

BAB III

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bermaksud untuk merancang sebuah alat *monitoring* gas buang kendaraan bermotor menggunakan sensor MQ-135, MQ-9 dan MQ-2 berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan metode regresi linear. Dalam penelitian ini, pembacaan sensor dapat ditelusuri secara *real-time* menggunakan *platform* Antares dan *dashboard* Antares *TrackerID*.

3.1 ALAT DAN BAHAN YANG DIGUNAKAN

Penelitian membutuhkan *software* dan *hardware*. Masing-masing komponen tersebut dirancang kemudian digunakan dalam mengumpulkan data untuk dianalisa. Perancangan alat bertujuan untuk mempermudah *memonitoring* kadar gas hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NOx). Pada penelitian membutuhkan alat dan bahan seperti berikut :

3.1.1 Alat

3.1.1.1 Laptop

Laptop merupakan salah satu jenis perangkat *hardware* yang mampu menerima masukan data, mengolah data tersebut, dan kemudian menampilkan informasi berupa gambar, teks, suara, serta video. Selama penelitian, tidak hanya digunakan dalam membuat program tetapi juga *memonitoring* hasil pembacaan sensor melalui *platform* Antares dan *dashboard* Tracker ID. Spesifikasi yang dipergunakan yaitu :

Tabel 3.1 Spesifikasi Laptop

Sistem Operasi	Windows 10
Processor	Intel(R) Core(TM) i3-5005U CPU @ 2.00GHz 2.00 GHz
RAM	2 GB

3.1.1.2 Platform Antares

Antares merupakan merk *Internet of Things* (IoT) di bawah PT. Telkom Indonesia Tbk serta mempunyai dua pilar utama, yaitu *platform* IoT dan konektivitas IoT. Selain itu, juga menyajikan fasilitas untuk mengembangkan aplikasi *Internet of Things*. *Platform* Antares juga *mensupport* pemantauan *realtime* melalui komunikasi *Long Range Wide Area Network* (LoRaWAN). *Platform* Antares digunakan sebagai *web server* maupun sebagai *dashboard* data dari sensor yang digunakan.

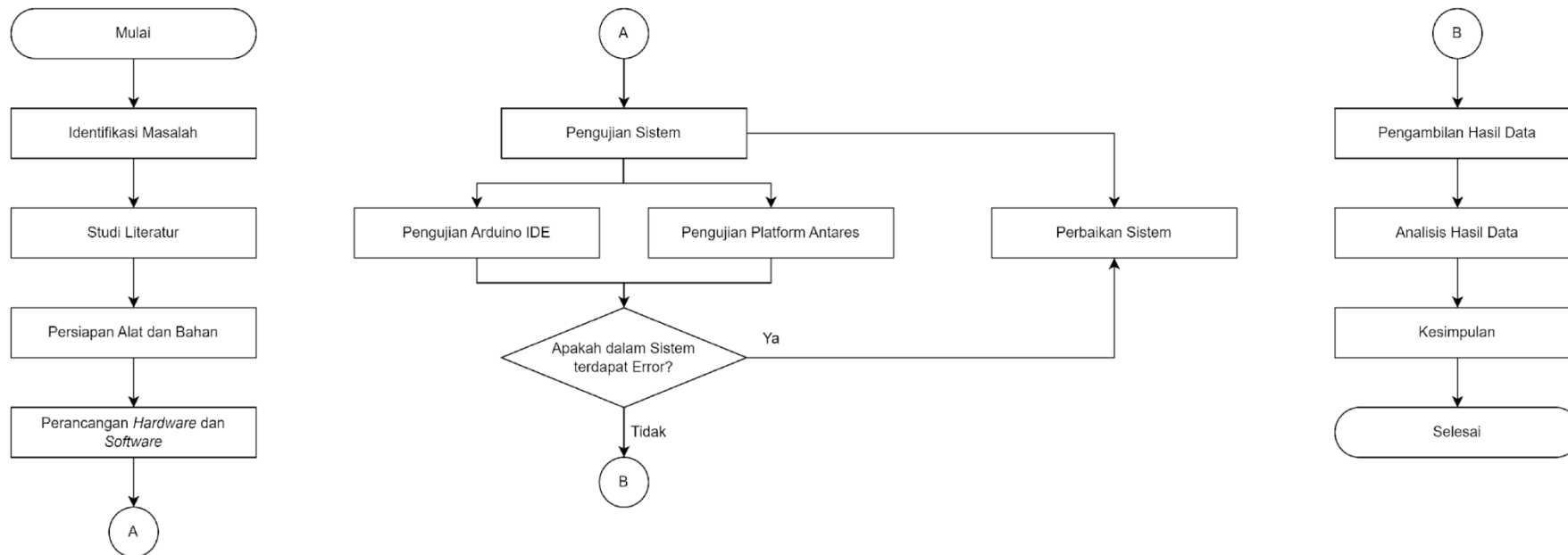
1. ESP32
2. Sensor MQ-135
3. Sensor MQ-9
4. Sensor MQ-2
5. LCD 16X2
6. Adaptor 12V 2A
7. Kabel Jumper *Male*
8. Kabel Jumper *Male-Female*

