

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN

Pada subbab ini membahas mengenai alat atau komponen yang akan digunakan dan kegunaan dari masing-masing komponen dari alat pendeteksi gas CO pada kabin mobil. Alat tersebut menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan dua sensor MQ-7 untuk mendeteksi kadar gas CO pada kabin mobil. Hasil pengukuran sensor MQ-7 ditampilkan pada layar LCD.

Tabel 3.1 Spesifikasi Alat dan Bahan

| No. | Alat dan Bahan | Jumlah | Spesifikasi Alat |
|-----|--|--------|--|
| 1. | Laptop yang sudah terinstall <i>software</i> Arduino IDE | 1 | Processor: Intel Core™ i5-8265U, Resolusi layar: 1600x900, RAM: 8 GB, Sistem Operasi: Windows 11. |
| 2. | Arduino Uno | 1 | Tegangan <i>supply</i> 5V, Memori flash 32 KB, SRAM 2 KB, EEPROM 1 KB, Frekuensi (<i>Clock Speed</i>) 16 MHz. |
| 3. | Sensor MQ-7 | 2 | Tegangan Operasi: 5V |
| 4. | LCD 16x2 | 1 | Tegangan Operasi: 5V, Tampilan: 16x2 karakter, Lampu latar: Biru, Ukuran: 80mm x 35mm x 11mm. |
| 5. | <i>Buzzer</i> | 1 | <i>Voltage</i> : 2.2 ~ 5.5 V, Arus: 30mA, Kebisingan suara yang dihasilkan pada jarak 10cm: 80dB, Frekuensi suara: 2300 ± 300 MHz. |
| 6. | <i>Dimmer AC</i> | 1 | Daya: 400V/600V (8A-24A), Frekuensi AC: 50/60 Hz, Sinyal Arus: > 10mA. |
| 7. | LED | 3 | Tegangan kerja menurut warna = Merah: 1.8 ~ 2.1 V, Kuning: 2.4 V, Hijau: 2.6 V. |
| 8. | <i>Exhaust Fan AC</i> | 2 | Operating voltage: 220V, Frekuensi AC: 50/60 Hz, Brushless AC fan Size 8cm x 8cm x 2.5cm |

3.1.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan pada pembuatan alat pendeteksi gas CO pada kabin mobil meliputi :

1. Laptop
Laptop berfungsi untuk memasukkan data program pada *software* Arduino IDE.
2. Arduino Uno
Arduino Uno berfungsi sebagai pengontrol dan pengolah data sensor MQ-7 pada sistem mendeteksi gas CO pada kendaraan.
3. Sensor MQ-7
Sensor MQ-7 berfungsi untuk mengukur kadar gas CO pada kabin mobil.
4. LCD 16x2
Pada perancangan alat ini, LCD berfungsi untuk melihat nilai kadar gas CO yang ada pada kabin mobil.
5. *Buzzer*
Buzzer berfungsi sebagai peringatan atau pengingat kepada pengemudi kendaraan jika gas CO di dalam kendaraan melebihi ambang batas.
6. *Dimmer AC*
Dimmer AC berfungsi untuk mengontrol tegangan arus bolak-balik dan digunakan untuk menyalakan / mematikan daya pada *exhaust fan*.
7. LED
LED berfungsi sebagai indikator bahaya, waspada dan aman. LED berwarna merah untuk menampilkan status bahaya, LED berwarna kuning untuk menampilkan status waspada dan LED berwarna hijau untuk menampilkan status aman.
8. *Exhaust Fan AC*
Exhaust fan berfungsi sebagai penghisap gas CO pada kabin mobil.

