

EVALUASI EMISI GAS CO₂ DARI KENDARAAN BERMOTOR RODA 4 DARI TAHUN 2019-2021 DI JALAN JENDERAL SUDIRMAN MAKASSAR



NURUL FADHILAH MUDA
H021 20 1010

PROGRAM STUDI FISIKA
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024



Optimized using
trial version
www.balesio.com

**EVALUASI EMISI GAS CO₂ DARI KENDARAAN BERMOTOR RODA 4
DARI TAHUN 2019-2021 DI JALAN JENDERAL SUDIRMAN MAKASSAR**

**NURUL FADHILAH MUDA
H021 20 1010**



**PROGRAM STUDI FISIKA
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**



PERNYATAAN PENGAJUAN

**EVALUASI EMISI GAS CO₂ DARI KENDARAAN BERMOTOR RODA 4
DARI TAHUN 2019-2021 DI JALAN JENDERAL SUDIRMAN MAKASSAR**

NURUL FADHILAH MUDA
H021201010

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Fisika

pada



**PROGRAM STUDI FISIKA
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI

EVALUASI EMISI GAS CO₂ DARI KENDARAAN BERMOTOR RODA 4
DARI TAHUN 2019-2021 DI JALAN JENDERAL SUDIRMAN MAKASSAR

NURUL FADHILAH MUDA
H021201010

Skripsi,

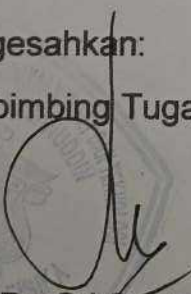
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Fisika pada 19
November 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

UNIVERSITAS HASANUDDIN

Program Studi Fisika
Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar


Mengesahkan:

Pembimbing Tugas Akhir,


Prof. Dr. Sri Suryani, DEA.
NIP. 19580508 198312 2 001

Mengetahui:

Ketua Program Studi,


Prof. Dr. Arifin, M.T.
NIP. 19670520 199403 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Evaluasi Emisi Gas CO₂ dari Kendaraan Bermotor Roda 4 dari tahun 2019-2021 di Jalan Jenderal Sudirman Makassar" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Prof. Dr. Sri Suryani, DEA). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.



Makassar, 18 Oktober 2024

NURUL FADHILAH MUDA
NIM H021201010



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "Evaluasi Emisi Gas CO₂ dari Kendaraan Bermotor Roda 4 dari Tahun 2019-2020 di Jalan Jenderal Sudirman Makassar" yang diajukan sebagai salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana sains Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin, Makassar. Shalawat serta salam tak lupa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wa sallam* beserta keluarga beliau dan sahabatnya.

Proses penyelesaian skripsi ini merupakan suatu rangkaian perjuangan yang cukup panjang bagi penulis. Penulisan skripsi ini juga tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Teristimewa kepada orangtua penulis Bapak **Abdul Mukti Ukkas** dan Ibu **Nurhaedah** terima kasih karena sudah mengantarkanku ke tempat ini dengan segala perhatian, kasih sayang, pengorbanan baik dari materi maupun waktu, motivasi serta do'a yang tiada henti untuk penulis selama menempuh studi di Universitas Hasanuddin.
 2. Saudara Penulis **Andini Ramadhani Muda** dan **Dani Adiwitya Muda** yang telah memberikan semangat.
 3. Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan skripsi ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Ibu **Prof. Dr. Sri Suryani, DEA** sebagai pembimbing utama. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada beliau.
 4. Ibu **Prof. Dr. Nurlaela Rauf, M.Sc.** dan **Drs. Bansawang BJ, M.Si.** selaku tim dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberi saran dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
 5. Penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada ketua Departemen Fisika, Bapak **Prof. Dr. Arifin, M.T.**, sekretaris Departemen Fisika, Ibu **Dr. Sri Dewi Astuty, S.Si., M.Si.**, kepala Laboratorium Fisika Material dan Energi, Bapak **Prof. Dr. Dahlang Tahir, M.Si.**, seluruh **dosen Departemen Fisika**, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin yang telah membagi ilmu kepada penulis selama menempuh pendidikan. Serta **Departemen Fisika**, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
- Perjuangan dari Sekolah Menengah Atas **Fitrianti, Nadilla** dan **Nilasari** yang juga memotivasi penulis dalam perjuangan walaupun berbeda kampus.
- Perjuangan dibangku perkuliahan terkhusus **Khafifayanti** dan **Kayla** yang selalu melukis cerita bersama, menemani dalam



suka maupun duka, dan menghiasi perkuliahan.

