

TUGAS AKHIR

ANALISIS EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR TERHADAP PENGGUNAAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF DARI LIMBAH PLASTIK JENIS PET (*POLIETILENA TEREFTALAT*)

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Program Sarjana Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh :

IQBAL RAHMANDA MANIK
1707230056



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Iqbal Rahmanda Manik

NPM : 1707230056

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisis Emisi Gas Buang Sepeda Motor Terhadap Bahan Bakar Alternatif Dari Limbah Plastik Jenis PET
(*Polyethylene Terephthalate*)

Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2023

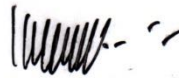
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Rahmatullah, S.T., M.Sc., IPM. ASEAN Eng

Dosen Penguji III



H. Muharnif M, S.T., M.Sc

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya Yang Bertanda Tangan Di Bawah Ini:

Nama : Iqbal Rahmanda Manik
Tempat/Tanggal Lahir : Singkil/29 November 1999
NPM : 1707230056
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan Dengan Sesungguhnya Dan Sejujurnya, Bahwa Laporan Tugas Akhir Saya Yang Berjudul:

“Analisis Emisi Gas Buang Sepeda Motor Terhadap Bahan Bakar Alternatif Dari Limbah Plastik Jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*)”,

Bukan Merupakan Plagiarisme, Pencurian Hasil Karya Milik Orang Lain, Hasil Kerja Orang Lain Untuk Kepentingan Saya Karena Hubungan Material Dan Non-Material, Ataupun Segala Kemungkinan Lain, Yang Pada Hakekatnya Bukan Merupakan Karya Tulis Tugas Akhir Saya Secara Orisinil Dan Otentik.

Bila Kemudian Hari Diduga Kuat Ada Ketidaksesuaian Antara Fakta Dengan Kenyataan Ini, Saya Bersedia Diproses Oleh Tim Fakultas Yang Dibentuk Untuk Melakukan Verifikasi, Dengan Sanksi Terberat Berupa Pembatalan Kelulusan/ Kesarjanaan Saya.

Demikian Surat Pernyataan Ini Saya Buat Dengan Kesadaran Sendiri Dan Tidak Atas Tekanan Ataupun Paksaan Dari Pihak Manapun Demi Menegakkan Integritas Akademik Di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2023

Saya Yang Menyatakan



Iqbal Rahmanda Manik

ABSTRAK

Proses pembakaran adalah pencampuran antara bahan bakar dan udara (oksigen) yang berlangsung di dalam ruang bakar. Emisi gas buang kendaraan berasal dari sisa hasil pembakaran bahan bakar yang tidak terurai atau terbakar dengan sempurna di ruang bakar. Unsur yang terkandung dalam gas buang antara lain CO, NO₂, HC, C, H₂, H₂O dan N₂, dimana kandungan tersebut banyak bersifat mencemari lingkungan sekitar dalam bentuk polusi udara dan mengganggu kesehatan hingga menimbulkan kematian pada kadar tertentu. Dalam percobaan ini digunakan perbandingan bahan bakar minyak yang berbeda, antara lain pertalite, pertamax dengan campuran minyak pet. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian ini kenaikan emisi gas buang berdasarkan minyak pertalite dengan campuran minyak pet nilai tertinggi rata-rata pada pengujian CO diperoleh hasil sebesar 10,57 % pada rpm 3000 dan pada pengujian HC rata-rata hasil yang diperoleh sebesar 606,75 ppm pada rpm 3000. Sedangkan pada pengujian pertamax dengan campuran minyak pet nilai tertinggi rata-rata pada pengujian CO diperoleh hasil sebesar 6,82 % pada rpm 5000 dan pada pengujian HC rata-rata hasil yang diperoleh sebesar 484,75 ppm.

Kata Kunci : CO, HC, Minyak Pet, Pertalite, Pertamax, Emisi Gas Buang.

ABSTRACT

The combustion process is the mixing of fuel and air (oxygen) which takes place in the combustion chamber. Vehicle exhaust emissions come from the remaining combustion products of fuel that does not decompose or burn completely in the combustion chamber. The elements contained in exhaust gas include lain CO, NO₂, HC, C, H₂, H₂O dan N₂, many of which pollute the surrounding environment in the form of air pollution and disrupt health and can cause death at certain levels. In this experiment, different fuel oil ratios were used, including Peralite, Pertamina with a mixture of PET oil. From the results of the tests carried out in this study, the increase in exhaust emissions based on Peralite oil with a mixture of PET oil, the highest average value in the CO test was 10.57% at rpm 3000 and in the HC test the average result obtained was 606.75 ppm at rpm 3000. Meanwhile, in the Pertamina test with a mixture of PET oil, the highest average value in the CO test was 6.82% at 5000 rpm and in the HC test the average result obtained was 484.75 ppm.

Keywords : CO, HC, PET Oil, Peralite, Pertamina, Exhaust Emissions.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “**Analisi Emisi Gas Buang Sepeda Motor Terhadap Bahan Bakar Alternatif Dari Limbah Plastik Jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*)**” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak H. Mumarnif M, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing , yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T dan Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T sebagai Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
5. Ungkapan terima kasih dan penghargaan yang sangat special penulis haturkan dengan rendah hati dan rasa hormat kepada kudu orang tua penulis yang tercinta, Ayahanda Julkarnaini Manik S.E dan Ibunda Sabariah S.Pd serta kakak dan adik penulis yang dengan segala pengorbanannya tak akan pernah penulis kupakan jasa-jasa mereka. Do’a restu,nasihat dan petunjuk dari mereka kiranya dukungan moril yang paling efektif bagi kelanjutan studi penulis hinnga saat ini.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Sahabat-sahabat penulis: Arik Putra Perdana, Rionaldi Septa Yosa, Ahmad Hasbi Nawawi, Feby Danuarta Sirait, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.
8. Terima kasih Kepada Desi Hasrina S.K.M yang sudah memberikan segala dukungan dalam berbagai bentuk selama penulisan Skripsi ini berlangsung

Proposal Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu

penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, September 2023

Iqbal Rahmanda Manik

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Landasan Teori Emisi Gas Buang	5
2.1.1. Emisi Gas Buang	5
2.1.2. Sumber Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor	6
2.1.3. Komposisi Emisi Gas Buang	6
2.1.4. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Emisi Gas Buang	9
2.1.5. Perubahan Putaran Mesin Terhadap Emisi Gas Buang	11
2.1.6. System Gas Buang Sepeda Motor	11
2.1.7. Dampak Emisi Gas Buang Terhadap Lingkungan	12
2.1.8. Dampak Emisi Gas Buang Terhadap Kesehatan	14
2.1.9. Persyaratan Alat Uji Emisi Berbahan Bakar Bensin	14
2.1.10. Batas Ambang Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor	15
2.2. Bahan Bakar	15
2.2.1. Jenis – Jenis Bahan Bakar	16
2.2.2. Bahan Bakar Altertif	19
2.3. Sampah Plastik	22
2.3.1. Plastik	22
2.3.2. Sifat Thermal Bahan Plastik	24
2.3.3. Jenis – Jenis Plastik	24
2.3.4. Dampak Bahaya Penggunaan Plastik Dan Sampah Plastik Bagi Kesehatan Dan Lingkungan	30
2.4. Gas Analyzer	31
BAB 3 METODE PENELITIAN	33
3.1. Tempat Dan Waktu	33
3.1.1. Tempat Penelitian	33
3.1.2. Waktu Penelitian	33
3.2. Jenis Alat Dan Bahan Yang Digunakan	34
3.2.1. Alat Yang Digunakan	33
3.2.2. Bahan Yang Digunakan	37
3.3. Diagram Alim Penelitian	41
3.4. Prosedur Pengujian	42
3.4.1. Persiapan Bahan	42
3.4.2. Persiapan Alat	42
3.5. Prosedur pengujian	43
3.5.1. Prosedur Pengujian Emisi Gas Buang	43

BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	44
	4.1. Hasil Emisi Gas Buang	44

BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	54
	5.1. Kesimpulan	54
	5.2. Saran	54

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LEMBAR ASITENSI

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor	13
Tabel 2.2 Flash Point Dan Temperature Auto-Ignition Bahan Bakar Dalam Udara 1 Atm	15
Tabel 2.3 Jenis Plastik, Kode Dan Penggunaannya	21
Tabel 3.1 Rencana Pelaksanaan Penelitian	30
Tabel 3.2 Spesifikasi Gas Analyzer	31
Tabel 3.3 Spesifikasi Sepeda Motor 4 Tak 110 Cc	34
Table 4.1 Hasil Uji Bahan Bakar Pertalite	44
Table 4.2 Hasil Uji Bahan Bakar Pertalite Dan Campuran Bahan Bakar Pet Sebanyak 10 %	45
Table 4.3 Hasil Uji Bahan Bakar Pertalite Dan Campuran Bahan Bakar Pet Sebanyak 20 %	45
Table 4.4 Hasil Uji Bahan Bakar Pertalite Dan Campuran Bahan Bakar Pet Sebanyak 30 %	46
Table 4.5 Hasil Uji Bahan Bakar Pertamina	48
Table 4.6 Hasil Uji Bahan Bakar Pertamina Dan Campuran Bahan Bakar Pet Sebanyak 10 %	49
Table 4.7 Hasil Uji Bahan Bakar Pertamina Dan Campuran Bahan Bakar Pet Sebanyak 20 %	50
Table 4.8 Hasil Uji Bahan Bakar Pertamina Dan Campuran Bahan Bakar Pet Sebanyak 30 %	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi Emisi Gas Buang Pada Kendaraan Bermotor	5
Gambar 2.2	Knalpot Sepeda Motor	6
Gambar 2.3	Bak Oli (<i>Oil Pan</i>)	6
Gambar 2.4	Fuel Tank	6
Gambar 2.5	Karburator	7
Gambar 2.6	Bahan Bakar Cair	14
Gambar 2.7	Contoh Bahan Bakar Padat	16
Gambar 2.8	Symbol Resin Code PETE/PET	22
Gambar 2.9	HDPE Resin Code	24
Gambar 2.10	V/PVC Resin Code	25
Gambar 2.11	LDPE/PE Resin Code	25
Gambar 2.12	PP Resin Code	26
Gambar 2.13	PS Resin Code	26
Gambar 2.14	OTHER/O Resin Code	26
Gambar 3.1	Gas Analyzer	34
Gambar 3.2	Probe32	35
Gambar 3.3	Selang Probe	35
Gambar 3.4	Power Cable	35
Gambar 3.5	Kertas Termal	36
Gambar 3.6	Stopwatch	36
Gambar 3.7	Sepeda Motor 4 Tak 110 Cc	36
Gambar 3.8	Bahan Bakar Minyak PET	38
Gambar 3.9	Bahan Bakar Minyak Pertalite	38
Gambar 3.10	Bahan Bakar Minyak Pertalite	39
Gambar 3.11	Diagram Alir	40
Gambar 3.12	Bahan Bakar Pengujian	41
Gambar 3.13	Memasukkan Sensor Probe	42
Gambar 3.14	Layar Gas Analyzer	43
Gambar 3.15	Hasil Prin Gas Analyzer	43
Gambar 4.1	Grafik Pengujian CO (%) pada bahan bakar pertalite dan campuran bahan bakar PET dari hasil pyrolysis	47
Gambar 4.2	Grafik Pengujian HC (ppm) pada bahan bakar pertalite dan campuran bahan bakar PET dari hasil pyrolysis	48
Gambar 4.3	Grafik Pengujian CO (%) pada bahan bakar pertalite dan Campuran bahan bakar PET dari hasil pyrolysis	51
Gambar 4.4	Grafik Pengujian HC (ppm) pada bahan bakar pertalite dan campuran bahan bakar PET dari hasil pyrolysis	52

DAFTAR NOTASI

Symbol	Keterangan	Satuan
C	Carbon	
CO	Carbon Monoksida	%
CO ₂	Carbon Dioksida	
H	Hydrogen	
HC	Hydrocarbon	ppm
O ₂	Oksigen	
N ₂	Nitrogen	
Λ	Lambda	

BAB 1

PENDAAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jumlah kendaraan bermotor meningkat setiap tahunnya. Kelangkaan bahan bakar minyak yang terjadi belakangan ini telah memberikan dampak yang sangat luas di berbagai sektor kehidupan. Sektor yang paling cepat terkena dampaknya adalah sektor transportasi. Selain itu pembakaran bahan bakar fosil ini telah memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. (Prasetyo et al., 2018). Hal ini menyebabkan pencernan udara semakin meningkat (Sanjaya & Syarifudin, 2020).

Proses pembakaran adalah pencampuran antara bahan bakar dan udara (oksigen) yang berlangsung di dalam ruang bakar. Terjadinya proses pembakaran menghasilkan panas yang di gunakan sebagai tenaga/power dan sisasisa pembakaran yang berbentuk gas tersebut di buang melalui saluran buang ke udara bebas. Gas sisa pembakaran itulah yang disebut dengan gas buang(Tinus Ginting ST, 2019).

Emisi gas buang kendaraan berasal dari sisa hasil pembakaran bahan bakar yang tidak terurai atau terbakar dengan sempurna diruang bakar. Unsur yang terkandung dalam gas buang antara lain CO, NO₂, HC, C, H₂, H₂O dan N₂, dimana kandungan tersebut banyak bersifat mencemari lingkungan sekitar dalam bentuk polusi udara dan mengganggu kesehatan hingga menimbulkan kematian pada kadar tertentu(Nurahman et al., 2017). Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan cara menganalisis emisi gas buang sepeda motor dengan menggunakan bahan alternatif dari sampah plastik.

Plastik adalah salah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon dan Hidrogen. Untuk membuat plastik, salah satu bahan baku yang sering digunakan adalah Naphta, yaitu bahan yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam.

Plastik merupakan salah satu jenis sampah yang volumenya semakin meningkat dari tahun ke tahun. Seiring dengan perkembangan ekonomi, maka

penggunaan plastik akan semakin meningkat. Karakteristik sampah plastik yang berbeda dengan sampah organik adalah sulitnya terurai di dalam tanah, diperlukan waktu puluhan atau ratusan tahun agar dapat terdegradasi sempurna. Menurut (Syamsiro et al., 2016) dalam penelitiannya, mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar dengan teknologi pirolisis merupakan pilihan yang sangat prospektif untuk daur-ulang plastik yang tidak dapat di daur-ulang secara mekanis karena pertimbangan keekonomian.

Salah satu alternatif penanganan sampah plastik adalah dengan melakukan proses daur ulang (*recycle*). Pirolisis sampah plastik merupakan salah satu proses yang dapat digunakan untuk menghasilkan suatu bahan bakar minyak dari material berbasah dasar plastik (*polymer*). Beberapa plastik yang biasa digunakan sebagai bahan baku adalah *Polyethylene Terephthalate* (PET), *High Density PolyEthylene* (HDPE), *Low Density PolyEthylene* (LDPE), *PolyPropylene* (PP). Jenis plastik yang sering ditemukan adalah PET yang digunakan sebagai bahan baku botol air mineral, LDPE yang digunakan sebagai bahan baku kantong kresek dan PP yang digunakan sebagai gelas air mineral (Endang et al., 2016).

Plastik yang mengalami proses pirolisis akan terdekomposisi menjadi material-material pada fase cair dalam bentuk minyak bakar, fase gas berupa campuran gas yang dapat terkontaminasi namun tidak dapat terkondensasi dan fase padat berupa residu maupun tar. Menurut penelitian yang dilakukan (Novia, 2021) pengolahan limbah plastik *Polyethylene Teraphthalate* (PET) sebanyak 500 gram menghasilkan minyak pirolisis sebanyak 90 ml dengan waktu pembakaran 6 jam dengan suhu pembakaran 270 °C - 300 °C. Bahan bakar yang dihasilkan dari proses pirolisis memiliki sifat-sifat fisis dan kimia yang tidak jauh berbeda dengan bahan bakar minyak bumi (fosil) (Nofendri & Haryanto, 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh (Manalu et al., 2015) menyatakan bahwa penggunaan bahan bakar alternatif dari limbah plastik jenis PET (*polyethylene teraphthalate*) dapat menurunkan konsumsi bahan bakar sebesar 14,061 % dan pada kadar emisi gas buang CO terdapat penurunan sebesar 85,515 % dan pada kandungan HC terdapat peningkatan sebesar -350,73 %. Penggunaan bahan bakar alternatif pada konsumsi putaran 1400 Rpm dan putaran 1800 Rpm signifikan dan pada putaran 2200 Rpm dan 2600 Rpm tidak signifikan untuk

kandungan emisi CO pada semua putaran 1400, 1800, 2200 dan 2600 Rpm signifikan, dan untuk kandungan emisi HC pada semua putaran 1400, 1800, 2200 dan 2600 Rpm tidak signifikan.

