

***PROTOTYPE* SISTEM MONITORING DAN PENGENDALI
LEVEL BAHAN BAKAR GENSET BERBASIS IOT DI UNIT
LISTRIK PERUM LPPNPI CABANG JATSC**

PROYEK AKHIR



Oleh:

NIKEN AYU DWI ANDINI

NIT.30222017

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK NAVIGASI UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA**

2025

***PROTOTYPE SISTEM MONITORING DAN PENGENDALI
LEVEL BAHAN BAKAR GENSET BERBASIS IOT DI UNIT
LISTRIK PERUM LPPNPI CABANG JATSC***

PROYEK AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya (A.Md)
pada Program Studi Diploma 3 Teknik Navigasi Udara



Oleh:

NIKEN AYU DWI ANDINI

NIT.30222017

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK NAVIGASI UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN

PROTOTYPE SISTEM MONITORING DAN PENGENDALI LEVEL BAHAN BAKAR GENSET BERBASIS IOT DI UNIT LISTRIK PERUM LPPNPI CABANG JATSC

Oleh:

Niken Ayu Dwi Andini

NIT.30222017

Disetujui untuk diujikan pada:

Surabaya, 08 Juli 2025

Pembimbing I

: ADE IRFANSYAH, ST., M.T.

NIP. 19801125 200212 1 002

Pembimbing II

: Dr. Ir. WILLY ARTHA WIRAWAN, ST., M.T

NIP. 19930718 202321 1 025

LEMBAR PENGESAHAN

PROTOTYPE SISTEM MONITORING DAN PENGENDALI LEVEL BAHAN BAKAR GENSET BERBASIS IOT DI UNIT LISTRIK PERUM LPPNPI CABANG JATSC

Oleh:

Niken Ayu Dwi Andini

NIT.30222017

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Proyek Akhir
Program Pendidikan Diplomma 3 Teknik Navigasi Udara
Politeknik Penerbangan Surabaya
Pada tanggal: 08 Juli 2025

Panitia Penguji:

1. Ketua : BAMBANG BAGUS H.M.T., MM, S.SIT
NIP. 19810915 200502 1 001
2. Sekretaris : Dr. WIWID SURYONO, S.Pd., M.M
NIP. 19611130 198603 1 001
3. Anggota : ADE IRFANSYAH, ST., M.T.
NIP. 19801125 200212 1 002

Ketua Program Studi

D-III Teknik Navigasi Udara

ADE IRFANSYAH, ST., M.T.
NIP. 19801125 200212 1 002

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

“ Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya”

(Q.S Al Baqarah: 286)

DUKUNGAN :

Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya yang tiada henti.

Ucapan terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada kedua orang tua tercinta, atas doa yang senantiasa mereka panjatkan dan dukungan yang tak pernah putus dalam setiap langkah hidup saya. Tanpa mereka, saya tidak akan menjadi seperti sekarang.

Saya juga menyampaikan terimakasih kepada para pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses studi ini.

Tak lupa, saya ucapkan terima kasih kepada teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan semangat dan dukungannya selama masa perkuliahan.

ABSTRAK

PROTOTYPE SISTEM MONITORING DAN PENGENDALI LEVEL BAHAN BAKAR GENSET BERBASIS IOT DI UNIT LISTRIK PERUM LPPNPI CABANG JATSC

Oleh:

NIKEN AYU DWI ANDINI

NIT. 30222017

Genset adalah sumber listrik cadangan yang sangat penting untuk menjaga kelangsungan operasional di berbagai bidang. Namun, pemantauan level bahan bakar genset yang dilakukan secara manual mengakibatkan kurangnya efisiensi dan dapat berisiko mengakibatkan keterlambatan dalam pengisian, bahkan bisa hingga kehabisan bahan bakar secara tiba-tiba. Situasi ini dapat mempengaruhi ketersediaan listrik cadangan saat diperlukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan menerapkan sistem pemantauan level bahan bakar yang berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat memantau secara langsung, memberikan notifikasi otomatis saat level bahan bakar rendah, serta mengontrol pompa pengisian bahan bakar secara otomatis. Metode pengembangan yang dipilih adalah model *Waterfall*, yang meliputi tahap analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian sistem. *Hardware* yang digunakan mencakup NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor ultrasonik HY-SRF05 untuk mendeteksi tinggi bahan bakar, relay untuk kontrol pompa DC, dan *buzzer* sebagai sinyal alarm. Semua data dikirim secara langsung ke aplikasi *Blynk* sebagai media pemantauan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat membaca tinggi bahan bakar dengan tingkat kesalahan antara 0,01% hingga 3%, sementara konversi ke dalam liter menunjukkan deviasi maksimum sebesar 2,6%. Sistem ini juga berhasil mengendalikan pompa dan alarm secara otomatis sesuai dengan logika yang ada. Dengan demikian, sistem ini dapat meningkatkan efisiensi dan ketepatan dalam pemantauan bahan bakar genset.

Kata Kunci: IoT, ESP32, Pemantauan Bahan Bakar, *Blynk*, Sensor Ultrasonik, Genset

ABSTRACT

IOT-BASED PROTOTYPE OF GENSET FUEL LEVEL MONITORING AND CONTROL SYSTEM IN THE ELECTRICITY UNIT OF THE JATSC BRANCH OF THE LPPNPI COMPANY

By:

NIKEN AYU DWI ANDINI

NIT.30222017

Generators are a critical backup power source for maintaining operational continuity in various sectors. However, manually monitoring the fuel level of a generator results in a lack of efficiency and can lead to delays in refueling, even leading to sudden fuel outages. This situation can affect the availability of backup power when needed. Therefore, this study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based fuel level monitoring system that can monitor directly, provide automatic notifications when the fuel level is low, and control the fuel filling pump automatically. The development method chosen is the Waterfall model, which includes the stages of analysis, design, implementation, and system testing. The hardware used includes a NodeMCU ESP32 as a microcontroller, a HY-SRF05 ultrasonic sensor to detect fuel level, a relay for DC pump control, and a buzzer as an alarm signal. All data is sent directly to the Blynk application as a monitoring medium. Test results show that the system can read fuel level with an error rate between 0.01% and 3%, while the conversion into liters shows a maximum deviation of 2.6%. This system also successfully controls pumps and alarms automatically according to existing logic. Thus, this system can improve efficiency and accuracy in generator fuel monitoring.

Keywords: IoT, ESP32, Fuel Monitoring, Blynk, Ultrasonic Sensor, Generator

PERYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Niken Ayu Dwi Andini
NIT : 30222017
Program Studi : D-3 Teknik Navigasi Udara XV
Judul Proyek Akhir : *PROTOTYPE* SISTEM MONITORING DAN
PENGENDALI LEVEL BAHAN BAKAR GENSET BERBASIS IOT DI UNIT
LISTRIK PERUM LPPNPI CABANG JATSC.

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Proyek Akhir ini merupakan hasil karya asli saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik, baik di Politeknik Penerbangan Surabaya maupun di perguruan tinggi lain, serta belum pernah dipublikasikan, kecuali apabila secara tertulis telah dicantumkan sebagai referensi dalam naskah ini dengan menyebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
2. Demi mendukung pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan persetujuan kepada Politeknik Penerbangan Surabaya beserta seluruh perangkat terkait (jika diperlukan) untuk menyimpan, mengalih media/format, mengelola dalam bentuk basis data (database), memelihara, dan mempublikasikan Proyek Akhir ini dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemegang Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atau ketidaksesuaian terhadap pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Surabaya, 8 Juli 2025
Yang membuat pernyataan

Niken Ayu Dwi Andini
NIT. 30222017

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis diberi kesehatan, pengetahuan, keterampilan, dan pengalaman yang memungkinkan terselesaikannya Proyek Akhir yang berjudul “*PROTOTYPE* SISTEM MONITORING DAN PENGENDALI LEVEL BAHAN BAKAR GENSET BERBASIS IOT DI UNIT LISTRIK PERUM LPPNPI CABANG JATSC” Penyusunan Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md).

Penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan kontribusi selama proses penyusunan Proyek Akhir ini, terutama kepada:

1. Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa menyertai hingga Proyek Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Orang Tua tercinta yang senantiasa memberikan doa, restu, dukungan moral maupun materiil dalam setiap langkah penulis.
3. Bapak Ahmad Bahrawi, S.E., M.T., selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
4. Bapak Ade Irfansyah, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Navigasi Udara Politeknik Penerbangan Surabaya.
5. Bapak Ade Irfansyah, S.T., M.T., juga selaku Dosen Pembimbing I, atas segala bimbingan, motivasi, serta ilmu yang telah diberikan selama proses penyusunan Proyek Akhir ini.
6. Bapak Dr. Ir. Willy Artha Wirawan, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II, atas arahan, dukungan, serta semangat yang senantiasa diberikan kepada penulis.
7. Seluruh dosen dan *civitas* akademika Program Studi Diploma III Teknik Navigasi Udara Politeknik Penerbangan Surabaya yang telah banyak membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung.
8. Rekan-rekan Taruna/i Teknik Navigasi Udara Angkatan XV yang telah menjadi bagian dari perjalanan pendidikan penulis dan selalu memberikan semangat.
9. Seluruh sahabat, senior, junior, pelatih, serta semua pihak yang telah menjadi sumber inspirasi dan penyemangat selama proses studi.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga Proyek Akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya bagi para taruna Politeknik Penerbangan Surabaya.

Surabaya, 8 Juli 2025

Niken Ayu Dwi .A.
NIT. 30222017

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PERYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika penulisan	5
 BAB 2 LANDASAN TEORI.....	 7
2.1 Sistem Monitoring	7
2.2 Metode <i>Waterfall</i>	7
2.3 Validasi dan Kalibrasi Pengukuran.....	8
2.4 <i>Genset</i>	9
2.5 <i>Blynk</i>	9
2.6 Mikrokontroler	11
2.6.1 NodeMCU ESP32	11
2.6.2 Perangkat Lunak Arduino IDE.....	12
2.6.3 Sensor Ultrasonik	13
2.6.4 <i>Relay 1 Channel</i>	14
2.6.5 <i>Power supply 5V</i>	15
2.7 Output Alat	17
2.7.1 <i>Buzzer</i>	17
2.7.2 Pompa Air DC A1	17
2.8 Komponen Penunjang	18
2.8.1 Kabel Jumper.....	18
2.8.2 Papan PCB	19
2.9 IoT (<i>Internet of Things</i>).....	19
2.10 Safety Sistem.....	20
2.11 Pengendali Pompa Listrik.....	21
2.12 Kajian Penelitian Terdahulu Yang Relevan	22

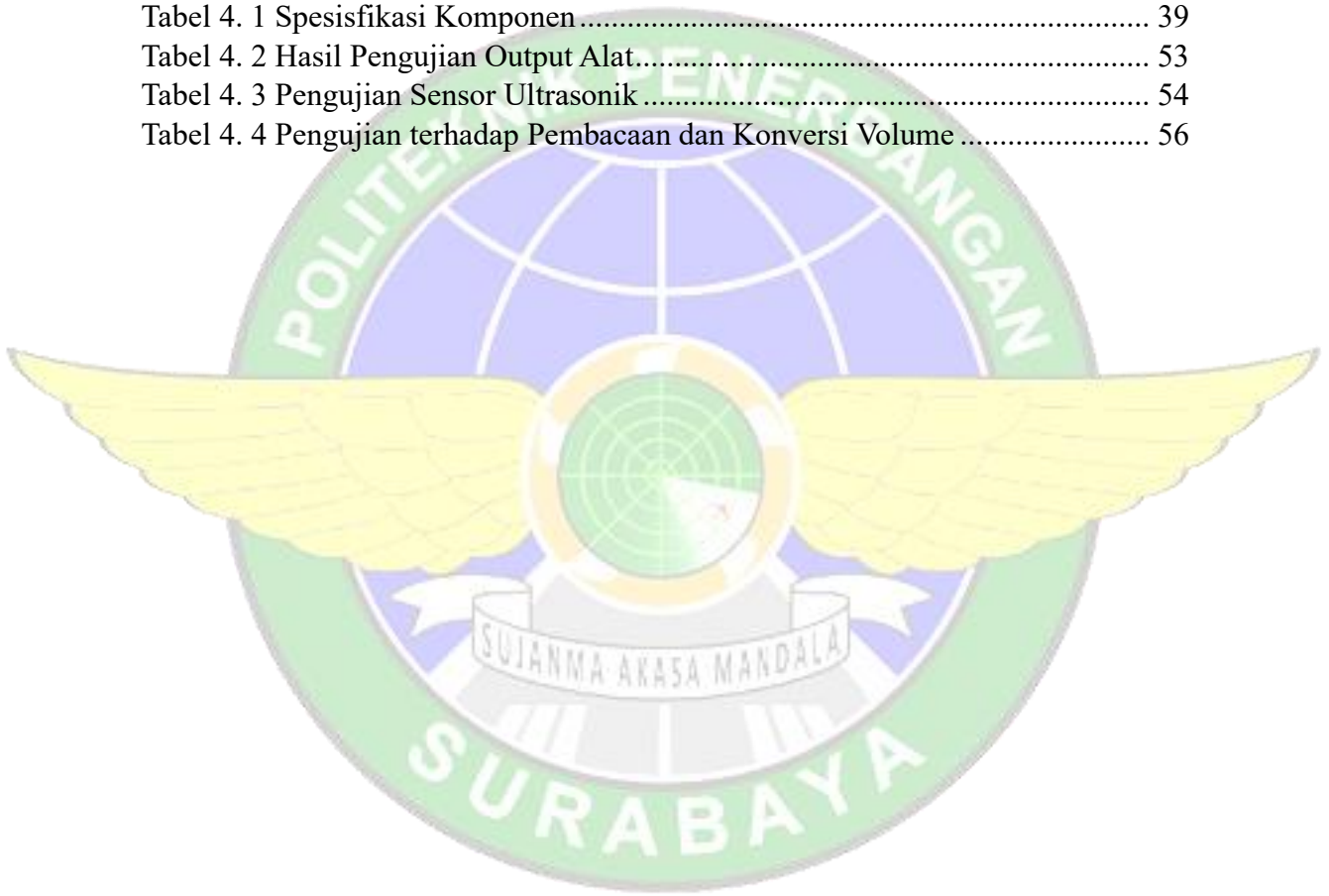
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Metode Penelitian.....	25
3.1.1 Analisis.....	26
3.1.2 Perancangan	26
3.1.2.1 Blok Diagram.....	27
3.1.2.2 <i>Flowchart System</i>	28
3.1.2.3 Komponen Alat	29
3.2 Implementasi	30
3.3 Pengujian.....	30
3.3.1 Analisis Data	30
3.3.2 Analisis Data Pengukuran	30
3.4 Waktu dan Tempat Penelitian	35
 BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 36
4.1 Hasil Penelitian.....	36
4.1.1 Analisis Kebutuhan	36
4.1.2 Perancangan	38
4.1.2.1 Desain Rancangan Alat	38
4.1.2.2 Merancang Alat.....	38
4.1.2.3 Memprogram Sistem.....	42
4.1.3 Implementasi	48
4.1.3.1 Komunikasi ESP32 dengan Sensor Ultrasonik.....	48
4.1.3.2 Koneksi ESP dan Perangkat <i>Interface</i>	49
4.1.3.3 Koneksi ESP32 dengan <i>Blynk</i>	51
4.1.3.4 Keseluruhan Alat.....	52
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian.....	52
4.2.1 Pengujian terhadap Output Alat	52
4.2.2 Pengujian terhadap Sensor Ultrasonik	54
4.2.3 Pengujian Pembacaan dan Konversi Volume.....	56
 BAB 5 PENUTUP.....	 57
5.1 Simpulan.....	57
5.2 Saran.....	57
 DAFTAR PUSTAKA.....	 59
LAMPIRAN.....	61
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Logo <i>Blynk</i>	10
Gambar 2. 2 Tampilan Web <i>Blynk</i>	10
Gambar 2. 3 ESP32	12
Gambar 2. 4 Logo Arduino IDE Sumber : Web Arduino IDE	12
Gambar 2. 5 Tampilan Web Arduino IDE	13
Gambar 2. 6 Sensor Ultrasonik	14
Gambar 2. 7 Relay 1 Chanel	14
Gambar 2. 8 <i>Power supply</i> 5V	15
Gambar 2. 9 <i>Buzzer</i>	17
Gambar 2. 10 Pompa DC	18
Gambar 2. 11 Kabel Jumper.....	18
Gambar 2. 12 Papan PCB.....	19
Gambar 3. 1 Model Diagram Waterfall.....	25
Gambar 3. 2 Perencanaan alur Kerja.....	26
Gambar 3. 3 Rancang Bangun Peralatan.....	27
Gambar 3. 4 Flowchart Cara kerja sistem	28
Gambar 3. 5 Blok Fungsi perangkat Keras dan Perangkat Lunak	29
Gambar 4. 1 Diagram Wiring Rancangan Alat	38
Gambar 4. 2 Desain Alat	38
Gambar 4. 3 Tampilan Arduino IDE	42
Gambar 4. 4 Instalasi Library.....	43
Gambar 4. 5 Input URL ESP32 Board	43
Gambar 4. 6 Set PIN Pada Modul ESP32	44
Gambar 4. 7 Program Sensor Ultrasonik	45
Gambar 4. 8 Program ESP32 Pada jaringan Internet.....	45
Gambar 4. 9 Halaman Utama <i>BLYNK</i>	46
Gambar 4. 10 Authentication Token <i>Blynk</i>	47
Gambar 4. 11 Tampilan Dashboard.....	47
Gambar 4. 12 ESP32 dengan Sensor Ultrasonik.....	48
Gambar 4. 13 define Sensor PIN.....	49
Gambar 4. 14 Float Pembaca Sensor	49
Gambar 4. 15 ESP32 dan Buzzer	50
Gambar 4. 16 Program Pompa dan Buzzer Berdasarkan Level Bahan Bakar	50
Gambar 4. 17 Program Pompa dan Buzzer Otomatis dalam Fungsi monitorAir..	50
Gambar 4. 18 Indikator <i>Blynk</i>	51
Gambar 4. 19 program menyambung wifi dan <i>Blynk</i>	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32	12
Tabel 2. 2 Spesifikasi switching <i>Power supply</i> 5V	16
Tabel 2. 3 Perbandingan Dan Persamaan Penelitian	22
Tabel 3. 1 Validasi Sensor Ultrasonic	32
Tabel 3. 2 kategori presentase Level	32
Tabel 3. 3 Hasil Pengujian Pompa DC	32
Tabel 3. 4 Hasil Pengujian Output Alat	33
Tabel 3. 5 Pengujian terhadap Pembacaan dan Konversi Volume	34
Tabel 3. 6 Jadwal Penelitian	35
Tabel 4. 1 Spesifikasi Komponen	39
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Output Alat	53
Tabel 4. 3 Pengujian Sensor Ultrasonik	54
Tabel 4. 4 Pengujian terhadap Pembacaan dan Konversi Volume	56



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Foto Rancangan Alat.....	A-1
Lampiran B. Koding ESP32.....	B-1
Lampiran C. Transkrip Wawancara Analisis Kebutuhan	C-1



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Genset, atau set generator, adalah alat penting yang berfungsi sebagai sumber listrik cadangan, terutama di lokasi-lokasi yang sangat bergantung pada ketersediaan listrik seperti rumah sakit, kantor, pusat data, dan kawasan industri, serta pada sistem kritis lainnya seperti Unit Listrik Perum LPPNPI Cabang JATSC. Di lingkungan seperti JATSC (*Jakarta Air Traffic Services Center*), keandalan pasokan listrik sangat krusial karena berhubungan langsung dengan kelancaran layanan navigasi penerbangan. Oleh sebab itu, pemantauan kondisi genset secara tepat dan terus-menerus menjadi prioritas utama untuk memastikan kelangsungan operasional tanpa bisa terganggu. Keberlangsungan fungsi genset sangat bergantung pada ketersediaan bahan bakar di dalam tangki (Didik Aribowo, Desmira, 2022). Dalam kondisi ideal, sistem monitoring level tangki bahan bakar dirancang untuk beroperasi secara otomatis dan *real-time*. Sistem ini memberikan kemampuan kepada pengguna untuk memantau sisa bahan bakar dari jarak jauh melalui perangkat seluler dengan menggunakan web seperti *Blynk*. Informasi mengenai tingkat bahan bakar ditampilkan secara langsung melalui indikator digital pada web, sehingga pengguna dapat dengan cepat mengetahui keadaan terkini tangki kapan saja tanpa perlu melakukan pemeriksaan manual. Dengan sistem ini, efisiensi operasional meningkat, risiko penundaan pengisian dapat diminimalkan, dan kemungkinan kehabisan bahan bakar secara tiba-tiba bisa dihindari.

