

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENGISIAN AIR
EXPANSION TANK BERBASIS IOT**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

I GEDE YOGA ADI WIRA NATA
NIT 0820009103

**PROGRAM SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
KELISTRIKAN KAPAL**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2024**

RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENGISIAN AIR EXPANSION TANK BERBASIS IOT



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

I GEDE YOGA ADI WIRA NATA
NIT 0820009103

**PROGRAM SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
KELISTRIKAN KAPAL**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Gede Yoga Adi Wira Nata

Nomer Induk Taruna : 0820009103

Program Diklat : Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

**“RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENGISIAN AIR *EXPANSION TANK*
BERBASIS IOT”**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam Karya Ilmiah Terapan tersebut,
kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi
yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, 25 JUNI 2024



I GEDE YOGA ADI WIRA NATA

08.20.009.1.03

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENGISIAN
AIR EXPANSION TANK BERBASIS IOT**

Nama Taruna : I Gede Yoga Adi Wira Nata

NIT : 0820009103

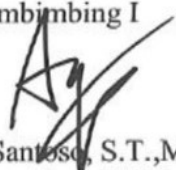
Program Diklat : D-IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

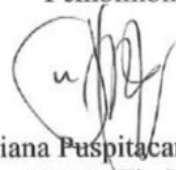
SURABAYA, *19 Juni*.....2024

Menyetujui:

Pembimbing I


(Dr. Agus Dwi Santoso, S.T., M.T., M.Pd.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 1978081920000310001

Pembimbing II


(Dr. Ardhiana Puspita Candri, S.Psi., M.Psi.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198006192015032001

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



(Akhmad Kasan Gupron, M.Pd)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198005172005021003

PENGESAHAN SEMINAR HASIL

KARYA ILMIAH TERAPAN

RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENGISIAN AIR *EXPANSION TANK* BERBASIS IOT

Disusun dan Diajukan Oleh :

I GEDE YOGA ADI WIRA NATA

NIT.08.20.009.1.03

D-IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan
Politeknik Pelayaran Surabaya
Pada tanggal 25 Juni 2024

Menyetujui :

Penguji I



Hadi Setyawan, ST., MT

NIDN:0720107003

Penguji II



Dwi Yanti
Mergosetiyowati, S.Kom.M.Sc.
Penata Tk. I (III/d)

NIP. 198606162008122001

Penguji III



Dr. Agus Dwi Santoso,
S.T., M.T., M.Pd
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197808192000031000

Mengetahui :

Ketua Prodi Teknologi Rekayasa
Kelistrikan Kapal



Akhmad Kasan Gupron, M.pd
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198005172005021003

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini dengan judul “Rancang Bangun Pengisian Air *Expansion Tank* Berbasis Iot”. KIT ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat melaksanakan proyek laut Program Sarjana Terapan Politeknik Pelayaran Surabaya.

Penelitian ini dilaksanakan karena ketertarikan peneliti pada masalah yang sering terjadi. Penelitian ini menggunakan metode penelitian R&D (*Research & Development*) model ADDIE yang ditekankan pada analisis obyek penelitian untuk mendapatkan validitas data dan membuat kesimpulan demi tercapainya tujuan penelitian. Pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan, antara lain kepada :

1. Bapak Moejiono, M.T M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Bapak Dr. Agus Dwi Santoso, S.T., M.T., M.Pd. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Dr. Ardhiana Puspitacandri, S.Psi.,M.Psi. selaku dosen pembimbing II, yang dengan penuh ketekunan dan kesabaran membimbing saya dalam penelitian ini.
3. Bapak / Ibu dosen Politeknik Pelayaran Surabaya, khususnya lingkungan Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal yang telah memberikan bekal ilmu sehingga saya dapat menyelesaikan

penelitian ini.

4. Rekan-rekan taruna yang telah memberikan dorongan dan semangat sehingga penulisan penelitian ini dapat terselesaikan.
5. Orang Tua Tercinta I Nyoman Sudana dan Ni Luh Ariani serta adik tersayang Ni Kadek Dian Purnami Dewi sebagai keluarga yang senantiasa memberikan dukungan semangat, motivasi dan doa kepada penulis

Surabaya, 2024



I GEDE YOGA ADI WIRA NATA

ABSTRAK

Industri pelayaran menghadapi tantangan dalam mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan efisiensi operasional. Diantaranya tangki ekspansi pada mesin kapal yang memainkan peran penting dalam menjaga tekanan dan kualitas air sistem pendingin mesin masih dijalankan secara manual pada beberapa kapal. Hal ini dapat mengakibatkan risiko kerusakan mesin karena *overheat* atau tekanan yang tidak stabil.

Pengisian air manual yang memerlukan pengawasan kru dapat menyebabkan ketidakstabilan operasional. Penelitian ini merancang prototipe sistem pengisian air otomatis untuk tangki ekspansi, menggunakan teknologi otomasi berbasis Mikrokontroler serta sistem Internet of things untuk mempermudah monitoring. Sistem ini bertujuan meningkatkan efisiensi, dan mengurangi risiko kerusakan mesin, sehingga mendukung keberlanjutan operasi kapal di masa depan.

Pada uji coba yang telah dilakukan alat ini mampu mengoperasikan pengisian expansion tank secara otomatis dan efisien. Sensor jarak yang digunakan memiliki akurasi yang tinggi dengan error terbesar 1.6%, dan error rata-rata 0.01%. Integrasi dengan sistem Internet of Things dapat berjalan dengan baik dan reliable dengan keberhasilan 100% dan latensi 0.5 – 1 detik. Tingkat keberhasilan sistem secara keseluruhan 80%. Sehingga sistem dapat digunakan dalam kondisi kerja nyata

Kata Kunci: *Expansion Tank*, Mikrokontroler, *Internet of Things*, Otomasi

ABSTRACT

The maritime industry faces challenges in reducing environmental impact and improving operational efficiency. Among these challenges is the manual operation of expansion tanks on ship engines, which play a crucial role in maintaining the pressure and water quality of the engine cooling system. This manual operation can result in engine damage due to overheating or unstable pressure.

Manual water filling, which requires crew supervision, can lead to operational instability. This research designs a prototype of an automatic water filling system for expansion tanks, utilizing microcontroller-based automation technology and an IoT system to facilitate monitoring. The system aims to improve efficiency and reduce the risk of engine damage, thus supporting the sustainability of ship operations in the future.

In the trials conducted, this device was able to operate the expansion tank filling automatically and efficiently. The distance sensor used has high accuracy, with a maximum error of 1.6% and an average error of 0.01%. Integration with the IoT system worked well and reliably, with a 100% success rate and latency of 0.5 to 1 second. The overall success rate of the system was 80%, indicating that the system can be used in real working conditions.

