

# LAPORAN TUGAS AKHIR 2

## Pengukur Emisi Mobil Portabel Berbasis *Android*



Penyusun:

Taufik Akbar (20524185)

Catur Abhirama Saputro (20524197)

**Program Studi Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta**

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**Pengukur Emisi Mobil Portabel Berbasis *Android***

Penyusun:

Taufik Akbar (20524185)

Catur Abhirama Saputro (20524197)

Yogyakarta, 9 Juli 2024

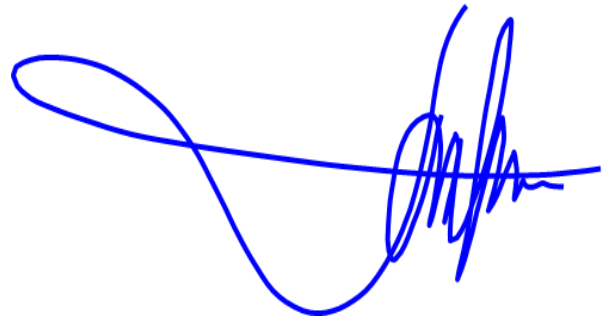
Dosen Pembimbing 1



Medilla Kusriyanto, S.T., M.Eng.

NIP. 015240101

Dosen Pembimbing 2



Dr. *Eng.* Hendra Setiawan, S.T., M.T.

NIP. 025200526

**Program Studi Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta**

**2024**

# LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

## Pengukur Emisi Mobil Portabel Berbasis *Android*



Disusun oleh:

Taufik Akbar 20524185  
Catur Abhirama Saputro 20524197

Telah dipertahankan di depan dewan penguji  
pada tanggal: 26 Juli 2024

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji

: Medilla Kusriyanto, S.T., M.Eng.

Anggota Penguji 1

: Dr. Hasbi Nur Prasetyo W., S.T., M.T.

Anggota Penguji 2

: PM. IR. DR Nasrul Humaimi Mahmood

Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 2 Agustus 2024

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng.  
035240102

## PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 2 Agustus 2024



Taufik Akbar (20524185)



Catur Abhirama Saputro (20524197)

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
PERYATAAN.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
RINGKASAN TUGAS AKHIR.....	ix

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang dan Identifikasi Masalah .....	10
1.2. Rumusan Masalah .....	15
1.3. Tujuan .....	15
1.4. Batasan Masalah .....	15
1.5. Batasan Realistis Aspek Keteknikan .....	16

## **BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM**

2.1. Studi Literatur dan Observasi .....	17
2.2. Dasar Teori .....	21
2.2.1. Emisi Gas Buang .....	21
2.2.2. Gas Hidrokarbon .....	22
2.2.3. Gas Karbon Monoksida .....	22
2.3. Sensor Gas .....	23
2.3.1. MQ-2 .....	24
2.3.2. MQ-7 .....	24
2.3.3. MQ-135 .....	27
2.2.4. Modul Bluetooth HC-05 .....	27
2.3.5. Arduino Uno .....	28
2.4. Analisis <i>Stakeholder</i> .....	30
2.5. Analisis Aspek Yang Memengaruhi Sistem .....	30
2.5.1. Aspek Ekonomi .....	30
2.5.2. Aspek Sosial .....	30
2.5.3. Aspek Hukum .....	31
2.5.4. Aspek Keamanan .....	31

## **BAB 3. USULAN SOLUSI**

3.1. Usulan Solusi 1 .....	34
3.1.1. Desain Sistem 1 .....	36
3.1.2. Rencana Anggaran Desain Sistem 1 .....	37
3.1.3. Analisis Resiko Desain 1 .....	37

3.1.4. Pengukuran Performa Desain 1 .....	37
3.2. Usulan Solusi 2 .....	38
3.2.1. Desain Sistem 2 .....	39
3.2.2. Rencana Anggaran Desain 2 .....	40
3.2.3. Analisis Risiko Desain 2 .....	41
3.2.4. Pengukuran Performa Desain 2 .....	41
3.3. Usulan Solusi 3 .....	42
3.3.1. Desain Sistem 3 .....	44
3.3.2. Rencana Anggaran Desain 3 .....	45
3.3.3. Analisis Risiko Desain 3 .....	46
3.3.4. Pengukuran Performa Desain 3 .....	47
3.4. Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik .....	48
3.5. <i>Gantt Chart</i> .....	50
3.6. Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1 .....	53
<b>BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN</b>	
4.1. Hasil Rancangan Sistem .....	56
4.2. Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan .....	60
<b>BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS</b>	
5.1. Analisis Hasil .....	64
5.1.1. Hasil dan Analisis Pengujian Indikator .....	64
5.1.2. Hasil dan Analisis Pengujian Daya Tahan Baterai.....	76
5.1.3. Pemenuhan Spesifikasi Sistem .....	77
5.1.4. Pengalaman Pengguna .....	80
5.1.5. Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya .....	80
5.2. Dampak Implementasi Sistem .....	84
<b>BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1. Kesimpulan .....	86
6.2. Saran .....	86
DAFTAR PUSTAKA .....	88
LAMPIRAN .....	90

## Daftar Gambar

Gambar 2.1 Sensor Gas MQ-2	22
Gambar 2.2 Konfigurasi Pin Sensor MQ-2	23
Gambar 2.3 Sensor Gas MQ-7	23
Gambar 2.4 Konfigurasi Pin Sensor MQ-7	24
Gambar 2.5 Sensor Gas MQ-135	24
Gambar 2.6 Konfigurasi Pin Sensor MQ-135	25
Gambar 2.7 Modul <i>Bluetooth</i> HC-06	25
Gambar 2.8 Arduino Uno	26
Gambar 3.1 Ilustrasi Usulan Solusi 1	33
Gambar 3.2 Ilustrasi Usulan Solusi 2	37
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Proses Penampilan Hasil di Android	40
Gambar 3.4 Ilustrasi Usulan Solusi 3	41
Gambar 3.5 Tampilan Pada <i>Android</i>	42
Gambar 4.1 Rangkaian elektronis dari <i>proteus</i>	51
Gambar 4.2 Rangkaian elektronis <i>Box</i> Mikrokontroler	51
Gambar 4.3 Rangkaian Sensor gas	53
Gambar 4.4 Desain 3D alat	55
Gambar 4.5 <i>Interface</i> aplikasi android	56
Gambar 4.6 Tampilan akhir alat	57
Gambar 5.1 Grafik Pengujian Gas CO sebelum kalibrasi	65
Gambar 5.2 Grafik Pengujian Gas HC sebelum kalibrasi	65
Gambar 5.3 Grafik Pengujian Gas Nox sebelum kalibrasi	66
Gambar 5.4 Grafik Pengujian Gas CO <sub>2</sub> sebelum kalibrasi	67
Gambar 5.5 Grafik Pengujian Gas CO kalibrasi	69
Gambar 5.6 Grafik Pengujian Gas HC kalibrasi	70
Gambar 5.7 Grafik Pengujian Gas Nox kalibrasi	71
Gambar 5.8 Grafik Pengujian Gas CO <sub>2</sub> kalibrasi	71
Gambar 5.9 Sketsa Saat pengusulan	76
Gambar 5.10 Realisasi Model	76

## Daftar Tabel

Tabel 1.1 Survei Pengguna Mobil	9
Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor Gas MQ-2	22
Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor Gas MQ-7	24
Tabel 2.4 Spesifikasi Sensor Gas MQ-135	25
Tabel 2.5 Spesifikasi <i>Bluetooth</i> HC-06	26
Tabel 2.6 Spesifikasi Arduino	27
Table 2.7 Spesifikasi Sistem	30
Tabel 3.1 Inventarisasi Kebutuhan Usulan Desain 1	34
Tabel 3.2 Rencana Anggaran Desain 1	35
Tabel 3.3 Inventarisasi Kebutuhan Usulan Desain 2	37
Tabel 3.4 Rencana Anggaran Desain 2	38
Tabel 3.5 Inventarisasi Kebutuhan Usulan Desain 3	43
Tabel 3.6 Rencana Anggaran Desain 3	44
Tabel 3.7 Analisa 3 Usulan Solusi dengan 2 Kategori	45
Tabel 3.8 Analisa 3 Usulan	46
Tabel 3.9 <i>Gantt Chart</i> Untuk Proyek Pengukur Emisi <i>Portable</i> Berbasis Android	47
Tabel 3.10 Realisasi Aktivitas Pelaksanaan Tugas Akhir 1	51
Tabel 5.1 Hasil Pengukuran Sebelum Kalibrasi	61
Tabel 5.2 Hasil Pengukuran Sesudah Kalibrasi	67
Tabel 5.3 Tabel hasil pengujian alat yang sudah dikalibrasi dengan mobil Karimun	72
Tabel 5.4 Tabel hasil pengujian alat yang sudah dikalibrasi dengan mobil Terios	72
Tabel 5.5 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem	75
Tabel 5.6 Pengalaman pengguna	77
Tabel 5.7 Kesesuaian antara usulan dan realisasi <i>timeline</i> pengerjaan Tugas Akhir 2	80
Tabel 5.8 <i>Gantt Chart proses pengerjaan</i>	81
Tabel 5.9 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi	82
Tabel 5.10 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2	83
Tabel 5.11 <i>Gantt chart</i> lanjutan	84

## RINGKASAN

Proyek *Capstone Design* "Pengukur Emisi Mobil Portabel Berbasis Android" bertujuan untuk mengatasi masalah polusi udara yang diakibatkan oleh emisi kendaraan bermotor. Proyek ini mengembangkan sebuah perangkat portabel yang dapat mengukur dan menganalisis emisi gas buang kendaraan secara real-time menggunakan platform Android. Perangkat ini dilengkapi dengan sensor-sensor canggih yang mampu mendeteksi berbagai jenis gas berbahaya, seperti karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC) dan Mono-nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) yang dihasilkan dari proses pembakaran dalam mesin kendaraan.

Sensor-sensor tersebut akan dihubungkan dengan perangkat Android melalui koneksi nirkabel, Bluetooth memungkinkan transmisi data yang cepat dan akurat. Aplikasi Android yang dikembangkan khusus untuk proyek ini akan menerima data dari sensor, menampilkan hasil pengukuran dalam bentuk yang mudah dipahami, serta memberikan analisis dan rekomendasi berdasarkan data tersebut. Selain itu, aplikasi ini juga akan menyimpan riwayat pengukuran emisi untuk pemantauan jangka panjang dan analisis tren.

Proyek ini tidak hanya memanfaatkan teknologi sensor dan konektivitas nirkabel, tetapi juga menerapkan prinsip-prinsip rekayasa perangkat lunak dalam pengembangan aplikasi Android yang *user-friendly*. Desain antarmuka pengguna (UI) yang intuitif dan fungsionalitas yang komprehensif menjadi fokus utama, sehingga pengguna dapat dengan mudah mengakses dan memahami informasi yang diberikan. Dalam jangka panjang, perangkat ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut. Secara keseluruhan, *Capstone Design* "Pengukur Emisi Mobil Portabel Berbasis Android" merupakan solusi inovatif yang menggabungkan teknologi modern dengan kebutuhan nyata di lapangan, bertujuan untuk menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat melalui pengelolaan emisi kendaraan yang lebih baik.

# BAB 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah

Di zaman modern, mobilitas individu menjadi hal yang penting dalam kehidupan sehari-hari. Kendaraan bermotor, khususnya mobil penumpang, telah menjadi alat transportasi utama masyarakat di seluruh dunia. Kendaraan ini tidak hanya menghadirkan kenyamanan dan kemudahan dalam perjalanan tetapi juga berperan penting dalam pertumbuhan ekonomi dan sosial. Namun pesatnya pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor, terutama yang menggunakan bahan bakar fosil, telah memberikan kontribusi yang signifikan terhadap permasalahan lingkungan dan kesehatan manusia.

Emisi kendaraan bermotor meliputi *karbon dioksida* (CO<sub>2</sub>), *nitrogen oksida* (NO), *karbon monoksida* (CO), *hidrokarbon* (HC), dan partikel halus (PM), yang semuanya mempunyai dampak negatif yang serius terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Emisi ini merupakan penyebab utama polusi udara di banyak kota besar, sehingga menimbulkan masalah serius seperti polusi udara, hujan asam, dan perubahan iklim global.

Penting untuk dipahami bahwa masalah emisi kendaraan tidak hanya berdampak pada kualitas udara tetapi juga berdampak pada lingkungan alam, termasuk tanah dan air, sehingga berkontribusi terhadap percepatan perubahan iklim. Menipisnya lapisan ozon dan meningkatnya efek rumah kaca merupakan dampak serius dari emisi kendaraan yang harus segera kita atasi.

Selain itu, emisi kendaraan bermotor juga menimbulkan dampak kesehatan yang serius. Partikel halus yang terhirup orang saat bepergian dapat menyebabkan gangguan pernapasan, penyakit kardiovaskular, dan bahkan kematian dini. Ini adalah masalah kesehatan masyarakat yang mendesak dan memerlukan tindakan efektif.

Oleh karena itu, pengukuran dan pengendalian emisi kendaraan merupakan langkah penting dalam menjaga kelestarian lingkungan dan kesehatan manusia. Pengembangan alat pengukur emisi mobil *wearable* berbasis Android merupakan upaya inovatif untuk mengatasi tantangan ini dengan menggunakan teknologi seluler dan berkolaborasi dengan masyarakat dalam upaya mengurangi emisi. Semoga solusi ini menjadi alat yang berguna untuk menyelesaikan masalah emisi kendaraan dengan lebih efektif dan berkelanjutan.

Pencemaran udara oleh emisi gas buang kendaraan bermotor merupakan salah satu masalah lingkungan global yang semakin mendesak untuk diatasi. Emisi seperti karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), dan partikel-partikel halus tidak hanya mengancam kualitas udara, tetapi juga berkontribusi terhadap perubahan iklim global dan memiliki dampak negatif pada kesehatan manusia. Upaya untuk mengurangi emisi kendaraan bermotor menjadi krusial dalam menjaga lingkungan yang lebih bersih dan sehat. Namun, pengukuran emisi gas buang kendaraan saat ini masih menghadapi berbagai kendala. Perangkat pengukuran emisi konvensional yang biasanya digunakan di pusat pengujian kendaraan memerlukan infrastruktur yang mahal dan kompleks serta prosedur pengujian yang rumit. Selain itu, pengukuran dilakukan secara terpusat di laboratorium, sehingga tidak memberikan gambaran lengkap tentang emisi gas buang kendaraan yang beroperasi di jalan raya secara *real-time*.

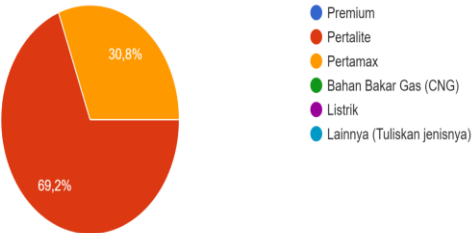
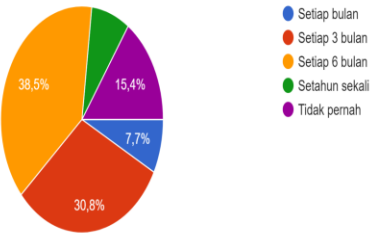
Disinilah konsep "Pengukur Emisi Mobil Portabel Berbasis *Android*" menjadi relevan dan penting. Penggunaan aplikasi berbasis *Android* yang terhubung dengan perangkat keras portabel dapat memberikan solusi yang lebih efisien, terjangkau, dan aksesibel untuk memantau emisi gas buang kendaraan secara langsung di lingkungan sekitar. Dengan *smartphone* yang sudah menjadi barang umum, aplikasi ini dapat digunakan oleh individu, pemilik kendaraan, badan pengawas lalu lintas, dan peneliti untuk mengumpulkan data emisi gas buang. Selain itu alasan penggunaan *Android* pada alat rancangan adalah agar saat pengemudi bisa mengukur emisi dari kursi pengemudi, hal ini dikarenakan pengukuran emisi diharuskan pada beberapa kondisi sebelum mesin dalam keadaan *idle* adalah dengan menginjak gas kendaraan sampai 2000 Rpm, selain itu penggunaan *Android* bertujuan agar data hasil pembacaan dapat disimpan langsung di perangkat *Android* sebagai *history* pengukuran yang sudah dilakukan.

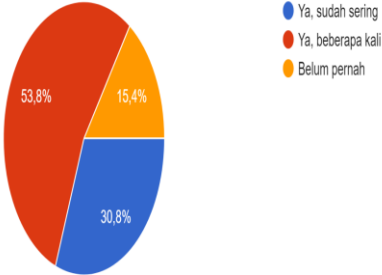
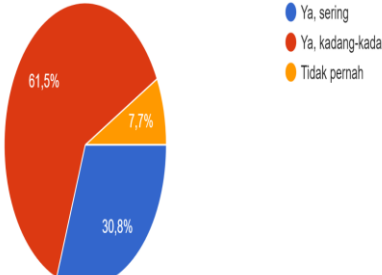
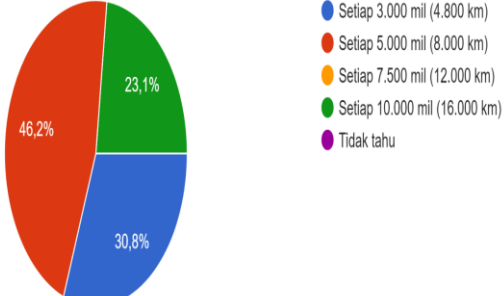
Meskipun konsep ini menjanjikan, masih ada sejumlah masalah yang perlu dipecahkan. Pertama, pengembangan perangkat keras yang sesuai untuk mengukur emisi gas buang kendaraan secara akurat dan dapat terhubung dengan perangkat *Android* merupakan tantangan teknis yang signifikan. Kedua, metode pengukuran yang digunakan dalam aplikasi *Android* ini harus diverifikasi dan dikalibrasi untuk memastikan akurasi data yang dihasilkan. Ketiga, ada kekhawatiran tentang keamanan data yang dikumpulkan melalui aplikasi ini dan risiko potensial penyalahgunaan data tersebut. Keempat, bagaimana cara memastikan bahwa aplikasi ini dapat diadopsi oleh masyarakat secara luas dan lembaga-lembaga terkait sehingga dapat mempengaruhi kesadaran masyarakat tentang emisi gas buang kendaraan dan mendukung

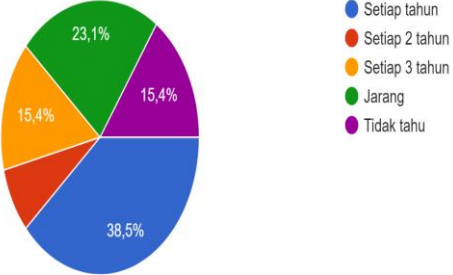
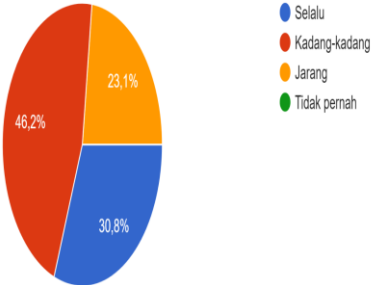
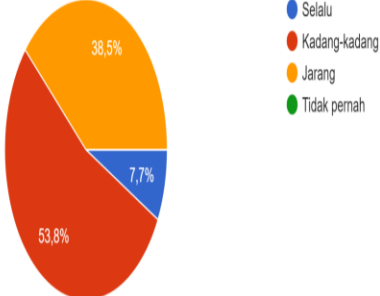
upaya pengurangan emisi. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah-masalah tersebut dan mengembangkan solusi yang efektif untuk pengukuran emisi gas buang kendaraan yang lebih baik dan ramah lingkungan. Dengan adanya Pengukur Emisi Mobil Portabel Berbasis *Android*, diharapkan akan meningkatkan pemahaman dan kesadaran tentang pentingnya pengukuran emisi yang rendah, serta mendukung upaya mengurangi dampak negatif emisi gas buang kendaraan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

Setelah mengidentifikasi secara cermat seluruh aspek masalah yang kita hadapi, kini saatnya kita mengambil langkah selanjutnya dengan menguraikannya lebih detail dalam bentuk diagram, sehingga kita dapat menganalisis data secara lebih sistematis dan mencari kemungkinan solusinya, yang akan memungkinkan kita. untuk mengambil keputusan dan tindakan yang tepat serta langkah tindakan yang tepat untuk mengatasi masalah ini. Sekedar tambahan informasi, bahwasanya survei ini telah diikuti oleh 15 responden dari para pengguna mobil pribadi.

Tabel 1.1 Survei Pengguna Mobil

Pertanyaan dan respon	Kesimpulan Jawaban
<p>Pertanyaan: Apakah jenis bahan bakar yang paling sering Anda gunakan untuk mobil Anda? 13 jawaban</p>  <p>Legend:          ● Premium          ● Pertalite          ● Pertamax          ● Bahan Bakar Gas (CNG)          ● Listrik          ● Lainnya (Tuliskan jenisnya)</p>	<p>Dari diagram ini, dapat disimpulkan bahwa Premium dan Pertamax adalah jenis bahan bakar yang paling populer di antara pengguna mobil. Jenis bahan bakar lainnya seperti Listrik, CNG, atau Lainnya tidak banyak digunakan</p>
<p>Pertanyaan: Seberapa sering Anda melakukan perawatan rutin pada mobil Anda untuk mengurangi emisi? 13 jawaban</p>  <p>Legend:          ● Setiap bulan          ● Setiap 3 bulan          ● Setiap 6 bulan          ● Setahun sekali          ● Tidak pernah</p>	<p>Dari diagram ini, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar pengguna mobil melakukan perawatan mobil secara rutin untuk mengurangi emisi. Hanya sedikit yang tidak pernah melakukan perawatan mobil sama sekali.</p>

Pertanyaan dan respon	Kesimpulan Jawaban												
<p>Pertanyaan: Apakah Anda pernah mempertimbangkan untuk mengganti mobil Anda dengan yang lebih efisien dalam hal konsumsi bahan bakar? 13 jawaban</p>  <table border="1"> <caption>Data for Question 1</caption> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya, sudah sering</td> <td>30,8%</td> </tr> <tr> <td>Ya, beberapa kali</td> <td>53,8%</td> </tr> <tr> <td>Belum pernah</td> <td>15,4%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	Ya, sudah sering	30,8%	Ya, beberapa kali	53,8%	Belum pernah	15,4%	<p>Dari diagram ini, dapat disimpulkan bahwa hampir setengah dari pengguna mobil tidak tertarik dengan mobil hibrida. Sedangkan sisanya memiliki minat yang bervariasi terhadap mobil hibrida</p>				
Response	Percentage												
Ya, sudah sering	30,8%												
Ya, beberapa kali	53,8%												
Belum pernah	15,4%												
<p>Pertanyaan: Apakah Anda pernah berpikir untuk menggunakan transportasi umum atau berbagi perjalanan dengan orang lain untuk mengurangi emisi? 13 jawaban</p>  <table border="1"> <caption>Data for Question 2</caption> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya, sering</td> <td>30,8%</td> </tr> <tr> <td>Ya, kadang-kadang</td> <td>61,5%</td> </tr> <tr> <td>Tidak pernah</td> <td>7,7%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	Ya, sering	30,8%	Ya, kadang-kadang	61,5%	Tidak pernah	7,7%	<p>Dari diagram ini, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar pengguna mobil memiliki kesadaran lingkungan yang tinggi dan bersedia menggunakan transportasi publik atau berbagi perjalanan dengan orang lain untuk mengurangi emisi. Hanya sedikit yang tidak mau melakukan hal tersebut</p>				
Response	Percentage												
Ya, sering	30,8%												
Ya, kadang-kadang	61,5%												
Tidak pernah	7,7%												
<p>Pertanyaan: Seberapa sering Anda mengganti oli mesin mobil Anda? 13 jawaban</p>  <table border="1"> <caption>Data for Question 3</caption> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Setiap 3.000 mil (4.800 km)</td> <td>30,8%</td> </tr> <tr> <td>Setiap 5.000 mil (8.000 km)</td> <td>46,2%</td> </tr> <tr> <td>Setiap 7.500 mil (12.000 km)</td> <td>23,1%</td> </tr> <tr> <td>Setiap 10.000 mil (16.000 km)</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Tidak tahu</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	Setiap 3.000 mil (4.800 km)	30,8%	Setiap 5.000 mil (8.000 km)	46,2%	Setiap 7.500 mil (12.000 km)	23,1%	Setiap 10.000 mil (16.000 km)	0%	Tidak tahu	0%	<p>Dari diagram ini, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar pengguna mobil mengganti oli mesin mobil mereka secara teratur sesuai dengan rekomendasi produsen. Tidak ada yang mengabaikan perawatan oli mesin mobil sama sekali.</p>
Response	Percentage												
Setiap 3.000 mil (4.800 km)	30,8%												
Setiap 5.000 mil (8.000 km)	46,2%												
Setiap 7.500 mil (12.000 km)	23,1%												
Setiap 10.000 mil (16.000 km)	0%												
Tidak tahu	0%												

Pertanyaan dan respon	Kesimpulan Jawaban
<p>Pertanyaan: Seberapa sering Anda mengganti filter udara pada mobil Anda? 13 jawaban</p>  <p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Setiap tahun</li> <li>● Setiap 2 tahun</li> <li>● Setiap 3 tahun</li> <li>● Jarang</li> <li>● Tidak tahu</li> </ul> </p>	<p>Dari diagram ini, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar pengguna mobil mengganti filter udara mobil mereka berdasarkan jarak tempuh mobil mereka. Sebagian kecil tidak tahu kapan harus mengganti filter udara mobil mereka</p>
<p>Pertanyaan: Seberapa sering Anda mematikan mesin mobil Anda saat sedang menunggu dalam kondisi parkir atau macet lalu lintas? 13 jawaban</p>  <p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Selalu</li> <li>● Kadang-kadang</li> <li>● Jarang</li> <li>● Tidak pernah</li> </ul> </p>	<p>Dari diagram ini, dapat disimpulkan bahwa hampir setengah dari pengguna mobil memiliki kebiasaan baik untuk mematikan mesin mobil saat menunggu lalu lintas atau kondisi parkir. Sedangkan sisanya masih jarang atau tidak pernah melakukan hal tersebut.</p>
<p>Pertanyaan: Seberapa sering Anda menggunakan transportasi umum untuk perjalanan jarak jauh daripada mengendarai mobil pribadi? 13 jawaban</p>  <p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Selalu</li> <li>● Kadang-kadang</li> <li>● Jarang</li> <li>● Tidak pernah</li> </ul> </p>	<p>Dari diagram ini, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar pengguna mobil lebih memilih transportasi publik untuk perjalanan jarak jauh. Hanya sedikit yang tidak pernah menggunakan transportasi publik sama sekali.</p>

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan persoalan yang telah dijabarkan pada tabel, dapat disimpulkan bahwa terdapat permasalahan dalam mengatasi masalah emisi kendaraan, untuk itu pengembangan dan penerapan pengukur emisi mobil portable berbasis *Android* diharapkan dapat berkontribusi secara efektif dalam memecahkan masalah emisi kendaraan khususnya mobil, dan juga hasil penerapan ini dapat mencerminkan sejauh mana teknologi tersebut memiliki akurasi yang bagus. Dan agar pengguna mobil bisa memantau dan mengukur emisi kendaraanya sendiri .