Apabila kehabisan bahan bakar tidak terdeteksi sejak awal, hal ini dapat menyebabkan genset berhenti bekerja secara tiba-tiba. Dampaknya bisa cukup serius, mulai dari terganggunya aktivitas operasional, ancaman terhadap keamanan sistem, hingga potensi kerugian secara ekonomi. Selain itu, pemantauan secara manual cukup menyulitkan, terutama jika genset tersebar di lokasi dan membutuhkan pengawasan secara *real-time* (Rahmawati *et al.*, 2019). Saat ini, pemantauan level bahan bakar di tangki genset masih dilakukan secara

manual, yaitu dengan membuka penutup tangki secara langsung dan mengukur ketinggian bahan bakar menggunakan alat pengukur. Proses ini seringkali mengharuskan teknisi untuk memanjat tangki menggunakan tangga, yang jelas berisiko dan tidak praktis. Selain itu, metode manual ini tidak memungkinkan pemantauan dari jarak jauh, sehingga teknisi selalu harus hadir di lokasi untuk melakukan pemeriksaan secara visual dan tidak dapat memberikan informasi secara *real-time*. Keterbatasan ini mengakibatkan sistem tersebut menjadi tidak efisien dan seringkali terjadi penundaan dalam proses pengisian bahan bakar. Hal ini bisa berdampak pada operasi genset, termasuk kemungkinan kehabisan bahan bakar secara tiba-tiba yang dapat mengganggu stabilitas sistem kelistrikan.

Dari beberapa kondisi tersebut menimbulkan masalah-masalah teknis seperti informasi level bahan bakar yang tidak *real-time* dan valid, serta ketidaksesuaian antara pencatatan level bahan bakar dengan kondisi sebenarnya di lapangan menimbulkan masalah teknis yang serius, seperti keterlambatan pengisian bahan bakar dan risiko genset berhenti mendadak. Perbandingan antara kondisi ideal dan kondisi saat ini, dapat dilakukan analisis gap yang menunjukkan adanya celah signifikan dalam hal akurasi pada ketepatan waktu serta kemudahan monitoring skor secara *real-time*. Maka dari itu, adanya pengembangan sistem monitoring level bahan bakar berbasis IoT ini menjadi salah satu solusi untuk pemecahan masalah.

Berdasarkan penelitian terdahulu (Siregar & Reymod, 2015) yang bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem monitoring otomatis untuk memantau level bahan bakar minyak (BBM) memiliki kelemahan metode pengukuran manual yang masih umum digunakan di SPBU, sistem belum cerdas dalam mengenali pola penggunaan atau prediksi kehabisan stok secara proaktif, yang bisa dikembangkan lebih lanjut dengan logika prediktif. Untuk itu, peneliti merancang sistem monitoring level tangki bahan bakar pengendali pompa refuelling berbasis iot untuk peningkatan efisiensi operasional genset, yang belum pernah dilakukan oleh penelitian sebelumnya dan akan dikembangkan oleh penelitian yang terbaru.

Dan berdasarkan penelitian sebelumnya telah berhasil mengembangkan sistem pemantauan ketinggian air pada tandon secara realtime, baik melalui

pengiriman SMS, aplikasi web, hingga notifikasi mobile. Misalnya, penelitian oleh (Swasti, 2008) merancang sistem monitoring air tandon menggunakan sensor ultrasonik dan GSM module yang memberikan notifikasi SMS saat air mencapai batas tertentu. Penelitian lain oleh (Swasti, 2008) mengembangkan sistem serupa menggunakan NodeMCU ESP8266 yang terhubung ke platform IoT dan menampilkan data realtime melalui website.

Kemajuan lainnya ditunjukkan oleh (Husein Romadhoni, 2023) yang merancang sistem monitoring otomatis terintegrasi dengan aplikasi Telegram dan Firebase untuk memantau level air serta mengirimkan peringatan jarak jauh secara realtime. Namun, seluruh penelitian terdahulu tersebut masih berfokus pada pemantauan ketinggian air dalam tandon, bukan bahan bakar minyak (BBM), serta belum menyertakan mekanisme kendali otomatis terhadap proses pengisian ulang melalui pompa.

Melalui teknologi IoT ini, sistem monitoring bisa bekerja secara terintegrasi, memberikan peringatan dini saat bahan bakar mulai menipis, dan menyimpan data historis yang dapat dimanfaatkan untuk analisis maupun perencanaan operasional (Priyanto & Hapsari, 2024). Penerapan sistem monitoring berbasis IoT tidak hanya meningkatkan ketepatan dan efisiensi dalam pemantauan, tetapi juga memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kondisi lapangan secara actual (Aditya Wibowo *et al.*, 2019). Data yang terekam bisa dimanfaatkan untuk menjadwalkan pengisian bahan bakar dengan lebih efektif, menghindari kehabisan bahan bakar secara tiba-tiba, serta mendukung strategi perawatan genset secara preventif agar kinerjanya tetap optimal. *Safety* pada sistem monitoring level bahan bakar ini didasarkan pada kombinasi prinsip *Safety Extra Low Voltage* (SELV) dan *intrinsic safety* (IS), yang bersama-sama mencegah dari percikan atau pemanasan yang bisa memicu ledakan. Maka berdasarkan latar belakang tersebut, penulis mengambil judul penelitian “Sistem Monitoring dan Pengendali Level Bahan Bakar Genset Berbasis IoT”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun *prototype* system monitoring dan pengendalian level bahan bakar genset berbasis IoT di Perum AirNav JATSC?
2. Bagaimana mengetahui keakuratan dan valid pengukuran level bahan bakar genset menggunakan teknologi IoT?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada Proyek Akhir ini sebagai berikut :

1. Sistem monitoring atau pemantauan hanya di fokuskan pada pemantauan level bahan bakar.
2. Alat monitoring Level bahan bakar tangki genset ini di rancang menggunakan NodeMCU ESP32, *buzzer*, sensor Ultrasonik dan platform *Internet of Things (IoT)* salah satunya *Blynk*.
3. Fitur peringatan hanya mencakup notifikasi ketika bahan bakar mencapai batas rendah.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan melakukan perancangan Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengimplementasikan sistem monitoring level bahan bakar pada tangki genset berbasis teknologi *Internet of Things (IoT)*.
2. Untuk mengetahui kapasitas tangki bahan bakar genset berbasis IoT.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan berbagai manfaat yang ditujukan untuk sejumlah pihak, antara lain bagi pihak bandara, Politeknik Penerbangan Surabaya, serta penulis sendiri, yang akan dijelaskan lebih lanjut pada bagian berikut.

1. Manfaat Praktisi adalah memberikan Solusi langsung berupa alat yang mampu memantau Level bahan bakar pada tangki genset secara otomatis dan *real-time*. Dengan adanya alat ini, potensi kehabisan bahan bakar secara tiba-tiba dapat diminimalkan, sehingga kinerja operasional genset menjadi lebih efisien.
2. Manfaat Teknis adalah dapat meningkatkan ketelitian dan kecepatan dalam memantau level bahan bakar. Sistem ini juga dapat mengurangi resiko

kelalaian dalam pengambilan Keputusan terkait pengisian ulang bahan bakar terhadap cara pemantauan manual.

3. Manfaat Ekonomi adalah mampu membantu efisien dalam pengolahan bahan bakar. Dengan cara pengisian bahan bakar yang lebih terjadwal dan terpantau, dan resiko kerugian akibat gangguan operasional genset bisa diminimalkan.

1.6 Sistematika penulisan

Laporan Proyek Akhir ini menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I – PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan sebagai gambaran umum isi laporan.

BAB II – TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat kajian teori-teori yang relevan serta hasil-hasil penelitian terdahulu yang mendukung perancangan alat. Teori dan literatur diperoleh dari berbagai sumber terpercaya seperti buku, jurnal, dan media elektronik (internet).

BAB III – METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan langkah-langkah metodologi yang diterapkan dalam penelitian, mencakup desain penelitian, proses pembuatan alat, penjelasan tentang cara kerja alat, rincian komponen yang digunakan, serta waktu dan tempat pelaksanaan penelitian ini menjelaskan tahapan metodologi yang digunakan dalam penelitian, meliputi desain penelitian, proses perancangan alat, penjelasan mengenai cara kerja alat, rincian komponen yang digunakan, serta waktu dan lokasi pelaksanaan penelitian.

BAB IV – HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil dari proses perancangan dan pengujian alat. Pembahasan mencakup instalasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta analisis terhadap hasil yang diperoleh dari pengujian yang telah dilakukan.

BAB V – PENUTUP

Bab terakhir berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut agar alat yang dirancang dapat lebih optimal dan aplikatif ke depannya.



BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Monitoring

Sistem monitoring level tangki bahan bakar merupakan teknologi yang dibuat untuk secara otomatis mengukur dan memonitor jumlah bahan bakar yang tersimpan di dalam tangki, sekaligus memberikan informasi secara langsung kepada penggunanya. Umumnya, sistem ini memanfaatkan sensor level, seperti sensor ultrasonik atau sensor level minyak, yang dapat mengetahui tinggi permukaan bahan bakar dalam tangki. Informasi yang dikumpulkan dari sensor selanjutnya diproses oleh mikrokontroler atau *Programmable Logic Controller* (PLC) untuk menampilkan data level bahan bakar pada web *Internet of Things* (IoT), atau perangkat pemantauan lainnya.

Dalam praktiknya, data tentang level bahan bakar dapat dikirimkan secara langsung ke platform IoT menggunakan mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32, sehingga pengguna dapat melihat keadaan tangki dari lokasi yang jauh melalui web mobile atau web. Sistem ini berperan dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan bahan bakar, mengurangi kemungkinan terjadinya kehabisan bahan bakar mendadak, serta mempermudah proses perencanaan pengisian ulang. Oleh karena itu, sistem pemantauan level tangki bahan bakar yang berbasis sensor dan IoT menawarkan solusi yang lebih tepat, otomatis, dan *user-friendly* dibandingkan dengan metode manual yang sudah ada.

2.2 Metode *Waterfall*

Metode *Waterfall* merupakan salah satu cara tradisional dalam pengembangan perangkat lunak yang mengandalkan proses yang terstruktur dan linier. Nama "*Waterfall*" diberikan karena setiap tahapnya mengalir dalam urutan tertentu, di mana setiap langkah harus diselesaikan sebelum bergerak ke langkah berikut. Proses dalam metode ini mencakup analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan (Abdul Wahid, n.d.). Pada fase analisis kebutuhan, rincian spesifikasi sistem dikumpulkan dan dicatat dengan teliti untuk memastikan bahwa semua pihak memiliki pemahaman yang jelas mengenai apa

yang harus dikerjakan. Kemudian, fase perancangan dilaksanakan untuk merumuskan arsitektur sistem serta mendesain aspek teknisnya. Setelah itu, implementasi dilakukan dengan menulis kode program berdasarkan desain yang telah disusun. Tahap pengujian selanjutnya dilakukan untuk memastikan perangkat lunak beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pada akhirnya, tahap pemeliharaan mencakup pengawasan terhadap bug dan pembaruan perangkat lunak setelah diluncurkan.

2.3 Validasi dan Kalibrasi Pengukuran

Pengukuran adalah suatu proses untuk menentukan nilai dari suatu besaran fisik dengan cara membandingkannya dengan satuan standar yang telah ditentukan. Dalam sistem pemantauan bahan bakar, pengukuran yang dilakukan mencakup pengukuran tinggi atau jarak permukaan cairan di dalam tangki. Salah satu alat yang sering digunakan untuk pengukuran jarak ke permukaan cairan adalah sensor ultrasonik, karena kemampuannya untuk mendeteksi objek tanpa menyentuhnya. Cara kerja dari sensor ini berdasarkan pada waktu yang dibutuhkan gelombang ultrasonik untuk bergerak, di mana sensor mengirimkan sinyal ultrasonik ke permukaan cairan, lalu gelombang tersebut dipantulkan kembali dan diterima oleh penerima di dalam sensor. Untuk memastikan keakuratan dan konsistensi pengukuran yang dilakukan oleh sensor ultrasonik dalam sistem monitoring bahan bakar, diperlukan proses validasi dan kalibrasi. Validasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor terhadap data aktual yang diukur secara manual menggunakan alat ukur standar, seperti penggaris atau meteran, pada beberapa titik tinggi permukaan bahan bakar. Perbandingan ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah sensor memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan dalam kondisi penggunaan sebenarnya (Hanif, 2020).

Sementara itu, kalibrasi dilakukan untuk menyelaraskan hasil pengukuran sensor dengan nilai aktual. Dalam proses ini, ditentukan sebuah konstanta kalibrasi berdasarkan perbandingan antara nilai tinggi permukaan bahan bakar yang diukur secara manual dengan nilai yang terbaca oleh sensor. Konstanta ini kemudian digunakan sebagai faktor pengali untuk setiap pembacaan sensor, guna mengoreksi perbedaan dan menghasilkan nilai volume yang lebih presisi (Wenas *et al.*, 2023).

2.4 Genset

Genset, singkatan dari generator set, adalah perangkat yang berfungsi untuk menghasilkan listrik dengan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Alat ini terdiri dari dua bagian utama: penggerak dan generator. Penggerak, biasanya berupa mesin diesel atau bensin, berfungsi untuk memutar rotor dalam generator. Proses ini menghasilkan listrik berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, di mana pergerakan konduktor di dalam medan magnet menciptakan arus listrik. Genset sangat penting ketika pasokan listrik dari jaringan utama terhenti, seperti saat terjadi pemadaman listrik. Di samping itu, genset juga digunakan di lokasi-lokasi terpencil yang tidak mempunyai akses terhadap listrik, serta dalam berbagai acara seperti event besar dan operasional rumah sakit yang memerlukan pasokan listrik yang stabil.

Asal-usul genset berawal pada tahun 1831 ketika Michael Faraday mengembangkan prinsip induksi elektromagnetik, yang menjadi pondasi untuk kemajuan teknologi genset modern. Saat ini, genset tersedia dalam beragam jenis dan kapasitas, tergantung pada sumber energi yang dipakai, seperti diesel, bensin, atau gas alam. Fungsi utama dari genset adalah untuk menyediakan pasokan listrik cadangan saat terjadinya pemadaman, mendukung operasi perangkat elektronik di berbagai bidang, serta memenuhi kebutuhan listrik di area yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik umum (Prasmono *et al.*, 2020). Dengan kemampuannya untuk menghasilkan energi secara mandiri, genset berperan krusial dalam menjaga kelangsungan operasional berbagai sektor kehidupan, mulai dari industri hingga rumah tangga.

2.5 Blynk

Blynk pada Gambar 2. 1 merupakan platform berbasis cloud yang diciptakan untuk menyederhanakan proses pengembangan proyek *Internet of Things* (IoT). Dengan platform ini, pengguna dapat mengelola dan memantau perangkat IoT dari jauh menggunakan web mobile yang mudah digunakan. Terdapat tiga elemen utama dalam *Blynk*, yaitu *Blynk App*, *Blynk Server*, dan *Blynk Libraries*. *Blynk App* berperan sebagai antarmuka pengguna yang dapat disesuaikan menggunakan berbagai *widget*, termasuk tombol, slider, grafik, dan lainnya (Wibowo & Nandika, 2022).



Gambar 2. 1 Logo *Blynk*
Sumber : Web *Blynk*

Tugas *Blynk* Server adalah mengatur komunikasi antara web dan perangkat keras, sedangkan *Blynk Libraries* menawarkan koleksi perangkat lunak untuk menghubungkan perangkat dengan server dan menangani perintah yang diterima. Platform ini banyak mikrokontroler seperti Arduino, ESP8266, ESP32, dan Raspberry Pi, serta berbagai cara koneksi seperti Wi-Fi, Ethernet, atau jaringan lainnya (Gunawan & Ahmadi, 2021).



Gambar 2. 2 Tampilan Web *Blynk*
Sumber : Web *Blynk*

Salah satu kelebihan utama *Blynk* adalah kesederhanaan penggunaannya. Pengguna dapat dengan cepat membangun antarmuka pengguna melalui web mobile tanpa memerlukan pemahaman yang mendalam di bidang pemrograman antarmuka seperti pada Gambar 2. 2. Selain itu, *Blynk* menawarkan kemampuan untuk mengontrol perangkat secara langsung dari lokasi mana saja selama ada

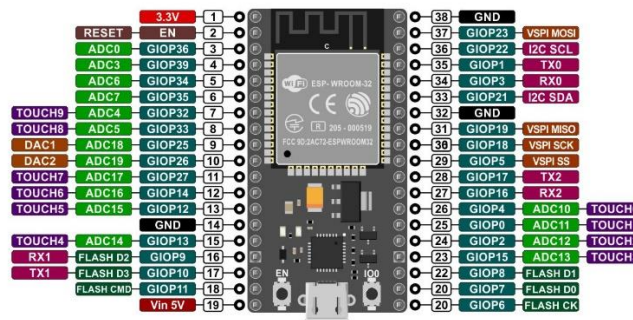
koneksi internet . Data dari sensor dapat ditampilkan secara *real-time* dalam web melalui grafik atau indikator lainnya, yang memudahkan analisis informasi. Selain itu, fitur seperti notifikasi memungkinkan pengguna untuk mendapatkan peringatan jika muncul kondisi tertentu dalam sistem yang diawasi.

2.6 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputasi yang menggabungkan beberapa elemen penting dalam satu chip IC, sehingga sering disebut sebagai mikrokomputer dalam satu chip. Dalam mikrokontroler, ada berbagai tugas spesifik yang dilakukan, membuatnya sangat cocok untuk web yang memerlukan kriteria tertentu. Komponen utama dari mikrokontroler mencakup unit pemrosesan (CPU), media penyimpanan, dan port *input* serta *output* (I/O) (Sokop *et al.*, 2016). CPU berperan sebagai otak mikrokontroler, mengatur semua perintah dan pengolahan informasi. Media penyimpanan terdiri dari berbagai jenis, seperti RAM (Memori Akses Acak) untuk penyimpanan informasi sementara dan ROM (Memori Hanya Baca) untuk menampung program yang dieksekusi. Di samping itu, port I/O memungkinkan interaksi antara mikrokontroler dengan perangkat luar seperti sensor dan aktuator.

2.6.1 NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 merupakan sebuah papan pengembangan yang melanjutkan generasi chip ESP8266, dirancang untuk menjalankan fungsi sebagai mikrokontroler sembari menawarkan konektivitas internet melalui WiFi serta dilengkapi dengan fitur Bluetooth (Wiesesha & Ridhoi, 2023). Papan ini memiliki berbagai pin *input/output* (I/O) yang memungkinkan pengguna untuk mengembangkan web pengawasan dan kontrol dalam proyek *Internet of Things* (IoT). NodeMCU ESP32 dapat diprogram menggunakan Arduino IDE, yang berperan sebagai compiler untuk pemrograman papan ini. Terlihat pada Gambar 2.3 menunjukkan pinout dari ESP32, yang dapat difungsikan sebagai input atau output (Yuniarto *et al.*, 2023) .



Gambar 2. 3 ESP32

Sumber : (Abdullah *et al.*, n.d.)

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32

Tegangan	1,8V – 3,3V
CPU	Xtens a dual core LX6 – 160M Hz
Arsitektur	32bit
Flash Memory	16MB
SRAM	512Kb
GPIO Pin (ADC/DAC)	36 (18/2)
12C	2

2.6.2 Perangkat Lunak Arduino IDE

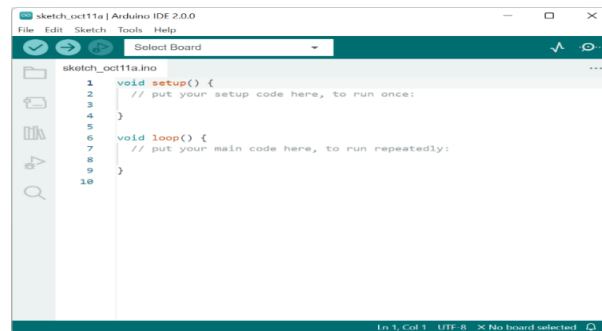
Arduino IDE pada Gambar 2. 4 merupakan perangkat lunak yang diciptakan untuk mengembangkan web pada mikrokontroler melalui tahapan pembuatan program, kompilasi, dan pengunggahan (Eka Febri Anggara *et al.*, 2023). IDE ini juga menyediakan fitur terminal serial yang membantu pengguna dalam berkomunikasi menggunakan protokol USART/RS232 dengan komputer. Namun, penting untuk disadari bahwa web ini saat ini tidak mendukung debugging baik dalam simulasi maupun perangkat keras.



Gambar 2. 4 Logo Arduino IDE

Sumber : Web Arduino IDE

Pada mikrokontroler ATmega328 yang ada di papan Arduino, terdapat *bootloader* yang memfasilitasi pengunggahan kode baru tanpa perlu perangkat pemrograman eksternal seperti programmer. *Bootloader* ini adalah perangkat lunak kecil yang terpasang di mikrokontroler dan memungkinkan Arduino untuk menerima kode baru melalui koneksi serial USB seperti pada Gambar 2. 5.



Gambar 2. 5 Tampilan Web Arduino IDE
Sumber : Web Arduino IDE

Arduino IDE dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman Java dan bersifat sumber terbuka, sehingga pengguna dapat mengunduhnya tanpa biaya dari website resmi. Software ini kompatibel dengan berbagai platform sistem operasi, seperti Windows, macOS, serta Linux. Di samping itu, Arduino IDE juga hadir dengan sejumlah pustaka C/C++ yang membantu para programmer untuk menciptakan web dengan lebih cepat dan efektif (Mahanin Tyas *et al.*, 2023).

