



**PERBANDINGAN EMISI GAS BUANG  
ANTARA MOTOR BAKAR EMPAT LANGKAH  
BERBAHAN BAKAR PREMIUM, PERTALITE DAN ELPIJI**

SKRIPSI

Oleh

**DHIMAS TRIADI SETYAWAN**

**NIM 111910101042**

**PROGRAM STUDI STRATA 1**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2015**



**PERBANDINGAN EMISI GAS BUANG  
ANTARA MOTOR BAKAR EMPAT LANGKAH  
BERBAHAN BAKAR PREMIUM, PERTALITE DAN ELPIJI**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)  
Guna Memenuhi Syarat-Syarat Mencapai Gelar Sarjana Teknik

Oleh

**DHIMAS TRIADI SETYAWAN**

**NIM 111910101042**

**PROGRAM STUDI STRATA 1**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2015**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Bapak Ngadiono dan Ibu Sundari Yati tersayang yang senantiasa memberikan semangat, kasih sayang, dan pengorbanan yang tidak kenal lelah hingga saat ini, serta doa yang selalu beliau haturkan dengan penuh keikhlasan hati;
2. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang senantiasa menularkan ilmunya, semoga menjadi ilmu yang bermanfaat dan barokah dikemudian hari. Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, Bapak Dr. Agus Triono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang selalu memberikan saran dan arahan yang sangat membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini. Bapak Santoso Mulyadi, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama dan Bapak Hary Sutjahjono, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah banyak memberi saran dan berbagai pertimbangan menuju ke arah yang benar dalam penyelesaian skripsi ini;
3. Mas habib selaku mekanik di DAIHATSU yang memberikan tempat meneliti dan menguji gas analizer motor bakar 4 langkah.
4. Saudaraku Teknik Mesin 2011 Universitas Jember yang senantiasa memberikan motivasi dan semangat selama perkuliahan hingga saat ini.
5. Mbak Daniar dan teman-teman kos dan yang selalu mendukungku dan menemani disepanjang pengerjaan skripsi ini.
6. Serta staf akademik baik dilingkungan Universitas Jember maupun seluruh instansi pendidikan, perusahaan dan lembaga terkait.

## MOTTO

*Quu anfasakum wa ahlikum naaroo*  
“Peliharalah dirimu dan keluargamu dari api neraka”  
(terjemahan Surat At-Tahrim ayat 6)<sup>\*)</sup>

“Berbuat baiklah kepada semua orang tanpa memandang status mereka niscaya orang lain akan baik padamu”

*Fastabiqul Khoiroot*  
“Maka berlomba-lombalah (dalam membuat) kebaikan”  
(terjemahan Surat Al-Baqarah ayat 148)<sup>\*)</sup>

“Jika kau mudah menyerah maka kau tidak akan mencapai tujuanmu”  
(Eichiro Oda)<sup>\*\*)</sup>

<sup>\*)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. Al-Qur'an dan Terjemahannya. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo

<sup>\*\*)</sup> <http://www.netterku.com/2015/02/kata-bijak-anime-one-piece.html>

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dhimas Triadi Setyawan

NIM : 111910101042

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “PERBANDINGAN EMISI GAS BUANG ANTARA MOTOR BAKAR EMPAT LANGKAH BERBAHAN BAKAR PREMIUM, PERTALITE DAN ELPIJI” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 5 Januari 2016

Yang menyatakan,

(Dhimas Triadi Setyawan)

NIM 111910101042

# **SKRIPSI**

## **PERBANDINGAN EMISI GAS BUANG ANTARA MOTOR BAKAR EMPAT LANGKAH BERBAHAN BAKAR PREMIUM, PERTALITE DAN ELPIJI**

Oleh

Dhimas Triadi Setyawan  
NIM 111910101042

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Agus Triono, S.T., M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Perbandingan Emisi Gas buang antara Motor Bakar empat langkah berbahan bakar Premium, Peralite dan ELPIJI” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Selasa , 5 Januari 2016

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

### Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T.  
NIP 196812071995121002

Dr. Agus Triono, S.T., M.T.  
NIP 197008072002121001

Anggota I,

Anggota II,

Santoso Mulyadi, S.T., M.T.  
NIP 19700228 199702 1 001

Hary Sutjahjono, S.T., M.T.  
NIP 1976812051997021002

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP. 19610414 198902 1 001

## **RINGKASAN**

**Perbandingan Emisi Gas Buang Antara Motor Bakar Empat Langkah Berbahan Bakar Premium, Peralite dan ELPIJI**; Dhimas Triadi Setyawan, 111910101042; 2016; 44 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Cadangan BBM (Premium) semakin menipis dan impor minyak bumi untuk memenuhi kebutuhan minyak dalam negeri menjadi faktor utama penggunaan bahan bakar alternatif. Dengan adanya fenomena ini mendorong manusia untuk berusaha mencari bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar Premium untuk mengoperasikan mesin dengan harapan dalam penggunaan bahan bakar lebih ekonomis, hemat energi dan mengurangi pencermaran udara oleh emisi gas buang. Salah satu jenis bahan bakar alternatif yang memungkinkan adalah bahan bakar Peralite dan gas ELPIJI. Tujuan penelitian untuk memperoleh data perbandingan konsumsi dan kadar emisi gas buang sepeda motor berbahan bakar Premium, Peralite dan ELPIJI. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Desain eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah yaitu variasi Putaran mesin putaran idle, 3000 rpm, 5000 rpm dan 7000 rpm. Kemudian dilakukan pengukuran untuk mengetahui konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar ELPIJI konsumsi bahan bakar mengalami penurunan. Penurunan konsumsi bahan bakar mencapai 16% pada pengujian jarak tempuh 3 km dan kondisi jalan yang sama. Selain itu, terjadi penurunan yang signifikan pada kadar emisi CO, dan HC pada bahan bakar ELPIJI. Penurunan emisi CO tertinggi sebesar 0,14% didapatkan pada putaran 7000 rpm. Penurunan emisi HC tertinggi sebesar 16 Ppm didapatkan pada putaran 7000 rpm.



## **SUMMARY**

***Exhaust Gas Emission Comparason Of Motor Fuel Four Steps Based Fuel Premium , Peralite and ELPIJI ; Dhimas Triadi Setyawan, 111910101042; 2016; 44 Pages; Mechanical Engineering Department of Engineering Faculty, University of Jember.***

*Backup fuel ( Premium ) dwindling and oil imports to meet domestic oil needs a major factor in the use of alternative fuels . With the existence of this phenomenon is encouraging people to seek alternative fuels as a substitute for Premium fuel to operate the machine with hope in a more economical use of fuel , saving energy and reducing air pencermaran by exhaust emissions . One type of alternative fuel is the fuel that allows Peralite and ELPIJI gas . The aim of research to obtain comparative data consumption and exhaust emission levels of motorcycles fueled Premium , Peralite and ELPIJI . This type of research is experimental research . Experimental design used in this study is that the variation round round machine idle, 3000 rpm , 5000 rpm and 7000 rpm . Then measuring to determine the fuel consumption and exhaust emissions .*