## 1.3 Tujuan

Pengembangan dan penerapan pengukur emisi mobil *portable* berbasis *Android* dengan merancang perangkat keras (sensor) dan perangkat lunak (aplikasi *Android*) yang terintegrasi dengan baik untuk mengukur emisi mobil dengan akurat. Untuk Mengurangi emisi gas buang kendaraan bermotor untuk meningkatkan kualitas udara dan mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

## 1.4 Batasan Masalah

- 1). Jenis Emisi yang Diukur: Penelitian ini akan membatasi diri pada pengukuran emisi gas buang mobil, seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) Pengukuran emisi gas-gas ini merupakan fokus utama dalam upaya pengendalian polusi udara dari kendaraan bermotor.
- 2). Perangkat *Android* yang didukung untuk mengukur emisi mobil portabel akan dikembangkan khusus untuk perangkat *Android* dengan versi sistem operasi tertentu. Hal ini bertujuan untuk mempermudah integrasi dengan berbagai jenis *smartphone* dan tablet yang umumnya digunakan oleh pengguna.
- 3). Akurasi dan Kalibrasi dalam proyek ini, akan ada pembatasan dalam hal akurasi pengukuran dan kalibrasi perangkat. Akurasi pengukuran emisi gas buang sangat penting, namun faktor-faktor seperti keterbatasan perangkat keras dan perangkat lunak *Android* dapat mempengaruhi tingkat akurasi.
- 4). Hanya mengukur emisi mobil berknalpot satu.
- 5). Hanya mengukur emisi mobil berbahan bakar bensin
- 6). Hanya mengukur emisi kendaraan kategori M (Ringan beroda 4 )

## 1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

Pengukuran emisi mobil portabel berbasis *Android* adalah sebuah metode untuk menguji emisi gas buang kendaraan bermotor menggunakan sistem pengukuran yang dapat dipasang pada kendaraan dan dioperasikan melalui aplikasi *Android*. Metode ini harus mengikuti aturan standar yang telah ditetapkan oleh pemerintah dan organisasi internasional. Beberapa aturan standar yang berlaku adalah:

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, yang mengatur tentang pengendalian pencemaran udara dari sumber-sumber emisi, termasuk kendaraan [1].
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 6 Tahun 2018 tentang Baku Mutu Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor, yang mengatur tentang baku mutu emisi gas buang kendaraan bermotor yang harus dipenuhi oleh produsen, importir, dan pemilik kendaraan [2].
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 8 Tahun 2023 tentang Penerapan Baku Mutu Emisi Kendaraan Bermotor Kategori M, Kategori N, Kategori O, dan Kategori L. Peraturan ini mengatur baku mutu emisi, penerapan uji emisi, dan sanksi bagi kendaraan bermotor yang tidak memenuhi persyaratan [3].
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 35 Tahun 1993 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor adalah peraturan yang menetapkan ambang batas maksimum emisi gas buang kendaraan bermotor yang beroperasi di jalan umum [4].
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2009 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru adalah peraturan yang menetapkan batas maksimum zat atau bahan pencemar yang boleh dikeluarkan langsung dari pipa gas buang kendaraan bermotor tipe baru [5].
- SAE J1939, yang merupakan standar komunikasi untuk kendaraan otomotif, yang menentukan protokol dan format data untuk komunikasi antara unit kontrol elektronik kendaraan [6].
- SAE J1667, *Snap-Acceleration Smoke Test Procedure for Heavy-Duty Diesel-Powered Vehicles*. Standar ini menetapkan prosedur untuk mengukur kepekatan asap yang dihasilkan oleh kendaraan diesel berat saat akselerasi mendadak [7].
- NIST 1635, yang merupakan standar komunikasi untuk sistem pengujian emisi, yang menentukan protokol dan format data untuk komunikasi antara sistem pengujian emisi dan aplikasi Android[8]

## BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

### 2.1. Studi Literatur dan Observasi

Sebelum merancang solusi kami melakukan observasi dengan menggali informasi dari beberapa sumber informasi didapatkan melalui proses Studi literatur dari penelitian maupun percobaan sejenis. Proses pengumpulan informasi ini dilakukan dengan menyeluruh agar dapat menjadi pendukung kami untuk merancang usulan solusi. Usulan solusi yang dirancang diharapkan dapat sesuai dengan kebutuhan pengguna serta memadai untuk diimplementasikan dengan batasan-batasan yang ada di lapangan.

Tabel 2.1 Hasil Studi Literatur Solusi Sejenis

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Rancang bangun Alat Uji Emisi <i>Portable Gas CO, NO, dan HC</i> Pada Kendaraan Bermotor[10].	Solusi yang ditawarkan peneliti Dapat mengukur konsentrasi gas <i>NO, CO, dan HC</i> dengan mudah dan dapat digunakan di manapun	<p>Deskripsi: Uji emisi bertujuan untuk mengukur tingkat polusi yang disebabkan pembakaran mesin kendaraan bermotor. Apakah layak atau tidaknya kendaraan bermotor di operasikan tergantung dari batasan tingkat emisi yang ditetapkan untuk tingkat kendaraan tersebut.</p> <p>Kelebihan: Alat sudah <i>portable</i></p> <p>Kekurangan: belum terintegrasi dengan <i>Android</i> dan ukuran masih terlalu besar untuk kategori <i>portable</i>.</p>
Aplikasi Sensor <i>MQ-07</i> Pada Pengukuran Gas Karbon	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa perangkat yang dapat dioperasikan	Deskripsi: Sensor MQ-7 merupakan sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari. Sensor gas MQ-7 ini

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Monoksida Untuk Uji Emisi Kendaraan Bermotor Berbasis <i>IOT</i> [11].	dan dapat terhubung secara Iot.	mempunyai kelebihan sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan usia pakai yang lama. Penyesuaian sensitivitas sangat diperlukan. Kelebihan: Alat <i>Portable</i> dan sudah IoT. Kekurangan: Alat memerlukan jaringan yang stabil dan bagus agar dapat terhubung ke <i>Internet</i>
Rancang Bangun Alat Ukur Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dengan Penampil Smartphone <i>Android</i> Berbasis <i>Arduino Nano</i> [12].	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa Pengukur emisi gas berbasis arduino uno dan dengan penampil <i>Android</i>	Deskripsi: Kendaraan bermotor berbahan bakar bensin menghasilkan emisi gas buang yang mengandung gas gas polutan berbahaya yang dapat merusak lingkungan sekitar dan mengganggu kesehatan manusia. Untuk pengontrolan kadar emisi kendaraan bermotor, dibuatlah alat pengukur kadar emisi gas buang kendaraan bermotor. Kelebihan: Alat sudah portable dan sudah bisa ditampilkan melalui <i>Android</i> Kekurangan: Sensor belum lengkap .
<i>Portable Emissions Measurement System (PEMS) for Real-World Vehicle Emissions Testing</i> [13].	Integrasi <i>PEMS</i> dengan Teknik <i>Road-to-Rig</i> dan <i>Digital Twin</i> <i>PEMS</i> dapat digunakan secara sinergis dengan teknik <i>road-to-rig</i> , seperti <i>Intelligent Lab</i> . <i>Intelligent Lab</i> , yang menampilkan pencocokan	Deskripsi: Sistem pengukuran emisi portabel ( <i>PEMS</i> ) adalah perangkat pengujian emisi kendaraan yang berukuran kecil dan cukup ringan untuk dibawa ke dalam atau dipindahkan dengan kendaraan bermotor yang sedang dikendarai selama pengujian, dan bukan pada rol stasioner

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
	<p>torsi <i>road-to-rig</i> dan digital twin empiris, adalah serangkaian solusi yang membantu program pengembangan untuk mengurangi jam pengujian dan generasi prototipe secara dramatis. Mereka juga membantu menurunkan biaya hingga jutaan, memungkinkan lingkungan yang lebih bersih, dan membuka potensi secara keseluruhan. Untuk hasil terbaik, PEMS dan sistem pengukuran lainnya dapat diintegrasikan dengan mulus dengan <i>STARS Enterprise</i>. Platform berbasis <i>cloud</i> ini menawarkan solusi perangkat lunak modular, fleksibel, dan dapat diskalakan untuk mengotomatisasi dan mengoptimalkan</p>	<p>dinamometer yang hanya mensimulasikan mengemudi di dunia nyata.</p> <p>Kelebihan: Dapat digunakan untuk mengukur emisi kendaraan di lokasi manapun, Lebih efisien daripada sistem pengujian emisi konvensional, Dapat memberikan gambaran yang lebih akurat tentang emisi yang dihasilkan kendaraan</p> <p>Kekurangan: Dapat lebih mahal daripada sistem pengujian emisi konvensional ,Memerlukan operator yang terlatih ,Dapat lebih rentan terhadap kesalahan daripada sistem pengujian emisi konvensional</p>

<b>Judul</b>	<b>Usulan solusi</b>	<b>Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)</b>
	laboratorium pengujian Anda.	
<i>Comparison of Portable Emission Measurement Systems for Light-Duty Vehicles</i> [14].	Salah satu usulan solusinya yakni, akurasi pengukuran yang menjadi salah satu faktor terpenting dalam sistem pengukuran emisi mobil portable. Untuk meningkatkan akurasi pengukuran, dapat dilakukan dengan menggunakan sensor dan peralatan yang lebih presisi. Sensor dan peralatan yang lebih presisi dapat mengukur emisi gas buang dengan lebih akurat, sehingga hasil pengukuran yang diperoleh akan lebih akurat. Hal ini dapat mengurangi kemungkinan kesalahan pengukuran dan meningkatkan kepercayaan terhadap hasil pengukuran. Namun, perlu diingat bahwa biaya sensor dan peralatan yang lebih presisi	<p>Deskripsi: Studi ini membahas pengujian emisi mobil dengan menggunakan sistem pengukuran emisi portabel (PEMS) yang dilakukan selama proses persetujuan tipe dan kesesuaian kendaraan ringan di Uni Eropa. Dalam penelitian ini, tiga PEMS dibandingkan dengan alat analisis laboratorium yang terhubung langsung ke knalpot dan terowongan pengenceran. Hasilnya menunjukkan bahwa ada perbedaan antara PEMS dan alat Uji alat dengan perbedaan biasanya berkisar antara 2% untuk CO<sub>2</sub> dan 5% untuk NO<sub>x</sub>. Emisi CO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub> rata-rata berkisar antara 10% dan 15%, dengan beberapa pengecualian. Pengukuran laju aliran gas buang juga memiliki perbedaan sekitar 10% untuk kecepatan rendah dan 5% untuk kecepatan yang lebih tinggi. Namun, hasil ini masih sesuai dengan toleransi yang diizinkan oleh undang-undang dan estimasi ketidakpastian PEMS yang ditetapkan pada tahun 2017.</p> <p>Kelebihan:Peningkatan produktivitas operator pengurangan kesalahan operasional</p>

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
	juga akan lebih tinggi. Selain itu, dibutuhkan pengetahuan dan keterampilan khusus untuk menggunakan sensor dan peralatan tersebut.	Kekurangan: Biaya yang lebih tinggi Kebutuhan waktu dan tenaga yang lebih besar untuk pengembangan

Dari studi literatur yang sudah kami lakukan, alat yang akan kami buat memiliki keunikan dan keunggulan tersendiri yaitu *portable*, yang berarti alat ini lebih kecil dan praktis dibanding yang sudah dibuat sebelumnya. Selain itu alat yang kami buat memakai tipe komunikasi *Bluetooth* sehingga dapat digunakan di tempat yang tidak ada sinyal sekalipun.

## 2.2. Dasar Teori

Pengukuran emisi mobil portabel berbasis *Android* memerlukan pemahaman yang kuat tentang beberapa konsep dasar. Emisi kendaraan, termasuk gas buang seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NO), dan partikel, menjadi fokus utama dalam pengukuran ini. Sensor gas yang digunakan dalam perangkat *Android* beroperasi berdasarkan prinsip kerja seperti sensor elektrokimia, yang mendeteksi konsentrasi gas dalam lingkungan sekitarnya. Integrasi teknologi sensor gas ke dalam perangkat *Android* memungkinkan pengumpulan data emisi secara *real-time*. Pengolahan data yang efisien memerlukan algoritma untuk menghitung konsentrasi gas dan mengonversi data sensor menjadi nilai yang dapat dimengerti. Selain itu, pemodelan emisi melibatkan pemahaman tentang reaksi gas dalam lingkungan tertentu dan perhitungan matematis untuk menentukan emisi total.

### 2.2.1 Emisi Gas Buang

Emisi gas buang adalah sisa hasil bahan bakar akibat pembakaran di dalam mesin pembakar bagian dalam, mesin pembakar bagian luar, mesin jet yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Sisa hasil pembakaran berupa gas CO atau karbon monoksida yang

beracun, CO<sup>2</sup> atau karbon dioksida yang merupakan gas rumah kaca, NO senyawa nitrogen oksida, hidrokarbon (HC) berupa senyawa hidrat arang akibat ketidaksempurnaan proses pembakaran serta partikel lepas. Pada negara-negara maju yang melakukan standar emisi gas buang kendaraan yang sangat ketat, ada 5 unsur dalam gas buang kendaraan yang diukur yaitu gas HC, CO, CO<sup>2</sup>, O<sup>2</sup> dan senyawa NO<sup>2</sup>. Sedangkan pada negara-negara berkembang yang mempunyai standar emisinya tidak begitu ketat, hanya mengukur 4 unsur saja dalam gas buang yaitu gas HC, CO, CO<sup>2</sup> dan O<sup>2</sup>. Alat ini dirancang mengikuti standar emisi yang ada di Indonesia berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama[15].

### **2.2.2 Gas Hidrokarbon (HC)**

Gas hidrokarbon (HC) adalah gas yang tidak begitu merugikan manusia, namun merupakan penyebab terjadinya kabut dalam campuran asap. Asap hidrokarbon yang terdapat pada gas buang berbentuk gasoline yang tidak terbakar. Gas hidrokarbon terdapat pada proses penguapan bahan bakar pada karburator, tangki, serta kebocoran gas yang melalui celah antara silinder engkol. Untuk standar batas emisi gas hidrokarbon itu sendiri di Indonesia berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup sudah ditetapkan ambang batas maksimum untuk kendaraan beroda 4 atau beroda lebih dari 4 ditetapkan ambang batas maksimum yaitu 200 ppm[4].

### **2.2.3 Gas Karbon Monoksida (CO)**

Gas karbon monoksida (CO) adalah gas hasil pembakaran yang bersifat racun bagi manusia pada saat bernafas, karena akibat berkurangnya jumlah oksigen pada jaringan darah. Gas karbon monoksida (CO) terdapat cukup banyak di udara, karena gas CO ini terbentuk akibat adanya suatu pembakaran yang tidak sempurna. Gas karbon monoksida mempunyai ciri yang tidak berwarna, tidak terasa, serta tidak berbau. Kendaraan bermotor memberi dampak yang sangat besar dalam peningkatan kadar CO yang membahayakan. Gas CO adalah pencemar yang paling utama di dalam semua polutan udara. Untuk standar batas emisi gas karbon monoksida itu sendiri di Indonesia berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup sudah ditetapkan ambang batas maksimum CO yaitu untuk kendaraan beroda 4 atau beroda lebih dari 4 ditetapkan ambang batas maksimum CO yaitu 1,5 %[3].

## 2.3 Sensor Gas

Sensor merupakan komponen yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia di sekitar, sedangkan sensor gas adalah suatu komponen yang digunakan untuk mendeteksi salah satu jenis atau lebih dari satu jenis gas. Sensor gas berfungsi untuk mengukur kandungan senyawa gas polutan yang ada di udara. Sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi gas CO yaitu type MQ-7, sensor untuk mendeteksi HC yaitu MQ-2. Pada penelitian ini digunakan sensor MQ-7 dan MQ-2.

### 2.3.1 MQ-2

Sensor gas ini untuk mendeteksi gas hidrokarbon (HC). Sensor ini adalah sensor gas analog. Sensor MQ2 ini sering digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas di rumah maupun industri. Sensor MQ2 dapat mendeteksi gas : i-butane, Propana, Metana, Hidrogen, LPG, serta Asap. Dalam buku yang berjudul *Atmospheric Monitoring with Arduino* Sensor karangan *Patrick Di Justo* dan *Emily Gertz* Sensor ini juga dapat mendeteksi gas hidrokarbon hasil pembakaran mobil yang keluar dari knalpot. Sensor ini memiliki sensitivitas yang tinggi dan waktu respon yang cepat.

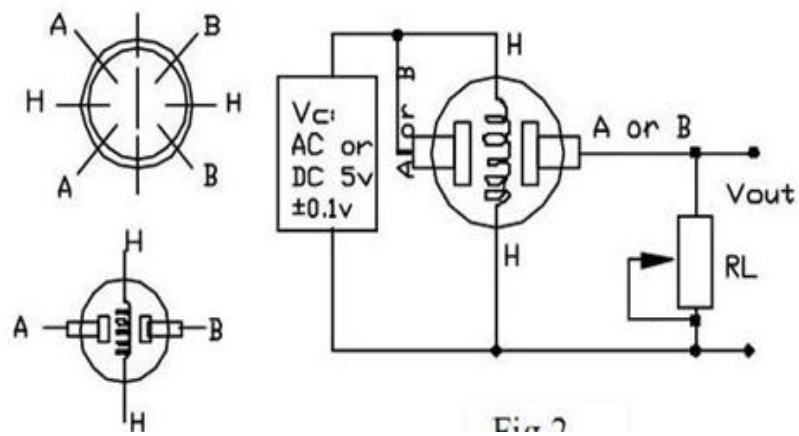


Gambar 2.1 Sensor gas MQ-2

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor Gas MQ-2

<i>Sensor Type</i>	<i>Semiconductor</i>
Deteksi Gas	<i>Semiconductor</i>
<i>Circuit Voltage</i>	<i>5V ±0.1 AC or DC</i>

<i>Heating Voltage</i>	$5V \pm 0.1$ AC or DC
<i>Load Voltage</i>	10 K
<i>Heater Resistance</i>	$33\Omega \pm 5\%$ at room temperature
<i>Heating Consumption</i>	< 800mW



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin Sensor MQ-2 [21]

Dalam gambar, + 5V terhubung ke kedua pin 'A'. Ini dapat dilakukan jika pemanas membutuhkan tegangan + 5V tetap. Sebuah resistor tetap untuk beban- resistor. Vout terhubung ke input analog dari Arduino.

### 2.3.2 Sensor MQ-7

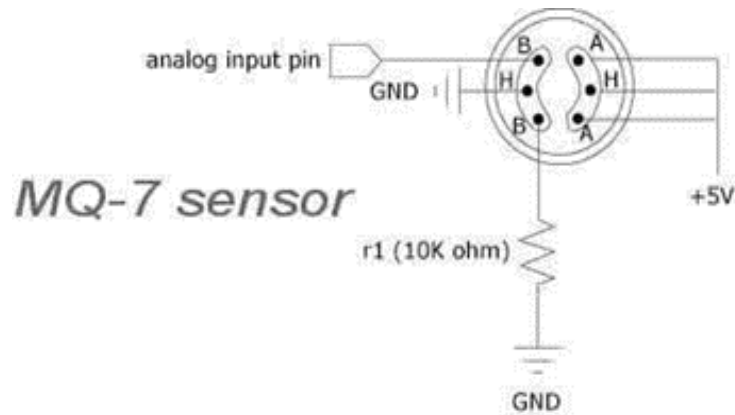
Sensor gas ini untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO). Sensor ini dapat mendeteksi konsentrasi gas CO mulai dari 20 hingga 2000 ppm. Menurut datasheet kondisi lingkungan yang disarankan untuk penggunaan sensor ini yaitu suhu antara -25-50 derajat celsius, kelembaban tidak lebih dari 95%, dan kadar oksigen (O2) adalah 21% [1].



Gambar 2.3 Sensor Gas MQ-7

Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor Gas MQ7

<i>Sensor Type</i>	<i>Semiconductor</i>
<i>Gas Detection</i>	<i>Carbon Monoxide Gas</i>
<i>Circuit Voltage</i>	<i>5V <math>\pm</math>0.1 AC or DC</i>
<i>Heating Voltage</i>	<i>5V <math>\pm</math>0.1 AC or DC</i>
<i>Load Resistance</i>	10 K
<i>Heater Resistance</i>	<i>33<math>\Omega</math> <math>\pm</math>5%at room temperature</i>
<i>Heating Consumption</i>	< 800mW



Gambar 2.4 Konfigurasi Pin Sensor MQ7 [21]

Keterangan:

- 5 V dimasukkan ke Pin VCC
- GND dimasukkan ke Pin Ground.
- Analog input pin dimasukkan ke port analog arduino.

### 2.3.3 Sensor MQ-135

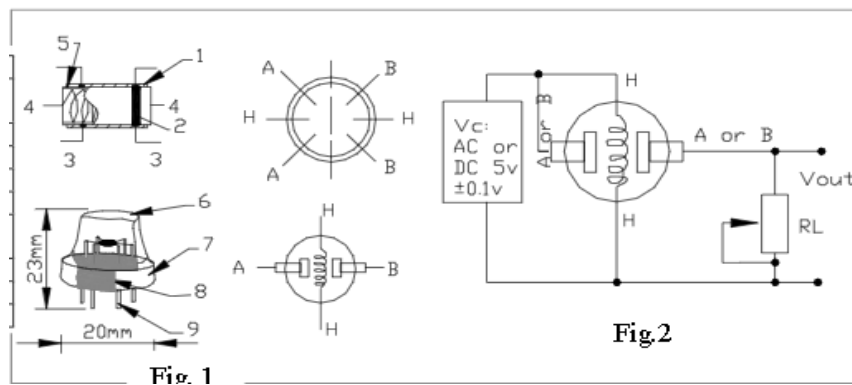
Adalah sensor udara untuk mendeteksi gas amonia ( $\text{NH}_3$ ), natrium-(di)oksida ( $\text{NO}_x$ ), alkohol / ethanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), benzena ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), gas belerang / sulfur-hidroksida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dan gas - gas lainnya yang ada di atmosfer. Sensor ini melaporkan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan nilai resistansi analog di pin keluarannya. Sensor ini bekerja pada tegangan 5 Volt dan menghasilkan sinyal keluaran analog.



Gambar 2.5 MQ-135

Tabel 2.4 Spesifikasi Sensor Gas MQ-135

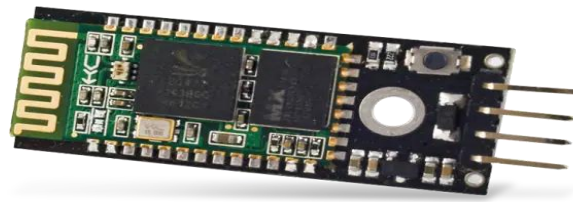
<i>Symbol</i>	<i>Parameter name</i>	<i>Technical condition</i>	<i>Remarks</i>
<i>Vc</i>	<i>Circuit voltage</i>	$5V \pm 0.1$	<i>AC OR DC</i>
<i>VH</i>	<i>Heating voltage</i>	$5V \pm 0.1$	<i>AC OR DC</i>
<i>RL</i>	<i>Load resistance</i>	<i>Can adjust</i>	
<i>RH</i>	<i>Heater resistance</i>	$33\Omega \pm 5\%$	<i>Room Tem</i>
<i>PH</i>	<i>Heating consumption</i>	<i>less than 800mw</i>	



Gambar 2.6 Konfigurasi Pin Sensor MQ-135 [21]

### 2.3.4 Modul *Bluetooth* HC-05

*Bluetooth* adalah salah satu bentuk komunikasi data secara nirkabel berbasis frekuensi radio. Penggunaan utama dari modul *Bluetooth* ini adalah menggantikan komunikasi serial menggunakan kabel. Modul *bluetooth* serial HC memiliki banyak jenis atau varian, yang secara garis besar terbagi menjadi dua yaitu jenis ‘*industrial series*’ yaitu HC-03 dan HC04 serta ‘*civil series*’ yaitu HC-05 dan HC-06. Modul *Bluetooth* serial, yang selanjutnya disebut dengan modul BT saja digunakan untuk mengirimkan data serial TTL via *bluetooth*. Modul BT terdiri dari dua jenis perangkat, yaitu Master (pengirim data) dan Slave (penerima)[1].



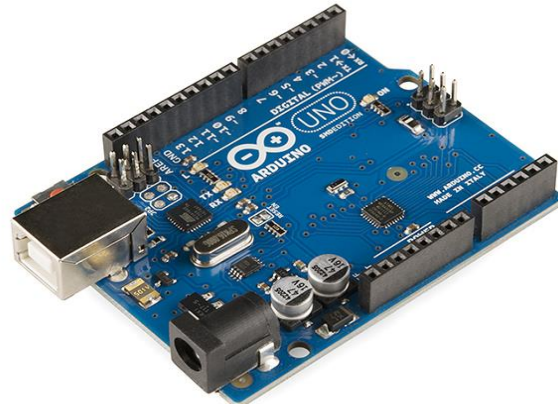
Gambar 2.7 Modul HC-05

Tabel 2.5 Spesifikasi *Bluetooth* HC-05

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan input:	3.3 V
Antarmuka	Serial
Frekuensi kerja	2.4 GHz

### 2.3.5 Arduino Uno

*Arduino Uno* merupakan sebuah board minimum sistem mikrokontroler yang bersifat *open source*. Didalam rangkaian board Arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel. Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding board mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, Arduino juga mempunyai bahasa pemrograman sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam board Arduino sendiri sudah terdapat loader yang berupa *USB* sehingga memudahkan ketika memprogram mikrokontroler di dalam Arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board microcontroller* yang lain yang masih membutuhkan rangkaian loader terpisah untuk memasukkan program ketika memprogram mikrokontroler. *Port* USB tersebut selain untuk loader ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai *port* komunikasi serial.