3.1.2 Bahan

3.2 ALUR PENELITIAN

Alur penelitian terbagi menjadi beberapa langkah yaitu langkah pertama identifikasi masalah. Pada langkah ini penulis mengidentifikasi permasalahan yang terdapat pada lingkungan sekitar. langkah kedua studi literatur, penulis mencari sumber referensi yang berkaitan dalam penelitian. Dalam studi literatur, referensi tersebut akan menjadi acuan pada saat pembuatan penelitian dan membandingkan kajian teori pada penelitian sebelumnya. Langkah ketiga persiapan alat dan bahan, penulis mempersiapkan alat serta bahan yang akan dipergunakan. Langkah keempat perancangan *software* dan *hardware*, penulis mendesain pcb, mencetak pcb, merancang program *hardware* menggunakan Arduino IDE. Langkah kelima pengujian sistem, penulis melakukan pengujian terhadap sistem, sistem dapat berjalan dengan baik atau tidak. Dalam pengujian sistem, dijalankan pengujian

terhadap *hardware* yang telah dirancang serta pengujian *software* dapat mengirimkan data ke *platform* antares secara *real-time* atau tidak. Langkah keenam pengambilan hasil data. Langkah ketujuh analisa hasil data. Serta langkah kedelapan kesimpulan dan saran menggambarkan proses penelitian secara ringkas. Alur penelitian dapat diperlihatkan sebagai berikut :



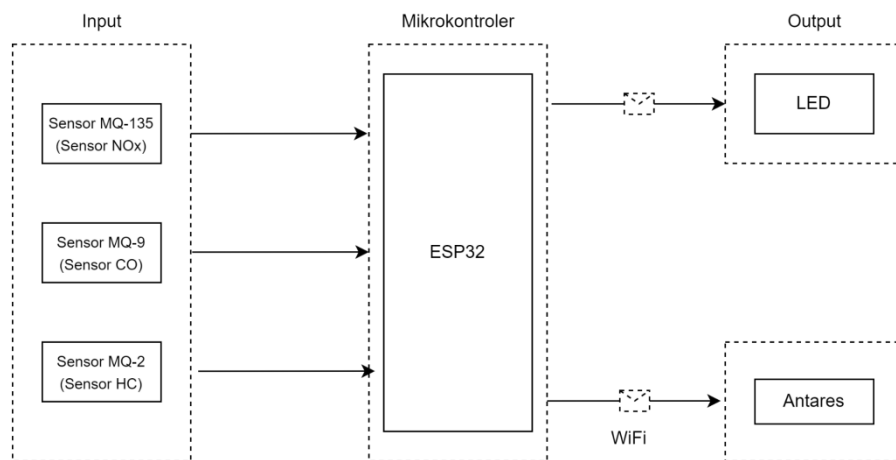
Gambar 3.1 *Flowchart* Alur Penelitian

3.2.1 Studi Literatur

Studi literatur ialah tahapan awal pada *flowchart* alur penelitian pada tahapan awal dalam penelitian dengan mencari sumber referensi yang berkaitan dalam penelitian mengenai “**Rancang Bangun Sistem Monitoring Gas Buang Kendaraan Bermotor Menggunakan Sensor MQ-135, MQ-9 DAN MQ-2 Berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan Metode Regresi Linear Sederhana**”. Referensi tersebut akan menjadi acuan pada saat pembuatan penelitian dan membandingkan kajian teori pada penelitian sebelumnya.

3.2.2 Perancangan Sistem

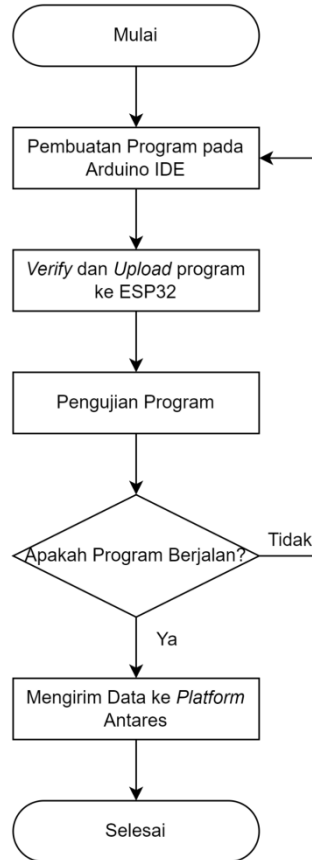
Perancangan sistem akan menjelaskan secara garis besar pembuatan monitoring gas buang kendaraan bermotor menggunakan sensor MQ-135, MQ-9 dan MQ-2 berbasis *internet of things* (IoT). Adapun blok diagram dari sistem rancang bangun, sebagai berikut :



Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan Sistem

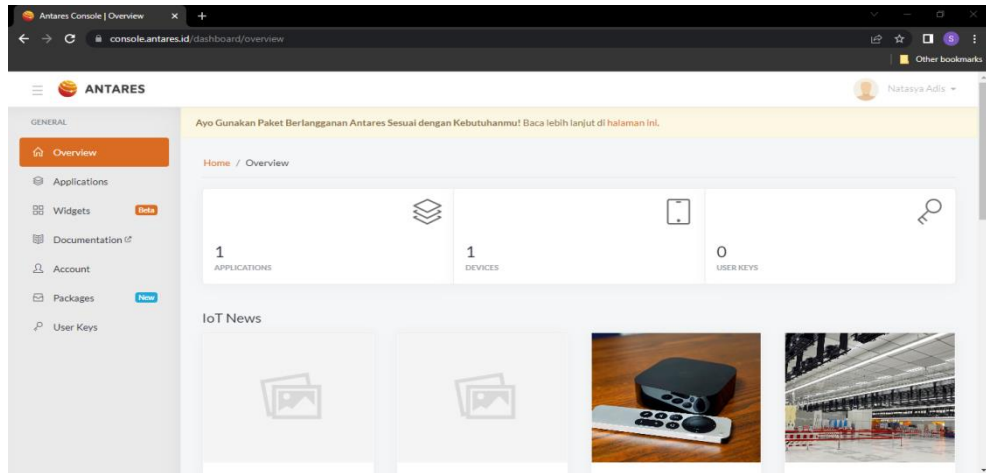
Pada gambar 3.2 terdapat beberapa komponen yang dipakai. Sensor MQ-135, MQ-9 dan MQ-2 berfungsi sebagai input untuk mengirimkan data yang sudah diperoleh ke ESP32. ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler untuk menjalankan sistem yang menerima daya dari *power supply*. Setelah itu data akan diterima, diproses dan kemudian dikirimkan menuju LED yang berfungsi sebagai *output*. Data yang didapatkan selanjutnya dikirim ke ESP32 kemudian dikirimkan ke antares dan disimpan secara *real time*. Antares berfungsi untuk *memonitoring* HC, NOx dan CO.

3.2.2.1 Perancangan *Software*



Gambar 3.3 Flowchart Pembuatan Program

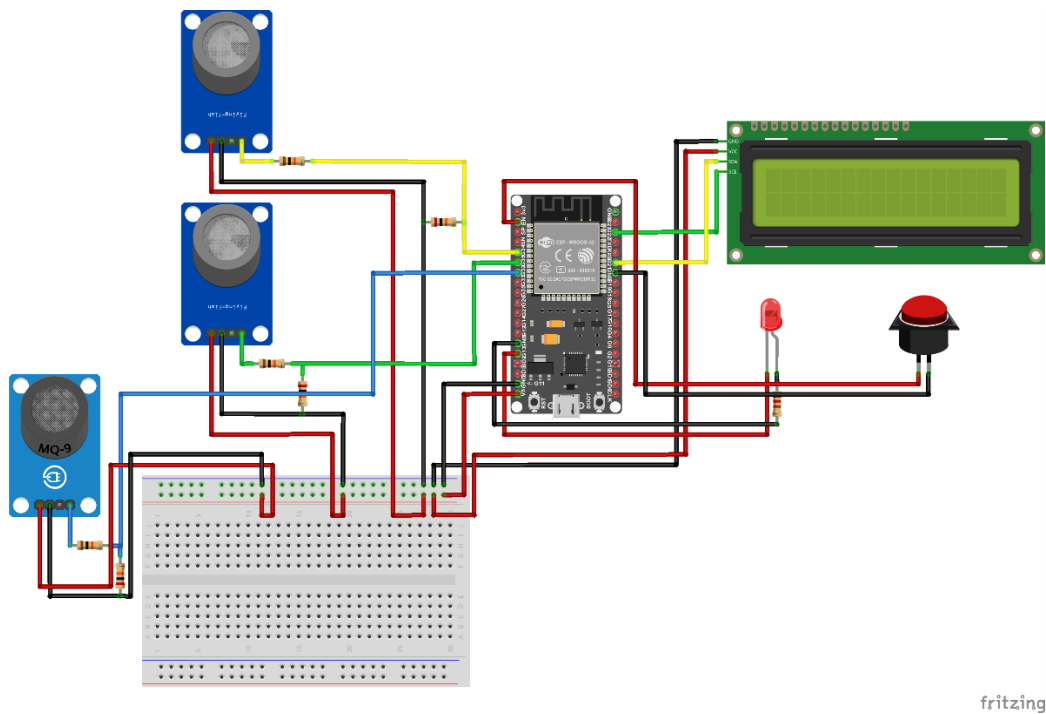
Perancangan *software* menggunakan aplikasi Arduino IDE dalam merancang program yang dapat mendeteksi data setelah didapatkan dari sensor. Kemudian data tersebut akan *diverify* dan *diupload* ke dalam ESP32. Setelah melakukan pengujian pada program tidak terdapat kesalahan, maka akan dilakukan tes apakah program sudah dapat berjalan atau belum. Jika program tidak mengalami masalah maka program berakhir sebaliknya jika program mengalami masalah maka akan kembali ke tahap pemrograman.



