

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian pengembangan atau Research and Development (R&D). Pendekatan ini dipilih karena berfokus pada proses merancang sekaligus menguji suatu produk agar dapat berfungsi sesuai tujuan. Metode R&D pada dasarnya bertujuan untuk menghasilkan suatu perangkat baru serta memastikan tingkat keberhasilan dan performanya melalui serangkaian uji coba. Dalam penelitian berjudul "Rancang Bangun Sistem Penghitung Penumpang Otomatis Berbasis Mikrokontroler untuk Monitoring Kapasitas dan Akurasi Pelaporan Data pada Armada Bus DAMRI", peneliti merancang sebuah alat yang memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai komponen utama pendeteksi. Seluruh proses mulai dari perencanaan, pembuatan, hingga pengujian alat dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat tersebut mampu bekerja secara akurat dalam mencatat jumlah penumpang serta mendukung sistem pelaporan data pada armada bus. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk tidak hanya menghasilkan produk, tetapi juga mengevaluasi kinerja alat secara langsung sehingga perbaikan dan pengembangan dapat dilakukan secara terarah.

III.2 Teknik Pengumpulan Data

Alam penelitian berjudul "Rancang Bangun Sistem Penghitung Penumpang Otomatis Berbasis Mikrokontroler untuk Monitoring Kapasitas dan Akurasi Pelaporan Data pada Armada Bus DAMRI", proses pengumpulan data dilakukan agar peneliti memperoleh informasi yang tepat untuk mendukung perancangan serta pengujian alat. Beberapa teknik yang digunakan antara lain:

1. Pengamatan Lapangan

Pengamatan dilakukan secara langsung pada kondisi operasional armada bus DAMRI. Tahap ini bertujuan untuk memahami kebutuhan sistem, posisi pemasangan sensor ultrasonik, alur naik-turun penumpang, serta kondisi nyata yang dapat memengaruhi performa alat. Hasil

pengamatan ini menjadi acuan dalam menentukan desain dan konfigurasi sistem agar sesuai dengan situasi di lapangan.

2. Studi Literatur

Peneliti mengumpulkan berbagai referensi yang berkaitan dengan mikrokontroler, sensor ultrasonik, teknik deteksi objek, sistem monitoring kapasitas penumpang, dan penelitian serupa. Literatur tersebut diperoleh dari buku, jurnal ilmiah, artikel, serta sumber digital lainnya. Informasi ini menjadi dasar teori yang memperkuat konsep serta pemilihan komponen pada alat yang dirancang.

3. Dokumentasi

Dokumentasi digunakan untuk mencatat setiap langkah mulai dari proses perancangan, pembuatan rangkaian, penulisan program, hingga tahap pengujian alat. Data yang dikumpulkan berupa foto, rekaman video, hasil penghitungan sensor, serta catatan teknis yang diperlukan sebagai bukti dan bahan analisis.

III.3 Data Penelitian

III.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data utama yang diperoleh langsung dari proses penelitian yang peneliti lakukan sendiri. Informasi ini bersifat aktual karena berasal dari kegiatan perancangan maupun uji coba alat. Data primer dalam penelitian ini meliputi:

- a. Data pembacaan sensor ultrasonik
- b. Hasil kerja mikrokontroler.
- c. Catatan proses perancangan alat.

Data hasil uji lapangan

III.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data pendukung yang diperoleh dari berbagai sumber tertulis dan relevan dengan pokok penelitian. Jenis data ini membantu peneliti memahami teori dasar, teknologi yang digunakan, serta

penelitian sebelumnya. Dokumen pendukung dari pihak DAMRI berupa informasi terkait kapasitas bus, pola naik-turun penumpang, atau kebutuhan monitoring data yang digunakan sebagai acuan dalam membuat sistem.

III.4 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini menjelaskan langkah-langkah yang ditempuh peneliti dalam merancang hingga menguji sistem penghitung penumpang otomatis berbasis mikrokontroler dengan sensor ultrasonik pada armada Bus DAMRI. Setiap tahap disusun berurutan mulai dari identifikasi masalah sampai penarikan kesimpulan.

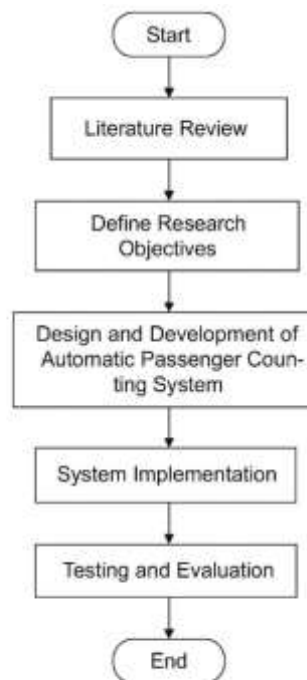


Figure 1. Research Methodology

Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian

1. Start

Penelitian dimulai dengan penentuan topik terkait kebutuhan monitoring kapasitas penumpang pada armada bus DAMRI yang masih dilakukan secara manual.

