterima. Diagram *wiring* ada pada gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3. 6 *Wiring Solenoid Valve* dengan Esp 32
Sumber: (Dokumen Penelitian)

d. Rangkaian *relay* Dengan Esp32

Menghubungkan Esp32 dengan *relay* untuk mengirimkan data *output* dari pembacaan yang diterima. Diagram *wiring* ada pada gambar 3.7 dibawah ini.



Gambar 3. 7 *Wiring Relay* dengan Esp 32
Sumber: Dokumen Penelitian

Gambar 3.7 ini menunjukkan diagram skematik yang menggambarkan koneksi antara modul *relay* dan ESP32. Memiliki tiga terminal yang terhubung ke ESP32. Terminal- terminal ini adalah VCC (merah), GND (hitam), dan sinyal (kuning). Dibawah ini keterangan pin-pin untuk menyambungkan keduanya

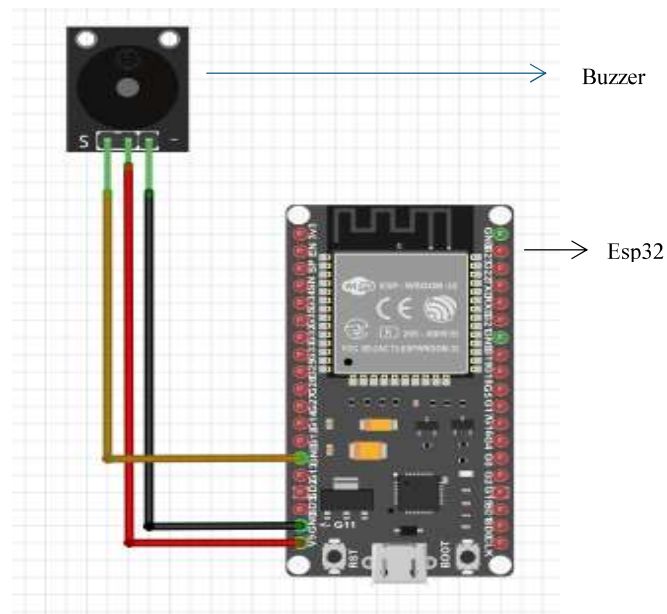
Tabel 3. 3 Pin *Relay* dengan Esp 32
Sumber: (Dokumen Penelitian)

Pin <i>relay</i>	Pin Esp32
Kaki 1	5V
Kaki 2	D14
Kaki 3	GND

Tabel 3.3 ini menjelaskan bagaimana menghubungkan *relay* 3 pin dengan modul ESP32. Kabel merah untuk daya dihubungkan ke sumber tegangan 5V. Kabel kuning untuk sinyal dihubungkan ke pin D14 pada ESP32. Kabel hitam dihubungkan ke ground (GND).

e. Rangkaian *buzzer* Dengan Esp32

Menghubungkan *buzzer* dengan *relay* untuk mengirimkan data *output* dari pembacaan yang diterima. Diagram *wiring* ada pada gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3. 8 *Wiring Buzzer* dengan Esp 32

Sumber: Dokumen Penelitian

Gambar 3.8 tersebut menunjukkan diagram pengkabelan antara *buzzer* dan modul ESP32. *Buzzer* terhubung ke pin ESP32 melalui tiga kabel: kabel merah (VCC), kabel hitam (GND), dan kabel hijau (sinyal).

Dibawah ini keterangan pin-pin untuk menyambungkan keduanya

Tabel 3.4 Pin *Buzzer* dengan Esp 32

Sumber: (Dokumen Penelitian)