Keywords: *Expansion Tank, Microcontroller, Internet of Things, Automation*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iii
PENGESAHAN SEMINAR HASIL.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Reviwe Penelitian Sebelumnya	6
B. Landasan Teori	8

1. ESP32.....	10
2. Pompa Air	11
3. <i>Relay</i>	12
4. Sensor Ultrasonik	14
5. <i>Power Supply</i>	15
6. <i>Solenoid Valve</i>	16
7. <i>Internet of Things</i>	17
BAB III METODE PENELITIAN	19
A. Desain Penelitian	19
1. Analisis (Analisis).....	19
2. <i>Design</i> (Desain).....	20
3. <i>Development</i> (Pengembangan).....	24
4. <i>Implementation</i> (Implementasi)	26
5. <i>Evaluation</i> (Evaluasi).....	26
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	28
A. Hasil Penelitian	28
1. Analisis.....	28
2. Desain.....	32
3. Development	34
4. Implementasi	49
5. Evaluasi	50

B. Penyajian Data	54
C. Analisa Data	56
BAB V PENUTUP	58
A. Simpulan	58
B. Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	66
Lembar Validasi Ahli	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Review Jurnal Penelitian Sebelumnya.....	6
Tabel 3.1 Rancangan Sistem Elektronika.....	31
Tabel 4.1 Pengujian Sensor	46
Tabel 4.2 Pengujian <i>Relay</i>	48
Tabel 4.3 Pengujian Selenoid Valve	50
Tabel 4.4 Pengujian Pompa	51
Tabel 4.5 Penilaian Validasi Ahli Dimas Novian Aditia Syahputra, S.Tr.T.,M.Tr.....	58
Tabel 4.6 Penilaian Validasi Ahli Dr. Agus Dwi Santoso, S.T., M.T., M.Pd.	60
Tabel 4.7 Pengujian Sistem Keseluruhan	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Ketika Pengisian	9
Gambar 2.2 Expansion Tank	9
Gambar 2.3 ESP32	11
Gambar 2.4 Pompa Air	12
Gambar 2.5 <i>Relay</i>	14
Gambar 2.6 Sensor Ultrasonik	15
Gambar 2.7 <i>Power Supply</i>	16
Gambar 2.8 Solenoid Valve	17
Gambar 2.9 <i>Internet of Things</i>	39
Gambar 3.1 Diagram Blok sistem yang dirancang	30
Gambar 3.2 Ilustrasi Desain 3D	30
Gambar 3.3 Desain Elektronika	32
Gambar 3.4 Flowchart	33
Gambar 4.1 Gambar Rangkaian	40
Gambar 4.2 Gambar Konstruksi	41
Gambar 4.3 Gambar Pengembangan Software	42
Gambar 4.4 Pengujian <i>Power Supply</i>	43
Gambar 4.5 Pengujian ESP32	44
Gambar 4.6 Pengujian Sensor Jarak	45
Gambar 4.7 Pengujian <i>Relay</i>	48
Gambar 4.8 Pengujian <i>Solenoid Valve</i>	49
Gambar 4.9 Pengujian Pompa	51
Gambar 4.10 <i>Blynk Device</i>	54

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri Pelayaran merupakan salah satu sektor yang sangat penting dalam sektor perdagangan internasional dan transportasi global. Namun, industri ini juga dihadapkan pada berbagai tantangan, termasuk tuntutan untuk mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan efisiensi operasional. Salah satu aspek penting dalam menjawab tantangan ini adalah penggunaan teknologi yang inovatif dan cerdas dalam pengelolaan sistem kapal.

Salah satu komponen krusial dalam mesin kapal adalah *expansion tank* atau tangki ekspansi. Tangki ini memiliki peran vital dalam menjaga tekanan dan kualitas air dalam sistem pendingin mesin. Pemeliharaan level air yang tepat di dalam *expansion tank* sangat penting untuk menjaga kinerja mesin dan menghindari risiko kerusakan akibat *overheat* atau tekanan yang tidak stabil.

Pada banyak kapal, pengisian air ke dalam *expansion tank* masih dilakukan secara manual, yang memerlukan pengawasan konstan oleh kru kapal. Hal ini tidak hanya memakan waktu dan sumber daya manusia, tetapi juga dapat menyebabkan ketidakstabilan dalam operasi kapal jika level air tidak dijaga dengan tepat.

Oleh karena itu, ada kebutuhan mendesak untuk mengembangkan sistem pengisian air otomatis yang dapat memantau dan mengendalikan

level air dalam *expansion tank* secara efisien dan akurat. Sistem ini harus mampu beradaptasi dengan kondisi berubah dalam mesin kapal dan beroperasi secara otomatis tanpa intervensi manusia yang berlebihan.

Dengan berkembangnya teknologi elektro pelayaran, termasuk penggunaan mesin listrik, baterai, dan otomatisasi, peluang untuk mengintegrasikan sistem pengisian air otomatis dalam *expansion tank* menjadi semakin realistis. Solusi ini tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi operasional kapal, tetapi juga membantu mengurangi potensi risiko operasional dan merawat lingkungan.

Dalam konteks ini, rancang bangun prototipe pengisian air otomatis pada *expansion tank* dalam *engine room* menjadi penting. Penelitian ini akan menggabungkan teknologi elektro pelayaran, otomatisasi, dan pengawasan untuk menciptakan sistem yang dapat diimplementasikan dalam berbagai jenis kapal. Prototipe ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada pengawasan manusia. Dengan adanya sistem otomatis ini, kapal dapat beroperasi dengan lebih mandiri tanpa memerlukan pengawasan manusia yang berkelanjutan dalam hal pengisian air *expansion tank*. Selain itu, untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan. Sistem otomatis akan memantau dan mengisi air ke dalam *expansion tank* dengan akurat, menjaga level air pada tingkat yang tepat untuk memastikan kinerja mesin yang optimal.

Serta, untuk meningkatkan keselamatan operasional. Dengan pengendalian otomatis yang cermat, risiko *overheat* atau tekanan yang tidak stabil dapat diminimalkan, meningkatkan keselamatan operasional kapal.

Untuk mendukung keberlanjutan lingkungan. Mengurangi konsumsi air yang tidak perlu dan menjaga kualitas air dalam sistem pendingin mesin dapat berkontribusi pada pengurangan dampak lingkungan.

