

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI KADAR EMISI GAS  
BUANG KENDARAAN BERMOTOR DENGAN SENSOR GAS  
GABUNGAN BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)**



*Mencerdaskan dan  
Memartabatkan Bangsa*

**KEZIA ERLINA KRISTIAN**

**1501620065**

Skripsi ini Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Deteksi Kadar Emisi Gas Buang  
Kendaraan Bermotor Dengan Sensor Gas Gabungan Berbasis  
*Internet Of Things (IoT)*

Nama : Kezia Erlina Kristian


NIM : 1501620065

Tanggal Ujian : 11 Juli 2024

Disetujui oleh

Pembimbing I,

Pembimbing II,

  
Dr. Aris Sunawar, S.Pd., M. T.

NIP. 198206282009121003

  
Nur Hanifah Yuninda, M.T.

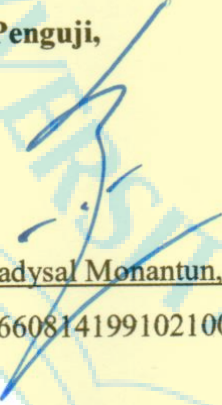
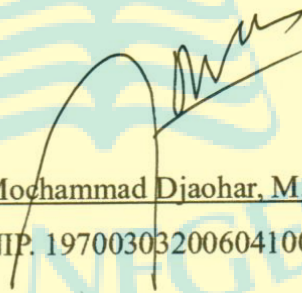

NIP. 198206112008122001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi

Ketua Penguji,

Anggota Penguji I,

Anggota Penguji II,

  
Drs. Readysal Monantun, M.Pd.   
Mochammad Djaohar, M.Sc.   
Massus Subekti, S.Pd., M.T.

NIP. 196608141991021001

NIP. 1970030320060410001

NIP. 197809072003121002

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektro



Dr. Muksin, M.Pd.

NIP. 197105201999031002

## HALAMAN PERNYATAAN

Nama : Kezia Erlina Kristian  
NIM : 1501620065  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Deteksi Kadar Emisi Gas Buang  
Kendaraan Bermotor Dengan Sensor Gas Gabungan Berbasis  
Internet Of Things (IoT)

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 08 Juli 2024

Pembuat Pernyataan



Handwritten signature of Kezia Erlina Kristian.

Kezia Erlina Kristian

NIM. 1501620065

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan limpahan rahmat serta karunia-Nya, peneliti dapat menyelesaikan penelitian yang dibuat sebagai syarat kelulusan studi Strata 1, Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Dalam penulisan penelitian ini, peneliti merasa sangat bersyukur dan ingin mengucapkan terima kasih banyak. Penelitian ini peneliti persembahkan kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang senantiasa menuntun, memberikan pengharapan, kekuatan, dan hikmat yang sangat berarti kepada peneliti. Salah satu ayat-Nya yang memberi pengharapan dan kekuatan kepada peneliti adalah: *“You will succeed in whatever you choose to do, and light will shine on the road ahead of you.”* (Ayub 22:28).
2. Esther Elfina dan Mixel Kristian selaku orang tua, yang senantiasa membiayai, mendoakan, mendukung, memberi motivasi, serta memberikan kasih sayang dan cinta yang tak ternilai harganya kepada peneliti.
3. Marcho Lius selaku kakak dan Eunnice Sanya selaku adik peneliti yang telah banyak mendukung, memberikan kasih sayang, dan membantu selama peneliti menjalani perkuliahan hingga menyelesaikan penelitian ini.
4. Gerry Gerald yang telah senantiasa membantu, mendukung, memberi motivasi, memberikan kasih sayang dan cinta, serta memberikan hiburan dari awal menjalani perkuliahan hingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian ini.
5. Muhammad Sadam Rizkylillah yang selalu memberikan arahan selama perkuliahan, memberikan motivasi, serta terus mendukung peneliti selama ini untuk menyelesaikan perkuliahan tepat waktu. Tanpa kehadirannya peneliti belum tentu mampu mencapai titik ini.
6. Nasywa Nur Tsabitah, Jocelin Agrippina Angwen, Aghnina Camilla Husna, Muhammad Luthfi Yusrizal, Nabil Abdurrahman, dan teman-teman seperjuangan program studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta angkatan 2020 yang telah membantu, mendukung, memberi motivasi, serta memberikan hiburan hingga penelitian ini dapat terselesaikan. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://lib.unj.ac.id)

### LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Kezia Erlina Kristian  
NIM : 1501620065  
Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Elektro  
Alamat email : keziaerlinakristian@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi     Tesis     Disertasi     Lain-lain (.....)

yang berjudul :  
"Rancang Bangun Alat Deteksi Kadar Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dengan Sensor Gas Gabungan Berbasis Internet Of Things (IoT)"

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 30 Juli 2024  
Penulis

Kezia Erlina Kristian  
NIM. 1501620065

## KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan limpahan rahmat serta karunia-Nya peneliti dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul **“Rancang Bangun Alat Deteksi Kadar Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dengan Sensor Gas Gabungan Berbasis *Internet Of Things* (IoT)”**. Penelitian skripsi ini dibuat sebagai syarat kelulusan studi Srata 1, Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Dalam menyelesaikan penelitian ini, tentunya peneliti merasa sangat bersyukur serta mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Bapak Dr. Muksin, M. Pd. selaku koordinator program studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
2. Bapak Dr. Aris Sunawar, S.Pd. M.T, selaku dosen pembimbing I atas segala ketulusan serta kesabarannya dalam membimbing, membantu, dan memberikan ilmu yang bermanfaat.
3. Ibu Nur Hanifah Yuninda, M.T. sebagai dosen pembimbing II, telah dengan tulus dan sabar membimbing, membantu, serta berbagi ilmu yang bermanfaat.
4. Bapak Drs. Readysal Monantun, M.Pd. selaku dosen penguji yang telah memberikan pengetahuan dengan segala kritikan serta sarannya, sehingga penelitian ini dapat ditulis dengan lebih baik.
5. Bapak Mochammad Djaohar, M.Sc. sebagai dosen penguji, telah memberikan wawasan melalui kritik dan saran-sarannya, sehingga penelitian ini dapat ditingkatkan.
6. Bapak Massus Subekti, S.Pd., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan wawasan melalui kritik dan saran-sarannya, sehingga penelitian ini dapat ditulis dengan lebih baik.
7. Bapak Gana Sugantana, S. T. yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian ditempatnya.

Demikian penelitian ini dibuat. Apabila terdapat kekurangan di dalamnya, peneliti memohon maaf dan siap menerima segala kritik serta saran. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat dan dapat dimanfaatkan secara optimal.

Jakarta, 08 Juli 2024  
Peneliti

Kezia Erlina Kristian  
NIM. 1501620065

## ABSTRAK

### RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI KADAR EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR DENGAN SENSOR GAS GABUNGAN BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)

Kezia Erlina Kristian

Dosen Pembimbing : Dr. Aris Sunawar, S.Pd. M.T, dan Nur Hanifah  
Yuninda, M.T.