2. Literature Review

Pada tahap ini dilakukan telaah pustaka mengenai:

- a. Sistem penghitung penumpang otomatis (Passenger Counting System)
- b. Sensor ultrasonik dan akurasi
- c. Mikrokontroler ESP32 sebagai perangkat IoT
- d. Digitalisasi transportasi dan konsep Smart Mobility
- e. Standar load factor dan risiko overcapacity

Tujuan dari tahap ini adalah memahami teknologi, metode, dan penelitian sebelumnya sebagai dasar perancangan sistem.

3. Define Research Objectives

Tujuan penelitian dirumuskan secara spesifik, antara lain:

- a. Mendesain sistem penghitung penumpang otomatis berbasis mikrokontroler
- b. Menghasilkan data jumlah penumpang secara real-time
- c. Mengembangkan sistem peringatan kapasitas (buzzer)
- d. Mengirimkan data ke dashboard/Telegram sebagai laporan digital

Tahap ini memastikan arah penelitian terukur dan fokus.

4. Design and Development of Automatic Passenger Counting System

Tahap perancangan dan pengembangan sistem meliputi:

- a. Desain blok diagram sistem
- b. Pemilihan komponen (ESP32, HC-SR04, LCD I2C, buzzer)
- c. Pembuatan rancangan rangkaian elektronik (Fritzing)
- d. Perancangan algoritma penghitung masuk–keluar penumpang
- e. Desain casing/penempatan sensor pada pintu bus

Ini merupakan inti penelitian karena menciptakan bentuk awal (prototipe) dari sistem.

5. System Implementation

Pada tahap ini rancangan diwujudkan menjadi alat fisik:

- a. Perakitan komponen hardware

- b. Pemrograman ESP32 menggunakan Arduino IDE
- c. Penggabungan sensor dengan logika penghitung
- d. Integrasi IoT (pengiriman data via WiFi ke Telegram)
- e. Penempatan sensor dan uji posisi terbaik

Tahap ini memastikan sistem dapat bekerja secara nyata.

6. Testing and Evaluation

Sistem diuji menggunakan skenario nyata:

- a. Uji akurasi sensor ultrasonik dalam menghitung penumpang
- b. Uji kondisi cahaya, jarak, intensitas pergerakan
- c. Pengujian respons buzzer saat mencapai kapasitas maksimal
- d. Validasi pengiriman data real-time ke Telegram
- e. Perbandingan hasil manual vs otomatis

Dari tahap ini dilakukan evaluasi untuk mengetahui kelebihan, kekurangan, dan potensi pengembangan lebih lanjut.

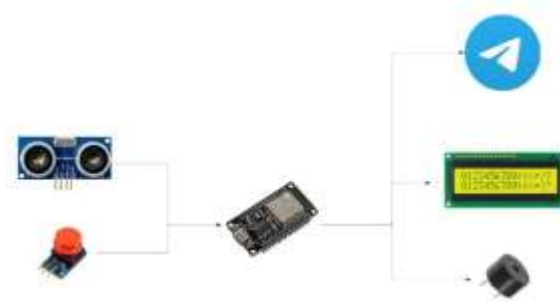
7. End

Penelitian ditutup dengan:

- a. Penarikan kesimpulan
- b. Memberikan rekomendasi/saran pengembangan
- c. Persiapan laporan akhir

III.5 Diagram Blok Rancangan Alat menggunakan website lucidchart

Disajikan sebuah diagram blok untuk memperjelas mengenai tahap perancangan alat. Diagram blok berupa input, pemroses, dan juga output dari alat yang akan dibuat.



Gambar III. 2 Diagram blok rancangan alat

Gambar di atas menunjukkan Diagram blok rancangan alat disusun untuk memberikan gambaran umum mengenai hubungan antar komponen utama yang digunakan dalam sistem penghitung penumpang otomatis. Penyusunan diagram blok ini dibuat menggunakan website Lucidchart agar alur kerja sistem dapat divisualisasikan secara jelas dan sistematis.

