

Sistem Monitoring *Water Level* Untuk *Lavatory* Kereta Penumpang Berbasis Mikrokotroler

¹Anas Fahrizal, ²Edy Kurniawan, ³Jawwad Sulthon

^{1,2,3}Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Ponorogo
¹anasfahrizal28@gmail.com, ²edy@umpo.ac.id, ³jawwad@umpo.ac.id

Abstract - The clean water supply system on trains is an important component in supporting the comfort and cleanliness of lavatory facilities on passenger trains. This study aims to design and implement a real-time water level monitoring system using the ESP32 microcontroller and the Blynk platform. This research involves field studies, literature reviews, equipment planning, and testing procedures. The system uses three analog water level sensors installed on three different water tanks in three train units. Each tank is equipped with three LED indicators (LOW, MEDIUM, FULL) as direct visual feedback in the field. The water level data is read by the ESP32 and sent in real-time to the Blynk application dashboard every three seconds. In addition, the system is equipped with an automatic notification feature when a change in water level occurs, allowing users to remotely monitor the tank condition. The test results show that the sensor's ADC reading when the tank is empty is 0, and when full reaches a maximum value of 2128 (water tank 1), 2069 (water tank 2), and 2148 (water tank 3). These values are then mapped into percentages to make the data easier to interpret visually in the application. The system has been proven to provide accurate, responsive, and stable information. With this system, the monitoring process of lavatory water tanks becomes more effective, efficient, and no longer requires manual inspection by personnel

Keywords —Monitoring, Lavatory, ESP32, Blynk, Microcontroller.

Abstrak—Sistem penyediaan air bersih di kereta api merupakan bagian penting untuk mendukung kenyamanan dan kebersihan fasilitas lavatory pada kereta penumpang. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring ketinggian air (water level) secara real-time menggunakan mikrokotroler ESP32 dan platform Blynk. Penelitian ini menggunakan studi lapangan, studi literatur, perencanaan alat, dan prosedur pengujian alat. Sistem menggunakan tiga sensor level air analog yang dipasang pada tiga tangki air berbeda di tiga unit kereta. Setiap tangki dilengkapi dengan tiga indikator LED (LOW, MEDIUM, FULL) sebagai umpan balik visual secara langsung di lapangan. Data level air dibaca oleh ESP32 dan dikirim secara real-time ke dashboard aplikasi Blynk setiap tiga detik. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis ketika terjadi perubahan level air, sehingga pengguna dapat memantau kondisi tangki secara jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai pembacaan ADC sensor ketika tangki kosong berada pada angka 0, dan saat penuh mencapai nilai maksimum sebesar 2128 (water tank 1), 2069 (water tank 2), dan 2148 (water tank 3). Nilai-nilai tersebut dipetakan ke dalam bentuk persentase untuk memudahkan interpretasi visual pada aplikasi. Sistem terbukti mampu memberikan informasi secara akurat, responsif, dan stabil. Dengan adanya sistem ini, proses pengawasan air lavatory kereta menjadi lebih efektif, efisien, dan tidak lagi memerlukan pemeriksaan manual oleh petugas.

Kata Kunci—Monitoring; Lavatory; ESP32; Blynk; Mikrokotroler.

I. PENDAHULUAN

Kereta api adalah salah satu moda transportasi darat yang terdiri dari rangkaian gerbong yang ditarik oleh lokomotif dan berjalan di atas rel. Di Indonesia, pengoperasian kereta api berada di bawah naungan PT Kereta Api Indonesia (Persero) sebagai badan usaha milik negara (BUMN). Kereta api digunakan untuk mengangkut penumpang dan barang dalam jumlah besar, dengan efisiensi energi dan waktu yang tinggi.

Standar pelayanan minimum untuk angkutan orang dengan kereta api, yang wajib dipenuhi oleh setiap penyelenggara angkutan kereta api demi menjamin keselamatan, kenyamanan, dan kesehatan penumpang. Ketersediaan air bersih di toilet merupakan bagian dari kewajiban layanan dasar, bukan fitur tambahan. Dengan kata lain, jika air habis saat perjalanan, maka operator dianggap tidak memenuhi standar pelayanan minimum. [1]

Kenyamanan fasilitas toilet pada kereta api merupakan salah satu indikator penting dalam pelayanan terhadap penumpang. Fasilitas sanitasi yang baik dapat memberikan pengalaman perjalanan yang lebih menyenangkan, terutama pada perjalanan jarak menengah hingga jauh. Beberapa faktor yang memengaruhi kenyamanan toilet kereta antara lain kebersihan, ketersediaan air, sistem ventilasi, pencahayaan, desain ergonomis, dan keberfungsian perlengkapan. [2]

Ketersediaan air di dalam kereta sangat tergantung pada petugas yang bertanggung jawab untuk memeriksa stok air dan mengatur waktu pengisian air di setiap stasiun tempat kereta berhenti. Terkadang, petugas menghadapi tantangan dalam menentukan gerbong mana yang lebih dahulu perlu diisi air. Kondisi ini pernah menyebabkan keluhan dari penumpang karena ketiadaan air, sehingga mereka harus berjalan ke gerbong lain demi mengakses toilet yang masih tersedia air. Water tank merupakan salah satu komponen penting yang digunakan dalam kereta, water tank digunakan untuk menampung pasokan air yang akan di salurkan pada lavatory kereta. Water tank pada kereta terbuat dari bahan stainless steel yang tahan terhadap korosi.