Gambar 2.8 Arduino uno

Tabel 2.6 Spesifikasi Arduino Uno

Spesifikasi	Deskripsi
Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan operasi	5V
Tegangan Masukan (disarankan)	7-12V
Tegangan masukan (batas)	6-20V
Jumlah pin I/O Digital	14 pin (6 pin untuk keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6 pin
Arus DC setiap I/O pin	20 Ma
Arus DC pin 3.3v	50 Ma
<i>Flash memory</i>	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
<i>Clock speed</i>	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Panjang	68.6 mm

Spesifikasi	Deskripsi
Lebar	53.4 mm
Berat	25 g

## 2.4 Analisis Stakeholder

Produk ini akan digunakan oleh para pengguna mobil, dan secara umum produk ini digunakan untuk mengukur emisi dengan cara memasukkan alat ke dalam knalpot mobil, untuk melihat hasil akhir, alat tersebut tersambung dengan android dengan komunikasi *bluetooth*.

## 2.5 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem

### 2.5.1 Aspek Ekonomi

Aspek ekonomi merupakan salah satu faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan sistem pengukur emisi portabel berbasis *Android*. Hal ini berkaitan dengan biaya produksi, pemasaran, dan distribusi sistem. Biaya produksi sistem pengukur emisi portabel berbasis *Android* dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti:

- Bahan baku yang digunakan
- Teknologi yang diterapkan
- Kualitas dan kuantitas produksi

### 2.5.2 Aspek Sosial

Aspek sosial juga merupakan faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan sistem pengukur emisi portabel berbasis *Android*. Hal ini berkaitan dengan kebutuhan dan harapan masyarakat terhadap sistem. Kebutuhan masyarakat terhadap sistem pengukur emisi portabel berbasis *Android* dapat dilihat dari beberapa aspek, seperti:

- Tingkat kesadaran masyarakat terhadap lingkungan
- Kebutuhan masyarakat untuk memantau kualitas udara
- Partisipasi dan Keterlibatan Masyarakat:
- Pendidikan dan Informasi

Emisi kendaraan memiliki dampak yang signifikan pada kualitas udara dan kesehatan masyarakat. Paparan tingkat tinggi emisi kendaraan dapat menyebabkan masalah pernapasan,

penyakit jantung, dan masalah kesehatan lainnya. Selain itu, emisi kendaraan juga berkontribusi pada perubahan iklim, yang memiliki dampak sosial dan ekonomi yang luas[10].

### 2.5.3 Aspek Hukum

Aspek hukum juga perlu dipertimbangkan dalam perancangan sistem pengukur emisi portabel berbasis *Android*. Hal ini berkaitan dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia. Peraturan dan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia dapat mempengaruhi desain sistem, dalam hal keamanan dan keselamatan penggunaan sistem yang dibuat.

### 2.5.4 Aspek Keselamatan

Aspek keselamatan juga perlu dipertimbangkan dalam perancangan sistem pengukur emisi mobil portabel berbasis *Android*. Hal ini berkaitan dengan regulasi standarisasi yang berlaku di Indonesia. Sehingga alat ini dirancang sebisa mungkin tidak membahayakan user seperti dengan menambah panjang selang dan penggunaan aplikasi android agar pengguna tidak langsung terpapar emisi dari knalpot yang mengandung gas yang berbahaya.

## 2.6 Spesifikasi Sistem

Tabel 2.7 Spesifikasi Sistem

No	Kategori	Rincian Spesifikasi
1.	Tujuan Sistem	Mengukur emisi gas buang dari kendaraan bermotor.
		Memonitor parameter penting: CO, HC, SO.
		Menyajikan data dengan aplikasi Android.
		Riwayat pengukuran emisi disimpan.
2.	Sensor dan Peralatan	Menggunakan sensor berkualitas tinggi.
		Mendeteksi CO dan HC dengan akurasi tinggi.

No	Kategori	Rincian Spesifikasi
		Antarmuka <i>Bluetooth</i> untuk konektivitas <i>Android</i> .
3.	Spesifikasi <i>Android</i>	<p data-bbox="711 428 1427 470">Kompatibel dengan <i>Android</i> 5.0+.</p> <p data-bbox="711 470 1427 548">Antarmuka pengguna yang ramah.</p> <p data-bbox="711 548 1427 611">Tampilan data real-time dalam grafik dan angka.</p> <p data-bbox="711 611 1427 699">Riwayat pengukuran dapat diakses dan peringatan batas emisi diatur.</p>
4.	Baterai dan Daya	<p data-bbox="711 716 1427 779">Daya tahan baterai sehari-hari.</p> <p data-bbox="711 779 1427 877">Pengisian daya yang cepat dan mudah.</p>
5.	Koneksi dan Kompatibilitas	<p data-bbox="711 894 1427 957">Konektivitas dengan <i>Android</i> melalui <i>Bluetooth</i></p> <p data-bbox="711 957 1427 1035">Kompatibilitas dengan berbagai jenis ponsel <i>Android</i> umum.</p>
6.	Keamanan Data	Data pengukuran diamankan dan disandikan saat transfer.
7.	Lingkungan Kerja	<p data-bbox="711 1142 1427 1205">Tahan suhu ekstrem, kelembaban, dan debu.</p> <p data-bbox="711 1205 1427 1262">Mematuhi standar keamanan dan regulasi elektronik.</p>
8.	Pemeliharaan dan Perawatan	<p data-bbox="711 1278 1427 1341">Mudah pemeliharaan dan perbaikan.</p> <p data-bbox="711 1341 1427 1398">Panduan perawatan dan dukungan teknis tersedia.</p>
9.	Sertifikasi dan Persetujuan	Memenuhi standar sertifikasi seperti ISO 9001 atau setara.

Sistem ini diciptakan untuk mengukur emisi gas buang kendaraan bermotor dengan akurasi tinggi. Parameter utama yang diukur meliputi Karbon Monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), dan Sulfat (SO). Data pengukuran disajikan melalui aplikasi *Android* yang kompatibel dengan versi 5.0 ke atas. Aplikasi ini memiliki antarmuka pengguna yang ramah, menampilkan data secara *real-time* dalam bentuk grafik dan angka, serta menyimpan riwayat pengukuran.

Sensor berkualitas tinggi digunakan, dan sistem memiliki antarmuka *Bluetooth* untuk terhubung dengan perangkat *Android*. Sistem ini dilengkapi dengan baterai yang tahan lama untuk penggunaan sehari-hari, serta kemampuan pengisian daya yang cepat dan mudah. Keamanan data menjadi prioritas, sehingga data pengukuran diamankan saat ditransfer antara perangkat dan aplikasi *Android*.

Selain itu, sistem dirancang untuk tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan, termasuk suhu ekstrem, kelembaban, dan debu. Penerapan standar keamanan dan regulasi yang berlaku menjadi bagian integral dari desain sistem ini.

## **BAB 3. USULAN SOLUSI**

Dalam Bab 3 ini, kami akan mengusulkan solusi inovatif untuk mengimplementasikan sistem pengukuran emisi portabel berbasis *Android*. Pendekatan ini melibatkan pemanfaatan teknologi komunikasi Bluetooth, yang memungkinkan pengambilan data yang lebih efisien dan akurat. Mari kita telusuri rincian dari solusi yang kami tawarkan untuk meningkatkan metode pengukuran emisi saat ini.

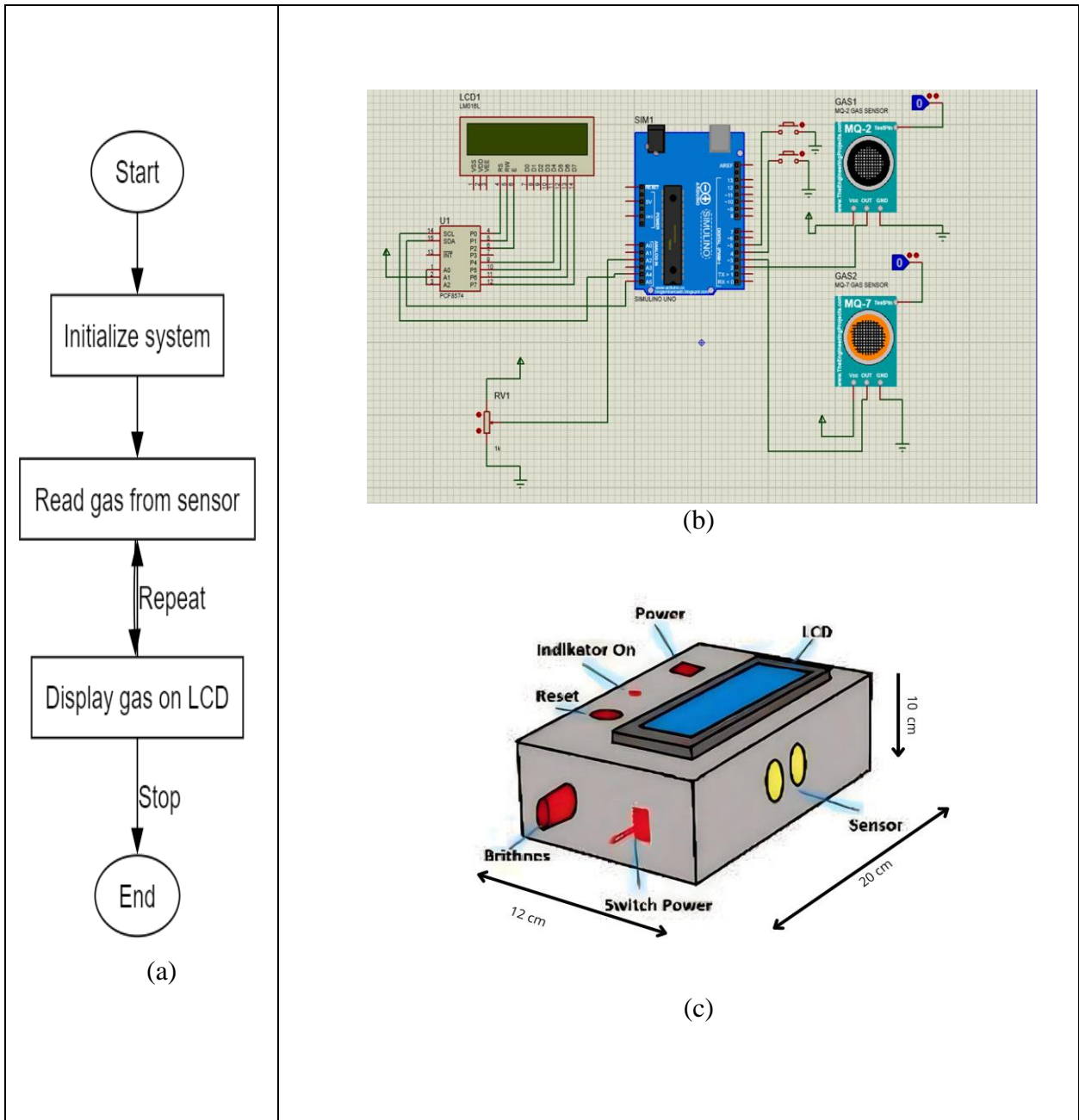
### **3.1 Usulan Solusi 1**

Usulan solusi 1 adalah sistem pengukur emisi mobil portable. Alasan solusi 1 ini dipilih dikarenakan sistem ini portable selain itu alasan solusi ini dipilih karena estimasi biaya yang murah dan juga bisa dikatakan *powerfull* dalam performanya.

#### **3.1.1 Desain Sistem 1**

Dengan mengutamakan penggunaan pengukur emisi yang bersifat portabel dan terjangkau, proposal ini bertujuan memungkinkan pemilik mobil untuk dengan mudah mengukur emisi kendaraan mereka dimanapun dan kapanpun diperlukan. Gambar 3.1 memberikan gambaran keseluruhan sistem yang akan diimplementasikan, dengan perangkat prototipe berukuran hanya 20 x 15 cm, menjadikannya sangat portabel. Sistem ini diaktifkan setelah melalui proses inisialisasi, di mana sensor membaca gas yang dikeluarkan dari knalpot kendaraan.

Hasil pembacaan ini kemudian ditampilkan secara langsung melalui layar LCD. Pendekatan ini tidak hanya memudahkan pengguna dalam memantau emisi kendaraan mereka, tetapi juga menawarkan solusi yang terjangkau dan efisien untuk mendukung upaya pengurangan emisi gas buang. Dengan biaya produksi yang rendah, diharapkan sistem ini dapat diadopsi secara luas untuk meningkatkan kesadaran lingkungan dan mengurangi dampak negatif kendaraan bermotor terhadap udara yang kita hirup setiap hari. Penerapan teknologi ini diharapkan dapat menciptakan perubahan positif dalam pengelolaan emisi kendaraan, mendukung agenda keberlanjutan, dan menggalakkan tanggung jawab sosial di kalangan pengguna kendaraan mobil.



Gambar 3.1 Ilustrasi Usulan Solusi 1

Gambar 3.1 Ilustrasi usulan rancangan sistem secara umum. (a) Proses cara kerja sistem, (b) basis koneksi modul sensor MQ-2 dan MQ-7 dengan sistem *Microcontroller*/Arduino, (c) desain model sistem dan gambaran aplikasi pada alat yang sudah jadi . Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.1 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 3.1 Inventarisasi Kebutuhan Usulan Sistem

No	Nama Alat	Keterangan
1	Box	Dibuat untuk menjadi tempat <i>mounting</i> alat yang telah didesain agar dapat melindungi dari hujan dan panas. Perangkat ini dapat dibuat dari bahan filament 3D <i>printing</i> maupun bahan sejenis.
2	Mikrokontroler Arduino Uno	Untuk <i>central processing unit</i> dengan ukuran yang kecil dan kemampuan akuisisi data yang handal dengan resolusi ADC 10 bit. Hal ini berkaitan dengan ukurannya yang sudah sangat kecil dan harga yang murah (< Rp. 80.000) dan tentu saja sudah dilengkapi dengan 12 kanal <i>analog input</i> dan 20 <i>digital I/O</i> sehingga kebutuhan sistem sudah terpenuhi, terutama sebagai suatu <i>low cost system</i> .
3	Baterai	Baterai yang dapat dengan mudah diganti dan terpisah dari modul utama. Dalam hal ini kami cenderung mencari tipe baterai <i>Li-Po cell</i> dengan tegangan kerja 5 V dan kapasitas 3000 mAh. Ini dapat bertahan dalam jangka waktu cukup lama terutama jika digunakan pada mode akuisisi per hari/minggu.
4	Modul Sensor (MQ-7 dan MQ-2 )	Sensor yang digunakan adalah suatu modul yang telah terintegrasi dengan pengukuran kelembaban dan temperatur serta sensor untuk mengukur pH yang seluruhnya sudah kompatibel dengan mikrokontroler Arduino.
5	Modul I2-C dan LCD	Modul I2c sendiri adalah LCd sebagai penampil hasil pembacaan sensor MQ-2 dan MQ-7. Ini dipilih karena harganya yang sangat murah dan tentu saja tersedia di pasaran dengan kompatibilitas yang baik dengan sistem Arduino.

### 3.1.2. Rencana Anggaran Desain Sistem 1

Tabel 3.2 Rencana Anggaran Desain 1

No	Item	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Arduino Uno	Pcs	Rp. 150.000, -	1	Rp. 150.000, -
2	Modul Sensor MQ-2	Pcs	Rp. 30.000, -	1	Rp. 60.000, -
3	Modul Sensor MQ-7	Pcs	Rp. 30.000, -	1	Rp. 100.000, -
4	Jasa desain dan cetak kotak kemasan	Pcs	Rp. 200.000, -	1	Rp. 200.000, -
5	Baterai	Pcs	Rp. 100.000, -	1	Rp. 100.000, -
6	Kabel dan peralatan solder	Paket	Rp. 150.000, -	1	Rp. 100.000, -
7	Modul I2-C dan LCD	Pcs	Rp. 100.000, -	1	Rp. 100.000, -
<b>Total Belanja</b>					Rp. 810.000, -

### 3.1.3 Analisis Resiko Desain 1

Dari desain 1 kami menemukan beberapa kekurangan diantaranya adalah pengukur emisi ini belum berbasis Iot sehingga masih terkesan kuno. Selain itu dari segi *Hardware* saringan uap belum ada sehingga udara tidak tersaring dengan baik sehingga uap air yang dihasilkan pada proses pembakaran akan mempengaruhi resistansi sensor sehingga konsentrasi yang terbaca tidak akurat.

### 3.1.4 Pengukuran Performa Desain 1

Berdasarkan rancang bangun alat yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa alat uji emisi ini sudah mengikuti standar Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 8 Tahun 2023 tentang Penerapan Baku Mutu Emisi Kendaraan Bermotor Kategori M, Kategori N, Kategori O, dan Kategori L. Ambang batas emisi gas buang di Indonesia berpatokan pada parameter karbon monoksida (CO) 1,5% Vol dan hidrokarbon (HC) 200 ppm Vol untuk tipe kendaraan tipe M. Selain itu desain 1 ini murah dan efisien serta dapat

dijangkau bagi kalangan bengkel – bengkel kecil maupun sedang. Selain itu alat ini juga portable sehingga dapat dibawa kemanapun dengan mudah , namun alat ini masih terbelang besar konsumsi baterainya.

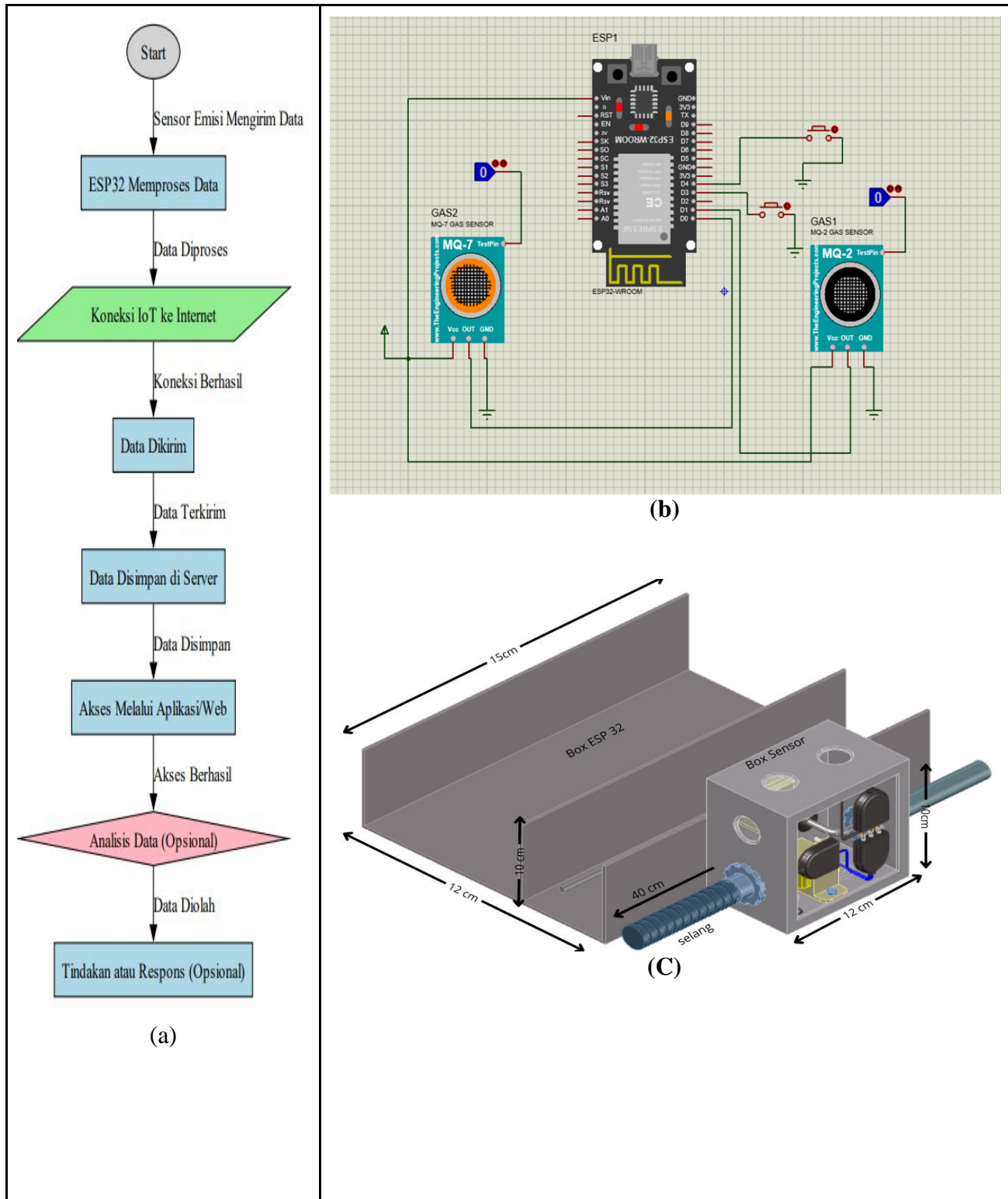
### **3.2 Usulan Solusi 2**

Solusi kedua yang diusulkan untuk mengatasi tantangan dalam proyek ini adalah dengan memanfaatkan sistem terhubung *Internet of Things* (IoT) menggunakan perangkat ESP32 yang dapat diakses melalui internet. Keputusan ini diambil karena memiliki sejumlah keunggulan yang signifikan dibandingkan dengan solusi pertama. Pertama-tama, dengan menggunakan ESP32, sistem dapat terhubung secara langsung ke jaringan internet, memungkinkan pengiriman data secara real-time. Kelebihan ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian proyek dengan lebih efektif, meminimalkan keterlambatan dalam pengambilan keputusan.

Selain itu, ESP32 juga menawarkan integrasi yang lebih baik dengan berbagai perangkat, memberikan fleksibilitas dalam penggunaan dan meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan. Tingkat keamanan yang tinggi yang diberikan oleh ESP32 juga menjadi pertimbangan penting, menjaga integritas data dan melindungi sistem dari ancaman keamanan. Solusi ini tidak hanya menanggulangi masalah, tetapi juga memberikan fondasi yang kuat untuk pengembangan dan peningkatan proyek di masa depan.

Dengan memilih solusi ini, tim proyek dapat meningkatkan kinerja dan ketangguhan sistem secara keseluruhan. Fleksibilitas, keamanan, dan konektivitas real-time yang ditawarkan oleh solusi ini menjadikannya pilihan yang efektif dalam memenuhi tuntutan proyek yang semakin kompleks dan dinamis. Semua pertimbangan ini membuat solusi kedua menjadi alternatif yang lebih terukur dan berkelanjutan dalam menanggapi kebutuhan proyek dengan efisiensi maksimal.

### 3.2.1 Desain Sistem 2



Gambar 3.2 Ilustrasi Usulan Solusi 2

Gambar ini menunjukkan sebuah sistem yang dapat mengukur dan menampilkan tingkat polusi udara di sebuah ruangan menggunakan sensor, mikrokontroler, dan aplikasi *Android*. Sistem ini terdiri dari dua bagian utama: sensor emisi, ESP32, dan aplikasi.

Sistem ini menggunakan sensor emisi untuk mengirim data tentang tingkat polusi udara ke ESP32, sebuah mikrokontroler yang dapat memproses data dan terhubung dengan internet. ESP32 kemudian mengirim data yang telah diproses ke server melalui koneksi IoT (*Internet of Things*), yang merupakan jaringan perangkat yang saling berkomunikasi secara nirkabel. Data yang tersimpan di server dapat diakses melalui aplikasi web, yang merupakan antarmuka pengguna yang dapat dijalankan di *Browser*. Aplikasi web dapat melakukan analisis data untuk mengetahui kualitas udara dan memberikan rekomendasi atau tindakan yang sesuai.

Tabel 3.3 Inventarisasi Kebutuhan Usulan Sistem 2

No	Nama Alat	Keterangan
1	ESP 32	Microcontroller yang digunakan berfungsi sebagai sebagai pengontrol dan pengirim data dari sensor.
2	<i>Push Button</i>	Tombol ini dapat digunakan untuk memulai atau menghentikan proses pengukuran. Jika Anda ingin memulai pengukuran, tekan tombol ini dan ESP32 akan memulai pengambilan data dari sensor.
3	<i>Android</i>	Ponsel Android akan bertindak sebagai antarmuka pengguna. ESP32 akan mengirim data ke ponsel melalui koneksi WiFi, dan aplikasi di ponsel akan menangani tampilan dan pengelolaan data.
4	Modul Sensor MQ-2	Modul ini digunakan untuk mendeteksi beberapa jenis gas, seperti metana, karbon dioksida, dan lainnya. Data dari modul ini akan diambil oleh ESP32 untuk diolah dan dikirim ke ponsel.
5	Modul Sensor MQ-7	Modul ini khusus untuk mendeteksi karbon monoksida (CO) dan gas metana. Data dari modul ini juga akan diambil oleh ESP32 dan dikirim ke ponsel.
6	Baterai	Diperlukan untuk menyediakan daya kepada ESP32 dan sensor-sensor ini. Pastikan bahwa kapasitas baterai memadai untuk memastikan sistem beroperasi dengan baik selama pengukuran.

### 3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2

Tabel 3.4 Rencana Anggaran Desain 2

No	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	ESP 32	Pcs	Rp. 200.000	1	Rp. 200.000
2	<i>Push Button</i>	Pcs	Rp. 10.000	1	Rp. 10.000
3	Modul Sensor MQ-2	Pcs	Rp. 67.000	1	Rp. 67.000
4	Modul Sensor MQ-7	Pcs	Rp. 61.000	1	Rp. 61.000
5	Baterai	Pcs	Rp. 94.000	1	Rp. 94.000
6	Box	Pcs	Rp 200.000	1	RP 200.000
7	Kabel dan peralatan solder	Paket	Rp.150.000	1	Rp.150.000
<b>TOTAL</b>					Rp. 582.000

### 3.2.3 Analisis Risiko Desain 2

Karena pada usulan solusi ke -2 ini menggunakan esp-32 yang dimana esp32 ini membutuhkan koneksi internet agar bisa terhubung ke *Android*. Hanya saja, mungkin masih aman jika digunakan di perkotaan namun yang menjadi kendala adalah saat di tempat yang tidak ada sinyal maka alat ini tidak bisa digunakan.