Berkaitan dengan hal tersebut, maka penelitian mengenai metoda pyrolysis ini sangat menarik untuk dilakukan guna mengetahui sejauh manakah metoda ini dapat membantu masyarakat dalam mengatasi pencemaran lingkungan akibat sampah plastik yang selama ini dianggap tidak memiliki nilai ekonomis, serta dapat menjadikannya sebagai referensi untuk menghasilkan sumber energi alternatif ditengah semakin krisisnya sumber daya minyak fosil.

Kelangkaan bahan bakar minyak yang terjadi belakangan ini telah memberikan dampak yang sangat luas di berbagai sektor kehidupan. Sektor yang paling cepat terkena dampaknya adalah sektor transportasi. Selain itu pembakaran bahan bakar fosil ini telah memberikan dampak negatif terhadap lingkungan (Prasetyo et al., 2018). Oleh karena itu bahan bakar alternatif secara tidak langsung dapat mencegah kelangkaan pada bahan bakar fosil dan memberikan dampak yang positif terhadap manusia dan lingkungan.

Dengan latar belakang ini, maka penelitian yang dilakukan sebagai tugas serjana dengan judul : “ **Analisis Emisi Gas Buang Sepeda Motor Terhadap Bahan Bakar Alternatif Dari Limbah Plastik Jenis PET (*Polyethylena Terapthalate*)**”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat di rumuskan masalahnya yaitu :

Bagaimana menganalisis emisi gas buang sepeda motor terhadap bahan bakar alternatif dari limbah plastik jenis PET (*polyethylena terapthalate*).

1.3. Ruang Lingkup

Berdasarkan Batasan Masalah di atas, maka di dapat batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bahan bakar yang di gunakan adalah bahan bakar alternatif dari limbah plastik jenis PET (*polyethylena terapthalate*).
2. Sepeda motor yang digunakn adalah motor 4 langkah 110 cc satu silinder.
3. Pengujian emisi gas buang dilakukan pada alat uji *gas analyzer*

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk menentukan pengaruh penggunaan bahan bakar alternatif dari limbah plastik jenis PET (*polyethylena terapthalate*) terhadap emisi gas buang.
2. Untuk menganalisis emisi gas buang sepeda motor terhadap penggunaan bahan bakar alternatif dari limbah plastik jenis PET (*polyethylena terapthalate*).
3. Untuk mengembangkan bahan bakar alternatif dari limbah plastik jenis PET (*polyethylena terapthalate*) terhadap emisi gas buang yang ramah lingkungan.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapaun manfaat yang di peroleh dalam penelitian ini adalah :

1. Mengembangkan teori yang telah diperoleh dari bangku perkuliahan.
2. Diperolehnya gambaran tentang emisi gas buang dan pembakaran bahan bakar yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar alternatif limbah plastik jenis PET (*polyethylena terapthalate*)
3. Untuk menambah wawasan bagi mahasiswa mengenai bahan bakar alternatif limbah plastik jenis PET (*polyethylena terapthalate*) terhadap emisi gas buang.

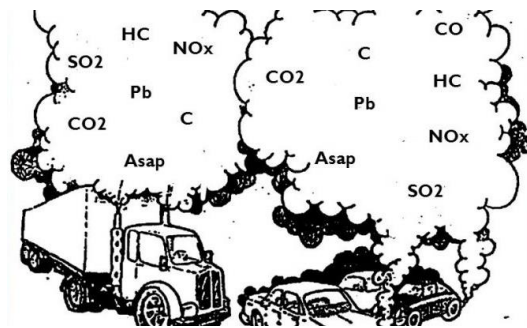
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori Emisi Gas Buang

2.1.1. Emisi Gas Buang

Gas buang merupakan polutan yang berasal dari proses pembakaran pada kendaraan bermotor. Gas buang mengandung polutan yang berbahaya bagi manusia, emisi gas buang dapat diukur dengan alat ukur emisi untuk mengetahui berapa kandungan yang terkandung pada gas buang tersebut. Yang menyebabkan kandungan nilai gas buang menjadi tinggi karena beberapa faktor yaitu jenis kendaraan, bahan bakar yang digunakan, umur kendaraan dan kondisi pada mesin kendaraan seperti pada gambar 2.1 dibawah ini



Gambar 2.1 Ilustrasi Emisi Gas Buang Pada Kendaraan Bermotor

Seperti diketahui bahwa proses pembakaran bahan bakar dari motor bakar menghasilkan gas buang yang secara teoritis mengandung unsur CO, NO₂, HC, C, H₂, CO₂, H₂O dan N₂, dimana banyak yang bersifat mencemari lingkungan sekitar dalam bentuk polusi udara. Unsur gas karbon monoksida (CO) yang berpengaruh bagi kesehatan makhluk hidup perlu mendapat kajian khusus, karena unsur karbon monoksida hasil pembakaran bersifat racun bagi darah manusia pada saat pernafasan, sebagai akibat berkurangnya oksigen pada jaringan darah. Jumlah CO yang terdapat di dalam darah, lamanya dihirup dan kecepatan pernafasan menentukan jumlah karboksihemoglobin (kombinasi hemoglobin/karbon-monoksida) di dalam darah, dan jika jumlah CO sudah mencapai jumlah tertentu/jenuh di dalam tubuh maka akan menyebabkan kematian (Gusti Bagus Wijaya Kusuma 2002).

2.1.2. Sumber Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor

Polusi udara kendaraan bermotor berasal dari gas buang sisa hasil pembakaran bahan bakar yang tidak terurai atau terbakar dengan sempurna. Emisi gas buang yang buruk diakibatkan oleh pembakaran tidak sempurna bahan bakar di ruang bakar. Unsur yang terkandung dalam gas buang antara lain CO, NO₂, HC, C, H₂, CO₂, H₂O dan N₂, dimana banyak yang bersifat mencemari lingkungan sekitar dalam bentuk polusi udara dan mengganggu kesehatan hingga menimbulkan kematian pada kadar tertentu. (Jayanti, Hakam, and Santiasih 2014).

Ada empat sumber polusi yang berasal dari kendaraan bermotor, yaitu :

1. Knalpot adalah sumber yang paling utama (65-85%) dan mengeluarkan hidrokarbon (HC) yang terbakar maupun tidak terbakar, bermacam-macam nitrogen oksida (NO_x), karbon monoksida (CO) dan campuran alkohol, aldehida, keton, penol, asam, ester, ether, epoksida, peroksida dan oksigen yang lain. Sumber emisi gas buang dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Knalpot Sepeda Motor (Otosia.com).

2. Bak oli adalah sumber kedua (20%) dan mengeluarkan hidrokarbon yang terbakar maupun tidak. Sumber emisi gas buang dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



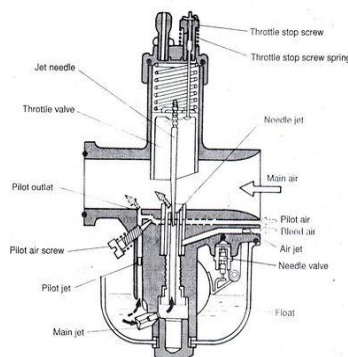
Gambar 2.3 Bak Oli (*Oil Pan*) (IndiaMart.com).

3. Tangki bahan bakar adalah faktor yang disebabkan oleh cuaca panas dengan kerugian penguapan hidrokarbon mentah (5%). Sumber emisi gas buang dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Fuel Tank

4. Karburator adalah faktor lainnya, terutama saat berkendara pada posisi stop and go (kondisi macet) dengan cuaca panas, dengan kerugian penguapan dan bahan bakar mentah (5-10%). (wajru 2009) Dapat dilihat pada gambar 2.5 dibawah ini:



Gambar 2.5 Karburator (Kumparan.com)

2.1.3. Komposisi Emisi Gas Buang

1. Emisi Senyawa Hidrokarbon (HC).

Bensin adalah senyawa hidrokarbon, jadi setiap HC yang didapat di gas buang kendaraan menunjukkan adanya bensin yang tidak terbakar dengan sempurna dan terbuang bersama sisa pembakaran. Apabila suatu senyawa hidrokarbon terbakar sempurna (bereaksi dengan oksigen) maka hasil reaksi pembakaran tersebut adalah karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O). Walaupun desain ruang bakar mesin kendaraan saat ini yang sudah mendekati ideal, tetapi tetap saja sebagian dari bensin seolah-olah tetap dapat "bersembunyi" dari api saat terjadi proses pembakaran dan menyebabkan emisi HC pada ujung knalpot cukup tinggi. Hidrokarbon (HC) ,dapat menyebabkan iritasi mata, pusing, batuk,

mengantuk, bercak kulit, perubahan kode genetik, memicu asma dan kanker paru-paru.

2. Emisi Carbon Monoksida (CO).

Gas karbon monoksida (CO) adalah gas yang relative tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan unsur lain. Gas karbon monoksida (CO) merupakan gas yang sangat - sangat sulit dideteksi karena gas CO tidak memiliki bau, rasa dan bentuk. Gas CO (Karbon Monoksida), dapat mengurangi kadar oksigen dalam darah, dapat menimbulkan pusing, gangguan berpikir, penurunan reflek dan gangguan jantung. Dalam kondisi normal atmosphere, nitrogen adalah gas inert yang amat stabil yang tidak akan berikatan dengan unsur lain. Tetapi dalam kondisi suhu tinggi dan tekanan tinggi dalam ruang bakar, Karbon Dioksida (CO₂). Merupakan senyawa yang tidak beracun hasil dari pembakaran pada motor, adapun efek dari CO₂ ini adalah membawa dampak terhadap efek rumah kaca \ pemanasan global. Standart gas limit CO₂ adalah 0,00%.

3. Oksigen (O₂).

Konsentrasi O₂ di ruang bakar berbanding terbalik dengan CO₂ agar proses pembakaran sempurna. Kadar oksigen harus mencukupi untuk setiap molekul HC, bentuk ruang bakar yang melengkung sempurna akan mempengaruhi efisiensi pembakaran kabut bahan bakar karena kondisi ini mempermudah bertemunya bahan bakar dengan udara. Untuk mengurangi HC, molekul oksigen harus di perbanyak untuk memastikan semua molekul bahan bakar bisa menyatu dengan molekul udara, dalam AFR 14,7:1 (stoichiometric) oksigen yang terkandung dalam gas buang berkisar antara 0,5%-1%. Normal nya konsentrasi oksigen dalam gas buang adalah sekitar 12% atau lebih kecil hingga mendekati 0%.

4. Nitrogen Oksida (NO_x).

NO_x adalah sebuah sebutan umum untuk mono-nitrogen oksida NO dan NO₂ (nitrogen monoksida dan nitrogen dioksida). Gas ini dihasilkan dari reaksi antara nitrogen dan oksigen di udara saat pembakaran, terutama pada suhu tinggi. Di tempat-tempat dengan kepadatan lalu lintas yang tinggi, seperti di kota-kota besar, jumlah nitrogen oksida yang dilepaskan ke udara sebagai polusi udara dapat meningkat signifikan. Gas NO_x terbentuk di semua tempat yang terdapat pembakaran - contohnya dalam mesin. Dalam kimia atmosfer, sebutan NO_x artinya adalah total konsentrasi dari NO and NO₂. NO_x bereaksi

membentuk asbut dan hujan asam. NO_x juga merupakan senyawa utama pembentuk ozon troposfer. Komposisi dari gas buang kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin adalah 72% N_2 , 18,1% CO_2 , 8,2% H_2O , 1,2% Gas Argon (gas mulia), 1,1% O_2 , dan 1,1% gas beracun yang terdiri dari 0,13% NO_x , 0,09% HC, dan 0,9% CO. Gas buang yang beracun merupakan sebagian kecil dari volume gas bekas kendaraan bermotor yang menyebabkan polusi udara.

5. Sulfur Oksida (SO_x).

Gas belerang oksida atau sering ditulis dengan SO_x , terdiri dari gas SO_2 dan gas SO_3 yang keduanya mempunyai sifat berbeda. Gas SO_2 berbau sangat tajam dan tidak mudah terbakar, sedangkan gas SO_3 bersifat sangat reaktif. Gas SO_3 mudah bereaksi dengan uap air yang ada di udara untuk membentuk asam sulfat atau H_2SO_4 . Asam sulfat ini sangat reaktif, mudah bereaksi (memakan) benda-benda lain yang mengakibatkan kerusakan, seperti proses pengkaratan (korosi) dan proses kimiawi lainnya. Konsentrasi gas SO_2 di udara akan mulai terdeteksi oleh indera manusia (tercium baunya) manakala konsentrasinya berkisar antara 0,3 – 1 ppm.

Emisi SO_x terbentuk dari fungsi kandungan sulfur dalam bahan bakar, selain itu kandungan sulfur dalam pelumas, juga menjadi penyebab terbentuknya SO_x emisi. Struktur sulfur terbentuk pada ikatan aromatic dan alkyl. Gas yang berbau tajam tapi tidak berwarna ini dapat menimbulkan serangan asma, gas ini pun jika bereaksi di atmosfer akan membentuk zat asam.

2.1.4. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Emisi Gas Buang.

Pada umumnya, dari berbagai sektor yang potensial dalam mencemari udara, maka, sektor transportasi memegang peran yang sangat besar dibanding dengan sektor yang lainnya. Di kota-kota besar, kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara mencapai 60-70%, sementara, kontribusi gas buang dari cerobong asap industri hanya berkisar 10-15%, dan sisanya berasal dari sumber pembakaran lain; misalnya rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan, dan lain-lain (Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup and Jakarta 2013).

Menurut (Ismiyati, Marlita, and Saidah 2014) faktor penting yang menyebabkan dominannya pengaruh sektor transportasi terhadap pencemaran udara perkotaan di Indonesia antara lain:

1. Perkembangan jumlah kendaraan yang cepat (eksponensial).
2. Tidak seimbangnya prasarana transportasi dengan jumlah kendaraan yang ada.
3. Jenis, umur dan karakteristik kendaraan bermotor.
4. Faktor perawatan kendaraan.
5. Jenis bahan bakar yang digunakan.

Di samping faktor-faktor yang menentukan intensitas emisi gas buang sumber pencemaran udara tersebut, faktor penting lainnya adalah; faktor potensi dispersi atmosfer daerah perkotaan akan sangat tergantung kepada kondisi dan perilaku meteorologi. Padahal, sektor transportasi mempunyai ketergantungan yang tinggi terhadap sumber energi yang berdampak terhadap kehidupan dan lingkungan.

Hampir semua produk energi konvensional dan rancangan motor bakar yang digunakan dalam sektor transportasi masih menyebabkan sumber emisi pencemaran udara. Penggunaan BBM (Bahan Bakar Minyak) bensin dalam motor bakar akan selalu mengeluarkan senyawasenyawa seperti CO (karbon monoksida), THC (total hidro karbon), TSP (debu), NO_x (oksida-oksida nitrogen) dan SO_x (oksidaoksida sulfur) (Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup and Jakarta 2013).

Premium yang dibubuhi TEL, akan mengeluarkan timbal. Solar dalam motor disel akan mengeluarkan beberapa senyawa tambahan di samping senyawa tersebut di atas, yang terutama adalah fraksi-fraksi organik seperti aldehida, PAH (Poli Alifatik Hidrokarbon), yang mempunyai dampak kesehatan yang lebih besar (karsinogenik), dibanding dengan senyawa-senyawa lainnya. Seperti telah disebutkan sebelumnya, penggunaan bahan bakar untuk kendaraan bermotor dapat mengemisikan zat-zat pencemar seperti CO, NO_x, SO_x, debu, hidrokarbon juga timbal.