Gambar 3.4 Dashboard Platform IoT Antares

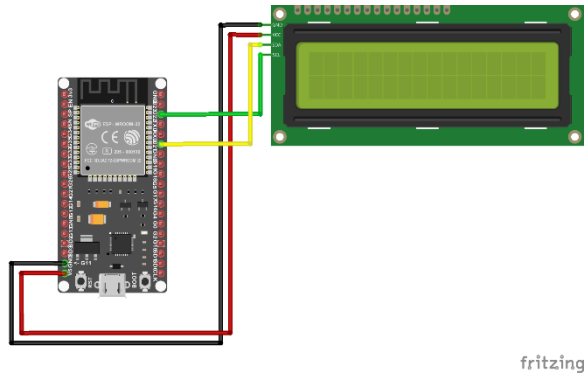
Setelah perintah dari sensor tersebut sudah berjalan dengan baik, maka selanjutnya data dikirimkan ke Platform Antares. Beberapa website dashboard telah dikembangkan sebagai antarmuka pengguna untuk memudahkan pengguna memantau data yang dikirimkan ke platform Antares. Antares menyimpan data sensor dan instruksi kontrol pada perangkat yang digunakan.

3.2.2.2 Perancangan Hardware



Gambar 3.5 Skematik Wiring Diagram Keseluruhan

Perancangan *hardware* menggunakan beberapa komponen dalam melakukan penelitian diantaranya ESP32, sensor MQ-135, sensor MQ-9, sensor MQ-2 dan LCD 16X2. ESP32 adalah otak dari sistem yang membuat sensor *input* dan *output* beroperasi. Berikut penjelasan dan tabel koneksi dari beberapa komponen yang terkoneksi ke ESP 32 :

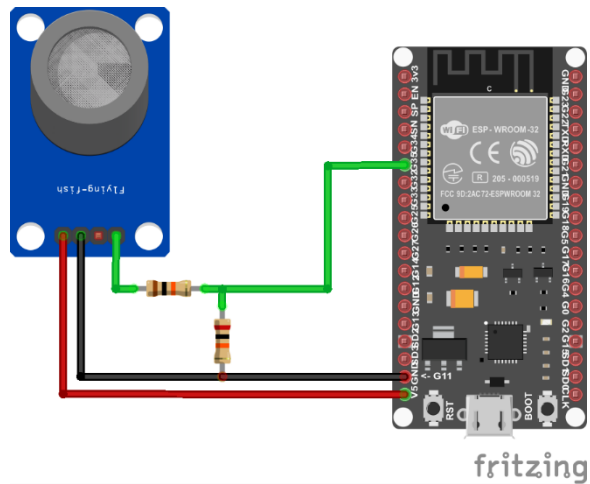


Gambar 3.6 Skematik Wiring LCD 16X2

Tabel 3.2 Koneksi Pin Module LCD 16X2

No.	Pin pada LCD 16X2	Pin pada ESP32
1.	VCC	VIN/5V
2.	GND	GND
3.	SDA	<u>GPIO21</u>
4.	SCL	GPIO22

Pin pada *module* LCD 16X2 “VCC” disambungkan pada pin “VIN/5V” pada ESP32. Pin pada *module* LCD 16X2 “GND” disambungkan pada pin “GND” pada ESP32. Pin pada *module* LCD 16X2 “SDA” disambungkan pada pin “GPIO21” pada ESP32. Pin pada *module* LCD 16X2 “SCL” disambungkan pada pin “GPIO22” pada ESP32. SDA dan SCL digunakan karena memakai pin *analog* 4 dan 5.