Ketersediaan air bersih pada fasilitas lavatory kereta penumpang merupakan aspek penting dalam menjamin standar pelayanan minimum dan kepuasan penumpang. Menurut Hanum, Anwar, & Putri (2022), faktor kenyamanan toilet kereta sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air, kebersihan, serta keberfungsian sarana sanitasi. Apabila air habis di tengah perjalanan, penumpang kerap harus berpindah gerbong untuk mencari toilet yang masih berfungsi, kondisi ini menimbulkan ketidaknyamanan dan berpotensi mengurangi tingkat kepuasan pengguna jasa. Oleh karena itu, sistem monitoring ketersediaan air secara otomatis menjadi sangat diperlukan. [3]

Lavatory kereta merupakan suatu modul yang terbuat dari bahan anti korosi yang di dalamnya terdapat closed air, wastafel, kaca cermin yang sangat dibutuhkan penumpang pada waktu perjalanan menggunakan kereta baik jarak dekat maupun jarak jauh. Di dalam perjalanan kereta lavatory membutuhkan ketersediaan air yang cukup yang digunakan para penumpang untuk melakukan cuci tangan, buang air kecil maupun buang air besar.

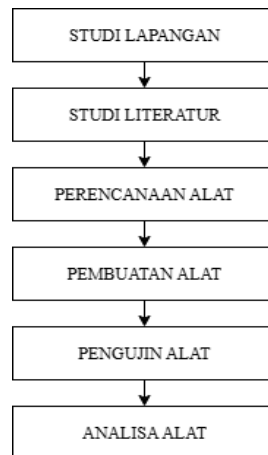
Dalam penelitian terdahulu, Pemantauan dan pengendalian level air dalam tangki penyimpanan secara manual sering kali tidak efisien dan berisiko menyebabkan air yang terbuang sia sia. Oleh karna itu, penelitian ini mengembangkan sistem monitoring berbasis Internet of things menggunakan ESP32, sensor ultrasonik, dan relay, dengan aplikasi Blynk serta Telegram sebagai media pemantauan dan notifikasi. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk melihat level air secara real-time dan mengontrol pompa air secara otomatis atau manual melalui aplikasi. Pengujian sistem menunjukkan bahwa sensor ultrasonik memiliki akurasi tinggi dalam mendeteksi level air, sementara sistem kendali pompa berbasis relay bekerja dengan baik dalam mengisidasi menghentikan aliran air sesuai dengan batas yang telah ditentukan. Dengan adanya sistem ini, pengguna dapat lebih mudah mengontrol ketersediaan air dan menghindari pemborosan. [4]

Berbagai penelitian terdahulu telah mencoba merancang sistem pemantauan level air berbasis teknologi Internet of Things (IoT). Hasanah, Sarif, & Hafni (2025) merancang sistem monitoring level air menggunakan sensor ultrasonik berbasis IoT dengan aplikasi Blynk. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan data level air secara real-time serta mengendalikan pompa air secara otomatis, namun penelitian tersebut masih terbatas pada penggunaan tangki statis dan belum diterapkan pada konteks transportasi seperti kereta api. [5]

Penelitian lain oleh Suryana & Hidayat (2021) juga menunjukkan bahwa penggunaan sensor berbasis ESP32 dengan integrasi aplikasi IoT mampu memberikan akurasi tinggi dalam mendeteksi level air, meskipun aplikasi lebih difokuskan pada tangki rumah tangga. [6] Sementara itu, Rahman dkk. (2020) mengembangkan sistem monitoring berbasis NodeMCU dengan notifikasi Telegram, namun masih menghadapi kendala kestabilan koneksi jaringan. Dari berbagai penelitian tersebut dapat dilihat bahwa teknologi IoT berpotensi besar untuk mengatasi permasalahan monitoring air, namun belum ada penelitian yang secara khusus menyoroti penggunaan sistem monitoring water level pada lavatory kereta penumpang. [7]

II. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini, penulis menampilkan metode yang digunakan, termasuk di dalamnya waktu dan lokasi penelitian jika diperlukan.

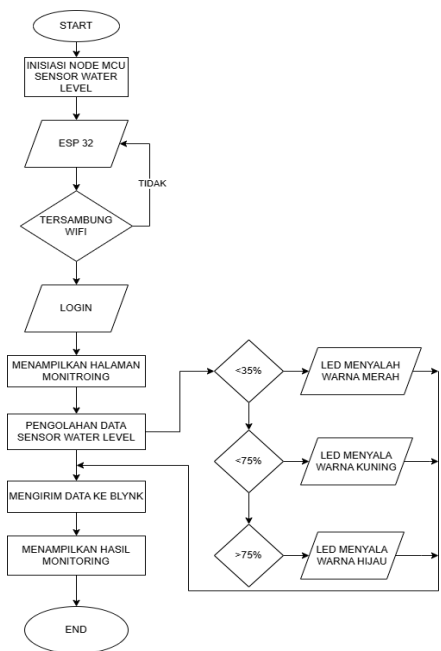


Studi lapangan dilaksanakan di Madiun dengan melakukan wawancara kepada penumpang terkait pentingnya ketersediaan air secara terus menerus dalam kereta. Selain itu dilakukan wawancara pada teknisi kereta bagaimana cara merancang alat untuk memonitoring ketersediaan air secara mudah dan tepat. Studi literatur dilakukan agar mempermudah dalam proses penelitian serta memperdalam penguasaan teori yang sejalan dengan topik penelitian. Serta dengan membandingkan penelitian yang serupa yang telah dilakukan peneliti yang terdahulu guna mengetahui perbedaan dan persamaan penelitian yang dilakukan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Dalam perencanaan alat terdapat perencanaan perangkat lunak, perencanaan perangkat keras, serta perencanaan pembuatan perangkat keras. Berikut merupakan contoh dari perencanaan perangkat lunak, perencanaan perangkat keras, dan perencanaan pembuatan perangkat keras.