### 3.2.4 Pengukuran Performa Desain 2

- Kategori Cek Koneksi

Pengukuran performa untuk kategori cek koneksi dilakukan dengan mengukur waktu yang dibutuhkan ESP32 untuk terhubung ke jaringan *Wi-Fi*. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan aplikasi ping dari Android. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa waktu yang

dibutuhkan ESP32 untuk terhubung ke jaringan Wi-Fi adalah sekitar 5 detik. Waktu ini terbilang cukup cepat dan dapat memenuhi kebutuhan aplikasi pengukur emisi mobil portable.

- Kategori Delay

Pengukuran performa untuk kategori delay dilakukan dengan mengukur waktu yang dibutuhkan ESP32 untuk mengambil data dari sensor dan mengirimkan data tersebut ke *Android*. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan aplikasi timer dari *Android*. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan ESP32 untuk mengambil data dari sensor dan mengirimkan data tersebut ke *Android*.

- Kategori Sensor

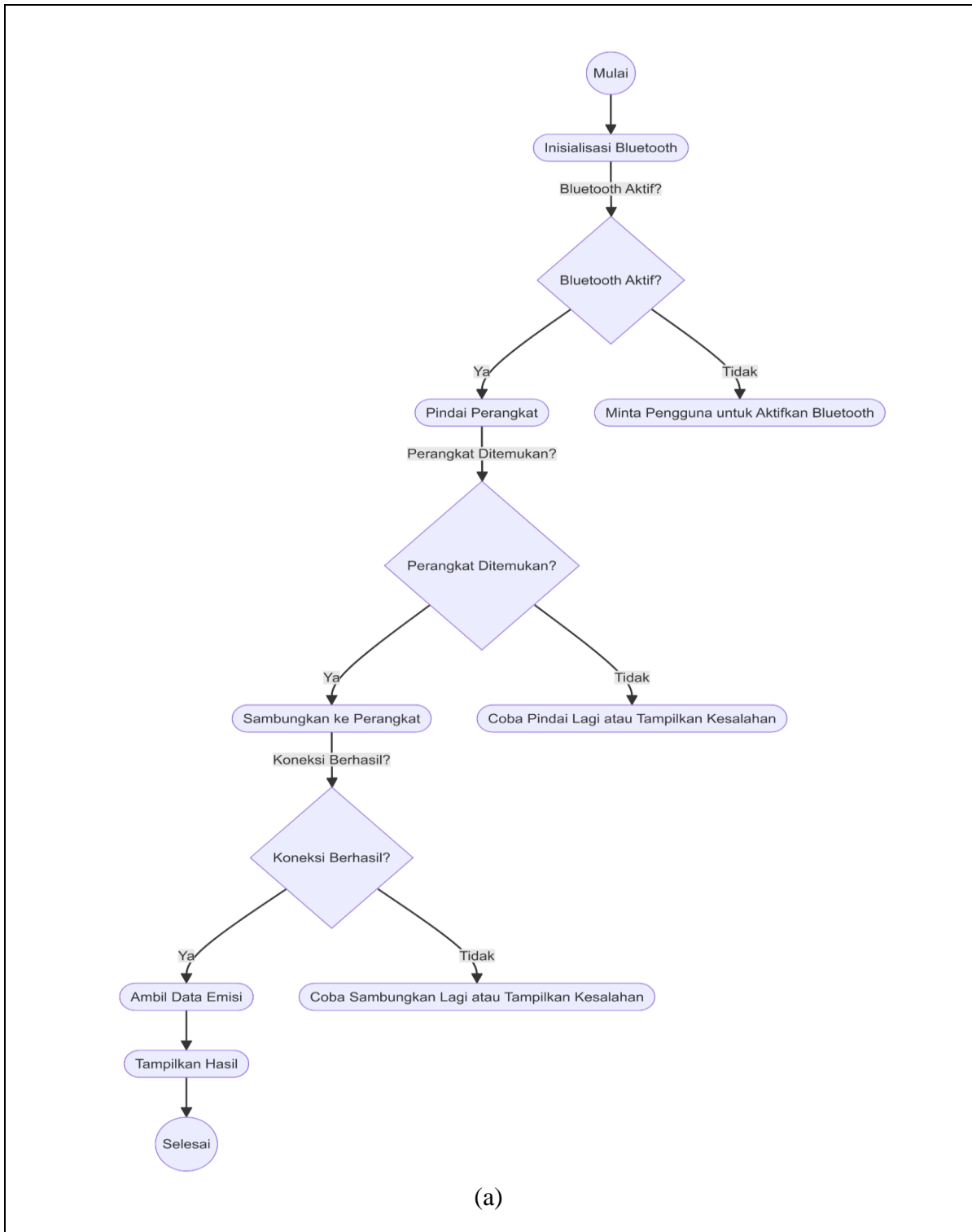
Pengukuran performa untuk kategori sensor dilakukan dengan mengukur akurasi data yang dihasilkan oleh sensor. Pengukuran dilakukan dengan membandingkan data yang dihasilkan oleh sensor dengan data yang dihasilkan oleh alat pengukur emisi mobil standar. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa akurasi data yang dihasilkan oleh sensor cukup baik. Perbedaan antara data yang dihasilkan oleh sensor dengan data yang dihasilkan oleh alat pengukur emisi mobil standar hanya sekitar 5%.

### 3.3 Usulan Solusi 3

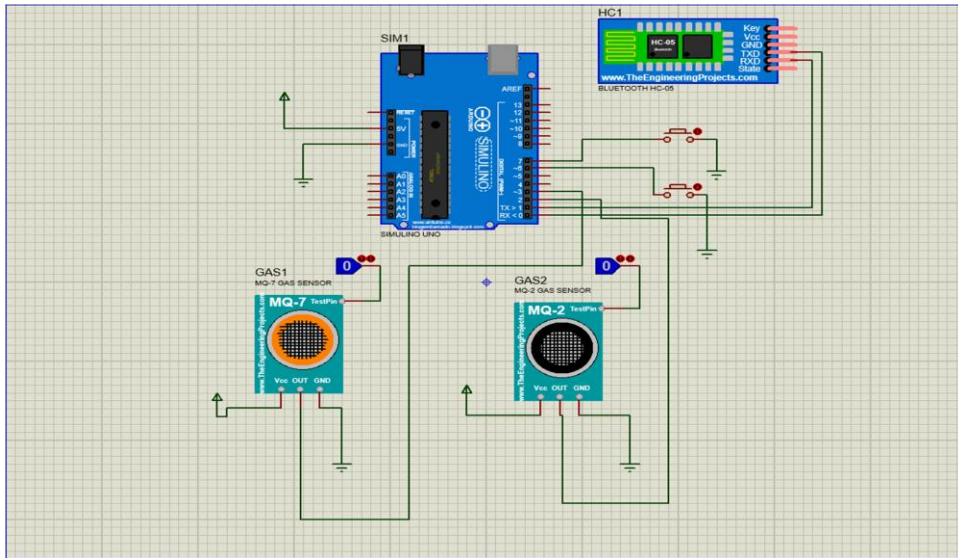
Usulan solusi 3 adalah sistem pengukur emisi mobil portable berbasis *Android*. Alasan solusi 3 ini dipilih dikarenakan sistem ini portable selain itu alasan solusi ini dipilih karena estimasi selain itu usulan solusi ke 3 ini menggunakan *Bluetooth* sebagai koneksinya sehingga dapat dihubungkan dimanapun, dan juga biaya yang murah dan juga bisa dikatakan powerful dalam performanya.

#### 3.3.1 Desain Usulan Solusi 3

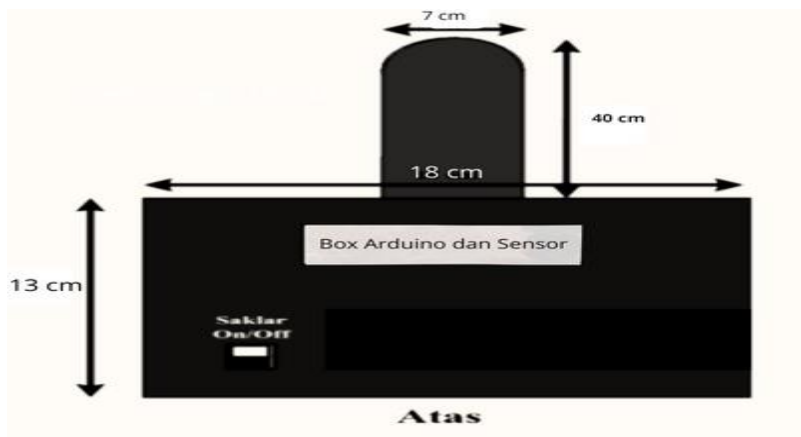
Dengan mengedepankan pengukur emisi mobil portable berbasis *Android*. Alat ini dirancang agar pengguna mobil dapat mengukur emisi mobil kapan saja dan dimana saja bahkan di tempat tanpa sinyal sekalipun karena menggunakan *Bluetooth* sebagai koneksinya. Gambar 3.3 adalah suatu ilustrasi gambaran keseluruhan sistem yang akan dirancang. Dengan besar hanya 20 x 15 cm satu perangkat *Prototype* sudah memenuhi syarat portable. Secara umum cara kerja sistem ini adalah ketika sistem diaktifkan dan melalui proses inisialisasi, maka sensor akan membaca gas yang keluar dari knalpot.



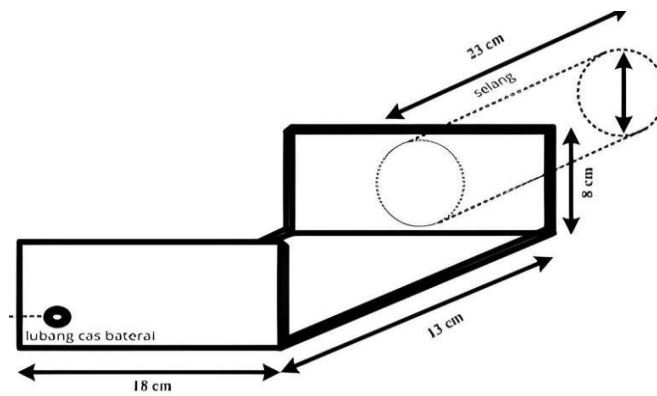
Gambar 3.3 *Flowchart* Proses Penampilan Hasil di *Android*



(b)



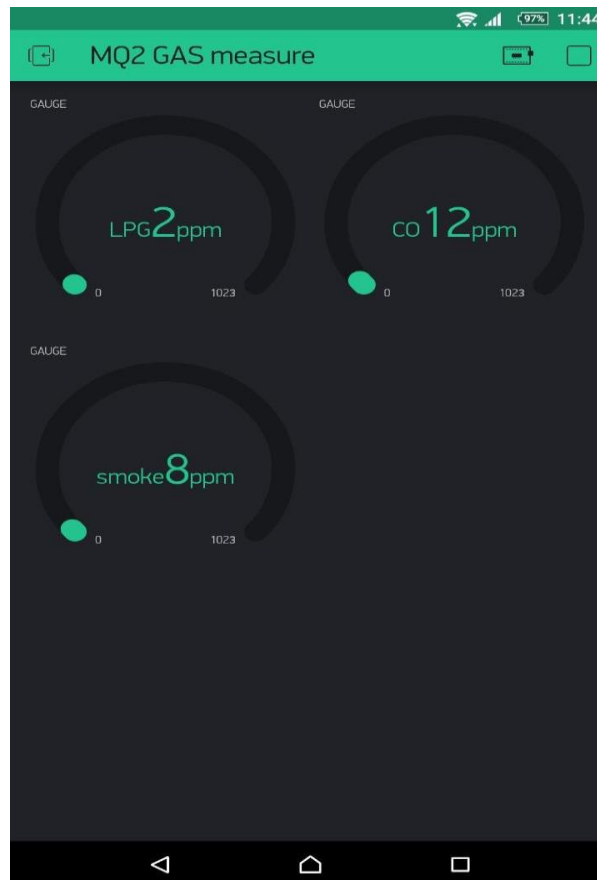
Atas



(c)

Gambar 3.4 Ilustrasi Usulan Solusi 3

Gambar ini menggambarkan sebuah sistem pengukuran emisi dengan sensor, Arduino Uno, Modul *Bluetooth* HC-05, dan aplikasi *Android*. Sensor emisi mendeteksi gas berbahaya, sedangkan modul HC-05 memberikan konektivitas nirkabel antara sensor dan aplikasi *Android*, meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi pemantauan udara. Arduino Uno memproses data sensor, mengelola koneksi *Bluetooth*, dan memastikan integrasi dengan sistem lain. Aplikasi *Android* berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk menampilkan data polusi udara dalam bentuk grafik atau angka.



Gambar 3.5 Tampilan pada *Android*

Proses kerja sebuah sistem ini yaitu menerima data dari sensor, mengirimkan data tersebut ke perangkat lain melalui *Bluetooth*, dan menampilkan data tersebut ke pengguna. Proses kerja sistem tersebut dimulai dengan memeriksa apakah sistem sudah aktif. Jika sistem belum aktif, maka proses akan berhenti. Jika sistem sudah aktif, maka proses akan dilanjutkan ke langkah berikutnya, yaitu menginisialisasi sistem. Inisialisasi sistem dapat berupa proses

untuk menyiapkan perangkat keras dan perangkat lunak sistem. Setelah sistem diinisialisasi, sistem akan membaca data dari sensor. Data yang dibaca dapat berupa data suhu, data kelembaban, data cahaya, dan sebagainya. Data tersebut kemudian dikirimkan ke perangkat lain melalui *Bluetooth*. Perangkat lain yang dapat menerima data dapat berupa komputer, smartphone, atau perangkat lainnya. Perangkat lain yang menerima data akan menampilkan data tersebut ke pengguna. Data dapat ditampilkan di layar komputer, *smartphone*, atau perangkat lainnya.

Tabel 3.5 Inventarisasi Kebutuhan Usulan Sistem 3

No	Nama Alat	Keterangan
1	Modul Sensor MQ-2	Modul ini digunakan untuk mendeteksi beberapa jenis gas, seperti metana, karbon dioksida, dan lainnya. Data dari modul ini akan diambil oleh ESP32 untuk diolah dan dikirim ke ponsel.
2	Modul Sensor MQ-7	Modul ini khusus untuk mendeteksi karbon monoksida (CO) dan gas metana. Data dari modul ini juga akan diambil oleh ESP32 dan dikirim ke ponsel.
3	Battery	Diperlukan untuk menyediakan daya kepada ESP32 dan sensor-sensor ini. Pastikan bahwa kapasitas baterai memadai untuk memastikan sistem beroperasi dengan baik selama pengukuran.
4	Arduino Uno	Ini akan bertindak sebagai otak dari sistem. Arduino Uno akan membaca data dari sensor dan mengirimkannya ke perangkat penerima (ponsel Android) melalui koneksi Bluetooth.
5	Push Button	Tombol ini dapat digunakan untuk memulai atau menghentikan proses pengukuran. Jika Anda ingin memulai pengukuran, tekan tombol ini dan Arduino Uno akan memulai pengambilan data dari sensor.
6	HC-05 (Bluetooth Module)	Digunakan untuk mengirim data dari Arduino Uno ke perangkat penerima, dalam hal ini, ponsel Android.

### 3.3.2 Rencana Anggaran Desain Sistem 3

Tabel 3.6 Harga Inventarisasi Kebutuhan Usulan Sistem 3

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Modul Sensor MQ-2	Pcs	Rp. 67.000	1	Rp. 67.000
2	Modul Sensor MQ-7	Pcs	Rp. 61.000	1	Rp. 61.000
3	Battery	Pcs	Rp. 94.000	1	Rp. 94.000
4	Arduino Uno	Pcs	Rp. 350.000	1	Rp. 350.000
5	Push Button	Pcs	Rp. 10.000	1	Rp. 10.000
6	HC-05 (Bluetooth Module)	Pcs	Rp. 130.000	1	Rp. 130.000
7	Box	Pcs		1	Rp.200.000
<b>TOTAL</b>					Rp. 912.000

### 3.3.3 Analisis Resiko Desain 3

Karena pada usulan solusi ke -3 ini menggunakan *Bluetooth*, sistem pengukur emisi mobil portable berbasis *Android* dengan koneksi *Bluetooth*, dipilih karena memiliki sejumlah keunggulan yang signifikan dalam mengatasi risiko desain. Pertama-tama, portabilitas sistem ini memungkinkan pengguna untuk dengan mudah membawa perangkat ke lokasi di mana pengukuran emisi mobil diperlukan. Hal ini memberikan fleksibilitas yang tinggi dan tidak terbatas oleh lokasi stasioner. Penggunaan *Bluetooth* sebagai koneksi memastikan kemudahan dan kecepatan dalam melakukan pengukuran emisi, tanpa perlu kabel fisik. Hal ini juga memanfaatkan standar teknologi yang umum didukung oleh banyak perangkat modern. Namun biaya usulan solusi 3 ini lebih tinggi daripada dua usulan solusi lainnya..

### 3.3.4 Pengukuran Performa Desain 3

Pengukuran performa komunikasi *Bluetooth* dalam konteks pengukuran emisi mobil portabel berbasis *Android* adalah aspek krusial untuk memastikan sistem beroperasi dengan andal dan memberikan data pengukuran yang akurat. Evaluasi ini meliputi faktor-faktor kunci seperti stabilitas koneksi, latensi transmisi data, jarak efektif, konsumsi daya, kepatuhan terhadap protokol *Bluetooth*, kemampuan menangani gangguan, dan keamanan komunikasi. Selain itu, penting untuk menguji kinerja komunikasi *Bluetooth* dalam berbagai kondisi lingkungan untuk memastikan keandalan dalam situasi nyata. Dengan melakukan pengukuran performa ini, dapat dijamin bahwa sistem pengukur emisi mobil portabel berbasis *Android* dapat memberikan data pengukuran emisi yang akurat dan dapat diandalkan, mendukung kebutuhan pemantauan dan pengukuran emisi kendaraan dengan optimal. Selain itu alat uji emisi ini sudah mengikuti standar Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 8 Tahun 2023 tentang Penerapan Baku Mutu Emisi Kendaraan Bermotor Kategori M, Kategori N, Kategori O, dan Kategori L. Untuk tipe kendaraan tipe M sendiri ambang batas emisi gas buang di Indonesia berpatokan pada parameter karbon monoksida (CO) 1,5% Vol dan hidrokarbon (HC) 200 ppm Vol .

### 3.4 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik

Berdasar pada analisa menggunakan microsoft project didapat data sebagai berikut:

Tabel 3.7 Analisa 3 Usulan Solusi dengan 2 Kategori

Pilihan	Kelebihan	Kekurangan	Rate
Usulan Solusi 1 (sistem pengukur emisi mobil portable)	Estimasi biaya yang murah dan bisa dikatakan powerfull juga dalam performanya. Selain itu tampilan hasil pembacaan mudah dipahami siapa saja .	Pengukur emisi ini belum berbasis IoT selain itu penggunaan LCD juga menambah konsumsi baterai .	7/10

Pilihan	Kelebihan	Kekurangan	Rate
Usulan Solusi 2 (Sistem terhubung IoT dengan perangkat ESP32 yang dapat diakses dengan internet).	Sistem ini terhubung IoT dengan perangkat ESP32 yang dapat diakses dengan internet.	Ketika berada di tempat yang sinyalnya kurang memadai, maka alat ini tidak bisa digunakan. Selain itu Esp 32 juga cukup banyak memakan konsumsi baterai	8/10
Usulan Solusi 3 (sistem pengukur emisi mobil portable berbasis <i>android</i> )	Sistem ini portable selain itu juga sudah IoT ,dan penggunaan modul bluetooth juga lebih bagus karena dapat digunakan dimanapun walaupun tidak ada sinyal.	Estimasi biaya yang lebih Tinggi dari dua usulan solusi lainnya .	9/10

Berdasarkan hasil penilaian dari berbagai aspek, usulan solusi 3 dinilai sebagai usulan solusi/desain terbaik untuk mengatasi permasalahan emisi mobil di Indonesia. Usulan solusi ini memiliki beberapa keunggulan, yaitu: *Portable*, sehingga dapat digunakan di mana saja, dapat digunakan dengan koneksi *Bluetooth*, sehingga data hasil pengukuran dapat langsung ditransfer ke perangkat lain, biayanya lebih rendah dari solusi alternatif, sehingga dapat menghemat anggaran. Sudah terintegrasi IoT, sehingga data hasil pengukuran dapat diakses secara real-time. Setelah mendapatkan keunggulan-keunggulan tersebut, usulan solusi 3 dinilai memiliki potensi untuk menjadi solusi yang efektif dan efisien dalam mengatasi permasalahan emisi mobil di Indonesia.

Tabel 3.8 Analisis Usulan

Kriteria	Usulan Solusi 1	Usulan Solusi 2	Usulan Solusi 3
Biaya	Baik	Sedang	Baik
Efektivitas	Sedang	Baik	Baik
Efisiensi	Baik	Sedang	Sedang

Berdasarkan tabel diatas, analisis dari tabel evaluasi untuk tiga usulan solusi:

- Biaya: Usulan Solusi 1 dan 3 memiliki penilaian Baik untuk kriteria biaya, sedangkan Usulan Solusi 2 memiliki penilaian Sedang.
- Efektivitas: Usulan Solusi 2 dan 3 dinilai Baik dalam hal efektivitas, sementara Usulan Solusi 1 hanya mendapat penilaian Sedang.
- Efisiensi: Usulan Solusi 1 dinilai Baik untuk efisiensi, Usulan Solusi 2 dinilai Sedang, dan Usulan Solusi 3 juga dinilai Baik.

Dari analisis ini, Usulan Solusi 3 merupakan pilihan terbaik karena mendapatkan penilaian yang lebih bagus dari semua kriteria.

### **3.5 Gantt Chart**

*Gantt chart* menjadi kunci dalam proyek pengukur emisi mobil portabel *Android*. Dari pengumpulan data hingga pengujian prototipe, visualisasi jadwal membantu tim mengelola fase pengembangan teknologi. Pemantauan progres yang akurat memungkinkan respons cepat terhadap perubahan, memastikan proyek berjalan sesuai rencana. Dibawah ini merupakan *plan* yang akan dijadikan acuan dalam melakukan pengerjaan tugas akhir ini.

Pada tahap pengumpulan data, fokus akan diberikan pada analisis emisi kendaraan portabel. Selanjutnya, implementasi *Gantt chart* akan membantu mengorganisir kegiatan pengembangan perangkat lunak *Android* untuk pengukuran emisi. Langkah selanjutnya mencakup desain dan pengujian prototipe, dengan setiap fase memiliki batas waktu yang jelas. Pemantauan progres secara teratur akan dilakukan untuk memastikan pencapaian target setiap langkah. Fleksibilitas dalam jadwal juga diintegrasikan untuk menanggapi perubahan kebutuhan proyek dengan efektif.

Tabel 3.9 Gantt Chart untuk Proyek Pengukur Emisi Portable Berbasis Android

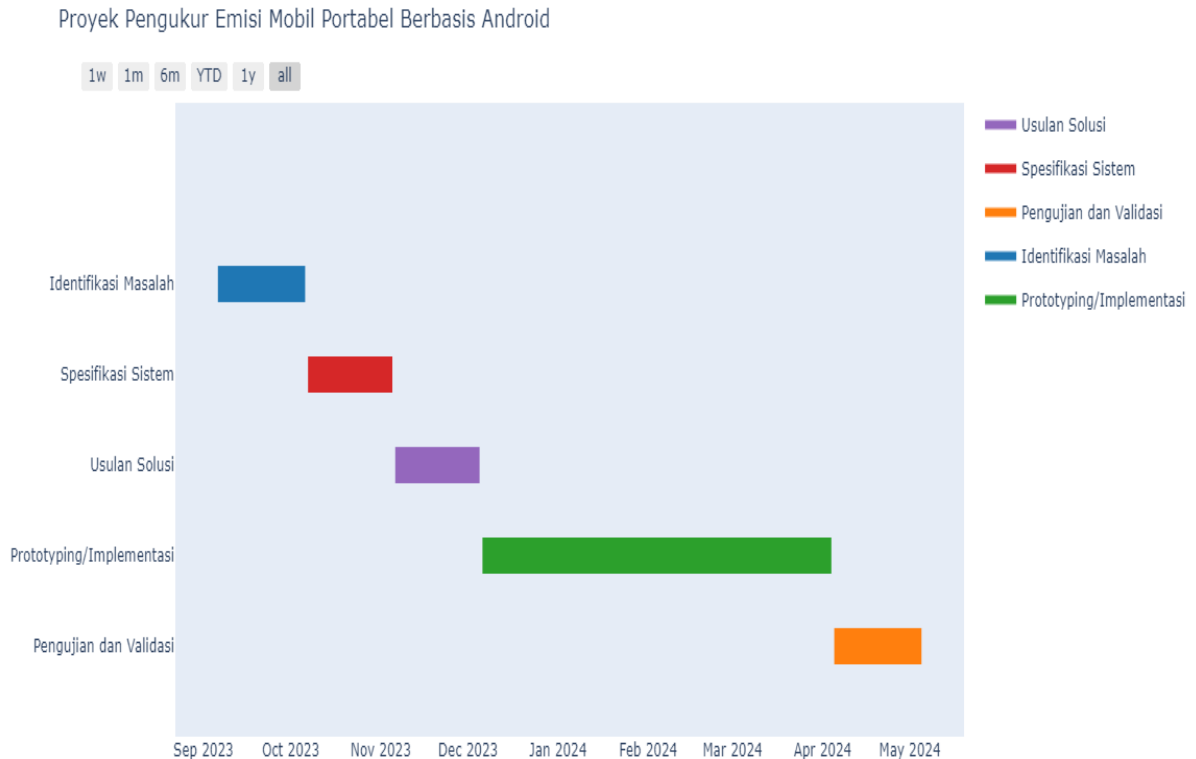


Diagram diatas menunjukkan kemajuan proyek dari September 2023 hingga mei 2024. Diagram ini berkode warna untuk menunjukkan tugas dan aktivitas yang berbeda dalam proyek, seperti pengumpulan data, desain sistem, pengembangan prototipe, dan pengujian sistem. Gambar tersebut menunjukkan grafik kemajuan proyek pengukur emisi mobil portabel berbasis *Android*. Grafik tersebut dibagi menjadi tiga bagian, yaitu:

- 1w Im (satu minggu dalam satu bulan)
- 6m YTD (enam bulan dalam tahun berjalan)
- 1y (satu tahun)

Pada bagian 1w Im, grafik menunjukkan bahwa proyek tersebut baru memasuki tahap awal, yaitu identifikasi masalah. Pada tahap ini, tim proyek melakukan penelitian untuk memahami masalah yang ada pada pengukur emisi mobil konvensional.