3.1.2 Perangkat Lunak (*Software*)

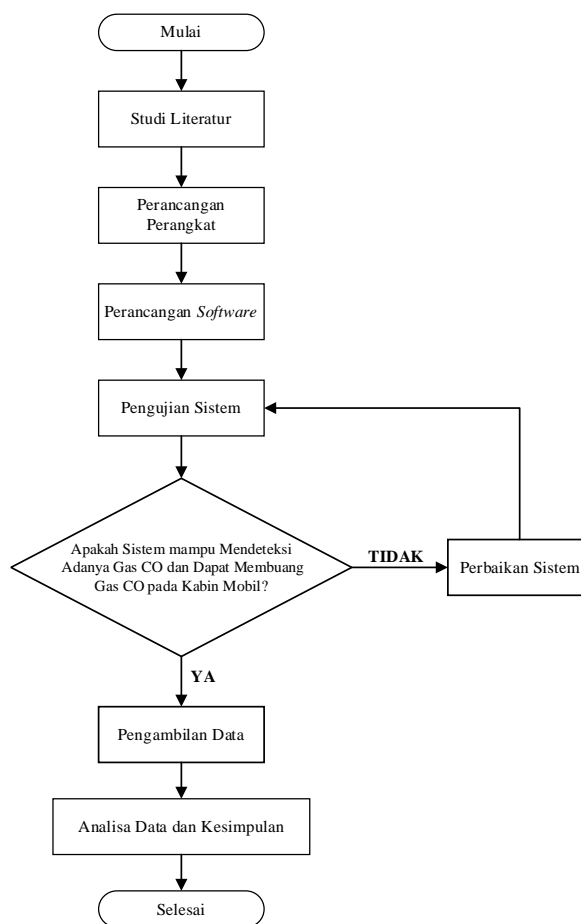
Perangkat lunak (*software*) yang digunakan pada pembuatan alat pendeteksi gas CO pada kabin mobil yaitu :

1. Arduino IDE

Arduino IDE pada perancangan alat pendeteksi gas CO pada kabin mobil berfungsi untuk memprogram sensor MQ-7 pada Arduino.

3.2 ALUR PENELITIAN

Pada bagian ini membahas mengenai beberapa tahap atau alur yang akan dilakukan selama proses penelitian. Perancangan alur penelitian dilakukan secara bertahap agar mempermudah proses penelitian.



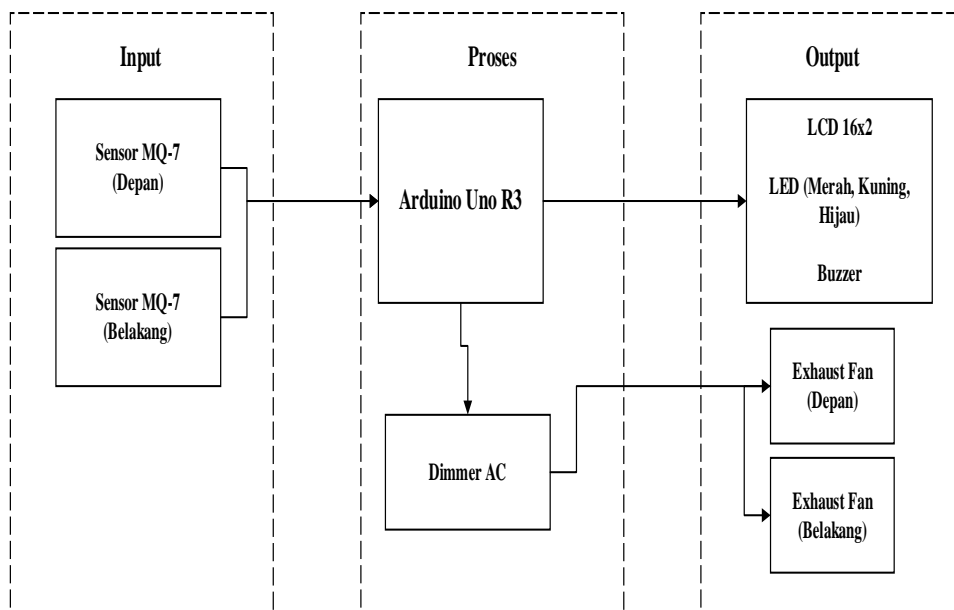
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Pada gambar 3.1 merupakan diagram alur penelitian secara bertahap. Dimulai dengan tahap studi literatur dan pengumpulan dasar pemikiran untuk memperkuat penelitian. Sumber informasi yang digunakan pada tahap tinjauan literatur antara lain jurnal, *e-book*, *website* resmi, dll. Kemudian pada langkah berikutnya yaitu perancangan perangkat atau sistem. Perancangan sistem dilakukan