2.6.3 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik pada Gambar 2. 6 merupakan alat elektronik yang bertugas untuk mengukur jarak objek dengan cara menggunakan gelombang ultrasonik. Cara kerja perangkat ini bergantung pada pemantulan gelombang suara ultrasonik yang dipancarkan oleh pemancar dan diterima kembali oleh penerima. Sensor ini menghitung jarak objek dengan mengukur selisih waktu antara saat gelombang dikirim dan saat gelombang pantul diterima (Rhendy & Hakim, 2019). Salah satu varian sensor ultrasonik yang terkenal adalah HY-SRF05, yang sering digunakan dalam berbagai proyek yang melibatkan mikrokontroler seperti Arduino dan ESP32.



Gambar 2. 6 Sensor Ultrasonik
Sumber : (Arief, n.d.)

Keuntungan dari sensor ultrasonik meliputi level sensitivitas yang tinggi, ketidak pekaan terhadap warna atau transparansi objek, serta rendahnya penggunaan daya. Namun, perangkat ini juga memiliki beberapa kelemahan, seperti jarak deteksi yang terbatas, kecepatan penyegaran yang lambat, dan efisiensi yang kurang baik saat mendeteksi permukaan yang kasar. Dengan karakteristik dan kemampuannya, sensor ultrasonik banyak diterapkan dalam sistem otomatisasi, termasuk pintu otomatis yang berbasis IoT dan perangkat pengukuran digital yang menggunakan mikrokontroler.

2.6.4 Relay 1 Channel

Relay 1 channel merupakan suatu modul elektronik yang berfungsi sebagai saklar listrik yang dioperasikan dengan elektromagnet. Modul ini dirancang untuk mengatur perangkat listrik berarus tinggi menggunakan sinyal tegangan rendah, memungkinkan integrasi dengan mikrokontroler seperti Arduino, AVR, atau Raspberry Pi terlihat pada Gambar 2. 7. *Relay 1 channel* umumnya berfungsi pada tegangan input 5V DC dan mampu mengendalikan beban hingga 10A dengan batas maksimum 250V AC atau 30V DC.



Gambar 2. 7 Relay 1 Chanel
Sumber : (Siregar & Reymod, 2015)

Modul relay ini terdiri dari tiga terminal output utama, yaitu NO (*Normally Open*), NC (*Normally Closed*), dan COM (*Common*). Terminal NO memungkinkan aliran arus saat relay aktif, sedangkan terminal NC menyediakan aliran arus saat relay tidak beroperasi. Terminal COM berfungsi sebagai sumber tegangan yang akan dihubungkan dengan perangkat listrik. Modul ini juga dilengkapi dengan LED indikator untuk menunjukkan status aktifnya relay, serta isolasi optocoupler untuk meningkatkan keamanan dan kestabilan dalam operasional.

Relay 1 channel banyak digunakan dalam beragam web otomasi, seperti pengendalian lampu, motor, pompa air, dan alat rumah tangga lainnya. Dengan desain yang sederhana dan fitur *plug-and-play*, modul ini mudah untuk dipasang dan diintegrasikan ke dalam sistem kontrol otomatis. Kemampuannya dalam menangani beban tinggi dengan sinyal pemicu rendah menjadikannya komponen esensial dalam pengembangan sistem berbasis mikrokontroler atau *Internet of Things*.

2.6.5 Power supply 5V

Power supply 5V adalah suatu komponen elektronik yang bertindak sebagai penyedia energi untuk berbagai perangkat dan sistem elektronik, terutama yang membutuhkan tegangan searah (DC) sebesar 5 volt. Perangkat sangat krusial dalam banyak web, seperti menjalankan mikrokontroler, sensor, dan modul komunikasi dalam sistem otomatisasi dan *Internet of Things* (IoT) terlihat pada gambar Gambar 2. 8. Dalam hal ini, *power supply 5V* sering dimanfaatkan untuk memberikan daya pada platform seperti Arduino, Raspberry Pi, serta berbagai elemen elektronik lainnya.



Gambar 2. 8 *Power supply 5V*
Sumber : (Swasti, 2008)

Salah satu aspek penting dari *power supply* 5V adalah kemampuannya untuk memberikan arus. Kapasitas arus yang mampu dihasilkan oleh penyuplai daya ini bervariasi berdasarkan jenis dan desainnya. Umumnya, penyuplai daya 5V dibagi menjadi dua kategori utama: penyuplai daya linier dan penyuplai daya *switching*. Penyuplai daya linier umumnya memiliki kapasitas arus yang lebih rendah, berkisar antara 500 mA hingga 2A, karena desain sederhana membuatnya kurang efisien dan menghasilkan lebih banyak panas. Sebaliknya, penyuplai daya *switching* lebih efisien dalam pemanfaatan energi dan dapat memberikan arus yang lebih tinggi, mulai dari 2A hingga lebih dari 10A. Bahkan, beberapa model penyuplai daya *switching* dapat menghasilkan arus sampai 60A untuk web yang memerlukan daya tinggi.

Dalam rangkaian *power supply* 5V, ada beberapa komponen penting yang memiliki peran signifikan. Pertama, transformator digunakan untuk menurunkan tegangan yang berasal dari sumber listrik AC. Kemudian, dioda jembatan berfungsi sebagai penyearah yang mengkonversi arus AC menjadi arus DC. Selanjutnya, kapasitor dipakai untuk menghaluskan fluktuasi tegangan DC yang dihasilkan. Terakhir, regulator tegangan seperti IC 7805 digunakan untuk menjaga agar output tetap stabil pada 5V meskipun ada variasi pada tegangan yang masuk.

Tabel 2. 2 Spesifikasi *switching Power supply* 5V

<i>Input Voltage</i>	AC 200 – 240V
<i>Output Voltage</i>	DC 5V
<i>Output Current</i>	10A (50W)
<i>Setelan Voltase Output</i>	±5%
Efisiensi	85-87%
Proteksi	<i>Overload, overvoltage, dan short circuit protection</i>
Casing	<i>Non – waterproof metal casing</i>
Dimensi	13cm x 9,8cm x 4,2cm
Garansi	1 Tahun

2.7 Output Alat

2.7.1 Buzzer

Buzzer pada Gambar 2. 9 merupakan elemen elektronik yang dikategorikan sebagai transduser, dan memiliki fungsi untuk mengkonversi sinyal listrik menjadi suara elemen ini biasanya disebut sebagai beeper dan sering digunakan dalam berbagai perangkat sehari-hari, seperti jam alarm, lonceng rumah, dan sistem alarm darurat. Salah satu jenis *buzzer* yang umum ditemukan di pasaran adalah *buzzer* jenis piezoelektrik. Tipe ini memiliki sejumlah keuntungan, seperti biaya yang rendah dan kemudahan integrasi dalam sirkuit elektronik.



Gambar 2. 9 *Buzzer*
Sumber : (Husein Romadhoni, 2023)

Ketika arus listrik dikenakan pada sirkuit yang mempergunakan *buzzer* piezoelectric, elemen ini akan melakukan gerakan mekanis yang mengubah energi listrik menjadi suara yang dapat didengar oleh manusia. *Buzzer* tipe piezoelectric mampu menghasilkan frekuensi antara 1 KHz hingga 100 kHz, dengan tegangan operasi yang umumnya berkisar antara 3 sampai 12 volt. Dengan sifat-sifat ini, *buzzer piezoelectric* menjadi pilihan yang diminati dalam berbagai web elektronika yang memerlukan sinyal suara (Eka Febri Anggara *et al.*, 2023).

2.7.2 Pompa Air DC A1

Pompa air DC merupakan perangkat yang berfungsi untuk memindahkan air dengan menggunakan motor yang bekerja pada arus searah (DC). Pompa ini banyak digunakan dalam berbagai web, seperti sistem irigasi, penyediaan air bersih, dan pemompaan air dari sumur. Salah satu keunggulan utama pompa air DC adalah efisiensi energi yang tinggi serta kemudahan dalam pengoperasiannya, menjadikannya pilihan yang ideal untuk daerah-daerah terpencil atau lokasi yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik konvensional seperti pada Gambar 2. 10.



Gambar 2. 10 Pompa DC
Sumber : Pompa DC search.com

Pompa DC bekerja dengan prinsip motor DC yang mengonversi energi listrik menjadi energi mekanik. Ketika arus listrik mengalir melalui motor, rotor akan berputar dan menghasilkan tekanan yang diperlukan untuk memindahkan air. Tegangan operasional pada pompa ini biasanya dapat disesuaikan untuk mengatur kecepatan dan arah aliran air sesuai kebutuhan. Selain itu, sistem kontrol seperti PID (*Proportional-Integral-Derivative*) sering digunakan untuk mengoptimalkan kinerja pompa berdasarkan debit aliran air yang diinginkan.

2.8 Komponen Penunjang

2.8.1 Kabel Jumper

Kabel jumper pada Gambar 2. 11 merupakan elemen kunci di bidang elektronik yang berperan sebagai penghantar listrik untuk menghubungkan berbagai bagian dalam suatu sirkuit. Dengan adanya konektor di setiap sisi, kabel jumper memudahkan pengguna untuk mengaitkan dua elemen tanpa perlu melakukan penyolderan, sehingga sangat bermanfaat dalam fase *prototyping* dan pengembangan proyek, terutama saat memakai breadboard atau alat *prototyping* lainnya (Eka Febri Anggara *et al.*, 2023).

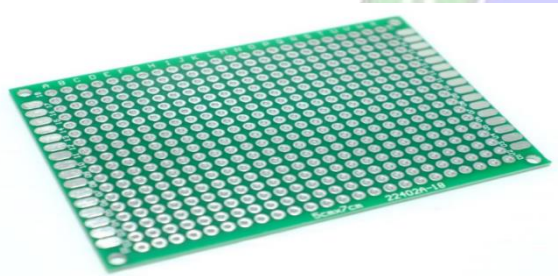


Gambar 2. 11 Kabel Jumper
Sumber : (Husein Romadhoni, 2023)

Ada beberapa tipe kabel jumper yang biasa digunakan, seperti kabel jumper male ke male yang memiliki konektor di kedua sisi, serta kabel male ke female yang memiliki satu konektor jantan dan satu konektor betina di ujung yang berbeda. Selain itu, terdapat kabel female ke *female* yang ideal untuk menyambungkan komponen dengan header jantan. Kabel jumper tersedia dalam berbagai ukuran dan warna, yang memudahkan dalam pengaturan dan pengenalan saat menyusun rangkaian

2.8.2 Papan PCB

Papan PCB yang sering disebut sebagai Papan Sirkuit Cetak, merupakan elemen vital di bidang elektronik yang memainkan peran menghubungkan berbagai komponen elektronik secara elektrik melalui jalur-jalur yang terbuat dari material logam, umumnya tembaga. Biasanya, PCB dibuat dari material yang tidak menghantarkan listrik seperti ebonit atau fiberglass, dengan satu sisi dilapisi oleh tembaga tipis. Jalur-jalur pada PCB bertindak sebagai penghantar arus yang menghubungkan satu komponen dengan yang lain, sehingga menciptakan rangkaian elektronik yang lengkap seperti pada Gambar 2. 12.



Gambar 2. 12 Papan PCB

Sumber : PCB lubang Dua layer 5cm X 7cm search.com

Pemanfaatan PCB dalam perakitan perangkat elektronik menawarkan banyak manfaat, seperti meningkatkan kerapihan dan keandalan rangkaian dibandingkan dengan penggunaan kabel tradisional. Selain itu, kemajuan dalam teknologi pembuatan PCB memungkinkan pembuatan desain yang jauh lebih rumit dan efisien.

2.9 IoT (*Internet of Things*)

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep teknologi yang memungkinkan berbagai alat untuk terhubung dengan internet, sehingga alat-alat

tersebut dapat berkomunikasi dan bertukar informasi melalui jaringan. IoT menciptakan suatu jaringan yang luas terdiri dari perangkat-perangkat cerdas yang memiliki kemampuan untuk mengumpulkan serta berbagi data tentang penggunaan dan keadaan lingkungan sekitarnya. Dalam praktiknya, IoT memanfaatkan mikrokontroler sebagai perangkat utama untuk mengeksekusi program yang sudah diinstal sebelumnya. Beberapa contoh mikrokontroler yang umum digunakan dalam pengembangan IoT meliputi Arduino, Raspberry Pi, NodeMCU, dan masih banyak lainnya, di mana masing-masing menawarkan level kecerdasan serta harga yang bervariasi sesuai dengan spesifikasinya.

Untuk menghubungkan mikrokontroler dengan sistem atau web tertentu, diperlukan sebuah perantara yang dikenal sebagai *Application Programming Interface* (API). API bertindak sebagai penghubung antara perangkat IoT dan pengguna atau sistem lain, sehingga informasi yang dikirimkan oleh perangkat dapat diterjemahkan menjadi data yang dapat dimengerti oleh pengguna. Konektivitas internet menjadi elemen krusial untuk keberhasilan sistem IoT, mengingat kualitas koneksi akan memengaruhi kecepatan dan ketepatan informasi yang dikirim dari perangkat kepada pengguna. Jika koneksi internet tidak stabil, data yang diterima oleh pengguna bisa jadi tidak memuaskan atau bahkan tidak lengkap. Oleh sebab itu, saat mengembangkan sistem IoT, penting untuk memperhatikan pemilihan hardware, pengaturan konektivitas, dan integrasi API demi memastikan kinerja yang maksimal dalam menghubungkan perangkat cerdas dengan pengguna.

2.10 Safety Sistem

Sistem bekerja pada tegangan rendah (3,3–5 V DC), yang jauh di bawah ambang energi untuk mengionisasi uap bahan bakar (SELV). Sensor ultrasonik memancarkan gelombang suara (~40–70 kHz) secara non-kontak dari luar tutup tangka dengan demikian, tidak ada listrik atau energi yang berada langsung di dalam zona uap BBM, dan tidak terjadi interaksi listrik dengan cairan atau uap yang mudah terbakar. Pada prinsip *intrinsic safety*, sistem dirancang agar energi listrik, termasuk tegangan, arus, dan kapasitas penyimpanan (misalnya dari kapasitor),

tetap di bawah batas-ambang yang tidak dapat menimbulkan percikan atau panas saat terjadi kerusakan atau fault.

2.11 Pengendali Pompa Listrik

Pompa listrik adalah alat elektromekanis yang berfungsi untuk memindahkan fluida, seperti air atau bahan bakar, dari satu lokasi ke lokasi lain dengan memanfaatkan energi listrik. Dalam sistem otomatisasi, pengontrol pompa listrik memiliki peran krusial dalam menentukan kapan pompa harus dihidupkan atau dimatikan sesuai dengan kondisi tertentu yang terdeteksi oleh sensor. Salah satu cara yang sering digunakan untuk mengendalikan pompa listrik adalah dengan mikrokontroler, seperti ESP32 atau Arduino, yang dipadukan dengan modul relay.

Relay berfungsi sebagai saklar elektromagnetik yang memungkinkan mikrokontroler untuk mengendalikan perangkat yang membutuhkan arus atau tegangan lebih tinggi, seperti pompa AC atau DC. Saat kondisi tertentu tercapai seperti level bahan bakar dalam tangki jatuh di bawah batas yang ditentukan mikrokontroler akan mengirimkan sinyal logika ke relay untuk membuka atau menutup sirkuit, memungkinkan pompa beroperasi secara otomatis. Sistem pengendalian ini juga dapat dikombinasikan dengan sensor level dan platform IoT, sehingga dapat berfungsi secara *real-time* dan dikendalikan atau dipantau dari jarak jauh melalui aplikasi (FERIDOANTO, 2024).

Selain itu, logika pengendalian dapat disesuaikan secara manual (dengan saklar *on/off*) maupun secara otomatis berdasarkan parameter yang telah ditentukan, seperti waktu operasi, level cairan, atau kebutuhan kerja. Implementasi pengendali pompa secara otomatis memberikan sejumlah manfaat, termasuk efisiensi energi, pengurangan kebutuhan intervensi manual, dan peningkatan keandalan sistem. Dengan sistem pengendalian yang baik, risiko kehabisan bahan bakar atau kelebihan pengisian bisa diminimalkan, sehingga mendukung kelancaran operasional alat seperti genset atau sistem distribusi cairan lainnya.

2.12 Kajian Penelitian Terdahulu Yang Relevan

Tabel 2. 3 Perbandingan Dan Persamaan Penelitian

No.	Judul Penelitian, Penulis (Tahun)	Tujuan (Penelitian)	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Sistem Monitoring Level Ketinggian Air Tandon Berbasis Mikrokontroler dan SMS Gateway	Membuat sistem monitoring ketinggian air pada tandon yang dapat memberikan notifikasi melalui SMS.	R&D : Implementasi Penuh	Sistem berhasil memberikan informasi ketinggian air secara <i>real-time</i> dan mengirimkan notifikasi SMS ketika level air mencapai batas tertentu.
2.	Sistem Monitoring Level Air pada Tandon Menggunakan NodeMCU ESP8266 Berbasis IoT (Gunawan & Akbar, 2020)	Mengembangkan sistem monitoring level air pada tandon yang terintegrasi dengan platform IoT.	R&D : Prototipe	Sistem dapat memantau level air secara <i>real-time</i> melalui website dan memberikan notifikasi jika level air mencapai batas yang ditentukan.
3.	Sistem Monitoring Ketinggian Air Tandon Otomatis Berbasis IoT dengan Telegram Messenger (Abdullah <i>et al.</i> , n.d.)	Merancang sistem monitoring ketinggian air pada tandon yang dapat memberikan notifikasi melalui web Telegram.	R&D : Penggunaan sensor ultrasonik, NodeMCU ESP8266, dan Telegram API untuk pengiriman notifikasi.	Sistem berhasil mengirimkan notifikasi ketinggian air secara otomatis melalui Telegram dan dapat diakses dari jarak jauh.
4.	Prototype Monitoring Level Ketinggian Air Pada Bendungan Menggunakan Sensor	Mengembangkan sistem monitoring dan kontrol level air pada tandon menggunakan sensor ultrasonik yang terintegrasi dengan platform	R&D : eksperimental	Sistem berhasil memantau dan mengontrol level air dari jarak jauh melalui web mobile. Data level air dapat

	Ultrasonik Berbasis IoT (Syarif <i>et al.</i> , 2024)	IoT, yang bertujuan untuk mempermudah pemantauan dan pengendalian level air dari jarak jauh.		diakses secara <i>real-time</i> dan pengguna dapat memberikan perintah untuk mengatur level air sesuai kebutuhan.
--	---	--	--	---

Sumber : Olahan Penulis (2025)

Muhammad Choiruddin, dkk.pada tahun 2018 dengan judul “Sistem Monitoring Level Ketinggian Air Tandon Berbasis Mikrokontroler dan SMS Gateway” bahwa Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem monitoring ketinggian air pada tandon yang dapat memberikan notifikasi melalui SMS. Metode yang digunakan meliputi penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04, mikrokontroler Arduino, dan modul GSM untuk pengiriman SMS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil memberikan informasi ketinggian air secara *real-time* dan mengirimkan notifikasi SMS ketika level air mencapai batas tertentu, menunjukkan efektivitas integrasi sensor dan komunikasi SMS seperti tabel Tabel 2. 3 Tabel 2. 1. Namun, sistem ini belum memiliki fitur kendali otomatis terhadap proses pengisian dan belum memanfaatkan teknologi IoT untuk akses monitoring yang lebih fleksibel, sehingga pada penelitian ini dikembangkan sistem monitoring berbasis IoT yang dilengkapi dengan kontrol otomatis pompa dan peringatan *buzzer*.

Gunawan & Akbar, tahun 2020 dengan judul “Sistem Monitoring Level Air pada Tandon Menggunakan NodeMCU ESP8266 Berbasis IoT ” bahwa Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring level air pada tandon yang terintegrasi dengan platform IoT. Metode penelitian melibatkan penggunaan sensor ultrasonik, NodeMCU ESP8266, dan platform IoT untuk memantau level air secara *real-time* melalui website seperti pada. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat memantau level air secara *real-time* melalui website dan memberikan notifikasi jika level air mencapai batas yang ditentukan, menekankan pentingnya IoT dalam monitoring jarak jauh. Namun, penelitian ini masih berfokus pada monitoring dan notifikasi saja, tanpa adanya pengendalian otomatis terhadap pompa pengisian. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem yang tidak hanya memantau level bahan bakar secara realtime, tetapi juga secara otomatis mengaktifkan dan menonaktifkan pompa pengisian sesuai logika ketinggian.

Abdullah *et al.*, n.d. Dengan judul “Sistem Monitoring Ketinggian Air Tandon Otomatis Berbasis IoT dengan Telegram Messenger “bahwa Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring ketinggian air pada tandon yang dapat memberikan notifikasi melalui web Telegram. Metode yang digunakan adalah sensor ultrasonik, NodeMCU ESP8266, dan Telegram API untuk pengiriman notifikasi seperti pada Tabel 2. 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengirimkan notifikasi ketinggian air secara otomatis melalui Telegram dan dapat diakses dari jarak jauh, mengilustrasikan kemudahan penggunaan Telegram dalam sistem IoT. Namun, sistem ini belum dilengkapi dengan kontrol otomatis terhadap perangkat fisik seperti pompa, sehingga pada penelitian ini dikembangkan sistem IoT yang tidak hanya mengirim notifikasi, tetapi juga mampu mengendalikan pompa bahan bakar secara otomatis berdasarkan batas level cairan dalam tangki.