8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu dan semoga Allah *Subhanahu wa Ta'ala* melimpahkan karunia-Nya dalam setiap amal kebaikan dan diberikan balasan. Aamiin. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Penulis,

Nurul Fadhillah Muda



ABSTRAK

NURUL FADHILAH MUDA. **Evaluasi Emisi Gas CO₂ dari Kendaraan Bermotor Roda 4 dari Tahun 2019-2021 di Jalan Jenderal Sudirman Makassar** (dibimbing oleh Ibu Prof. Dr. Sri Suryani, DEA).

Latar Belakang. Kendaraan merupakan salah satu sumber utama emisi partikel di daerah perkotaan. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor dapat menyebabkan masalah serius, salah satunya emisi gas buang seperti seperti karbon dioksida, hidrokarbon, sulfur dioksida, nitrogen dioksida, yang menjadi faktor adanya polusi udara. Menurut data yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik Indonesia pada tahun 2016. Makassar adalah kota dengan populasi yang meningkat setiap tahun yang tercatat sebanyak 1.489.011 orang di tahun 2017. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai dari hasil uji emisi kendaraan bermotor roda empat dari tahun 2019-2021 di Jalan Jenderal Sudirman Makassar dan menganalisis hubungan nilai baku emisi karbon dioksida dengan kualitas pembakaran AFR (*Air Fuel Ratio*). **Metode.** Penelitian ini menggunakan data sekunder yang merupakan hasil pemantauan emisi gas buang mobil yang dilakukan dilokasi penelitian dari tahun 2019-2021. Pengambilan sampel bertempat di Jalan Jenderal Sudirman, Makassar. Penelitian ini dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah (BLHD) Provinsi Sulawesi Selatan. **Hasil.** Jumlah kendaraan yang memiliki rentang AFR dari 14-15 terbilang sedikit sedangkan jumlah kendaraan yang rentang AFRnya lebih dari 15 terbilang lebih banyak berarti proses pembakaran kendaraan tersebut terbilang kurang efisien yang artinya tidak memenuhi nilai AFR yang sempurna. **Kesimpulan.** Hubungan antara lambda (λ) dan emisi gas buang yaitu karbon dioksida (CO₂) menunjukkan apabila nilai dari lambda (λ) meningkat maka nilai CO₂ menurun, hal ini menunjukkan campuran antara udara dan bahan bakar kurang. Apabila proses pembakaran terjadi pada kondisi ini memungkinkan nilai bahan bakar tersisa lebih sedikit untuk menghasilkan CO₂.

Kata Kunci: kendaraan; karbon dioksida (CO₂); *air fuel ratio*.



ABSTRACT

NURUL FADHILAH MUDA. **Evaluation of CO₂ Gas Emissions from 4-Wheeled Motorized Vehicles from 2019-2021 on Jalan Jenderal Sudirman Makassar** (Supervised by Prof. Dr. Sri Suryani, DEA)

Background. Vehicles are one of the main sources of particulate emissions in urban areas. The increasing number of motorized vehicles can cause serious problems, one of which is exhaust emissions such as carbon dioxide, hydrocarbons, sulfur dioxide, nitrogen dioxide, which are factors in air pollution. According to data released by the Indonesian Central Bureau of Statistics in 2016. Makassar is a city with an increasing population every year which was recorded at 1,489,011 people in 2017. **Objective.** This study aims to compare the value of the emission test results of four-wheeled motorized vehicles from 2019-2021 on Jalan Jenderal Sudirman Makassar and analyze the relationship between the standard value of carbon dioxide emissions and AFR (Air Fuel Ratio) combustion quality. **Method.** This study uses secondary data which is the result of monitoring car exhaust emissions carried out at the research location from 2019-2021. Sampling took place on Jalan Jenderal Sudirman, Makassar. This research was conducted by the Regional Environmental Agency (BLHD) of South Sulawesi Province. **Results.** The relationship between lambda (λ) and exhaust emissions, namely carbon dioxide (CO₂), shows that if the value of lambda (λ) increases, the value of CO₂ decreases, this indicates that the mixture between air and fuel is less. If the combustion process occurs in this condition, it allows less fuel value to produce CO₂.