*Based on the results of this study concluded that the use of fuel ELPIJI fuel consumption decreased . Reductions in fuel consumption reached 16 % at 3 km of testing mileage and road conditions were the same . Additionally , a significant decrease in emissions of CO and HC in the ELPIJI fuel . The highest CO emission reduction of 0.14 % is obtained at 7000 rpm rotation . The highest decrease in HC emissions by 16 ppm is obtained at 7000 rpm rotation .*

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Perbandingan Emisi Gas buang antara Motor Bakar empat langkah berbahan bakar Premium, Pertalite dan ELPIJ”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia yang tidak pernah henti dalam hidup ini.
2. Ayah Ngadiono dan Ibu Sundari Yati yang telah menjadi orang tua yang sangat baik dalam hal mendidik, mengarahkan, memberi nasehat demi kehidupan penulis yang lebih baik, selalu memberikan kasih sayang, perhatian, materi, dan yang terpenting adalah doa yang selalu beliau haturkan setiap saat untuk penulis dan keluarga.
3. Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, Bapak Dr. Agus Triono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Bapak Santoso Mulyadi, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama dan bapak Hary sutjahjono, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji anggota yang telah banyak sekali memberikan saran dan berbagai pertimbangan menuju ke arah yang benar dalam penulisan skripsi ini;
5. Bapak Dosen Universitas Jember khususnya Jurusan Teknik Mesin yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
6. Ketua Angkatan BEDEBA TM 11 Universitas Jember, M. Syaifuddin Ihsan, yang telah sabar dan mengayomi dulur-dulur di angkatan 2011. Serta seluruh DULUR SAK LAWASE, Doni, Abid, Ropek, Agus, Aris, Rudin, Farihen,

Novan, Anton, Mariy, Agung Cilik, Sofyan Gundul, Yohanes, Asrofi, Ika, Novia, Yurike, Upit, Kiki, Aisyah, Pemi, Fian, Rian, Yunus, Bangkit, Imron, Sadam, Riski klit, Aang, Haqi, Riza, Anugrah, Irsad, Angga, Kahlil, Tito, Muslih, Romi, Rizki Wo, Halim, Jupri, Amril, Adam, Arif war, Arif Rahmat, Arif ngipret, Lutfi, Wildan gobes, Wildan kazik, Dani, Sinyo, Hegar, Wildan Bos, Yulius, Dimas, Ario, Mahfud, Henry, Sofyan Madura, dll. Semoga persaudaraan ini akan tetap terjaga hingga akhir waktu.

7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat

Jember, 5 Januari 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

	HALAMAN
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>MOTTO</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>PEMBIMBING</b> .....	v
<b>PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat .....	3
1.4.1 Tujuan.....	3
1.4.2 Manfaat.....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Motor Bakar .....	4
2.1.1 Motor Bakar Bensin.....	5
2.1.2 Siklus Ideal dan Siklus Aktual Motor Bensin 4 Langkah.....	7
2.1.3 Bahan Bakar .....	10
2.1.4 Konsep Reaksi Pembakaran .....	11
2.2 ELPIJI.....	12

2.3	Pertalite .....	12
2.4	Premium.....	13
2.5	Konverter .....	14
2.6	Konsumsi bahan bakar .....	15
2.7	Emisi Gas Buang .....	15
2.8	Hipotesa .....	16

### **BAB 3.METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Metode Penelitian.....	17
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian .....	17
3.2.1	Tempat Penelitian .....	17
3.2.2	Waktu Penelitian.....	17
3.3	Alat dan Bahan.....	18
3.3.1	Alat .....	18
3.3.2	Bahan .....	18
3.4	Variabel Penelitian .....	19
3.4.1	Variabel Bebas.....	19
3.4.2	Variabel Terikat.....	19
3.5	Prosedur Penelitian.....	19
3.5.1	Penyusunan Alat Penelitian.....	20
3.5.2	Tahap Penelitian .....	20
3.6	Diagram Alir Penelitian.....	21
3.8	Skema Alat Uji.....	23

### **BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Pembahasan dan Analisa .....	24
4.1.1	Analisa Emisi Gas Buang .....	24
4.1.2	Analisa Perbandingan konsumsi bahan bakar .....	28

### **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	kesimpulan .....	29
5.2	Saran.....	29

<b>DAFTAR PUTAKA .....</b>	<b>31</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>32</b>

## DAFTAR GAMBAR

2.1 Skema Sistem Bahan Bakar Bensin .....	5
2.2 Siklus Motor 4 Langkah Motor Bensin.....	7
2.3 Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar SIE.....	7
2.4 Siklus Ideal Motor Bakar 4 Langkah. ....	8
2.5 Perbandingan Siklus Ideal dan Aktual Mesin Bensin .....	9
3.1 Skema alat uji.....	24
4.1 Grafik Hasil Penelitian $\text{CO}_2$ .....	25
4.2 Grafik Hasil Penelitian $\text{O}_2$ .....	26
4.3 Grafik Hasil Penelitian HC .....	27
4.5 Grafik Hasil Penelitian CO.....	28
4.6 Grafik Hasil Pujian Komsumsi Bahan Bakar .....	29

## **DAFTAR TABEL**

3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	17
3.2 Tabel Penyajian Data Uji Emisi .....	23
3.3 Tabel Penyajian Data Komsumsi.....	23



## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan otomotif sebagai alat transportasi, baik di darat maupun di laut, sangat memudahkan manusia dalam melaksanakan suatu pekerjaan. Tetapi di sisi lain penggunaan kendaraan bermotor juga menimbulkan dampak yang sangat buruk terhadap lingkungan, terutama gas buang dari hasil pembakaran bahan bakar yang tidak terurai atau tidak terbakar dengan sempurna (*Anonim 1, 2002*).

Kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar minyak (PREMIUM) mengandung timah hitam (*Leaded gasoline*) berperan sebagai penyumbang polusi cukup besar terhadap kualitas udara dan kesehatan. Kondisi tersebut diperparah oleh menipisnya bahan bakar minyak yang melanda negara. (Abubakar, 2003).

Dengan adanya fenomena ini mendorong manusia untuk berusaha mencari bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar Premium untuk mengoperasikan mesin dengan harapan dalam penggunaan bahan bakar lebih ekonomis, hemat energi dan mengurangi pencemaran udara oleh emisi gas buang. Salah satu jenis bahan bakar alternatif yang memungkinkan adalah bahan bakar Peralite dan gas ELPIJI.

Peralite adalah bahan bakar minyak dari Pertamina dengan ron 90. Peralite memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan Premium. Selain memiliki ron 90 membuat pembakaran pada mesin kendaraan lebih baik dibandingkan dengan Premium yang memiliki ron 88. Sehingga sesuai digunakan untuk kendaraan roda dua. Selain itu juga pertalite ditambahkan zat aditif *EcoSAVE*. Zat aditif *EcoSAVE* ini bukan untuk meningkatkan ron tetapi agar mesin menjadi bertambah halus, bersih dan irit.

Jenis bahan bakar ELPIJI adalah gas yang terbuat dari bahan gas minyak bumi yang dibentuk menjadi cairan. Komposisi ELPIJI terdiri dari campuran propana dan butana. Apabila terjadi kebocoran pada udara yang tenang, gas akan dengan mudah

tersebar secara perlahan. Untuk membantu pendeteksian kebocoran ke atmosfer, ELPIJI ditambah bahan yang berbau yaitu pentana ( $C_5H_{12}$ ).