Secara umum, diagram blok terdiri dari tiga bagian utama, yaitu input, proses, dan output. Pada bagian input, sistem menerima data dari dua buah sensor ultrasonik yang dipasang pada jalur masuk dan jalur keluar penumpang. Sensor ini berfungsi mendeteksi setiap pergerakan objek yang melewati pintu bus, baik saat penumpang naik maupun turun. Selain sensor, terdapat push button yang digunakan sebagai pengendali sistem, seperti tombol ON untuk memulai perjalanan dan tombol OFF untuk mengakhiri proses pencatatan.

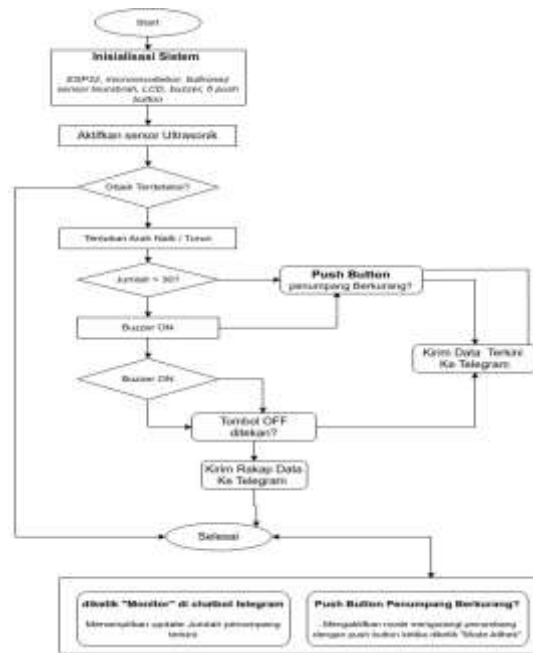
Bagian proses dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 yang berperan sebagai pusat pengolahan data. ESP32 menerima sinyal dari sensor ultrasonik kemudian mengolahnya menjadi data jumlah penumpang berdasarkan arah pergerakan. Data hasil pengolahan ini disimpan dan diperbarui secara terus-menerus selama perjalanan berlangsung. Selain itu, ESP32 juga menjalankan logika batas kapasitas penumpang. Apabila jumlah penumpang yang terdeteksi melebihi 30 orang, maka sistem secara otomatis akan mengaktifkan buzzer sebagai tanda peringatan.

Pada bagian output, sistem menampilkan informasi jumlah penumpang melalui LCD sehingga dapat dipantau secara langsung oleh pengemudi. Selain itu, buzzer berfungsi sebagai indikator peringatan ketika kapasitas penumpang telah

melampaui batas yang ditentukan. Data jumlah penumpang juga dapat dikirimkan melalui jaringan internet ke Telegram sebagai bentuk pelaporan digital.

Dengan rancangan diagram blok tersebut, sistem diharapkan mampu bekerja secara terintegrasi dalam menghitung jumlah penumpang, memberikan peringatan saat terjadi kelebihan kapasitas, serta mendukung monitoring data secara lebih akurat dan efisien.

III.6 Diagram Sistem Kerja Alat



Gambar III. 3 Diagram Sistem Kerja Alat

Diagram sistem kerja alat menggambarkan alur operasional sistem penghitung penumpang otomatis mulai dari perangkat dinyalakan hingga proses pelaporan data. Diagram ini disusun menggunakan Lucidchart untuk memudahkan pemahaman terhadap tahapan kerja sistem secara berurutan.

Pada tahap awal, sistem berada pada kondisi awal (start) kemudian melakukan proses inialisasi. Proses ini meliputi aktivasi mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik, LCD, buzzer, serta pengecekan koneksi jaringan. Setelah inialisasi selesai, sistem berada pada kondisi siaga dengan status jumlah penumpang bernilai nol.

Selanjutnya, sistem akan mulai bekerja ketika tombol ON ditekan sebagai tanda perjalanan dimulai. Pada kondisi ini, sensor ultrasonik mulai aktif mendeteksi objek yang melewati pintu masuk dan pintu keluar. Jika sensor pada jalur masuk

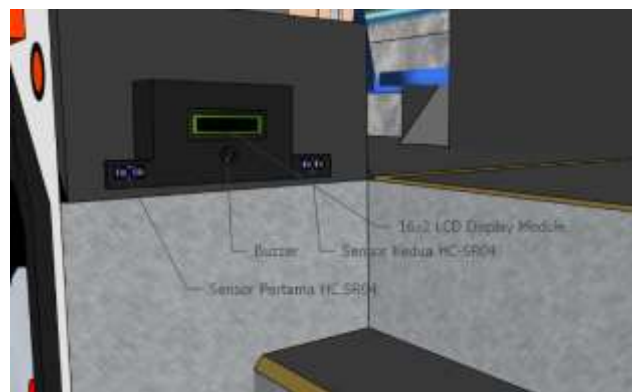
mendeteksi objek, sistem akan menambah jumlah penumpang. Sebaliknya, jika sensor pada jalur keluar mendeteksi objek, jumlah penumpang akan dikurangi.