Keywords: vehicle; carbon dioxide (CO₂); air fuel ratio.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGANTAR	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.3.1 Maksud Penelitian	3
1.3.2 Tujuan penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II METODE PENELITIAN	4
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	4
2.2 Titik Sampling	4
2.3 Parameter yang diukur	4
2.4 Bagan Alir Penelitian	5
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	6
Jumlah Sampel	6
Jenis Kendaraan	6
Rasio <i>Air Fuel Ratio</i> (AFR).....	7
SIMPULAN DAN SARAN	10
Daftar Pustaka	10



4.2	Saran	10
DAFTAR PUSTAKA		11



DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Jumlah dan Jenis Kendaraan	6
2. <i>Air Fuel Ratio</i> (AFR)	7



DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Lokasi Pengambilan Sampel	4
2. Bagan Alir Penelitian	5
3. Grafik Nilai CO ₂ tahun 2019	8
4. Grafik Nilai CO ₂ tahun 2020	8
5. Grafik Nilai CO ₂ tahun 2021	9



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Data Hasil Pengukuran	13
2. Jenis Kapasitas Silinder Kendaraan Motor dan Mobil	17



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Lambang/Singkatan	Arti dan Penjelasan
CO ₂	Karbon Dioksida
λ	Lambda
AFR	<i>Air Fuel Ratio</i>
BLHD	Badan Lingkungan Hidup Daerah



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kendaraan merupakan salah satu sumber utama emisi partikel di daerah perkotaan. Meningkatnya jumlah kendaraan adalah hasil dari sejumlah masalah serius, salah satunya emisi gas buang, yang merupakan bagian dari peningkatan polusi udara. Gas buang seperti karbon dioksida, hidrokarbon, sulfur dioksida, nitrogen dioksida, dan partikel lepas adalah beberapa contoh polusi udara yang dapat menyebabkan partikel menumpuk di udara dan berdampak negatif pada kesehatan manusia. Untuk setiap perjalanan, emisi gas buang kendaraan bermotor dihitung dalam gram kilometer dan disesuaikan dengan berbagai faktor seperti tipe kendaraan, umurnya, ambang suhu dan ketinggian. (Arnas, C. et al., 2023). Pencemaran udara terjadi di beberapa wilayah Indonesia seperti Jakarta, Medan, Riau, Semarang, Yogyakarta, Makassar, dan beberapa lainnya, menurut data yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik Indonesia pada tahun 2016. Makassar adalah kota dengan populasi yang meningkat setiap tahun yang tercatat sebanyak 1.489.011 orang di tahun 2017.

Kota Makassar terletak di Provinsi Sulawesi Selatan dengan letak geografis yaitu 119°24'17'38" Bujur Timur dan 5°8'6'19" Lintang Selatan dengan luas wilayah 175,77 Km². Jumlah penduduk di kota Makassar berdasarkan sensus penduduk ada 1.423.877 jiwa (Badan Pusat Statistik Kota Makassar, 2021). Kota Makassar, sebagai pusat pengembangan wilayah strategis di wilayah timur Indonesia, memiliki kecenderungan untuk mengalami pertumbuhan yang pesat dalam berbagai bidang, termasuk bidang transportasi, yang merupakan pendukung penting bagi aktivitas masyarakat saat ini. Sektor transportasi berkembang dengan cepat sebagai akibat dari pertumbuhan ekonomi dan populasi yang meningkat. Ini mengakibatkan peningkatan jumlah mobil di Kota Makassar, baik mobil umum maupun pribadi, yang mencapai sekitar 2,4 juta unit pada tahun 2015 dengan Tingkat pertumbuhan mencapai 21-24% pertahun (Kementrian Perhubungan Republik Indonesia, 2015).