Komposisi gas ELPIJI yang dipasarkan oleh Pertamina merupakan campuran antara 29,3 % propana, 69,7 % butana, dan 1 % pentana.

Berdasarkan penelitian Romandoni dan Siregar (2013: 1) penurunan emisi CO tertinggi sebesar 99,56 % didapatkan pada putaran 5500 rpm dan penurunan HC tertinggi sebesar 77,67 % didapatkan pada putaran 5500 rpm. Sedangkan konsentrasi  $O_2$  meningkat.

## 1.2 Rumusan masalah

Dalam penelitian ini ada beberapa hal yang menjadi rumusan masalah diantaranya:

1. Bagaimana kadar perbandingan emisi gas buang antara bahan bakar premium, pertalite dan ELPIJI?
2. Bagaimana konsumsi motor bakar menggunakan bahan bakar premium, pertalite dan ELPIJI?

## 1.3 Batasan masalah

Berdasarkan uraian rumusan masalah tersebut, maka pembahasan pada skripsi ini hanya meliputi:

1. Data emisi gas buang diambil berdasarkan alat *exhaust gas analyzer*.
2. Pengujian yang dilakukan adalah konsumsi bahan bakar dan kandungan emisi gas buang (CO), karbon dioksida ( $CO_2$ ), hidrokarbon (HC), Oksigen ( $O_2$ ).
3. Pada pengujian emisi gas buang motor bakar, dilakukan variasi putaran idle, 3000 rpm, 5000 rpm, 7000 rpm.
4. Bahan bakar gas yang digunakan adalah ELPIJI 3kg yang diproduksi oleh Pertamina.
5. Tidak menghitung kandungan kadar NOX.

## **1.4 Tujuan dan Manfaat.**

### 1.4.1 Tujuan.

Tujuan dari penelitian yang ingin dicapai adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui perbandingan kadar emisi gas buang antara bahan bakar premium, pertalite dan ELPIJI.
2. Untuk mengetahui konsumsi bahan bakar premium, pertalit dan ELPEJI pada motor bakar empat langkah.

### 1.4.2 Manfaat.

Manfaat yang diharapkan dengan dilakukan penelitian ini adalah:

1. Memberi pengetahuan kepada masyarakat tentang kadar emisi gas buang pada motor bakar berbahan bakar ELPIJI dan Pertalite.
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi tentang kemungkinan penggunaan bahan bakar ELPIJI dan Pertalite, untuk menghemat dan mengganti bahan bakar Premium.
3. Hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan penelitian lebih lanjut.

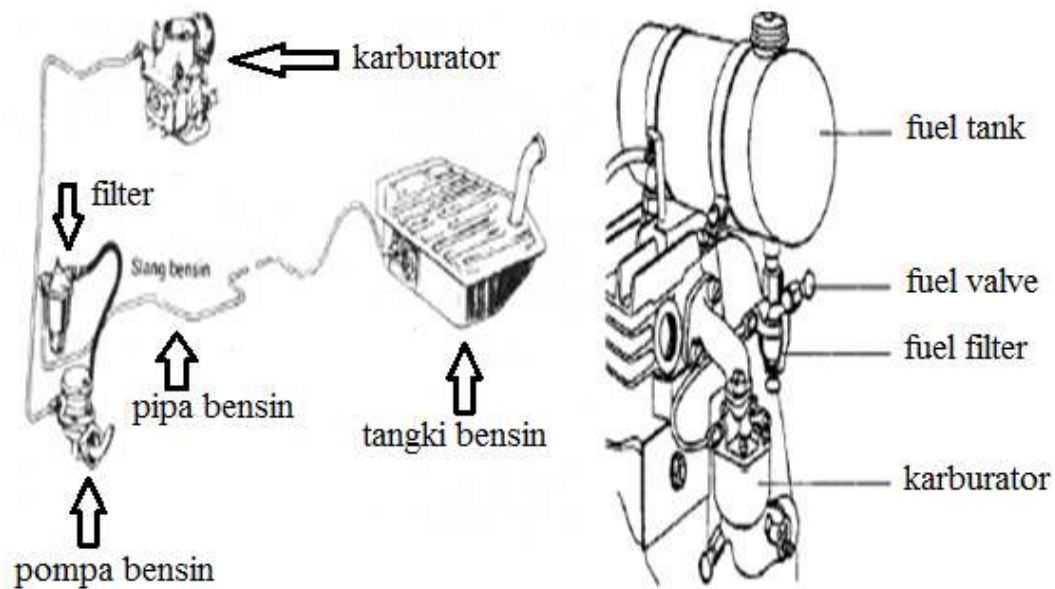
## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Motor Bakar**

Motor bakar adalah salah satu jenis mesin penggerak yang banyak dipakai. Yang memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik. Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Mesin yang cara kerjanya seperti tersebut disebut mesin pembakaran dalam.

Keuntungan mesin pembakaran dalam daripada mesin pembakaran luar adalah konstruksi yang lebih sederhana, tidak memerlukan fluida kerja yang banyak dan efisiensi yang tinggi. Sedangkan mesin dengan pembakaran luar keuntungannya adalah bahan bakar yang digunakan bermacam - macam, mulai dari bahan bakar padat sampai dengan bahan-bakar gas, sehingga mesin pembakaran luar banyak dipakai untuk keluaran daya yang besar dengan bahan bakar murah. Seperti pembangkit tenaga listrik banyak menggunakan mesin uap. Untuk kendaraan transport mesin uap tidak banyak dipakai dengan pertimbangan konstruksinya yang besar dan memerlukan fluida kerja yang banyak (Saputro, 2011).

Syarat terpenting dalam proses pembakaran adalah tersedianya bahan bakar yang bercampur baik dengan udara dan tercapainya suhu pembakaran. Proses pencampuran bahan bakar bensin dan udara terjadi pada karburator. Pada karburator bahan bakar disuplai dari tangki bahan bakar dengan melewati filter bensin dan udara dihisap dari lingkungan setelah melewati filter udara. Pada gambar dibawah ini adalah skema sistem bahan bakar bensin (Suyatno, 2011).



Gambar 2.1 Skema Sistem Bahan Bakar Bensin (Suyatno, 2011)

Bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar ini berupa kabut. Setelah bahan bakar berada dalam ruang bakar maka langkah selanjutnya adalah memampatkan bahan bakar tersebut. Langkah pertama yang dilakukan oleh torak yang bergerak ke atas (TMA) lubang silinder dari titik mati bawah (TMB). Dengan adanya penyempitan didalam ruangan silinder berarti tekanan bahan bakar menjadi meningkat atau tinggi (Arismunandar dkk., 1998).