Emisi gas buang berupa asap knalpot yang muncul karena proses pembakaran yang tidak sempurna dapat berdampak negatif pada kesehatan dan lingkungan. Di antaranya adalah gas hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO). Paparan gas CO di atas batas aman dapat menimbulkan masalah kesehatan, sedangkan paparan gas HC dengan jenis gas metana (CH<sub>4</sub>), juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan serta memiliki daya rusak atmosfer yang besar, sehingga dapat berkontribusi pada perubahan iklim dan lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah merancang suatu sistem *monitoring* nilai konsentrasi gas CO dan HC (CH<sub>4</sub>) pada emisi gas buang kendaraan bermotor guna membantu para pengguna kendaraan bermotor memenuhi standar kendaraan yang layak beroperasi di jalan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Reverse Engineering*. Proses pengukuran konsentrasi CO dilakukan dengan menggunakan sensor MQ-7, sedangkan pengukuran konsentrasi HC (CH<sub>4</sub>) menggunakan sensor MQ-5. Untuk memproses hasil pengukuran, digunakan mikrokontroler Arduino Uno dan ESP32. Sedangkan untuk hasil pengukuran konsentrasi CO dan CH<sub>4</sub> akan ditampilkan pada layar OLED SSD1306 serta hasil pengukurannya dapat ditinjau ulang pada halaman *website* yang dapat diakses secara *online*. Dalam penelitian ini, efektivitas alat uji emisi gas berbasis mikrokontroler dibandingkan dengan alat uji gas Analyzer AGS-688. Berdasarkan hasil pengujian variasi waktu, kedua alat memiliki selisih akurasi 4.50–7.06% dalam mengukur CO dan 2.03–7.10% dalam mengukur HC. Pada pengujian variasi jarak, selisih akurasi adalah 5.04–28.57% untuk CO dan 2.02–19.68% untuk HC. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa nilai konsentrasi CO dan HC (CH<sub>4</sub>) dapat terbaca dengan baik pada halaman *website* yang dapat diakses secara online.

**Kata Kunci:** Karbon Monoksida, Hidrokarbon, Sensor MQ-7, Sensor MQ-5, Arduino UNO, ESP32.

## **ABSTRACT**

### **DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MOTOR VEHICLE EXHAUST GAS EMISSION DETECTION DEVICE USING COMBINED GAS SENSORS BASED ON THE INTERNET OF THINGS (IoT)**

**Kezia Erlina Kristian**

**Supervisor : Dr. Aris Sunawar, S.Pd. M.T, dan Nur Hanifah Yuninda, M.T.**

*Exhaust emissions in the form of exhaust smoke due to incomplete combustion can negatively impact health and the environment. Among these are hydrocarbon (HC) and carbon monoxide (CO) gases. Exposure to CO gas above safe limits can cause health problems, while exposure to HC gases, including methane (CH<sub>4</sub>), can also cause health issues and have a high atmospheric destructive power, contributing to climate change and environmental damage. The aim of this study is to design a system for monitoring the concentration values of CO and HC (CH<sub>4</sub>) in motor vehicle exhaust emissions to help motor vehicle users meet the standards for roadworthy vehicles. This research was conducted using Reverse Engineering methods. The CO concentration measurement was carried out using the MQ-7 sensor, while the HC (CH<sub>4</sub>) concentration measurement used the MQ-5 sensor. To process the measurement results, Arduino UNO and ESP32 microcontrollers were used. The CO and CH<sub>4</sub> concentration measurement results are displayed on an OLED SSD1306 screen, and the results can be reviewed on a website that can be accessed online. In this study, the effectiveness of microcontroller-based gas emission testing equipment was compared to the AGS-688 gas analyzer. Based on the results of time variation testing, both devices exhibited accuracy differences of 4.50–7.06% for CO measurement and 2.03–7.10% for HC measurement. In the distance variation testing, the accuracy differences were 5.04–28.57% for CO and 2.02–19.68% for HC. The test results also demonstrated that CO and HC (CH<sub>4</sub>) concentration values could be reliably read on an online-accessible website.*

**Kata Kunci:** Carbon Monoxide, Hydrocarbons, MQ-7 Sensor, MQ-5 Sensor, Arduino UNO, ESP32.



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	7
1.3 Pembatasan Masalah.....	7
1.4 Perumusan Masalah .....	8
1.5 Tujuan Penelitian .....	8
1.6 Manfaat Penelitian .....	9
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>10</b>
2.1 Kerangka Teoritik.....	10
2.1.1 Rancang Bangun.....	10
2.1.2 Deteksi Gas.....	10
2.1.3 Standar Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor di Indonesia.11	
2.1.4 Karbon Monoksida (CO).....	14
2.1.5 Hidrokarbon (HC) .....	15
2.1.6 Mikrokontroler Arduino Uno .....	17
2.1.7 Mikrokontroler ESP32 DevKit V1 .....	19
2.1.8 Sensor Gas CO (MQ-7).....	23
2.1.9 Sensor Gas HC (MQ-5).....	26
2.1.10 Sensor <i>Radio Frequency Identification</i> (RFID) .....	28
2.1.11 <i>Tactile Switch Push Button</i> .....	30
2.1.12 OLED SSD1306 .....	31
2.1.13 Arduino IDE .....	33