Dengan merancang dan membangun prototipe ini, diharapkan bahwa hasil penelitian ini akan memberikan landasan untuk pengembangan dan implementasi lebih lanjut dalam kapal-kapal komersial. Dalam jangka panjang, sistem ini dapat membantu meningkatkan efisiensi, keamanan, dan keberlanjutan operasi kapal, yang merupakan langkah penting menuju masa depan pelayaran yang lebih cerdas dan berkelanjutan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan deskripsi yang telah dijelaskan sebelumnya dalam penelitian ini dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang sistem pengisian air otomatis yang dapat memantau dan mengendalikan level air dalam *expansion tank* secara efisien?
2. Bagaimana kinerja rancangan sistem pengisian air otomatis yang dapat memantau dan mengendalikan level air dalam *expansion tank* secara efisien?

C. Batasan Masalah

1. Rancang bangun pengisian air *expansion tank* ini dibuat dalam bentuk prototipe untuk mengetahui sistem pengisian air *expansion tank*.
2. Dengan adanya alat pengisian air *expansion tank* ini mengoptimalkan pengisian air di dalam tank.
3. Blyk hanya mampu memberikan 100 notifikasi perhari

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mempermudah pengisian air *expansion tank*.
2. Untuk mengefisiensi kinerja pengisian air dan mencegah kelebihan suhu.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan menghasilkan suatu manfaat bagi semua pihak baik dari segi akademis maupun praktis, manfaat yang diharapkan penulis melalui penelitian ini antara lain:

1. Secara Teoritis
 - a. Bagi penulis, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan bagi penulis untuk mengetahui cara pengisian air *expansion tank*.
 - b. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat membantu untuk mengembangkan alat-alat otomasi yang dapat menghemat tenaga manusia untuk pengisian air.
 - c. Bagi Politeknik Pelayaran Surabaya, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan dapat digunakan sebagai referensi kajian tentang Rancang Bangun pengisian Air *Expansion Tank* untuk Peningkatan Operasional dikapal.
2. Secara Praktis
 - a. Bagi peneliti, penelitian ini bertujuan untuk pengisian air *expansion tank* secara efisien dan teratur.

- b. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi Perusahaan pelayaran dalam meningkatkan efisiensi dan manajemen operasional.
- c. Bagi Politeknik Pelayaran Surabaya, penelitian ini diharapkan mampu menjadi referensi dalam pemanfaatan Rancang Bangun Pengisian Air *Expansion Tank* Untuk membuka pintu penerapan teknologi yang lebih canggih dalam industri pelayaran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA

Didalam hal ini, *review* penelitian sebelumnya sangat bermanfaat untuk Mengetahui apa hasil dan perbedaan dari penelitian sebelumnya. Oleh karena itu penulis membutuhkan beberapa informasi dari beberapa penelitian terdahulu, berikut ini *review* penelitian terdahulu yang digunakan didalam table 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Review Jurnal Penelitian Sebelumnya

No	Nama	Judul	Metode	Hasil
1	Irvawansyah, Abdul Azis Rahmansyah (Jurnal Teknologi Terapan Volume 4, Nomor 1, Maret 2018).	Prototipe Sistem Monitoring Dan Pengontrolan Level Tangki Air Berbasis SCADA.	1. Monitoring level air berbasis SCADA. 2. Menggunakan sensor ultrasonik. 3. Dilengkapi tampilan <i>interface</i> pada laptop.	1. Dimana pompa air dapat dinyalakan apabila ketinggian air pada tandon mencapai 10 cm. 2. Berhenti secara otomatis apabila ketinggian air mencapai 70 cm. 3. Monitoring pengontrolan level air dilakukan secara <i>real time</i> pada <i>interface</i> laptop sehingga sistem dijadikan sebagai alternatif pembelajaran SCADA.

2	NUR FATAH MUIZZ, M., & SUPRIANTO, B. (2018). JURNAL TEKNIK ELEKTRO, 8(1).	Rancang Bangun Pengendalian Level Air Otomatis Pada Tangki Dengan <i>Servo Valve</i> Berbasis PID Controller	1. Merancang dan membuat sistem pengendalian level air dari sebuah tangki dengan <i>servo valve</i> menggunakan kontroler PID. 2. Menggunakan <i>software lab view</i> 2014 untuk mengontrol parameter K_p, K_d, dan K_i dari kontroler PID.	1. Respon pengendalian level air dengan <i>servo valve</i> menggunakan kontroler PID mampu mencapai <i>set point</i> yang diinginkan dengan $\tau_r = 37,04$ detik dan <i>Error steady state</i> 8,3% (dengan fungsi alih 12 cm) dan $\tau_r = 38,427$ detik dan <i>error steady state</i> 2.715% (dengan fungsi alih 4 cm). 2. <i>Error steady state</i> 8,3% (dengan fungsi alih 12 cm) dan $\tau_r = 38,427$ detik dan <i>error steady state</i> 2.715% (dengan fungsi alih 4 cm). 3. Respon ini menunjukkan perbaikan dari respon sistem tanpa kontroler dengan $\tau_r = 73,998$ detik dan <i>error steady state</i> 12,507%
3	U. Ulumuddin, M. Sudrajat, T. D. Rachmildha, N. Ismail, and E. A. Z. Hamidi,, SENTER, pp. 100–105, Jan. 2018.	Prototipe Sistem Monitoring Air Pada Tangki Berbasis <i>Internet of Things</i> Menggunakan NodeMCU Esp8266 Dan Sensor Ultrasonik.	1. Monitoring dilakukan berbasis iot. 2. Menggunakan modul ESP8266 sebagai <i>transmitter</i>. 3. Dipadukan sensor ultrasonik akan mendeteksi tinggi air memanfaatkan gelombang ultrasonik 4. Sistem di uji pada prototipe <i>Grand tank</i> ketinggian 300 cm	1. Menunjukkan respon sistem yang baik dan akurat. 2. Sistem juga <i>compatible</i> di berbagai browser Microsoft edge, Mozilla firefox, Google chrome

Dari berbagai referensi jurnal yang didapat dijadikan pertimbangan, maka penelitian ini dilakukan sebab dampak dari yang dihasilkan cukup besar dengan salah satunya yaitu akan berguna untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan operasional. Alat ini akan berbentuk simulasi sehingga mempermudah dalam memahami rangkaian sistem yang telah direncanakan. Alat ini akan membantu untuk mempermudah dalam monitoring pengisian air tangki ekspansi sehingga dapat memonitoring secara otomatis memantau dan mengendalikan level air. Selain itu alat ini juga turut mengembangkan teknologi mikrokontroller dengan diaplikasikan ke kapal sebagai indikator.

B. LANDASAN TEORI

Expansion tank (tangki ekspansi) adalah tangki tertutup yang digunakan untuk menampung perubahan volume dari cairan atau gas dalam sistem tertutup. Tangki ini membantu dalam menjaga tekanan stabil dalam sistem dengan menyerap ekspansi cairan saat suhu meningkat dan mengembalikannya saat suhu turun. Secara fisik, *expansion tank* dapat berbentuk silinder vertikal atau horizontal tergantung pada aplikasinya. Fungsinya adalah untuk mencegah tekanan berlebih dalam sistem dan menjaga konsistensi tekanan. Gambaran fisiknya dapat bervariasi tergantung pada aplikasi spesifiknya, misalnya dalam sistem pendingin, sistem pemanas, atau sistem hidrolik.