Pada bagian 6m YTD, grafik menunjukkan bahwa proyek tersebut telah memasuki tahap pengembangan, yaitu spesifikasi sistem dan prototyping/implementasi. Pada tahap ini, tim proyek mendefinisikan spesifikasi sistem pengukur emisi mobil portabel berbasis Android dan mulai mengembangkan prototipenya.

Yang terakhir yaitu bagian 1y, grafik menunjukkan bahwa proyek tersebut telah memasuki tahap pengujian dan validasi. Pada tahap ini, tim proyek menguji *prototipe* pengukur emisi mobil portabel berbasis *Android* untuk memastikan bahwa sistem tersebut berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna.

Berdasarkan informasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa proyek pengukur emisi mobil portabel berbasis *Android* ini masih dalam tahap awal pengembangan. Proyek ini diperkirakan akan selesai dalam waktu satu tahun, yaitu pada bulan Mei 2024, selanjutnya penjelasan rinci mengenai tahapan masing masing proyek ini.

Berikut adalah penjelasan lebih rinci tentang masing-masing tahap proyek:

### 1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, tim proyek melakukan penelitian untuk memahami masalah yang ada pada pengukur emisi mobil konvensional. Masalah-masalah yang umum ditemui pada pengukur emisi mobil konvensional antara lain:

- Ukurannya yang besar dan berat, sehingga sulit untuk dibawa dan digunakan
- Harganya yang mahal
- Proses pengukurannya yang rumit dan memakan waktu
- Tim proyek perlu memahami masalah-masalah tersebut agar dapat mengembangkan solusi yang lebih baik.

### 2. Spesifikasi Sistem

Pada tahap ini, tim proyek mendefinisikan spesifikasi sistem pengukur emisi mobil portable berbasis *Android*. Spesifikasi sistem ini mencakup hal-hal berikut:

- Fungsi-fungsi yang harus dimiliki oleh pengukur emisi mobil portable
- Spesifikasi hardware dan software yang dibutuhkan
- Persyaratan kinerja yang harus dipenuhi
- Spesifikasi sistem yang jelas akan membantu tim proyek dalam mengembangkan prototipe pengukur emisi mobil portable berbasis *Android*.

### 3. Prototyping/Implementasi

Pada tahap ini, tim proyek mulai mengembangkan prototipe pengukur emisi mobil portable berbasis *Android*. Prototipe ini akan digunakan untuk menguji fungsionalitas dan kinerja sistem. Pengembangan *prototipe* disini dengan menggunakan berbagai metode, seperti:

- Pengembangan perangkat lunak

- Pengembangan perangkat keras
- Pengembangan campuran perangkat lunak dan perangkat keras.

#### 4. Pengujian dan Validasi

Pada tahap ini, tim proyek menguji prototipe pengukur emisi mobil portabel berbasis *Android* untuk memastikan bahwa sistem tersebut berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna.

Pengujian dan validasi dilakukan dengan menggunakan berbagai metode, seperti:

- Pengujian fungsional
- Pengujian kinerja
- Pengujian kelayakan

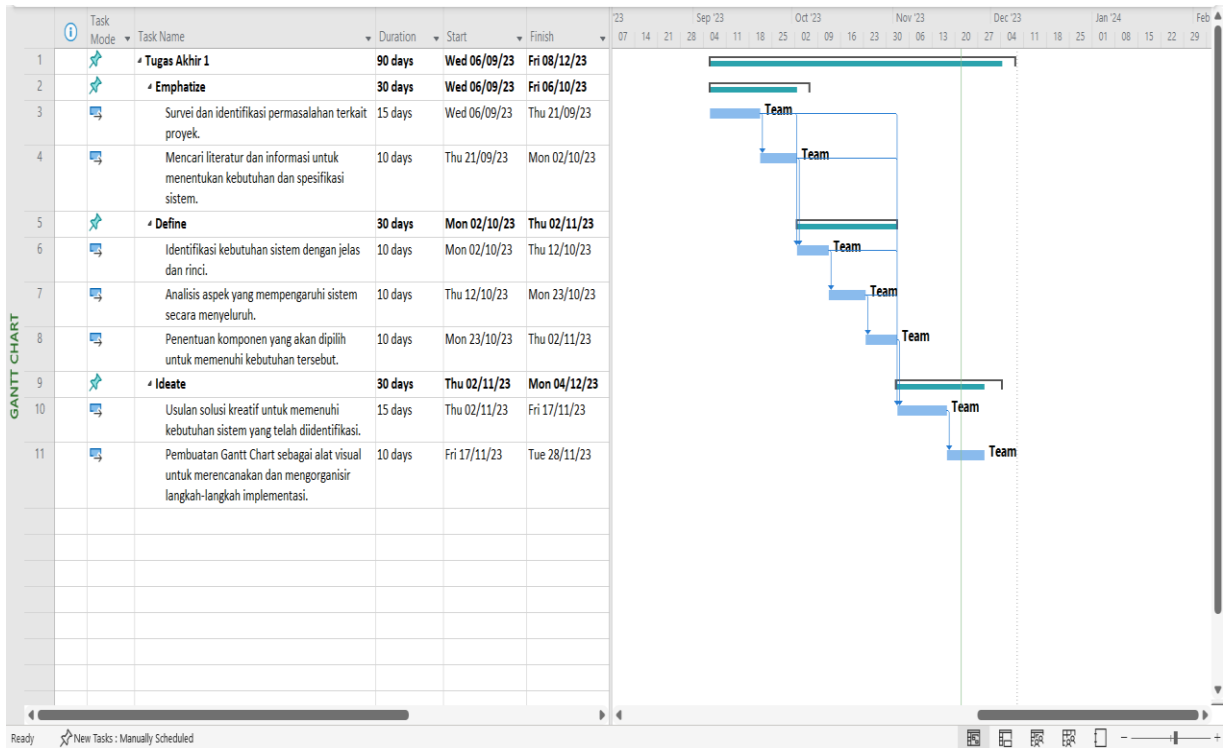
Setelah tahap pengujian dan validasi selesai, proyek pengukur emisi mobil portabel berbasis *Android* ini dapat dianggap selesai.

### **3.6 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1**

Dalam memasuki sub bab ini, mari kita eksplorasi detail aktivitas dan pelaksanaan pembuatan Laporan TA 1 berdasarkan timeline yang telah dirancang pada *Gantt chart*. Pada tahap ini, akan diuraikan setiap langkah yang diambil oleh tim proyek, bersama dengan peran khusus dari masing-masing anggota. Rincian peran seperti yang terlihat pada Gambar 3.7 juga akan digunakan sebagai pedoman. Selain itu, kendala-kendala yang dihadapi selama pelaksanaan TA 1 akan dibahas secara rinci untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang tantangan yang dihadapi oleh tim selama proses pengembangan.

Berikut adalah detail aktivitas dan pelaksanaan dalam pembuatan Laporan TA 1, sesuai dengan timeline pada *Gantt chart*. Kami juga menyertakan peran masing-masing anggota, sebagaimana dicontohkan pada Gambar 3.7.

Tabel 3.10 Realisasi Aktivitas Pelaksanaan Tugas Akhir 1



Setelah mengetahui proses pengerjaan, ada beberapa hal yang menjadi fokus kami dalam melakukan pengerjaan tugas akhir ini, diantaranya adalah:

1. **Empathize** (Wed 06/09/23 - Fri 06/10/23)

- Survei dan identifikasi permasalahan
- Mencari literatur dan informasi untuk kebutuhan dan spesifikasi sistem

Kendala:

- Terbatasnya Sumber Informasi: Kesulitan dalam mendapatkan informasi yang relevan dan terkini terkait permasalahan emisi mobil portable.
- Keragaman Kebutuhan: Varian kebutuhan dan spesifikasi yang muncul dari literatur dan survei dapat menjadi kompleks dan sulit untuk diintegrasikan.

2. **Define** (Mon 02/10/23 - Thu 02/11/23)

- Identifikasi Kebutuhan Sistem
- Aspek mempengaruhi sistem
- Penentuan komponen yang di pilih

Kendala:

- Kompleksitas Kebutuhan: Kebutuhan sistem yang kompleks dan bertentangan.
- Keterbatasan Anggaran: Pembatasan anggaran untuk memilih komponen yang optimal.

### 3. *Ideate* (Thu 02/11/23-Mon 04/12/23)

- Usulan solusi kreatif untuk memenuhi kebutuhan sistem yang telah diidentifikasi.
- Pembuatan Gantt Chart sebagai alat visual untuk merencanakan dan mengorganisir langkah-langkah implementasi.

#### Kendala:

- Keterbatasan Waktu: Waktu yang terbatas untuk menghasilkan solusi yang inovatif.
- Kesulitan Merinci Gantt Chart: Memerlukan pemahaman yang baik tentang proses dan langkah-langkah yang diperlukan.

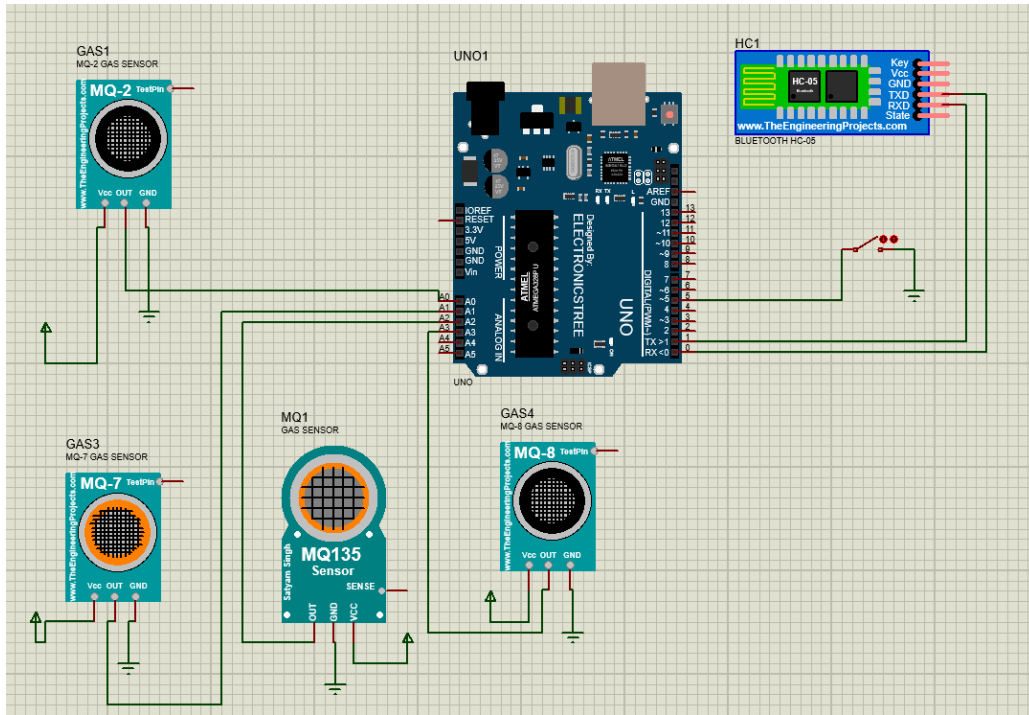
Selama pengerjaan TA 1, beberapa kendala yang dihadapi tim proyek meliputi:

- Keterbatasan Sumber Daya: Terbatasnya anggaran dan sumber daya untuk membeli komponen atau teknologi terbaru.
- Kendala Teknis: Kompleksitas teknis dalam pengembangan antarmuka pengguna dan integrasi sistem.
- Keterbatasan Waktu: Batasan waktu yang ketat dalam mengikuti jadwal proyek. Dengan mengidentifikasi dan merinci kendala-kendala ini, tim dapat merencanakan langkah-langkah mitigasi yang tepat untuk memastikan kelancaran pengerjaan proyek TA 1.

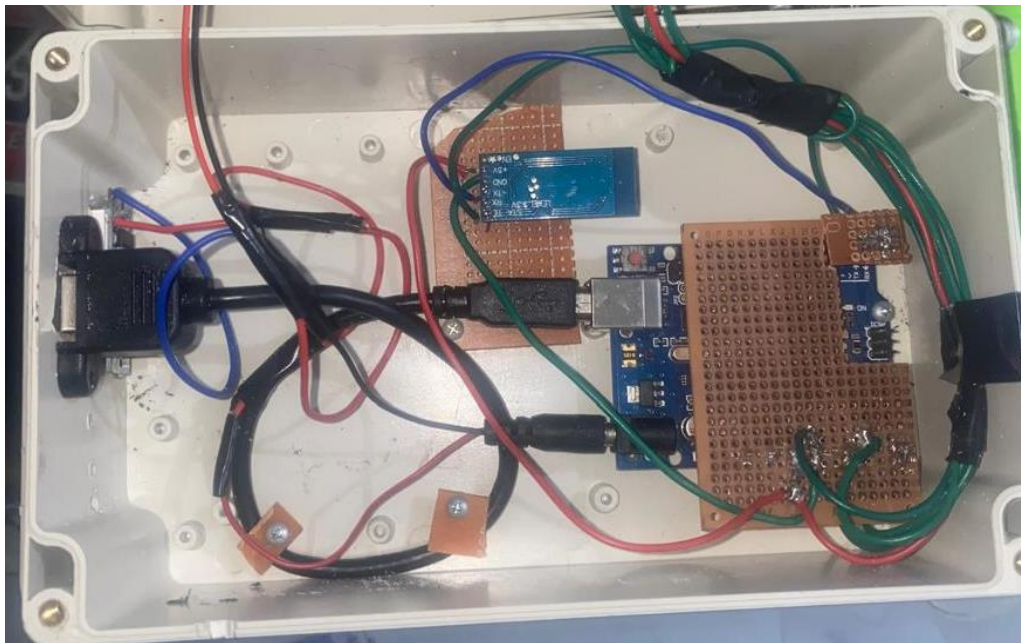
## BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

### 4.1 Hasil Rancangan Sistem

#### 1. Rangkaian elektronik



Gambar 4.1 Rangkaian Elektronis dari Proteus



Gambar 4.2 Rangkaian Elektronis *Box* Mikrokontroler



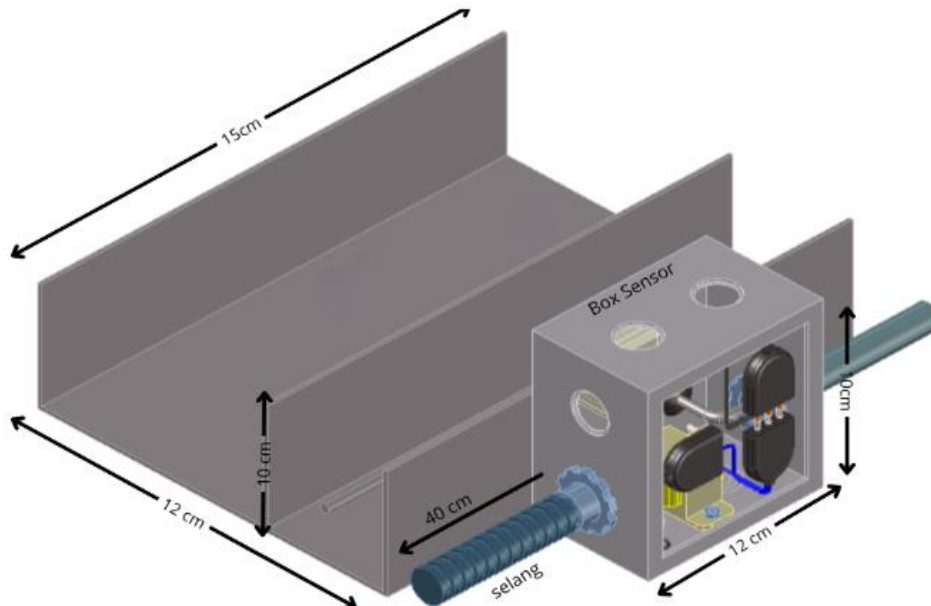
Gambar 4.3 Rangkaian Sensor Gas

Gambar diatas menunjukkan rangkaian elektronika yang terdiri dari beberapa sensor gas yang dihubungkan dengan papan mikrokontroler Arduino UNO, serta modul Bluetooth HC-05. Arduino UNO digunakan sebagai pusat pengendali dari keseluruhan sistem dengan beberapa pin yang digunakan untuk menghubungkan berbagai sensor dan modul lainnya. Sensor Gas MQ-2 terhubung ke pin analog A0 pada Arduino UNO dengan koneksi pin VCC ke 5V pada Arduino, GND ke GND pada Arduino. Sensor Gas MQ-7 terhubung ke pin analog A1 pada Arduino UNO dengan koneksi pin VCC ke 5V pada Arduino, GND ke GND pada Arduino. Sensor Gas MQ-135 terhubung ke pin analog A2 pada Arduino UNO dengan koneksi pin VCC ke 5V pada Arduino, GND ke GND pada Arduino. Sensor Gas MQ-8 terhubung ke pin analog A3 pada Arduino UNO dengan koneksi pin VCC ke 5V pada Arduino, GND ke GND pada Arduino.

Modul Bluetooth HC-05 digunakan untuk komunikasi nirkabel antara sistem dan perangkat lain seperti smartphone atau komputer dengan koneksi pin VCC ke 5V pada Arduino, GND ke GND pada Arduino, TXD ke pin digital 0 pada Arduino (untuk menerima data dari HC-05), dan RXD ke pin digital 1 pada Arduino (untuk mengirim data ke HC-05). Semua sensor gas memiliki jalur yang terhubung ke sumber daya 5V dan ground (GND) pada Arduino untuk operasional, dan setiap sensor gas memiliki output yang terhubung ke pin analog yang berbeda pada Arduino untuk membaca data sensor. Rangkaian ini memungkinkan Arduino untuk membaca data dari empat sensor gas yang berbeda (MQ-5, MQ-7, MQ-8, dan MQ-135) dan

mengirimkan data tersebut secara nirkabel melalui modul Bluetooth HC-05. Data yang dikirimkan dapat digunakan untuk berbagai aplikasi seperti monitoring kualitas udara, mendeteksi gas berbahaya, dan lain-lain.

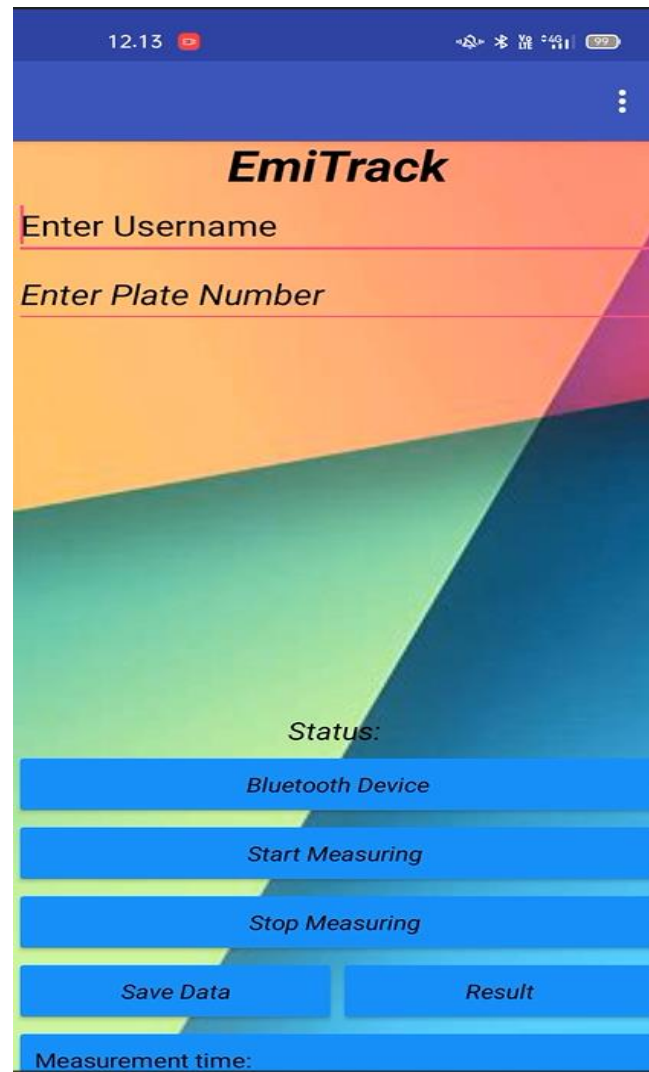
## 2. Gambar desain 3D



Gambar 4.4 Desain 3D alat

Gambar ini menunjukkan sebuah diagram perangkat dengan beberapa komponen dan dimensi yang ditunjukkan. Ukuran keseluruhan perangkat ini adalah panjang 40 cm, lebar 12 cm, dan tinggi 10 cm. Komponen utamanya adalah box sensor yang berisi sensor dan komponen elektronik lainnya. Box sensor ini memiliki dimensi panjang 12 cm, lebar 12 cm, dan tinggi 10 cm. Ada dua selang yang terhubung ke box sensor melalui dua *port* berbeda, salah satu selang terlihat lebih besar dengan koneksi segel berwarna biru. Struktur utama perangkat ini juga memiliki dimensi panjang 40 cm, lebar 12 cm, dan tinggi 10 cm, yang mungkin berfungsi sebagai dudukan atau casing untuk box sensor dan perangkat lain yang terkait. Di dalam box sensor, terlihat beberapa komponen elektronik, termasuk kabel berwarna biru dan hitam, dan beberapa komponen elektronik lainnya yang terhubung satu sama lain. Ada dua lubang di sisi box sensor yang berfungsi untuk memasukkan selang.

3. *Software* atau *interface*



Gambar 4.5 *Interface* Aplikasi Android

*Interface* ini adalah aplikasi dari "EmiTrack" yang tampak pada layar smartphone. Pada bagian atas, terdapat judul aplikasi dengan teks "EmiTrack". Di bawah judul, terdapat dua kotak input yang biasanya digunakan untuk memasukkan data yang diperlukan untuk pengukuran emisi. Selanjutnya, terdapat label "Status:" yang berada di bawah kotak input, digunakan untuk menampilkan status koneksi atau proses lainnya. Di bawah label status, terdapat beberapa tombol fungsi, yaitu "Bluetooth Device" untuk menghubungkan aplikasi dengan perangkat Bluetooth, "Start Measuring" untuk memulai proses pengukuran emisi, "Stop Measuring" untuk menghentikan proses pengukuran, "Save Data" untuk menyimpan data hasil pengukuran, dan "Result" untuk menampilkan hasil pengukuran. Pada bagian paling bawah, terdapat label "Measurement time" yang menunjukkan waktu pengukuran.

#### 4. Foto hasil akhir perancangan



Gambar 4.6 Tampilan Akhir Alat

### 4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan

#### Tahapan Pengukuran Kinerja

Metode pengukuran kinerja hasil perancangan alat pengukur emisi mobil portabel berbasis Android terdiri dari beberapa tahapan yang harus dilakukan secara sistematis. Berikut adalah alur tahapan yang diikuti dalam setiap pengukuran:

- Persiapan Alat dan Bahan

Pastikan semua komponen sensor, modul *Bluetooth* HC-05, dan Arduino Uno sudah terhubung dan berfungsi dengan baik. Siapkan perangkat *Android* yang telah terpasang aplikasi pengukur emisi.

- Pemasangan Alat pada Kendaraan

Pasang perangkat pengukur emisi pada kendaraan dengan memastikan sensor terletak di posisi yang tepat untuk mendeteksi gas buang dari knalpot. Pastikan koneksi *Bluetooth* antara modul HC-05 dan perangkat *Android* berfungsi dengan baik.

- Pelaksanaan Pengukuran

Hidupkan mesin kendaraan dan biarkan berjalan dalam kondisi stasioner selama beberapa menit untuk memastikan kestabilan emisi gas buang. Mulai pengukuran dengan menggunakan aplikasi *Android* yang akan menerima data dari sensor melalui koneksi *Bluetooth*. Lakukan pengukuran dalam berbagai kondisi operasi kendaraan, seperti idle, akselerasi, dan kecepatan konstan. Lakukan pengukuran pada jarak aman agar tidak langsung terpapar gas buang kendaraan .

- Pencatatan dan Penyimpanan Data

Data hasil pengukuran yang diterima oleh aplikasi *Android* akan ditampilkan dalam bentuk angka yang mudah dipahami. Aplikasi juga akan menyimpan data pengukuran untuk analisis lebih lanjut dan pemantauan jangka panjang.

- Kalibrasi Sensor

Setelah melakukan pengukuran langkah selanjutnya adalah kalibrasi sensor dengan membandingkan nilai pembacaan pada alat rancangan dan alat asli

### 1. Akurasi Pengukuran:

- Parameter: Seberapa akurat nilai-nilai sensor yang diukur terhadap konsentrasi gas sebenarnya.
- Langkah Pengukuran: Membandingkan nilai sensor dengan standar atau nilai referensi yang diketahui untuk setiap gas yang diukur. Dengan melakukan kalibrasi sensor secara terpisah dan membandingkan hasilnya dengan nilai yang diharapkan.

### 2. Stabilitas dan Konsistensi:

- Parameter:Kemampuan sistem untuk memberikan hasil yang konsisten dari waktu ke waktu.
- Langkah Pengukuran: Mengamati variasi nilai-nilai sensor dari bacaan ke bacaan untuk mengevaluasi stabilitasnya. Jika ada fluktuasi besar, periksa penyebabnya seperti kondisi lingkungan atau mungkin perlunya kalibrasi ulang.

### 3. Ketahanan dan Durabilitas:

- Parameter: Kemampuan sistem untuk beroperasi secara konsisten dan stabil dalam jangka waktu yang lama.
- Langkah Pengukuran: Lakukan pengujian jangka panjang untuk memastikan bahwa sensor dan sistem dapat bertahan dalam berbagai kondisi lingkungan dan beban penggunaan.

### 4. Konsumsi Daya:

- Parameter: Konsumsi daya sistem selama operasi normal.
- Langkah Pengukuran:Menggunakan alat pengukur daya untuk memantau konsumsi daya sistem saat beroperasi .