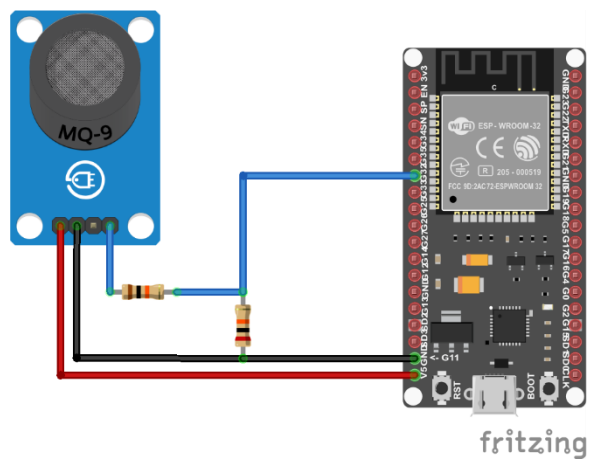


Gambar 3.7 Skematik Wiring Module MQ-135

Tabel 3.3 Koneksi Pin Module MQ-135

No.	Pin pada MQ-135	Pin pada ESP32
1.	VCC	VIN/5V
2.	GND	GND
3.	DO	-
4.	AO	GPIO35

Pin pada *module* MQ-135 “VCC” disambungkan pada pin “VIN/5V” pada ESP32. Pin pada *module* MQ-135 “GND” disambungkan pada pin “GND” pada ESP32. Pin pada *module* MQ-135 “AO” disambungkan pada pin “GPIO35” pada ESP32.

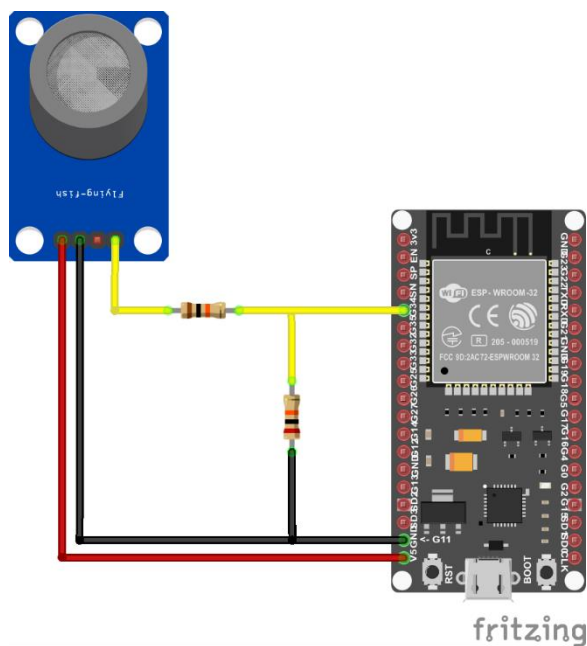


Gambar 3.8 Skematik Wiring Module MQ-9

Tabel 3.4 Koneksi Pin *Module MQ-9*

No.	Pin pada MQ-9	Pin pada ESP32
1.	VCC	VIN/5V
2.	GND	GND
3.	DO	-
4.	AO	GPIO32

Pin pada *module MQ-9* “VCC” disambungkan pada pin “VIN/5V” pada ESP32. Pin pada *module MQ-9* “GND” disambungkan pada pin “GND” pada ESP32. Pin pada *module MQ-9* “AO” disambungkan pada pin “GPIO32” pada ESP32.

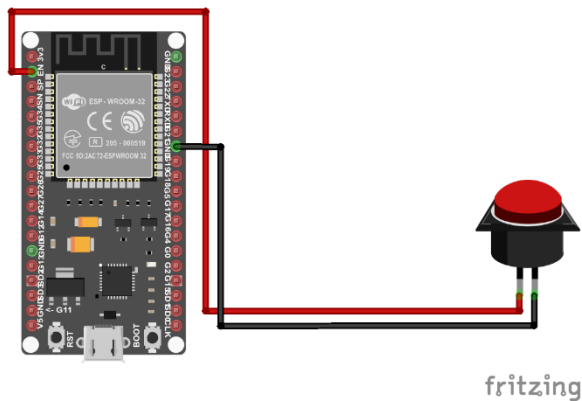


Gambar 3.9 Skematik Wiring *Module MQ-2*

Tabel 3.5 Koneksi Pin *Module MQ-2*

No.	Pin pada MQ-2	Pin pada ESP32
1.	VCC	VIN/5V
2.	GND	GND
3.	DO	-
4.	AO	GPIO34

Pin pada *module MQ-2* “VCC” disambungkan pada pin “VIN/5V” pada ESP32. Pin pada *module MQ-9* “GND” disambungkan pada pin “GND” pada ESP32. Pin pada *module MQ-9* “AO” disambungkan pada pin “GPIO34” pada ESP32.



Gambar 3.10 Skematik Wiring *Reset Button*

Tabel 3.6 Koneksi Pin *Reset Button*

No.	Pin pada Reset Button	Pin pada ESP32
1.	VCC	EN
2.	GND	GND

Pin pada *Reset Button* “VCC” disambungkan pada pin “EN” pada ESP32. Pin pada *Reset Button* “GND” disambungkan pada pin “GND” pada ESP32.