Dalam desain penelitian, Penelitian dirancang dalam bentuk eksperimen pembuatan alat berbasis mikrokontroler ESP32 yang diintegrasikan dengan aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Dalam alat dan bahan, Perangkat yang digunakan terdiri dari mikrokontroler ESP32, tiga sensor water level analog, sembilan LED indikator (LOW, MEDIUM, FULL), smartphone dengan aplikasi Blynk, serta jaringan WiFi untuk komunikasi data. Dalam metode perancangan, Sistem dirancang dengan menghubungkan sensor water level pada tiga tangki air kereta ke ESP32. Data hasil pembacaan sensor diproses oleh mikrokontroler, kemudian divisualisasikan melalui LED indikator pada box kontrol dan dikirimkan ke dashboard aplikasi Blynk setiap tiga detik. Sistem ini juga dilengkapi dengan notifikasi otomatis saat terjadi perubahan status level air. Dalam metode pengujian, pengujian dilakukan secara bertahap, meliputi :

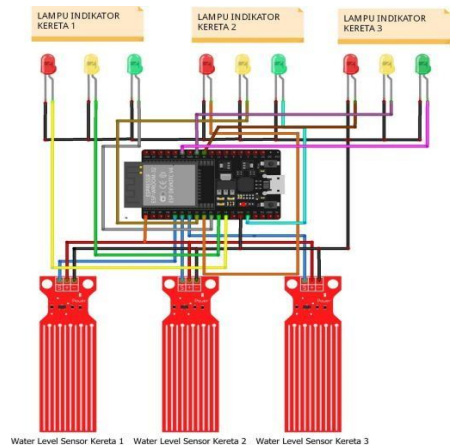
1. Pengujian perangkat keras, yaitu uji tegangan kerja ESP32, konektivitas WiFi, dan kestabilan sensor.
2. Pengujian perangkat lunak, yaitu uji komunikasi data antara ESP32 dengan aplikasi Blynk.
3. Pengujian sistem keseluruhan, yaitu uji keakuratan sensor pada kondisi tangki kosong, setengah, dan penuh, serta kesesuaian indikator LED dengan tampilan dashboard aplikasi.

Metode ini dipilih agar hasil penelitian dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai keandalan sistem monitoring yang dirancang, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak.



Gambar 2.1 Perencanaan Perangkat Lunak dengan Menggunakan Flowchart

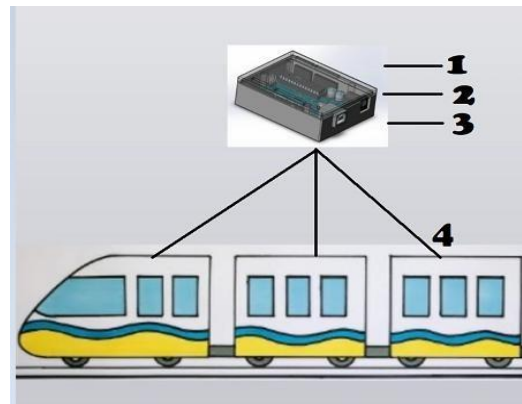
Flowchart ini menjelaskan alur kerja sistem monitoring water level, dimulai dari pembacaan sensor oleh mikrokontroler ESP32, pemrosesan data, pengiriman data ke aplikasi Blynk, hingga penyajian informasi level air kepada pengguna. Penyusunan flowchart merupakan langkah penting dalam rekayasa perangkat lunak karena mampu memberikan gambaran sistematis mengenai alur kerja sistem (Pressman, 2015). [8]



Gambar 2.2 Perencanaan Perangkat Keras dengan Menggunakan Diagram Rangkaian

Diagram ini menunjukkan hubungan antar komponen perangkat keras, meliputi sensor water level, ESP32, serta LED indikator. Dengan adanya diagram ini, rancangan sistem menjadi lebih terstruktur dan mempermudah proses

perakitan. Menurut Sedra & Smith (2014), diagram rangkaian sangat penting dalam proses desain elektronika karena meminimalkan kesalahan perakitan. [9]



Gambar 2.3 Perencanaan Pembuatan Perangkat Keras

Gambar ini menggambarkan tahapan perakitan komponen sensor, mikrokontroler, serta box kontrol. Perencanaan yang matang pada tahap pembuatan perangkat keras berfungsi untuk menjamin kinerja sistem yang lebih andal (Horowitz & Hill, 2015). [10]

Dalam prosedur pengujian alat terdapat pengujian hardware dan pengujian software. Pengujian alat dilakukan dengan pengujian tegangan mikrokontroler, pengujian koneksi wifi antara mikrokontroler dengan *smartphone*, pengujian *sensor water level*, dan juga pengujian sistem keseluruhan. Berikut merupakan contoh tabel pengujian tegangan kerja dan pengujian status koneksi wifi antara mikrokontroler dengan *smartphone*.