### 5. Kemudahan Penggunaan:

- Parameter: Ketersediaan data dan navigasi antarmuka pengguna (UI).
- Langkah Pengukuran: Melakukan uji coba dengan pengguna untuk mengevaluasi navigasi aplikasi Android dan responsivitas antarmuka pengguna terhadap input.

### 6. Konektivitas *Bluetooth*:

- Parameter: Stabilitas koneksi dan jarak maksimum transmisi data antara Arduino dan perangkat *Bluetooth*.
- Langkah Pengukuran:Uji koneksi *Bluetooth* dalam berbagai kondisi lingkungan untuk memastikan koneksi yang stabil dan jarak transmisi yang memadai.

### 7. Integrasi Data:

- Parameter: Keberhasilan dalam mengintegrasikan dan menampilkan data gas dari Arduino ke aplikasi Android melalui modul *Bluetooth* .Dan kemampuan aplikasi menyimpan data pembacaan sensor.
- Langkah Pengukuran: Memastikan bahwa data yang dikirimkan melalui *Bluetooth* akurat dan dapat diinterpretasikan dengan benar oleh aplikasi Android yang Anda kembangkan.

## BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

### 5.1. Analisis Hasil

Hasil penelitian diambil dari alat rancangan dan alat standar (CERTUS 3/CGA2) milik Dishub Kota Magelang dengan menggunakan mobil Yaris tahun 2017. Parameter penelitian adalah HC,CO,NOx,dan Co2 dengan menggunakan variasi alat rancangan dan alat standar milik Dishub. Pengambilan data dilakukan dalam beberapa variasi waktu yaitu 60 (1000 rpm) detik dan 120 (1500 rpm) detik sampai dengan 180 (2000 rpm) detik, maka akan diketahui seberapa besar perbedaan data yang dihasilkan dari tiap-tiap variasi waktu yang digunakan pada saat pengujian yang dilakukan 3 kali setiap mobil, kemudian diperoleh hasil. Data hasil penelitian HC, CO,NOx,dan Co2 alat rancangan, dan HC,CO,NOx, dan Co2 alat standar milik Dishub disajikan pada tabel 5.1

#### 5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator

Perbandingan Alat Rancangan dengan Alat Standar milik Dishub ((CERTUS 3/CGA2) pada Mobil Toyota Yaris tahun 2017 sebelum dilakukan kalibrasi.

Tabel 5.1 Hasil Pengukuran Sebelum Kalibrasi

RPM Mesin (menit)	Alat Rancangan				Alat Milik Dishub			
	CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	Co2 (%)	CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	Co2 (%)
1000 (1)	32,84	9	21	21,02	0,03	15	8	15,50
2000 (2)	32	9	20	21	0,03	15	8	15,50
Idle (3)	33	9,04	21	21,02	0,03	16	8,35	15
Idle (4)	32,84	9	21	21,02	0,03	15	8	15,50
Percobaan Ke-2								

RPM Mesin (menit)	CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	Co2 (%)	CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	Co2 (%)
1000 (1)	32,84	9	21	21	0,03	15	8	15
2000 (2)	32	9	20	21	0,03	15	8	15
Idle (3)	33	9,04	23	21,02	0,03	16	8,35	15
Idle (4)	32	9	21	21	0,03	15	8	15,50
Percobaan Ke -3								
RPM Mesin (menit)	Alat Rancangan				Alat Milik Dishub			
	CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	Co2 (%)	CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	Co2 (%)
1000 (1)	32,84	9	21	21,02	0,03	15	8	15,50
2000 (2)	32	9	20	21	0,03	15	8	15,3
Idle (3)	33	10	21	22	0,03	16	8,35	15
Idle (4)	31	9	21	21,02	0,03	15	8	15,4
Percobaan Ke-4								
RPM Mesin (menit)	Alat Rancangan				Alat Milik Dishub			
	CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	Co2 (%)	CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	Co2 (%)
1000 (1)	32,84	9	21	21,02	0,03	15	8	15,50
2000 (2)	32	9	20	21	0,03	15	8	15,50
Idle (3)	33	9,04	21	22	0,03	16	8,35	15

Idle (4)	32,84	9	21	21,02	0,03	15	8	15,50
Percobaan Ke-5								
RPM Mesin (menit)	Alat Rancangan				Alat Milik Dishub			
	CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	Co2 (%)	CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	Co2 (%)
1000 (1)	32,84	9	21	21,02	0,03	15	8	15,50
2000 (2)	32	9	20	21	0,03	15	8	15,50
Idle (3)	33	9,04	21	21,02	0,03	16	8,35	15
Idle (4)	32,84	9	21	21,02	0,03	15	8	15,50

Dari data diatas setelah dirata-rata hasilnya sebagai berikut CO di alat rancangan 32,67 dan di alat asli 0,03 kemudian Hc di alat rancangan terbaca 9,01 sedangkan di alat asli terbaca 15,25 kemudian Nox terbaca 20,75 sedangkan di alat asli terbaca 8,0875 kemudian Co2 terbaca 21,015 namun di alat asli terbaca 15,375 untuk membuat alat rancangan agar mendekati atau bahkan sama dengan alat asli maka diperlukan kalibrasi .Dari data diatas kami melakukan kalibrasi dengan rincian sebagai berikut :

#### 1. Kalibrasi MQ-7 (CO Sensor)

Nilai yang terbaca pada alat rancangan adalah 32,67, sedangkan pada alat asli adalah 0,03. Sehingga perhitunganya adalah :

$$\text{Nilai Kalibrasi} = \frac{\text{Nilai Pada Alat Asli}}{\text{Nilai Pada Alat Rancangan}} \times \text{MQ7Value} \quad [22]$$

$$\text{Nilai Kalibrasi} = \frac{0,03}{32,67} \times \text{MQ7Value}$$

$$\text{Nilai Kalibrasi} = \dots \text{ ppm}$$

Kemudian pada kode program menjadi:

```
CO_Samples[currentIndex] = mq7Value * 0.03 / 32.67;
```

## 2. Kalibrasi MQ-2 (HC Sensor)

Nilai yang terbaca pada alat rancangan adalah 9,01, sedangkan pada alat asli adalah 15,25.

Sehingga perhitungannya adalah :

$$\text{Nilai Kalibrasi} = \frac{\text{Nilai Pada Alat Asli}}{\text{Nilai Pada Alat Rancangan}} \times \text{MQ2Value} \quad [22]$$

$$\text{Nilai Kalibrasi} = \frac{15.25}{9.01} \times \text{MQ2Value}$$

Nilai Kalibrasi = .... ppm

## 3. Kalibrasi MQ-135 (NOx dan CO2 Sensor)

Untuk kalibrasi MQ-135, nilai yang terbaca adalah 20,75 untuk NOx (alat asli 8,0875) sehingga perhitungannya adalah :

$$\text{Nilai Kalibrasi} = \frac{\text{Nilai Pada Alat Asli}}{\text{Nilai Pada Alat Rancangan}} \times \text{MQ135Value} \quad [22]$$

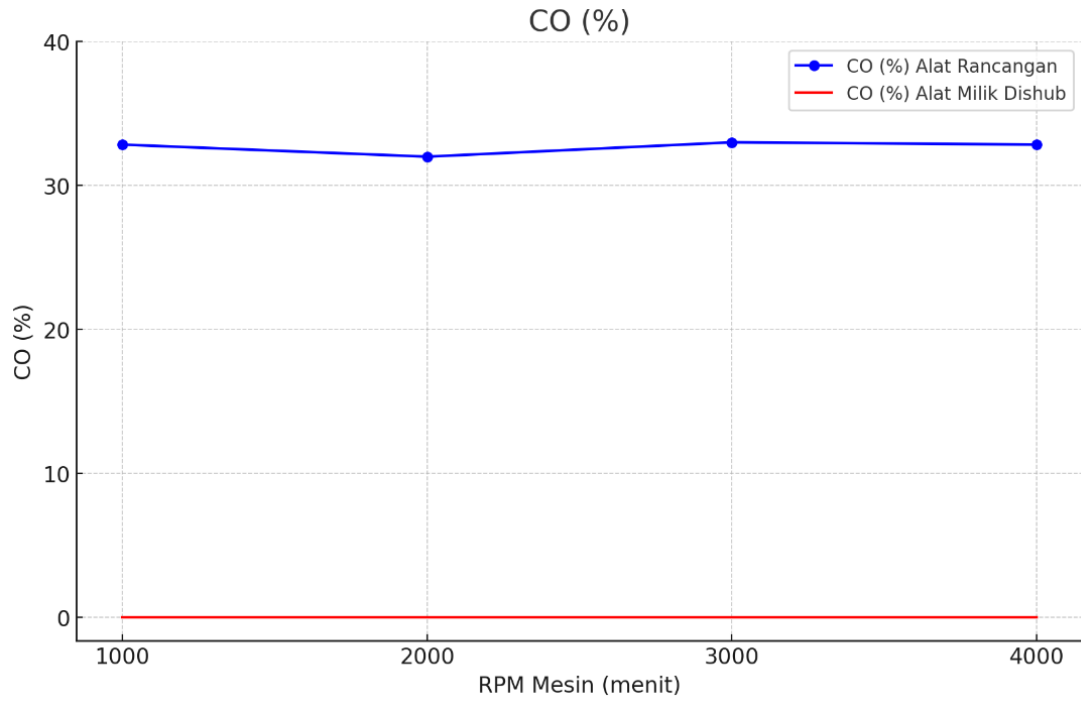
Nilai Kalibrasi = .... ppm

Ubah baris untuk NOx menjadi :

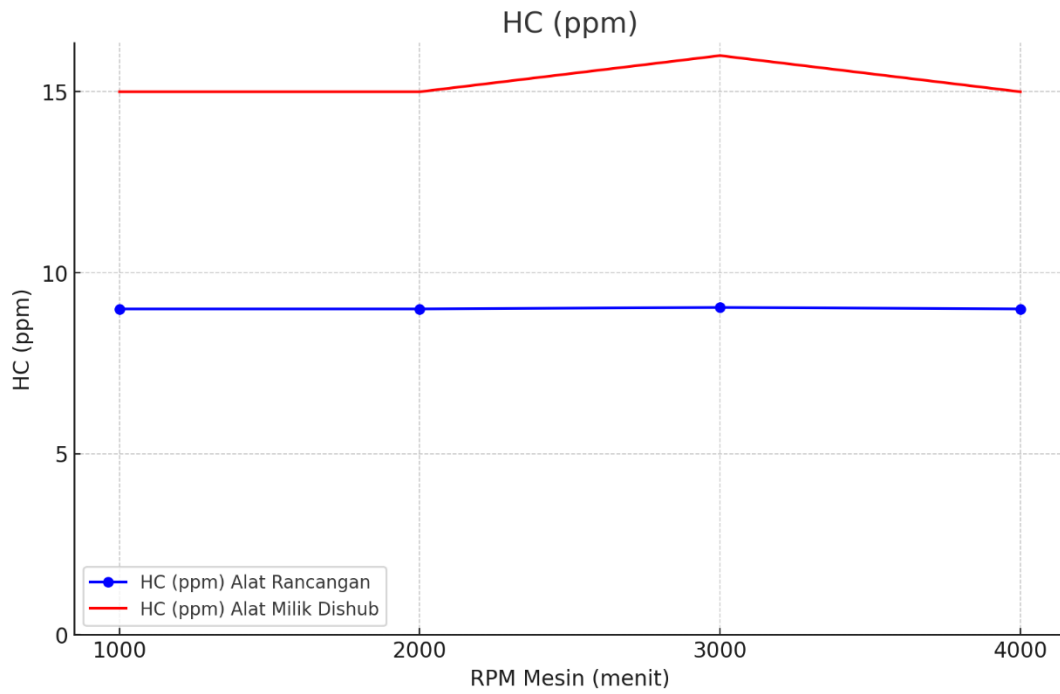
```
NOx_Samples[currentIndex] = mq135Value * 8.0875 / 20.75
```

Ubah baris untuk CO2:

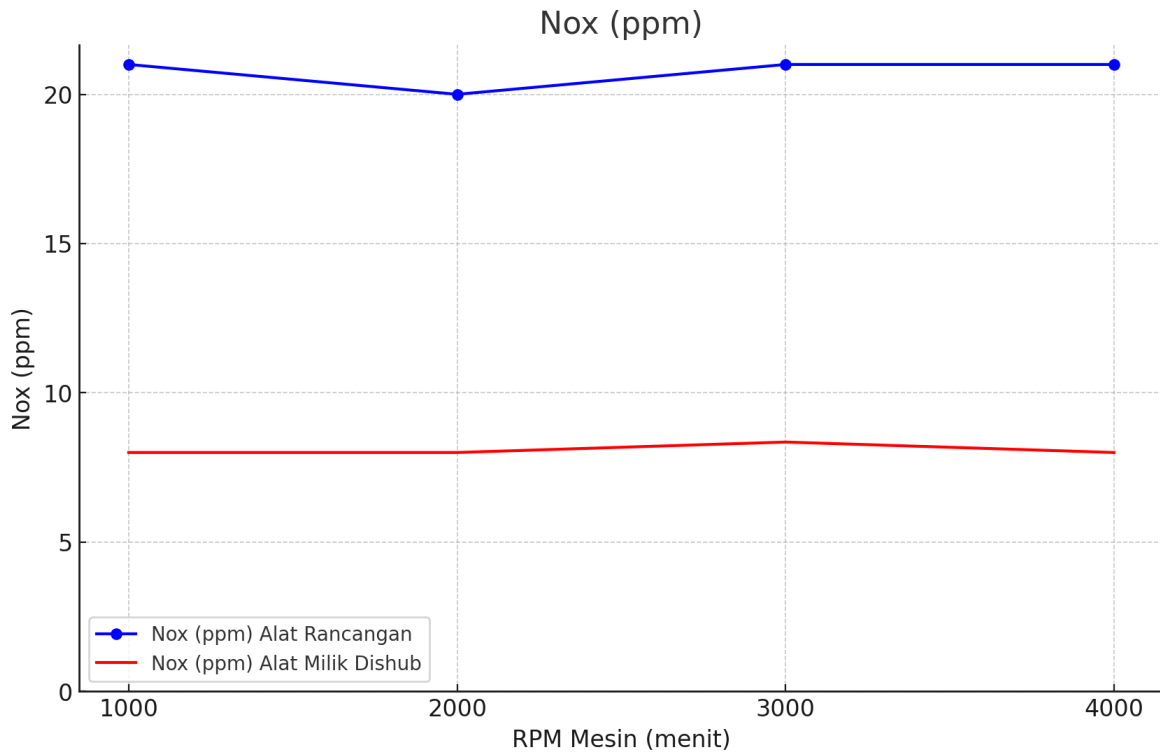
```
Co2_Samples[currentIndex] = mq135Value * 15.375 / 15.1175
```



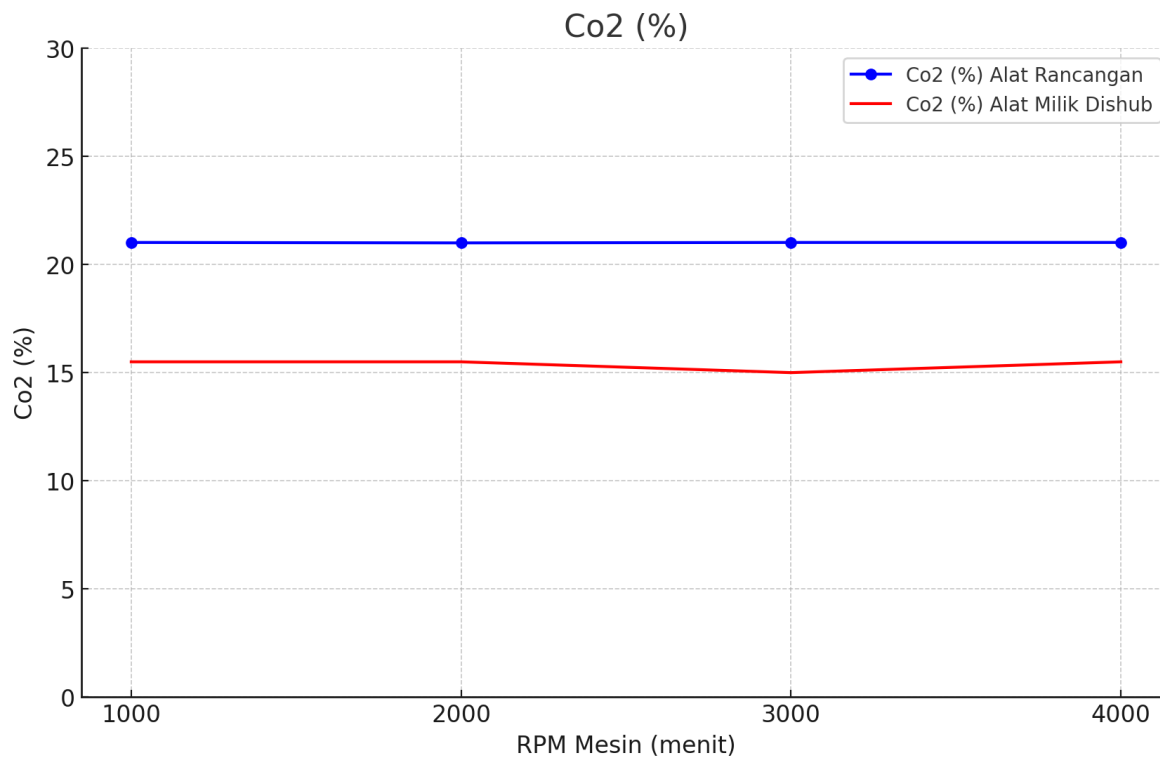
Gambar 5.1 Grafik Pengujian Gas CO sebelum kalibrasi



Gambar 5.2 Grafik Pengujian Gas HC sebelum kalibrasi



Gambar 5.3 Grafik Pengujian Gas Nox sebelum kalibrasi



Gambar 5.4 Grafik Pengujian Gas Co2 sebelum kalibrasi

Perbandingan Alat Rancangan dengan Alat Standar milik Dishub (CERTUS 3/CGA2) pada Mobil Toyota Yaris tahun 2017 sesudah dilakukan kalibrasi .

Tabel 5.2 Hasil Pengukuran Sesudah Kalibrasi

RPM Mesin (menit)	Alat Rancangan				Alat Milik Dishub			
	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2(%)	CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	Co2 (%)
1000 (1)	0,03	16	9	15	0,03	15	8	15.50
2000(2)	0,03	15	9	15	0,03	15	8	15
Idle (3)	0,03	15,5	8	15,5	0,03	15,1	9	17
Idle (4)	0,03	16	9,5	16	0,03	15	8	15
Percobaan Ke-2								
RPM Mesin (menit)	Alat Rancangan				Alat Milik Dishub			
	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2(%)	CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	Co2 (%)
1000 (1)	0,03	16	9	15	0,03	15	8	15.50
2000(2)	0,03	15	9	15	0,03	15	8	15
Idle (3)	0,03	15,5	8	15,5	0,03	15,1	9	17
Idle (4)	0,03	16	9,5	16	0,03	15	8	15
Percobaan Ke-3								
RPM Mesin (menit)	Alat Rancangan				Alat Milik Dishub			
	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2(%)	CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	Co2 (%)
1000 (1)	0,03	16	9	15	0,03	15	8	15.50

2000(2)	0,03	15	10	15	0,03	15	8	15
Idle (3)	0,03	15,5	8	15,5	0,03	15,1	9	17
Idle (4)	0,03	16	9	16	0,03	15	8	15
Percobaan Ke-4								
RPM Mesin (menit)	Alat Rancangan				Alat Milik Dishub			
	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2(%)	CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	Co2 (%)
1000 (1)	0,03	16	9	15	0,03	15	8	15.50
2000(2)	0,03	15	9	15	0,03	15	8	15
Idle (3)	0,03	15,5	8	15,5	0,03	15,1	9	17
Idle (4)	0,03	16	9,5	16	0,03	15	8	15
Percobaan Ke-5								
RPM Mesin (menit)	Alat Rancangan				Alat Milik Dishub			
	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2(%)	CO (%)	HC (ppm)	Nox (ppm)	Co2 (%)
1000 (1)	0,03	16	9	15	0,03	15	8	15.50
2000(2)	0,03	15	9	15	0,03	15	8	15
Idle (3)	0,03	15,5	8	15,5	0,03	15,1	9	17
Idle (4)	0,03	16	9,5	16	0,03	15	8	15

Setelah kalibrasi menggunakan rumus masih diperlukan beberapa penyesuaian di kode program karena hasilnya yang masih berbeda dan setelah dilakukan penyesuaian pada kode Program alat rancangan sudah mendekati alat asli .Tabel diatas adalah hasil pengukuran setelah penyesuaian .

$$CO\_Samples[currentIndex] = mq7Vvalue * 0.03 / 32.67/2$$

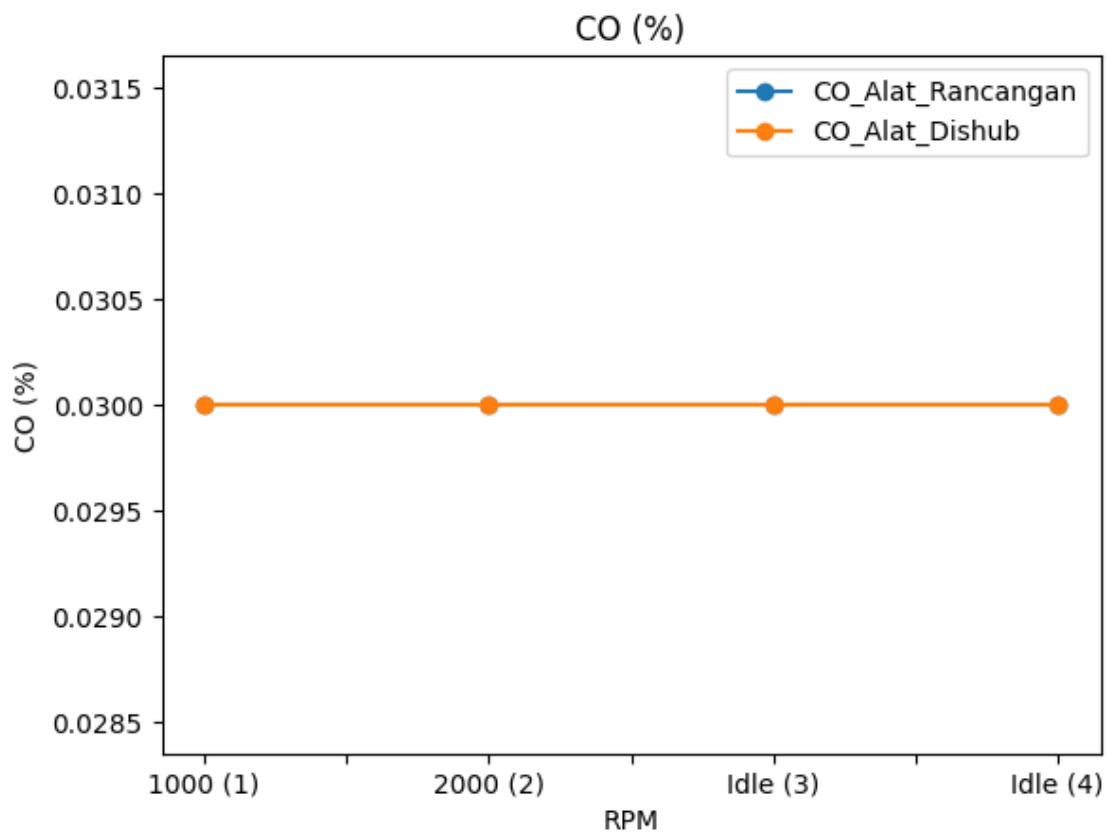
Pada gas CO hasilnya masih 2 kali hasil asli sehingga ditambahkan dengan membagi menjadi setengahnya .

$$\text{NOx\_Samples}[\text{currentIndex}] = \text{mq135Value} * 8.0875 / 20.75 / 5,13802817;$$

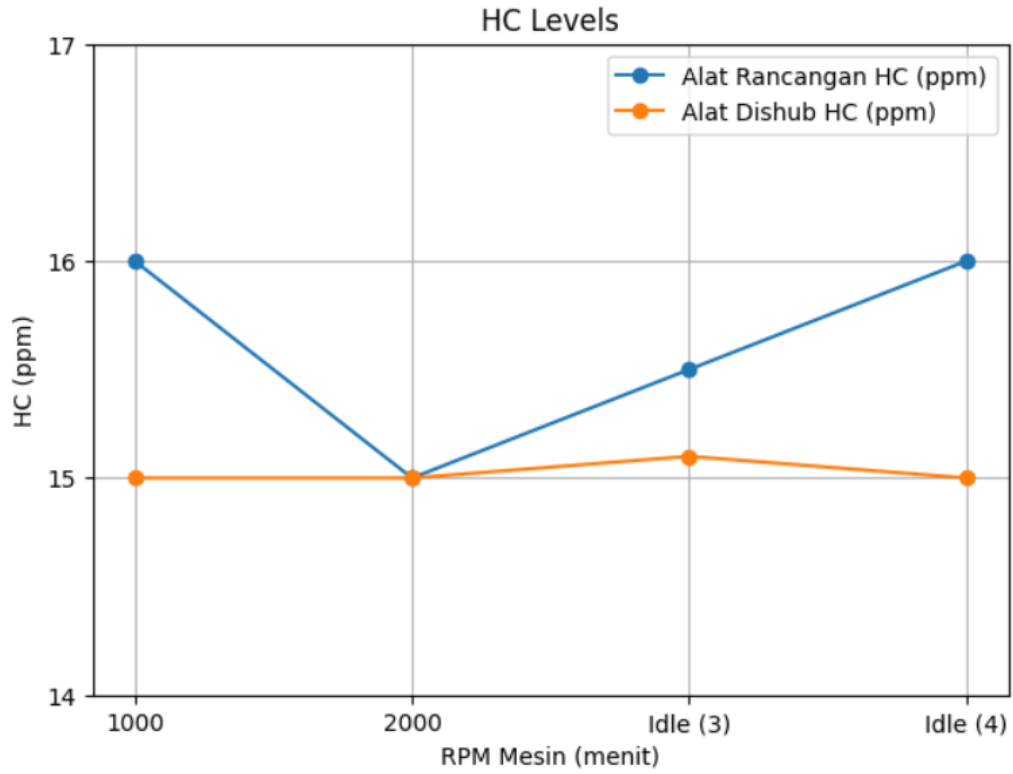
Pada gas NOx hasil masih berbeda dan setelah perhitungan perlu dibagi lagi dengan 5,13802817 agar hasilnya sama/mendekati alat asli

$$\text{Co2\_Samples}[\text{currentIndex}] = \text{mq135Value} * 15.375 / 15.1175 / 7,6116129.$$