2.1.5. Perubahan Putaran Mesin Terhadap Emisi Gas Buang.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Fernandez 2009) menunjukkan bahwa pada tingkat signifikansi 5% :

1. Putaran mesin berpengaruh signifikan terhadap penurunan emisi gas buang HC dengan persentase kontribusi 98,90%. Dimana kecenderungan rotasi mesin semakin tinggi maka emisi gas buang HC semakin meningkat. Emisi gas buang HC terendah yang diperoleh dengan putaran 2200 yaitu 153 ppm.
2. Rotasi mesin berpengaruh signifikan terhadap emisi gas buang CO dengan persentase kontribusi 91,60%. Dimana kecenderungan rotasi mesin semakin tinggi maka emisi gas buang CO semakin meningkat. Emisi gas buang CO terendah yang diperoleh dengan rotasi 1800 yaitu 0,20%.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa proses katalisasi oksidasi dengan perlakuan penambahan udara pada knalpot modifikasi bahan mild steel/MS Ø 10 mm dapat menurunkan polutan HC sebesar 37,74%, CO sebesar 23,18%, kenaikan temperatur sebesar 28,92%, MS Ø 15 mm HC sebesar 31,45% dan CO sebesar 27,47%, kenaikan temperatur sebesar 31,33%. Bahan stainless steel/SS Ø 10 mm HC sebesar 32,35%, CO sebesar 28,76%, kenaikan temperatur sebesar 10,84%, SS Ø 15 mm HC sebesar 37,74%, CO sebesar 42,92%, dan kenaikan temperatur sebesar 14,46% , Erwin (2009) menyebutkan bahwa polusi udara dari kendaraan bermotor, pembangkit tenaga listrik, industri dan rumah tangga menyumbang 70 % dengan komposisi kuantitas karbon monoksida (CO) 99 %, hidrokarbon(HC) sebanyak 89 %, dan oksida nitrogen(Nox) sebanyak 73 % serta partikulat lainnya yang meliputi timah hitam, sulfur oksida dan partikel debu.

2.1.6. Sistem Gas Buang Sepeda Motor.

Uraian umum dan pengertian :

Fungsi sistem gas buang adalah:

1. Untuk menyalurkan gas buang hasil pembakaran ke atmosfer.
2. Meningkatkan tenaga mesin.
3. Menurunkan panas.
4. Meredam suara mesin.

Sistem gas buang terdiri dari :

1. Katup buang Katup buang bertugas menahan gas yang sedang terbakar dalam ruang silinder sehingga terbakar seluruhnya dan pada waktu yang di tentukan katup buang membuka dan menyalurkan gas sisa pembakaran keluar melalui saluran buang.
2. Saluran buang Saluran buang di pasang untuk menyalurkan gas bekas sisa pembakaran di dalam silinder menuju ke peredam suara.
3. Peredam suara (Muffer) Peredam suara bertugas menyalurkan gas bekas keluar ke atmosfer serta meredam suara mesin. Peredam suara (Muffe) biasanya terbagi dua jenis, yaitu :
 - a. Jenis lurus (Straight Though) jenis ini terdiri dari sebuah pipa lurus yang di lingkupi pipa berdiameter lebih besar.
 - b. Jenis berbelok (Reverse Flow) jenis ini terdiri dari potongan-potongan pipa yang pendek dan sekatsekat penahan (baffles) untuk menekan gas buang maju dan mundur sebelum keluar. peredam seperti ini menciptakan suatu ruang pemuaiian yang dapat mengurangi suara gas buang dan menahan semburan api.

2.1.7. Dampak Emisi Gas buang Terhadap Lingkungan.

Tidak semua senyawa yang terkandung di dalam gas buang kendaraan bermotor diketahui dampaknya terhadap lingkungan selain manusia. Beberapa senyawa yang dihasilkan dari pembakaran sempurna seperti CO₂ yang tidak beracun, belakangan ini menjadi perhatian orang. Senyawa CO₂ sebenarnya merupakan komponen yang secara alamiah banyak terdapat di udara. Oleh karena itu CO₂ dahulunya tidak menepati urutan pencemaran udara yang menjadi perhatian lebih dari normalnya akibat penggunaan bahan bakar yang berlebihan setiap tahunnya. Pengaruh CO₂ disebut efek rumah kaca dimana CO₂ di atmosfer dapat menyerap energi panas dan menghalangjalanya energi panas tersebut dari atmosfer ke permukaan yang lebih tinggi. Keadaan ini menyebabkan meningkatnya suhu rata -rata di permukaan bumi dan dapat mengakibatkan meningkatnya permukaan air laut akibat melelehnya gunung-gunung es, yang pada akhirnya akan mengubah berbagai sirklus alamiah. Pengaruh pencemaran SO₂ terhadap lingkungan telah banyak diketahui. Pada tumbuhan, daun adalah bagian yang paling peka terhadap pencemaran SO₂,

dimana akan terdapat bercak atau noda putih atau coklat merah pada permukaan daun. Dalam beberapa hal, kerusakan pada tumbuhan dan bangunan disebabkan karena SO₂ dan SO₃ di udara, yang masing-masing membentuk asam sulfat dan asam sulfat. Suspensi asam di udara ini dapat terbawa turun ke tanah bersama air hujan dan mengakibatkan air hujan bersifat asam. Sifat asam dari air hujan ini dapat menyebabkan korosif pada logam-logam dan rangka-rangka bangunan, merusak bahan pakian dan tumbuhan. Oksida nitrogen, NO dan NO₂ berasal dari pembakaran bahan bakar fosil. Pengaruh NO yang utama terhadap lingkungan adalah dalam pembentukan smog. NO dan NO₂ dapat memudahkan warna dari serat-serat rayon dan menyebabkan warna bahan putih menjadi kekuning-kuningan. Kadar NO₂ sebesar 25 ppm yang pada umumnya dihasilkan dari emisi industri kimia, dapat menyebabkan kerusakan pada banyak jenis tanaman. Kerusakan daun sebanyak 5 % dari luasnya dapat terjadi pada pemajanan dengan kadar 4-8 ppm untuk 1 jam pemajanan. Tergantung dari jenis tanaman, umur tanaman dan lamanya pemajanan, kerusakan terjadi dapat bervariasi. Kadar NO₂ sebesar 0,22 ppm dengan jangka waktu pemajanan 8 bualan terus menerus, dapat menyebabkan rontoknya daun berbagai jenis tanaman. (Tugaswati 2008)

Efek rumah kaca pada dasarnya bermanfaat bagi kehidupan manusia karena menjaga suhu bumi tetap hangat, namun ketika berlebihan maka akan menyebabkan dampak-dampak negatif. Saat ini 70% pencemaran udara disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor. Dalam emisi gas buang tersebut terdapat zat-zat berbahaya terhadap kesehatan manusia, lingkungan dan meningkatkan angka kematian bayi di Indonesia (Ferdnian 2016). Penyebab efek rumah kaca disebabkan karena gas-gas berikut: karbondioksida (CO₂), gas hidrokarbon (HC) atau dalam bentuk metana (CH₄), nitrooksida (N₂O), chloro-fluoro-carbon (CFCs), hidro-fluoro-carbon (HFCs), sulfur heksafluorida (SF₆) (Gatut Susanta 2007).

2.1.8. Dampak Emisi Gas Buang Terhadap Kesehatan.

Senyawa-senyawa di dalam gas buang terbentuk selama energi diproduksi untuk menjalankan kendaraan bermotor. Beberapa senyawa yang dinyatakan dapat membahayakan kesehatan adalah berbagai oksida sulfur, oksida nitrogen, dan oksida karbon, hidrokarbon, logam berat tertentu dan

partikulat. Pembentukan gas buang tersebut terjadi selama pembakaran bahan bakar fosil-bensin dan solar didalam mesin. Dibandingkan dengan sumber stasioner seperti industri dan pusat tenaga listrik, jenis proses pembakaran yang terjadi pada mesin kendaraan bermotor tidak sesempurna di dalam industri dan menghasilkan bahan pencemar pada kadar yang lebih tinggi, terutama berbagai senyawa organik dan oksida nitrogen, sulfur dan karbon. Selain itu gas buang kendaraan bermotor juga langsung masuk ke dalam lingkungan jalan raya yang sering dekat dengan masyarakat, dibandingkan dengan gas buang dari cerobong industri yang tinggi. Dengan demikian maka masyarakat yang tinggal atau melakukan kegiatan lainnya di sekitar jalan yang padat lalu lintas kendaraan bermotor dan mereka yang berada di jalan raya seperti para pengendara bermotor, pejalan kaki, dan polisi lalu lintas, penjaja makanan sering kali terpajan oleh bahan pencemar yang kadarnya cukup tinggi. Estimasi dosis pemajanan sangat tergantung kepada tinggi rendahnya pencemar yang dikaitkan dengan kondisi lalu lintas pada saat tertentu. Keterkaitan antara pencemaran udara di perkotaan dan kemungkinan adanya resiko terhadap kesehatan, baru dibahas pada beberapa dekade belakangan ini. Pengaruh yang merugikan mulai dari meningkatnya kematian akibat adanya episod smog sampai pada gangguan estetika dan kenyamanan.(Tugaswati 2008).

2.1.9. Persyaratan Alat Uji Emisi Berbahan Bakar Bensin.

Menurut kementrian lingkungan hidup (wajru 2009) persyaratan alat uji emisi kendaraan berbahan bakar bensin adalah sebagai berikut:

1. Alat uji harus memenuhi standart ISO 3930/OIML R-99 tentang standart alat uji emisi kendaraan bermotor.
2. Alat uji harus mampu mengukur konsentrasi CO,CO₂, HC, O₂ dan lamda pada putaran stasioner (idle).
3. Pastikan alat uji emisi memiliki sertifikat kalibrasi yang masih berlaku.
4. Peralatan uji harus mendapatkan perawatan rutin 6 bulan sekali.

2.1.10. Batas Ambang Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor.

Sesuai dengan peraturan menteri negara lingkungan hidup nomor 05 Tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama, batas maksimum emisi gas buang berbahaya seperti Tabel 2.1 dibawah ini:

Table 2.1 Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor.

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode Uji
		CO (% Vol)	HC (ppm)	
Sepeda Motor 2 Langkah	< 2010	4,5	12000	Idle
Sepeda Motor 4 Langkah	< 2010	5,5	2400	Idle
Sepeda Motor 4 Langkah	≥ 2010	4,5	2000	Idle

Sumber : kemen LH No. 05 Tahun 2006.

2.2. Bahan Bakar

Syarat utama proses pembakaran adalah tersedia bahan-bakar yang bercampur dengan baik dengan udara dan tercapainya suhu pembakaran. Pada motor bensin proses pencampuran bahan-bakar udara terjadi pada karburator. Pada karburator bahan bakar disuplai dari tangki bahan bakar dengan menggunakan pompa bensin dan udara dihisap dari lingkungan setelah melewati saringan udara. Pada gambar dibawah ini adalah skema sistem bahan bakar bensin.(Fuhaid 2011)

Menurut (Fuhaid 2011) Bahan bakar yang di pergunakan motor bakar dapat di klasifikasikan dalam tiga kelompok ,yakni berbentuk ,cair, gas dan padat. Bahan bakar gas sering digunakan di tempat-tempat yang banyak menghasilkan gas, yang ekonomis dipakai pada motor, yakni gas alam, gas dapur kokas, gas dapur tinggi, dan gas dari pabrik gas. Bahan bakar cair diperoleh dari minyak bumi yang dalam kelompok ini ialah bensin dan minyak bakar, kemudian kerosin dan bahan bakar padat.

Beberapa sifat utama bahan bakar yang perlu diperhatikan ialah :

1. Mempunyai nilai bakar tinggi
2. Mempunyai kesanggupan menguap pada suhu rendah .

3. Uap bahan bakar harus dapat dinyatakan dan terbakar seger dalam campuran dengan perbandingan yang cocik terhadap oksigen.
4. Bahan bakar dan hasil pembakarannya tidak beracun atau membahayakan kesehatan.
5. Harus dapat diangkut dan disimpan dengan aman dan mudah.

2.2.1. Jenis – Jenis Bahan Bakar

1. Bahan Bakar Cair

Bahan bakar cair merupakan gabungan senyawa hidrokarbon yang diperoleh dari alam maupun secara buatan. Bahan bakar cair umumnya berasal dariminyak bumi. Dimasa yang akan datang, kemungkinan bahan bakar cair yang berasal dari oil shale, tar sands, batubara dan biomassa akan meningkat. Minyak bumi merupakan campuran alami hidrokarbon cair dengan sedikit belerang, nitrogen, oksigen, sedikit sekali metal, dan mineral. Jenis bahan bakar dapat dilihat pada gambar 2.6 dibawah ini.(Wiratmaja 2010).



Gambar 2.6 Bahan Bakar Cair

Menurut (Wiratmaja 2010) adapun sifat – sifat fisik bahan bakar cair yaitu :

a. Specific Gravity dan API Gravity

Specific gravity adalah density bahan bakar dibagi dengan density air pada temperatur yang sama. Atau dapat didefinisikan sebagai perbandingan berat dari bahan bakar minyak pada temperatur tertentu terhadap air pada volume dan temperatur yang sama. Umumnya, bahan bakar minyak memiliki specific gravity 0.74- 0.96, dengan kata lain bahan bakar minyak lebih ringan daripada air. Pada beberapa literatur digunakan American Petroleum Institute (API) gravity. Specific grafitiy dan API gravity adalah suatu pernyataan yang menyatakan density (kerapatan) atau berat per satuan volume dari suatu bahan.

b. Titik Nyala (Flash Point) dan Titik Bakar (Fire Point)

Dalam suatu bahan bakar cair yang perlu diperhatikan adalah besarnya flash point dan fire point. Flash point adalah suhu pada uap diatas permukaan bahan bakar minyak yang akan terbakar dengan cepat (meledak/penyalaan api sesaat) apabila nyala api didekatkan padanya, sedangkan fire point adalah temperatur pada keadaan dimana uap di atas permukaan bahan bakar minyak terbakar secara kontinyu apabila nyala api didekatkan padanya Seperti pada tabel 2.2 dibawah ini:

Table 2.2 Flash point dan Temperatur Auto-ignition Bahan Bakar dalam Udara pada 1 atm

Substansi	Flash point (0C)	Temperatur Auto-Ignition (0C)
Methane	188	537
Ethane	-135	472
Propane	-104	470
n-Buthane	-60	365
n-Octane	10	206
Iso-Octane	-12	418
n-Cetane	135	205
Methanol	11	385
Ethanol	12	365
Acetylene	Gas	305
Carbon	Gas	609
Monoksida	Gas	400
Hydrogen		

Sumber : (Borman, Gary L 2000).

c. Temperatur Penyalaan Sendiri (Auto-Ignition Temperature)

Temperatur auto-ignition merupakan temperatur terendah yang diperlukan untuk terbakar sendiri dalam container standard dalam udara atmosfer dengan tanpa bantuan nyala seperti bunga api/spark atau nyala. Sebagai contoh, temperatur auto-ignition bensin adalah 3700C. Secara umum, temperatur auto-ignition mengindikasikan tingkat kesulitan relatif bahan bakar

untuk terbakar. Karena temperatur auto-ignition bervariasi terhadap geometri permukaan panas, dan faktor lain seperti tekanan, maka test lain seperti octane number dan cetane number perlu dilakukan untuk bahan bakar mesin.

d. Viskositas (Viscosity)

Viscosity cairan adalah suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan / hambatan / ketahanan suatu bahan bakar minyak untuk mengalir atau ukuran besarnya tahanan geser dari bahan bakar minyak. Untuk bahan bakar, viscosity mengindikasikan kemudahan untuk dipompa dan diatomisasikan. Viscosity cairan menurun dengan meningkatnya temperatur. Ada banyak standard pengujian yang dapat digunakan untuk viscosity. Kadang kala pour point digunakan sebagai indikator sederhana dari viscosity. Pour point menunjukkan temperatur terendah dimana bahan bakar minyak dapat disimpan dan tetap dapat mengalir walaupun lambat dalam peralatan pengujian standard.