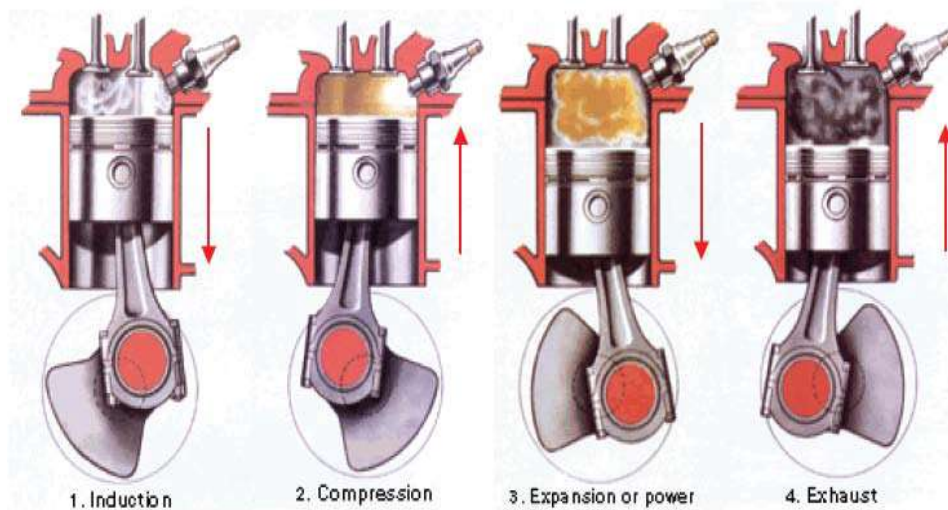
#### 2.1.1 Motor Bakar Bensin

Motor bensin merupakan mesin pembangkit tenaga yang mengubah bahan bakar bensin menjadi tenaga panas dan akhirnya menjadi tenaga mekanik. Bahan bakar standar motor bensin adalah isooktana ( $C_8H_{18}$ ). Motor bensin yang ada dimasa sekarang ini merupakan perkembangan dan hasil evolusi mesin yang semula dikenal sebagai motor otto. Motor tersebut dilengkapi dengan busi dan karburator. Busi menghasilkan loncatan api listrik yang menyalakan campuran bahan bakar dan udara, karena itu motor bensin cenderung dinamai *Spark Ignition Engine* (Irianto, 2013).

Motor bakar bekerja melalui mekanisme langkah yang terjadi berulang-ulang atau periodik sehingga menghasilkan putaran pada poros engkol. Sebelum terjadi proses pembakaran di dalam silinder, campuran udara dan bahan bakar dari karburator akan dihisap kedalam silinder karena adanya vakum dari dalam ruang silinder. Hal ini biasa disebut dengan langkah hisap. Pada langkah ini, piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB), katup isap akan terbuka sedangkan katup buang akan tertutup.

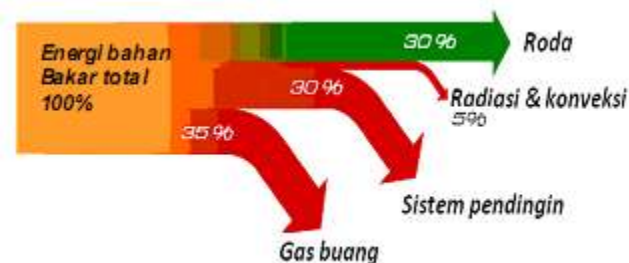
Setelah campuran bahan bakar udara masuk kedalam silinder melalui *intake manifold*, campuran bahan bakar dan udara dikompresikan oleh gerakan torak dari TMB menuju TMA. Hal tersebut biasa disebut dengan langkah kompresi, katup isap dan katup buang tertutup. Karena dikompresi volume campuran menjadi kecil dengan tekanan dan temperatur naik, dalam kondisi tersebut campuran bahan bakar udara sangat mudah terbakar. Sebelum piston sampai TMA campuran dinyalakan oleh percikan bunga api listrik, terjadilah proses pembakaran menjadikan tekanan dan temperatur naik, sementara piston masih terus naik sampai TMA sehingga tekanan dan temperatur semakin tinggi. Setelah sampai TMA kemudian torak didorong menuju TMB dengan tekanan yang tinggi, katup isap dan buang masih tertutup.

Selama piston bergerak menuju dari TMA ke TMB yang merupakan langkah kerja atau langkah ekspansi. Volume gas pembakaran bertambah besar dan tekanan menjadi turun. Sebelum piston mencapai TMB katup buang terbuka, katup masuk masih tertutup. Kemudian piston bergerak lagi menuju ke TMA mendesak gas pembakaran keluar melalui katup buang dan menuju saluran buang (*exhaust manifold*). Proses pengeluaran gas pembakaran disebut dengan langkah buang. Setelah langkah buang selesai siklus dimulai lagi dari langkah isap dan seterusnya. Piston bergerak dari TMA-TMB-TMA-TMB-TMA membentuk satu siklus. Sehingga satu tenaga di dapat dengan dua putaran poros engkol atau empat kali gerak naik turun piston . Motor bakar yang bekerja dengan siklus tersebut diklasifikasikan masuk golongan motor 4 tak atau 4 langkah (Irianto, 2013).



Gambar 2.2 Siklus Motor 4 Langkah Motor Bensin (Arismunandar, 2005)

Pada motor bakar tidak mungkin mengubah semua energi bahan bakar menjadi daya berguna. Energi yang lainnya dipakai untuk menggerakkan asesoris atau peralatan bantu, kerugian gesekan dan sebagian terbuang ke lingkungan sebagai panas gas buang dan melalui air pendingin. Dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.3 Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar SIE (Anfarozzi, 2013)

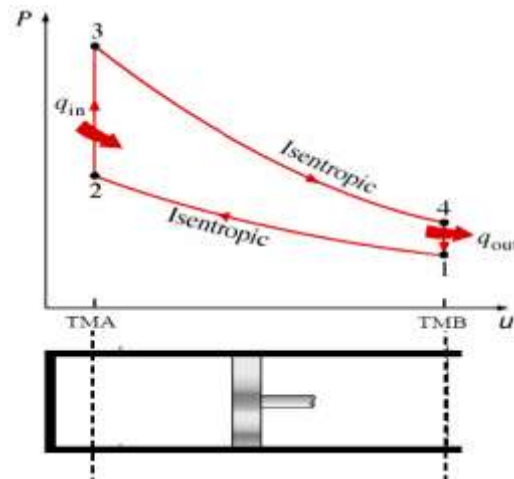
### 2.1.2 Siklus Ideal dan Siklus Aktual Motor Bensin 4 Langkah

Proses teoritis (ideal) motor bensin adalah proses yang bekerja berdasarkan siklus otto dimana proses pemasukan kalor berlangsung pada volume konstan. Beberapa asumsi yang ditetapkan dalam hal ini adalah:

- 1) Kompresi berlangsung isentropis;

- 2) Pemasukan kalor pada volume konstan dan tidak memerlukan waktu;
- 3) Ekspansi isentropis;
- 4) Pembuangan kalor pada volume konstan;
- 5) Fluida kerja udara adalah dengan sifat gas ideal dan selama proses, panas jenis konstan.

Efisiensi siklus aktual lebih rendah dibandingkan dengan siklus teoritis karena berbagai kerugian pada operasi mesin secara aktual yang disebabkan oleh beberapa kasus penyimpangan (Anfarozi, 2013).

