

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENAMBAHAN *NAPHTHALENE* TERHADAP  
EMISI GAS BUANG PADA MOTOR YAMAHA MIO 125 CC**



Oleh :

**M. RIJAL RAHMADONI SURIYANTO**

**NIM: 12.10202.00058**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSIAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO  
2018**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya

Nama : M. Rijal Rahmadoni Suriyanto

NIM : 121020200058

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan *Naphthalene* Terhadap Emisi Gas

Buang Pada Motor Yamaha Mio 125 CC.

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya buat ini benar-benar hasil karya sendiri dan tidak memplagiat hasil karya orang lain maupun dibuatkan orang lain.

Apabila ternyata terbukti saya melakukan pelanggaran sebagaimana yang telah disebutkan diatas, maka saya bersedia dikenakan sanksi apapun dari fakultas.

Sidoarjo 09 Januari 2018



M. Rijal Rahmadoni Suriyanto

NIM. 121020200058

## LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

### PENGARUH PENAMBAHAN *NAPHTHALENE* TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MOTOR YAMAHA MIO 125 CC

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Starta Satu  
Program Studi Teknin Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Oleh :

M. RIJAL RAHMADONI SURIYANTO

12.10202.00058

Disetujui Untuk Diuji :

Pada Tanggal

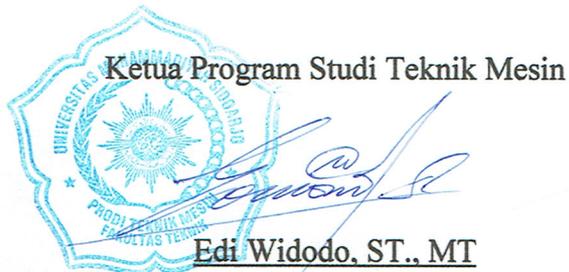
09 Januari 2018

Dosen Pembimbing



A'rasy Fahrudin, ST., MT

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Edi Widodo, ST., MT

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### PENGARUH PENAMBAHAN *NAPTALENE* TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MOTOR YAMAHA MIO 125 CC

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Starta Satu  
Program Studi Teknin Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Oleh :

**M. RIJAL RAHMADONI SURIYANTO**

12.10202.00058

Tanggal Ujian :

09 Januari 2018

Disetujui Oleh :

1. A'rasy Fahrudin, ST., MT  
NIK : 212476

(..........)

2. Dr. Eng. Rahmad Firdaus, ST., MT  
NIP : 196912052005011004

(..........)

3. Iswanto, ST., M.MT  
NIK : 207319

(..........)

  
Dekan Fakultas Teknik  
  
**Izza Anshory, ST., MT**  
NIK. 202239

## PERSEMBAHAN

1. Skripsi ini saya persembahkan untuk Ibunda Sri Kusniwati dan ayah Hariyanto tercinta yang selalu mendoakan dan selalu memberi semangat serta motivasi dalam segala hal.
  2. Untuk istriku Umi Farida,S.AK., yang selalu banyak membantu dan menemani dalam menyelesaikan skripsi ini.
  3. Kepada Bapak A'rasy Fahrudin, ST., MT sebagai dosen pembimbing yang tidak bosan - bosan memberikan arahan dalam menyelesaikan skripsi.
  4. Kepada teman - teman yang saling memotivasi untuk menyelesaikan skripsi.
- Kepada orang- orang yang pernah andil dalam menyusun skripsi ini.