Landasan teori digunakan sebagai sumber teori yang dijadikan dasar dari pada penelitian ini menuju kesempurnaan alat pengisian air tangki *expansion* secara *modern*. Seperangkat definisi, ide, dan saran yang

berkaitan dengan variabel penelitian yang telah disusun dengan sistematis. Sumber-sumber ini memberikan dasar untuk memahami secara menyeluruh latar belakang dari masalah yang muncul. Penelitian yang melibatkan penggunaan sensor ultrasonik berbasis iot menggunakan ESP32 untuk mengidentifikasi pengisian air tangki *expansion tank* adalah contoh penelitian yang memerlukan landasan teori untuk mengkaji. Ada ESP32, *solenoid valve*, sensor ultrasonik, dan pompa air yang digunakan untuk membuat alat ini. Pada gambar 2.1 dan 2.2 adalah ketika tangki sedang mengisi.



Gambar 2.1 Gambar ketika pengisian
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 2. 2 *Expansion Tank*
Sumber: Dokumen Pribadi

Dengan adanya alat bantu pengisian air berbasis iot ini dapat mempermudah mpengisian dalam kurun waktu yang relatif cepat dan tidak lagi menggunakan tenaga manusia kembali.

1. ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. ESP32 adalah sistem berbiaya dan berdaya rendah pada rangkaian chip mikrokontroler dengan kemampuan wifi maupun bluetooth sehingga mendukung untuk menentukan sistem aplikasi *Internet of Things* (Yelvita, 2022).

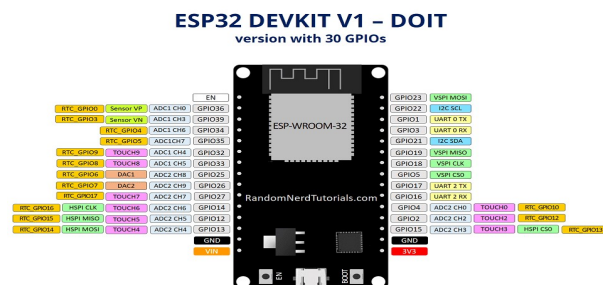
Hal yang baik tentang ESP32, seperti ESP8266 adalah komponen RF terintegrasi seperti *Power Amplifier*, *Low-Noise Receive Amplifier*, *Antena Switch*, dan *Filter*. Hal ini membuat perancangan *hardware* pada ESP32 menjadi sangat mudah karena hanya memerlukan sedikit komponen *eksternal*.

Spesifikasi ESP32

ESP32 memiliki lebih banyak fitur daripada ESP8266. Memulai dengan ESP32 ini. Berikut ini daftar beberapa spesifikasi penting dari ESP32. Tetapi, untuk spesifikasi lengkap dapat melihat pada *Datasheet*.

- *Single or Dual-Core 32-bit LX6 Microprocessor with clock frequency up to 240 MHz.*
- *520 KB of SRAM, 448 KB of ROM and 16 KB of RTC SRAM.*
- *Supports 802.11 b/g/n Wi-Fi connectivity with speeds up to 150 Mbps.*

- *Support for both Classic Bluetooth v4.2 and BLE specifications.*
- *34 Programmable GPIOs.*
- *Up to 18 channels of 12-bit SAR ADC and 2 channels of 8-bit DAC*
- *Serial Connectivity include 4 x SPI, 2 x I2C, 2 x I2S, 3 x UART.*
- *Ethernet MAC for physical LAN Communication (requires external PHY).*
- *1 Host controller for SD/SDIO/MMC and 1 Slave controller for SDIO/SPI.*
- *Motor PWM and up to 16-channels of LED PWM.*
- *Secure Boot and Flash Encryption*
- *Cryptographic Hardware Acceleration for AES, Hash (SHA-2), RSA, ECC and RNG.*



Gambar 2.3 ESP32

Sumber : <https://4.bp.blogspot.com/-hqDOsf7eDko/XH--AlieicI/AAAAAAAAACq8/JYeQd7psiMUKM9vzJsuP1I30biqLKtmywCEwYBhgL/s1600/ESP32-DOIT-DEVKIT-V1-Board-Pinout-30-GPIOs-Copy.png>

2. Pompa Air

Pompa air adalah alat yang digunakan untuk memindahkan air dari tempat satu tempat yang lainnya melalui selang. Pada pompa air ada lubang untuk masuknya air dan keluarnya air. Prinsipnya adalah

menambahkan energi pada air secara terus menerus sehingga air bisa berpindah dengan kecepatan yang dihasilkan pada pompa air (Fatturahman & Irawan, 2019).

Pompa air ini bekerja ketika mendapatkan tegangan 12v sehingga dibutuhkan *Power Supply* untuk bisa menggunakan alat ini, bila diberi tegangan langsung ke mikrokontroller alat ini tidak akan kuat dikarekan arus yang dibutuhkan harus besar. *Inlet* dan *outlet* yang digunakan untuk selang ukuran 8mm setara dengan selang pada akuarium. Untuk penggunaannya pompa ini di tenggelamkan seluruhnya. Pompa air ini diklaim dapat bekerja 30.000 tetapi penggunaannya harus ditenggelamkan di air, jika tidak akan mudah rusak ketika tidak ada air yang ditarik atau dipindahkan. Gambar 2.4 adalah gambar dari pompa air.



Gambar 2.4 Pompa Air

Sumber : <https://bibitbunga.com/wp-content/uploads/2018/09/Pompa-Air-High-Pressure-DC-12V-Mini.jpg>

3. Relay

Relay adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber

energinya. Kontaktor akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar, pergerakan kontaktor (*on* atau *off*) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik (Wisjhnuadji & Fauzi, 2017).

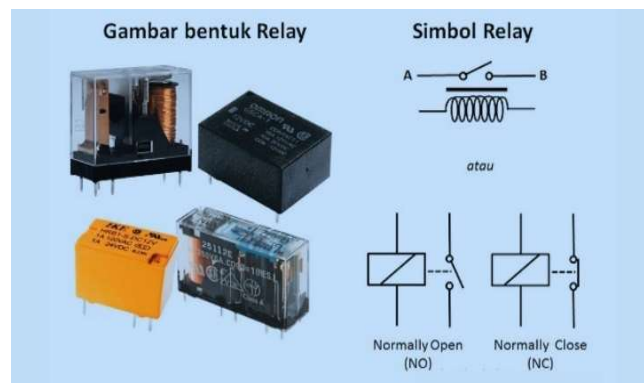
Fungsi *Relay* adalah sebagai komponen yang dapat mengubah arus listrik kecil menjadi arus yang lebih besar. *Relay* banyak digunakan dalam kegiatan sehari-hari kita, seperti pengendali arus listrik kendaraan, pengontrol panel listrik, dan sistem kontrol digital.