Tabel 3.7 Koneksi Pin LED

No.	Pin pada Led	Pin pada ESP32
1.	ANODE	GPIO13
2.	CATHODE	GND

Pin pada LED “ANODE” disambungkan pada pin “GPIO13” pada ESP32. Pin pada LED “CATHODE” disambungkan pada pin “GND” pada ESP32.

3.2.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem bertujuan untuk mengetahui apakah sistem dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan dalam mendeteksi gas hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x). Pada pengujian sistem terdapat pengujian sensor dan perhitungan menggunakan metode Regresi Linear Sederhana.

3.2.3.1 Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan dengan memeriksa hasil dari pembacaan sensor sebelum dikalibrasi kemudian dilakukan kalibrasi dan membandingkan sensor yang sudah dikalibrasi dengan *datasheet*. Hal tersebut bermaksud untuk menguji apakah sensor memenuhi atau tidak dengan standar yang telah ditentukan. Parameter yang digunakan dalam pengukuran sensor adalah sensitivitas, linearitas, akurasi, stabilitas, dan respon waktu. Pengujian pada perangkat *hardware* dilakukan untuk melihat apakah perangkat tersebut berfungsi dengan efektif atau tidak.

Untuk pengujian sensor MQ-135 merupakan sensor yang dapat mendeteksi kandungan gas NO_x. Sensor MQ-135 jika ketika berada di dalam udara bersih atau normal maka akan memiliki konduktifitas sensor yang rendah. Ketika berada di dalam udara kotor maka akan memiliki konduktifitas sensor yang tinggi seiring dengan meningkatnya konsentrasi gas dalam udara. Pada pengujian, penulis mengatur sensor agar tidak lebih dari 50ppm, jika kadar melebihi batas tersebut maka akan keluar warning dari LCD.

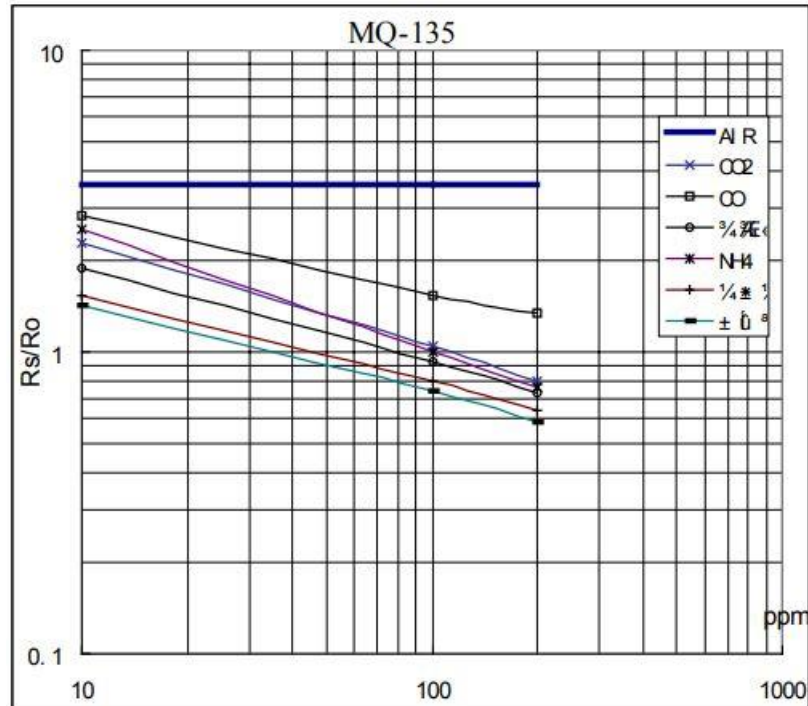
Untuk pengujian sensor MQ-9 merupakan sensor yang dapat mendeteksi kandungan gas CO. Sensor MQ-9 jika ketika berada di dalam udara bersih atau normal maka akan memiliki konduktifitas sensor yang rendah. Ketika berada di dalam udara kotor maka akan memiliki konduktifitas sensor yang tinggi seiring dengan meningkatnya konsentrasi gas dalam udara. Pada pengujian, penulis mengatur sensor agar tidak lebih dari 50ppm, jika kadar melebihi batas tersebut maka akan keluar warning dari LCD.

Untuk pengujian sensor MQ-2 merupakan sensor yang dapat mendeteksi kandungan gas HC. Sensor MQ-9 jika ketika berada di dalam udara bersih atau normal maka akan memiliki konduktifitas sensor yang rendah. Ketika berada di dalam udara kotor maka akan memiliki konduktifitas sensor yang tinggi seiring dengan meningkatnya konsentrasi gas dalam udara. Pada pengujian, penulis mengatur sensor agar tidak lebih dari 50ppm, jika kadar melebihi batas tersebut maka akan keluar warning dari LCD. Hasil proses tersebut akan dikirimkan melalui WiFi kemudian kadar gas NO_x, CO, dan HC akan ditampilkan secara *realtime* pada *platform* Antares.