2.1.14 <i>Internet Of Things (IoT)</i> .....	34
2.1.15 <i>Website</i> .....	35
2.1.16 <i>Hypertext Markup Language (HTML)</i> .....	36
2.1.17 <i>Javascript</i> .....	36
2.1.18 <i>Sublime Text</i> .....	37
2.1.19 <i>Cascading Style Sheet (CSS)</i> .....	38
2.1.20 <i>000webhost</i> .....	39
2.1.20.1 <i>MySQL</i> .....	39
2.1.20.2 <i>Hypertext Preprocessor (PHP)</i> .....	40
2.1.20.3 <i>PhpMyAdmin</i> .....	41
2.2 <i>Penelitian yang Relevan</i> .....	42
2.3 <i>Kerangka Berpikir</i> .....	45
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>47</b>
3.1. <i>Tempat dan Waktu Penelitian</i> .....	47
3.2. <i>Alat dan Bahan Penelitian</i> .....	47
3.3. <i>Diagram Alir Penelitian</i> .....	48
3.3.1 <i>Tahap Disassembly (Pemecahan)</i> .....	50
3.3.2 <i>Tahap Assembly (Perakitan)</i> .....	52
3.3.3 <i>Tahap Benchmarking</i> .....	52
3.3.4 <i>Tahap Perencanaan Desain Alat</i> .....	52
3.3.4.1 <i>Perencanaan Diagram Blok</i> .....	53
3.3.4.2 <i>Perencanaan Input dan Output</i> .....	54
3.3.4.3 <i>Perencanaan Diagram Alir Sistem</i> .....	56
3.3.4.4 <i>Perancangan Desain Hardware</i> .....	58
3.3.4.5 <i>Perancangan Desain Software</i> .....	59
3.3.5 <i>Tahap Prototyping</i> .....	61
3.3.6 <i>Tahap Kalibrasi Alat</i> .....	61
3.4. <i>Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data</i> .....	62
3.5. <i>Teknik Analisis Data</i> .....	62
3.5.1 <i>Pengujian Pengaruh Varian Waktu Terhadap Sensor Gas</i> .....	62
3.5.2 <i>Kalibrasi Sensor Gas Dengan Varian Waktu</i> .....	63
3.5.3 <i>Kalibrasi Sensor Gas Dengan Varian Jarak</i> .....	64
3.5.4 <i>Pengujian Penyisipan Nilai Hasil Pembacaan Sensor ke Database</i> .....	64
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN</b> .....	<b>66</b>
4.1. <i>Deskripsi Hasil Penelitian</i> .....	66

4.1.1. Hasil Perancangan <i>Hardware</i> .....	66
4.1.2. Hasil Perancangan Halaman <i>Web</i> .....	68
4.2. Analisis Data Penelitian .....	71
4.2.1. Hasil Pengujian Pengaruh Varian Waktu Terhadap Sensor Gas	71
4.2.2. Hasil Kalibrasi Sensor Gas Dengan Varian Waktu .....	72
4.2.3. Hasil Kalibrasi Sensor Gas Dengan Varian Jarak .....	78
4.2.4. Hasil Penyisipan Nilai Hasil Pembacaan Sensor ke <i>Database</i> ..	84
4.3. Pembahasan .....	85
4.3.1. Pengaruh Varian Jarak dan Varian Waktu Terhadap Sensor Gas .....	85
4.3.2. Kalibrasi Sensor Gas Dengan Varian Waktu .....	85
4.3.3. Kalibrasi Sensor Gas Dengan Varian Jarak .....	86
4.3.4. Kinerja Penyisipan Nilai Hasil Pembacaan Sensor ke <i>Database</i> .....	87
4.4. Aplikasi Hasil Penelitian .....	87
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>88</b>
5.1. Kesimpulan .....	88
5.2. Saran .....	89
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>90</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>97</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>122</b>