Tabel 2.1 Pengujian Tegangan Kerja

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1	Tegangan Input	
2	Tegangan Output	
3	Output Serial	

Tabel ini menampilkan hasil pengujian tegangan input, output, dan serial dari mikrokontroler ESP32. Hasil menunjukkan tegangan sesuai dengan spesifikasi pabrikan, yaitu input 5V dan output 3.3V (Espressif, 2021). [11]

Tabel 2.2 Pengujian Status Koneksi Wifi Antara Mikrokontroler dengan *Smartphone*

No	Kategori	Jarak	Status
1	WiFi Aktif	5 M	
		10 M	
		!5 M	
2	WiFi Tidak Aktif		

Tabel ini menunjukkan pengujian konektivitas WiFi ESP32 pada jarak berbeda (5–15 meter). Hasilnya, koneksi masih stabil hingga 15 meter. Hal ini sesuai dengan spesifikasi ESP32 yang mendukung koneksi hingga jarak 30 meter pada kondisi ideal (Espressif, 2021). [12]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Studi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan secara langsung di Stasiun Madiun pada tanggal 25 Mei 2025. Observasi ini bertujuan untuk memperoleh data dan gambaran nyata mengenai prosedur pengisian tangki air (water tank) pada kereta api, khususnya yang digunakan untuk suplai air ke lavatory. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, diketahui bahwa proses pengisian air dilakukan secara manual oleh petugas depo. Saat kereta berhenti di area pengisian, petugas membuka akses menuju tangki air yang umumnya berada di bagian atas gerbong. Selanjutnya, selang dari instalasi pipa stasiun yang terhubung dengan jaringan air bersih (PDAM) disambungkan ke inlet tangki air.

Setiap gerbong yang memiliki lavatory biasanya dilengkapi dengan satu unit tangki air berkapasitas sekitar 200–300 liter. Proses pengisian satu tangki air memakan waktu kurang lebih 10 hingga 15 menit, tergantung pada tekanan air dan kapasitas tangki. Tidak terdapat indikator pengukur volume air secara visual atau digital, sehingga petugas hanya memperkirakan bahwa tangki telah penuh berdasarkan durasi waktu atau suara air yang meluap dari lubang pengisian. Selama proses observasi, ditemukan beberapa permasalahan, di antaranya:

1. Tidak adanya sistem indicator level air
2. Pengisian dilakukan berdasarkan pengalaman petugas dengan risiko *human error*
3. Tidak terdapat sistem pemantauan jarak
4. Air dalam tangka terkadang tidak bersih

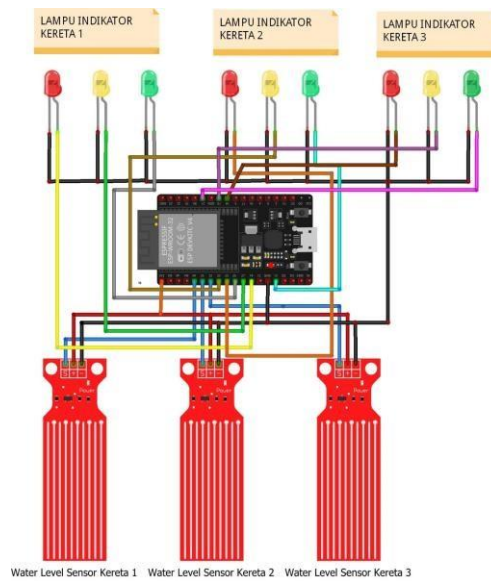
B. Studi Literasi

Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring berbasis Internet of things menggunakan ESP32, sensor ultrasonik, dan relay, dengan aplikasi Blynk serta Telegram sebagai media pemantauan dan notifikasi. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk melihat level air secara real-time dan mengontrol pompa air secara otomatis atau manual melalui aplikasi. Pengujian sistem menunjukkan bahwa sensor ultrasonik memiliki akurasi tinggi dalam mendeteksi level air, sementara sistem kendali pompa berbasis relay bekerja dengan baik dalam mengisidasi menghentikan aliran air sesuai dengan batas yang telah ditentukan. Dengan adanya sistem ini, pengguna dapat lebih mudah mengontrol ketersediaan air dan menghindari pemborosan.

C. Perencanaan Alat

1. Pembuatan Skema Kerja

Pembuatan skema ini dibuat dengan tujuan untuk memonitoring water level di water tank yang dapat dimonitoring oleh petugas kereta melalui smartphone. Cara kerja kerja alat ini adalah dengan menghubungkan antara mikrokontroler dengan smartphone yang dapat memonitoring volume air yang ada pada water tank yang di baca oleh sensor water level dan akan memberi notifikasi pada lampu indikator, dengan begitu petugas kereta dapat memutuskan kapan harus mengisi air di stasiun berikutnya. Uraian cara kerja dapat di jelaskan lewat wiring diagram di bawah ini:



Gambar 3.1 Wiring Diagram

Wiring diagram memperlihatkan detail koneksi kabel antara sensor water level, mikrokontroler ESP32, dan LED indikator. Diagram ini penting karena membantu teknisi dalam memastikan jalur koneksi sesuai dengan desain yang diharapkan (Mikroelektronika, 2020). [13]

Keterangan:

- 1) Rangkaian Sensor water level dengan ESP 32
 - a. Pin (+) Akan dihubungkan dengan 3.2V ESP 32
 - b. Pin (-) Akan dihubungkan dengan GND ESP 32.
 - c. Pin S pada sensor 1 akan dihubungkan dengan pin A34 untuk membaca water tank 1.
 - d. Pin S pada sensor 2 akan dihubungkan dengan pin A35 untuk membaca water tank 2.
 - e. Pin S pada sensor 3 akan dihubungkan dengan pin A32 untuk membaca water tank 3.
- 2) Rangkaian ESP 32 dengan lampu LED
 - a. Kaki positif LED merah kereta 1 akan di hubungkan pada pin D14 untuk membaca status LOW pada kereta 1.
 - b. Kaki positif LED kuning kereta 1 akan di hubungkan pada pin D27 untuk membaca status MEDIUM pada kereta 1.
 - c. Kaki positif LED merah kereta 1 akan di hubungkan pada pin D26 untuk membaca status FULL pada kereta 1.
 - d. Kaki positif LED merah kereta 2 akan di hubungkan pada pin D25 untuk membaca status LOW pada kereta 2. Kaki positif LED kuning kereta 2 akan di hubungkan pada pin D33 untuk membaca status MEDIUM pada kereta 2.
 - e. Kaki positif LED merah kereta 2 akan di hubungkan pada pin D13 untuk membaca status FULL pada kereta 2.
 - f. Kaki positif LED merah kereta 3 akan di hubungkan pada pin D18 untuk membaca status LOW pada kereta 2.
 - g. Kaki positif LED kuning kereta 3 akan di hubungkan pada pin D19 untuk membaca status MEDIUM pada kereta 3.
 - h. Kaki positif LED merah kereta 3 akan di hubungkan pada pin D21 untuk membaca status FULL pada kereta 3.
 - i. Kaki negatif lampu LED di jumper jadikan satu di sambungkan ke GND ESP 32.

2. Perencanaan Perangkat Keras

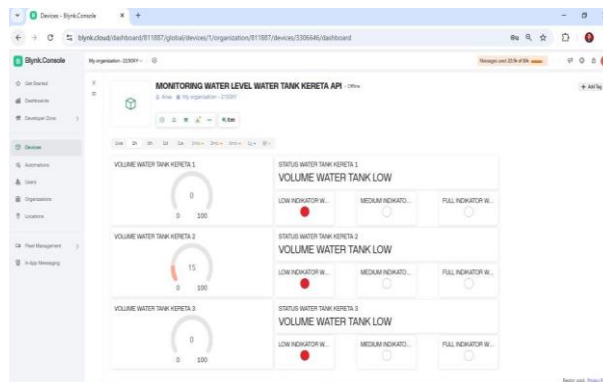
Dalam perancangan perangkat keras ini membahas tentang keseluruhan metode untuk membuat perangkat keras yang digunakan untuk memonitoring water level pada water tank kereta sesuai dengan perencanaan awal. Proses perencanaan perangkat keras dimulai dengan :

- Pengumpulan semua komponen yang digunakan untuk memudahkan dalam merakit semua sistem control yang akan digunakan,
- Penyusunan komponen dalam box dan pemberian marking
- Penggabungan semua komponen untuk system
- Pemasangan komponen sensor water level

3. Perencanaan Perangkat Lunak

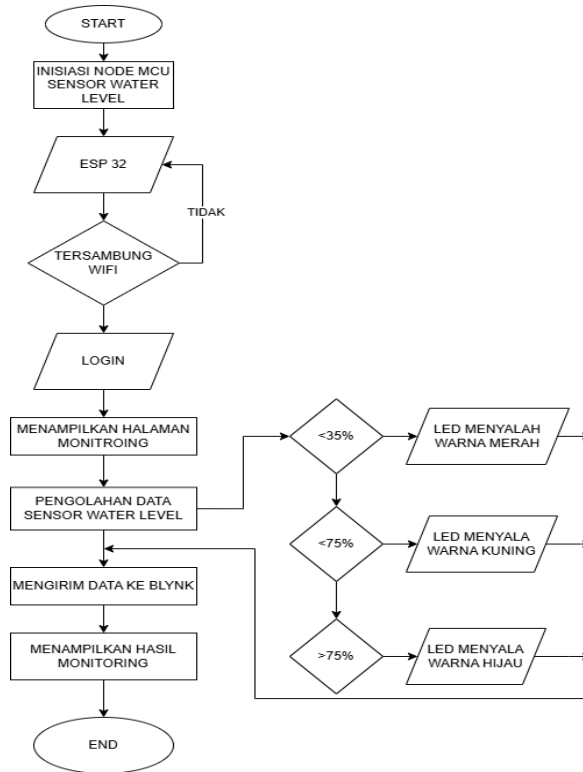
Perancangan pada perangkat lunak untuk membahas keseluruhan metode yang dilakukan dalam menyelesaikan penyusunan program sesuai perencanaan awal pada perancangan ini pemrograman menggunakan menggunakan Arduino IDE karena mikrokontroler menggunakan NodeMCU ESP 32. Berikut merupakan metode yang akan dilakukan:

- Instal aplikasi Arduino IDE dengan versi 2.3.6 versi desktop
- Penyusunan Program dilakukan sesuai dengan alur kerja control
- Pengamatan dan pengecekan hasil penyusunan program
- Pemilihan board system
- Pemilihan komunikasi COM
- Uploud program ke mikrokontroler
- Mempersiapkan Aplikasi BLYNK yang digunakan untuk memonitoring water level secara real time menggunakan smartphone
- Membuat Dashboard
- melakukan konfigurasi dengan program yang sudah diuat dengan cara memasukkan alamat token ke program mikrokontroler
- membuat aplikasi menggunakan smartphone agar teknisi kereta api lebih mudah dalam memonitoring water level menggunakan smartphone yang dipunyai.
- membuat dashboard versi smartphone untuk memudahkan teknisi kereta untuk memantau volume air pada water tank kereta melalui smartphone
- lakukan percobaan menggunakan smartphone maupun menggunakan versi web. Berikut merupakan tampilan versi web ketika aplikasi tersebut telah berhasil di install