Syarif *et al.*, tahun 2024 dengan judul “*Prototype Monitoring Level Ketinggian Air Pada Bendungan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis IoT* “bahwa Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring dan kontrol level air pada tandon menggunakan sensor ultrasonik yang terintegrasi dengan platform IoT. Metode penelitian melibatkan penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, dan platform Firebase untuk memantau dan mengontrol level air secara *real-time* melalui web mobile. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil memantau dan mengontrol level air dari jarak jauh melalui web mobile, serta pengguna dapat memberikan perintah untuk mengatur level air sesuai kebutuhan, mengilustrasikan pentingnya kontrol jarak jauh dalam sistem IoT seperti pada Tabel 2. 3. Namun, sistem kontrol dalam penelitian tersebut masih bergantung pada perintah manual dari pengguna. Pada penelitian ini, sistem dikembangkan agar dapat bekerja secara otomatis tanpa intervensi manual, dengan mengatur pompa pengisian bahan bakar berdasarkan pembacaan level tangki secara *real-time*.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penulis menginginkan bahwa dengan merancang dan melaksanakan proyek ini, sistem pemantauan serta pengisian otomatis untuk level tangki bahan bakar yang berbasis IoT dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi operasional generator set. Dengan penerapan sistem ini, diharapkan dapat mengurangi pemborosan bahan bakar, meminimalisir potensi kerusakan generator set yang disebabkan oleh kekurangan bahan bakar, dan memberikan kemudahan dalam pengawasan serta pengelolaan bahan bakar secara *real-time*.

Penelitian ini menerapkan model pengembangan *Waterfall*. Model pengembangan ini mengikuti jalur linier dari tahap awal hingga tahap akhir. Tahap berikutnya tidak akan dimulai sampai tahap sebelumnya selesai, dan tidak ada opsi untuk kembali atau mengulang tahap yang sudah dilalui seperti pada Gambar 3. 1. Berikut adalah langkah-langkah yang akan diterapkan dalam metode *Waterfall*:



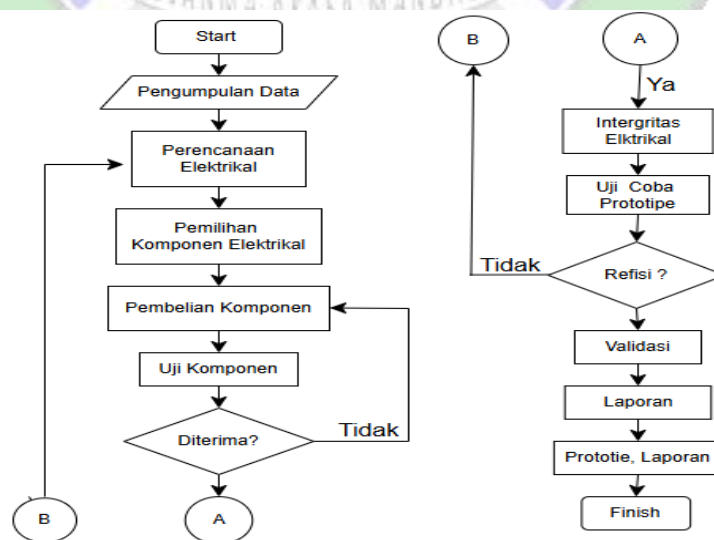
Gambar 3. 1 Model Diagram *Waterfall*
Sumber : Olahan Penulis (2025)

3.1.1 Analisis

Tahap ini mencakup penentuan dan pemahaman menyeluruh mengenai masalah yang ingin diatasi, yaitu kekurangan efisiensi dalam pengawasan dan pengisian bahan bakar genset secara manual. Selain itu, analisis dilakukan untuk mendapatkan wawasan tentang kebutuhan pengguna (operator genset) terhadap sistem pemantauan serta pengisian otomatis yang efektif dan dapat diandalkan. Pada tahap ini, penelitian literatur dilakukan untuk mengeksplorasi konsep-konsep terkait, seperti sensor level bahan bakar, mikrokontroler, komunikasi IoT, dan aktuator pengisian. Di samping itu, juga dianalisis bahan dan komponen yang akan diterapkan dalam desain sistem, mulai dari kebutuhan fungsional sistem (seperti pengukuran level bahan bakar yang akurat dan pengisian otomatis) hingga aspek non-fungsional (seperti keamanan sistem, waktu respons yang cepat, serta kemudahan penggunaan).

3.1.2 Perancangan

Tahap perancangan adalah langkah penciptaan desain sistem yang terorganisir dan metodis, yang akan berfungsi sebagai pedoman untuk pelaksanaan. Pada fase ini, dilakukan perancangan keseluruhan arsitektur sistem, mencakup desain perangkat keras dan perangkat lunak. Alur kerja yang di rencanakan dalam perancangan sistem monitoring level tangki bahan bakar pada Genset di tunjukan seperti pada Gambar 3. 2

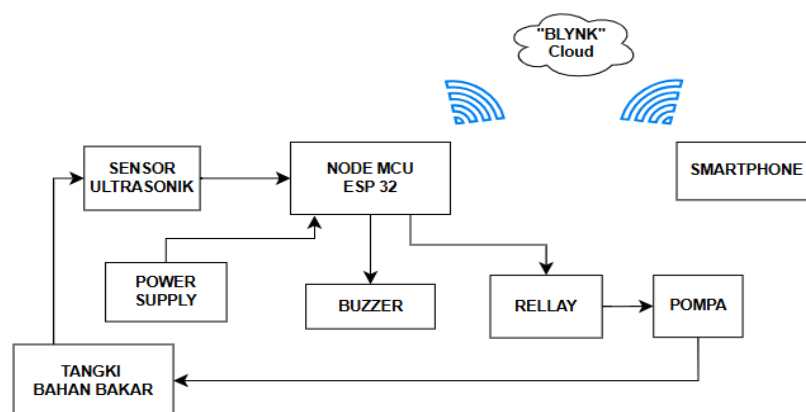


Gambar 3. 2 Perencanaan alur Kerja
Sumber : Olahan Penulis (2025)

Blok diagram dalam perancangan sistem pemantauan level tangki bahan bakar yang berbasis IoT ini menunjukkan langkah-langkah proses pengembangan dari fase awal hingga penyelesaian laporan akhir. Proses diawali dengan pengumpulan data terkait kebutuhan sistem, karakteristik tangki bahan bakar, dan parameter teknis genset. Data ini menjadi dasar dalam tahap perencanaan elektrik, yang mencakup perancangan skema rangkaian serta spesifikasi teknis dari sistem monitoring yang akan dibangun. Selanjutnya, dilakukan pemilihan komponen elektrik yang sesuai, seperti sensor level bahan bakar, mikrokontroler berbasis IoT (misalnya ESP32), dan modul komunikasi nirkabel. Setelah komponen ditentukan, dilakukan proses pembelian dan pengujian untuk memastikan fungsionalitas dan kesesuaian setiap komponen. Apabila komponen tidak memenuhi kriteria, maka dilakukan penggantian. Komponen yang lolos uji akan dirakit dan diuji integritas sistem kelistrikannya secara menyeluruh. Setelah itu, dilakukan uji coba prototipe untuk melihat performa sistem dalam kondisi nyata. Bila ditemukan kekurangan, dilakukan revisi dan pengujian ulang hingga sistem berfungsi optimal. Setelah prototipe dinyatakan berhasil, sistem akan divalidasi sesuai dengan tujuan awal perancangan. Tahap akhir berupa penyusunan laporan dan dokumentasi sebagai hasil dari proses perancangan dan pengujian sistem secara keseluruhan.

3.1.2.1 Blok Diagram

Gambar 3. 3 merupakan blok diagram sistem yang akan di rancang pada sistem Monitoring Level tangki bahan bakar genset :

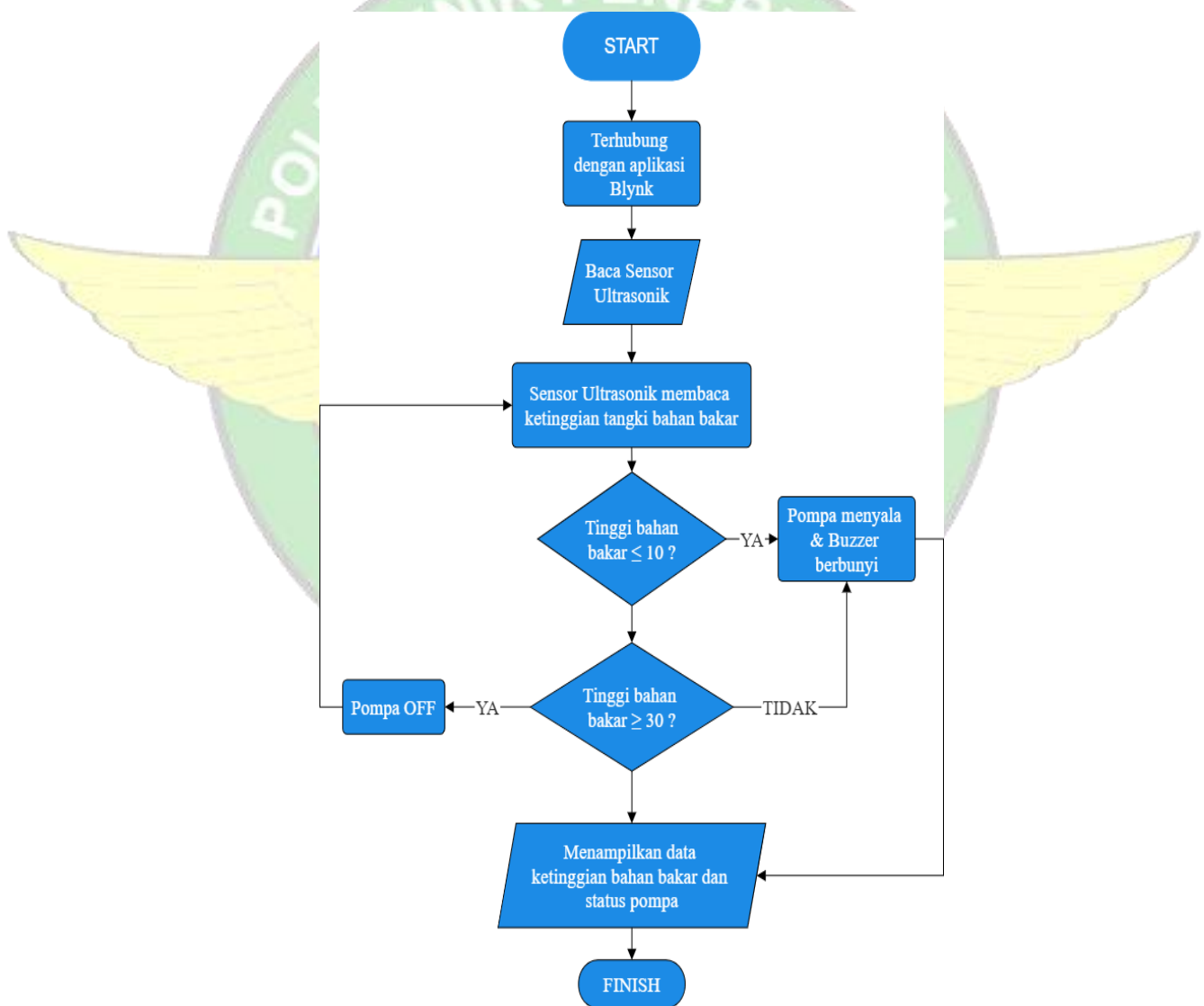


Gambar 3. 3 Rancang Bangun Peralatan
Sumber : Olahan Penulis (2025)

Sensor mengukur ketinggian bahan bakar dan mengirimkan informasi ke NodeMCU. NodeMCU menganalisis informasi tersebut dan meneruskannya ke web melalui koneksi WiFi. Pengguna dapat memonitor ketinggian bahan bakar dan mengatur sistem pengisian otomatis melalui web *Blynk*. Apabila level bahan bakar terlalu rendah, NodeMCU akan mengaktifkan relay untuk menyalakan pompa dan mengisi bahan bakar ke tangki. *Buzzer* akan berbunyi untuk memberi sinyal jika terjadi keadaan yang tidak normal. Sumber daya listrik menyediakan energi untuk seluruh sistem.

3.1.2.2 Flowchart System

Prinsip kerja sistem Ketika mendeteksi sinyal seperti gambar di bawah ini :



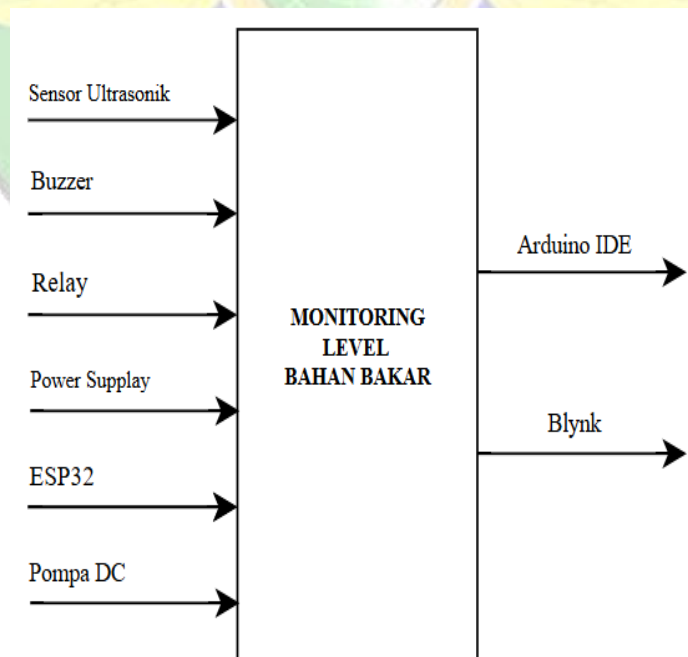
Gambar 3. 4 Flowcahart Cara kerja sistem
Sumber : Olahan Penulis (2025)

Berdasarkan blok diagram pada gambar 3. 2 cara kerja mengakses sistem Monitoring Level tangki bahan bakar genset akan di jelaskan di bawah ini :

Alat monitoring Level tangki bahan bakar diawali dengan sistem dimulai dengan memastikan perangkat terhubung ke web *Blynk*. Setelah itu, sensor ultrasonic membaca ketinggian bahan bakar di dalam *tangki*. Jika ketinggian bahan bakar kurang dari atau sama dengan 10 cm, maka pompa akan menyala secara otomatis dan *buzzer* berbunyi sebagai peringatan. Dan jika ketinggian bahan bakar melebihi dari 30 cm, maka pompa otomatis OFF. Terakhir, data mengenai ketinggian bahan bakar dan status pompa ditampilkan pada web untuk memudahkan pengguna memantau kondisi tangki secara *real-time*.

3.1.2.3 Komponen Alat

Dalam perancangan Langkah pertama dalam membuat "*Prototype* Sistem Monitoring Dan Pengendali Level Bahan Bakar Genset Berbasis Iot Di Unit Listrik Perum Lppnpi Cabang Jatse" adalah membuat suatu diagram blok dari system yang akan dibuat, Dimana setiap blok mempunyai fungsi tertentu dan gabungan dari tiap tiap blok tersebut akan membuat suatu system Blok fungsi dapat dilihat pada Gambar 3. 6.



Gambar 3. 5 Blok Fungsi perangkat Keras dan Perangkat Lunak
Sumber : Olahan Penulis (2025)

3.2 Implementasi

Setelah desain selesai, fase ini merupakan tahap pelaksanaan yang Menggabungkan hardware dan software dengan cara memprogram sistem yang menerapkan alat tersebut agar mampu menjalankan komponen yang lain. Fase implementasi mencakup penempatan alat di lokasi yang akan dimanfaatkan. Pada tahap ini bagaimana cara melakukan monitoring bahan bakar dilakukan dengan menggunakan IoT. Alat monitoring bahan bakar ini bekerja dengan sensor ultrasonik HC-SR04 yang mendeteksi ketinggian bahan bakar di dalam tangki. Sensor mengirimkan data jarak ke mikrokontroler ESP32, yang kemudian mengubahnya menjadi informasi volume bahan bakar. Data ini dikirim secara *real-time* ke user menggunakan *user interface* yang di buat menggunakan *website* Blynk melalui koneksi Wi-Fi, sehingga pengguna dapat memantau level bahan bakar dari jarak jauh. Jika level bahan bakar terlalu rendah, sistem akan menyalakan buzzer sebagai peringatan dan dapat mengaktifkan pompa secara otomatis melalui relay.

3.3 Pengujian

Fase ini berkaitan dengan pengembangan sistem yang sudah diterapkan baik secara mandiri maupun di lokasi yang diinginkan. Pengujian ini dapat meliputi uji efisiensi alat, kelayakan alat, dan pengujian berdasarkan kebutuhan.

3.3.1 Analisis Data

Pemeriksaan data dilakukan untuk menilai seberapa efektif sistem pemantauan level tangki bahan bakar berbasis IoT yang diciptakan, baik dari segi keakuratan, fungsi, maupun penerimaan oleh pengguna. Proses analisis ini mencakup tiga komponen utama: akurasi pembacaan sensor dengan membandingkannya terhadap pengukuran manual, kategori presentasi kesalahan, serta Hasil Pengujian Pompa DC. Setiap komponen ditelaah dengan mendalam untuk memberikan gambaran yang jelas tentang mutu sistem dan potensi webnya dalam meningkatkan efisiensi operasional genset.

3.3.2 Analisis Data Pengukuran

Untuk mendapatkan sensor yang baik maka harus dilakukan pengujian dengan cara mengambil beberapa sampel berdasarkan jarak pengukuran,

membandingkan hasil ukur dengan alat ukur panjang lainya seperti penggaris. Pengukuran ini bertujuan untuk memvalidasi keakuratan sensor dalam mendeteksi level bahan bakar di dalam tangki. Penggunaan sampel pengukuran dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh kemampuan sensor mendeteksi benda. Jarak sampel yang digunakan untuk pengujian adalah 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 23 cm. Pengujian lainya dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor dengan pengukuran manual menggunakan instrumen standar sebanyak 3 kali pengukuran dari masing-masing pengujian. Selisih antara kedua hasil tersebut digunakan untuk menghitung persentase kesalahan sistem melalui rumus

$$Presentase\ kesalahan\ sistem = \frac{Selisih}{Pembacaan\ Penggaris} \times 100\%$$

Persentase kesalahan yang semakin kecil menunjukkan bahwa sistem yang dibuat semakin akurat. Hasil dari serangkaian pengujian memperlihatkan bahwa nilai kesalahan yang diperoleh masih dalam batas toleransi yang bisa diterima, yang menandakan sensor berfungsi dengan baik dan layak untuk digunakan. Menurut, sistem pemantauan sederhana dikategorikan layak bila kesalahannya di bawah 5% dalam kegiatan operasional dapat dilihat paada

Tabel 3. 1 Validasi dilakukan dengan cara membandingkan sensor ultrasonic pada setiap level (ketinggian) cairan dengan pembacaan ketinggian pada penggaris dalam satuan cm. Jika terdapat selisih deviasi antara keduanya maka dilakukan koreksi (kalibrasi).

Setelah dilakukan kalibrasi dengan cara menyetel konstanta konversi atau memetakan ulang nilai ADC ke ketinggian yang sesuai, yang menunjukkan bahwa sensor telah memenuhi kriteria validasi untuk digunakan dalam aplikasi monitoring ketinggian air secara digital. Kalibrasi dilakukan dengan cara melakukan pengalian antara nilai pembacaan sensor dengan suatu konstanta agar nilai sama dengan hasil nilai pengukuran penggaris. Sehingga diperoleh hasil pembacaan sensor yang valid. Nilai konstanta tersebut diperoleh dari hasil pembagian antara volume aktual berdasarkan pengukuran manual menggunakan meteran, dengan jarak pembacaan yang dihasilkan oleh sensor. Dengan demikian, konstanta ini berfungsi sebagai

faktor kalibrasi untuk mengonversi hasil pembacaan sensor menjadi nilai volume yang lebih akurat.

Tabel 3. 1 Validasi Sensor Ultrasonic

No.	Jarak Pembacaan Sensor (cm)	Jarak Pembacaan Meteran (cm)	Presentase Kesalahan (%)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Hasil dari Presentase kesalahan diperoleh data untuk diidentifikasi sesuai katagori dalam table berikut:

Tabel 3. 2 kategori presentase Level

No.	Rentang level	Kategori Eror Level
1.	0% - 1%	Sangat Akurat
2.	> 1% - 3%	Akurat
3.	> 3% - 5%	Cukup Akurat
4.	>5%	Kurang Akurat

Pengujian Pompa DC berfungsi untuk memberikan apakah pompa berfungsi dengan baik saat keadaan batas atas dan batas bawah. Hasil pengujian pompa dapat dilihat pada

Tabel 3. 3. Jika diketahui level bahan bakar mencapai batas atas, pompa mati (*OFF*), sedangkan jika diketahui level bahan bakar berada pada batas bawah, pompa hidup (*ON*).