dengan menggunakan beberapa perangkat keras yang diintegrasikan ke dalam sistem pendeteksi gas CO di dalam kabin mobil. Langkah selanjutnya adalah merancang perangkat lunak Arduino IDE yang bertujuan untuk memastikan bahwa sistem mengikuti instruksi. Berikutnya adalah program pengontrol PID yang digunakan sebagai pengontrol *setpoint* kandungan gas CO. Pengujian dan fungsi sistem kemudian dijalankan untuk memverifikasi bahwa sistem bekerja secara optimal dan berfungsi sesuai dengan perintah yang tertulis dalam kode program. Jika terjadi kegagalan sistem, lakukan pemulihan sistem dengan memperbaiki perangkat keras dan perangkat lunak. Setelah sistem diperbaiki, maka akan kembali diuji untuk memastikannya bekerja secara optimal. Jika tidak ada kesalahan, langkah selanjutnya adalah mengumpulkan data dan melakukan analisis seluruh sistem. Analisis sistem yang dilakukan meliputi analisis kinerja sensor MQ-7 dan *exhaust fan*, serta analisis keseluruhan yang digunakan dalam penelitian. Setelah melakukan analisis, tahap selanjutnya adalah menarik kesimpulan dan saran setelah melakukan penelitian.

3.2.1 Perancangan *Hardware*

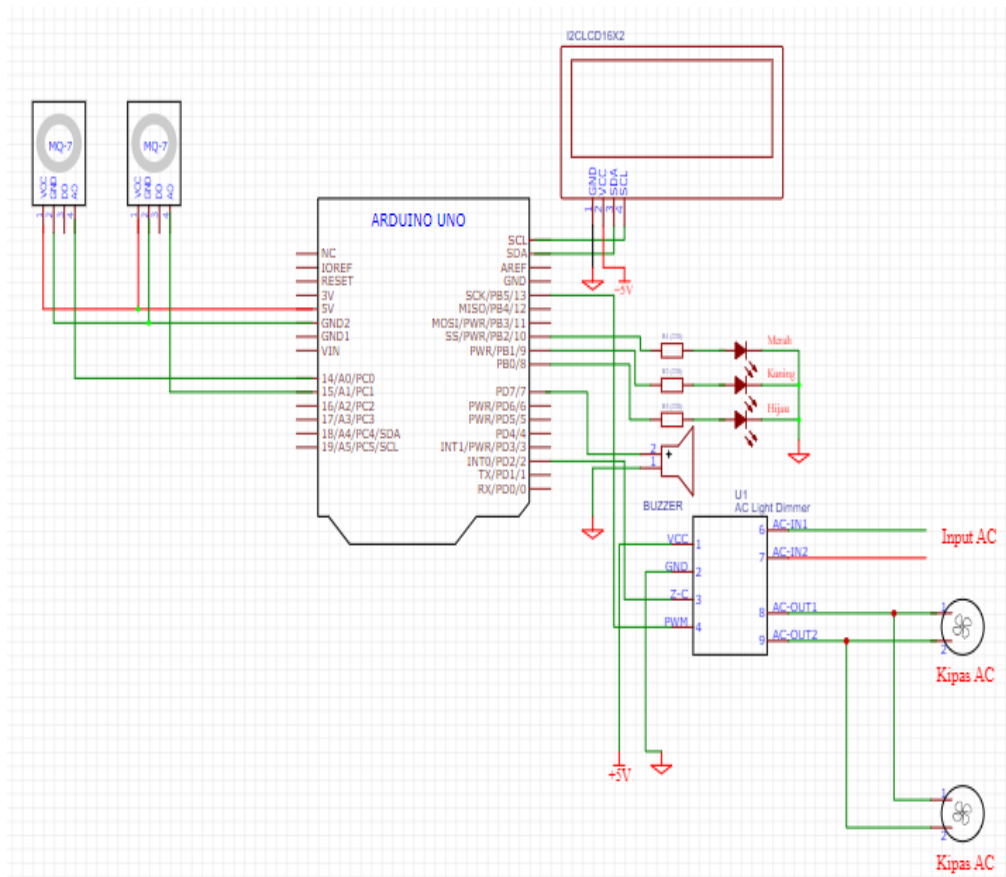
Pada perancangan *hardware*, menggunakan beberapa komponen yang meliputi 2 (dua) sensor MQ-7, Arduino UNO, LCD 16x2, LED, *Buzzer*, *Dimmer AC* dan 2 (dua) *Exhaust Fan*.