2. Bahan bakar padat

mengacu pada berbagai bentuk bahan padat yang dapat dibakar untuk melepaskan energi, memberikan panas dan cahaya melalui proses pembakaran. Bahan bakar padat dapat dibandingkan dengan bahan bakar cair dan bahan bakar gas. Contoh umum bahan bakar padat termasuk kayu, arang, gambut, batu bara, tablet bahan bakar Heksamin, pelet kayu, jagung, gandum, gandum hitam, dan biji-bijian lainnya. Bahan bakar padat banyak digunakan dalam peroketan sebagai propelan padat.(Solid 2017). Jenis bahan bakar padat dilihat pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Contoh Bahan Bakar Padat.

3. Bahan Bakar Gas.

Bahan Bakar Gas (BBG) merupakan gas alam dengan komponen utamanya metana, jenis bahan bakar ini banyak ditemukan di hampir semua ladang minyak di Indonesia baik di daratan maupun di lepas pantai. BBG

mulai diperkenalkan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor di Indonesia pada tahun 1986. Pada tahun 1989 BBG mulai dipasarkan secara komersial dengan target pemasaran angkutan publik seperti mikrolet, bis kota dan taksi. Setelah berlangsung kurang lebih 13 tahun, pemasaran BBG di Indonesia tidak berkembang sebagaimana diharapkan. Saat ini BBG telah terbukti sebagai pilihan yang lebih baik dibidang transportasi.(Jusnita and Hasan 1930).

2.2.2. Bahan Bakar Alternatif

Bahan bakar alternatif adalah bahan atau zat yang dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar konvensional, seperti bahan bakar fosil.(Fueleconomy 2021). Bahan bakar alternatif digunakan karena menghasilkan emisi atau gas rumah kaca yang lebih sedikit dibandingkan bahan bakar fosil.

Bahan bakar alternatif bersifat dapat diperbarui, sehingga tidak akan habis dalam waktu dekat. Hal tersebut berbeda dengan bahan bakar fosil, yang apabila digunakan secara terus-menerus maka akan habis. Selain itu, ada beberapa bahan bakar alternatif yang memiliki angka oktan lebih tinggi dibandingkan bahan bakar fosil. Contohnya bahan bakar propana atau propana autogas yang memiliki angka oktan yang lebih tinggi dari bensin.(Greinetz 2015).

Beberapa jenis bahan bakar alternatif di antaranya yaitu :

1. Bahan bakar alternatif nabati

Merupakan bahan bakar yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, limbah, mikroba, atau pupuk kandang. Bahan bakar nabati dapat berbentuk padatan, cair, maupun gas. Bahan bakar nabati tergolong jenis sumber energi terbarukan, karena dapat diperbarui dan kemungkinan besar tidak akan habis dalam waktu dekat. Contohnya seperti etanol, bahan bakar ganggang, biodiesel dan minyak nabati terhidrogenasi (hydrotreated vegetable oil, disingkat HVO).

Menurut (Hanaki and Portugal-Pereira 2018) Penggunaan bahan bakar nabati menghasilkan gas rumah kaca yang lebih sedikit dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Sehingga dapat memperlambat terjadinya pemanasan

global. Meskipun demikian, penggunaan bahan bakar nabati juga memiliki kekurangan, seperti biaya produksi yang mahal dan terjadinya peralihan fungsi lahan. Peralihan fungsi lahan untuk produksi bahan baku bahan bakar nabati tersebut dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan ekologi.

2. Biomassa

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis, baik berupa produk maupun buangan. Contoh biomassa antara lain adalah tanaman, pepohonan, rumput, ubi, limbah pertanian, limbah hutan, tinja, dan kotoran ternak. Selain digunakan untuk bahan pangan, pakan ternak, minyak nabati, bahan bangunan dan sebagainya, biomassa juga digunakan sebagai sumber energi (bahan bakar). Sumber energi biomassa mempunyai beberapa kelebihan antara lain merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (renewable) sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (sustainable).

Prinsip Dasar Pada Biomassa, Tanaman akan menyerap energi dari matahari melalui proses fotosintesis dengan memanfaatkan air dan unsur hara dari dalam tanah serta CO₂ dari atmosfer yang akan menghasilkan bahan organik untuk memperkuat jaringan dan membentuk daun, bunga atau buah. Pada saat biomassa diubah menjadi energi CO₂ akan dilepaskan ke atmosfer. Yang dalam hal ini siklus CO₂ akan menjadi lebih pendek dibandingkan dengan yang dihasilkan dari pembakaran minyak bumi atau gas alam. Ini berarti CO₂ yang dihasilkan tersebut tidak memiliki efek terhadap kesetimbangan CO₂ di atmosfer. Kelebihan inilah yang dimanfaatkan untuk mendukung terciptanya energi yang berkelanjutan. (Parinduri and Parinduri 2020)

3. Biodiesel

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang menjanjikan, bersifat ramah lingkungan, tidak mempunyai efek terhadap kesehatan yang dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor yang dapat menurunkan emisi bila dibandingkan dengan minyak diesel. Biodiesel dapat digunakan secara murni maupun dicampur, dan dikhususkan untuk mesin jenis diesel. Biodiesel dimanfaatkan untuk mengurangi konsumsi solar. (Devita 2015)

4. Bahan Bakar Alternatif Dari Alkohol

Penggunaan alkohol sebagai bahan bakar alternatif dimulai sejak pertengahan tahun 1970-an, dan meningkat pada pertengahan tahun 1980-an.

Bahan bakar jenis alkohol merupakan alternatif dari bahan bakar berbasis minyak, karena penggunaan bahan bakar jenis alkohol menghasilkan emisi gas rumah kaca yang lebih sedikit. Selain itu bahan bakar jenis alkohol juga memiliki angka oktan yang tinggi. Beberapa jenis bahan bakar alkohol di antaranya yaitu metanol, etanol, dan butanol. Beberapa bahan bakar alkohol tersebut dapat digunakan sebagai alternatif bahan bakar minyak secara langsung, maupun dalam bentuk campuran aditif.

5. Bioetanol

Bioetanol merupakan salah satu sumber bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan, dimana memiliki keunggulan mampu menurunkan emisi CO₂ hingga 18 %. Menurut (Yudiarto 2010) ada 3 kelompok tanaman sumber bioetanol: tanaman yang mengandung pati (seperti singkong, kelapa sawit, tengkawang, kelapa, kapuk, jarak pagar, rambutan, sirsak, malapari, dan nyamplung), bergula (seperti tetes tebu atau molase, nira aren, nira tebu, dan nira surgum manis) dan serat selulosa (seperti batang sorgum, batang pisang, jerami, kayu, dan bagas). Kulit pisang merupakan limbah yang banyak mengandung serat selulosa sehingga sangat efisien digunakan dari pada buahnya yang memiliki nilai jual yang tinggi.

Beberapa penelitian pembuatan bioetanol dengan menggunakan kulit pisang kepok pernah dilakukan sebelumnya. (Nityasa M H Y T, Hafidh Frian P, Nur Hasanah, Dr. Widyastuti, S.Sc., M.Sc. "Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) 2006), pembuatan bioetanol dari kulit pisang dengan proses ekstraksi. 5 kg kulit pisang dihaluskan dan ditambahkan air 2/3 dari jumlah kulit pisang, sehingga diperoleh bubur kurang lebih 1,5 liter. Bubur dihidrolisis dengan penambahan HCl 10% pada temperatur 60°C, yang selanjutnya difermentasi dengan bantuan *Saccharomyces cereviceae* pada temperatur 32°C sehingga dihasilkan 15% etanol per 1,5 L jumlah bubur.

Menurut (Apriliani, Asteria dan Agustinus 2013), kulit pisang dihidrolisis menggunakan larutan HCl 37% pada pH 1. Hidrolisis dilakukan pada suhu 50, 60, 70, dan 80°C selama 1 jam. Selanjutnya difermentasikan dengan *Saccharomyces cereviceae* dengan variabel nutrisi Diamonium fosfat 10, 20, dan 30 gr/l selama 12 hari. Hasil penelitian menunjukkan glukosa optimum yang didapat dari hidrolisis adalah 83,021 gr/l pada suhu 70°C selama 1 jam.

Kandungan bioetanol optimum didapat dari fermentasi hari ke-8 sebesar 314.46 gr etanol/kg kulit pisang kering.

Menurut (Dyah, Tri Retno. Wasir 2011), kulit pisang yang digunakan adalah kulit pisang yang telah dikeringkan dan dihidrolisi menggunakan H₂SO₄ 0,5 N. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi semakin banyak dihasilkan etanol sampai pada waktu tertentu dan semakin banyak ragi yang ditambahkan akan dihasilkan etanol semakin rendah. Pada variasi waktu fermentasi diperoleh waktu optimum fermentasi pada waktu 144 jam dengan kadar etanol.

2.3. Sampah Plastik

Permasalahan sampah di Indonesia merupakan masalah yang belum terselesaikan hingga saat ini, Sementara itu dengan bertambahnya jumlah penduduk maka akan mengikuti pula bertambahnya volume timbulan sampah yang dihasilkan dari aktivitas manusia. Komposisi sampah yang dihasilkan dari aktivitas manusia adalah sampah organik sebanyak 60-70% dan sisanya adalah sampah non organik 30-40%, sementara itu dari sampah non organik tersebut komposisi sampah terbanyak kedua yaitu sebesar 14% adalah sampah plastik. Sampah plastik yang terbanyak adalah jenis kantong plastik atau kantong kresek selain plastik kemasan.(Purwaningrum 2016)

Jambeck, 2015 menyatakan bahwa Indonesia masuk dalam peringkat kedua dunia setelah Cina menghasilkan sampah plastik di perairan mencapai 187,2 juta ton. Hal itu berkaitan dengan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang menyebutkan bahwa plastik hasil dari 100 toko atau anggota Asosiasi Pengusaha Ritel Indonesia (APRINDO) dalam waktu 1 tahun saja, telah mencapai 10,95 juta lembar sampah kantong plastik. Jumlah itu ternyata setara dengan luasan 65,7 hektar kantong plastik.

2.3.1. Plastik

Plastik adalah polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau "monomer". Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik, namun ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terbentuk dengan menggunakan zat lain untuk menghasilkan plastik yang ekonomis.(Ningsih 2010)

Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu thermoplastik dan termosetting. Thermoplastik adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai suhu tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan termosetting adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan. Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik tersebut maka thermoplastik adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya. (Purwaningrum 2016). Jenis-jenis plastik yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak pirolisis antara lain polipropilena (PP), polietilena (PE/PET), polistirena (PS), high density polyethylene (HDPE). Jenis-jenis plastik dibedakan berdasarkan sifat termal yang sangat penting untuk pencairan plastik, sifat thermal yang dimaksud antara lain titik lebur, temperatur transisi (Tg) dan temperatur dekomposisi. Tabel 2.3 merupakan jenis-jenis plastik yang dapat didaur ulang dan penggunaannya.

Tabel 2.3 Jenis plastik, kode dan penggunaannya (Pareira 2009).

Kode	Tipe plastik	Berdasarkan penggunaan plastik
1	PET atau PETE	Botol minuman ringan dan air mineral, bahan pengisi kantong tidur dan serat tekstil.
2	HDPE	Kantong belanja, kantong freezer, botol susu dan krim, botol sampo dan pembersih.
3	PVC atau V	Botol juice, kotak pupuk, pipa saluran
4	LDPE	Kotak ice cream, kantong sampah, lembar plastik hitam
5	PP	Kotak ice cream, kantong kentang goreng, sedotan, kotak makanan
6	PS	Kotak yoghurt, plastik meja, cangkir minuman panas, wadah makanan siap saji, baki kemasan
7	OTHER	Botol minum olahraga, acrylic dan nylon

2.3.2. Sifat Thermal Bahan Plastik

Pengetahuan sifat thermal dari berbagai jenis plastik sangat penting dalam proses pembuatan dan daur ulang plastik. Sifat-sifat thermal yang penting adalah titik lebur (T_m), suhu transisi (T_g) dan suhu dekomposisi. Suhu transisi adalah suhu di mana plastik mengalami perengganan struktur sehingga terjadi perubahan dari kondisi kaku menjadi lebih fleksibel. Di atas titik lebur, plastik mengalami pembesaran volume sehingga molekul bergerak lebih bebas yang ditandai dengan peningkatan kelenturannya. Suhu lebur adalah suhu di mana plastik mulai melunak dan berubah menjadi cair. Suhu dekomposisi merupakan batasan dari proses pencairan. Jika suhu dinaikkan di atas suhu lebur, plastik akan mudah mengalir dan struktur akan mengalami dekomposisi. Dekomposisi terjadi karena energi thermal melampaui energi yang mengikat rantai molekul. Secara umum polimer akan mengalami dekomposisi pada suhu di atas 1,5 kali dari suhu transisinya. (Budyantoro 2010).

2.3.3. Jenis – Jenis Plastik.

Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu thermoplastic dan thermosetting. Thermoplastic adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai temperature tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan Thermosetting adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan. Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik di atas, thermoplastik adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya. (Landi and Arijanto 2017).

Jenis plastik dapat digolongkan berdasarkan sifat fisiknya, yaitu:

1. Thermoplastic

Thermoplastic merupakan jenis plastik yang bisa didaur ulang atau dicetak lagi atau dengan cara proses pemanasan ulang. Contoh: polietilen (PE), polistiren (PS), ABS dan polikarbonat (PC).

2. Thermosetting

Thermosetting merupakan jenis plastik yang tidak bisa didaur ulang atau dicetak lagi. Pemanasan ulang akan dapat menyebabkan kerusakan molekul – molekulnya, contoh resin epoksi, bakelit, resin melamin dan urea formaldehida.

Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik di atas, thermoplastic adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya. Nomor kode plastik akan tercantum pada produk-produk berbahan plastik seperti gambar berikut ini.

1. PET – Polyethylene Terephthalate

Mayoritas bahan plastik PET di dunia untuk serat sintetis (sekitar 60%), dalam pertekstilan PET biasa disebut dengan polyester (bahan dasar botol kemasan 30%). Botol jenis PET / PETE ini direkomendasikan hanya sekali pakai. Jenis bahan plastik ini dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 symbol resin code PETE/PET (Wikipedia)

Menurut (Nurminah 2002) Polyethylene merupakan film yang lunak, transparan dan fleksibel, mempunyai kekuatan benturan serta kekuatan sobek yang baik. Apabila dilakukan pemanasan, polyethylene akan menjadi lunak dan mencair pada suhu 110°C. PET mempunyai kombinasi sifat-sifat: kekuatan (strength) yang tinggi, kaku (stiffness), dimensinya stabil, tahan bahan kimia dan panas, serta mempunyai sifat elektrik yang baik. PET memiliki daya serap uap air yang rendah, demikian juga daya serap terhadap air. PET dapat diproses dengan proses ekstrusi pada suhu tinggi 518-608°F, selain itu juga dapat diproses dengan teknik cetak injeksi maupun cetak tiup. Sebelum dicetak sebaiknya resin PET dikeringkan lebih dahulu (maksimum kandungan uap air 0,02 %) untuk mencegah terjadinya proses hidrolisa selama pencetakan. Penggunaan PET sangat luas yaitu digunakan sebagai

bahan pembuat botol-botol untuk air mineral, soft drink, kemasan sirup, saus, selai, dan minyak makan (Mujiarto 2005).

Menurut (Surdia,T dan Saito 2005) sifat khas polimer sangat berubah oleh perubahan temperatur. Hal ini disebabkan apabila temperatur berubah, pergerakan molekul karena termal akan mengubah molekul atau merubah struktur (terutama struktur yang berdimensi besar).

a. Pemanfaatan Sampah Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*)

Syafitrie (2001) mengatakan bahwa limbah plastik dapat didaur ulang kembali menjadi barang plastik, tetapi hanya 80% jenis plastik yang dapat diproses dengan melakukan teknik pencampuran dengan bahan baku baru dan additive untuk meningkatkan kualitasnya. Sisanya tetap sulit untuk di daur ulang, walaupun memungkinkan tetapi membutuhkan biaya yang besar serta proses yang lebih panjang. Pemanfaatan sampah plastik PET telah cukup banyak dilakukan oleh masyarakat seperti dilakukannya daur ulang yang menghasilkan barang-barang bernilai ekonomis seperti kerajinan, tas, dan hiasan. Pemanfaatan ini sangat menguntungkan karena selain mengurangi jumlah timbulan sampah plastik, hal ini juga dapat meningkatkan perekonomian masyarakat.