Tabel 3. 3 Hasil Pengujian Pompa DC

No.	Ketinggian Level	Keterangan Pompa
1.	Batas atas	ON/OFF
2.	Batas bawah	ON/OFF

Langkah Pengujian

- a. Menyalakan alat dengan cara menyambungkan rangkaian alat ke sumber daya listrik yang sudah disiapkan.
- b. Menunggu beberapa saat hingga indikator daya pada alat menyala, kemudian memastikan alat terhubung dengan jaringan Wifi yang telah dikonfigurasi.
- c. Melakukan simulasi kondisi pengujian dengan mengatur jarak sensor atau mengubah level bahan bakar pada tangki uji agar alat mendeteksi kondisi sesuai yang di tetapkan seperti level bahan bakar rendah.
- d. Melakukan simulasi kondisi bahan bakar rendah atau kondisi sesuai skenario pengujian agar sistem memicu output.
- e. Memastikan bahwa ketika kondisi terpenuhi, output bekerja dengan indikator berikut:
 - *Buzzer* berbunyi sebagai tanda peringatan
 - Pompa aktif untuk melakukan pengisian bahan bakar otomatis,
 - Indikator pada web *Blynk* untuk memberikan informasi status alat.
- f. Mengamati respons alat dan mencatat apakah semua output berfungsi dengan benar sesuai skenario pengujian.

Pengujian output dilakukan untuk memastikan fungsi setiap komponen berjalan dengan baik dapat dilihat pada Tabel 3.4. *Buzzer* berbunyi saat level bahan bakar rendah sebagai peringatan teknisi. Pompa otomatis menyala jika bahan bakar mencapai batas bawah dan mati saat batas atas. *Blynk* menampilkan notifikasi *real-time* sesuai kondisi alat.

Tabel 3. 4 Hasil Pengujian Output Alat

Testing	Hasil yang diharapkan	Hasil yang didapat	Keterangan
<i>Buzzer</i>			
Pompa			
<i>Blynk</i>			

Langkah Pengujian

- a. Menyalakan alat dengan cara menyambungkan rangkaian alat ke sumber daya listrik yang telah disiapkan.

- b. Menunggu beberapa saat hingga indikator daya menyala, lalu memastikan alat terhubung dengan jaringan Wifi yang telah dikonfigurasi.
- c. Melakukan simulasi kondisi bahan bakar rendah dengan mengatur posisi sensor atau mengurangi volume bahan bakar dalam tangki uji hingga mendekati batas minimum.
- d. Memastikan sistem mendeteksi kondisi bahan bakar rendah dan memicu respons output.
- e. Ketika kondisi tersebut terdeteksi, akan muncul indikasi berupa *buzzer* yang berbunyi sebagai peringatan, pompa yang menyala untuk melakukan pengisian otomatis, serta notifikasi yang dikirimkan melalui web *Blynk* secara *real-time*.

Pengujian ini digunakan untuk menguji tingkat akurasi sistem monitoring level bahan bakar berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dikembangkan menggunakan sensor ultrasonik dan platform *Blynk*. Pada pengujian ini, dilakukan pengisian tangki genset dengan tiga variasi volume aktual, yaitu 1 liter, 1,5 liter, dan 2 liter. Sensor ultrasonik yang terpasang pada bagian atas tangki berfungsi mendeteksi ketinggian permukaan bahan bakar dalam satuan sentimeter (cm). Kolom “Volume di *Blynk* (Liter)” menunjukkan hasil konversi sistem dari ketinggian terdeteksi ke estimasi volume. Selanjutnya, hasil pembacaan tersebut dibandingkan dengan volume aktual yang diisikan ke dalam tangki untuk menghitung nilai selisih dan tingkat error dapat dilihat pada tabel 3.5. Persentase error dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Presentase Error (\%)} = \frac{\text{Volume Blynk} - \text{Volume Aktual}}{\text{Volume Aktual}} \times 100\%$$

Nilai error ini menjadi indikator penting dalam menilai akurasi dan reliabilitas sistem monitoring, karena menunjukkan seberapa besar deviasi data yang ditampilkan dibandingkan dengan kondisi aktual di lapangan.

Tabel 3. 5 Pengujian terhadap Pembacaan dan Konversi Volume

No.	Volume Aktual (Liter)	Ketinggian Terdeteksi (cm)	Volume di <i>Blynk</i> (Liter)	Persentase Error (%)
1.				
2.				
3.				

[illegible][illegible][illegible][illegible]

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Dalam BAB 4 ini, penulis akan membahas konsep perancangan yang dibahas pada bab sebelumnya. Maka dalam pembahasan ini, penulis merancang sistem " *Prototype* Sistem Monitoring Dan Pengendali Level Bahan Bakar Genset Berbasis Iot di Unit Listrik Perum Lppnpi Cabang Jatse ", yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional genset.

4.1.1 Analisis Kebutuhan

Berdasarkan wawancara yang telah dilaksanakan dengan salah satu teknisi yang bertanggung jawab dalam operasional dan perawatan mesin genset, diperoleh informasi bahwa saat ini proses pengisian bahan bakar pada genset masih dilakukan dengan cara manual. Metode manual ini mengharuskan petugas atau teknisi untuk mendatangi langsung lokasi genset untuk secara visual jumlah bahan bakar yang tersisa di dalam tangki. Ini berlaku baik untuk genset yang bersifat mobile maupun genset yang statis yang diletakkan di lokasi tertentu. Keadaan ini dianggap kurang efisien, terutama ketika genset berada di lokasi yang terpencil atau tersebar di beberapa lokasi yang memakan waktu lebih lama untuk dijangkau. Selain itu, dalam kondisi darurat, proses pengecekan secara manual seperti ini dapat menghambat respons yang cepat dalam memenuhi kebutuhan operasional, terutama saat terjadi pemadaman listrik yang memerlukan genset untuk segera diaktifkan.

Melalui hasil diskusi dalam wawancara tersebut, bisa disimpulkan bahwa kebutuhan mendasar dalam pengoperasian genset adalah adanya sistem pemantauan bahan bakar yang berbasis Web. Dengan sistem pemantauan tersebut, teknisi dapat memeriksa status bahan bakar pada genset secara *real-time* tanpa harus menunggu waktu pengisian selanjutnya. Data secara *real time* yang ditampilkan oleh sistem ini dapat digunakan oleh teknisi untuk menentukan waktu yang tepat untuk melakukan pengisian bahan bakar ulang. Hal ini tentu sangat meningkatkan efisiensi kerja.

Di samping kebutuhan akan sistem pemantauan bahan bakar, terdapat juga kebutuhan akan sistem pengisian bahan bakar otomatis. Selama ini, pengisian bahan bakar masih dilakukan dengan cara yang konvensional, yaitu manual menggunakan alat sederhana. Dengan adanya sistem pengisian otomatis, ketika genset dalam keadaan beroperasi dan terdapat penurunan kapasitas bahan bakar, pengisian dapat dilakukan secara langsung tanpa intervensi dari teknisi. Hal ini sangat membantu jika ada gangguan pada sumber daya listrik utama, di mana keberadaan genset sebagai sumber energi cadangan sangat penting untuk menjaga kontinuitas operasional. Sistem pengisian otomatis dirancang untuk memberikan kemudahan serta meningkatkan efektivitas dan efisiensi kegiatan operasional.

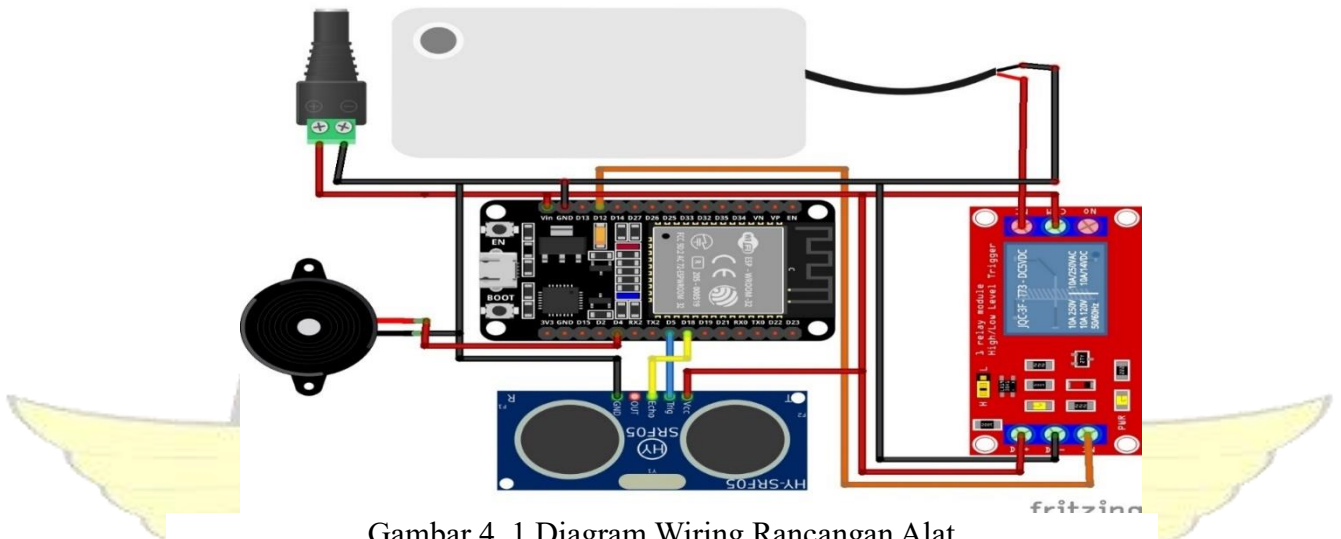
Selain dua kebutuhan utama tersebut, ada juga kebutuhan tambahan berupa alarm atau *buzzer* yang berfungsi sebagai pengingat ketika level bahan bakar mendekati batas minimum. Penggunaan *buzzer* sebagai indikator tambahan sangat krusial mengingat tidak semua teknisi dapat terus-menerus melakukan pengawasan melalui web. Dengan alarm atau sinyal peringatan otomatis, teknisi dapat melakukan pengecekan langsung pada alat atau genset untuk memastikan kondisi aktual bahan bakar serta menyiapkan tindakan pencegahan atau perbaikan jika terdeteksi potensi gangguan operasional. Hal ini akan secara langsung mempengaruhi kelancaran operasional genset serta mengurangi kemungkinan terjadinya gangguan akibat keterlambatan pengisian bahan bakar.

Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan yang mendasari pengembangan sistem ini terdiri dari beberapa aspek utama, yaitu: (1) perlunya sistem pemantauan bahan bakar berbasis web untuk mempermudah proses pemantauan jarak jauh, (2) perlunya sistem pengisian bahan bakar otomatis agar proses pengisian lebih cepat, aman, dan efisien, dan (3) perlunya fitur alarm atau *buzzer* sebagai pengingat untuk status bahan bakar yang mendekati minimum. Ketiga kebutuhan ini menjadi dasar yang penting dalam perancangan alat yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi kerja teknisi dan mendukung operasional genset dengan optimal.

4.1.2 Perancangan

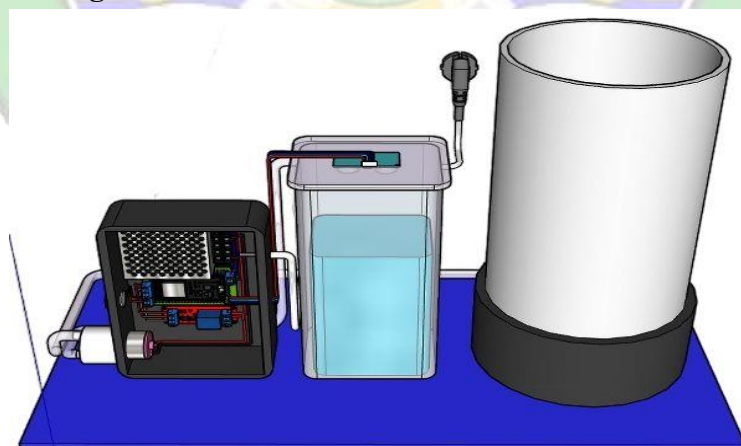
4.1.2.1 Desain Rancangan Alat

Pada tahap ini, peneliti membuat desain rancangan alat atau barang yang akan digunakan sebagai acuan selama proses pembuatan. Tujuan dari desain ini adalah untuk menghasilkan proses yang lebih terorganisir dan terarah yang dapat mengurangi kemungkinan kesalahan. Menurut hasil analisis kebutuhan, desain yang dibuat disesuaikan dengan mikrokontroler dan komponen lain yang telah dirancang sebelumnya. Desain alat yang dimaksud digambarkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Diagram Wiring Rancangan Alat

4.1.2.2 Merancang Alat



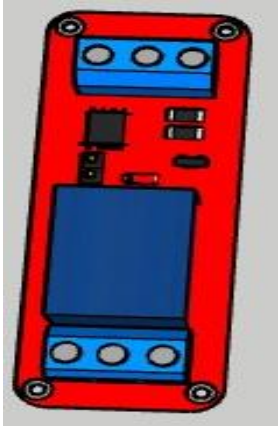
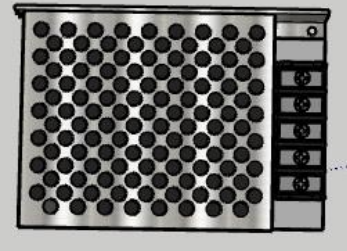
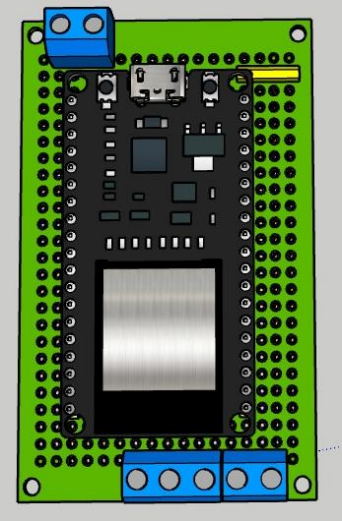
Gambar 4. 2 Desain Alat

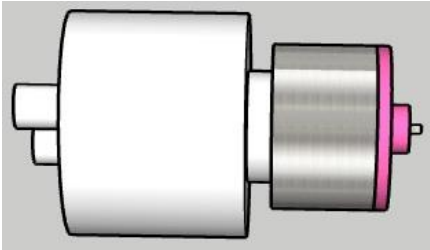
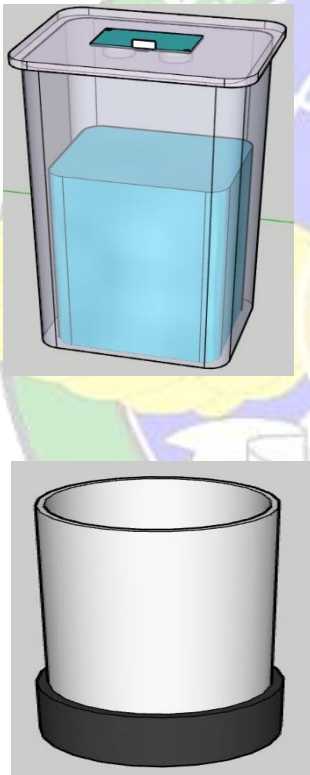
Pada Gambar 4.2 ditunjukkan sistem monitoring level bahan bakar yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dalam proses pemantauan dan pengisian bahan bakar genset yang sebelumnya masih dilakukan secara manual. Sistem ini

memanfaatkan modul ESP32 yang terintegrasi dengan beberapa komponen, antara lain *Buzzer*, *Relay*, Pompa, Sensor Ultrasonik, serta koneksi jaringan internet. Sensor ultrasonik berfungsi sebagai pendeteksi level bahan bakar, yang kemudian mengirimkan data ke mikrokontroler.

Tabel 4. 1 Spesisfikasi Komponen

KOMPONEN	SPESIFIKASI	FUNGSI
	<ul style="list-style-type: none"> - Tegangan kerja: 5V DC - Jarak deteksi: 2 cm – 450 cm - Akurasi: ± 3 mm - Frekuensi kerja: 40 kHz - Waktu respons: < 15 ms - Jumlah pin: 4 pin (VCC, GND, TRIG, ECHO) 	<p>Sensor Ultrasonik HY-SRF05 digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dan permukaan bahan bakar dalam tangki. Data ini akan dikonversi menjadi nilai tinggi bahan bakar yang kemudian dijadikan referensi untuk pengendalian pompa.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Tegangan kerja: 3.3V – 5V - Tipe: Aktif (menyala saat diberi tegangan langsung) - Frekuensi bunyi: sekitar 2 kHz - Arus kerja: ± 30 mA 	<p><i>Buzzer</i> Memberikan peringatan suara ketika level bahan bakar berada di bawah batas minimum. Alarm ini menunjukkan bahwa pompa sedang aktif untuk pengisian ulang.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Tegangan kerja: 5V - Kapasitas arus: hingga 10A pada 250VAC atau 10A pada 30VDC - Trigger: Aktif LOW 	<p>Relay Modul digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengaktifkan dan mematikan pompa bahan bakar berdasarkan perintah dari ESP32.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Tegangan input: 220V AC (menggunakan adaptor atau charger) - Tegangan output: 5V – 9V DC - Arus minimum: 1A – 2A 	<p><i>Power supply</i> Menyediakan sumber daya untuk seluruh rangkaian sistem, termasuk ESP32, sensor, relay, dan <i>buzzer</i>.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Mikrokontroler dual-core 32-bit Xtensa LX6 - Frekuensi hingga 240 MHz - Konektivitas: Wi-Fi dan Bluetooth - Tegangan kerja logika: 3.3V 	<p>ESP32 Bertugas sebagai pusat kendali sistem. ESP32 membaca data dari sensor ultrasonik, mengendalikan relay dan <i>buzzer</i>, serta mengirimkan data ke web <i>Blynk</i> melalui jaringan Wi-Fi.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Jumlah GPIO: >30 pin 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Tegangan: DC 3.7V – 6V - Konsumsi Daya: 3-5 Watt - Diameter Motor: 2,5 cm 	<p>Digunakan untuk mengisi ulang bahan bakar ke dalam tangki genset. Pompa dikendalikan otomatis oleh relay berdasarkan level bahan bakar yang terdeteksi sensor.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Tinggi Tangki Utama: 29,5cm - Lebar: 12 - Tinggi Tangki Cadangan: 35cm - Diameter : 16 	<p>Tangki Utama digunakan untuk Sensor ultrasonik memantau tingkat bahan bakar di tangki utama. Dan tangki Cadangan, juga dikenal sebagai, berfungsi sebagai tempat penyimpanan bahan bakar tambahan. Saat level bahan bakar rendah, bahan bakar ini akan dipompa ke tangki utama.</p>

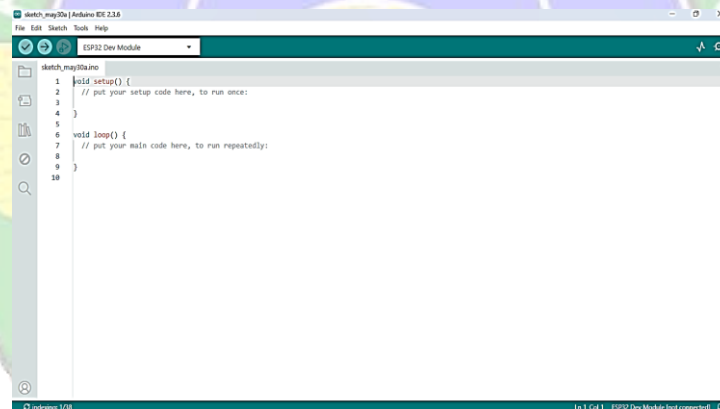
Dengan dukungan teknologi IoT, data tersebut dikirim secara *real-time* ke web *Blynk* untuk ditampilkan dalam bentuk indikator level bahan bakar. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan mekanisme pengisian otomatis yang dikendalikan berdasarkan data sensor yang diterima, dan *buzzer* berfungsi sebagai pemberi notifikasi audio. Perancangan ini dilakukan berdasarkan hasil analisis kebutuhan

pengguna. Melalui koneksi internet, alat ini dapat terhubung ke web *Blynk*, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi dan merespons hasil pemantauan secara *real-time* melalui notifikasi yang dikirimkan oleh web *Blynk*.