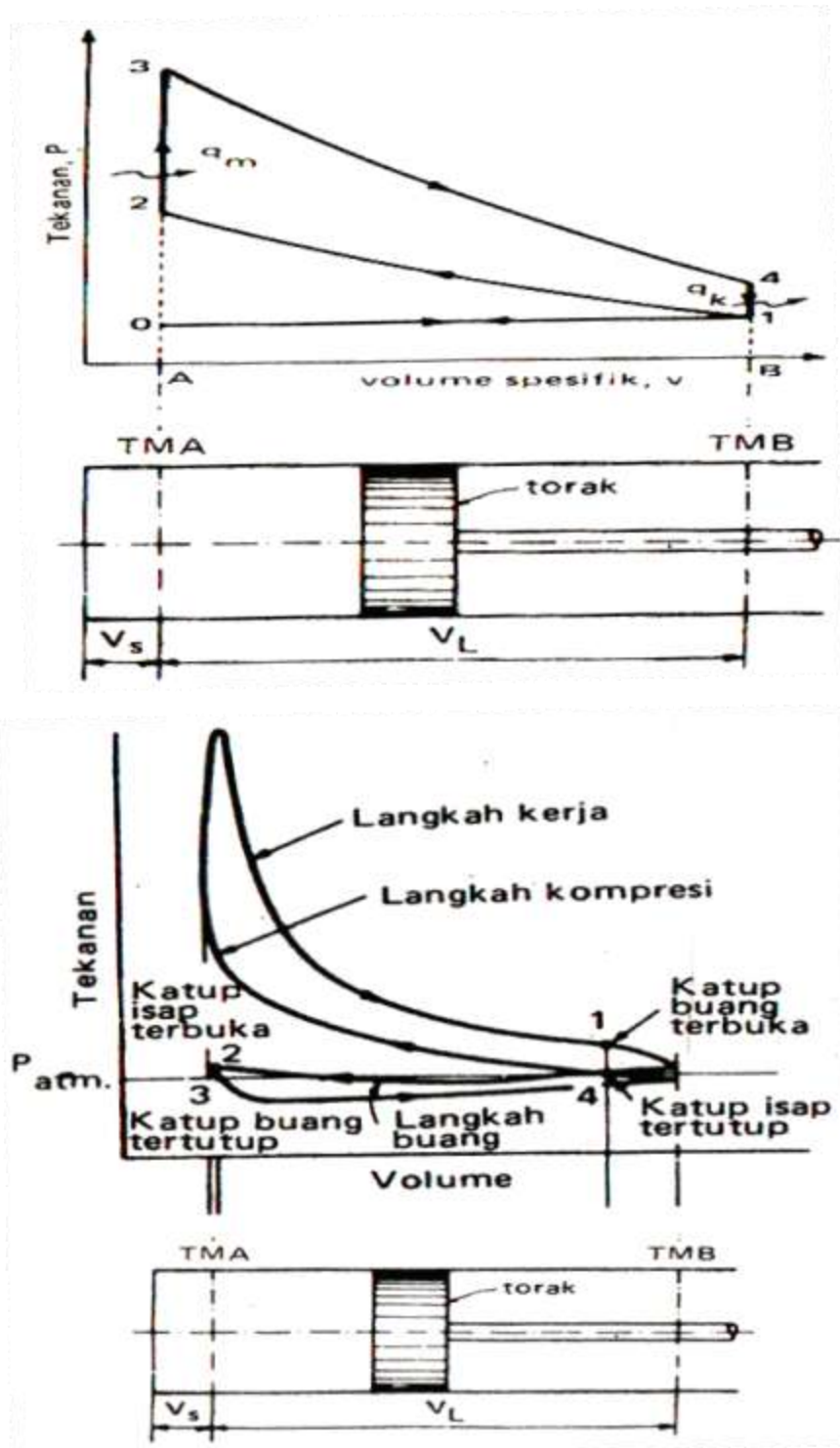


Gambar 2.4 Siklus Ideal Motor Bakar 4 Langkah ( Anfarozi, 2013)

Keterangan:

- 0-1 : Pemasukan BB pd P konstan
- 1-2 : Kompresi Isentropis
- 2-3 : Pemasukan kalor pd V konstan
- 3-4 : Ekspansi Isentropis
- 4-1 : Pembuangan kalor pd V konstan
- 1-0 : Pembuangan gas buang pd P konstan





Gambar 2.5 Perbandingan Siklus Ideal dan Aktual Mesin Bensin (Anfarozzi, 2013)

Berikut adalah beberapa faktor penyebab penyimpangan dari siklus ideal:

- a. Kebocoran fluida kerja karena penyekatan oleh cincin torak dan katup yang tidak dapat sempurna;
- b. Fluida kerja bukanlah udara yang dapat dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik yang konstan selama proses siklus berlangsung;
- c. Pada motor bakar yang sebenarnya, pada waktu torak berada di TMA (Titik Mati Atas) tidak terdapat proses pemasukan kalor seperti pada siklus udara. Pemasukan kalor disebabkan oleh proses pembakaran antara bahan bakar dan udara dalam silinder;
- d. Terjadi kerugian kalor yang disebabkan karena perpindahan kalor fluida kerja ke fluida pendingin. Perpindahan kalor tersebut dikarenakan perbedaan temperature antara fluida kerja dengan fluida pendingin;
- e. Terdapat kerugian energi kalor yang dibawa oleh gas buang dari dalam silinder ke atmosfer sekitarnya. Energi tersebut tidak dapat dimanfaatkan untuk melakukan kerja mekanik;
- f. Kerugian karena gesekan antara piston dan dinding silinder;
- g. Pembukaan katup *exhaust* atau buang yang terlalu awal menyebabkan sebagian dari langkah ekspansi (langkah kerja) terbuang;

### 2.1.3 Bahan Bakar

Ditinjau dari sudut teknis dan ekonomis, bahan bakar diartikan sebagai bahan yang apabila dibakar dapat meneruskan proses pembakaran tersebut dengan sendirinya, disertai dengan pengeluaran kalor. Bahan bakar dibakar dengan tujuan untuk memperoleh kalor tersebut, untuk digunakan baik secara langsung maupun tak langsung. Sebagai contoh penggunaan kalor dari proses pembakaran secara langsung. Beberapa macam bahan bakar yang dikenal adalah:

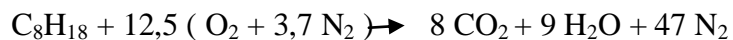
- a. Bahan bakar fosil, seperti: batubara, minyak bumi, dan gas bumi.

- b. Bahan bakar nuklir, seperti: uranium dan plutonium. Pada bahan bakar nuklir, kalor diperoleh dari hasil reaksi rantai penguraian atom-atom melalui peristiwa radioaktif.
- c. Bahan bakar lain, seperti: sisa tumbuh-tumbuhan, minyak nabati, dan minyak hewani.

Di dalam mesin, campuran udara dan bensin (dalam bentuk gas) ditekan oleh piston sampai dengan volume yang sangat kecil dan kemudian dibakar oleh percikan api yang dihasilkan busi. Karena besarnya tekanan ini, campuran udara bensin juga dapat terbakar secara spontan sebelum percikan api dari busi keluar. Bilangan oktan suatu bensin memberikan informasi kepada kita tentang seberapa besar tekanan yang biasa diberikan sebelum bensin tersebut terjadi pembakaran secara spontan. Jika campuran gas ini terbakar karena tekanan yang tinggi (dan bukan karena percikan api dari busi), maka akan terjadi *knocking* atau ketukan didalam mesin. *Knocking* ini akan menyebabkan mesin cepat rusak, sehingga hal ini harus kita hindari (Pratama, 2013).