Polusi udara adalah kontaminasi lingkungan dalam atau luar ruangan oleh zat kimia, fisika, atau biologi yang mengubah karakteristik alami atmosfer. Alat pembakaran rumah tangga, kendaraan bermotor, fasilitas industri, dan kebakaran hutan merupakan sumber polusi udara yang umum. Polutan yang menjadi perhatian utama Kesehatan Masyarakat termasuk materi partikulat, karbon dioksida, gas nitrogen dioksida, dan sulfur dioksida (WHO, 2023).



acu pada pelepasan zat, gas, panas, atau partikel ke
pat berasal dari berbagai sumber, termasuk proses industri,
stiwa alam. Dalam konteks dampak lingkungan, emisi sangat
garuhnya terhadap kualitas udara, perubahan iklim, dan
(Shansan, L. et al., 2021). Sumber utama emisi terutama
a yang dihasilkan manusia adalah pembakaran bahan bakar

fosil seperti batu bara, minyak, dan gas alam. Bahan bakar ini mengandung karbon yang telah tersimpan di bawah tanah selama jutaan tahun. Ketika dibakar untuk produksi energi, transportasi, atau proses industri, karbon monoksida dilepaskan ke atmosfer sebagai produk sampingan. Sekitar 87% emisi CO₂ yang dihasilkan manusia berasal dari pembakaran bahan bakar fosil (Hannah, R. et al., 2023)

Polusi disebabkan oleh kendaraan bermotor yang digunakan saat ini. Mayoritas energi fosil diubah menjadi energi mekanik oleh kendaraan bermotor, dan 40% dari energi fosil diubah menjadi energi panas, yang pada gilirannya menyebabkan pemanasan global. Menurut Hickman (1999), emisi kendaraan bermotor termasuk dalam tiga kategori: emisi panas yang dihasilkan selama kendaraan beroperasi pada kondisi normal; emisi awal yang dihasilkan hanya saat kendaraan mulai berjalan; dan emisi evaporasi yang dihasilkan dalam berbagai cara, seperti saat mengisi bahan bakar kendaraan; dan faktor lain.

Mengurangi polusi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan yang terkait dengan pembakaran bensin menjadi perhatian yang semakin meningkat baik di tingkat nasional maupun internasional. Untuk memenuhi peraturan dan regulasi emisi gas buang, mesin pembakaran internal bensin harus memiliki rasio udara-bahan bakar yang tepat. Untuk menganalisis dan memprediksi hubungan antara AFR, Lambda, dan presentase nilai emisi gas buang kendaraan berbahan bakar bensin, analisis yang sensitif dan menyeluruh dilakukan (Al-Arkawazi, 2019).

Rasio udara-bahan bakar adalah ukuran penting dalam menentukan kinerja mesin bensin, serta penyebab emisi gas buang kendaraan. Ketika udara yang disediakan tepat cukup untuk membakar semua bahan bakar bensin sepenuhnya, kemudian dilengkapi dengan nilai lambda (λ) disebut campuran stoikiometri, atau AFR. Dalam teori stoikiometri untuk 1 gram bensin diperlukan 14,7 gram oksigen, dengan perbandingan ideal yaitu 14,7:1 (Awal, 2006).

$$\lambda = \frac{\text{jumlah udara sesungguhnya}}{\text{Stoikiometri}} \quad (1)$$

$$\lambda = \frac{AFR}{AFR_{Stoich}} \quad (2)$$

$$AFR = \frac{\lambda}{AFR_{Stoich}} \quad (3)$$

Untuk campuran tertentu, rasio udara-bahan bakar stoikiometri λ dengan nilai 1,0 berarti ideal; campuran udara-bahan bakar yang boros memiliki nilai λ di



mendapat kelebihan bahan bakar dibanding udara, campuran yang irit artinya lebih banyak udara yang tercampur, memiliki sehingga hubungan langsung antara lambda dan rasio udara-terlihat. Untuk mengetahui rasio udara-bahan bakar (AFR), (λ) dengan rasio udara-bahan bakar (AFR) stoikiometri.