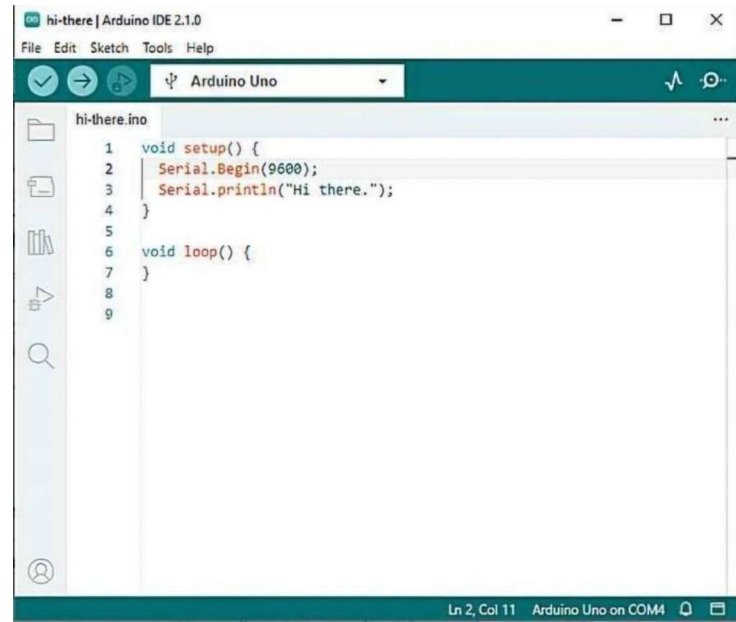
Pin buzzer	Pin Esp32
Kaki 1	D27
Kaki 2	5V
Kaki 3	GND

Tabel 3.4 ini menjelaskan bagaimana pin pada *buzzer* dihubungkan dengan pin pada ESP32. Kabel hijau dihubungkan ke pin D27 pada ESP32. Kabel merah dihubungkan ke pin 5V pada ESP32. Kabel hitam dihubungkan ke pin GND pada ESP32.

2. Rancangan perangkat lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada aplikasi Arduino IDE versi 1.8. Aplikasi Arduino IDE ini diinstal pada sebuah komputer (PC), yang memberikan antarmuka yang mempesona bagi penggunanya. Pada aplikasi ini, peneliti dapat menulis, mengedit, dan meng-upload kode program ke *board* arduino melalui *port* USB. Tampilan antarmuka dari arduino IDE memungkinkan pengguna untuk melihat dan memperbaiki kode, serta memonitor hasil eksekusi program dengan mudah. Dalam penggunaan sehari-hari, perangkat lunak ini juga mendukung berbagai fitur tambahan seperti serial monitor untuk menghubungkan komunikasi data antara perangkat keras dan perangkat lunak.

Dengan menggunakan perangkat lunak ini, peneliti dapat memprogram perangkat keras yang akan digunakan dalam eksperimen sesuai dengan fungsi yang diinginkan, yang akan diimplementasikan pada alat.



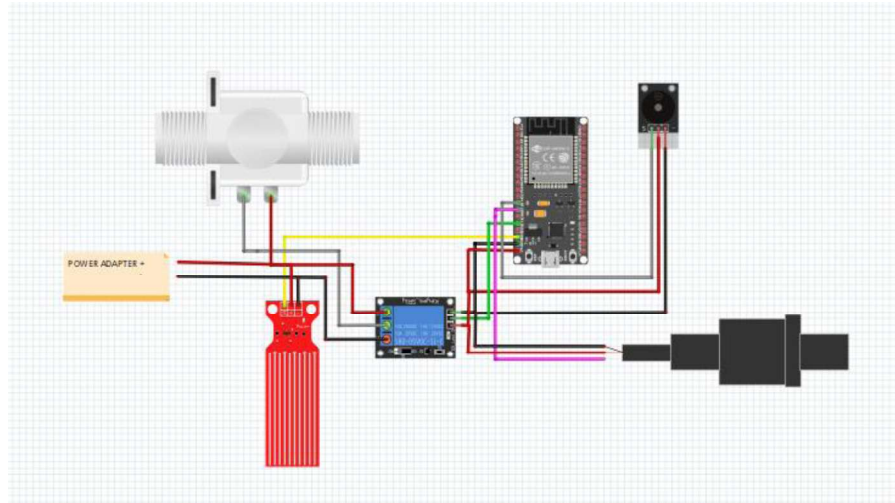
Gambar 3. 9 Arduino IDE

Sumber: (<https://support.content.office.net/en-us/media/e8c360e1-2b32-45db-b9d7-d43abc86af2f.png>)

Pada gambar 3.9 adalah tampilan dalam program arduino IDE yang menggunakan bahasa pemrograman C, setiap komponen yang akan digunakan oleh peneliti diprogram sesuai dengan rencana perangkat keras yang tercantum pada poin satu dalam desain sistem.