Beberapa fungsi *Relay*, yaitu sebagai pengendali arus listrik kendaraan. *Relay* banyak digunakan untuk mengendalikan arus menggunakan arus kecil, seperti starter pada mobil dan sepeda motor. *Relay* juga sebagai pengontrol panel listrik. *Relay* digunakan untuk mengontrol panel listrik, seperti pengontrolan motor kompresor, motor kipas, dan motor pompa pendingin. *Relay* sebagai sistem kontrol digital. *Relay* juga dapat ditemukan pada sistem kontrol digital, yang membutuhkan *Relay* untuk beradaptasi pada sinyal tingkat rendah, sensitivitas sedang, tindakan cepat, dan tindakan *switching* yang tinggi.

Relay terdiri dari empat komponen dasar yaitu elektromagnetik (*coil*), *armature*, *switch contact point* (saklar), dan spring kontak point (*contact point*). Dimana cara kerja *Relay* adalah ketika kumparan elektromagnetik yang ada di dalamnya terdapat sebuah *coil*, yang akan menggerakkan *armature* melalui prinsip elektromagnetik. Selama *coil*

terisi dengan arus listrik, armature akan mendorong sisi belakangnya ke atas, membuka kontak *switch contact point* (saklar)

Pada dasarnya prinsip kerja *Relay* menggunakan prinsip dasar elektromagnetik. Dimana proses menggerakkan saklar bisa dikontrol sesuai kebutuhan. Dengan adanya fungsi *Relay* itulah, maka proses pengaliran aliran arus listrik dengan tegangan rendah bisa menjadi aliran dengan tegangan yang lebih tinggi. Gambar 2.5 adalah gambar dari *Relay*.



Gambar 2.5 *Relay*

Sumber : <https://thecityfoundry.com/wp-content/uploads/2022/06/simbol-Relay.jpg>

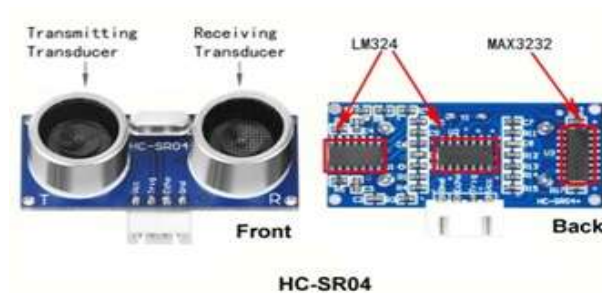
4. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang bekerja dengan cara memancarkan suatu gelombang dan kemudian menghitung waktu pantulan gelombang tersebut. Kelebihan sensor ini ialah hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG), selain jalur 5V dan *ground* (Permana *et al.*, 2017). Sensor ultrasonik mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 KHz) kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor PING memancarkan gelombang ultrasonik sesuai

dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali. Gambar 2.6 adalah gambar sensor ultrasonik.

Spesifikasi dari *sensor ultrasonik HC-SR04* :

- > Tegangan : 5 VDC
- > Arus : 15 mA
- > Frekuensi Kerja : 40 KHz
- > Jarak Minimum : 2 cm
- > Jarak Maksimum : 400 cm (4 meter)
- > Sudut Pengukuran : 15 Derajat
- > Input Sinyal *Trigger* : 10uS pulsa TTL
- > *Output* Sinyal *Echo* : Sinyal level TTL
- > Dimensi : 45mm x 20 mm x 15 mm



Gambar 2.6 Sensor Ultrasonik

Sumber:

https://osoyoo.com/picture/OSOYOO_PnP_Kit_for_Arduino/Lesson24/HC-SR04.jpg

5. *Power Supply*

Power Supply adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya *Power Supply* ini memerlukan sumber energi listrik yang

kemudian mengubahnya menjadi energilistrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya. Oleh karena itu, *Power Supply* kadang-kadang disebut juga dengan istilah *Electric Power Converter* (Alfaro Tamasoleng *et al.*, 2021) Pada gambar 2.7 adalah gambar dari *Power Supply* .



Gambar 2.7 *Power Supply*

Sumber : <https://m.media-amazon.com/images/I/71qdUxQAsRL.jpg>

6. *Solenoid Valve*

Solenoid valve adalah katup yang digerakanoleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. *Solenoid valve* atau katup *solenoida* mempunyai tiga lubang, lubang keluaran, lubang masukan dan lubang *exhaust*, lubang masukan, berfungsi sebagai terminal / tempat cairan masuk atau *supply*, lalu lubang keluaran, berfungsi sebagai terminal atau tempat cairan keluar yang dihubungkan ke beban, sedangkan lubang *exhaust*, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan cairan yang terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi ketika *solenoida valve* bekerja (Alfaro Tamasoleng *et al.*, 2021).

Prinsip kerja dari *solenoid valve* yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerakanya dimana ketika koil mendapat *supply* tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston berpindah posisi maka lubang keluaran dari *solenoida valve* mempunyai tegangan mulai kerja di 12 Vdc. Gambar 2.8 ini adalah gambar *solenoid valve*.



Gambar 2.8 *Solenoid Valve*

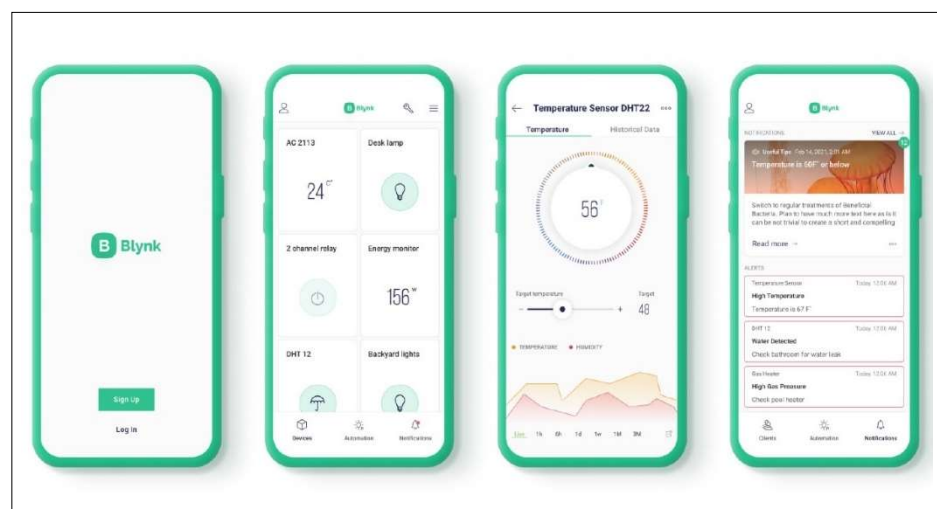
Sumber : https://th.bing.com/th/id/OIP.Bg_ZW8MtdosKOyn6QnCuAHaJe?pid=ImgDet&rs=1