Selain masyarakat, sampah plastik salah satunya jenis PET ini banyak juga dimanfaatkan oleh peneliti untuk mengembangkan teknologi dan ilmu pengetahuan serta mencari energi dan teknologi alternatif. Sifatnya sebagai polimer ternyata dapat membuat plastik PET dikonversikan menjadi bahan bakar bersama jenis-jenis plastik lainnya. Konversi plastik menjadi bahan bakar ini dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti hydro cracking, thermal cracking, atau catalytic cracking. Penelitian tentang proses hydro cracking ini antara lain telah dilakukan oleh (Rodiansono, Trisunaryanti, and Triyono 2007) yang melakukan penelitian hydro cracking sampah plastik polipropilena menjadi bensin (hidrokarbon C5-C12) menggunakan katalis NiMo/Zeolit dan NiMo/Zeolit-Nb2O5 . Proses hydro cracking dilakukan dalam reaktor semi alir (semi flow-fixed bed reactor) pada temperatur 300, 360, dan 400 °C; rasio katalis/umpan 0,17; 0,25; 0,5 dengan laju alir gas hidrogen 150 ml/jam. Uji aktivitas katalis NiMo/zeolite yang menghasilkan selektivitas produk C7-C8 tertinggi dicapai pada temperatur 360°C dan rasio katalis/umpan 0,5. Kinerja katalis NiMo/zeolit menurun setelah pemakaian

beberapa kali, tetapi dengan proses regenerasi kinerjanya bisa dikembalikan lagi.

Kemudian untuk metode thermal cracking dilakukan oleh (Bajus and Hájeková 2010). Penelitian ini tentang pengolahan campuran 7 jenis plastik menjadi minyak dengan metode thermal cracking. Tujuh jenis plastik yang digunakan dalam penelitian ini dan komposisinya dalam persen berat adalah HDPE (34,6%), LDPE (17,3%), LLPE (17,3%), PP (9,6%), PS (9,6%), PET (10,6%), dan PVC (1,1%). Penelitian ini menggunakan batch reactor dengan temperatur dari 350 sampai 500 °C. Berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa thermal cracking pada campuran 7 jenis plastik akan menghasilkan produk yang berupa gas, minyak, dan sisa yang berupa padatan. Adanya plastik jenis PS, PVC dan PET dalam campuran plastik yang diproses akan meningkatkan terbentuknya karbon 23 monoksida dan karbon dioksida di dalam produk gasnya dan menambah kadar benzene, toluene, xylenes, styrene di dalam produk minyaknya. Penelitian lain dilakukan (Ofundu 2011) yaitu konversi plastik low density polyethylene (LDPE) menjadi minyak. Proses konversi dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan thermal cracking dan catalyst cracking.

2. HDPE – High Density Polyethylene

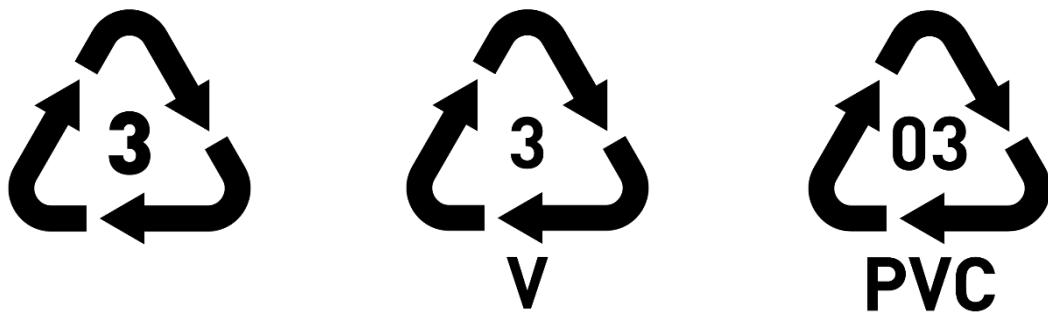
Umumnya, pada bagian bawah kemasan botol plastik, tertera logo daur ulang dengan angka 2 di tengahnya, serta tulisan HDPE (high density polyethylene) di bawah segitiga. Biasa dipakai untuk botol susu yang berwarna putih susu, galon air minum, dan lain-lain seperti yang terlihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 HDPE resin code (Wikipedia)

3. V – Polyvinyl Chloride

Tertera logo daur ulang (terkadang berwarna merah) dengan angka 3 di tengahnya, serta tulisan V — V itu berarti PVC (polyvinyl chloride), yaitu jenis plastik yang paling sulit didaur ulang. Plastik ini bisa ditemukan pada plastik pembungkus (cling wrap), dan botol- botol yang sulit di daur ulang seperti yang terlihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 V/PVC resin code (Wikipedia)

4. LDPE – Low Density Polyethylene

Plastik jenis ini biasanya tertera logo daur ulang dengan angka 4 di tengahnya, serta tulisan LDPE (low density polyethylene) yaitu plastik tipe coklat (thermoplastic / dibuat dari minyak bumi), biasa dipakai untuk tempat makanan, plastik kemasan, dan botol-botol yang lembek. Barang berbahan LDPE ini sulit dihancurkan, tetapi tetap baik untuk tempat makanan karena sulit bereaksi secara kimiawi dengan makanan yang dikemas dengan bahan ini seperti yang terlihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 LDPE/PE – LD (Wikipedia)

5. PP – Polypropylene

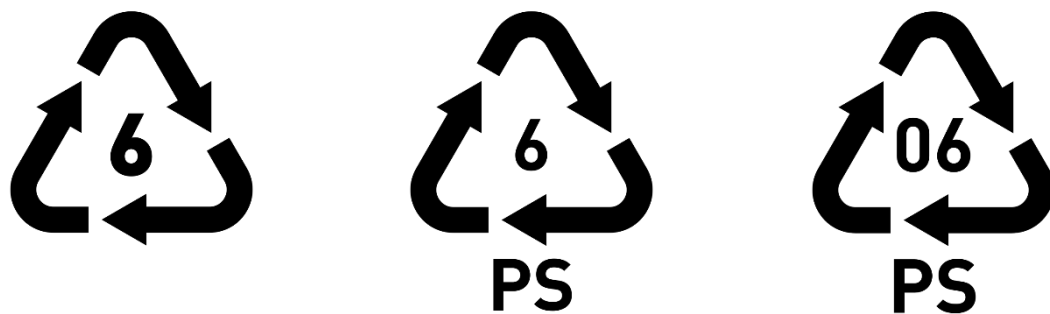
Tertera logo daur ulang dengan angka 5 di tengahnya, serta tulisan PP (Polypropylene) adalah pilihan terbaik untuk bahan plastik, terutama untuk yang 11 berhubungan dengan makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan, botol minum dan terpenting botol minum untuk bayi. Polipropilen lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, minyak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap. Melunak pada suhu 1500 derajat Celcius seperti yang terlihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 PP resin code (Wikipedia)

6. PS – Polystyrene

Tertera logo daur ulang dengan angka 6 di tengahnya, serta tulisan PS (polystyrene) ditemukan tahun 1839, oleh Eduard Simon, seorang apoteker dari Jerman, secara tidak sengaja. Terdapat dua macam plastik jenis polystyrene, yaitu yang kaku dan lunak / berbentuk foam seperti yang terlihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 PS resin code (Wikipedia)

7. Other

Tertera logo daur ulang dengan angka 7 di tengahnya, serta tulisan OTHER Other (SAN / styrene acrylonitrile, ABS - acrylonitrile butadiene styrene, PC - polycarbonate, Nylon). Dapat ditemukan pada tempat makanan dan minuman seperti botol minum olahraga, alat-alat rumah tangga, peralatan makan bayi dan plastik kemasan. PC - polycarbonate dapat ditemukan pada botol susu bayi, gelas anak batita (sippy cup) seperti yang tertera pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 OTHER/O resin code (Wikipedia)

2.3.4. Dampak Bahaya Penggunaan Plastik dan Sampah Plastik bagi Kesehatan dan Lingkungan

Perkembangan yang sangat pesat dari industri polimer sintetik membuat kehidupan kita selalu dimanjakan oleh kepraktisan dan kenyamanan dari produk yang dihasilkan, sebagai contoh plastik. Kebanyakan plastic seperti PVC, agar tidak bersifat kaku dan rapuh ditambahkan dengan suatu bahan pelembut. Beberapa contoh pelembut adalah epoxidized soybean oil (ESBO), di(2-ethylhexyl)adipate (DEHA), dan bifenil poliklorin (PCB), acetyl tributyl citrate (ATBC) dan di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP). Penggunaan bahan pelembut ini dapat menimbulkan masalah kesehatan, sebagai contoh, penggunaan bahan pelembut seperti PCB dapat menimbulkan kematian pada jaringan dan kanker pada manusia (karsinogenik), oleh karenanya sekarang sudah dilarang pemakaiannya.

Sedangkan plastik memiliki tekstur yang kuat dan tidak mudah terdegradasi oleh mikroorganisme tanah. Oleh karena itu seringkali kita membakarnya untuk menghindari pencemaran terhadap tanah dan air di lingkungan kita tetapi pembakarannya dan akan mengeluarkan asap toksik yang apabila dihirup dapat menyebabkan sperma menjadi tidak subur dan terjadi

gangguan kesuburan. Sebagai contoh adalah penggunaan kantong plastik (kresek) untuk membungkus makanan seperti gorengan dan lain-lain. Menurut seorang ahli kimia, zat pewarna hitam ini kalau terkena panas 10 FORUM TEKNOLOGI Vol. 03 No. 1 (misalnya berasal dari gorengan), bisa terurai terdegradasi menjadi bentuk radikal, menyebabkan penyakit. (Purwaningrum 2016).

2.4. Gas Analyzer

Gas analyzer adalah Alat Uji Emisi Kendaraan Bensin dan Solar yang dapat mengukur kadar polusi kendaraan berbahan bakar Bensin, LPG/CNG yang dikeluarkan dari knalpot hasil pembakaran mesin.

Fungsi Alat Uji Emisi :

1. Untuk mengetahui efektivitas proses pembakaran bahan bakar pada mesin dengan cara menganalisis kandungan karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) yang terkandung di dalam gas buang.
2. Untuk membantu saat melakukan penyetulan campuran udara dan bahan bakar dengan tepat.
3. Agar mengetahui kepastian mengenai kinerja mesin kendaraan yang digunakan apakah dalam kondisi prima dan dapat diandalkan. Selain itu, uji emisi bisa mengirit bahan bakar, namun tenaga tetap optimal serta bisa menciptakan lingkungan sehat dengan udara yang bersih.
4. Untuk mengetahui adanya kerusakan pada bagian-bagian mesin kendaraan.
5. Kerusakan kendaraan bisa terdeteksi dari hasil uji emisi, dengan cara melihat tingginya kandungan hidrokarbon (HC). Hal itu terjadi bisa karena berbagai faktor, seperti :
 1. Kebocoran pada sistem vakum.
 2. Sistem pengapian yang tidak bekerja dengan baik.
 3. Kerusakan pada engine control unit.
 4. Kerusakan pada oksigen sensor.
 5. Gangguan pada sistem pasokan udara.
 6. Adanya kerusakan pada catalytic converter
 7. Kerusakan mekanis pada bagian dalam mesin seperti klep, mesin, ring, atau silinder.

6. Untuk mengetahui tingginya kandungan Karbon Monoksida (CO) mampu mendeteksi kerusakan kendaraan. Hal itu juga terjadi karena berbagai faktor,
 1. Bisa karena karburator tidak bekerja dengan baik.
 2. Filter udara kotor.
 3. Kerusakan pada sistem choke karburator.
 4. Kerusakan pada sistem Thermostatic Air Cleaner.
7. Pada prinsipnya, setiap pembakaran kendaraan akan menghasilkan CO₂ (sebagai sampah) dan O₂ terpakai (sebagai pembakar). Dalam pembakaran yang sempurna, CO₂ harus tinggi dan O₂ rendah.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu

3.1.1. Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian dan pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Negeri Medan, Jalan William Iskandar Ps. V

3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan pelaksanaan penelitian ini yaitu dimulai tanggal di sah kanya usulan judul penelitian oleh ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan akan dikerjakan selama kurang lebih 6 bulan sampai dinyatakan selesai seperti pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Rencana Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Judul	■					
2	Studi Literatur		■				
3	Penulisan Proposal		■				
4	Pengambilan Data Uji Emisi Gas Buang			■			
5	Analisis Emisi Gas Buang			■			
6	Penulisan Laporan Akhir Seminar Hasil Dan Siding Sarjana				■	■	■

3.2. Jenis Alat Dan Bahan Yang Digunakan

3.2.1. Alat Yang Digunakan

1. Gas Analyzer

Gas analyzer ini digunakan untuk menganalisa dan mengetahui tingkat konsentrasi dari nilai HC, CO yang mengikat berubah didalam gas. Gas Analyzer dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar 3.1 Gas Analyzer

Spesifikasi gas analyzer dapat dilihat pada tabel 3.2.

Table 3.2 Spesifikasi Gas Analyzer Gas Analyzer Gasboard 4020h 10076607

Pengukuran gas : CO, HC, CO ₂ , O ₂ , Nox, Lamda (Tingkat surplus udara)		
Parameter	Rentang Pengukuran	Resolusi
CO	0 – 10,0 %	0,01 %
HC	0 – 9999 ppm	1 ppm
CO ₂	0,0 – 20,0 %	0,1 %
O ₂	0,00 – 25,00 %	0,01 %
NO _x	0 – 5.000 ppm	
AFR	0,0 – 99.0	0,1
LED		
Waktu respons dalam 40 detik		
Konsumsi daya sekitar 50W / 110 V / 220 V		
Printer tipe Built-in thermal		

2. Probe

berfungsi untuk mendeteksi gas hasil pembakaran yang kemudian disalurkan melalui selang probe ke gas analyzer dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Probe

3. Selang probe

Selang probe digunakan untuk menyalurkan gas hasil sisa pembakaran ke gas analyzer. Filter probe berfungsi untuk menyaring kotoran yang lewat melalui selang probe dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 Selang dan Filter Probe

4. Power cable

Power cable digunakan untuk mengubungkan arus listrik ke gas analyzer dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4 Power Cable

5. Kertas Termal

Kertas termal berguna untuk mencetak hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5 Kertas Termal

6. Stopwatch

alat untuk menghitung waktu pada saat melakukan pengujian emisi gas buang dapat dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6 Stopwatch

7. Tachometer

Alat untuk mengukur putaran mesin (rpm) dapat dilihat pada gambar 3.7 dibawah ini.



Gambar 3.7 Tachometer

3.2.2. Bahan Yang Digunakan

1. Sepeda motor matic 4 tak 110cc

Sepeda motor digunakan sebagai sebagai objek pengujian yang dilakukan untuk mengalisis emisi gas buang terhadap bahan bakar alternatif dari limbah plastic PET.



Gambar 3.7 Sepeda Motor 4 Tak 110 cc

Spesifikasi sepeda motor 4 tak 110 cc dapat dilihat pada tabel 3.3 dibawah ini.