3.2.3.2 Perhitungan Kalibrasi Sensor

3.2.3.2.1 Kalibrasi Sensor MQ-135

Dalam pengujian sensor MQ-135 ditujukan untuk mendeteksi konsentrasi dari gas NO_x, dengan menggunakan ppm (*parts per million*) sebagai satuan gas. Hasil dari sensor akan dibandingkan dengan hasil dari *datasheet* MQ-135. Nilai ADC yang belum dikalibrasi untuk mendeteksi gas NO_x inilah yang akan ditampilkan pada *serial monitor*. Untuk mengonversi pembacaan sensor ke nilai ppm, digunakanlah grafik Rs/Ro terhadap ppm dari *datasheet* MQ-135.

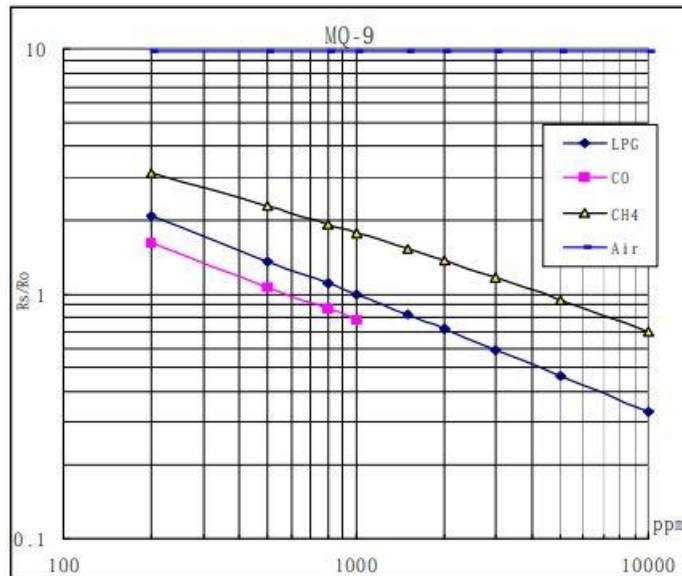


Gambar 3.11 Karakteristik Sensitivitas MQ-135

Gambar 3.11 di atas merupakan grafik yang menjadi panduan untuk mengkalibrasi sensor dalam menentukan nilai PPM. Sebelum mendapatkan nilai R_s/R_o , terlebih dahulu harus ditentukan nilai R_s dan R_o , dimana R_s yaitu resistansi sensor dalam konsentrasi gas tertentu dan R_o yaitu resistansi sensor di udara bersih. Nilai R_s/R_o sensor MQ-135 adalah 3,6 pada udara bersih.

3.2.3.2.2 Kalibrasi Sensor MQ-9

Dalam pengujian sensor MQ-9 ditujukan untuk mendeteksi konsentrasi gas NO_x , dengan menggunakan ppm (*parts per million*) sebagai satuan gas. Hasil dari sensor akan dibandingkan dengan hasil dari *datasheet* MQ-9. Nilai ADC yang belum dikalibrasi untuk mendeteksi gas NO_x inilah yang akan ditampilkan pada *serial monitor*. Untuk mengonversi pembacaan sensor ke nilai ppm, digunakan grafik R_s/R_o terhadap ppm dari *datasheet* MQ-9.

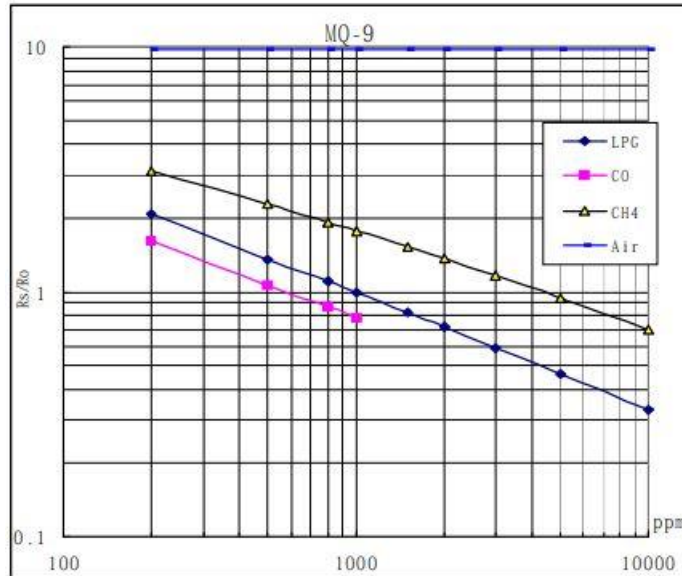


Gambar 3.12 Karakteristik Sensitivitas MQ-9

Pada gambar 3.12 merupakan grafik yang menjadi paduan untuk mengkalibrasi sensor dalam menentukan nilai PPM. Sebelum mendapatkan nilai R_s/R_o , terlebih dahulu harus ditentukan nilai R_s dan R_o , dimana R_s yaitu resistansi sensor dalam konsentrasi gas tertentu dan R_o yaitu resistansi sensor di udara bersih. Nilai R_s/R_o sensor MQ-135 adalah 9,6 pada udara bersih.