7. *Internet of Things*

Internet of things (IoT) mengarahkan pada interkoneksi pada objek tertentu yang terhubung melalui jaringan internet antara dengan satu yang lainnya dan memungkinkan otomatisasi fungsi tanpa harus adanya interaksi langsung antar manusia dari prose pengontrolan dan monitoring terhadap perangkat tersebut (Azhar *et al.*, 2024). *Internet of Things* berfungsi sebagai pengumpulan data yang dihasilkan dari berbagai objek yang terhubung ke jaringan internet yang dimana akan

diolah menjadi informasi dan melakukan transfer data sehingga bisa digunakan untuk memberikan perintah dan kontrol pada suatu objek. Contohnya peralatan elektronik yang terhubung ke jaringan internet beserta sensor tambahan lainnya dan banyak platform yang menyediakan Internet of things

Blynk IoT adalah platform *Internet of Things* (IoT) yang mudah digunakan untuk menghubungkan perangkat keras IoT dengan smartphone atau tablet. Platform ini memungkinkan Anda untuk mengontrol dan memantau perangkat keras IoT Anda dari jarak jauh, menggunakan aplikasi *Blynk* di smartphone atau tablet Anda.



Gambar 2.9 *Internet of Things*

Sumber: <https://docs.blynk.io/>

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) untuk menghasilkan sebuah produk yang valid, praktis, dan efektif di bidang otomasi khususnya pada Rancang Bangun Prototipe Pengisian Air *Expansion Tank* Berbasis Iot. Model ADDIE dipilih karena menawarkan tahapan yang sistematis dan terstruktur yang memudahkan dalam pengembangan produk pembelajaran sesuai dengan kebutuhan khusus di bidang otomasi.

Subjek dalam penelitian ini adalah ahli yang memiliki kompetensi dan pengalaman di bidang otomasi. Objek penelitian adalah produk Rancang Bangun Prototipe Pengisian Air *Expansion Tank* Berbasis Iot yang dikembangkan menggunakan model ADDIE.

1. Analisis (Analysis)

Dalam tahap *Analysis* (Analisis) untuk pengembangan sistem otomasi *Expansion Tank* pada kapal berbasis IoT, langkah pertama adalah mengidentifikasi kebutuhan spesifik yang harus dipenuhi oleh sistem. Kebutuhan ini mencakup pengurangan intervensi manual yang seringkali rentan terhadap kesalahan manusia, peningkatan efisiensi pemantauan dengan menyediakan data *real-time*, serta pengurangan risiko kesalahan melalui kontrol otomatis dan analitik yang akurat. Selanjutnya, analisis audiens dilakukan untuk menentukan siapa saja yang akan menggunakan sistem ini, yang meliputi operator kapal yang bertanggung jawab langsung atas pengoperasian sistem, teknisi yang

menangani pemeliharaan dan *troubleshooting*, serta manajer pemeliharaan yang memantau kinerja keseluruhan sistem dan membuat keputusan strategis berdasarkan data yang disediakan oleh sistem otomasi. Terakhir, pengumpulan data teknis dilakukan untuk mendapatkan spesifikasi lengkap tentang kapal dan *Expansion Tank*, termasuk ukuran, kapasitas, dan parameter operasionalnya. Data ini juga mencakup persyaratan integrasi IoT untuk memastikan bahwa sistem otomasi dapat berkomunikasi dengan perangkat dan sistem existing di kapal, melalui pemeriksaan manual, konsultasi dengan ahli, dan analisis dokumen teknis serta standar industri yang relevan.

2. *Design* (Desain)

Pada tahap Desain, langkah pertama adalah merancang arsitektur keseluruhan sistem otomasi *Expansion Tank* berbasis IoT. Ini mencakup pemilihan dan integrasi komponen seperti sensor, aktuator, dan *gateway* IoT yang sesuai dengan spesifikasi teknis kapal dan *Expansion Tank*. Sistem ini harus mampu mengumpulkan data secara *real-time* dan mengirimkan informasi tersebut ke *cloud* untuk pemantauan jarak jauh.

Selanjutnya, tujuan spesifik sistem dirumuskan dengan jelas. Ini mencakup pemantauan kondisi *Expansion Tank* secara *real-time*, pemberian peringatan dini saat terjadi anomali atau kondisi kritis, dan penyediaan laporan analitik yang membantu dalam pengambilan keputusan. Tujuan ini harus memenuhi kebutuhan pengguna yang telah diidentifikasi pada tahap analisis.

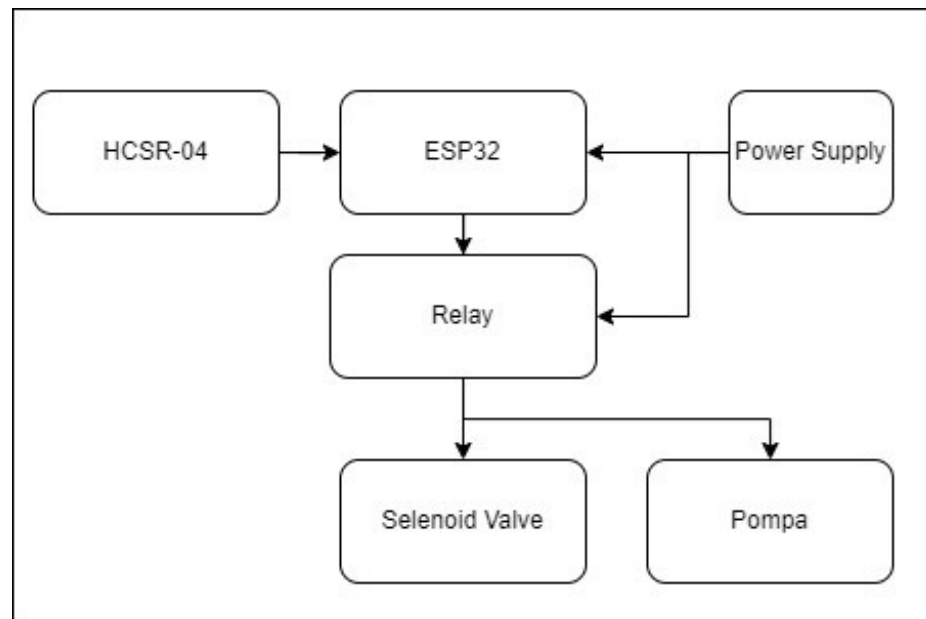
Perancangan antarmuka pengguna menjadi fokus berikutnya. Antarmuka harus dirancang agar intuitif dan mudah digunakan oleh operator kapal, teknisi, dan manajer pemeliharaan. Ini mencakup pembuatan *dashboard* yang menampilkan data operasional secara jelas, fitur kontrol yang memungkinkan intervensi manual jika diperlukan, dan sistem notifikasi yang efektif untuk peringatan dini.