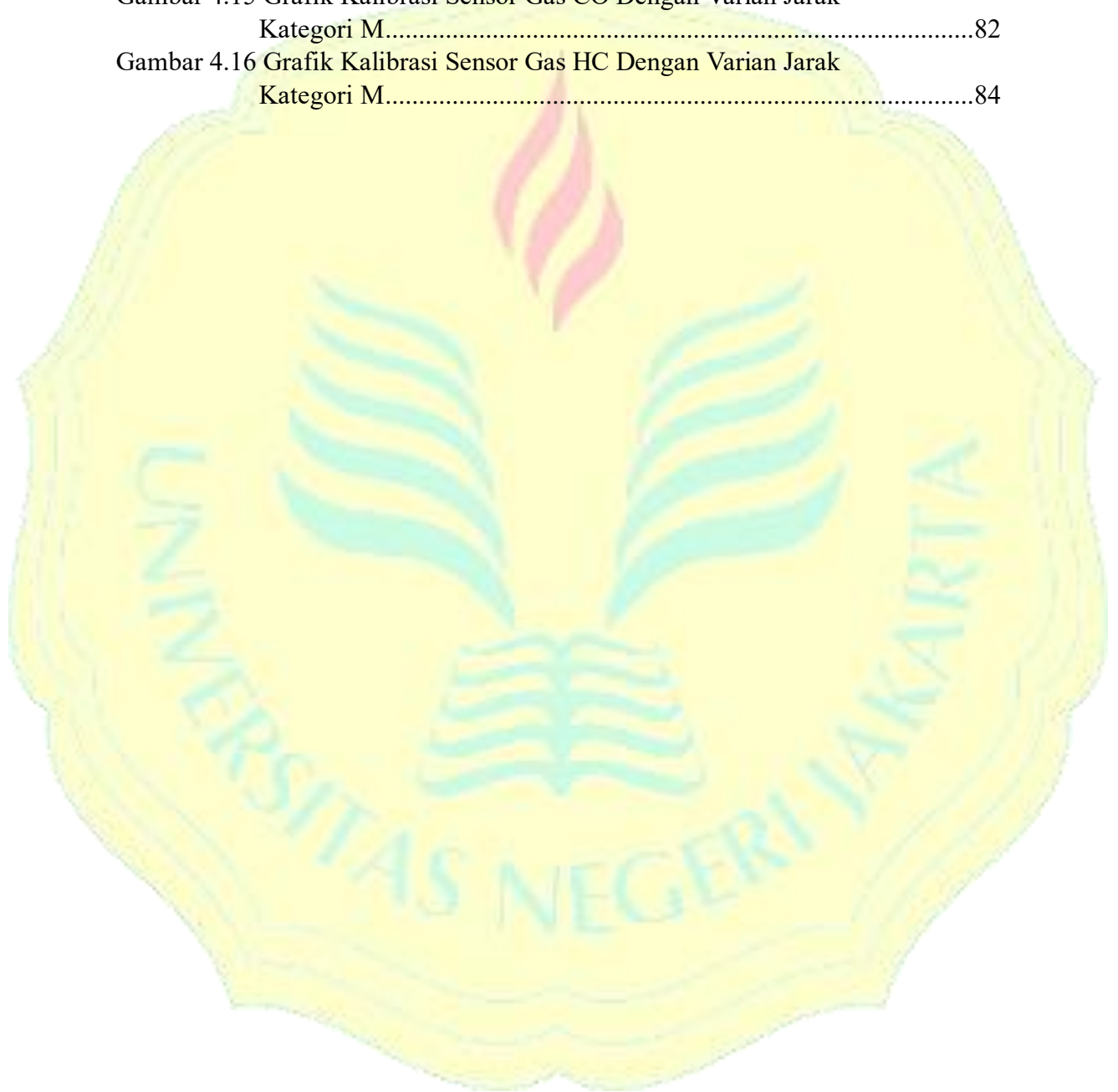
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Emisi Kendaraan Bermotor Kategori M .....	12
Tabel 2.2 Standar Emisi Kendaraan Bermotor Kategori L .....	12
Tabel 2.3 Spesifikasi Pin Analog Arduino Uno .....	18
Tabel 2.4 Spesifikasi Pin Digital Arduino Uno .....	19
Tabel 2.5 Spesifikasi Tugas Periferal Pin-Pin ESP32 .....	20
Tabel 2.6 Pin-Pin GPIO ESP32 .....	21
Tabel 2.7 Datasheet Sensor MQ-7 .....	24
Tabel 2.8 Datasheet Sensor MQ-5 .....	26
Tabel 2.9 Pin Konfigurasi Radio Frequency Identification .....	29
Tabel 2.10 Pin Konfigurasi OLED SSD1306 .....	32
Tabel 3.1 Datasheet Gas Analyzer AGS-688 .....	51
Tabel 3.2 Konfigurasi Pin Arduino Uno dengan ESP32, MQ 7, dan MQ 5 .....	55
Tabel 3.3 Konfigurasi GPIO ESP32 dengan Arduino Uno, RFID, OLED SSD1306, dan Tactile Switch Push Button.....	56
Tabel 3.4 Tingkat Error Pada Awal Kalibrasi Alat .....	61
Tabel 3.5 Tingkat Error Kalibrasi Alat Selanjutnya .....	62
Tabel 3.6 Pengujian Pengaruh Varian Waktu Terhadap Sensor Gas .....	63
Tabel 3.7 Kalibrasi Sensor Gas CO Dengan Varian Waktu.....	63
Tabel 3.8 Kalibrasi Sensor Gas HC Dengan Varian Waktu.....	63
Tabel 3.9 Kalibrasi Sensor Gas CO Dengan Varian Jarak .....	64
Tabel 3.10 Kalibrasi Sensor Gas HC Dengan Varian Jarak .....	64
Tabel 3.11 Pengujian Penyisipan Nilai Pembacaan Sensor ke Database .....	65
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pengaruh Varian Waktu Terhadap Gas CO dan HC Kategori L .....	71
Tabel 4.2 Hasil Kalibrasi Sensor Gas CO Dengan Varian Waktu Kategori L.....	73
Tabel 4.3 Hasil Kalibrasi Sensor Gas HC Dengan Varian Waktu Kategori L.....	74
Tabel 4.4 Hasil Kalibrasi Sensor Gas CO Dengan Varian Waktu Kategori M .....	76
Tabel 4.5 Hasil Kalibrasi Sensor Gas HC Dengan Varian Waktu Kategori M .....	77
Tabel 4.6 Hasil Kalibrasi Sensor Gas CO Dengan Varian Jarak Kategori L .....	79
Tabel 4.7 Hasil Kalibrasi Sensor Gas HC Dengan Varian Jarak Kategori L .....	80
Tabel 4.8 Hasil Kalibrasi Sensor Gas CO Dengan Varian Jarak Kategori M .....	81
Tabel 4.9 Hasil Kalibrasi Sensor Gas HC Dengan Varian Jarak Kategori M .....	83
Tabel 4.10 Hasil Penyisipan Nilai Pembacaan Sensor ke Database .....	84