3.2.3.2.2 Kalibrasi Sensor MQ-2

Dalam pengujian sensor MQ-2 ditujukan untuk mendeteksi konsentrasi gas NO_x , dengan menggunakan ppm (*parts per million*) sebagai satuan gas. Hasil dari sensor akan dibandingkan dengan *datasheet* MQ-2. Hasil yang ditampilkan pada *serial monitor* adalah nilai ADC yang belum dikalibrasi untuk mendeteksi gas NO_x . Untuk mengonversi pembacaan sensor ke nilai ppm, harus menggunakan grafik R_s/R_o terhadap ppm dari *datasheet* MQ-2.



Gambar 3.13 Karakteristik Sensitivitas MQ-2

Pada gambar 3.11 merupakan grafik yang menjadi acuan untuk mengkalibrasi sensor dalam menentukan nilai PPM. Untuk mendapatkan nilai R_s/R_o , terlebih dahulu menentukan nilai R_s dan R_o . Dimana R_s adalah resistansi sensor pada konsentrasi gas tertentu dan R_o adalah tahanan sensor pada udara bersih. Pada saat udara bersih nilai R_s/R_o dari sensor MQ-9 adalah 9,83.

Setelah diketahui nilai R_s/R_o dari masing-masing sensor pada udara bersih, maka mencari nilai R_s/R_o atau juga dikenal sebagai rasio diperlukan rumus :

$$V_{rl} = ADC \times \left(\frac{\text{Supply Volt}}{ADC \text{ Resolution}} \right) \quad (3.1)$$

Dimana ADC merupakan nilai yang didapatkan pada saat pengujian, supply volt atau tegangan input sebesar 5 volt dan $ADC \text{ Resolution}$ 12 bit sebesar 4095. Setelah mendapatkan nilai V_{rl} , selanjutnya mencari nilai R_s dengan menggunakan rumus :

$$R_s = \left(\frac{\text{Supply Volt} \times R_l}{V_{rl}} \right) - R_l \quad (3.2)$$

Dimana supply volt atau tegangan input sebesar 5 volt, R_l sebesar 20kOhm, dan V_{rl} yang didapatkan dari perhitungan sebelumnya. Setelah mendapatkan nilai R_s , selanjutnya mencari nilai R_o dengan menggunakan rumus :

$$R_s / R_o = 3.6 \quad (3.3)$$

$$R_o = \frac{R_s}{3.6} \quad (3.4)$$

Setelah mendapatkan nilai R_o selanjutnya mencari nilai X dan Y berdasarkan grafik dari *datasheet* sensor MQ-135 dengan menggunakan rumus :

$$X = \log(X) \quad (3.5)$$

$$Y = \log_{10}(Y) \quad (3.6)$$

Setelah mendapatkan nilai X dengan Y selanjutnya mencari nilai *slope* atau kemiringan dengan menggunakan rumus :

$$\text{slope (kemiringan)} = \frac{\log_{10}(y^2) - \log_{10}(y^1)}{\log_{10}(x^2) - \log_{10}(x^1)} \quad (3.7)$$

Setelah mendapatkan *slope* atau kemiringan selanjutnya mencari nilai ppm dengan menggunakan rumus :

$$\text{Ppm} = \frac{10^{(\log(\text{ratio}) - y)}}{\text{slope} + x} \quad (3.8)$$

3.2.3.3 Perhitungan Regresi Linear Sederhana

Perhitungan dilakukan apabila semua data sudah terkumpul dari pengujian sensor dan dilakukan pada 3 emisi gas yang berbeda yaitu CO, NOx dan HC. Regresi Linear Sederhana ialah metode untuk menentukan pengaruh secara kualitas dan kuantitas satu variabel X terhadap variabel Y . Perhitungan ini juga menentukan berhasil atau tidaknya penelitian yang dilakukan. Perhitungan dilakukan sebagaimana yang tertulis pada persamaan 2.2 dan 2.3.

Dimana :

X = variabel bebas (akurasi)

Y = variabel tak bebas (emisi)

a = konstanta (*intersep*)

b = konstanta regresi (*slope*)

Pemilihan x dan y didasari oleh akurasi mempengaruhi dari nilai emisi gas buang yang dihasilkan.