Gambar 3.2 Diagram Sistem Keseluruhan

Pada gambar 3.2 merupakan blok diagram sistem keseluruhan. Diagram sistem tersebut memiliki 3 bagian yang meliputi *input*, proses dan *output*. Pada bagian *input* terdapat dua buah sensor MQ-7 yang berfungsi untuk mendeteksi gas CO pada kabin mobil bagian depan dan kabin bagian belakang. Selanjutnya pada bagian proses terdapat Arduino UNO yang memiliki fungsi untuk membaca data dari sensor MQ-7. Pada bagian proses juga terdapat *dimmer* AC yang berfungsi untuk mengontrol tegangan arus bolak-balik dan digunakan untuk menyalakan atau mematikan daya pada *exhaust fan*. Selanjutnya pada bagian *output* terdapat LCD yang berfungsi untuk menampilkan kadar gas CO dalam satuan ppm yang ada pada kabin mobil, terdapat LED sebagai indikator, kemudian terdapat *buzzer* sebagai alarm peringatan apabila sensor mendeteksi adanya kadar gas CO yang melebihi ambang batas dan *exhaust fan* akan menyala bersama dengan *buzzer* apabila terdapat gas CO yang melebihi ambang batas.

3.2.2 Skematik Rangkaian



Gambar 3.3 Skematik Rangkaian Menggunakan Software EasyEDA

Gambar 3.3 menunjukkan skematik rangkaian alat pendeteksi gas CO pada kabin mobil dengan menggunakan *software EasyEDA*. Dengan menggunakan dua sensor MQ-7 yang berfungsi mendeteksi gas CO di dalam kabin mobil. Jarak pembacaan optimal pada sensor MQ-7 adalah 30-60 cm, sehingga tujuan penggunaan dua buah sensor MQ-7 adalah agar pembacaan sensor menjadi lebih optimal. Kemudian ketika sensor telah membaca kadar gas CO yang ada pada kabin mobil maka akan diolah atau diproses oleh Arduino UNO dan akan diteruskan kepada pengguna berupa tampilan melalui layar LCD. Selain berupa tampilan, juga terdapat indikator LED, *buzzer* sebagai alarm peringatan dan *exhaust fan* yang berfungsi untuk membuang gas CO pada kabin mobil agar udara dapat bersirkulasi.

Tabel 3.2 Koneksi Port Sensor MQ-7 ke Arduino Uno

| Sensor MQ-7 (Depan) | | Sensor MQ-7 (Belakang) | |
|---------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| <i>Port MQ-7 A</i> | <i>Port Arduino</i> | <i>Port MQ-7 B</i> | <i>Port Arduino</i> |
| VCC | 5V | VCC | 5V |
| GND | GND | GND | GND |
| AO | A0 | AO | A1 |

Pada Tabel 3.2 merupakan koneksi *port* sensor MQ-7 ke Arduino Uno. Berdasarkan Tabel 3.2, pin pada sensor MQ-7 “VCC” terhubung pada pin “5V” pada Arduino Uno. Selanjutnya pin pada sensor MQ-7 “GND” terhubung pada pin “GND” pada Arduino. Kemudian pin pada sensor MQ-7 A (Depan) “AO” disambungkan pada pin “A0” pada Arduino. Dan pin pada sensor MQ-7 B (Belakang) “AO” disambungkan pada pin “A1” pada Arduino.

Tabel 3.3 Koneksi Port LCD 16x2 ke Arduino Uno

| <i>Port LCD</i> | <i>Port Arduino</i> |
|-----------------|---------------------|
| VCC | 5V |
| GND | GND |
| SDA | SDA |
| SCL | SCL |

Tabel 3.3 merupakan koneksi *port* LCD 16x2 ke Arduino Uno. Berdasarkan Tabel 3.3, pin pada module LCD 16X2 “VCC” disambungkan pada pin “5V” Arduino. Kemudian pin pada module LCD 16X2 “GND” dihubungkan dengan pin “GND” pada Arduino. Selanjutnya pin pada module LCD 16X2 “SDA” terhubung dengan pin “SDA” pada Arduino. Pin pada module LCD 16X2 “SCL” disambungkan dengan pin “SCL” pada Arduino.