Tabel 3.3 spesifikasi Sepeda Motor 4 Tak 110 cc

Dimensi (P x L x T)	1.867 x 678 x 1.077 mm
Jarak sumbu Roda	1.256 mm
Jarak terendah ke tanah	140 mm
Berat kosong	94 kg
Rangka	Tulang punggung
Suspensi depan	Teleskopik
Suspensi belakang	Lengan ayun dengan shockbreaker tunggal
Ukuran Ban depan	80/90-14M/C 40P
Ukuran Ban Belakang	90/90-14M/C 46P
Rem depan	Cakram hidrolis dengan piston tunggal
Rem belakang	Tromol
Tipe mesin	4 Langkah SOHC
Sistem pendinginan	Pendinginan udara dengan kipas
Diameter x langkah	50 x 55,1 mm
Volume langkah	108,2 cc
Perbandingan kompresi	9.5 : 1
Daya maksimum	6,38 kW (8.68 PS) / 7.500 rpm
Torsi maksimum	9,01 N.m (0.92 kgf.m) / 6.500 rpm
Kopling	Otomatis, sentrifugal, tipe kering
Starter	Electric starter & kick starter
Busi	ND U24EPR9, NGK CPR8EA-9
Kapasitas tangki bahan bakar	3,5 liter
Kapasitas Minyak Pelumas Mesin	0,7 liter pada penggantian periodik
Transmisi	Otomatis, V-Matic
Aki	MF battery, 12 V – 3 A.h
Sistem pengapian	DC – CDI, Battery
Karburator	VK22x1
Lampu depan	12V 32W x 1
Lampu senja	12V 5W x 1

2. Bahan Bakar minyak Dari Limbah Plastik PET

Bahan bakar Minyak Dari Limbah PET sebagai bahan bakar yang dipakai untuk campuran pada sepeda motor saat pengujian di lakukan dapat dilihat pada gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3.8 Bahan Bakar Minyak PET

3. Bahan bakar pertalite

Pertalite digunakan untuk melakukan experimental perbandingan emisi gas buang dapat dilihat pada gambar 3.9 dibawah ini.



Gambar 3.9 Bensin Pertalite

4. Bahan bakar pertamax

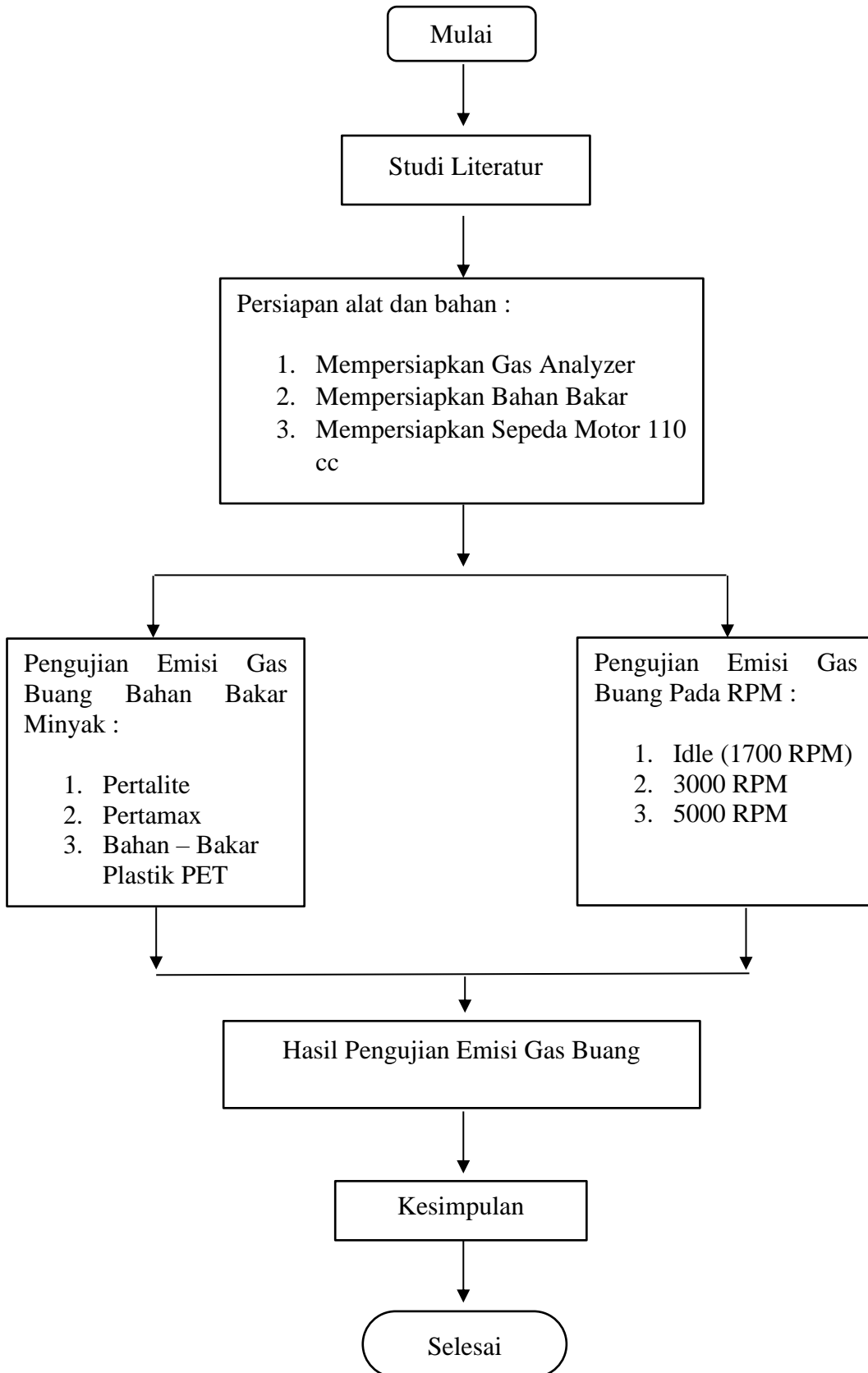
Bensin Pertamax digunakan untuk melakukan experimental perbandingan emisi gas buang dapat dilihat pada gambar 3.10 dibawah ini.



Gambar 3.10 Bensin Pertamax

3.3. Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat dibawah ini



Gambar 3.11 Diagram Alir Penelitian

3.4. Prosedur Pengujian

Adapun persiapan dari penelitian yaitu sebagai berikut:

3.4.1 Persiapan Bahan

Setelah semua bahan disiapkan, selanjutnya bahan bakar yang akan diuji tersebut dituang ke dalam gelas ukur dengan komposisi campuran yang telah ditentukan. Adapun Langkah penuangan bahan bakar pertalite, pertamax dan bahan bakar PET yang digunakan sebagai berikut :

- a. Menyiapkan bahan bakar seperti yang tersaji pada gambar 3.12.



a. Bahan bakar PET
Pertamax

b. Bahan bakar Pertalite

c. Bahan bakar

Gambar 3.12 bahan bakar Pengujian

- b. Mengukur volume bahan bakar PET, Pertalite dan Pertamax yang akan digunakan
- c. Memasukkan bahan bakar PET, pertalite dan pertamax yang telah diukur volumenya ke dalam tangki.
- d. Untuk bahan bakar pertalite dan pertamax murni serta campuran yang akan diuji masing-masing dimasukkan ke dalam tangki sesuai volume yang dibutuhkan.

3.4.2 Persiapan Alat

Sebelum memulai pengujian terlebih dahulu melakukan persiapan alat-alat yang digunakan, adapun persiapannya meliputi :

- a. Mempersiapkan gas analyzer dalam kondisi baik
- b. Mengganti oli mesin sepeda motor
- c. Mengganti busi sepeda motor

- d. Membersihkan trottle body dari kotoran sisa bahan bakar, agar proses pencampuran bahan bakar dan udara didalam trottle body semakin baik.

3.5. Prosedur Pengujian

Adapun prosedur pengujian pada penelitian ini adalah sebagai berikut;

3.5.1 Prosedur Pengujian Emisi Gas Buang

Adapun prosedur pada pengujian emisi gas buang adalah sebagai berikut:

- a. Memanaskan mesin kurang lebih selama 5 menit agar mesin dalam kondisi siap kerja.
- b. Menghubungkan Exhaust Gas Analyzer Gasboard 4020H 10076607 ke arus listrik.
- c. Menghidupkan tombol switch Exhaust Gas Analyzer Gasboard 4020H 10076607 yang berada dibelakang alat.
- d. Memilih menu Gas Analysis pada menu Exhaust Gas Analyzer Gasboard 4020H 10076607.
- e. Memilih menu Measurement pada menu Exhaust Gas Analyzer Gasboard 4020H 10076607.
- f. Memilih menu Standar test pada menu Exhaust Gas Analyzer Gasboard 4020H 10076607. Selanjutnya unit Gasboard 4020H 10076607. secara otomatis melakukan warming up kurang lebih selama 60 detik, kemudian melakukan auto zero secara otomatis yang berfungsi untuk mereset data dari awal.
- g. Menghidupkan mesin dan mengatur putaran mesin sesuai dengan rpm yang diujikan.
- h. Memasukkan probe sensor ke kenalpot seperti gambar 3.13 dibawah ini.



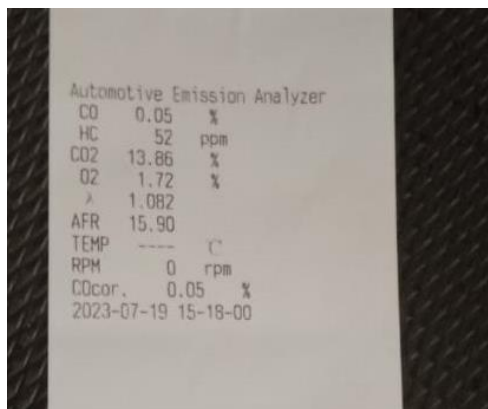
Gambar 3.13 Memasukkan sensor probe.

- i. Menunggu sampai angka dilayar Exhaust Gas Analyzer Gasboard 4020H 10076607 stabil dapat dilihat pada gambar 3.14 dibawah ini.



Gambar 3.14 Layar Gas Analyzer

- j. Mencetak nilai pada Exhaust Gas Analyzer Gasboard 4020H 10076607 seperti gambar 3.15 dibawah ini



Gambar 3.15 Hasil Prin Gas Analyzer

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji Emisi Gas Buang

Data hasil pengujian emisi gas buang sepeda motor terhadap bahan bakar Pertalite dengan bahan bakar alternatif dari limbah plastik jenis pet (*polyethylene terephthlate*) pada kendaraan sepeda motor 110cc disajikan pada tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Uji Bahan Bakar Pertalite

Pengujian Gas Buang Dengan Bahan Bakar Pertalite			
Rpm	Durasi pengujian	Pertalite murni	
		CO (%)	HC (ppm)
1700	60 detik	0,61	204
3000	60 detik	10,33	710
5000	60 detik	0,08	31

Pada pengujian bahan bakar pertalite murni dilakukan dengan durasi waktu 60 detik pada rpm 1700 menghasilkan CO 0,61 % dan HC sebesar 204 ppm, Pengujian pada putaran 3000 rpm menghasilkan CO 10,33% dan HC sebesar 710 ppm, pengujian pada putaran 5000 rpm menghasilkan CO 0,08 % dan HC sebesar 31 ppm. Menurut peraturan KemenHL No. 5 Tahun 2006 ambang batas emisi gas buang kendaraan sepeda motor tahun pembuatan > 2010 batas CO 4,5% dan HC 2000 ppm. pada saat rpm 1700 CO dan HC tidak melewati ambang batas emisi gas buang. pada rpm 3000 terjadi kenaikan pada CO sebesar 9,72% melebihi ambang batas sedangkan HC mengalami kenaikan sebesar 506 ppm tidak melewati ambang batas emisi gas buang. Pada rpm 5000 CO mengalami penurunan sebesar 10,25 % tidak melewati batas ambang emisi gas buang dan HC mengalami penurunan sebesar 678 ppm tidak melewati ambang batas emisi gas buang.

Tab 4.2 Hasil uji bahan bakar pertalite dan campuran bahan bakar pet sebanyak 10%

Pengujian Gas Buang Dengan Bahan Bakar Pertalite 90 % + bahan bakar PET 10 %			
Rpm	Durasi pengujian	Pertalite 90% + minyak pet 10%	
		CO (%)	HC (ppm)
1700	60 detik	0,04	119
3000	60 detik	10,63	495
5000	60 detik	8,54	278

Pada pengujian bahan bakar pertalite 90 % + bahan bakar PET 10 % dilakukan dengan durasi waktu 60 detik pada rpm 1700 menghasilkan CO 0,04 % dan HC sebesar 119 ppm, Pengujian pada putaran 3000 rpm menghasilkan CO 10,63% dan HC sebesar 495 ppm, pengujian pada putaran 5000 rpm menghasilkan CO 8,54 % dan HC sebesar 278 ppm. Menurut peraturan KemenHL No. 5 Tahun 2006 ambang batas emsisi gas buang kendaraan sepeda motor tahun pembuatan > 2010 batas CO 4,5% dan HC 2000 ppm. pada saat rpm 1700 CO dan HC tidak melewati ambang batas emisi gas buang. pada rpm 3000 terjadi kenaikan pada CO sebesar 10,59% melebihi ambang batas sedangkan HC mengalami kenaikan sebesar 376 ppm tidak melewati ambang batas emisi gas buang. Pada rpm 5000 CO mengalami penurunan sebesar 2,09 % melewati batas ambang emisi gas buang dan HC mengalami penurunan sebesar 218 ppm tidak melewati ambang batas emisi gas buang.

Tab 4.3 Hasil uji bahan bakar pertalite 80 % dan campuran bahan bakar pet sebanyak 20%

Pengujian Gas Buang Dengan Bahan Bakar Pertalite 80 % + bahan bakar PET 20 %			
Rpm	Durasi pengujian	Pertalite 80% + minyak pet 20%	
		CO (%)	HC (ppm)
1700	60 detik	0,02	79
3000	60 detik	10,75	650
5000	60 detik	8,10	895

Pada pengujian bahan bakar pertalite 80 % + bahan bakar PET 20 % dilakukan dengan durasi waktu 60 detik pada rpm 1700 menghasilkan CO 0,02 % dan HC sebesar 79 ppm, Pengujian pada putaran 3000 rpm menghasilkan CO 10,75% dan HC sebesar 650 ppm, pengujian pada putaran 5000 rpm menghasilkan CO 8,10 % dan HC sebesar 895 ppm. Menurut peraturan KemenHL No. 5 Tahun 2006 ambang batas emsisi gas buang kendaraan sepeda motor tahun pembuatan > 2010 batas CO 4,5% dan HC 2000 ppm. pada saat rpm 1700 CO dan HC tidak melewati ambang batas emisi gas buang. pada rpm 3000 terjadi kenaikan pada CO sebesar 10,73% melebihi ambang batas sedangkan HC mengalami kenaikan sebesar 571 ppm tidak melewati ambang batas emisi gas buang. Pada rpm 5000 CO mengalami penurunan sebesar 2,65 % melewati batas ambang emisi gas buang dan HC mengalami kenaikan sebesar 245 ppm tidak melewati ambang batas emisi gas buang.