Terakhir, rancangan detail sistem otomasi, termasuk diagram alir data, logika kontrol, dan prosedur keamanan, disusun untuk memastikan bahwa semua aspek teknis dan fungsional telah dipertimbangkan. Semua desain ini didokumentasikan secara lengkap untuk digunakan sebagai panduan dalam tahap pengembangan berikutnya.

Berikut ini adalah detail proses desain :

a) Diagram Blok Sistem

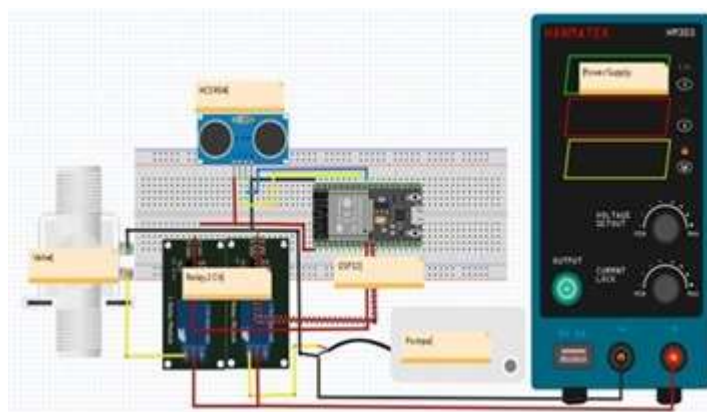
Sistem yang dibuat pada penelitian ini didasarkan pada integrasi beberapa komponen, termasuk ESP32 sebagai pemroses pusatnya. ESP32 berfungsi sebagai otak sistem yang mengatur *Relay* dan memantau input dari sensor. *Relay 2 channel* digunakan untuk mengendalikan komponen dengan daya tinggi seperti pompa dan *valve*, sehingga mampu mengatur aliran air dengan presisi. Secara keseluruhan sistem digambarkan pada Gambar 3.1 Blok Diagram.



Gambar 3. 1 Diagram Blok sistem yang dirancang
Sumber:Dokumen Pribadi

b) Rancangan Sistem Elektronika

Sistem elektronika dalam rancangan ini digambarkan pada Gambar 3.2 Desain Elektronika yang dibuat menggunakan *software fritzing*. Penggambaran dengan *fritzing* ini mempermudah dalam melihat skema rangkaian dan koneksi antar komponen.



Gambar 3.2 Desain Rangkaian Elektronika
Sumber:Dokumen Pribadi

Pinout masing-masing komponen ditampilkan pada tabel 3.1. tabel ini menunjukkan koneksi atau sambungan kabel antar komponen pada rangkaian sehingga mempermudah dalam perancangan dan *troubleshooting*. Tabel ini sesuai dengan gambar 3.3 desain rangkaian elektronika

Tabel 3.1 Rancangan Sistem Elektronika

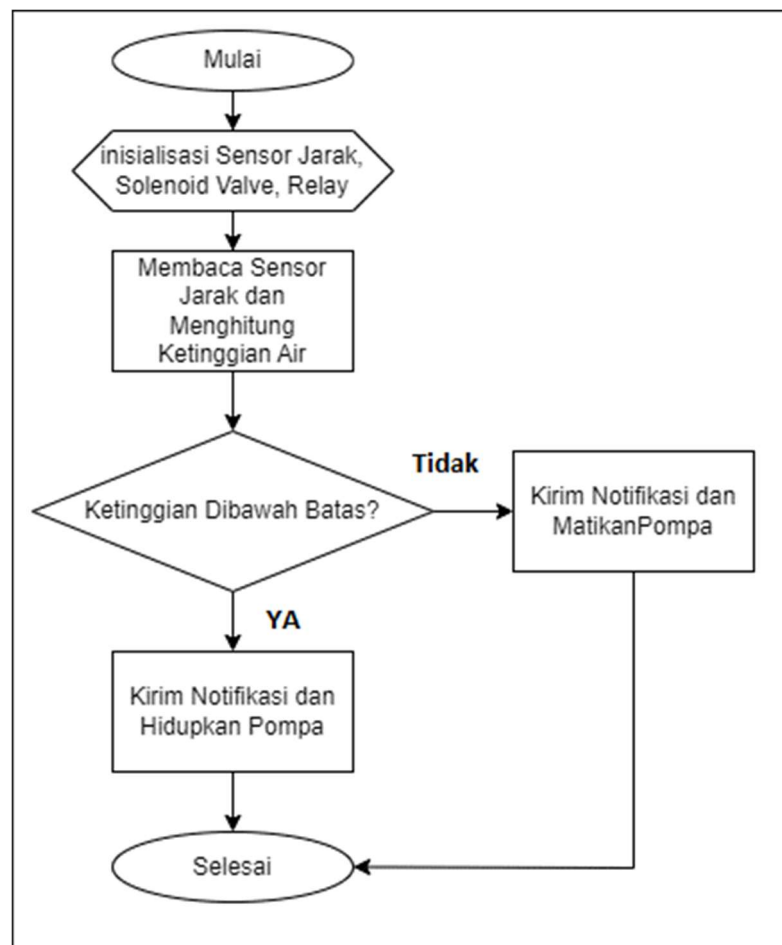
No.	ESP32	Relay	HCSR04	Pompa	Valve	Power Supply
1	VCC	VCC	VCC	-	-	-
2	GND	GND	GND	Black	Black	GND
3	GPIO26	In1	-	-	-	-
4	GPIO27	In2	-	-	-	-
5	GPIO18	-	Echo	-	-	-
6	GPIO17	-	Trig	-	-	-
7	-	COM1&2	-	-	-	12V
8	-	NO1		Red	-	
9	-	NO2		-	Red	

Sumber:Dokumen Pribadi

c) Flowchart Sistem

Sistem yang dirancang membutuhkan program yang sesuai sehingga dapat berjalan dengan semestinya. Untuk itu perlu dilakukan perancangan program. Pada penelitian ini perancangan program dilakukan dengan memanfaatkan *flowchart* yang ditampilkan pada gambar 3.4. pada *flowchart* tersebut ditampilkan proses sistem dari menyala hingga dimatikan. Program dimulai dengan melakukan inisialisasi pin dan *variable* yang akan digunakan. Selanjutnya dilakukan pengecekan sensor jarak dan dilakukan perhitungan ketinggian. Apabila ketinggian dibawah ambang batas maka sistem akan mengirimkan notifikasi ke HP pengguna kemudian membuka

valve dan menyalakan pompa sehingga tangki akan terisi. Pengecekan sensor dilakukan berulang sehingga apabila nilai ketinggian air diatas ambang batas dapat diketahui dan sistem dapat mengirimkan notifikasi ke HP pengguna kemudian mematikan pompa dan menutup *valve*. Siklus ini akan terus berulang hingga sistem dinonaktifkan.