Gambar 3.2 Tampilan Versi Web

Menunjukkan kestabilan koneksi WiFi ESP32 pada berbagai jarak. Hasil uji menunjukkan tidak ada delay signifikan, yang membuktikan sistem dapat digunakan untuk monitoring real-time (Rahman dkk., 2020). [14] Setelah menguraikan proses perancangan perangkat lunak dan perangkat keras selanjutnya dapat digambarkan sebuah flowchart sebagai berikut:



Gambar 3.3 Flowchart

Flowchart ini menjelaskan alur kerja sistem secara keseluruhan mulai dari sensor membaca data, mikrokontroler memproses, hingga output ditampilkan melalui LED dan aplikasi. Model ini mendukung prinsip rekayasa perangkat lunak berbasis IoT (Oktavian & Suryana, 2020). [15]

D. Pengujian Alat

1. Pengujian Mikrokontroler ESP 32

Berikut hasil pengujian mikrokontroler ESP 32 dengan menggunakan beberapa program dan mengukur tegangan outputnya yang dapat dilihat dari gambar di bawah ini:

Tabel 3.1 Uji Output ESP 32

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1	Tegangan Input	5 V
2	Tegangan Output	3.3 V
3	Output Serial	Ditampilkan

Menampilkan hasil uji tegangan kerja ESP32 yang konsisten dengan kebutuhan sistem. Uji ini penting untuk memastikan perangkat berfungsi optimal sebelum integrasi dengan sensor (Mikroelektronika, 2020). [16]

Dari pengujian tersebut dapat disimpulkan dengan mengukur tegangan input ESP 32 yang terukur pada gambar 4.19 dan tegangan output pada gambar 4.20 dan output serial monitor pada pada gambar

4.18 bahwa ESP dapat digunakan sesuai dengan tegangan kerja dan dapat merespon apa yang kita program

2. Pengujian Koneksi Wifi ESP 32

Berikut hasil pengujian mikrokontroler ESP 32 dengan menggunakan beberapa program, mencoba dengan berbagai jarak dan menampilkannya pada serial monitor pada aplikasi arduino IDE yang dapat dilihat dari gambar di bawah ini:

Tabel 3.2 Koneksi Wifi

No	Kategori	Jarak	Status
1	WiFi Aktif	5 M	Terhubung
		10 M	Terhubung
		15 M	Terhubung
2	WiFi Tidak Aktif	-	-

Dari pengujian tersebut dengan menggunakan beberapa program dapat disimpulkan pada tabel 4.2 melakukan percobaan sebanyak 6 kali yaitu pengujian output serial port, wifi aktif pada 5 meter, wifi aktif pada 10 meter, wifi aktif pada 15 meter. Dari pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler ESP 32 berjalan dengan normal dalam keadaan baik yang akan digunakan untuk mengendalikan semua rangkaian.

3. Pengujian Sensor Water Level

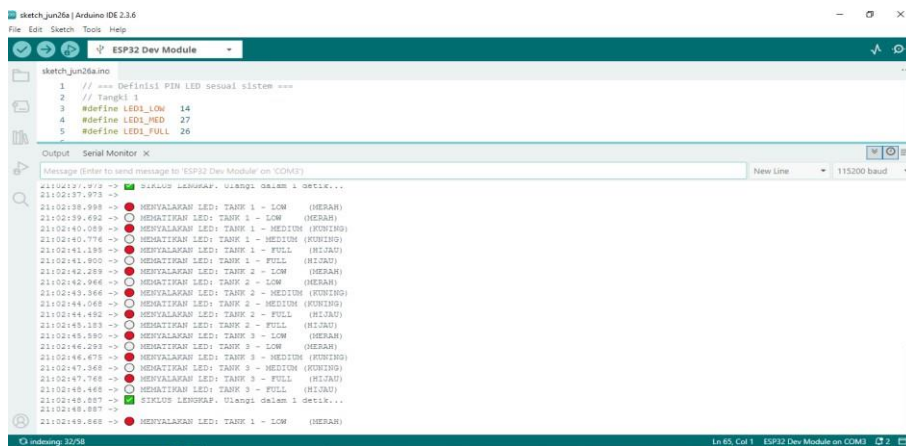
Tabel 3.3 Pengujian Sensor

No	Percobaan	Uji Minimal			Uji Maksimal		
		Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3
1	Uji Ke 1	0	0	0	2128	2000	2148
2	Uji Ke 2	0	0	0	2115	2031	2141
3	Uji Ke 3	0	0	0	2109	2037	2145
4	Uji Ke 4	0	0	0	2079	2047	2123
5	Uji Ke 5	0	0	0	2105	2069	2124

Dari pengujian sensor water level dengan melakukan beberapa program dan beberapa percobaan maka dapat dilihat dari gambar 4.23, gambar 4.24, gambar 4.25 dan tabel 4.3 sudah berhasil melakukan 5 kali uji coba yang di dapatkan hasil pada waktu sensor kosong adalah 0 dan sensor dengan terisi air full adalah 2148 dan serial monitor pada aplikasi arduino IDE di tampilkan semua maka dapat disimpulkan sensor water level bekerja dengan baik dan dapat digunakan.

4. Pengujian Lampu LED

Berikut hasil peengujian lampu LED untuk lampu indikator menggunakan mikrokontroler ESP32 dan 9 lampu LED dengan identifikasi 3 LED untuk indikator low, 3 LED indikator medium, 3 LED indikator full yang yang hasilnya di tampilkan pada serial monitor pada aplikasi arduino IDE.