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino Uno.....	17
Gambar 2. 2 Pin-Pin Arduino Uno.....	18
Gambar 2. 3 ESP32 DevKit V1 .....	19
Gambar 2. 4 Pin-Pin ESP32 DevKit V1 .....	20
Gambar 2. 5 Sensor MQ-7 .....	23
Gambar 2. 6 Kurva Karakteristik Sensitivitas Sensor MQ-7.....	25
Gambar 2. 7 Sensor MQ-5 .....	26
Gambar 2. 8 Kurva Karakteristik Sensitivitas Sensor MQ-5.....	27
Gambar 2. 9 Pin Out Radio Frequency Identification (RFID).....	28
Gambar 2. 10 Tactile Switch Push Button .....	30
Gambar 2. 11 Pin Out OLED Display SSD1306 .....	31
Gambar 2. 12 Kerangka Berpikir Penelitian.....	45
Gambar 3.1 Bagan Langkah-Langkah Teori Berdasarkan Buku "Product Design, Techniques in Reverse Engineering and Product Development" .....	48
Gambar 3.2 Flowchart Penelitian.....	50
Gambar 3.3 (a) Bagian AGS-688 Tampak Atas (b) Bagian AGS-688 Tampak Depan.....	51
Gambar 3.4 Gas Analyzer AGS-688 .....	52
Gambar 3.5 Diagram Blok Alat .....	53
Gambar 3.6 Perancangan Diagram Pengkabelan Sistem .....	55
Gambar 3.7 Flowchart Alat Penelitian.....	57
Gambar 3. 8 Desain Alat Tampak Depan.....	58
Gambar 3. 9 Desain Alat Tampak Belakang .....	58
Gambar 3.10 Tampilan Halaman Utama Web.....	59
Gambar 3.11 Tampilan Web Pencarian No Plat.....	59
Gambar 3.12 Tampilan Halaman Memasukkan Data Baru.....	60
Gambar 3.13 Tampilan Halaman Data Valid.....	60
Gambar 3.14 Tampilan Infomasi Standar Uji .....	61
Gambar 4.1 (a) Hardware Tampak Depan (b) Hardware Tampak Dalam (c) Hardware Tampak Belakang.....	67
Gambar 4.2 Tampilan Halaman Utama Web.....	68
Gambar 4.3 Tampilan Web Pencarian No Plat.....	69
Gambar 4.4 Tampilan Halaman Memasukkan Data Baru.....	69
Gambar 4.5 Tampilan Halaman Data Valid .....	70
Gambar 4.6 Tampilan Infomasi Standar Uji .....	70
Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Varian Waktu Terhadap Gas CO Kategori L.....	72
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Varian Waktu Terhadap Gas HC Kategori L.....	72
Gambar 4.9 Grafik Kalibrasi Sensor Gas CO Dengan Varian Waktu Kategori L.....	74
Gambar 4.10 Grafik Kalibrasi Sensor Gas HC Dengan Varian Waktu Kategori L.....	75
Gambar 4.11 Grafik Kalibrasi Sensor Gas CO Dengan Varian Waktu Kategori M.....	77