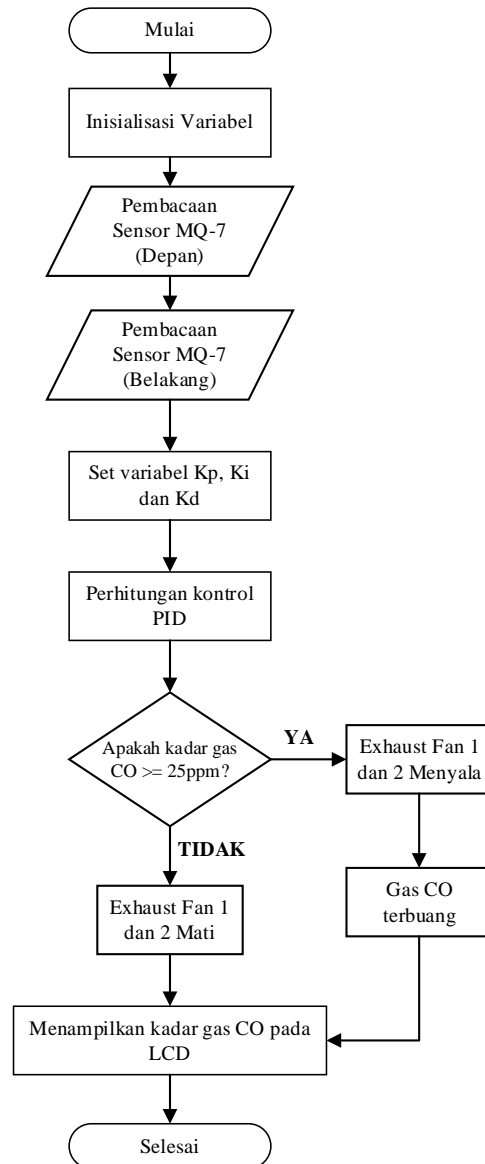
Tabel 3.4 Koneksi *Port Dimmer AC* ke Arduino Uno

| <i>Port Dimmer AC</i> | <i>Port Arduino</i> |
|-----------------------|---------------------|
| VCC | 5V |
| GND | GND |
| Z-C | Pin 2 |
| PWM | Pin 13 |

Tabel 3.4 merupakan koneksi *port dimmer AC* yang dihubungkan ke Arduino Uno, pin pada *dimmer AC* "VCC" dihubungkan dengan "5V" pada Arduino. Selanjutnya pin pada *dimmer* “GND” dihubungkan dengan pin “GND” pada Arduino. Kemudian pin “Z-C” pada *dimmer* dihubungkan dengan pin “2” pada Arduino dan pin “PWM” pada *dimmer* disambungkan dengan pin “13” pada Arduino. Pin AC-Out 1 dan AC-Out 2 pada *dimmer* dihubungkan dengan *exhaust fan*. Kemudian pin AC-In 1 dan AC-In 2 pada *dimmer* dihubungkan dengan *input AC*.

3.2.3 Perancangan *Software*

Pada perancangan ini berisi mengenai alur dari *software* yang akan dijalankan. Diagram alur menampilkan gambaran langkah-langkah secara *step by step* dengan *input* dan *output* yang sesuai dengan proses.



Gambar 3.4 Diagram Alur Perancangan *Software*

Pada Gambar 3.4 merupakan diagram alur dari perancangan *software*. Langkah yang pertama yaitu inisialisasi variabel, kemudian pada langkah selanjutnya sensor MQ-7 membaca nilai *input* berupa kadar gas CO yang selanjutnya dirancang menjadi variabel PID. Langkah selanjutnya yaitu penentuan parameter PID dengan metode *tunning Ziegler-Nichols* yang meliputi K_p , K_i , dan K_d . Nilai parameter respon sistem yaitu waktu tunda (L) dan konstanta waktu (T) ditentukan dengan menggunakan kurva respon berbentuk S, dan penjelasan rumusnya adalah sebagai berikut:

$$K_p = 1.2 \frac{T}{L} \quad (3.1)$$

$$T_i = 2L \quad (3.2)$$

$$T_d = 0.5L \quad (3.3)$$

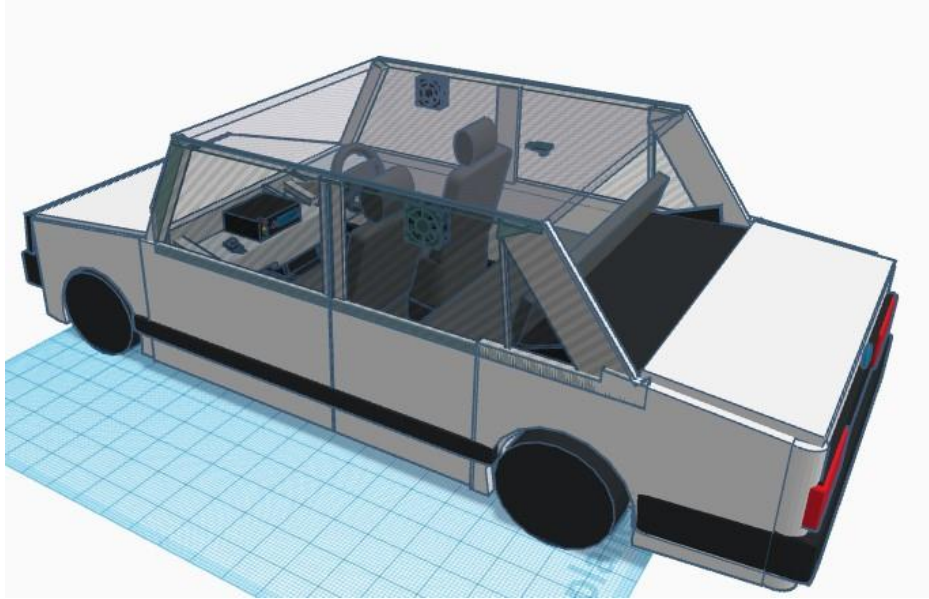
$$K_i = \frac{K_p}{T_i} \quad (3.4)$$

$$K_d = K_p T_d \quad (3.5)$$

Pada persamaan 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, dan 3.5 merupakan persamaan untuk mencari nilai K_p , K_i , dan K_d . Persamaan 3.1 untuk mencari nilai K_p yaitu $1.2 T/L$ di mana T merupakan konstanta waktu dan L adalah waktu tunda. Kemudian pada persamaan 3.2 merupakan persamaan untuk mencari nilai T_i yaitu $2L$. Selanjutnya pada persamaan 3.3 untuk mencari nilai T_d yaitu $0.5L$. Kemudian pada persamaan 3.4 merupakan persamaan untuk mencari K_i yaitu K_p/T_i di mana nilai K_p dan nilai T_i sudah diketahui melalui persamaan 3.1 dan persamaan 3.2. Selanjutnya pada persamaan 3.5 merupakan persamaan untuk mencari nilai K_d yaitu $K_p T_d$ di mana nilai K_p sudah diketahui pada persamaan 3.1 dan nilai T_d sudah diketahui pada persamaan 3.3. Nilai K_p , K_i , dan K_d akan dimasukkan ke dalam kode program agar program dengan menggunakan kendali PID metode *tunning Ziegler Nichols* dapat bekerja dengan optimal.

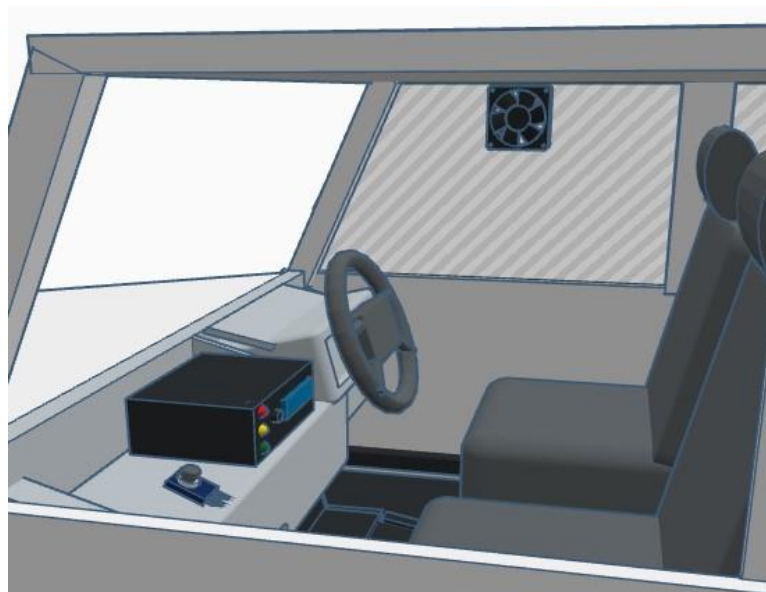
3.2.4 Desain Alat Pendeteksi Gas CO Pada Kabin Mobil