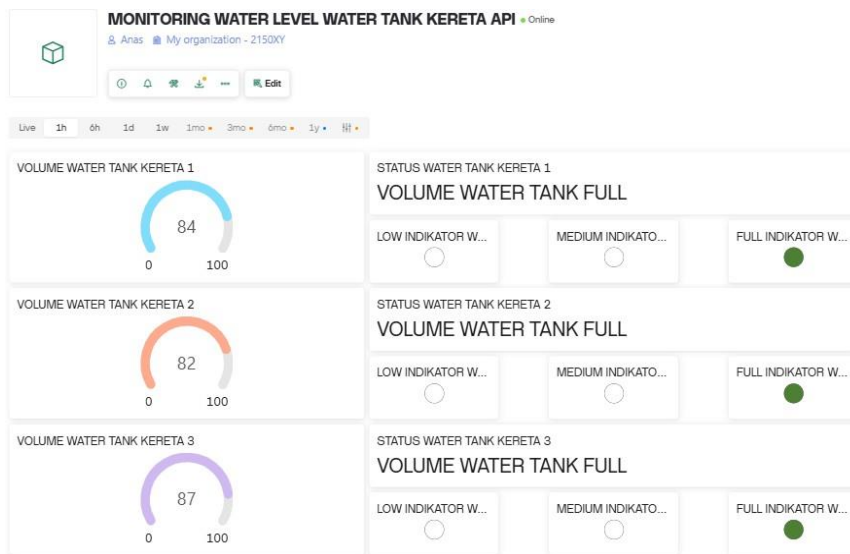


Gambar 3.4 Tampilan Serial Monitor Indikator LED

Dari pengujian tersebut dengan melakukan beberapa pemograman dengan 9 percobaan dapat disimpulkan bahwa LED bekerja dengan normal dengan serial monitor pada aplikasi arduino IDE ditampilkan dan LED pada box kontrol menyala dengan normal sehingga LED dapa digunakan untuk lampu indikator.

5. Pengujian Aplikasi BLYNK

Berikut hasil pengujian aplikasi BLYNK dengan cara menggunakan mikrokontroler ESP 32 dan sensor water level dengan 3 metode yaitu sensor pada waktu tidak ada air, sensor dengan air setengah, sensor dengan air full sebagai berikut:



Gambar 3.5 Tampilan Full

Dari pengujian tersebut dengan melakukan beberapa pemrograman dengan 3 percobaan dapat disimpulkan bahwa aplikasi BLYNK dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler ESP 32 dengan koneksi WIFI. Mikrokontroler dapat membaca sensor water level dan mengirimkannya ke aplikasi BLYNK untuk memonitoring water level dengan baik. Dengan begitu aplikasi BLYNK dapat digunakan untuk memonitoring water level baik dengan versi web maupun versi smartphone.

6. Pengujian Sistem Keseluruhan

Berikut merupakan hasil dari pengujian sistem keseluruhan :

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Sensor Kereta 1

No	Sensor	Letak Sensor	Nilai Pengujian	Status	Lampu indikator
1	Sensor Kereta 1	Air Kosong	0%	VOLUME WATER TANK LOW	Menyala Merah
2	Sensor Kereta 1	70 % Air	75%	VOLUME WATER TANK MEDIUM	Meyala Kuning
3	Sensor Kereta 1	Air Full	100%	VOLUME WATER TANK FULL	Menyala Hijau

Tabel 3.5 Hasil Pengujian Sensor Kereta 2

No	Sensor	Letak Sensor	Nilai Pengujian	Status	Lampu indikator
1	Sensor Kereta 2	Air Kosong	0%	VOLUME WATER TANK LOW	Menyala Merah
2	Sensor Kereta 2	70 % Air	71%	VOLUME WATER TANK MEDIUM	Meyala Kuning
3	Sensor Kereta 2	Air Full	100%	VOLUME WATER TANK FULL	Menyala Hijau

Tabel 3.6 Hasil Pengujian Sensor Kereta 3

No	Sensor	Letak Sensor	Nilai Pengujian	Status	Lampu indikator
1	Sensor Kereta 3	Air kosong	0%	VOLUME WATER TANK LOW	Menyala Merah
2	Sensor Kereta 3	70 % Air	70%	VOLUME WATER TANK MEDIUM	Meyala Kuning
3	Sensor Kereta 3	Air Full	98%	VOLUME WATER TANK FULL	Menyala Hijau

Pada sensor kereta 1, pembacaan sensor pada water tank Kereta 1 menunjukkan nilai ADC pada kondisi kosong sekitar 0–50, dan saat penuh mencapai sekitar 2105–2128. Setelah dilakukan pemetaan ke persentase nilai ADC, 0–2128, ke persentase (0, 100), nilai level air tampil secara proporsional di dashboard Blynk. Indikator LED fisik menyala sesuai kondisi: LOW (0–35%) LED merah menyala, MEDIUM (36–75%) LED kuning menyala, FULL (75–100%) LED hijau menyala. Notifikasi Blynk muncul saat level air berubah status, misalnya dari LOW ke MEDIUM dan ke FULL. Tidak ditemukan delay yang berarti dalam pengiriman data ke aplikasi.

Pada sensor kereta 2, Sensor pada water tank Kereta 2 memiliki karakteristik serupa dengan tangki 1 setelah dilakukan kalibrasi ulang. Nilai sensor terbaca stabil di kisaran nilai ADC yang sama (0–2069) tergantung level air. Indikator LED fisik menyala sesuai kondisi: LOW (0–35%) LED merah menyala, MEDIUM (36–75%) LED kuning menyala, FULL (76–100%) LED hijau menyala. Notifikasi Blynk muncul saat level air berubah status, misalnya dari LOW ke MEDIUM dan ke FULL. Sistem berhasil mengirimkan data ke Blynk secara real-time setiap 3 detik. Tidak ditemukan delay yang berarti dalam pengiriman data ke aplikasi.