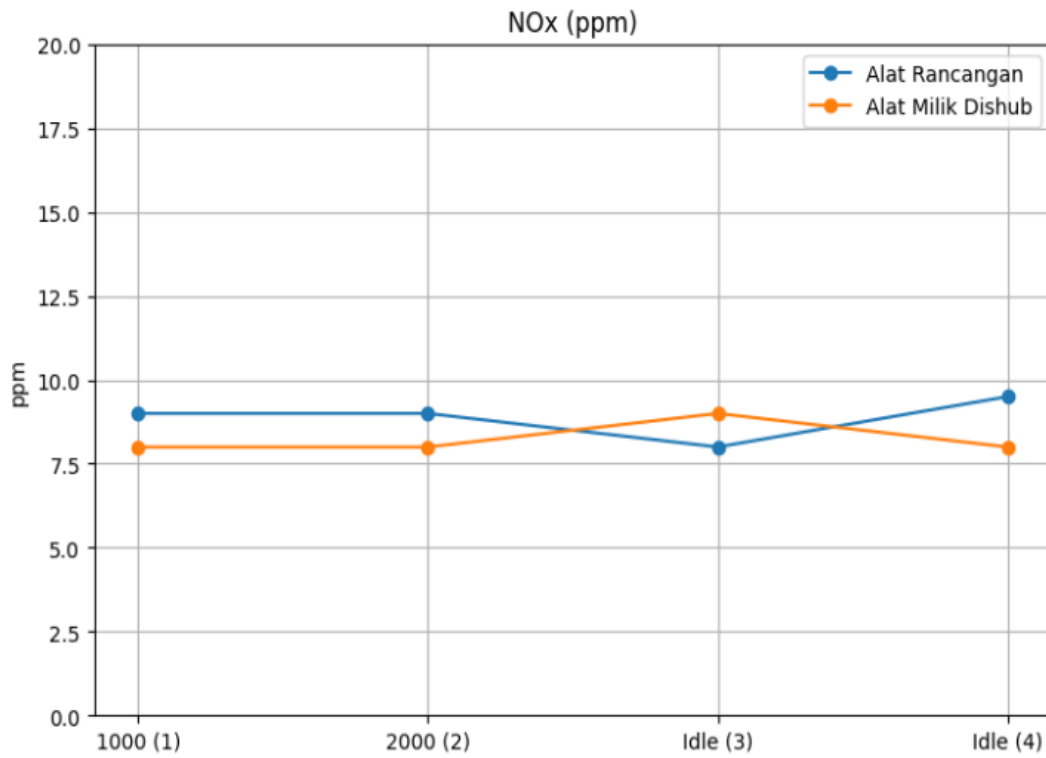
Pada gas Co2 hasil masih berbeda dan setelah perhitungan perlu dibagi lagi dengan 7,6116129 agar hasilnya sama/mendekati alat asli



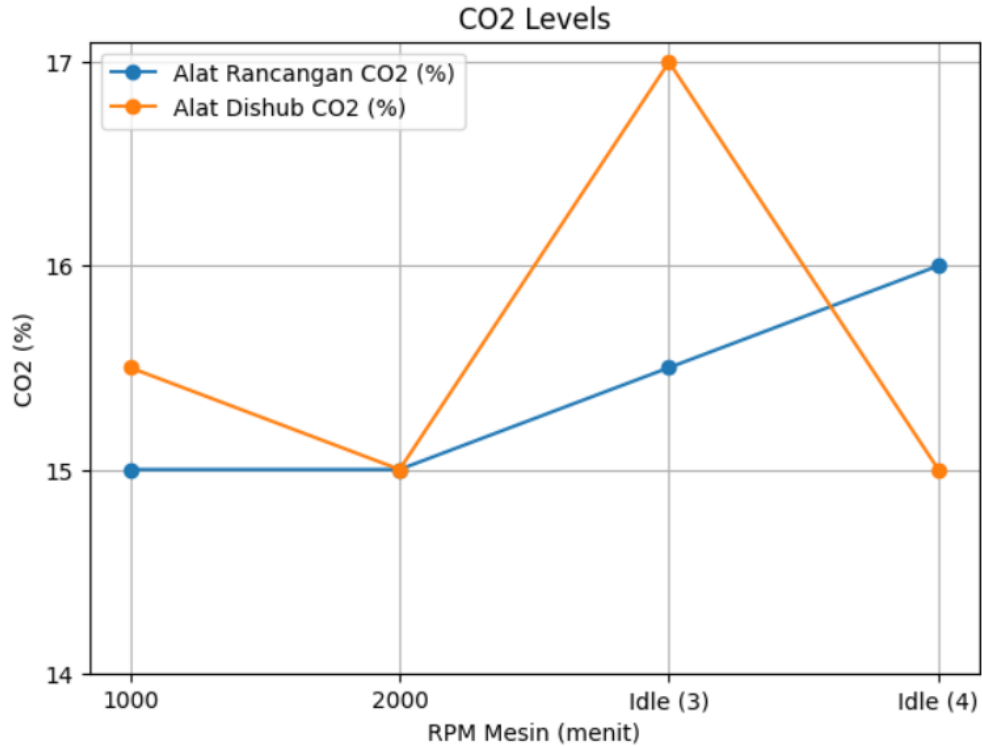
Gambar 5.5 Grafik Pengujian Gas CO sesudah kalibrasi



Gambar 5.6 Grafik Pengujian Gas HC sesudah kalibrasi



Gambar 5.7 Grafik Pengujian Gas Nox sesudah kalibrasi



Gambar 5.8 Grafik Pengujian Gas Co2 sesudah kalibrasi

Tabel 5.3 Pengujian alat yang sudah dikalibrasi dengan mobil Karimun

Rpm Mesin (Menit)	Alat Rancangan				Alat Milik Dishub			
	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2 (%)	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2(%)
1000 (1)	0.34	500	100	14.52	0.34	500	100	14.52
2000(2)	0.35	480	100	14	0.35	500	110	14
Idle (3)	0.36	500	120	14	0.36	510	120	14
Idle (4)	0.35	505	115	14.6	0.35	500	100	14.6
Percobaan ke-2								
Rpm Mesin (Menit)	Alat Rancangan				Alat Milik Dishub			
	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2 (%)	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2(%)
1000 (1)	0.34	500	100	14	0.30	480	100	14.52
2000(2)	0.35	500	100	14	0.35	500	110	14
Idle (3)	0.36	490	100	14.1	0.33	500	120	14
Idle (4)	0.35	500	120	14.2	0.34	500	100	14.6
Percobaan Ke-3								
Rpm Mesin	Alat Rancangan				Alat Milik Dishub			

(Menit)	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2 (%)	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2(%)
1000 (1)	0.30	500	100	14.52	0.34	500	100	14.52
2000(2)	0.31	480	97	14	0.35	500	100	14
Idle (3)	0.36	500	100	14	0.36	510	115	14
Idle (4)	0.30	505	115	14.6	0.33	500	100	14.6

Setelah melakukan percobaan dengan mobil suzuki karimun didapatkan hasil yang tidak terlalu jauh pada alat rancangan dan alat milik dishub sehingga bisa disimpulkan alat rancangan memiliki akurasi yang bagus.

Tabel 5.4 Pengujian alat yang sudah dikalibrasi dengan mobil Terios

Rpm Mesin (Menit)	Alat Rancangan				Alat Milik Dishub			
	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2 (%)	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2(%)
1000 (1)	0.1	100	40	11	0.1	500	40	10
2000(2)	0.12	110	45	11	0.12	40	40	11
Idle (3)	0.14	120	40	10.5	0.1	40	45	10
Idle (4)	0.13	115	45	10	0.1	43	45	10.5
Percobaan ke-2								
Rpm Mesin (Menit)	Alat Rancangan				Alat Milik Dishub			
	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2 (%)	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2(%)
1000 (1)	0.1	100	40	10	0.1	500	40	10
2000(2)	0.13	110	45	11	0.12	40	40	11
Idle (3)	0.12	100	40	10	0.1	40	42	10
Idle (4)	0.11	115	45	10	0.1	43	45	10
Percobaan ke-3								
Rpm Mesin (Menit)	Alat Rancangan				Alat Milik Dishub			
	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2 (%)	CO (%)	HC (ppm)	Nox(ppm)	Co2(%)
1000 (1)	0.1	100	40	11	0.1	500	40	10
2000(2)	0.13	110	45	11	0.12	40	40	11
Idle (3)	0.12	120	40	10.5	0.1	40	45	10
Idle (4)	0.13	115	45	10.7	0.1	43	40	10.5

Setelah melakukan percobaan dengan mobil Terios didapatkan hasil yang tidak terlalu jauh pada alat rancangan dan alat milik dishub sehingga bisa disimpulkan alat rancangan memiliki akurasi yang bagus

### 5.1.2 Hasil dan Analisis Pengujian Daya Tahan Baterai

Hasil didapatkan dengan dua cara yaitu dengan perhitungan dan percobaan langsung dengan menggunakan alat sampai baterai habis.

#### 1. Estimasi Konsumsi Daya Sesuai Perhitungan

- Konsumsi daya Arduino Uno kira-kira 50mA (0.05A) pada 5V. Jika kita menggunakan tegangan 7,4 V dari baterai, kemudian harus mengonversi tegangan tersebut ke 5V dengan regulator internal atau eksternal, dan efisiensinya bisa bervariasi. asumsikan efisiensi regulator adalah sekitar 67 %.
- HC-05 *Bluetooth Module*: Mengonsumsi sekitar 30mA (0.03A) pada 5V.
- 4 Sensor MQ: Mengonsumsi sekitar 0.6A (600mA) pada 5V.

Total konsumsi daya pada 5V adalah:

$$\text{Total Output} = 0.05 \text{ A} + 0.03 \text{ A} + 0.6 \text{ A} = 0.68 \text{ A}$$

$$\text{Daya Total dari Baterai} = \frac{0.68 \text{ A}}{0.67} = 1.01 \text{ A}$$

Perhitungan Masa Pakai Baterai:

kapasitas baterai adalah 2000 mAh (2Ah) dan total konsumsi daya dari baterai adalah sekitar 1.01 maka waktu operasi dapat dihitung dengan:

$$\text{Waktu Operasi} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Total Kosumsi Daya}} \quad [23]$$

$$\text{Waktu Operasi} = \frac{2 \text{ Ah}}{1.01 \text{ A}} = 1.98 \text{ jam}$$

#### 2. Estimasi Konsumsi Daya Menurut Percobaan

Namun setelah dicoba ternyata hasil berbeda dengan perhitungan yang dimana baterai akan habis setelah melakukan 10 pengukuran yang dimana setiap pengukuran adalah sekitar 4-5 menit total 40 menit. Sehingga disimpulkan ada beberapa faktor yang memengaruhi salah

satunya saat mengirim data dari HC-05 ke *Android* konsumsi daya baterai meningkat sehingga baterai lebih cepat habis .Konsumsi daya yang lebih tinggi ini terjadi karena:

- Aktivitas RF (*Radio Frequency*): Saat HC-05 mengirim data, pemancar RF diaktifkan, dan ini membutuhkan daya lebih banyak dibandingkan dengan kondisi idle.
- Pengolahan Data: HC-05 juga memerlukan daya untuk proses pengkodean dan pengiriman data.
- *Transmitting* Data: Selama pengiriman data, konsumsi daya dapat meningkat menjadi sekitar 40-50mA (0.04-0.05A), atau bahkan lebih tinggi dalam beberapa kasus.

### 5.1.3 Pemenuhan Spesifikasi Sistem

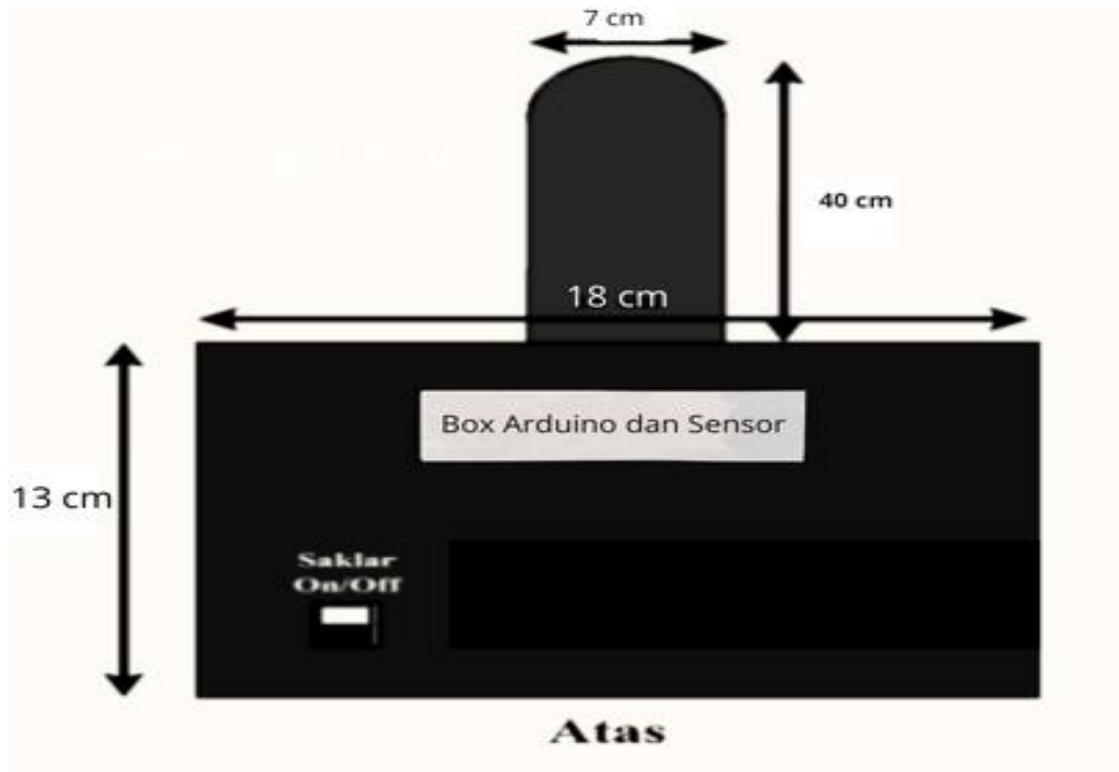
Tabel 5.5 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi (panjang x lebar x tinggi) box mikrokontroler	15 x 12 x 10 cm	10 x 15 x 8 cm
2	Berat (gram)	200 gram	400 gram
3	Dimensi (panjang x lebar x tinggi) box sensor	12 x 7 x 10 cm	7 x 10 x 5 cm
4	Panjang dan lebar Selang	40 x 7 cm	170 x 1 cm
5	Penyimpanan Data	Micro Sd	<i>Default</i> aplikasi
6	Aplikasi	<i>Blynk</i>	Aplikasi Sendiri
7	Probabilitas	Aplikasi harus dapat berjalan di berbagai perangkat Android dengan versi OS yang berbeda, mulai dari Android 6.0 ke atas	Aplikasi berjalan lancar di berbagai perangkat Android dengan OS yang berbeda seperti yang direncanakan.

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
8	Antarmuka Pengguna (UI/UX)	Mudah digunakan, dengan tampilan yang jelas dan grafis yang menarik dan Fitur untuk memungkinkan pengguna menyesuaikan pengaturan dan melihat historis pengukuran.	Antarmuka aplikasi dirancang dengan baik, dan menarik serta pengaturan dan fitur historis pengukuran berfungsi dengan baik.

Dengan membandingkan usulan dan realisasi di atas, dapat disimpulkan bahwa aplikasi pengukur emisi mobil portable berbasis Android telah berhasil memenuhi sebagian besar atau semua spesifikasi yang diusulkan. Perbedaan kecil antara usulan dan realisasi bisa saja terjadi, seperti dimensi dan ukuran alat, aplikasi ,tingkat keakuratan yang tidak 100 % dengan alat aslinya ,serta penyimpanan yang diharapkan pada usulan awal .Namun secara keseluruhan, aplikasi telah berhasil mencapai atau melebihi harapan yang ditetapkan dalam spesifikasi awal.

Proses ini menunjukkan pentingnya memiliki spesifikasi sistem yang jelas dan terdefinisi dengan baik sebelum memulai pengembangan aplikasi. Ini membantu mengarahkan tim pengembangan untuk fokus pada tujuan yang telah ditetapkan dan memastikan bahwa aplikasi yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi pengguna.



Gambar 5.9 Sketsa Saat pengusulan



Gambar 5.10 Realisasi Model

### 5.1.4 Pengalaman Pengguna

Tabel 5.6 Pengalaman Pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Fungsi sebagai monitoring sistem yang ditampilkan melalui Android sudah berjalan dengan baik.	Dipertahankan
2	Kemudahan	Pengoperasian <i>apps</i> mudah namun terkadang aplikasi <i>force close</i> sendiri karena terlalu banyak data yang terkirim	Mengubah delay pengiriman data
3	Tampilan	Tampilan sudah bagus dan sederhana	Dipertahankan

- Monitoring Sistem Pengguna harus dapat dengan mudah melihat data yang relevan, seperti grafik, angka, atau indikator visual lainnya. Penting untuk memastikan bahwa data dipresentasikan dengan jelas dan mudah dimengerti, sehingga pengguna dapat dengan cepat menangkap informasi yang mereka butuhkan.
- Kemudahan pengoperasian Penting untuk menekankan antarmuka/UI pengguna yang intuitif dan navigasi yang mudah. Pilihan pengoperasian yang simpel dan efisien akan meningkatkan kepuasan pengguna dan mengurangi risiko kesalahan pengguna.
- Penanganan *Force Close* dan Pengiriman Data dengan mengidentifikasi dan memperbaiki penyebab *force close*. Hal ini mencakup optimasi alur pengiriman data, manajemen memori, atau penyesuaian pengaturan untuk mengurangi beban aplikasi.

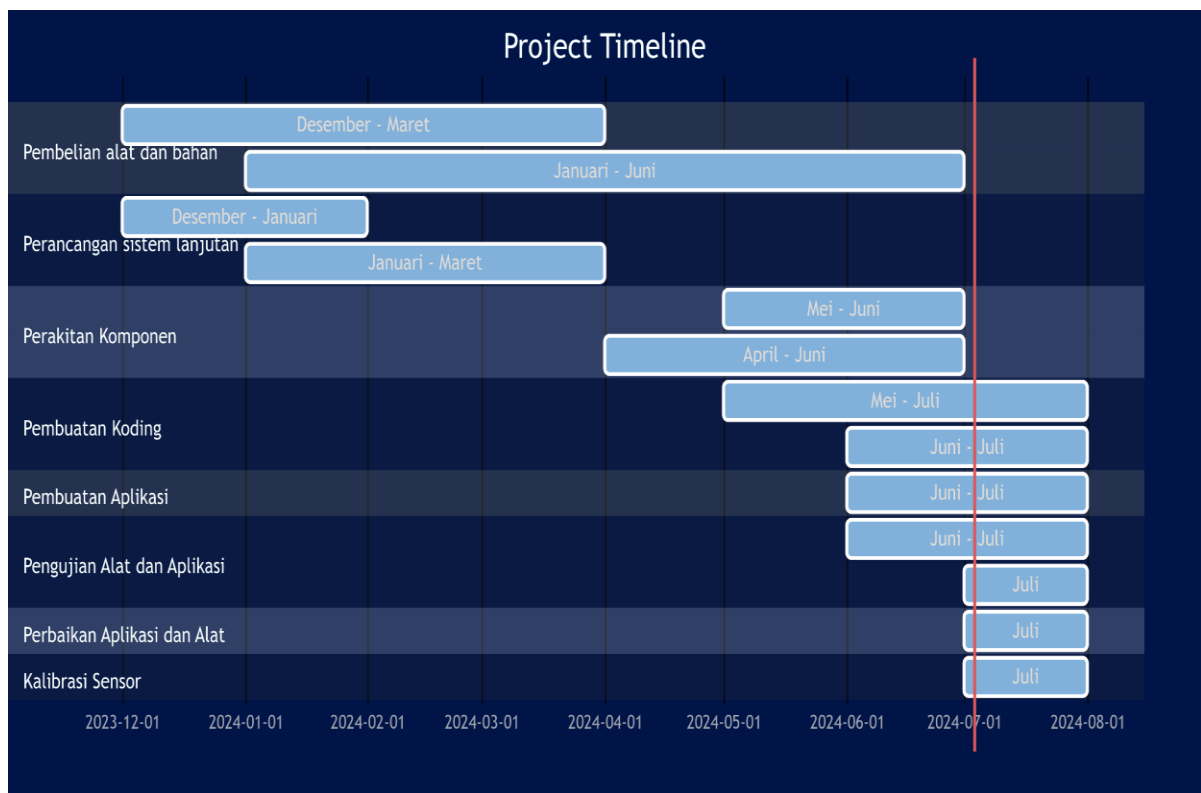
### 5.1.5 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Secara keseluruhan usulan dan realisasi sudah hampir sesuai, ada beberapa ketidaksesuaian karena pada pelaksanaannya terdapat beberapa kendala seperti komponen yang dipesan datang tidak sesuai jadwal, ada beberapa kesalahan desain dan ada beberapa komponen yang rusak sehingga perlu membeli lagi. Hal-hal tersebut membuat beberapa pengerjaan tidak sesuai dengan timeline yang direncanakan. Dibawah ini adalah rincian seperti yang terlihat di Tabel 5.5 dan Tabel 5.6.

Tabel 5.7 Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Desember -Maret	Januari -Juni
2	Perancangan sistem dengan usulan	Desember -Januari	Januari - Maret
3	Perakitan Komponen	Mei - Juni	April -Juni
4	Pembuatan Koding	Mei -Juli	Juni-Juli
5	Pembuatan Aplikasi	Juni -Juli	Juni-Juli
6.	Pengujian Alat dan Aplikasi	Juni-Juli	Juli
7	Merapikan Alat dan perbaikan Aplikasi	Juli	Juli
8	Kalibrasi Sensor	Juli	Juli

Tabel 5.8 Gantt Chart proses pengerjaan



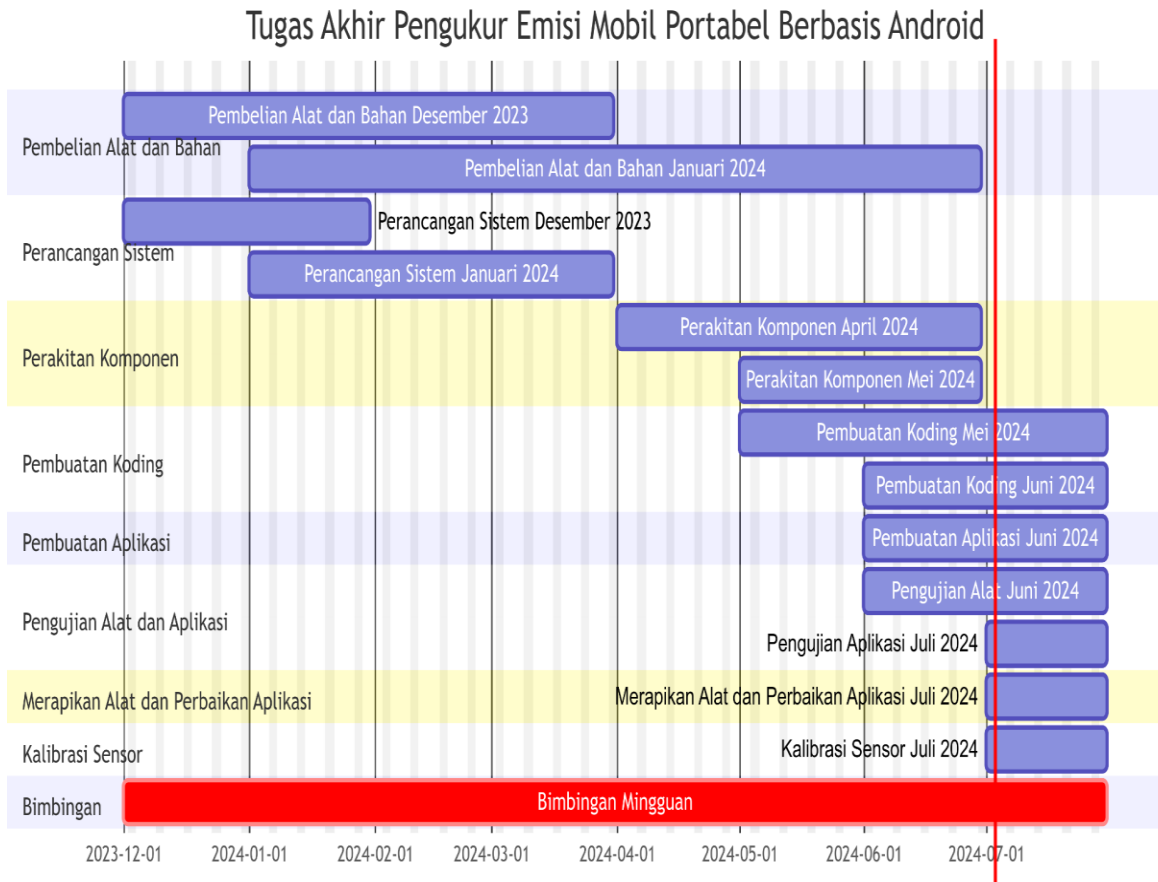
Tabel 5.9 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Modul HC-05	1 Pcs	Rp. 60.000	1 pcs	Rp 60.000
2	Arduino Uno	1 Pcs	Rp.150.000	1 Pcs	Rp 150.000
3	MQ-7	1 Pcs	Rp. 40.000	1 Pcs	Rp. 40.000
4	MQ-2	1 Pcs	Rp. 40.000	1 Pcs	Rp. 40.000
5	MQ-135	1 Pcs	Rp. 40.000	1 Pcs	Rp. 40.000
6	MQ-5	1 Pcs	Rp. 40.000	1 Pcs	Rp. 40.000
7	Box Panel	1 Pcs	Rp.80.000	1 Pcs	Rp.80.000
8	Selang Tahan Panas	50 cm	Rp.50.000	50 cm	Rp.50.000
9	Pipa 8 mm	50 cm	Rp.30.000	50 cm	Rp.30.000
10	Box Baterai	1 Pcs	Rp.11.500	1 Pcs	Rp.11.500
11	Separator	1 Pcs	Rp.30.000	1 Pcs	Rp.30.000
12	Neple ¼ x ½	1 Pcs	Rp.28.000	2 Pcs	Rp.56.000
13	Baterai 18650	2 Pcs	Rp.67.000	2 Pcs	Rp.134.000
14	Kabel Jumper	2 meter	Rp.10.000	3 meter	Rp.15.000
15	Timah	10 meter	Rp.20.000	10 meter	Rp.20.000
16	PCB	2 Pcs	Rp.20.000	4 Pcs	Rp.40.000
17	Indikator Baterai	1 Pcs	Rp.18.500	1 Pcs	Rp.18.500
18	Box Panel Sensor	1	Rp.12.500	1	Rp.12.500
19	Kabel USB	60 cm	Rp.20.000	60 cm	Rp.20.000
20	Klem Selang	1	Rp.2500	1	Rp.2500
21	Kabel Baterai	20 cm	Rp.10.000	20 cm	Rp.10.000
Total Biaya		Rp.847.000,00		Rp.900.000,00	

Tabel 5.10 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2

<i>Section</i>	<i>Task</i>	<i>Start Date</i>	<i>End Date</i>
Pembelian Alat dan Bahan	Pembelian Alat dan Bahan Desember 2023	2023-12-01	2024-03-31
Pembelian Alat dan Bahan	Pembelian Alat dan Bahan Januari 2024	2024-01-01	2024-06-30
Perancangan Sistem	Perancangan Sistem Desember 2023	2023-12-01	2024-01-31
Perancangan Sistem	Perancangan Sistem Januari 2024	2024-01-01	2024-03-31
Perakitan Komponen	Perakitan Komponen April 2024	2024-04-01	2024-06-30
Perakitan Komponen	Perakitan Komponen Mei 2024	2024-05-01	2024-06-30
Pembuatan Koding	Pembuatan Koding Mei 2024	2024-05-01	2024-07-31
Pembuatan Koding	Pembuatan Koding Juni 2024	2024-06-01	2024-07-31
Pembuatan Aplikasi	Pembuatan Aplikasi Juni 2024	2024-06-01	2024-07-31
Pengujian Alat dan Aplikasi	Pengujian Alat Juni 2024	2024-06-01	2024-07-31
Pengujian Alat dan Aplikasi	Pengujian Aplikasi Juli 2024	2024-07-01	2024-07-31
Merapikan Alat dan Perbaikan Aplikasi	Merapikan Alat dan Perbaikan Aplikasi Juli 2024	2024-07-01	2024-07-31
Kalibrasi Sensor	Kalibrasi Sensor Juli 2024	2024-07-01	2024-07-31
Bimbingan	Bimbingan Mingguan	2023-12-01	2024-07-05

Tabel 5.11 *Gantt chart* Lanjutan



## 5.2 Dampak Implementasi Sistem

Implementasi pengukur emisi mobil portable berbasis Android memiliki dampak yang signifikan pada berbagai bidang seperti:

### 1. Sosial

- **Kesadaran Lingkungan:** Meningkatkan kesadaran masyarakat akan dampak emisi kendaraan terhadap lingkungan dan kesehatan.
- **Partisipasi Masyarakat:** Mendorong partisipasi masyarakat dalam mengurangi emisi kendaraan bermotor.