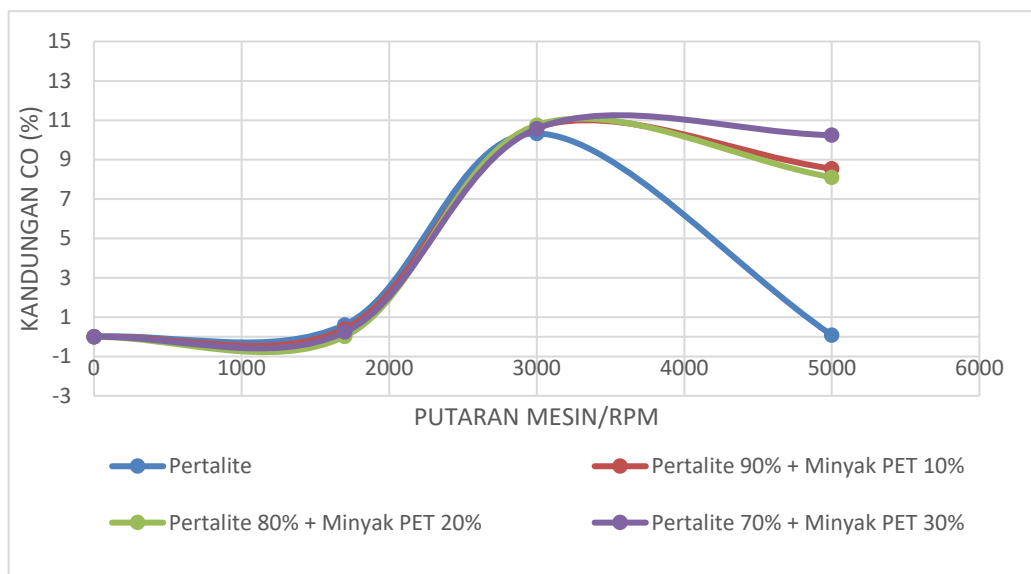
Tabel 4.4 hasil uji bahan bakar pertalite 70 % dan campuran bahan bakar pet sebanyak 30%

Pengujian Gas Buang Dengan Bahan Bakar Pertalite 70 % + bahan bakar PET 30 %			
Rpm	Durasi pengujian	Pertalite 70% + minyak pet 30%	
		CO (%)	HC (ppm)
1700	60 detik	0,24	112
3000	60 detik	10,57	572
5000	60 detik	10,24	458

Pada pengujian bahan bakar pertalite 70 % + bahan bakar PET 30 % dilakukan dengan durasi waktu 60 detik pada rpm 1700 menghasilkan CO 0,24 % dan HC sebesar 112 ppm, Pengujian pada putaran 3000 rpm menghasilkan CO 10,57% dan HC sebesar 572 ppm, pengujian pada putaran 5000 rpm menghasilkan CO 10,24 % dan HC sebesar 458 ppm. Menurut peraturan KemenHL No. 5 Tahun 2006 ambang batas emsisi gas buang kendaraan sepeda motor tahun pembuatan > 2010 batas CO 4,5% dan HC 2000 ppm. pada saat rpm 1700 CO dan HC tidak melewati ambang batas emisi gas buang. pada rpm 3000 terjadi kenaikan pada CO sebesar 10,33% melebihi ambang batas sedangkan HC mengalami kenaikan sebesar 460 ppm tidak melewati ambang batas emisi gas buang. Pada rpm 5000 CO mengalami penurunan sebesar 0,33

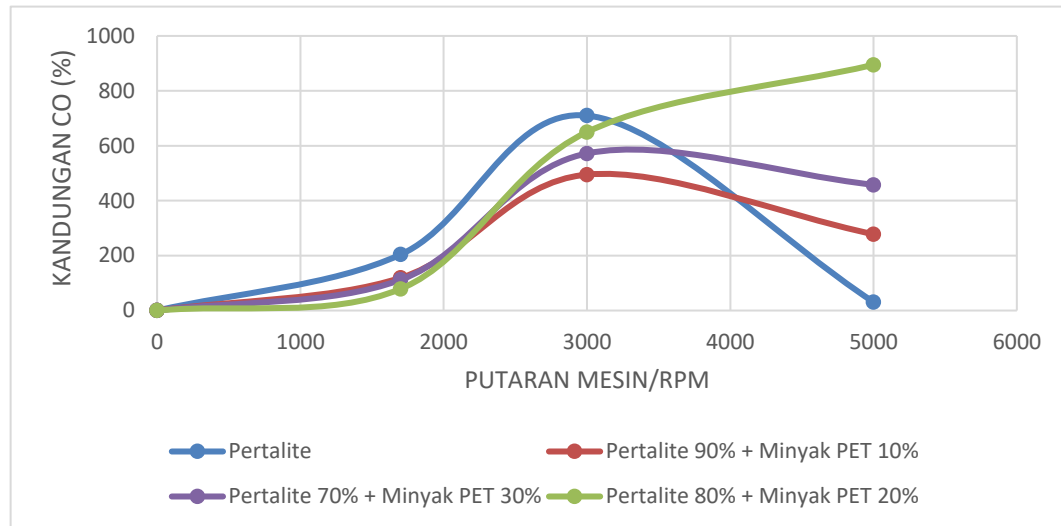
% melewati batas ambang emisi gas buang dan HC mengalami penurunan sebesar 114 ppm tidak melewati ambang batas emisi gas buang.

Dari hasil uji bahan bakar pertalite dan campuran bahan bakar terhadap putaran mesin dengan waktu 60 detik presentase CO terendah didapatkan pada rpm 1700 dengan persentase CO 0,02 % dan CO tertinggi di dapatkan pada rpm 3000 dengan persentase CO 10,75% menggunakan bahan bakar pertalite sebanyak 80% dengan campuran minyak pet dari hasil pirolisi sebanyak 20%. Kenaikan CO terjadi karena setelan bensin yang terlalu boros, busi melemah atau endapan carbon diruang bakar sedangkan Penurunan CO terjadi karena busi dalam keadaan baik, debit bahan bakar yang stabil seperti tersaji pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Pengaruh Putaran terhadap kandungan CO (%) dalam emisi gas buang

Dari hasil uji bahan bakar pertalite dan campuran bahan bakar terhadap putaran mesin dengan waktu 60 detik presentase HC terendah didapatkan pada rpm 1700 dengan persentase 79 ppm dan HC tertinggi di dapatkan pada rpm 5000 dengan persentase HC 895 ppm menggunakan bahan bakar pertalite sebanyak 80% dengan campuran minyak pet dari hasil pirolisi sebanyak 20%. Kadar CO yang tinggi disebabkan oleh campuran bahan bakar dan udara yang tidak stabil, pembakaran pada ruang bakar tidak sempurna sedangkan kadar HC yang rendah disebabkan campuran udara dan bahan barker sempurna seperti tersaji pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Pengaruh Putaran terhadap kandungan HC (ppm) dalam emisi gas buang

Data hasil pengujian emisi gas buang sepeda motor terhadap bahan bakar pertamax dengan campuran bahan bakar alternatif dari limbah plastik jenis pet (*polyethylene terephthlate*) pada kendaraan sepeda motor 110cc disajikan pada tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.5 hasil uji bahan bakar Pertamax

Pengujian Gas Buang Dengan Bahan Bakar Pertamax			
Rpm	Durasi pengujian	Pertamax murni	
		CO (%)	HC (ppm)
1700	60 detik	0,05	52
3000	60 detik	0,54	324
5000	60 detik	9,40	647

Pada pengujian bahan bakar pertamax murni dilakukan dengan durasi waktu 60 detik pada rpm 1700 menghasilkan CO 0,05 % dan HC sebesar 52 ppm, Pengujian pada putaran 3000 rpm menghasilkan CO 0,54% dan HC sebesar 324 ppm, pengujian pada putaran 5000 rpm menghasilkan CO 9,40 % dan HC sebesar 647 ppm Menurut peraturan KemenLH No. 5 Tahun 2006 ambang batas emisi gas buang kendaraan sepeda motor tahun pembuatan > 2010 batas CO 4,5% dan HC 2000 ppm. pada saat rpm 1700 CO dan HC tidak melewati ambang batas emisi gas buang. pada rpm 3000 terjadi kenaikan pada CO sebesar 0,49% tidak melebihi ambang batas sedangkan HC mengalami kenaikan sebesar 272 ppm tidak melewati ambang batas emisi gas buang. Pada rpm 5000 CO

mengalami kenaikan sebesar 8,86 % melewati batas ambang emisi gas buang dan HC mengalami kenaikan sebesar 323 ppm tidak melewati ambang batas emisi gas buang.

Tab 4.6 Hasil uji bahan bakar pertamax dan campuran bahan bakar pet sebanyak 10%

Pengujian Gas Buang Dengan Bahan Bakar Pertamax 90 % + bahan bakar PET 10 %			
Rpm	Durasi pengujian	Pertamax 90 % + minyak pet 10 %	
		CO (%)	HC (ppm)
1700	60 detik	0,09	23
3000	60 detik	0,15	59
5000	60 detik	0,76	427

Pada pengujian bahan bakar pertamax 90 % + bahan bakar PET 10 % dilakukan dengan durasi waktu 60 detik pada rpm 1700 menghasilkan CO 0,09 % dan HC sebesar 23 ppm, Pengujian pada putaran 3000 rpm menghasilkan CO 0,15 % dan HC sebesar 59 ppm, pengujian pada putaran 5000 rpm menghasilkan CO 0,76 % dan HC sebesar 427 ppm. Menurut peraturan KemenHL No. 5 Tahun 2006 ambang batas emsisi gas buang kendaraan sepeda motor tahun pembuatan > 2010 batas CO 4,5% dan HC 2000 ppm. Pada saat rpm 1700 CO dan HC tidak melewati ambang batas emisi gas buang. pada rpm 3000 terjadi kenaikan pada CO sebesar 0,06 % tidak melebihi ambang batas sedangkan HC mengalami kenaikan sebesar 36 ppm tidak melewati ambang batas emisi gas buang. Pada rpm 5000 CO mengalami kenaikan sebesar 0,61 % tidak melewati batas ambang emisi gas buang dan HC mengalami kenaikan sebesar 368 ppm tidak melewati ambang batas emisi gas buang.

Tab 4.7 Hasil uji bahan bakar pertamax 80 % dan campuran bahan bakar pet sebanyak 20%

Pengujian Gas Buang Dengan Bahan Bakar Pertamax 80 % + bahan bakar PET 20 %			
Rpm	Durasi pengujian	Pertamax 80% + minyak pet 20 %	
		CO (%)	HC (ppm)
1700	60 detik	0,01	77
3000	60 detik	0,48	240
5000	60 detik	10,51	615

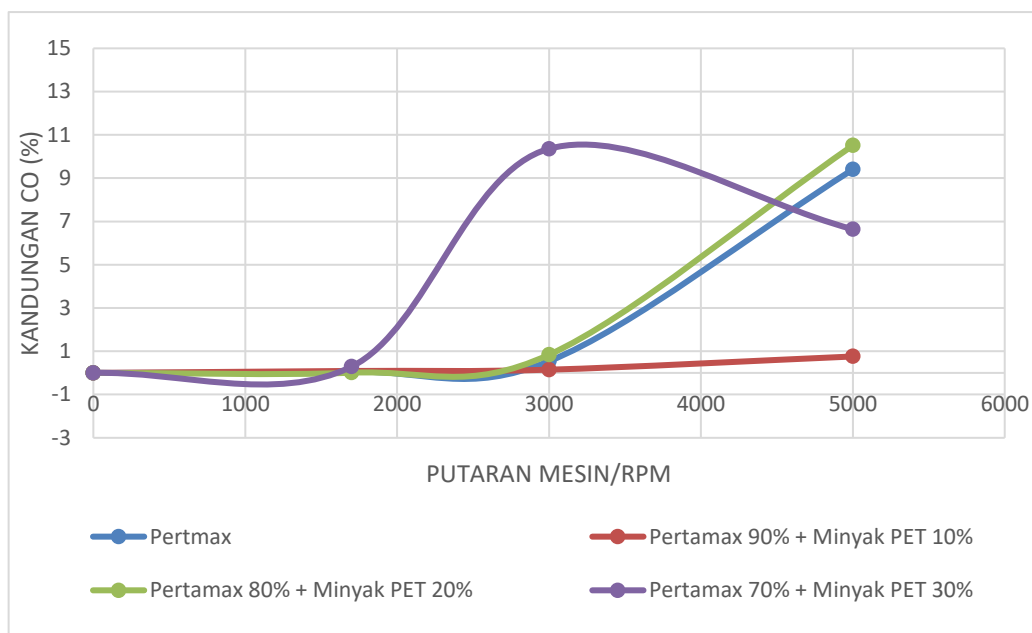
Pada pengujian bahan bakar pertamax 80 % + bahan bakar PET 20 % dilakukan dengan durasi waktu 60 detik pada rpm 1700 menghasilkan CO 0,01 % dan HC sebesar 77 ppm, Pengujian pada putaran 3000 rpm menghasilkan CO 0,48% dan HC sebesar 240 ppm, pengujian pada putaran 5000 rpm menghasilkan CO 10,51 % dan HC sebesar 615 ppm. Menurut peraturan KemenHL No. 5 Tahun 2006 ambang batas emsisi gas buang kendaraan sepeda motor tahun pembuatan > 2010 batas CO 4,5% dan HC 2000 ppm. pada saat rpm 1700 CO dan HC tidak melewati ambang batas emisi gas buang. pada rpm 3000 terjadi kenaikan pada CO sebesar 0,46 % tidak melebihi ambang batas sedangkan HC mengalami kenaikan sebesar 163 ppm tidak melewati ambang batas emisi gas buang. Pada rpm 5000 CO mengalami kenaikan sebesar 10,03 % melewati batas ambang emisi gas buang dan HC mengalami penurunan sebesar 375 ppm tidak melewati ambang batas emisi gas buang.

Tab 4.8 hasil uji bahan bakar pertamax 70 % dan campuran bahan bakar pet sebanyak 30%

Pengujian Gas Buang Dengan Bahan Bakar Pertamax 70 % + bahan bakar PET 30 %			
Rpm	Durasi pengujian	Pertamax 70 % + minyak pet 30 %	
		CO (%)	HC (ppm)
1700	60 detik	0,29	194
3000	60 detik	10,36	620
5000	60 detik	6,64	250

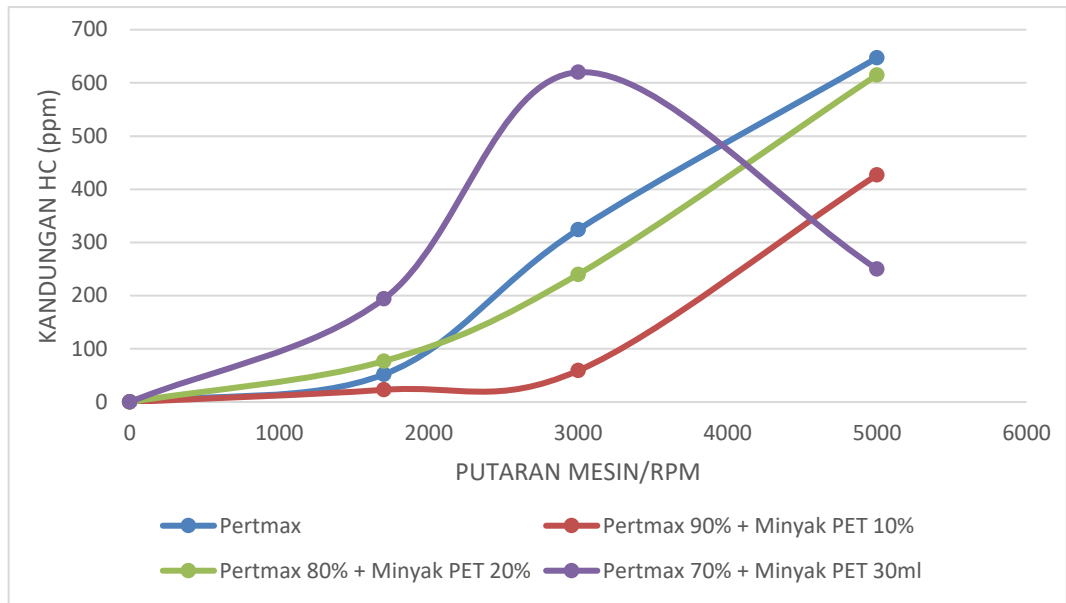
Pada pengujian bahan bakar pertamax 70 % + bahan bakar PET 30 % dilakukan dengan durasi waktu 60 detik pada rpm 1700 menghasilkan CO 0,29 % dan HC sebesar 194 ppm, Pengujian pada putaran 3000 rpm menghasilkan CO 10,36% dan HC sebesar 620 ppm, pengujian pada putaran 5000 rpm menghasilkan CO 6,64 % dan HC sebesar 250 ppm. Menurut peraturan KemenHL No. 5 Tahun 2006 ambang batas emisi gas buang kendaraan sepeda motor tahun pembuatan > 2010 batas CO 4,5% dan HC 2000 ppm. pada saat rpm 1700 CO dan HC tidak melewati ambang batas emisi gas buang. pada rpm 3000 terjadi kenaikan pada CO sebesar 10,07% melebihi ambang batas sedangkan HC mengalami kenaikan sebesar 426 ppm tidak melewati ambang batas emisi gas buang. Pada rpm 5000 CO mengalami penurunan sebesar 3.72 % melewati batas ambang emisi gas buang dan HC mengalami penurunan sebesar 370 ppm tidak melewati ambang batas emisi gas buang.