Anda dapat kembali nilai lambda (λ) dari udara-bahan bakar udara-bahan bakar (AFR) stoikiometri bahan bakar tersebut

(Shamil, 2019).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Berapa nilai dari hasil uji emisi kendaraan bermotor roda empat dari tahun 2019-2021 di Jalan Jenderal Sudirman Makassar?
2. Apakah nilai uji emisi gas buang untuk parameter karbondioksida telah melebihi nilai baku mutu emisi menurut Peraturan Pemerintah no.21 tahun 2021?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud penelitian ini adalah mengevaluasi emisi gas CO₂ dari kendaraan bermotor roda 4 dari hasil uji emisi yang telah dilakukan pemantauan lingkungan Badan Lingkungan Hidup Daerah (BLHD) Provinsi Sulawesi Selatan dari tahun 2019-2022.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membandingkan nilai dari hasil uji emisi kendaraan bermotor roda empat dari tahun 2019-2021 di Jalan Jenderal Sudirman Makassar dengan nilai baku mutu emisi menurut Peraturan Pemerintah no.21 tahun 2021.
2. Menganalisis hubungan nilai baku emisi karbon dioksida dengan kualitas pembakaran AFR (Air Fuel Ratio).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai evaluasi emisi gas CO₂ dari kendaraan bermotor roda 4 dari tahun 2019-2021 di Jalan Jenderal Sudirman Makassar berdasarkan persyaratan baku mutu emisi gas buang.



BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Data penelitian adalah data sekunder yang merupakan hasil pemantauan emisi gas buang mobil yang dilakukan dilokasi penelitian dari tahun 2019-2021. Pengambilan sampel bertempat di Jalan Jenderal Sudirman, Makassar. Penelitian ini dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah (BLHD) Provinsi Sulawesi Selatan.

2.2 Titik Sampling

Titik pengambilan sampel ditentukan dengan mempertimbangkan lokasi yang menjadi pusat kota atau berdasarkan tempat yang dianggap mewakili. Pengambilan sampel emisi dilakukan pada satu titik lokasi. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1.



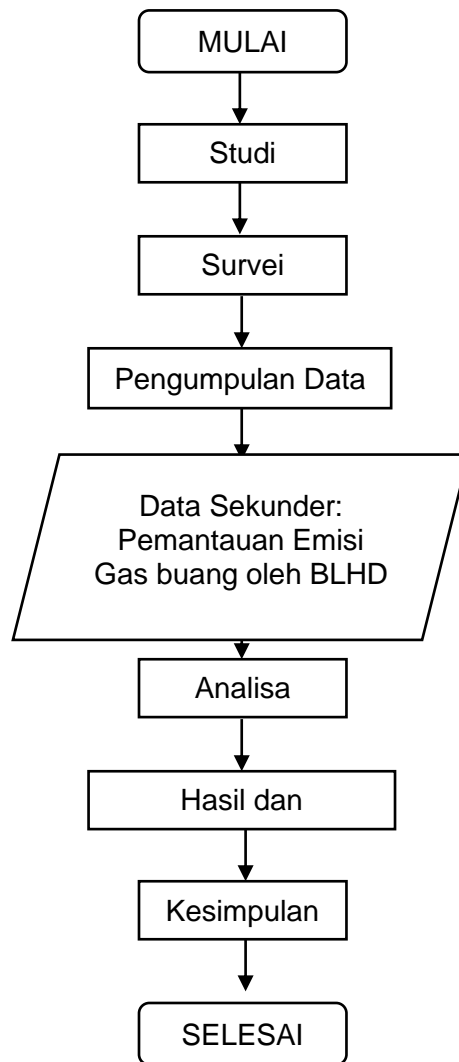
Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

2.3 Parameter yang Diukur

Parameter yang diukur dalam penelitian ini yang paling utama adalah konsentrasi gas buang utamanya karbon dioksida yang merupakan hasil dari pembakaran bahan bakar. Parameter yang diukur selain karbon dioksida yaitu nilai lambda. Parameter ini penting untuk mengetahui efisiensi pembakaran gas buang.



2.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