### 2. Agama

- **Etika Lingkungan:** Mendorong pembicaraan dan refleksi dalam komunitas agama tentang tanggung jawab terhadap lingkungan, termasuk penggunaan teknologi untuk mengurangi dampak negatif.

### 3.Ekonomi

- **Efisiensi Biaya Operasional:** Penggunaan teknologi ini dapat membantu pemilik kendaraan atau perusahaan transportasi mengurangi biaya operasional dengan memantau kinerja kendaraan secara efektif.
- **Meningkatkan Efisiensi Bahan Bakar:** Dengan mengetahui tingkat emisi, pengemudi dapat mengoptimalkan penggunaan bahan bakar dan mengurangi konsumsi yang tidak efisien.

Dari beberapa aspek diatas dapat dibuat sebuah ringkasan Manfaat dari Implementasi Pengukur Emisi Mobil Portable Berbasis Android:

- **Mengurangi Biaya Operasional:** Dengan memantau emisi secara teratur, perusahaan transportasi dapat mengidentifikasi dan memperbaiki kendaraan yang tidak efisien, mengurangi biaya bahan bakar dan perawatan.
- **Meningkatkan Keselamatan:** Dengan mengetahui kondisi emisi secara real-time, pengemudi dapat mengambil tindakan preventif untuk menghindari kegagalan mesin atau kerusakan lainnya.
- **Mematuhi Regulasi:** Mempermudah pemilik kendaraan untuk mematuhi regulasi emisi yang ada dan menghindari denda atau sanksi.

Pengukur emisi mobil portable berbasis Android adalah contoh bagaimana teknologi dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi, kesadaran lingkungan, dan mempengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia dari segi teknologi, sosial, ekonomi, politik, budaya, agama, dan lingkungan.

## **BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **6.1 Kesimpulan**

Dari pengujian yang dilakukan pada aplikasi Monitoring Uji Emisi Kendaraan Bermotor Berbasis Android, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Pengujian menggunakan antarmuka android untuk menampilkan pengukuran uji emisi kendaraan bermotor untuk mendeteksi kadar gas karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), karbon dioksida (Co<sub>2</sub>), dan Nitrogen Oksida (Nox) (berjalan dengan baik).

2. Hasil pengujian menggunakan antarmuka android dibandingkan dengan hasil pengujian alat (CERTUS 3/CGA2) milik dishub Kota Magelang untuk kadar gas karbon monoksida (CO) didapatkan hasil perbedaan yang cukup jauh sedangkan untuk gas lainnya sudah cukup mendekati, sehingga diperlukan kalibrasi agar mendapat hasil yang mendekati atau bahkan sama.

3. Spesifikasi agak berbeda dengan yang direncanakan dikarenakan beberapa faktor saat pengujian yang mengharuskan spesifikasi diubah dan berbeda dari spesifikasi yang diusulkan. Perubahan spesifikasi bertujuan untuk memperbaiki serta membuat sistem dan alat menjadi lebih baik.

4. Cara pengujian emisi gas buang menggunakan alat uji emisi yang dibuat dapat dilakukan dengan mudah dan dapat dilakukan oleh siapapun, karena memiliki desain yang simpel dan mudah digunakan. Pertama-tama nyalakan alat dan hubungkan dengan android melalui Bluetooth setelah terhubung kemudian nyalakan mesin mobil. Pengujian dilakukan dengan keadaan mobil pada transmisi Netral (N), selanjutnya selang yang terhubung dengan pipa separator yang terdapat pada alat uji emisi (prototype) dimasukkan ke dalam lubang saluran gas buang (knalpot) agar emisi dapat terbaca oleh sensor sehingga kadar CO, HC, Co<sub>2</sub>, dan Nox dapat ditampilkan pada Android.

### **6.2 Saran**

Adapun saran yang diajukan untuk dapat menjadi masukan dalam pengembangan sistem ini adalah.

1. Untuk pengembangan selanjutnya, dalam mendesain alat harus dipikirkan secara matang agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal.

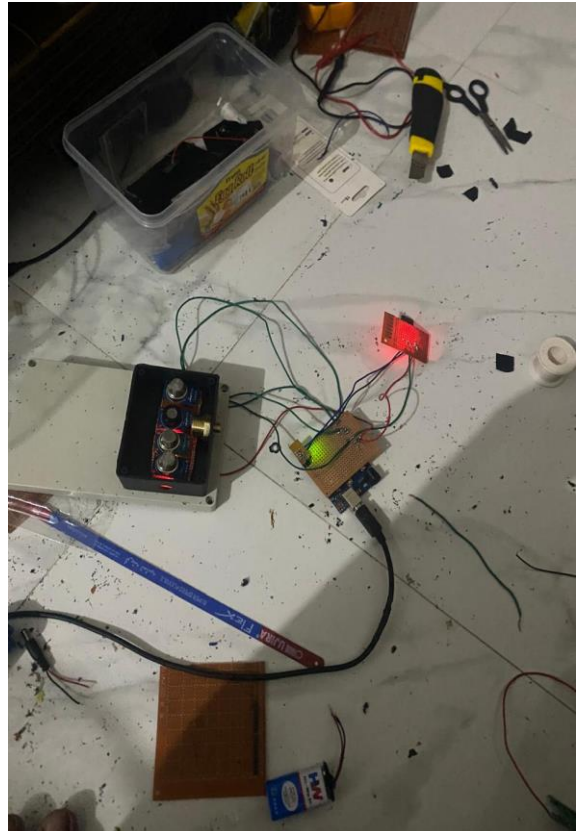
2. Untuk pengembangan selanjutnya, dapat ditambahkan beberapa sensor khusus untuk mendeteksi kadar gas O<sub>2</sub> dan juga lambda.
3. Untuk pengembangan selanjutnya, dapat dilakukan penyempurnaan aplikasi agar tidak terjadi force closed ,ini sudah sedikit diatasi dengan menambah delay namun hal ini masih terjadi dan belum ditemukan solusinya mungkin dengan menambah kapasitas atau dengan menggunakan software pembuat aplikasi yang lain .
4. Untuk pengembangan selanjutnya, dapat dilakukan pemilihan bahan yang lebih kuat, tahan banting ,dan lebih tahan panas agar alat bisa lebih awet .

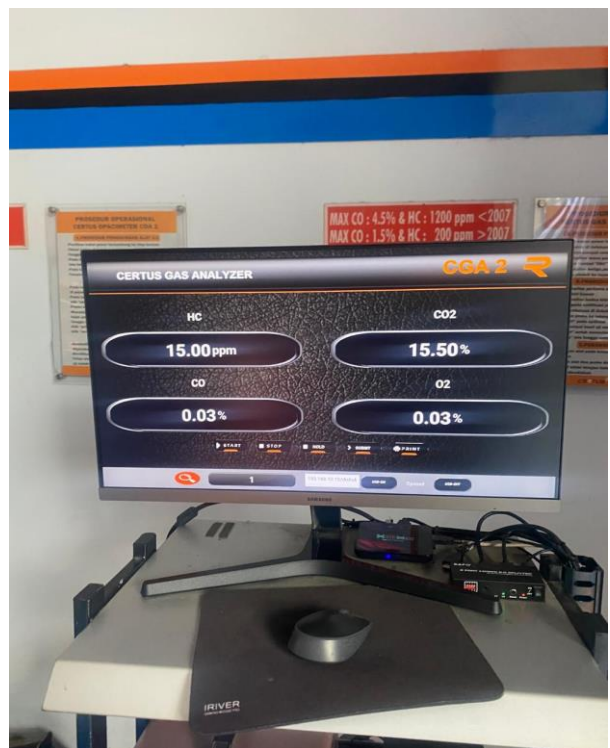
## DAFTAR PUSTAKA

- [1] “PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA.”
- [2] “1593657998\_Peraturan Menteri LHK Nomor P 20 Tentang Baku Mutu Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru Kategori M Kategori N dan Kategori O”.
- [3] S. A. Wise, “Standard Reference Material ® 1635 Trace Elements in Coal (Subbituminous).”
- [4] “964-190930173145 permen lh-nomor-04-tahun-2009”.
- [5] “PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA.”
- [6] “PERMEN LHK\_8\_2023”.
- [7] “190930092022 Peraturan Menteri LHK Nomor P 20 Tentang Baku Mutu Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru Kategori M Katagori N dan Kategori O”.
- [8] “REPUBLIK INDONESIA.”
- [9] Unknown, “Society of Automotive Engineers (SAE) J1667 Recommended Practice Snap Acceleration Smoke Test Procedure for Heavy-Duty Powered Vehicles,” 1998. [Online]. Available: <http://www.sae.org>
- [10] D. Madrzykowski, A. Hamins, and S. Mehta, “Residential kitchen fire suppression research needs ;,” 2007. [Online]. Available: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication1066.pdf>.
- [11] “879-1743-1-eLEKTUM-Vol.1212016”.
- [12] J. R. Mony, “APLIKASI SENSOR MQ-07 PADA PENGUKURAN GAS KARBON MONOKSIDA UNTUK UJI EMISI KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS IOT TUGAS AKHIR.”

- [13] S. Lee *et al.*, “On-Road Portable Emission Measurement Systems Test Data Analysis and Light-Duty Vehicle In-Use Emissions Development,” *SAE International Journal of Electrified Vehicles*, vol. 9, no. 2, pp. 111–131, 2020, doi: 10.4271/14-09-02-0007.
- [14] “MAHLE Portable Emissions Measurement System (PEMS).” [Online]. Available: [www.mahle-powertrain.com](http://www.mahle-powertrain.com)
- [15] A. Batas, E. Gas, and B. K. Bermotor, “Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 35 Tahun 1993 Tentang.”
- [16] “190930173145 PERMEN LH NOMOR 04 TAHUN 2009”.
- [17] Datasheet sensor gas “MQ7”. <https://www.parallax.com/downloads/mq-7-co-gas-sensor-datasheet> (diakses pada 17 Januari 2018).
- [18] Maududy, Al, Muzakky, Muhammad. 2017. Rancang Bangun Alat Ukur Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dengan Penampil Smartphone Android Berbasis Arduino Nano. Universitas Sumatra Utara, Medan.
- [19] Adelita, Ines. 2015. Sistem Pengendali Beban Listrik 220 Vac Menggunakan Bluetooth HC 06 Memanfaatkan Voice Command Pada Arduino. Politeknik Palembang, Palembang.
- [20] Kaswandari, Yoan. 2017. Rancang Bangun Sistem Kendali Tirai Vertical Blind dan Lampu Ruangan Melalui Smartphone Android Berbasis Arduino. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- [21] [https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Mq135%20datasheet&gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjwko21BhAPEiwAwfaQCNrqDAGBzo5yFM784FHfmyL8zlbjwNfofdAsDVo-qs81qyJ90d5axoC54YQAvD\\_BwE](https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Mq135%20datasheet&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwko21BhAPEiwAwfaQCNrqDAGBzo5yFM784FHfmyL8zlbjwNfofdAsDVo-qs81qyJ90d5axoC54YQAvD_BwE)
- [22] [https://repository.its.ac.id/82311/1/2109100063-Undergraduate\\_Thesis.pdf](https://repository.its.ac.id/82311/1/2109100063-Undergraduate_Thesis.pdf)
- [23] <https://www.dnkpowers.com/how-to-calculate-battery-run-time/>

LAMPIRAN









FAKULTAS  
TEKNOLOGI INDUSTRI

Gedung KH. Mas Mansur  
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia  
Jl. Kaluarong km 14,5 Yogyakarta 55584  
T. (0274) 894444 ext. 4100, 4101  
F. (0274) 895007  
E. [fti@uii.ac.id](mailto:fti@uii.ac.id)  
W. [fti.uii.ac.id](http://fti.uii.ac.id)

Nomor: 74/Kajur.TE/10/Jur.TE/VI/2024

Hal : Permohonan Pengetesan Alat Pengukur Emisi Mobil

Kepada Yth.  
Piimpinan Dishub Magelang  
Di Temapt

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan Pembuatan Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, mahasiswa tersebut dibawah ini mohon diperkenankan untuk melakukan Pengujian Alat Pengukur Emisi Mobil. Adapun mahasiswa tersebut adalah:

No	NIM	Nama
1	20524185	Taufik Akbar
2	20524197	Catur Abhirama Saputro

Demikianlah surat ini kami sampaikan. Atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan banyak terima kasih.

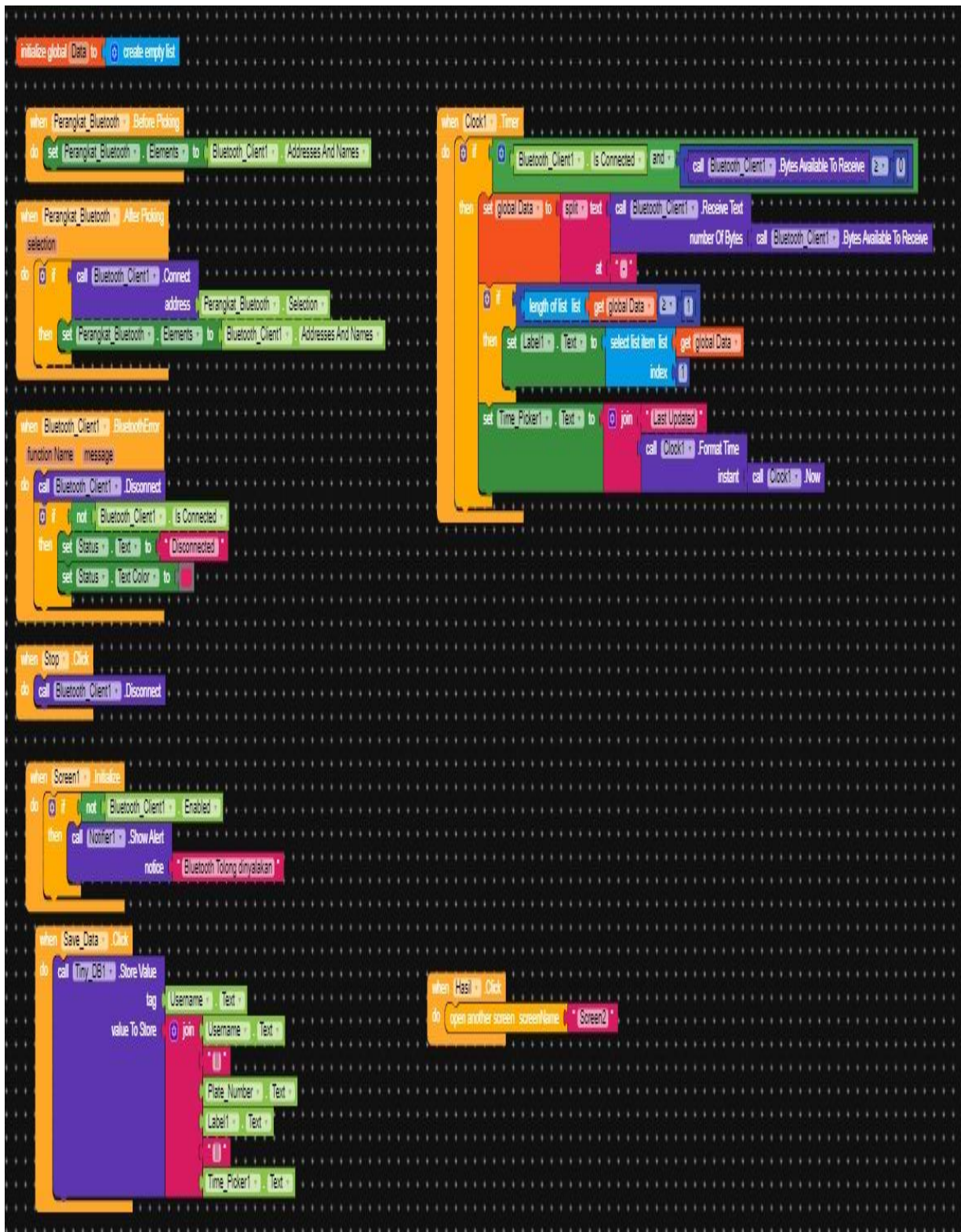
*Wassalamu'alaikum.Wr.Wb*

Jogyakarta, 26 Juni 2024  
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Firdaus, S.T., M.T., Ph.D.

## Diagram Blok Kodular (*Software* pembuat aplikasi)



Kode Program:

```
#include <SoftwareSerial.h>

const int mq7Pin = A0; // Pin untuk sensor CO (MQ-7)
const int mq2Pin = A1; // Pin untuk sensor HC (MQ-2)
const int mq135Pin = A2; // Pin untuk sensor NOx dan CO2 (MQ-135)
const int mq8pin = A5; // Pin untuk sensor CO dan HC (MQ-8)

// Pin untuk TX dan RX
const int bluetoothTx = 0; // Pin TX dihubungkan ke pin digital 0 (RX Arduino)
const int bluetoothRx = 1; // Pin RX dihubungkan ke pin digital 1 (TX Arduino)

// Inisialisasi objek untuk komunikasi serial dengan modul Bluetooth
SoftwareSerial bluetooth(bluetoothTx, bluetoothRx);

// Define jumlah data yang ingin disimpan dalam satu menit (dalam hal ini, setiap 5 detik)
const int numSamples = 300 / 5; // 60 data dalam 5 menit

// Variabel untuk menyimpan nilai-nilai sensor selama satu menit
float CO_Samples[numSamples];
float HC_Samples[numSamples];
float NOx_Samples[numSamples];
float Co2_Samples[numSamples];

// Variabel untuk indeks data saat ini dalam array
int currentIndex = 0;

void setup() {
  // Mulai komunikasi serial dengan kecepatan 9600 bps
  Serial.begin(9600);
```

```

// Mulai komunikasi serial dengan modul Bluetooth
bluetooth.begin(9600);

// Tunggu sampai koneksi serial stabil
delay(1000);
}

void loop() {
// Baca nilai sensor
int mq7Value = analogRead(mq7Pin);
int mq2Value = analogRead(mq2Pin);
int mq135Value = analogRead(mq135Pin);
int mq8Value = analogRead(mq8pin);

// Kalibrasi nilai sensor dan simpan dalam array
// Sensor CO (MQ-7) - Kalibrasi dari 32,67 menjadi 0,03
CO_Samples[currentIndex] = mq7Value * 0.03 / 32.67/2;

// Sensor HC (MQ-2) - Kalibrasi dari 21,015 menjadi 15,375
HC_Samples[currentIndex] = mq2Value * 15.375 / 21.015 /3,463333;

// Sensor NOx (MQ-135) - Kalibrasi dari 20,75 menjadi 8,0875
NOx_Samples[currentIndex] = mq135Value * 8.0875 / 20.75 /5,13802817 ;

// Sensor CO2 (MQ-135) - Kalibrasi dari 15,1175 menjadi 15,375
Co2_Samples[currentIndex] = mq135Value * 15.375 / 15.1175/7,6116129 ;

// Output data sensor ke Serial Monitor
Serial.print("CO: ");
Serial.print(CO_Samples[currentIndex]);
Serial.println(" %");
}

```

```

Serial.print("Co2: ");
Serial.print(Co2_Samples[currentIndex]);
Serial.println(" %");
Serial.print("HC: ");
Serial.print(HC_Samples[currentIndex]);
Serial.println(" ppm");
Serial.print("NOx: ");
Serial.print(NOx_Samples[currentIndex]);
Serial.println(" ppm");

// Perbarui indeks untuk data berikutnya
currentIndex = (currentIndex + 1) % numSamples;

// Jika sudah mencapai jumlah sampel yang diinginkan
if (currentIndex == 0) {
    // Kirim rata-rata dari nilai sensor terakhir ke modul Bluetooth
    float average_CO = calculateAverage(CO_Samples, numSamples);
    float average_HC = calculateAverage(HC_Samples, numSamples);
    float average_NOx = calculateAverage(NOx_Samples, numSamples);
    float average_Co2 = calculateAverage(Co2_Samples, numSamples);

    bluetooth.print("Average CO: ");
    bluetooth.print(average_CO);
    bluetooth.println(" %");
    bluetooth.print("Average Co2: ");
    bluetooth.print(average_Co2);
    bluetooth.println(" %");
    bluetooth.print("Average HC: ");
    bluetooth.print(average_HC);
    bluetooth.println(" ppm");
    bluetooth.print("Average NOx: ");

```

```

bluetooth.print(average_NOx);
bluetooth.println(" ppm");

// Evaluasi apakah kendaraan lolos uji emisi berdasarkan nilai rata-rata
if (average_CO <= 3 && average_HC <= 200 ) {
    bluetooth.println("Kendaraan lolos uji emisi setelah 5 menit.");
    Serial.println("Kendaraan lolos uji emisi setelah 5 menit.");
} else {
    bluetooth.println("Kendaraan tidak lolos uji emisi setelah 5 menit.");
    Serial.println("Kendaraan tidak lolos uji emisi setelah 5 menit.");
}

// Reset array nilai sensor
resetSamples(CO_Samples, numSamples);
resetSamples(HC_Samples, numSamples);
resetSamples(NOx_Samples, numSamples);
resetSamples(Co2_Samples, numSamples);
}

// Tunda selama 5 detik sebelum membaca sensor lagi4
delay(5000);
}

// Fungsi untuk menghitung rata-rata dari array nilai sensor
float calculateAverage(float samples[], int count) {
    float total = 0;
    for (int i = 0; i < count; ++i) {
        total += samples[i];
    }
    return total / count;
}

```

```
// Fungsi untuk mereset nilai-nilai sensor dalam array
void resetSamples(float samples[], int count) {
    for (int i = 0; i < count; ++i) {
        samples[i] = 0;
    }
}
```

## TABEL PERBAIKAN LAPORAN AKHIR CAPSTONE

**MAHASISWA #1** : 20524185 Taufik Akbar  
**MAHASISWA #2** : 20524197 Catur Abhirama Saputro  
**JUDUL/TOPIK** : Pengukur Emisi Mobil Portabel Berbasis Android

No	Saran penguji	Perbaikan oleh mahasiswa	Halaman	Status
1	Berikan persamaan untuk menghitung kalibrasi alat dan cantumkan referensinya.  Mhn dicantumkan satuannya	Sudah diberikan , serta dicantumkan referensinya,dan sudah diberikan satuan	66,67	In progress -
2	Berikan detail terkait jenis kendaraan, bahan bakar dll yg compatible dgn alat uji yg dibuat	sudah ditambahkan keterangan jenis kendaraan ,dan bahan bakar yang compatible dengan alat .	15	In progress -
3	Atur skala kurva supaya tdk terlihat perbedaan yg signifikan antar hasil pengukuran	Sudah diperbaiki dengan menambah skala pada grafik	68,69,72,73 ,74	In progress -
4	Mohon dibuat petunjuk penggunaan alat bagi pengguna beserta standar K3 dari alat tsb	Sudah ditambahkan		In progress -
5	Sebaiknya alat tsb diuji pada lebih dari satu jenis kendaraan spy lebih valid hasilnya.	Sudah ditambahkan dengan menguji menggunakan 2 mobil lagi yaitu Daihatsu Terios dan Suzuki Karimun	74,75	In progress -
6				Not started -
7				Not started -
8				Not started -
9				Not started -
10				Not started -

Yogyakarta, 26 Juli 2024

Menyetujui,  
Penguji



Hasbi Nur Prasetyo W