Dari hasil uji bahan bakar pertamax dan campuran bahan bakar terhadap putaran mesin dengan waktu 60 detik presentase CO terendah didapatkan pada rpm 1700 dengan persentase CO 0,01 % dan CO tertinggi di dapatkan pada rpm 3000 dengan persentase CO 10,51% menggunakan bahan bakar pertalite sebanyak 80% dengan campuran minyak pet dari hasil pirolisi sebanyak 20%. Kenaikan CO terjadi karena setelan bensin yang terlalu boros, busi melemah atau endapan carbon diruang bakar sedangkan Penurunan CO terjadi karena busi dalam keadaan baik, debit bahan bakar yang stabil seperti tersaji pada gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Pengaruh Putaran Mesin terhadap kandungan CO (%) dalam emisi gas buang

Dari hasil uji bahan bakar pertamax dengan campuran bahan bakar PET terhadap putaran mesin dengan waktu 60 detik presentase HC terendah didapatkan pada rpm 1700 dengan persentase 23 ppm menggunakan bahan bakar pertamax dengan campuran minyak PET 10ml dan HC tertinggi di dapatkan pada rpm 3000 dengan persentase HC 620 ppm menggunakan bahan bakar pertamax dengan campuran minyak PET 30ml. Kadar HC yang tinggi disebabkan oleh campuran bahan bakar dan udara yang tidak setabil, pembakaaaran pada ruang bakar tidak sempurna sedangkan kadar HC yang rendah disebabkan campuran udara dan bahan barker sempurna seperti tersaji pada gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4 Pengaruh Putaran mesin terhadap kandungan HC (ppm) dalam emisi gas buang

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Emisi gas buang pada pengujian minyak pertalite dan campuran bahan bakar minyak dari plastik PET dengan pengujian CO (%) pada rpm idle rata-rata yang diperoleh sebesar 0,3 %. Pengujian CO (%) pada 3000 rpm rata rata yang diperoleh sebesar 10,57%. Pengujian CO (%) pada 5000 rpm rata rata yang diperoleh sebesar 6,74 (%). Sedangkan pengujian berdasarkan HC (ppm) pada rpm idle rata rata yang diperoleh sebesar 128,5 ppm. Pengujian HC (ppm) pada 3000 rpm rata rata yang diperoleh sebesar 606,75 ppm. Pengujian HC (ppm) pada 5000 rpm rata rata yang diperoleh sebesar 415,5 (ppm).
2. Emisi gas buang pada pengujian minyak pertamax dan campuran bahan bakar minyak dari plastik PET dengan pengujian CO (%) pada rpm idle rata-rata yang diperoleh sebesar 0,11 %. Pengujian CO (%) pada 3000 rpm rata rata yang diperoleh sebesar 2,97 %. Pengujian CO (%) pada 5000 rpm rata rata yang diperoleh sebesar 6,82 (%). Sedangkan pengujian berdasarkan HC (ppm) pada rpm idle rata rata yang diperoleh sebesar 86,5 ppm. Pengujian HC (ppm) pada 3000 rpm rata rata yang diperoleh sebesar 310,75 ppm. Pengujian HC (ppm) pada 5000 rpm rata rata yang diperoleh sebesar 484,75 (ppm).

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut dalam penggunaan bahan bakar pertalite, pertamax dan campuran bahan bakar minyak hasil dari plastic PET, agar menghasilkan data emisi gas buang yang lebih baik untuk kedepanya dalam mengurangi polusi .

DAFTAR PUSTAKA

- Endang, K., Mukhtar, G., Abed Nego, & Sugiyana, F. X. A. (2016). Pengolahan Sampah Plastik dengan Metoda Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak. *Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, ISSN 1693-*, 1–7.
- Manalu, P. L., Alwi, E., Sugiarto, T., Prof, J., Air, H., & Padang, T. (2015). ALTERNATIF DARI LIMBAH PLASTIK HASIL DARI PYROLISIS tri POD-AP SETARA BENSIN TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN KANDUNGAN EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR 4 TAK. *Automotive Engineering Education Journals*, 1.
- Nofendri, Y., & Haryanto, A. (2021). Perancangan Alat Pirolisis Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.52447/jktm.v6i1.4454>
- Novia, T. (2021). Pengolahan Limbah Sampah Plastik Polythylene Terephthlate (PET) Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Proses Pirolisis. *GRAVITASI: Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, 4(01), 33–41. <https://doi.org/10.33059/gravitasi.jpfs.v4i01.3481>
- Nurahman, V. W., Nugraheni, I. K., & B.P, A. A. (2017). Uji Emisi Gas Buang Pemanfaatan Bahan Bakar Pirolisis Hdpe Pada Motor Bensin 4 Tak 1 Silinder. *Jurnal Elemen*, 4(2), 39. <https://doi.org/10.34128/je.v4i2.46>
- Prasetyo, I., Effendy, M., Mesin, T., & Muhammadiyah, U. (2018). *Bioetanol Dari Bahan Baku Singkong Sebagai Bahan*. 19(2), 43–54.
- Sanjaya, F. L., & Syarifudin, S. (2020). Pengaruh Penambahan Butanol Sebagai Campuran Bahan Bakar Premium Terhadap Torsi dan Daya Mesin Bensin Dengan Sistem EGR. *Accurate: Journal of Mechanical Engineering and Science*, 1(1), 7–10.
- Syamsiro, M., Hadiyanto, A. N., & Mufrodi, Z. (2016). (PDF) Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Sebagai Bahan Baku Mesin Pirolisis Skala Komunal. *Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal*, 1(2), 43–48. https://www.researchgate.net/publication/309210723_Rancang_Bangun_Mesin_Pencacah_Plastik_Sebagai_Bahan_Baku_Mesin_Pirolisis_Skala_Komunal

- Tinus Ginting ST, M. (2019). Abstrak. *ANALISA PENGARUH CAMPURAN PREMIUM DENGAN KAPUR BARUS (NAPHTALEN) TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MESIN SUPRA X 125 CC*, 14(1), 58–67.
- Aprian, Ramadhan, and Ali Munawar. 2012. “Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis.” *Envirotek : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* 4(1): 44–53.
- Apriliani, Asteria dan Agustinus, Franky. 2013. “Pembuatan Etanol Dari Kulit Pisang Secara Fermentasi.” *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* 2(2): 177–80.
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup, and Jakarta. 2013. *Pengertian Pencemaran Udara*.
- Bajus, Martin, and Elena Hájeková. 2010. “THERMAL CRACKING OF THE MODEL SEVEN COMPONENTS MIXED PLASTICS INTO OILS/WAXES.”
- Borman, Gary L, Kenneth W Ragland. 2000. “Combustion Engineering.” In *VGM Career Books*, Boston.
- Budiyantoro, Cahyo. 2010. “Thermoplastik Dalam Industri.” *teknik media,surakarta*.
- Devita, Liza. 2015. “Biodiesel Sebagai Bioenergi Alternatif Dan Prospektif.” *Jurnal Agrica Ekstensia* 9(2): 23–26.
- Dyah, Tri Retno. Wasir, Nuri. 2011. “Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Industri UPN‘Veteran’,Yogyakarta.” *teknik kimia*.
- Ferdnian, Marsius. 2016. “Analisis Uji Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Dampaknya Terhadap Lingkungan Di Kota Balikpapan (Kal-Tim).” *Transmisi XII*: 15–24.
- Fernandez, Donny. 2009. “Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon (Hc) Dan Karbon Monoksida (Co).” *Jurnal Sainstek UNP* 12(1): 1–4.
- Fueleconomy. 2021. “Alternative Fuels.” www.fueleconomy.gov.
<https://www.fueleconomy.gov/feg/current.shtml>.
- Fuhaid, Naif. 2011. “Pengaruh Medan Magnet Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Kinerja Motor Bakar Bensin Jenis Daihatsu Hijet 1000.” *Proton* 3(2):

26–31.

- Gatut Susanta, Hari Sutjahjo. 2007. *Akankah Indonesia Tenggelam Akibat Pemanasan Global?* Jakarta: Penebar Plus.
- Greinetz, Hannah. 2015. “Alternative On-Hand: Why Isn’t Propane a More Prominent Part of Our Alternative Fuels Conversation?” *meetingoftheminds*. <https://meetingoftheminds.org/alternative-hand-isnt-propane-prominent-part-alternative-fuels-conversation-12395>.
- Gusti Bagus Wijaya Kusuma, I. 2002. *6 ALAT PENURUN EMISI GAS BUANG PADA MOTOR, MOBIL, MOTOR TEMPEL DAN MESIN PEMBAKARAN TAK BERGERAK*. Bali 80361, Indonesia. <http://repository.ui.ac.id/contents/koleksi/2/3f192b21fce72b528f72f587a55c409c714a8061.pdf>.
- Hanaki, Keisuke, and Joana Portugal-Pereira. 2018. “The Effect of Biofuel Production on Greenhouse Gas Emission Reductions BT - Biofuels and Sustainability: Holistic Perspectives for Policy-Making.” In eds. Kazuhiko Takeuchi, Hideaki Shiroyama, Osamu Saito, and Masahiro Matsuura. Tokyo: Springer Japan, 53–71. https://doi.org/10.1007/978-4-431-54895-9_6.
- Ismiyati, Devi Marlita, and Deslida Saidah. 2014. “Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor.” *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTransLog)* 01(03): 241–48.
- Jayanti, Novita Eka, Mohamad Hakam, and Indri Santiasih. 2014. “Emisi Gas Carbon Monooksida (Co) Dan Hidrocarbon (Hc) Pada Rekayasa Jumlah Blade Turbo Ventilator Sepeda Motor ‘Supra X 125 Tahun 2006.’” *Rotasi* 16(2): 1.
- Jusnita, -, and Indra Hasan. 1930. “Penggunaan Bahan Bakar Gas Terhadap Sistem Bahan Bakar Injeksi Dan Menggunakan Selenoid Valve 12 Volt Sebagai Pengaman Untuk Konversi Energi Alternatif Pada Sepeda Motor Yang Ramah Lingkungan.” *Photon: Jurnal Sain dan Kesehatan* 7(01): 81–86.
- Landi, Taufan, and Arijanto Arijanto. 2017. “Perancangan Dan Uji Alat Pengolah Sampah Plastik Jenis Ldpe (Low Density Polyethylene) Menjadi Bahan Bakar Alternatif.” *Jurnal Teknik Mesin Undip* 5(1): 1–8.
- Mujiarto, Iman. 2005. “Sifat Dan Karakteristik Material Plastik Dan Bahan

- Aditif.” *Traksi* 3(2): 65–74.
- Mulyadi, E. 2010. “Kinetika Reaksi Katalitik Dekomposisi Gambut.” 10(8): 978–79.
- Ningsih, SW. 2010. “Optimasi Pembuatan Bioplastik Polihidroksianoat Menggunakan Bakteri Mesofilik Dan Media Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit.” Universitas Sumatera Utara:Medan.
- Nityasa M H Y T, Hafidh Frian P, Nur Hasanah, Dr. Widyastuti, S.Sc., M.Sc ”.Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya. 2006. “Pemanfaatan Kulit Pisang Sebagai Bahan Baku Bioetanol Berbasis Fermentasi.” *teknik*.
- Nurminah, Mimi. 2002. “Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik Dan Kertas Serta Pengaruhnya Terhadap Bahan Yang Dikemas.” *USU digital library* 1: 1–15.
<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/7343/fp-mimi.pdf?sequence=1>.
- Ofundu, Osueke dan. 2011. “Conversion of Waste Plastics (Polyethylene) to Fuel by Means of Pyrolysis.” (*IJAEST*) *International Journal of Advanced Engineering Sciences and 86 Technologies* 4(1): 021–024.
- Parinduri, Luthfi, and Taufik Parinduri. 2020. “Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan.” *JET (Journal of Electrical Technology)* 5(2): 88–92.
- Purwaningrum, Pramiati. 2016. “UPAYA MENGURANGI TIMBULAN SAMPAH PLASTIK DI LINGKUNGAN.” *environmental Engineering* 8(2): 141–47.
<https://www.trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/urbanenvirotech/article/view/1421/1234>.
- Tugaswati, A.Tri. 2008. “Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor.” *Komisi Penghapusan Bensin Bertimbel* 1: 1–11. www.kbpp.org/makalah-Ind/emisi.
- wajru. 2009. 18 *Engineering Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor*.
- Wiratmaja, I. 2010. “Pengujian Karakteristik Fisika Biogasoline Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Bensin Murni.” *Jurnal Energi Dan Manufaktur* 4(2).

Yudiarto, Arif. 2010. *Balai Besar Teknologi Pati (B2TP) – BPPT Lampung.*
lampung.





**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2022 – 2023**

Peserta seminar

Nama : Iqbal Rahmanda Manik

NPM : 1707230056

Judul Tugas Akhir : Analisis Emisi Gas Buang Sepeda Motor Terhadap Penggunaan Bahan Bakar Alternatif Dari Limbah Plastik Jenis PET (Polyethylen Teraphtalate)

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I	: H. Muharnif, ST, M.Sc	:	
Pemanding – I	: Khairul Umurani, ST, MT	:	
Pemanding – II	: Rahmatullah, ST, M.Sc	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1707230104	Ahmad Hasbi Nawawi	
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 22 Shafar 1445 H
07 September 2023 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Iqbal Rahmanda Manik
NPM : 1707230056
Judul Tugas Akhir : Analisis Emisi Gas Buang Sepeda Motor Terhadap Penggunaan Bahan Bakar Alternatif Dari Limbah Plastik Jenis PET (Polyethylen Teraphtalate)

Dosen Pemanding – I : Khairul Umurani, ST, MT
Dosen Pemanding – II : Rahmatullah, ST, M.Sc
Dosen Pembimbing – I : H. Muharnif, ST, M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....
.....
lifat Cahata panti bakus
.....
fuzya aghni
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....

Medan, 22 Shafar 1445 H
07 September 2023 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pemanding- I



Chandra A Siregar, ST, MT



Khairul Umurani, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Iqbal Rahmanda Manik
NPM : 1707230056
Judul Tugas Akhir : Analisis Emisi Gas Buang Sepeda Motor Terhadap Penggunaan Bahan Bakar Alternatif Dari Limbah Plastik Jenis PET (Polyethylen Teraphtalate)

Dosen Pembanding – I : Khairul Umurani, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Rahmatullah, ST, M.Sc
Dosen Pembimbing – I : H. Muharnif, ST, M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....
.....*Perbaiki: Sesui binder keangkas*.....
.....

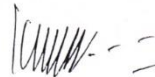
3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

.....
.....
.....

Medan 22 Shafar 1445 H
07 September 2023 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT

Rahmatullah, ST, M.Sc



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya
Bila menerima surat ini agar diarahkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 218/HI.3AU/UMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 06 Maret 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : IQBAL RAHMANDA MANIK
Npm : 1707230056
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : 8 (DELAPAN)
Judul Tugas Akhir : ANALISIS EMESI GAS BUANG SEPEDA MOTOR TERHADAP BAHAN BAKAR ALTERNATIF DARI LIMBAH PLASTIK PET (PELIETIUNA TERAPTALAT)

Pembimbing : H.MUHARNIF ST. M.Sc

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 14 Syaban 1444 H
07 Maret 2023 M

Dekan



Munawar Afansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Iqbal Rahmanda Manik
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Jl. Siti Ambia. Singkil
Agama : Islam
E-Mail : Iqbalrahmandamanik@Gmail.Com
No.Hp : 081262496612

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. MIN 1 Pasar Singkil : 2005-2011
2. SMP Negeri 1 Singkil : 2011-2014
3. SMK Negeri 2 Medan : 2014-2017
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara : 2017-2023

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisis Emisi Gas Buang Sepeda Motor Terhadap Bahan Bakar Alternatif Dari Limbah Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*).

Nama : Iqbal Rahmanda Manik

NPM : 1707230056

Dosen Pembimbing : H. Muharnif M, S.T., M.Sc

No	Hari / Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Senin/19-12-2022	Pengajuan judul	f
2.	Selasa/3-01-2023	memulai dan melengkapi Referensi literatur	f
3.	Sabtu/10-01-2023	- Perbaiki BAB 1 - Lengkapi gambar - Lengkapi referensi	f
4.	Rabu/18-01-2023	- Lanjut BAB 2 - Perbaiki bab 2 Lampir BAB 3	f
5.	Kamis/25-01-2023	- ACC seminar proposal	f
6.	Senin/10-07-2023	- Perbaiki proposal BAB 1 - Perbaiki BAB 3 dan 3 - Lanjut BAB 4 dan 5	f
7.	Kamis/07-09-2023	- ACC seminar hasil - Perbaiki BAB 4 - Perbaiki BAB 5	f
8.	Senin/11-09-2023	ACC sidang	f