3. Perancangan keseluruhan

Perancangan keseluruhan melibatkan penyambungan seluruh bagian rangkaian, mulai dari *input*, *output*, hingga mikrokontroler untuk memberikan gambaran lengkap tentang bagaimana keseluruhan sistem akan bekerja pada alat yang akan dikembangkan oleh peneliti. Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen saling terhubung dengan baik, sehingga sistem dapat berfungsi sesuai dengan rencana dan tujuan. Diagram *wiring* keseluruhan ada pada gambar 3.10 dibawah ini.



Gambar 3. 10 *Wiring* Keseluruhan
Sumber: (Dokumen Penelitian)

C. RENCANA PENGUJIAN

Pada pengujian alat dilakukan 2 kali uji yaitu :

1. Uji Statis

Pengujian statis dilakukan dengan cara menguji setiap komponen alat berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa setiap bagian, baik perangkat *input* maupun *output* dalam rencana yang dibuat, dapat berfungsi secara optimal sesuai dengan tujuan. Setelah pengujian, hasil pengukuran dicatat dalam tabel. Komponen yang diuji meliputi:

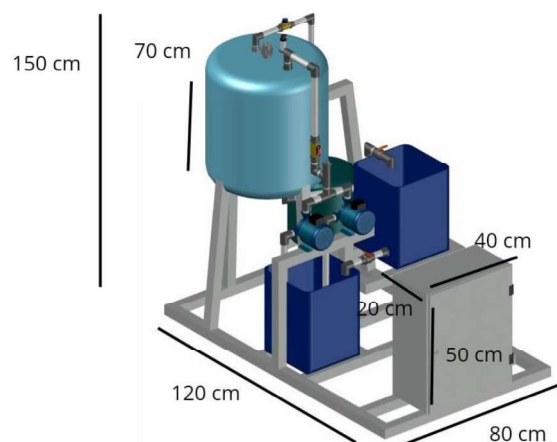
a. sensor tekanan bertujuan untuk mengetahui keakurasian sensor dan kemampuannya untuk terbaca. Pengujian ini dapat dilakukan dengan memberikan tekanan pada sensor sehingga menampilkan hasil secara digital dan melakukan perbandingan menggunakan alat ukur *pressure gauge* untuk mengetahui keakurasian dari sensor tersebut

b. *Solenoid valve* dengan ESP32 dilakukan untuk mengukur kinerja dan waktu respon dari *solenoid valve* dalam berbagai kondisi operasional sebelum diimplementasikan dalam aplikasi nyata

c. *sensor water level* untuk memastikan bahwa sensor dapat digunakan dengan optimal dalam berbagai aplikasi. Pengujian *sensor water level* untuk menguji akurasi, respon, waktu, dan tingkat kesalahan sensor, sehingga sensor dapat berjalan dengan lebih andal dan efisien

2. Uji Dinamis

Uji dinamis dilakukan untuk menguji kinerja alat dengan melakukan beberapa kali percobaan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk sejauh mana alat yang dibuat dapat berfungsi dengan baik dengan memverifikasi kinerja sistem dalam menjaga tekanan air sesuai *setpoint*, mengevaluasi respon kontrol, dan memastikan stabilitas sistem dalam berbagai kondisi operasional. Contoh desain mekanik untuk uji dinamis ada pada gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar 3. 11 Desain Mekanik
Sumber: (Dokumen Penelitian)

Hasil pengukuran dari kedua pengujian tersebut kemudian dicatat dalam tabel sebagai bahan analisis. Dengan demikian, peneliti dapat menilai apakah perangkat lunak berjalan dengan baik dan apakah hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diharapkan, serta memastikan bahwa alat memberikan kinerja yang konsisten sesuai dengan yang diharapkan.