#### 2.1.4 Konsep Reaksi Pembakaran

Reaksi pembakaran adalah reaksi kimia bahan bakar dan oksigen yang diperoleh dari udara yang akan menghasilkan panas dan gas sisa pembakaran yang berlangsung dalam waktu yang sangat cepat. Reaksi pembakaran tersebut akan menghasilkan produk hasil pembakaran yang komposisinya tergantung dari kualitas pembakaran yang terjadi. Dalam pembakaran proses yang terjadi adalah oksidasi dengan reaksi sebagai berikut :



(sumber: Al Muhajir dkk., 2012)

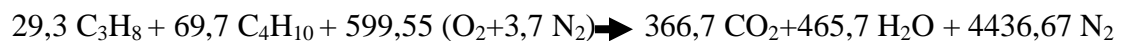
Pembakaran akan dikatakan sempurna apabila campuran bahan bakar dan oksigen (dari udara) mempunyai perbandingan yang tepat, sehingga tidak diperoleh sisa. Bila oksigen terlalu banyak, dikatakan campuran kurus dan hasil pembakarannya menghasilkan api oksidasi. Sebaliknya, bila bahan bakarnya

terlalu banyak (tidak cukup oksigen), dikatakan campuran kaya (*rich*) sehingga pembakaran ini menghasilkan api reduksi. Pada motor bensin, campuran udara dan bahan bakar tersebut dinyalakan dalam silinder oleh bunga api dari busi sebelum titik mati atas (TMA).

## 2.2 Elpiji

Gas ELPIJI adalah gas yang terbuat dari bahan gas minyak bumi yang dibentuk menjadi cairan. Komposisi ELPIJI terdiri dari campuran propana dan butana. Apabila terjadi kebocoran pada udara yang tenang, gas akan dengan mudah tersebar secara perlahan. Untuk membantu pendeteksian kebocoran ke atmosfer, ELPIJI ditambah bahan yang berbau yaitu pentana ( $C_5H_{12}$ ).

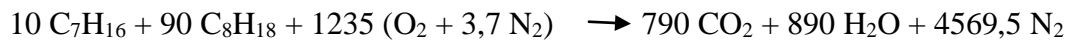
ELPIJI yang dipasarkan oleh Pertamina merupakan campuran antara 29,3% propana  $C_3H_8$ , 69,7 % butana  $C_4H_{10}$ , dan 1 % pentana  $C_5H_{12}$ .



## 2.3 Peralite

Peralite adalah bahan bakar minyak dari Pertamina dengan RON 90. Peralite dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak, diluncurkan tanggal 24 Juli 2015 sebagai varian baru bagi konsumen yang ingin BBM dengan kualitas diatas Premium tetapi lebih murah dari pada Pertamax. Peralite diuji coba di 101 SPBU yang tersebar pada sekitar kota Jakarta, Bandung, dan Surabaya. Selain itu, Peralite memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan Premium.. Selain itu, RON 90 membuat pembakaran pada mesin kendaraan dengan teknologi terkini lebih baik dibandingkan dengan Premium yang memiliki RON 88. Sehingga sesuai digunakan untuk kendaraan roda dua, hingga kendaraan *multi purpose vehicle* ukuran menengah.

Komposisi bahan untuk membuat Pertalite adalah heptana 10% dan oktana 90% selain itu juga ditambahkan zat aditif *EcoSAVE*. Zat aditif *EcoSAVE* ini bukan untuk meningkatkan RON tetapi pembakaran lebih bersih, ramah lingkungan, dan lebih hemat.



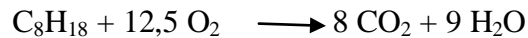
## 2.4 Premium

Premium adalah bahan bakar minyak dari Pertamina dengan RON 88. Premium merupakan senyawa organik (iso oktana dan normal heptana) yang dibutuhkan dalam proses pembakaran. Premium merupakan hasil dari proses destilasi minyak bumi menjadi fraksi yang diinginkan. Premium memiliki kandungan bahan yang berbahaya seperti timbale, sulfur, dan senyawa-senyawa nitrogen yang dapat menimbulkan kerusakan terhadap lingkungan dan kesehatan.

Menurut Permana (2014), karakteristik umum yang perlu diketahui untuk menilai kinerja dari bahan bakar bensin antara lain:

1. Premium ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ )
2. Mudah menguap pada temperatur normal
3. Tidak berwarna, tembus pandang, dan berbau
4. Mempunyai titik nyala rendah ( $-10^\circ\text{C}$  sampai  $-15^\circ\text{C}$ )
5. Mempunyai berat jenis yang rendah ( $0,6 - 0,78 \text{ gr/mm}^3$ )
6. Mempunyai nilai oktan 88
7. Dapat melarutkan oli dan karet
8. Menghasilkan jumlah panas yang besar ( $9.500 - 10.500 \text{ kcal/kg}$ ) Sedikit meninggalkan karbon setelah dibakar.

Bila sejumlah oktana terbakar dengan sempurna akan menghasilkan energi, gas CO<sub>2</sub> dan air, dengan perbandingan seperti yang ditunjukkan sebelah kanan tanda panah.



## 2.5 Konverter

Konverter kit adalah rangkaian alat tambahan pada kendaraan atau mesin yang menggunakan bahan bakar gas. Fungsi Konverter kit untuk mengatur bahan bakar gas dan mengatur tekanan gas yang keluar dari tabung gas.

Konverter kit terdiri dari beberapa komponen di antaranya regulator, konverter, dan tabung gas. Regulator berfungsi sebagai pengatur tekanan gas. Tabung gas sebagai penyimpan bahan bakar gas.

## 2.6 Konsumsi bahan bakar

Konsumsi bahan bakar adalah ukuran banyak atau sedikitnya bahan bakar yang digunakan suatu mesin untuk menempuh jarak tertentu. Campuran bahan bakar yang dihisap masuk ke dalam silinder akan mempengaruhi tenaga yang dihasilkan karena jumlah bahan bakar yang dibakar menentukan besar panas dan tekanan akhir pembakaran yang digunakan untuk mendorong torak dari TMA ke TMB pada saat langkah usaha.

Perhitungan konversi konsumsi bahan bakar dalam rupiah adalah sebagai berikut:

$$H = K \times \text{HARGA BBM}$$

H = harga pemakaian bahan bakar (Rp)

K = konsumsi bahan bakar (ml untuk premium, gr untuk ELPIJI)

Harga BB = Rp/ml untuk premium

Rp/gr untuk ELPIJI

## 2.7 Emisi Gas Buang

Emisi gas buang adalah sisa atau unsur hasil dari pembakaran di dalam ruang bakar yang di lepas ke udara yang ditimbulkan kendaraan bermotor. Emisi gas buang kendaraan bermotor mengandung Karbon Monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), dan Partikel Molekul. Tidak semua senyawa yang terkandung di dalam gas buang kendaraan bermotor diketahui dampaknya terhadap lingkungan. Zat – zat yang berbahaya dari emisi gas buang diantaranya:

### 1. Karbon Monoksida (CO)

Pembentukan karbon monoksida di ruang bakar disebabkan oleh proses pembakaran yang tidak sempurna. Oleh karena itu besar atau kecilnya jumlah karbon monoksida yang dihasilkan oleh setiap kendaraan tersebut sangat tergantung pada tingkat kesempurnaan proses pembakaran.