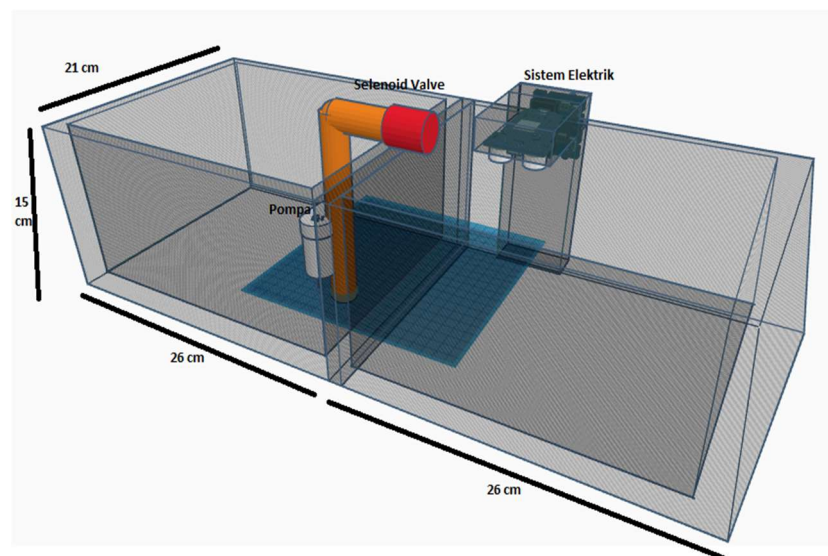
Gambar 3. 3 *Flowchart*
Sumber: Dokumen Pribadi

3. *Development* (Pengembangan)

Pada tahap *Development* (Pengembangan), fokus utamanya adalah pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak sesuai dengan desain yang telah disusun sebelumnya. Perangkat keras seperti sensor dan

aktuator dipilih, diintegrasikan, dan diuji untuk memastikan kinerja yang optimal. Perangkat lunak, termasuk *firmware* untuk sensor dan aplikasi antarmuka pengguna, dikembangkan untuk mengumpulkan data sensor dan memungkinkan kontrol sistem. Setelah pembuatan, dilakukan pengujian laboratorium untuk memvalidasi fungsi dan integrasi sistem. Prototipe sistem kemudian diujicobakan dalam kondisi simulasi sebelum disempurnakan dan disiapkan untuk implementasi penuh di kapal.

Sistem yang dikembangkan berupa *miniature* dari sistem sebenarnya yang ada pada kapal. Gambar rancangan 3D dapat dilihat pada gambar 3.2. pada ilustrasi tersebut terdapat 2 buah tangki, dimana tangki 1 adalah sumber air sedangkan tangki 2 adalah tangki *expansion*. Pada desain ini juga ditampilkan pompa dan *valve* yang terhubung melalui sebuah pipa. Terdapat pula kotak yang bersisi komponen seperti sensor ultrasonik, *relay* dan ESP32.



Gambar 3. 4 Ilustrasi Desain 3D
Sumber:Dokumen Pribadi

4. *Implementation* (Implementasi)

Pada tahap Implementasi, sistem otomasi *Expansion Tank* berbasis IoT diinstal di kapal dengan memasang perangkat keras dan mengkonfigurasi perangkat lunak sesuai dengan desain yang telah dikembangkan sebelumnya. Alat ini nantinya akan diterapkan sebagai pengatur dalam operasional pada *expansion tank* yang ada pada kapal. Sensor diterapkan pada atap *expansion tank* sedangkan *valve* dan pompa menjadi pengganti kran manual sehingga tidak diperlukan penjaga pada saat operasional *expansion tank* yang umumnya membutuhkan waktu relatif lama. Hal ini juga dapat mengurangi potensi kelalaian manusia, karena sistem dapat beroperasi terus menerus tanpa istirahat, sedangkan manusia membutuhkan waktu untuk istirahat.

5. *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap Evaluasi dilakukan untuk menilai kinerja dan efektivitas sistem otomasi *Expansion Tank* berbasis IoT setelah implementasi penuh. Evaluasi ini mencakup beberapa aspek yang dirangkum dalam lembar validasi ahli dalam skala likert. Hasil ini kemudian diinterpretasikan agar mudah dimenegerti dan dapat ditentukan kelayakan produk yang dibuat. Apabila tingkat kelayakan alat masih kurang, hal ini dapat menjadi acuan perbaikan yang kemudian akan dilakukan evaluasi ulang terhadap produk yang telah di produksi, sehingga produk tersebut layak digunakan.

Setelah instalasi, tahap validasi ahli dilakukan dengan melibatkan para ahli terkait dari bidang teknologi maritim dan IoT, yaitu Dimas Novian Aditia Syahputra, S.Tr.T.,M.Tr.T dan Dr. Agus Dwi Santoso, S.T.,M.T.,M.Pd..

Validasi oleh ahli Dimas Novian Aditia Syahputra, S.Tr.T.,M.Tr.T dan Dr. Agus Dwi Santoso, S.T.,M.T.,M.Pd. dilakukan melalui serangkaian pengujian teknis dan fungsional sistem. Mereka akan memeriksa kelayakan teknis sistem, termasuk integrasi sensor dan aktuator, keandalan komunikasi data, serta kemampuan sistem untuk menghasilkan informasi yang relevan dan akurat.

Selain itu, validasi ahli akan mencakup evaluasi terhadap antarmuka pengguna dan kemudahan penggunaan sistem. Mereka akan menilai apakah antarmuka pengguna intuitif dan efisien untuk operator kapal, teknisi, dan manajer pemeliharaan, serta apakah prosedur pemantauan dan intervensi manual mudah dipahami dan diimplementasikan.

Hasil dari validasi ahli ini akan digunakan untuk melakukan perbaikan dan penyesuaian terakhir sebelum implementasi penuh sistem di kapal. Umpan balik dari ahli juga akan diintegrasikan untuk memastikan bahwa sistem memenuhi standar kualitas dan keandalan yang diharapkan dalam lingkungan operasional kapal