Gambar 4.12 Grafik Kalibrasi Sensor Gas HC Dengan Varian Waktu Kategori M.....	78
Gambar 4.13 Grafik Kalibrasi Sensor Gas CO Dengan Varian Jarak Kategori L.....	80
Gambar 4.14 Grafik Kalibrasi Sensor Gas HC Dengan Varian Jarak Kategori L.....	81
Gambar 4.15 Grafik Kalibrasi Sensor Gas CO Dengan Varian Jarak Kategori M.....	82
Gambar 4.16 Grafik Kalibrasi Sensor Gas HC Dengan Varian Jarak Kategori M.....	84



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Produk Yang Dihasilkan.....	97
Lampiran 2. Hasil Kalibrasi Sensor Gas Dengan Varian Waktu.....	96
Lampiran 3. Hasil Kalibrasi Sensor Gas Dengan Varian Jarak .....	107
Lampiran 4. Hasil Penyisipan Nilai Hasil Pembacaan Sensor ke Database.....	115
Lampiran 5. Dokumentasi Pengukuran .....	117
Lampiran 6. Lembar Pernyataan Kelayakan Judul.....	118
Lampiran 7. Surat Perizinan Penelitian Pendahuluan .....	119
Lampiran 8. Surat Balasan Selesai Penelitian .....	120
Lampiran 9. Hasil Cek Plagiarisme Menggunakan Turnitin Menunjukkan Similarity index 24 %.....	121