### 2. Hidrokarbon (HC)

Bensin adalah senyawa hidrokarbon, jadi setiap HC yang didapat di gas buang kendaraan menunjukkan adanya bensin yang tidak terbakar dan terbuang bersama sisa pembakaran. Apabila suatu senyawa hidrokarbon terbakar sempurna (bereaksi dengan oksigen) maka hasil reaksi pembakaran tersebut adalah karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O). Walaupun rasio perbandingan antara udara dan bensin (*AFR=Air Fuel Ratio*) sudah tepat dan didukung oleh desain ruang bakar mesin 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.

### 3. Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)

Konsentrasi CO<sub>2</sub> menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar. Semakin tinggi maka semakin baik. Saat AFR berada di angka ideal, emisi CO<sub>2</sub> berkisar antara 12% sampai 15%. Apabila AFR terlalu kurus atau terlalu kaya, maka emisi CO<sub>2</sub> akan turun secara drastis. Apabila CO<sub>2</sub> berada dibawah 12%, maka kita harus melihat emisi lainnya yang menunjukkan apakah AFR terlalu kaya atau terlalu kurus. Perlu diingat bahwa sumber dari CO<sub>2</sub> ini hanya ruang bakar dan

CC. Apabila  $\text{CO}_2$  terlalu rendah tapi CO dan HC normal, menunjukkan adanya kebocoran pipa knalpot.

#### 4. Oksigen ( $\text{O}_2$ )

Konsentrasi dari oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi  $\text{CO}_2$ . Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna, maka kadar oksigen yang masuk ke ruang bakar harus mencukupi untuk setiap molekul hidrokarbon.

Dalam ruang bakar, campuran udara dan bensin dapat terbakar dengan sempurna apabila bentuk dari ruang bakar tersebut melengkung secara sempurna. Kondisi ini memungkinkan molekul bensin dan molekul udara dapat dengan mudah bertemu untuk bereaksi dengan sempurna pada proses pembakaran. Tapi sayangnya, ruang bakar tidak dapat sempurna melengkung dan halus sehingga memungkinkan molekul bensin seolah-olah bersembunyi dari molekul oksigen dan menyebabkan proses pembakaran tidak terjadi dengan sempurna.

### **2.8 Hipotesa**

Emisi gas buang motor bakar yang berbahan bakar ELPIJI, adalah yang paling baik, diantara pertalite dan premium. Hal ini dikarenakan bahan bakar ELPIJI bersifat satu fase kemungkinan besar akan membuat campuran udara dan bahan bakar lebih homogen. dibandingkan bahan bakar premium, pertalit yang berfase cair dan memerlukan pengkabutan terlebih dahulu agar tercampur dengan udara sebelum masuk ke ruang bakar.



## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini yang digunakan adalah metode eksperimental, yaitu metode yang digunakan untuk menganalisa perbandingan emisi gas buang pada motor 4 langkah berbahan bakar Premium, Peralite dan ELPIJI dan menemukan perbandingan bahan bakar yang paling tepat.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember, mulai bulan September 2015 sampai November 2015.

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan selama 3 bulan. Pada bulan September 2015 sampai Oktober 2015.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan											
		September				Oktober				November			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur	■	■	■	■								
2	Perancangan alat				■	■	■						
3	Analisis Data					■	■	■					
4	Pembahasan								■	■	■	■	■
5	Pembuatan Laporan								■	■	■	■	■

### 3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 3.3.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

1. Motor Bensin 4 Langkah dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Merk Motor : YAMAHA
- Type : 4 langkah SOHC
- Gigi Transmisi : 4 Kecepatan Rotari
- Diameter Silinder : 51 mm
- Panjang Langkah Torak : 54 mm
- Volume Langkah : 110,3 cc
- Perbandingan Kompresi : 9,3:1
- Daya Maksimum : 9.0 PS/8000 rpm
- Torsi Maksimum : 9.2Nm/ 5000 rpm

2. Buret

3. *Stop watch*

4. Komputer

5. *Blower*

7. Gas Analyzer dengan spesifikasi sebagai berikut:

Merk : QROTECH

Type : QRO – 401

8. konverter ELPIJI

9. Tachometer

#### 3.3.2 Bahan

Bahan yang akan dilakukan penelitian ini yaitu:

1. Premium.
2. ELPIJI.
3. Pertalite.

### **3.4 Variabel Penelitian**

#### **3.4.1 Variabel Bebas**

Variabel bebas adalah variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian, variabel bebas yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Variasi Perlakuan

Variasi perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu Pengujian emisi gas buang pada Motor Bensin empat Langkah dengan menggunakan bahan bakar premium, pertalite dan ELPIJI.

b. Putaran mesin

Putaran mesin yang akan dilakukan dalam pengambilan data pada Gas Analyzer menggunakan idle, 3000 rpm, 5000 rpm dan 7000 rpm.

#### **3.4.2 Variabel Terikat**

Variabel terikat merupakan variabel yang besarnya tidak dapat ditentukan sepenuhnya oleh peneliti, tetapi besarnya tergantung pada variabel bebasnya. Penelitian ini mempunyai variable terikat yang meliputi :

a. Putaran poros engkol (rpm);

b. Emisi (CO, HC, CO<sub>2</sub>, dan O<sub>2</sub>).

### **3.5 Prosedur Penelitian**

Seluruh pengambilan data dilakukan pada alat Gas Analyzer.

#### **3.5.1 Penyusunan Alat Penelitian.**

Sebelum dilaksanakan penelitian, terlebih dulu melakukan persiapan menyusun dan perlengkapan penelitian. Sebelum menyusun alat, dilakukan pengecekan kondisi pada motor misalnya karburator, pelumas, bahan bakar, serta pada kenalpot terjadi kebocoran apa tidak. Pengecekan juga dilakukan pada alat uji emisi gas buang yaitu Gas Analyzer.

### 3.5.2 Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

#### a. Tahap Persiapan Pengujian

Setelah proses penyusunan peralatan dan alat uji sudah terpasang dengan baik pada Gas Analyzer maka dilakukan pengecekan kondisi pemasangan pada pipa gas buang, dan alat ukur.