4.1.2.3 Memprogram Sistem

Sistem Monitoring Level Tangki Bahan Bakar dan Pengendali Pompa *Refuelling* berbasis IoT yang mengirimkan data melalui web *Blynk* memerlukan perangkat lunak dalam proses pengembangannya. Hal ini dikarenakan adanya modul yang harus diprogram untuk dapat mengatur berbagai komponen yang digunakan dalam sistem. Modul yang dimaksud adalah ESP32, yang berfungsi untuk menghubungkan perangkat dengan jaringan internet serta mengintegrasikannya dengan web *Blynk*. Selain itu, pemrograman juga diperlukan untuk mengatur keluaran dari alat, seperti pengendalian *buzzer*. Proses pemrograman ini dilakukan menggunakan *software* Arduino IDE.

a. Instalasi Arduino IDE

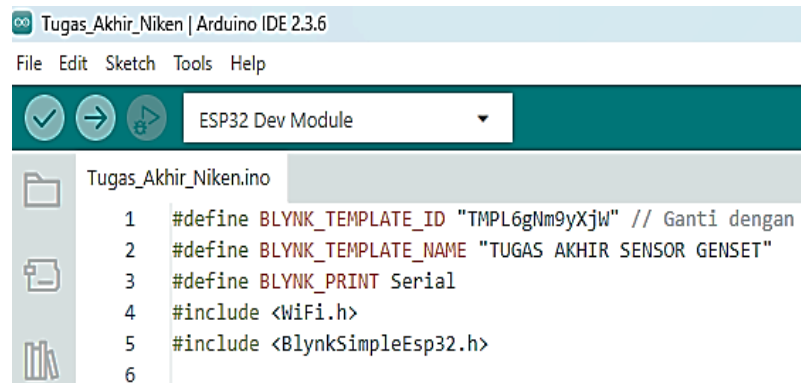


Gambar 4. 3 Tampilan Arduino IDE

Program Arduino IDE yang digunakan dalam penelitian ini yaitu versi 2.3.6. Computer program tersebut dapat diunduh melalui site resmi dari arduino yaitu <https://www.arduino.cc/en/donate>. Dalam pengoperasian- nya, diperlukan *library* dan *sheets* ESP32 pada Arduino IDE untuk membantu dalam membuat program perintah.

1) Instalasi *Library*

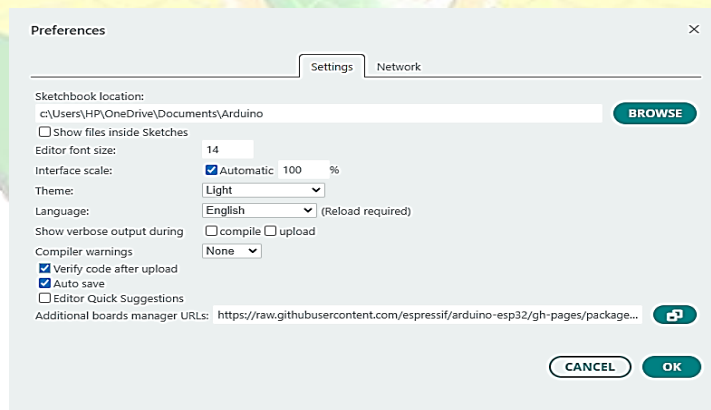
Library yang dibutuhkan yaitu *library* dari *Blynk*. Cara menambahkan *library* tersebut yaitu dengan memasukan secara manual pada lembar kerja dari Arduino IDE.



Gambar 4. 4 Instalasi Library

2) Instalasi *Board Manager*

Board Manager yang digunakan yaitu Board ESP32. Cara menambahkan board tersebut yaitu pertama klik pada file, kemudian pilih preference, lalu pada kolom *additional board*, dapat menambahkan https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/package_esp32_index.json



Gambar 4. 5 Input URL ESP32 Board

b. Instalasi ESP32

Penggunaan modul ESP32 memerlukan proses pengkodean atau pemrograman karena penting untuk mengendalikan berbagai komponen serta menghubungkannya dengan jaringan WiFi sebagai bagian dari sistem *Internet of Things* (IoT). Tujuan dari pemrograman ini adalah memastikan bahwa semua

komponen dapat bekerja dan berfungsi sesuai dengan kebutuhan sistem. Dalam proyek " *Prototype Sistem Monitoring Dan Pengendali Level Bahan Bakar Genset Berbasis Iot di Unit Listrik Perum Lppnpi Cabang Jatse* ", ESP32 memiliki peran penting dalam mengatur fungsi beberapa perangkat komponen seperti *buzzer*, *relay*, sensor ultrasonik, pompa, dan koneksi internet. Berikut ini adalah beberapa kode program yang digunakan untuk mengoperasikan perangkat-perangkat komponen tersebut.

1) SET pin pada ESP32

Sebelum melanjutkan ke proses pemrograman utama, perlu dilakukan untuk menyelesaikan pengaturan awal yang berkaitan dengan pemilihan pin-pin yang akan digunakan pada modul ESP32. Proses ini bertujuan untuk menetapkan peran dari setiap pin, apakah akan digunakan untuk menerima sinyal (*input*) atau mengirimkan sinyal (*output*) sesuai dengan keperluan sistem yang ada. Dalam desain ini, pemrograman akan menggunakan beberapa pin GPIO (*General Purpose Input Output*) sebagai antarmuka perangkat keras dan sistem kontrol berbasis mikrokontroler.

```
const int trigPin = 5; // Pin yang terhubung ke Trigger sensor
const int echoPin = 18; // Pin yang terhubung ke Echo sensor
const long durasi = 500000; // Durasi pulsa ultrasonik (1000000 = 1ms)

#define RELAY_PIN 12 // Pin Relay terhubung dengan esp32
#define BUZZER_PIN 4 // Pin Buzzer terhubung dengan esp32
```

Gambar 4. 6 Set PIN Pada Modul ESP32

2) Koding Sensor Ultrasonik

Pada tahap pemrograman untuk sensor ultrasonik, sensor ini beroperasi dengan memancarkan gelombang suara dengan frekuensi tinggi (ultrasonik) dan mengukur durasi yang dibutuhkan gelombang untuk kembali setelah mengenai suatu benda. Dasar cara kerja sensor ini terletak pada prinsip echo atau pantulan gelombang untuk mengukur jarak suatu benda. Dalam desain sistem ini, pin Trig (*Trigger*) pada sensor terhubung dengan pin 5 di ESP32 dan berfungsi untuk mengeluarkan sinyal ultrasonik. sedangkan, pin Echo dihubungkan dengan pin 18

pada ESP32 yang menerima pantulan gelombang yang kembali. Dengan pengaturan ini, sensor akan menentukan waktu pantulan gelombang ultrasonik, yang kemudian diubah menjadi data jarak oleh mikrokontroler. Proses ini memungkinkan sistem untuk mengukur jarak objek dari sensor dengan tepat dan akurat. Pin Trig memiliki peranan untuk mengaktifkan gelombang ultrasonik selama 10 mikrodetik, sementara pin Echo bertugas untuk menghasilkan output berupa pulsa dengan durasi tertentu. durasi pulsa ini menjadi indikator waktu perjalanan gelombang menuju objek dan kembali ke sensor.

```

12 const int trigPin = 5; // Pin yang terhubung ke Trigger sensor
13 const int echoPin = 18; // Pin yang terhubung ke Echo sensor
14 const long durasi = 500000; // Durasi pulsa ultrasonik (1000000 = 1ms)
15
16 #define RELAY_PIN 12 // Pin Relay terhubung dengan esp32
17 #define BUZZER_PIN 4 // Pin Buzzer terhubung dengan esp32
18
19 #define TANK_HEIGHT 15 // Tinggi tangki dalam cm (sesuaikan)
20 #define WATER_LOW 3 // Batas bawah air (cm)
21 #define WATER_HIGH 12 //Batas atas air
22
23 BlynkTimer timer;
24
25 float getWaterLevel() {
26     digitalWrite(trigPin, LOW);
27     delayMicroseconds(2);
28     digitalWrite(trigPin, HIGH);
29     delayMicroseconds(10);
30     digitalWrite(trigPin, LOW);
31
32     // Kirim pulsa ultrasonik
33
34     // Baca durasi pulsa echo
35     long durasiEcho = pulseIn(echoPin, HIGH);
36
37
38     // Hitung jarak (dalam cm)
39     long distance = durasiEcho / 29.1 / 2; // Konversi dari mikrosekond ke cm
40
41     float waterLevel = TANK_HEIGHT - distance; // Hitung tinggi air
42     if (waterLevel < 0) waterLevel = 0; // Pastikan tidak negatif
43     return waterLevel;
44 }

```

Gambar 4. 7 Program Sensor Ultrasonik

3) Koding Jaringan Internet

```

4 #include <WiFi.h>
5 #include <BlynkSimpleEsp32.h>
6
7 char auth[] = "dWKK8FJPHSr5nGEfxlXqFnh6R3FpI
8
9 char ssid[] = "IndiHome"; //Nama Wifi
10 char pass[] = "1sampai8"; //Password Wifi

```

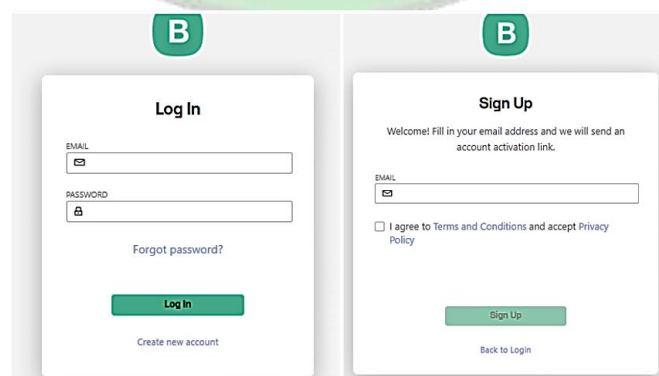
Gambar 4. 8 Program ESP32 Pada jaringan Internet

Pada gambar tersebut, terdapat elemen dari program yang bertugas untuk menghubungkan unit berbasis mikrokontroler ESP32 ke jaringan WiFi yang ada. Pentingnya penggunaan pustaka `WiFi.h` dan `BlynkSimpleEsp32.h` adalah untuk mendukung koneksi WiFi dan integrasi dengan platform *Blynk* yang berfungsi sebagai pengatur komunikasi data antar perangkat. Di dalam program ini, tercantum tiga variabel penting, yaitu `auth`, `ssid`, dan `pass`. Variabel `auth` menyimpan token autentikasi dari *Blynk* yang diperoleh lewat web *Blynk*, yang berguna untuk menghubungkan perangkat dengan proyek yang telah dibuat di *Blynk*. Variabel `ssid` memuat nama jaringan WiFi (SSID) yang dipakai, sedangkan `pass` adalah kata sandi dari jaringan WiFi tersebut. Dengan pengaturan ini, perangkat bisa terhubung dengan internet melalui jaringan WiFi yang ada. Setelah terhubung, data dari perangkat dapat dikirim ke web *Blynk* atau diteruskan ke platform lain sesuai dengan kebutuhan sistem.

4) Instalasi *Blynk*

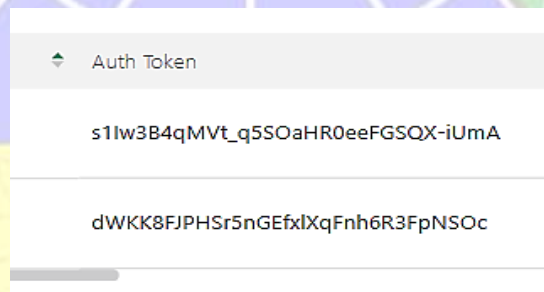
Instalasi *Blynk* merupakan tahapan yang dilakukan untuk mempersiapkan platform *Blynk* agar dapat terhubung dengan perangkat IoT, yaitu dengan cara beberapa berikut ini;

- a. Langkah pertama yang perlu dilakukan membuka browser pada perangkat desktop atau laptop, kemudian memasukkan alamat resmi *Blynk*, yakni <https://Blynk.cloud/> pada kolom URL untuk mengakses halaman utama dari *Blynk* Console.
- b. Pada langkah kedua, setelah berhasil mengakses halaman utama *Blynk* Console, penulis melanjutkan dengan proses pendaftaran akun baru melalui pemilihan menu “*Sign Up*”. Untuk yang sudah memiliki akun, dapat langsung memilih menu “*Log In*” untuk memperoleh akses ke dashboard *Blynk*.



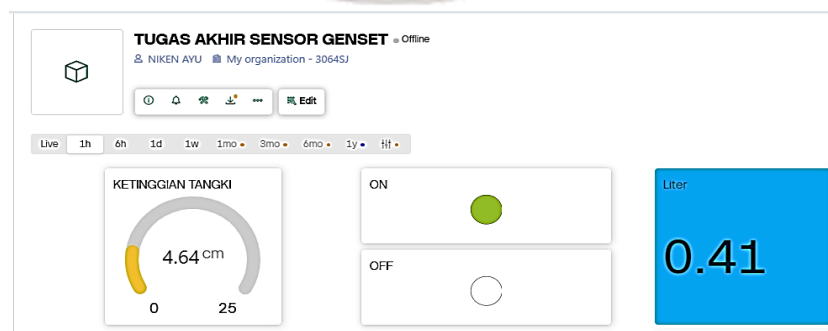
Gambar 4. 9 Halaman Utama *BLYNK*

- c. Di langkah ketiga, saat melakukan pendaftaran akun, penulis mengisi formulir yang memerlukan email aktif dan kata sandi, lalu menekan tombol “Create Account”. Setelah proses berhasil membuat akun, sistem akan mengirimkan email verifikasi ke alamat yang didaftarkan. Pengguna wajib untuk menyelesaikan proses verifikasi agar akun dapat digunakan secara maksimal.
- d. Pada langkah keempat, setelah mendapatkan akses ke dashboard *Blynk*, penulis melanjutkan dengan membuat sebuah Template baru untuk kebutuhan proyek IoT. Template ini berfungsi untuk menyusun konfigurasi perangkat (*device*), data yang akan dikirim (*datastream*), dan elemen kontrol lainnya.
- e. Langkah kelima mencakup pembuatan perangkat (*device*) baru yang akan terhubung dengan perangkat keras (ESP32). Pada tahap ini, sistem menghasilkan Authentication Token yang digunakan untuk menghubungkan perangkat keras dengan server *Blynk* Cloud melalui program yang ditulis di Arduino IDE.



Gambar 4. 10 Authentication Token *Blynk*

- f. Pada langkah keenam, setelah tahap pembuatan perangkat selesai, penulis melakukan pengaturan tampilan dashboard sesuai dengan kebutuhan sistem monitoring. Di proyek ini, penulis menambahkan widget Gauge untuk memperlihatkan data ketinggian tangki bahan bakar, serta dua tombol kontrol ON dan OFF untuk mengendalikan operasi perangkat.



Gambar 4. 11 Tampilan Dashboard

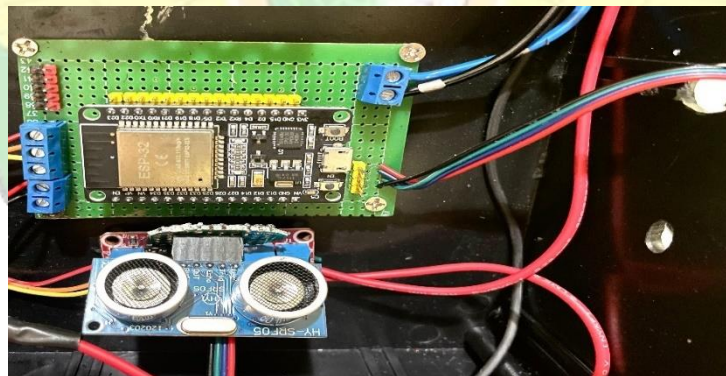
Gambar di atas memperlihatkan tampilan dashboard *Blynk* yang telah dibangun dengan nama proyek Tugas Akhir Sensor Genset. Terdapat Indikator Ketinggian Tangki sebagai representasi visual data sensor, serta tombol ON dan OFF untuk pengendalian sistem.

4.1.3 Implementasi

Setelah tahap perancangan selesai, implementasi dilakukan. Pada saat ini, sistem monitoring level tangki bahan bakar sedang diintegrasikan secara perangkat lunak dan perangkat keras, yang terdiri dari sensor ultrasonik ESP32, relay, pompa, *buzzer*, dan web *Blynk*. Dengan bantuan koneksi internet (IoT), setiap bagian diuji untuk dapat membaca tingkat bahan bakar tinggi secara otomatis dan mengontrol pompa refuelling secara efisien secara *real-time*.

4.1.3.1 Komunikasi ESP32 dengan Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk membaca jarak permukaan bahan bakar terhadap posisi sensor. Jarak ini digunakan untuk mengetahui level isi dalam tangki bahan bakar. Sensor terhubung dengan mikrokontroler ESP32 melalui pin digital TRIG dan ECHO. Mikrokontroler akan membaca sinyal dari sensor dan memprosesnya menjadi nilai tinggi bahan bakar.



Gambar 4. 12 ESP32 dengan Sensor Ultrasonik

Dalam kode ini, bagian yang berkomunikasi antara ESP32 dan sensor ultrasonik HC-SR04 adalah bagian yang mengontrol TRIG_PIN dan membaca sinyal dari ECHO_PIN. Komunikasi ini terjadi melalui proses pengiriman dan penerimaan sinyal ultrasonik, yang dikendalikan dan diproses secara digital oleh mikrokontroler ESP32.

```
#define TRIG_PIN 5
#define ECHO_PIN 18
```

Gambar 4. 13 define Sensor PIN

TRIG dan ECHO merupakan pin digital yang digunakan dalam fungsi `ukurJarak` untuk mengatur komunikasi antara sensor dan ESP32.

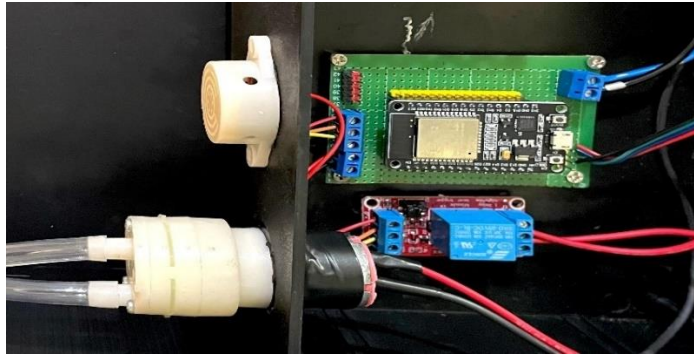
```
float ukurJarak() {
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
    long durasi = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);
    float jarak_cm = durasi * 0.0343 / 2.0;
    return jarak_cm;
}
```

Gambar 4. 14 Float Pembaca Sensor

Dalam fungsi `ukurJarak()`, ESP32 mengontrol proses pengukuran jarak dengan menggunakan sensor ultrasonik yang memiliki dua pin digital, TRIG dan ECHO. Baris `digitalWrite (TRIG_PIN, HIGH)` mengirimkan sinyal pemicu ke sensor, dan baris `pulseIn (ECHO_PIN, HIGH)` mengukur durasi pantulan sinyal yang diterima dari permukaan bahan bakar. Variabel `jarak_cm` digunakan untuk mengubah waktu tersebut ke dalam satuan sentimeter. Tinggi bahan bakar dalam tangki dihitung dengan data ini, yang merupakan dasar untuk logika kendali pompa dan *buzzer* sistem.

4.1.3.2 Koneksi ESP dan Perangkat *Interface*

ESP32 dikoneksikan ke perangkat penggerak dan indikator, yaitu relay untuk mengendalikan pompa, serta *buzzer* untuk peringatan apabila bahan bakar berada di bawah ambang batas minimum. Ketika sensor mendeteksi level bahan bakar rendah, ESP32 akan secara otomatis menyalakan pompa dan *buzzer*. Ketika bahan bakar telah penuh, ESP32 akan mematikan keduanya.



Gambar 4. 15 ESP32 dan *Buzzer*

Relay terhubung pada pin GPIO 12, sedangkan *buzzer* terhubung pada pin GPIO 4. Program ini memastikan bahwa ketika level bahan bakar berada di bawah ambang batas minimum (≤ 3 cm), pompa akan otomatis aktif dan *buzzer* akan menyala sebagai tanda peringatan. Sebaliknya, jika level telah mencapai batas atas (≥ 22 cm), sistem akan otomatis mematikan pompa dan *buzzer* untuk menghentikan pengisian ulang bahan bakar.

```
#define RELAY_PIN 12
#define BUZZER_PIN 4

#define TANK_HEIGHT 28
#define WATER_LOW 3
#define WATER_HIGH 22
```

Gambar 4. 16 Program Pompa dan *Buzzer* Berdasarkan Level Bahan Bakar

```
void monitorAir() {
    float level = getWaterLevel();
    Serial.print("Ketinggian Air: ");
    Serial.print(level);
    Serial.println(" cm");

    Blynk.virtualWrite(V0, level); //

    if (level <= WATER_LOW) {
        digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
        digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
        Blynk.virtualWrite(V1, 1); //
        Blynk.virtualWrite(V2, "0");
    }
    else if (level >= WATER_HIGH) {
        digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
        digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
        Blynk.virtualWrite(V1, 0); //
        Blynk.virtualWrite(V2, "1");
    }
}
```

Gambar 4. 17 Program Pompa dan *Buzzer* Otomatis dalam Fungsi *monitorAir*

Fungsi monitorAir berfungsi untuk memantau ketinggian bahan bakar dalam tangki secara periodik dan mengatur status dari perangkat *output* berupa *relay* (untuk pompa) dan *buzzer* (untuk alarm). Program terlebih dahulu memanggil fungsi *getWaterLevel* untuk mendapatkan nilai tinggi bahan bakar dari hasil pembacaan sensor ultrasonik. sistem akan memeriksa apakah level bahan bakar berada di bawah batas minimum (*WATER_LOW*) atau di atas batas maksimum (*WATER_HIGH*), dan mengambil tindakan sesuai kondisi. Pada kondisi ini, pompa akan menyala untuk mengisi bahan bakar dan *buzzer* akan memberikan peringatan bahwa tangki dalam keadaan kosong. Status ini juga dikirim ke *Blynk* melalui virtual pin V1 dan V2. Sebaliknya, jika bahan bakar sudah mencapai batas atas (*WATER_HIGH*), maka sistem akan mematikan pompa dan *buzzer*.