Pada desain alat pendeteksi gas CO pada kabin mobil merupakan implementasi dari hasil rancangan pada alat. Alat diletakkan pada kabin mobil yang meliputi *black box* yang diletakkan bagian kabin depan mobil, sensor MQ-7 A diletakkan pada kabin mobil depan, sensor MQ-7 B diletakkan pada kabin mobil bagian belakang dan dua *exhaust fan* diletakkan pada kaca samping kanan bagian *driver* dan kaca belakang kiri bagian penumpang pada mobil.



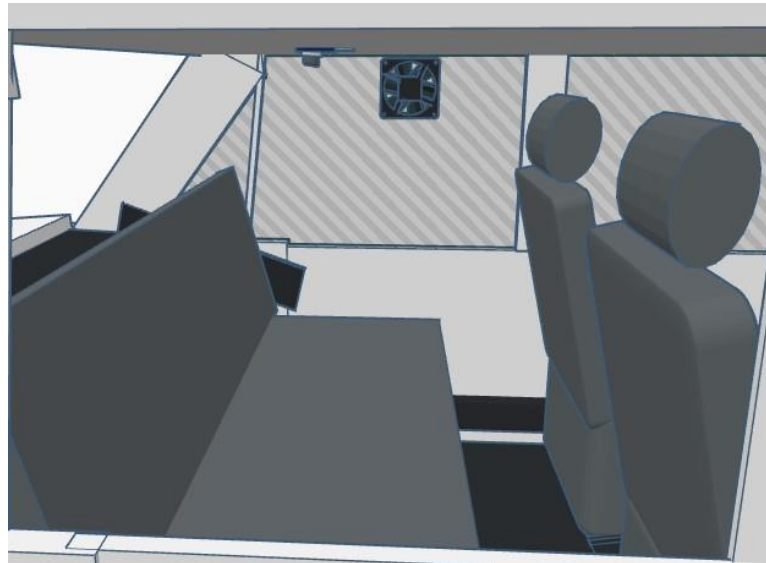
Gambar 3.5 Desain Peletakkan Alat Pada Kabin Mobil

Gambar 3.5 merupakan desain peletakkan alat pendeteksi gas CO pada kabin mobil. Alat pendeteksi gas CO yang diletakkan pada kabin mobil meliputi *black box* yang diletakkan pada kabin depan mobil. Dalam *black box* terdapat Arduino Uno, *dimmer* AC, kemudian LCD untuk melihat kadar gas CO, selanjutnya terdapat *buzzer* sebagai peringatan apabila dalam kondisi waspada atau bahaya, dan terdapat 3 buah LED untuk indikator aman, waspada dan bahaya. Selain itu juga terdapat 2 buah sensor MQ-7 dan 2 buah *exhaust fan*.



Gambar 3.6 Desain Peletakkan Alat Pada Bagian Kabin Mobil Depan

Gambar 3.6 merupakan desain peletakkan alat pada bagian kabin mobil depan. Pada bagian kabin depan mobil terdapat *black box*, sensor MQ-7 A dan *exhaust fan*. *Black box* yang di dalamnya terdapat Arduino Uno dan *dimmer AC* diletakkan pada bagian kabin depan tengah pada mobil. Kemudian sensor MQ-7 A diletakkan di atas laci atau *dashboard* pada kabin mobil bagian depan. Selanjutnya terdapat *exhaust fan* yang diletakkan pada kaca jendela depan kanan bagian *driver* atau pengemudi.