Setiap perubahan jumlah penumpang akan diproses oleh ESP32 dan ditampilkan pada LCD secara real-time. Sistem kemudian melakukan pengecekan terhadap batas kapasitas. Apabila jumlah penumpang masih berada di bawah atau sama dengan 30 orang, sistem akan terus bekerja normal. Namun, jika jumlah penumpang terdeteksi melebihi 30 orang, maka buzzer akan berbunyi sebagai peringatan bahwa kapasitas penumpang telah melampaui batas yang ditetapkan.

Proses perhitungan ini berlangsung secara berulang selama perjalanan masih aktif. Ketika tombol OFF ditekan, sistem akan menghentikan proses pembacaan sensor dan melakukan rekapitulasi data jumlah penumpang. Data tersebut kemudian dapat dikirimkan melalui Telegram sebagai laporan akhir perjalanan. Setelah itu, sistem kembali ke kondisi awal dan siap digunakan kembali pada perjalanan berikutnya.

Dengan adanya diagram sistem kerja ini, alur operasional alat menjadi lebih jelas, mulai dari proses pendeteksian penumpang, pengolahan data, hingga pemberian peringatan saat terjadi kelebihan kapasitas penumpang.

III.7 Desain alat dan penempatan alat



Gambar III. 4 Desain alat

Gambar ini memperlihatkan modul utama sistem pendeteksi penumpang yang terpasang di bagian dalam bus. Terlihat dua sensor ultrasonik HC-SR04 yang diposisikan di sisi kiri dan kanan modul untuk mendeteksi pergerakan objek di area pintu. Pada bagian tengah terdapat layar LCD 16x2 yang digunakan untuk menampilkan informasi status sistem secara real-time. Selain itu, sebuah buzzer dipasang sebagai indikator suara yang akan aktif ketika sistem mendeteksi kondisi tertentu sesuai dengan logika pemrograman. Penempatan komponen dibuat terpusat untuk memudahkan pemantauan dan perawatan perangkat.



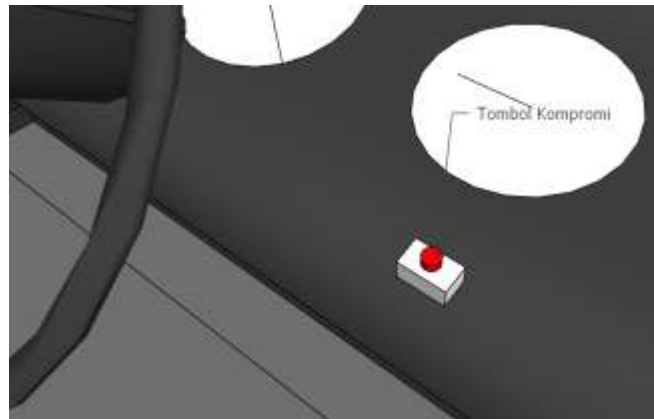
Gambar III. 5 Simulasi naik

Gambar ini menunjukkan lokasi pemasangan sensor ultrasonik HC-SR04 pada area pintu masuk bus. Sensor dipasang menghadap ke jalur naik penumpang sehingga mampu mendeteksi keberadaan objek atau penumpang yang melintas. Penempatan ini bertujuan untuk memastikan setiap aktivitas naik atau turun penumpang dapat terdeteksi secara optimal tanpa mengganggu kenyamanan pengguna bus.



Gambar III. 6 Simulasi turun

Gambar ini menggambarkan kondisi operasional sistem pendeteksi penumpang saat bus digunakan. Dua sensor ultrasonik terlihat terpasang di area pintu dengan arah pendeteksian yang saling melengkapi. Konfigurasi ini memungkinkan sistem membedakan arah pergerakan penumpang, baik saat naik maupun turun. Ilustrasi ini menunjukkan bahwa sistem bekerja secara otomatis mengikuti aktivitas penumpang di pintu bus.



Gambar III. 7 Tombol komromi

Gambar ini menampilkan tombol kompromi yang dipasang di area pengemudi. Tombol ini berfungsi sebagai kontrol manual untuk menyesuaikan sistem pendeteksi penumpang pada kondisi tertentu, seperti keberadaan penumpang non-resmi. Dengan adanya tombol ini, pengemudi dapat melakukan penyesuaian terhadap data pendeteksian sehingga sistem tetap fleksibel dan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.