4.1.3.3 Koneksi ESP32 dengan *Blynk*

Koneksi ESP32 dengan *Blynk* ini sebagai system pemantau secara jarak jauh melalui web *Blynk*. ESP32 terhubung ke jaringan Wi-Fi dan menyampaikan data ketinggian bahan bakar ke dashboard *Blynk*. Dengan menggunakan web *Blynk* di smartphone mereka, pengguna dapat melihat status level tangki, pompa, dan *buzzer*.



Gambar 4. 18 Indikator *Blynk*

Dalam program ini, *variabel auth* berisi token autentikasi *Blynk*, dan *variabel ssid* dan *pass* berisi nama dan password jaringan Wi-Fi. Kedua data ini digunakan untuk menghubungkan ESP32 ke internet dan mengirimkan data sensor ke dashboard *Blynk* secara *real-time*.

```
char auth[] = "dWKK8FJPHSr5nGEfxlXqFnh6R3FpNSOc";  
char ssid[] = "Niken";  
char pass[] = "1234567tenan";
```

Gambar 4. 19 program menyambung wifi dan *Blynk*

4.1.3.4 Keseluruhan Alat

Pengoperasian keseluruhan alat dimulai dengan merangkai hasil desain diagram wiring yang telah dibuat dan diprogram agar terkoneksi satu sama lain. Setelah itu, percobaan mengoperasikan alat Monitoring dan pengendali level Bahan Bakar genset Berbasis IoT sesuai dengan langkah-langkah dibawah ini:

1. Pastikan alat telah dirangkai sesuai dengan desain yang telah dibuat, mengikuti skema wiring yang telah ditentukan untuk memastikan bahwa tidak ada kesalahan dalam penyambungan kabel atau komponen.
2. Pastikan bahwa setiap komponen telah terhubung dengan program sesuai dengan fungsinya, termasuk pengaturan untuk ESP32, yang harus dipastikan telah diunggah dengan kode yang benar dan sesuai dengan spesifikasi alat.
3. Setelah menyambungkan daya, aktifkan perangkat. Tunggu beberapa menit sampai menyala.
4. Lakukan penyesuaian posisi dan arah sensor ultrasonik agar hasil pembacaan tinggi bahan bakar lebih akurat. Pengujian dilakukan dengan menaikkan dan menurunkan level bahan bakar secara bertahap, untuk memastikan sensor bisa membaca perubahan level dengan baik dan stabil.
5. Jika sensor membaca level bahan bakar yang rendah, sistem akan secara otomatis menyalakan pompa untuk mengisi ulang tangki dan mengaktifkan *buzzer* sebagai tanda peringatan. Di saat yang sama, data level bahan bakar juga langsung dikirim ke web *Blynk*

4.2 Pembahasan Hasil Penelitian

4.2.1 Pengujian terhadap Output Alat

Pengujian output dilakukan untuk memastikan bahwa *buzzer*, *Blynk*, dan pompa berfungsi dengan baik sesuai perancangan. Tujuan pengujian ini adalah memastikan semua pin output pada mikrokontroler bekerja normal dan responsif.

1. Data Hasil Pengujian

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Output Alat

Testing	Hasil yang diharapkan	Hasil yang didapat	Keterangan
<i>Buzzer</i>	<i>Buzzer</i> berbunyi	<i>Buzzer</i> berbunyi normal	Sesuai Hasil
Pompa	Pompa aktif dan melakukan pengisian otomatis	Pompa menyala dan pengisian berjalan lancar	Sesuai Hasil
<i>Blynk</i>	Indikator bekerja sesuai parameter pada web <i>Blynk</i>	Indikator bekerja sesuai parameter pengujian pada web <i>Blynk</i>	Sesuai Hasil

Tabel 4.2 menyajikan hasil pengujian terhadap output sistem menunjukkan bahwa semua komponen beroperasi seperti yang diharapkan. Pertama, buzzer secara otomatis berbunyi ketika level bahan bakar hampir mencapai batas minimum, dan suara yang dihasilkan stabil serta sesuai dengan logika program pada mikrokontroler. Secara teori, buzzer berfungsi sebagai alat yang mengubah sinyal elektrik menjadi suara sebagai tanda peringatan, dan efektif digunakan dalam sistem alarm IoT.

Kedua, pompa bahan bakar bekerja secara otomatis sesuai dengan aturan kontrol. Pompa aktif saat sensor mendeteksi level rendah dan berhenti ketika level mencapai batas atas. Proses pengisian berlangsung dengan lancar, yang menunjukkan bahwa relay satu-channel yang dikendalikan oleh ESP32 dapat menjalankan skenario pengaturan cairan berbasis IoT dengan stabil. Temuan ini sejalan dengan studi sebelumnya yang menegaskan bahwa sistem dengan sensor ultrasonik dan relay mampu mengendalikan pompa secara otomatis dan dengan akurat.

Ketiga, indikator di aplikasi Blynk menunjukkan data level bahan bakar secara langsung sesuai dengan parameter yang ditentukan, yang mengindikasikan bahwa komunikasi antara ESP32 dan platform cloud Blynk berjalan stabil dan responsif. Platform Blynk dipilih karena mendukung berbagai MCU, mudah digunakan tanpa banyak pengkodean, serta menawarkan antarmuka yang intuitif dan pemantauan waktu nyata.

Secara keseluruhan, pengujian mengindikasikan bahwa sistem yang dirancang berhasil mengintegrasikan berbagai komponen sensor, mikrokontroler, aktuator, dan antarmuka pengguna berbasis IoT. Semua keluaran dari buzzer untuk peringatan, pompa untuk kontrol otomatis, dan Blynk untuk pemantauan jarak jauh berfungsi sesuai dengan teori dan penelitian sebelumnya, serta mendukung tujuan utama sistem ini dalam mengawasi dan mengontrol level bahan bakar. Tidak ditemukan malfungsi atau deviasi yang signifikan dalam pengujian di kondisi normal, sehingga sistem terbukti siap untuk digunakan dalam operasi genset..

4.2.2 Pengujian terhadap Sensor Ultrasonik

Pada pengujian rancangan alat secara keseluruhan, pengujian dilakukan dengan menggabungkan hardware dan software dalam satu kesatuan sistem. Uji coba alat difokuskan pada deteksi level bahan bakar dan respons output yang dihasilkan. Data pembacaan sensor akan diproses oleh mikrokontroler ESP32. Nilai yang diperoleh dari sensor diolah menjadi output berupa sinyal yang menentukan apakah *buzzer* akan berbunyi, pompa akan aktif melakukan pengisian bahan bakar otomatis, dan notifikasi akan dikirimkan melalui web *Blynk*. Selain itu, perubahan level bahan bakar juga akan ditampilkan secara *real-time* melalui antarmuka monitoring. Semakin rendah level bahan bakar, maka sistem akan memicu alarm dan pengisian lebih cepat untuk mencegah kehabisan bahan bakar secara tiba-tiba.

2. Data Hasil Pengujian

Tabel 4. 3 Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Jarak Pembacaan Meter (cm)	Jarak Pembacaan Sensor (cm)			Presentase Kesalahan (%)			Error Level
		Data 1	Data 2	Data 3	Data 1	Data 2	Data 3	
1.	5 cm	4,90	4,95	4,80	0,02%	0,01%	0,04%	0,02%
2.	10 cm	9,97	10,1	10	0,3 %	1%	0%	0,43%
3.	15 cm	14,40	14,25	14,70	0,04%	0,05%	0,02%	0,04%
4.	20 cm	19,34	19,39	19,72	1,30%	3,05%	1,4%	1,91%
5.	23 cm	22,7	22,72	22,38	1,30%	1,22%	2,70%	1,74%

Tabel 4.3 menunjukkan hasil pengujian sensor ultrasonik yang digunakan untuk membaca jarak permukaan objek sebagai simulasi pengukuran level bahan bakar. Pengujian dilakukan pada lima titik jarak referensi, yaitu 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, dan 23 cm, dengan masing-masing jarak diukur tiga kali untuk melihat konsistensi hasil dan akurasi sensor.

Pada jarak 5 cm, sensor menghasilkan pembacaan yang hampir sama dengan jarak aslinya. Nilai yang terbaca berkisar antara 4,80 cm sampai 4,95 cm. Persentase kesalahan di titik ini sangat kecil, yaitu hanya sekitar 0,01% hingga 0,04%. Rata-rata error level sekitar 0,02%, yang berarti deviasi pembacaan sensor pada jarak pendek hampir tidak ada, sehingga akurasinya sangat tinggi. Untuk pengukuran jarak 10 cm, hasil yang diperoleh juga stabil dengan nilai pembacaan sensor antara 9,97 cm sampai 10,1 cm. Persentase kesalahan berkisar dari 0% hingga 1%, yang masih sangat kecil. Rata-rata error di titik ini tercatat sekitar 0,43%, menunjukkan sensor dapat membaca jarak sedang secara akurat dan konsisten.

Pada jarak 15 cm, pembacaan sensor sedikit bervariasi namun tetap akurat. Nilainya berkisar antara 14,25 cm sampai 14,70 cm. Persentase kesalahan berada di kisaran 0,02% hingga 0,05%, dan rata-rata error sekitar 0,04%. Ini menunjukkan sensor mampu bekerja stabil dalam kondisi jarak menengah. Untuk jarak 20 cm, hasil pengukuran menunjukkan sedikit kenaikan error dibandingkan jarak sebelumnya. Nilai pembacaan sensor ada pada rentang 19,34 cm hingga 19,72 cm, dengan persentase kesalahan mulai dari 1,3% hingga 3,05%. Rata-rata error levelnya sekitar 1,91%. Meskipun lebih besar dari jarak pendek, nilai ini masih dalam kategori wajar dan aman untuk web monitoring. Pada jarak terjauh, yaitu 23 cm, sensor juga menunjukkan kinerja yang cukup stabil. Nilai pembacaan berkisar antara 22,7 cm sampai 22,38 cm, dengan persentase kesalahan sekitar 1,22% hingga 2,70%. Rata-rata errornya tercatat 1,74%. Hasil ini menunjukkan sensor tetap bekerja baik meskipun jarak objek makin jauh.

Secara keseluruhan, rata-rata persentase kesalahan di semua jarak pengujian tergolong kecil dan menunjukkan sensor memiliki akurasi yang baik. Hasil pengujian ini membuktikan sensor ultrasonik layak digunakan sebagai alat monitoring level bahan bakar karena mampu memberikan data yang stabil, cepat,

dan deviasi pembacaannya masih dalam batas toleransi. Dari data ini juga terlihat bahwa semakin jauh jarak pengukuran, error cenderung sedikit meningkat, tetapi masih dapat diterima untuk kebutuhan sistem monitoring otomatis.

4.2.3 Pengujian Pembacaan dan Konversi Volume

Tabel 4. 4 Pengujian terhadap Pembacaan dan Konversi Volume

No.	Volume Aktual (Liter)	Ketinggian Terdeteksi (cm)	Volume di <i>Blynk</i> (Liter)	Persentase Error (%)
1.	1.00	10.3	0.98	0,02%
2.	1.50	15.1	1.47	0,02%
3.	2.00	20.0	1.95	0,025%

Tabel 4.4 menyajikan hasil pengujian terhadap akurasi pembacaan ketinggian bahan bakar oleh sensor ultrasonik dan konversi volume yang ditampilkan pada *Blynk*. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan volume aktual bahan bakar yang telah diukur secara manual menggunakan alat ukur liter dengan data volume hasil konversi sistem. Pada pengisian volume aktual sebesar 1,00 liter, sensor mendeteksi ketinggian bahan bakar sebesar 10,3 cm, dan sistem mengonversi pembacaan tersebut menjadi volume sebesar 0,98 liter dengan persentase error sebesar 0,02%. Selanjutnya, pada pengujian dengan volume aktual 1,50 liter, diperoleh ketinggian terdeteksi 15,1 cm dengan volume terbaca di *Blynk* sebesar 1,47 liter, menghasilkan error sebesar 0,02%. Sementara itu, pada pengisian volume 2,00 liter, ketinggian bahan bakar yang terdeteksi adalah 20,0 cm dan volume yang ditampilkan sistem sebesar 1,95 liter dengan error sebesar 0,025%.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian diatas simpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil desain dan penerapan, sistem pemantauan level bahan bakar dalam tangki genset yang menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah berhasil dirancang dengan memanfaatkan NodeMCU ESP32, sensor ultrasonic HY-SRF05, *buzzer*, pompa DC, dan platform *Blynk*. Sistem ini mampu memantau ketinggian bahan bakar secara langsung, memberikan notifikasi peringatan ketika level bahan bakar mencapai titik minimum, serta secara otomatis mengendalikan pompa untuk pengisian ulang bahan bakar.
2. Validitas dan akurasi pengukuran level bahan bakar menggunakan sistem berbasis IoT telah terbukti melalui serangkaian pengujian yang membandingkan hasil pembacaan sensor dengan metode manual. Sensor ultrasonik HY-SRF05 mampu mendeteksi permukaan fluida di dalam tangki secara stabil, dan data tersebut berhasil dikonversi oleh ESP32 menjadi estimasi volume bahan bakar melalui perhitungan berbasis rumus geometri. Hasil pengujian menunjukkan bahwa deviasi pembacaan terhadap volume aktual berada dalam batas toleransi teknis, serta menunjukkan konsistensi antar percobaan, yang mengindikasikan bahwa sistem ini dapat diandalkan dalam aplikasi monitoring berbasis *real-time*.

5.2 Saran

Agar alat ini dapat dikembangkan lebih baik dan memiliki manfaat yang lebih luas, berikut beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya:

1. Kepada teknisi lapangan dan operator genset, disarankan untuk melakukan kalibrasi berkala pada sensor ultrasonik guna memastikan pembacaan tetap akurat seiring waktu penggunaan. Selain itu, pelatihan sederhana mengenai

penggunaan aplikasi *Blynk* dan perawatan perangkat berbasis IoT perlu diberikan agar sistem dapat dimanfaatkan secara maksimal tanpa kesalahan dalam pengoperasian.

2. Untuk pihak pengelola fasilitas atau instansi pengguna sistem, disarankan agar sistem ini dipasang pada lokasi-lokasi genset yang sulit dijangkau, guna mengurangi kebutuhan inspeksi manual yang memakan waktu. Pemanfaatan sistem ini juga dapat mendukung proses digitalisasi pengelolaan energi cadangan di lingkungan kerja.
3. Untuk peneliti atau pengembang selanjutnya, disarankan untuk menambahkan indikator visual berupa lampu strobo berwarna kuning yang menyala selama proses pengisian bahan bakar berlangsung. Hal ini bertujuan untuk memberikan tanda nyata secara fisik bahwa pompa sedang beroperasi, sehingga dapat memperkuat sistem peringatan bagi teknisi yang berada di dekat unit.
4. Pada pengembangan penelitian berikutnya, sistem ini juga dapat dilengkapi dengan sensor pendeteksi bahan bakar pada tangki utama (tangki sumber) agar pompa tidak aktif apabila tangki utama dalam keadaan kosong. Penambahan logika ini akan memberikan perlindungan lebih pada perangkat keras, khususnya untuk mencegah kerusakan pompa akibat beroperasi tanpa beban cairan (*dry-run protection*).
5. Waktu implementasi lanjutan atau pengembangan sistem ini sebaiknya dilakukan pada tahap penyempurnaan sistem berbasis IoT secara penuh, dengan fokus pada integrasi ke sistem pengelolaan energi terpadu (energy management system) serta pengiriman data historis ke server atau cloud storage agar hasil pemantauan dapat direkam dan dianalisis secara longitudinal.

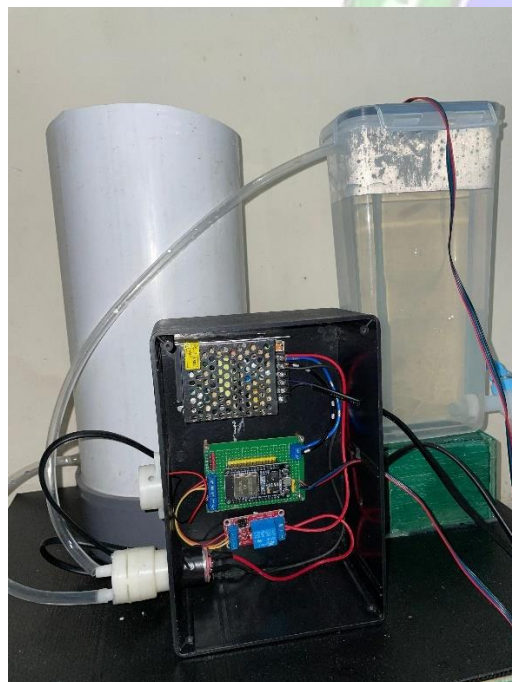
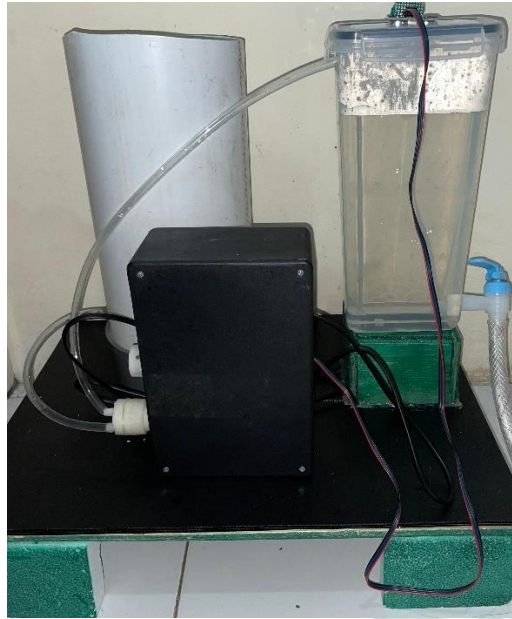
DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Wahid Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer Sumedang, A. (N.D.). *Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi*. Retrieved April 13, 2025.
- Abdullah, M. N., Saputra, F., Utomo, R. B., Mustofa, R. A., & Hasanah, H. (N.D.). Prototype Sistem Monitoring Ketinggian Air Menggunakan Telegram. *Jurnal Ictee*, 4(2), 1–12.
- Aditya Wibowo, D., Teknik Listrik Bandara, J., Teknik Penerbangan, F., & Penerbangan Surabaya Jl Jemur Andayani, P. I. (2019). Rancang Bangun Implementasi Internet Of Things Kontrol Dan Monitoring Pada Generator Set 2 Kva. *Prosiding Snitp (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, 3(1).
- Arief, U. M. (N.D.). *Pengujian Sensor Ultrasonik Ping Untuk Pengukuran Level Ketinggian Dan Volume Air*.
- Didik Aribowo, Desmira, D. A. F. (2022). Sistem Perawatan Mesin Genset Di Pt (Persero) Pelabuhan Indonesia Ii. *Journal Of Economic Perspectives*, 2(1), 1–4.
- Eka Febri Anggara, W., Yuana, H., Dwi Puspitasari, W., Majapahit No, J., & Timur, J. (2023). Rancang Bangun Alat Monitor Ketinggian Air Berbasis Internet Of Things (Iot) Menggunakan Esp32 Dan Framework Blynk. *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(5), 3837–3845.
- Feridoanto, M. (2024). *Sistem Kendali Dan Pemantauan Pemakaian Tangki Harian Generator Set Bandara Internasional Soekarno-Hatta*.
- Gunawan, I., & Ahmadi, H. (2021). Sistem Monitoring Dan Pengkabutan Otomatis Berbasis Internet Of Things (Iot) Pada Budidaya Jamur Tiram Menggunakan Nodemcu Dan Blynk. *Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 4(1), 79–86.
- Gunawan, I., & Akbar, T. (2020). Prototipe Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 Dan Blynk. *Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 3(1), 1–7.
- Hanif, R. (2020). *Smart System Indicator Untuk Monitoring Kuantitas Pemakaian Dan Sisa Bahan Bakar Dilengkapi Alarm Pengingat Pengisian Kembali*.
- Husein Romadhoni, G. P. (2023). *View Of Rancang Bangun Sistem Monitoring Genset Melalui Notifikasi Aplikasi Telegram*.
- Mahanin Tyas, U., Apri Buckhari, A., Studi Pendidikan Teknologi Informasi, P., & Studi Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan, P. (2023). Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital. *Teknos: Jurnal Pendidikan Dan Teknologi*, 1(1), 1–9.
- Prasmono, R. A., Sudjoko, R. I., & Hariyadi, S. (2020). Rancang Bangun Prototipe Pompa Pintar Dengan Sensor Volume Bahan Bakar Pada Genset Dengan Fitur Monitoring Berbasis Iot. *Prosiding Snitp (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, 4.
- Priyanto, P., & Hapsari, N. (2024). *Rrancang Bangun Sistem Monitoring Warming Up Genset Bebrasis Internet Of Things (Iot)*.
- Rahmawati, K., Hariyadi, S., Suryono, W., Teknik, J., Bandara, L., Penerbangan, T., Surabaya, P., & Jemur Andayani, J. (2019). Rancangan Bangun Recording

- Dan Monitoring Output Genset Berbasis Internet Of Things. *Prosiding Snitp (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, 3(1).
- Rhendy, R., & Hakim, A. R. (2019). Perancangan Dan Implementasi Keran Air Otomatis Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino. *Computer And Science Industrial Engineering (Comasie)*, 1(01), 92–101.
- Siregar, R. R. A., & Reymod, R. (2015). Model Sistem Monitoring Tangki Bahan Bakar Minyak Spbu Dengan Menggunakan Web Aplikasi Dan Sms Gateway. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 12.
- Sokop, S. J., Mamahit, D. J., Eng, M., Sompie, S. R. U. A., Mahasiswa,), & Pembimbing,). (2016). Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 5(3), 13–23.
- Swasti, K. (2008). *Sistem Monitoring Volume Menggunakan Sensor Ultrasonik Melalui Akses Internet Dan Sms*.
- Syarif, M., Ardiyanto, K., Akbar, R. M., & Pramono. (2024). Prototype Monitoring Level Ketinggian Air Pada Bendungan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Internet Of Things (Iot). *Logic : Jurnal Ilmu Komputer Dan Pendidikan*, 2(3), 540–547.
- Wenas, V. G. D., Gultom, A., & Simamora, G. (2023). Prototipe Sistem Monitoring Tangki Bahan Bakar Genset Berbasis Aplikasi Blynk Dengan Nodemcu 8266. *Jurnal Cahaya Mandalika Issn 2721-4796 (Online)*, 4(3), 1852–1871.
- Wibowo, M. M., & Nandika, R. (2022). Pengembangan Trainer Kit Pada Praktikum Mikrokontroler Berbasis Internet Of Things Menggunakan Blynk. *Sigma Teknika*, 5(2), 295–304.
- Wiesesha, A., & Ridhoi, A. (2023). Rancang Bangun Monitoring Listrik Pada Rumah Berbasis Iot Menggunakan Esp32. *Teknika*, 1(1), 105–113.
- Yuniarto, W., Diponegoro, M., Program Studi Teknik Elektro, E., Negeri Pontianak, P., Barat, K., & Kunci, K. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Energi Listrik Pada Beban 3 Fasa Menggunakan Esp32 Berbasis Internet Of Things (Iot). *Jurnal Poli-Teknologi*, 22(1), 30–38.