Pada sensor kereta 3, Sensor pada water tank Kereta 3 menunjukkan nilai ADC saat kosong berkisar pada 0, dan saat penuh berada di kisaran 2123 hingga 2148. Nilai ini cukup konsisten dan lebih stabil dibandingkan sensor lainnya, dengan fluktuasi maksimal hanya sekitar 25 poin. Setelah dilakukan pemetaan menggunakan nilai analog dari sensor dapat ditransformasikan secara proporsional ke dalam format persentase. Tampilan ditampilkan di dashboard Blynk melalui widget. Indikator LED fisik menyala sesuai kondisi: LOW (0–35%) LED merah menyala, MEDIUM (36–75%) LED kuning menyala, FULL (75–100%) LED hijau menyala. Notifikasi Blynk muncul saat level air berubah

status, misalnya dari LOW ke MEDIUM dan ke FULL. Sistem berhasil mengirimkan data ke Blynk secara real-time setiap 3 detik. Tidak ditemukan delay yang berarti dalam pengiriman data ke aplikasi.

Ketiga tabel ini menunjukkan hasil pengujian sistem monitoring pada tiga tangki air kereta. Data sensor berhasil dipetakan ke dalam persentase, ditampilkan melalui LED indikator, dan dikirimkan ke aplikasi Blynk. Hasil ini membuktikan sistem dapat bekerja stabil pada berbagai kondisi (Suryana & Hidayat, 2021).

IV. KESIMPULAN

1. Sistem monitoring water level yang dirancang berhasil berfungsi sesuai dengan tujuan, yaitu memantau ketinggian air dalam tiga water tank untuk lavatory kereta secara real-time menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor level air.
2. Mikrokontroler ESP32 mampu membaca data dari ketiga sensor analog secara stabil, dengan rentang nilai ADC antara 0 (tangki kosong) hingga ± 2263 (tangki penuh). Data ini dipetakan ke dalam bentuk persentase (0–100%) guna memudahkan visualisasi dan pemantauan.
3. Sistem menampilkan status level air secara real-time dalam bentuk persentase pada dashboard Blynk.
4. Indikator status LOW, MEDIUM, dan FULL divisualisasikan melalui LED fisik serta tampilan virtual di aplikasi.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Standar Pelayanan Minimum (SPM) Berdasarkan PM 47 Tahun 2014 menetapkan standar pelayanan minimum untuk angkutan orang dengan kereta api. (di akses 6 Oktober 2023).
- [2] Hanum, R., Anwar, M., & Putri, S. (2022). Analisis Kepuasan Penumpang terhadap Fasilitas Toilet pada Kereta Api Ekonomi di Indonesia. *Jurnal Transportasi Publik*, 14(1), 45–53.
- [3] Annisa Putri Hasanah, Muhammad Irfan Sarif, Hafni. (2025) Perancangan sistem monitoring level air menggunakan sensor ultrasonik berbasis IOT dengan aplikasi BLYNK. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas panca budi* (Diakases 17 Juni 2025).
- [4] Annisa Putri Hasanah, Muhammad Irfan Sarif, Hafni. (2025) Perancangan sistem monitoring level air menggunakan sensor ultrasonik berbasis IOT dengan aplikasi BLYNK. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas panca budi* (Diakases 17 Juni 2025).
- [5] Hasanah, A. P., Sarif, M. I., & Hafni. (2025). Perancangan sistem monitoring level air menggunakan sensor ultrasonik berbasis IoT dengan aplikasi BLYNK. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Panca Budi*.
- [6] Suryana, A., & Hidayat, M. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian Air Berbasis ESP32 dengan Aplikasi IoT. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 11(2), 120–128.
- [7] Rahman, A., Nugroho, P., & Lestari, D. (2020). Sistem Monitoring Ketinggian Air Berbasis NodeMCU dengan Notifikasi Telegram. *Jurnal Teknologi Informasi*, 9(3), 155–162.
- [8] Pressman, R. (2015). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (8th ed.). McGraw Hill.
- [9] Sedra, A. S., & Smith, K. C. (2014). *Microelectronic Circuits* (7th ed.). Oxford University Press.
- [10] Horowitz, P., & Hill, W. (2015). *The Art of Electronics* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- [11] Espressif Systems. (2021). *ESP32 Technical Reference Manual*. Espressif Inc.
- [12] Espressif Systems. (2021). *ESP32 Technical Reference Manual*. Espressif Inc.
- [13] Mikroelektronika. (2020). *Practical Guide to IoT with ESP32*. MikroElektronika.
- [14] Rahman, A., Nugroho, P., & Lestari, D. (2020). Sistem Monitoring Ketinggian Air Berbasis NodeMCU dengan Notifikasi Telegram. *Jurnal Teknologi Informasi*, 9(3), 155–162.
- [15] Oktavian, D., & Suryana, A. (2020). Internet of Things untuk Pemantauan Tangki Air. *Jurnal Teknologi Informasi*, 10(2), 101–110.
- [16] Mikroelektronika. (2020). *Practical Guide to IoT with ESP32*. MikroElektronika.
- [17] Suryana, A., & Hidayat, M. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian Air Berbasis ESP32 dengan Aplikasi IoT. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 11(2), 120–128.