#### b. Tahap Pengujian

Tahapan proses pengujian dapat diperinci sebagai berikut:

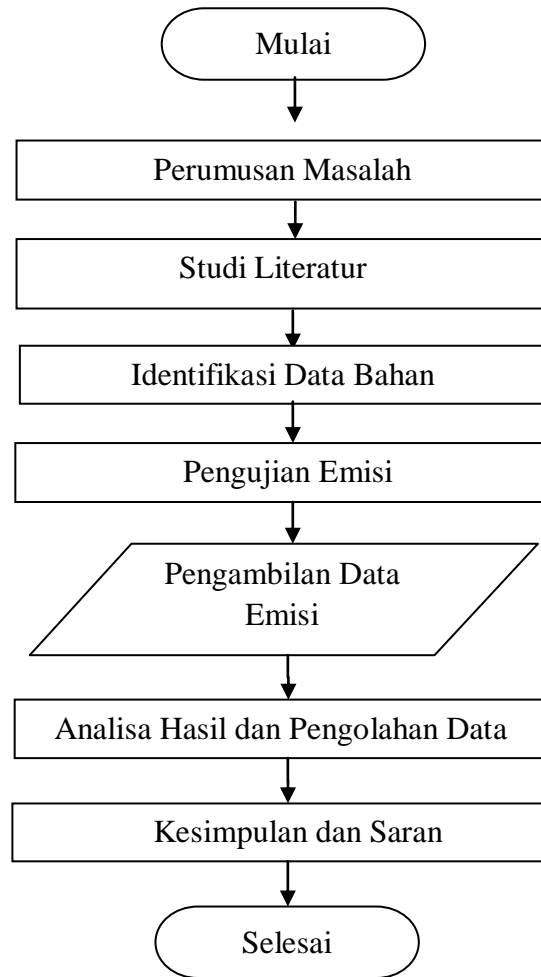
1. Menghidupkan mesin dan mengatur putaran hingga mencapai posisi idle.
2. Menstart pengujian atau proses pengambilan data oleh alat Autologic Gas Analyzer dengan range putaran mesin idle, 3000 rpm, 5000 rpm dan 7000 rpm.
3. Setelah mencapai putaran 7000 rpm pengambilan data selesai (memperhentikan proses pengambilan data pada Gas Analyzer).
4. Mematikan motor.
5. Mengganti bahan bakar menjadi ELPIJI, dan Peralite.
6. Mengulangi langkah 1-5 secara berurutan. Dengan menggunakan bahan bakar ELPIJI, dan Peralite.

#### c. Akhir Pengujian

Setelah proses pengujian atau pengambilan data selesai, langkah yang selanjutnya adalah:

1. Mematikan semua alat elektronik yang digunakan selama pengujian.
2. Melepas semua sensor – sensor dengan perlengkapan lainnya.

### 3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

a. Perumusan Masalah

Langkah pertama kali yang dilakukan sebelum dilakukannya penelitian ini adalah menentukan rumusan masalah yang akan diteliti. Karena dari perumusan masalah ini nantinya akan ditemukan berbagai permasalahan yang akan dibahas dan diteliti.

b. Studi Literatur

Setelah merumuskan masalah yang akan diteliti, maka materi - materi yang menunjang berjalannya penelitian ini diperlukan agar mempermudah dan membatasi penelitian ini maka dari itu diperlukan studi literatur tentang pengujian emisi gas buang pada kendaraan bermotor 4 langkah dengan bahan bakar Premium, ELPIJI dan Peralite.

c. Identifikasi Data Bahan

Mengidentifikasi data pada motor dan data spesifikasi bahan yang akan digunakan pada penelitian ini.

d. Pengujian Emisi

Setelah bahan bakar dirubah dari Premium menjadi ELPIJI, dan Peralite. pada motor bensin 4 langkah, maka dilakukan pengujian emisi untuk mendapatkan perbandingan kadar emisi gas buang.

e. Pengambilan Data Emisi

Pengambilan data dilakukan untuk mendapatkan kadar emisi gas buang motor saat ELPIJI, dan Peralite dan proses pengambilan data diulang sebanyak 3 kali untuk mendapat hasil data yang akurat.

f. Analisa Hasil

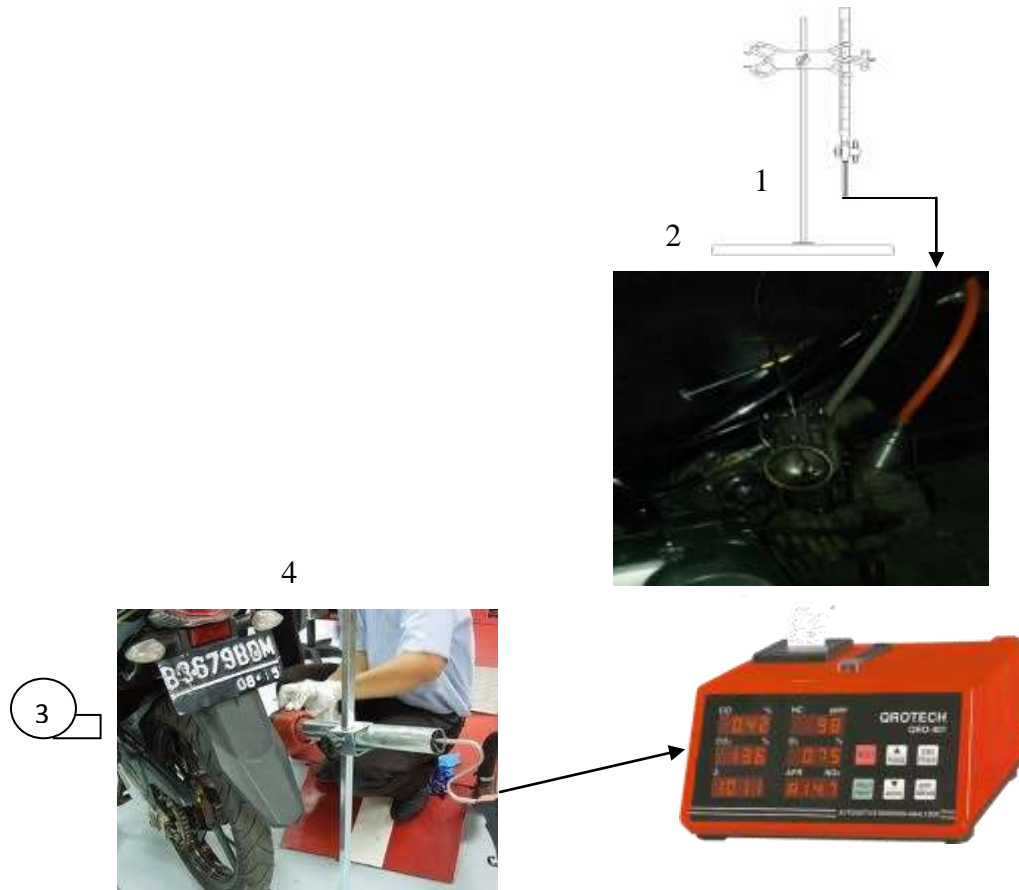
Membandingkan, dan menganalisis hasil data yang diambil dari pengujian emisi gas buang.

g. Kesimpulan dan Saran

Menyimpulkan hasil dari penelitian ini dan memberi saran agar pada penelitian berikutnya bisa dilakukan suatu pengembangan yang lebih baik lagi.

### 3.8 Skema Alat Uji

Skema susunan alat uji yang akan digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Alat uji emisi

(Sumber: <http://www.indonetwork.co.id>, 2015)

Keterangan :

1. Buret (pengujian konsumsi)
2. Karburator .
3. Blower.
4. Gas Analyzer (pengujian emisi)