LAMPIRAN

Lampiran A. Foto Rancangan Alat



Lampiran B. Koding ESP32

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6gNm9yXjW"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "TUGAS AKHIR SENSOR GENSET"
#define BLYNK_PRINT Serial
```

```
#include <WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
```

```
char auth [] = "dWKK8FJPHSr5nGEfxlXqFnh6R3FpNSOc";
char ssid [] = "Niken";
char pass [] = "12345678";
```

```
#define TRIG_PIN 5
#define ECHO_PIN 18
#define RELAY_PIN 12
#define BUZZER_PIN 4
```

```
#define TANK_HEIGHT 28
#define WATER_LOW 3
#define WATER_HIGH 25
```

```
const int jumlah_sampel = 5;
float sampel[jumlah_sampel];
```

```
BlynkTimer timer;
```

```
// Fungsi pengukuran 1x
float ukur Jarak () {
    digitalWrite (TRIG_PIN, LOW);
    delayMicroseconds (2);
    digitalWrite (TRIG_PIN, HIGH);
    delayMicroseconds (10);
    digitalWrite (TRIG_PIN, LOW);
    long durasi = pulseIn (ECHO_PIN, HIGH);
    float jarak_cm = durasi * 0.0343 / 2.0;
    return jarak_cm;
}
```

```
// Fungsi median
float median (float *arr, int n) {
    float temp[n];
```



```

memcpy (temp, arr, n * sizeof(float));
for (int i = 0; i < n - 1; i++) {
    for (int j = i + 1; j < n; j++) {
        if (temp[j] < temp[i]) {
            float swap = temp[i];
            temp[i] = temp[j];
            temp[j] = swap;
        }
    }
}
if (n % 2 == 0)
    return (temp [n / 2 - 1] + temp [n / 2]) / 2.0;
else
    return temp [n / 2];
}

```

```

float getWaterLevel () {
    for (int i = 0; i < jumlah_sampel; i++) {
        sampel[i] = ukurJarak ();
        delay (50);
    }
    float jarak_median = median (sampel, jumlah_sampel);
    float tinggi_air = TANK_HEIGHT - jarak_median;
    if (tinggi_air < 0) tinggi_air = 0;
    return tinggi_air;
}

```

```

void monitorAir () {
    float level = getWaterLevel ();
    float volume_L = level * 0.08889;

```

```

// Tampilkan di Serial Monitor
Serial.print("Ketinggian Air: ");
Serial.print(level);
Serial.println(" cm");

```

```

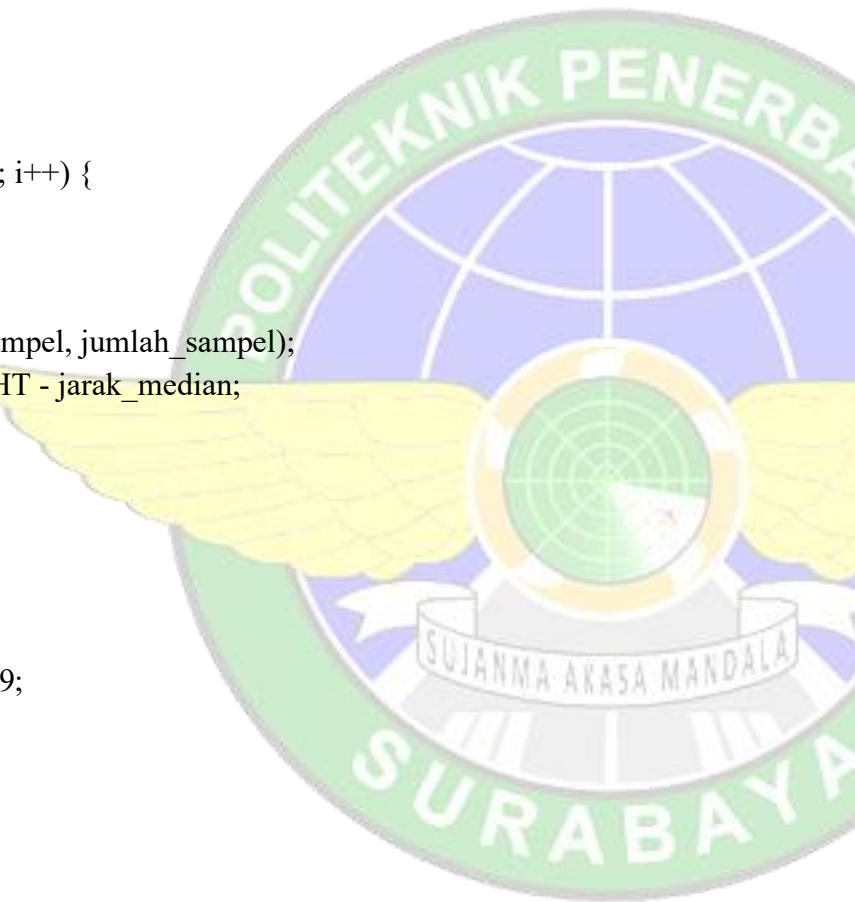
Serial.print("Volume Air: ");
Serial.print(volume_L);
Serial.println(" L");

```

```

// Kirim ke Blynk
Blynk.virtualWrite(V0, level);

```



```

    Blynk.virtualWrite(V3, volume_L);

    // Kontrol pompa & buzzer berdasarkan level air
    if (level <= WATER_LOW) {
        digitalWrite (RELAY_PIN, HIGH);
        digitalWrite (BUZZER_PIN, HIGH);
        Blynk.virtualWrite(V1, 1);
        Blynk.virtualWrite(V2, "0");
    }
    else if (level >= WATER_HIGH) {
        digitalWrite (RELAY_PIN, LOW);
        digitalWrite (BUZZER_PIN, LOW);
        Blynk.virtualWrite(V1, 0);
        Blynk.virtualWrite(V2, "1");
    }
}

void setup () {
    Serial.begin(115200);
    pinMode (TRIG_PIN, OUTPUT);
    pinMode (ECHO_PIN, INPUT);
    pinMode (RELAY_PIN, OUTPUT);
    pinMode (BUZZER_PIN, OUTPUT);
    digitalWrite (RELAY_PIN, HIGH);
    Blynk.begin(auth, ssid, pass);
    timer. setInterval (2000L, monitorAir);
}

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

```



Lampiran C. Transkrip Wawancara Analisis Kebutuhan

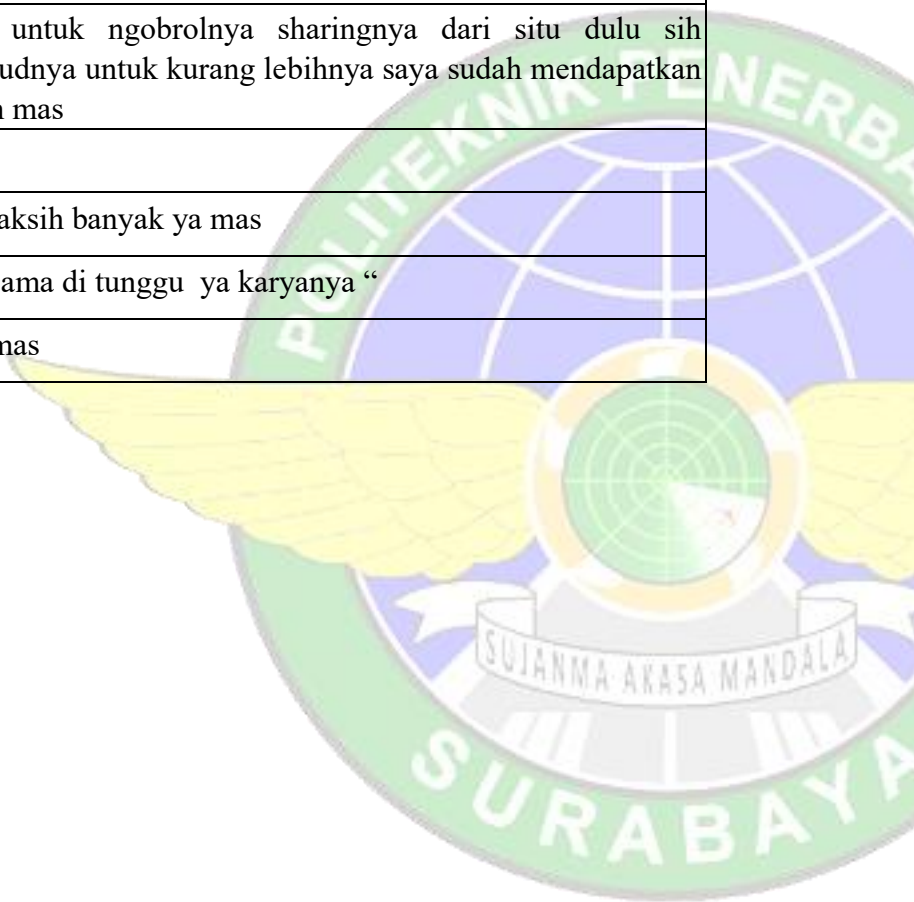
No. Wawancara	:	1
Narasumber/Status	:	FIKRI (FK) /SUPERVISOR TEKNISI
Penanya	:	NA AYU (NA)
Perihal	:	Proses Pembuatan alat Tugas Akhir
Tipe Wawancara	:	Open minded (tidak terstruktur)
Hari/Tanggal	:	Jumat / 28 Februari 2025
Waktu	:	14.00 WIB
Lokasi	:	PERUM LPPNPI AIRNAV JATSC (UNIT FASILITAS LISTRIK DAN MEKANIKAL)

INISIAL		TRANSKRIP
NA	:	“ Assalamualaikum wr.wb “
FK	:	“Waalaikumsalam wr.wb”
NA	:	Mohon izin merekam ya mas
FK	:	“ Iya silahkan ,boleh”
NA	:	Izin mas kemarin itu kan saya mengajukan 2 judul,pada tanggal kurang lebih tanggal 13/18 an,untuk salah satunya saya mendapatkan rekomendasi dari mas itu pengisian dan moitoring bahan bakar pada genset.
NA	:	Baik mas,Izin dari mas sendiri ,saya izin bertanya mas untuk pengisian disini itu sistemny masih seperti apa ya mas?
FK	:	“ Oke NA,jadi kalau ini pertama saya jelasin dulu ya,ini merupakan unit Genset yang bentuknya mobile yang di pindahkan dari satu tempat ke tempat yang lain, kebetulan di aernav ini ada beberapa jenis genset ada genset mobile, dan ada genset FIX bertempat di suatu tempat, cuman secara mekanisme semuanya masih tetap sama jadi untuk peralatan genset yang ada di depan kit aini untuk pengisian bahan bakar sekarang masih menggunakan secara manual,teman teman manual pada saat kondisi bahan bakar di dalam tempat genset harus melihat langsung untuk unitnya sendiri.”
NA	:	Oh iya mas,kalau untuk keamanannya sendiri itu dari unit ini apa sudah sudah memenuhi ya mas,maksudnya dalam arti kaya pengelihatn secara visual apakah sering terjadi keterlambatan atau Bagai mana mas? .

FK	:	Kalau untuk kondisi saat ini sebenarnya sudah mencukupi, tapi harusnya harus di sempurnakan lagi,masih bisa di sempurnakan lagi agar nantinya
		bisa lebih menghemat teman teman dalam mengefisiensi waktu, itu bisa dari segi pengisiannya ataupun lainnya.
NIEKN	:	Izin bertanya lagi ya mas
	:	Iya silahkan
NA	:	kalau untuk ,mungkin dari mas masnyadan rekan rekan yang berada di unit ini ,mungkin sistemnya seperti apa sih mas yang dapat di butuhkan dalam genset ini
FK	:	“ Ok karena ada beberapa genset yang kondisinya tidak cuman disatu tempat dantersebar di beberapa Lokasi jadi system monitoring yang paling kami butuhkan ,jadi monitoring untuk jumlah fuel bahan bakar yang tersedia di tangka. Untuk saat ini kondisi existing pada saat pengecekan jumlah fuel bahan bakar,kita masih harus menuju Lokasi langsung,melihat secara manual, jadi itu lumayan memperpanjang waktu ya kurang efisien.Kalau nanti ada sistem efisien untuk monitoring ,kami tidak perlu langsung ke unit ,jadi jumlah sisa bahan bakar yang ada disini kita sudah tahu berapa. Selain sistem monitoring juga sistem pengisian secara otomatis .jadi pada saat unti ini sedang di oprasikan disatu tempat yang terjadi masalah pada sumber power Listrik untuk pengisiannya itu bisa di lakukan secara otomatis. Karena kondisi saat ini masih secara manual jadi pada saat permasalahan di satu tempat kita monitor bahan bakarnya pada saat berkurang kita isi. “
NA	:	Izin siap mas, terus kalau semisal saya menggunakan monitoring itu berupa web atau web tapi gratis tuh gimana mas,apakah tidak papa ya mas?
FK	:	“ Oh boleh banget itu,yang penting tetap bisa monitoring jadinya itu sangat membantu sebenarnya buat teman teman disini.”
NA:	:	Siap Mas
NA	:	Terus untuk menurut mas sendiri kalau semisal nanti alat saya sudah jadi apa bisa di implementasikan pada alat tersebut mas?
FK	:	“Bisaa”
NA:	:	Pada genset ini atau genset mobile yang lainnya?

FK	:	“ Bisa banget, soalnya kalau untuk monitoring sistem sebenarnya tidak mengganggu nantinya ke sistem operasional langsung dari mechanical
		sytem yang ada di sistem engin ini sendri. Jdi itu hanya efek sampingnya nantinya malah mempermudah selain memonitor jumlah fuel bahan bakar juga bisa melakukan pengisian bantuan secara otomatis . Sebenarnya tidak terhubung langsung secara sistem ke sistem pergerakan mesin ini sendiri “
NA	:	Izin mas,jika nanti alat saya sudah jadi apa dapat meningkatkan efisiensi itu mas?
FK	:	“ Oh iya banyaknanti mungkin itu manfaatnya karena tadi NA bilang alat yang mau direncanakan itu terkait monitoring jumlah bahan bakar dan sistem monitoring untuk pengisian ulang itu yang bakal kita rasain manfaatnya selaku user teknisi di Airnav ini yang pertama itu efisiensi waktu jadi beberapa genset yang ada di Lokasi Lokasi terluar, kayak di locator locator atau pun di luar kantor Airnav JATSC ini kita bisa tetap melakukan monitoring jumlah bahan bakar tanpa harus kelokasi. Itu sangat membantu karena efisiensi waktu yang sangat bisa di andalkan,selain itu untuk sistem pengisian ulang bahan bakarnya secara otomatis ,nantinya bakal kita rasain pada saat sedang trouble setting, pada saat ada permasalahan dari sisi power PLN si genset ini sedang beroperasi ,dan jumlah fuelnya itu tanpa perlu kita pantau secara terus menerus,dia bisa melakukan pengisian . Jadi kita tidak perlu khawatir nantinya bahan bakar nya ini sampai habis, karena kalau bbm habis nantinya di sistem ini bakal berhenti yang tersedit ke dalam sini angin dan itu harus membutuhkan waktu lagi untuk trouble setting unitnya.”
NA	:	Mungkin nanti rencana saya itu kalau sudah memenuhi atau kurang dari tangki ini,semisal kurang dari tangka ada <i>buzzer</i> yang berbunyi, selain dari monitor webnya sendri ,kan biasanya wes juga ngga terus menerus di pantau kan mas.
FK	:	“ Iya betul “
NA	:	Jadi nanti saya kasih <i>buzzer</i> untuk pengingatnya sendri mas
FK	:	“ Oh iya bagus itu,jadi nanti kita selaku user maintenance ini lupa untuk memantau kondisinya ada sistem mesin secara otomatis mengingatkan kita kalau mereka kan disini fuelnya udah harus di tambah lagi. Jadi kita bisa refill tanpa perlu tahu melihat langsung lah ke Lokasi itu, itu lebih mempermudah banget itu NA “

NA	:	Siap mas, mungkin ada genset yang lainya mas dalam Airnav sendri?
FK	:	“ Oh iya jadi kalau di kita itu ada banyak dari mulai pakasitas paling besar itu ada 2 Unit dengan merk MTU itu kapasitas 1250KVa, Untuk yang kapasitas kapasitas 30 KVa sampai 40 KVa itu adanya di Lokasi Lokasi locator. Sedangkan ada juga beberapa genset mobile ,genset mobile yang sudah termasuk statis frame beserta rodanya ini nantinya ya tinggal di Tarik untuk di pindahkan dari satu tempat ke tempat yang lainya, Itu kita ada 3 unit untuk sekarang,yang dua berkapasitas 35 KVa sedangkan yang 1 berkapasitas 150 KVa jadi kemungkinan kalau semisalkan memang yang tadi NA rencanakan bisa di webkan disini kita selaku user sangat bakal terbantu banget untuk efisiensi waktunya itu dari beberapa banyak genset itu.”
NA	:	Mungkin untuk ngobrolnya sharingnya dari situ dulu sih mas,maksudnya untuk kurang lebihnya saya sudah mendapatkan Gambaran mas
FK	:	“ Okeiii”
NA	:	Izin terimakasih banyak ya mas
FK	:	“ Sama -Sama di tunggu ya karyanya “
NA	:	Izin siap mas



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



NIKEN AYU DWI ANDINI, lahir di Nagnjuk pada tanggal 12 Januari 2003. Merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Dariyanto dan Ibu Sulis Setyowati. Bertempat tinggal di Dsn. Pogalan, RT 009/RW 004 Ds. Sendangbumen, Kec. Berbek, Kab. Nagnjuk. Mulai Pendidikan Sekolah Dasar di SD Sendangbumen, lulus tahun 2015. Melanjutkan Pendidikan di Sekolah Menengah Pertama di SMP 5 Nganjuk pada tahun 2018. Melanjutkan Pendidikan SMA di SMAN 1 Nganjuk dan lulus pada tahun 2021.

Selanjutnya pada bulan September 2022 diterima sebagai Taruna Politeknik Penerbangan Surabaya pada program Studi Teknik Navigasi Udara sampai dengan saat ini. Selama masa Pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya telah mengikuti *On the Job Training (OJT)* di Perum LPPNPI Cabang JATSC dan *Injourney Airports* Cabang Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta.