Gambar 3.7 Desain Peletakkan Alat Pada Bagian Kabin Mobil Belakang

Gambar 3.7 merupakan desain peletakkan alat pada bagian kabin mobil belakang. Pada bagian kabin belakang mobil terdapat sensor MQ-7 B dan *exhaust fan*. Sensor MQ-7 B diletakkan di langit-langit pada bagian kabin mobil belakang tepatnya di atas kursi baris kedua. Selanjutnya terdapat *exhaust fan* yang diletakkan pada kaca jendela belakang kiri atau bagian penumpang.

3.3 SKEMA PENGUJIAN

Tujuan dari rencana pengujian pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui kinerja alat pendeteksi gas CO pada kendaraan. Pada skema ini dilakukan tiga pengujian yaitu pengujian sensor menggunakan alat pembanding, pengujian keseluruhan alat, dan pengujian sistem tanpa kendali PID dan dengan pengontrol PID. Sistem dikatakan normal atau berhasil jika sensor dapat membaca dan

mendeteksi keberadaan gas CO di dalam kendaraan dan exhaust fan bekerja secara maksimal.

3.3.1 Pengujian Akurasi dan *Error* Sensor MQ-7

Pada pengujian ini sensor MQ-7 akan dibandingkan dengan alat pembanding yaitu *carbon monoxide meter* AS8700A. Pengujian ini akan dilakukan sebanyak 30 kali percobaan. Pada pengujian ini sensor MQ-7 dan alat pembanding akan diletakan di dalam sebuah chamber atau kubus yang dilapisi plastik dengan ukuran 40cm x 40cm x 40cm yang berisi asap dari kendaraan bermotor. Rumus untuk menghitung nilai Presentase Error dari pengujian gas CO adalah sebagai berikut :

$$\%Error = \left| \frac{(\text{Nilai Pembacaan Sensor} - \text{Nilai Acuan})}{\text{Nilai Acuan}} \right| \times 100\% \quad (3.6)$$

Setelah menentukan nilai persentase error, selanjutnya dilakukan pengujian sensor MQ-7 terhadap alat pembanding untuk menghitung persentase akurasi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Akurasi} = 100\% - \text{Error} (\%) \quad (3.7)$$

3.3.2 Pengujian Keseluruhan Alat

Pada pengujian keseluruhan alat, dilakukan pengujian terhadap sensor MQ-7 yang berfungsi untuk mendeteksi gas CO yang ada pada kabin mobil. Pengujian ini akan dilakukan sebanyak 3 pengujian yang meliputi apabila kondisi sensor mendeteksi kadar gas CO kurang dari 10 ppm maka LED hijau akan menyala dan nilai kadar gas CO akan tampil pada LCD, kemudian pengujian yang kedua jika sensor mendeteksi adanya gas CO dalam rentang 10 ppm hingga kurang dari 25 ppm maka LED kuning akan menyala dan *buzzer* dan *exhaust fan* juga akan menyala, kemudian pada pengujian yang ketiga jika sensor mendeteksi adanya kadar gas CO yang melebihi nilai 25 ppm maka LED merah akan menyala, kemudian *buzzer* dan *exhaust fan* juga akan menyala bersama apabila sensor mendeteksi adanya gas CO yang melebihi nilai ambang batas.

3.3.3 Pengujian Sistem Tanpa Kendali PID dan Dengan Kendali PID

Pengujian bertujuan memperoleh data yang diperlukan serta membandingkan sistem dengan dan tanpa kontrol PID. Dengan membandingkan pengujian ini akan menentukan sistem mana yang dapat mencapai hasil yang lebih optimal dan respons yang lebih cepat.

Pengujian pertama merupakan pengujian tanpa kontrol PID. Dalam pengujian ini, sistem hanya berperilaku sebagaimana mestinya. Pada tahap ini diperoleh nilai parameter seperti K_p , T_i , dan T_d . Selanjutnya pengujian yang kedua adalah pengujian dengan menggunakan kontrol PID. Langkah pertama adalah mendapatkan nilai parameter PID yang nantinya akan digunakan sebagai respon. Setelah memperoleh parameter-parameter tersebut, tahapan selanjutnya yaitu pengujian terhadap sistem. Pada pengujian ini, sistem memonitoring gas CO dan membuang gas CO melalui exhaust fan dengan nilai *set point* 10 ppm. Dari kedua pengujian tersebut maka akan menghasilkan mana pengujian yang kerjanya lebih baik.