## MOTTO

“Pendidikan Adalah Senjata Yang Paling Mematikan Di Dunia,  
Karena Dengan Itu Anda Dapat Mengubah Dunia”  
(Nelson Mandela)

“Pendidikan Merupakan Perlengkapan Paling Baik Untuk Hari Tua”  
(Aristoteles)



# **PENGARUH PENAMBAHAN *NAPHTHALENE* TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MOTOR YAMAHA MIO 125 CC**

Nama Mahasiswa : M. Rijal Rahmadoni Suriyanto  
NIM : 121020200058  
Dosen Pembimbing : A'rasy Fahrudin, ST., MT

## **ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *naphthalene* terhadap emisi gas buang, dan berapa gram penambahan *naphthalene* paling optimal terhadap penggunaannya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dengan pengujian hanya menggunakan bahan bakar jenis premium dan penambahan kapur barus (*naphthalene*) dengan komposisi 5gr, 10gr, 15gr ke dalam 1lt premium pada sepeda motor Yamaha mio 125 CC. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini melalui pemeriksaan awal terhadap kondisi motor bensin 4 tak, melakukan pemeriksa bahan bakar di dalam gelas ukur, mengkalibrasi alat-alat ukur, dan dilanjutkan pada tahap pengujian dengan menggunakan alat automotive emission analyzer. Hasil penelitian berdasarkan dengan menggunakan alat uji automotive emission analyzer menunjukkan bahwa penambahan *naphthalene* 10gr pada bahan bakar premium murni merupakan yang paling optimal, penambahan *naphthalene* pada bahan bakar premium juga dapat memperbaiki kualitas dari emisi yang di hasilkan.

Kata Kunci : *Naphthalene*, Bahan Bakar, Emisi Gas Buang

***INFLUENCE OF ADDITION OF NAPHTHALENE TO GAS  
EMISSION IN MOTOR YAMAHA MIO 125 CC***

*Student Name* : M. Rijal Rahmadoni Suriyanto  
*NIM* : 121020200058  
*Supporting Lecturer* : A'asy Fahrudin, ST., MT

***ABSTRACT***

*The purpose of this study was to determine the effect of the addition of naphthalene to exhaust emissions, and how many grams of the optimal addition of naphthalene to its use. This research uses experimental method, with testing using only premium fuel and the addition of camphor (naphthalene) with a composition of 5gr, 10gr, 15gr into 1lt of premium on a motorcycle Yamaha mio 125 CC. Data collection techniques in this study through initial inspection of 4-stroke gasoline condition, conducting fuel inspectors in a measuring cylinder, calibrate the measuring tools, and continued in the testing phase by using automotive emission analyzer tool. The results were based on using automotive emission analyzer shows that the addition of 10gr naphthalene to pure premium fuel is the most optimal, the addition of naphthalene to premium fuel can also improve the quality of emissions generated.*

*Keywords: Naphthalene, Fuel, Exhaust Emissions*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “*Pengaruh Penambahan Naphthalene Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor Yamaha Mio 125 CC*” dengan menggunakan metode *eksperimental*”.

Penelitian ini merupakan syarat dalam memperoleh gelar sarjana teknik S-1 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, yang disusun berdasarkan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan.

Dengan selesainya pelaksanaan dan penulisan skripsi ini, penyusun mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Drs. Hidayatulloh, M.Si, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
2. Bapak Izza Anshori, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
3. Bapak Edi Widodo, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
4. Bapak A'rasy Fahrudin, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing.
5. Kedua Orang Tua dan keluarga, yang telah memberikan dukungan moral dan materil selama penyusunan penelitian.
6. Umi Farida yang selalu menyemangati saya dalam penulisan penelitian ini.
7. Teman saya serta semua pihak yang membantu kegiatan penelitian ini.

Penulis berharap agar penelitian ini dapat bermanfaat bagi kepentingan semua pihak di waktu yang akan datang. Selain itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun terhadap penelitian ini guna kebaikan bersama. Akhir kata, penyusun mengucapkan terima kasih.

Sidoarjo, 09 Januari 2018

Peneliti



# DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	iv
PERSEMBAHAN .....	v
MOTTO .....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Penelitian Terdahulu .....	4
2.2 Motor Bakar .....	5
2.3 Parameter Unjuk Kerja Motor Pembakaran Dalam .....	9
2.4 Teori Pembakaran .....	9
2.4.1 Bahan Bakar.....	9
2.4.2 Konsep Reaksi Pembakaran.....	10
2.4.3 Proses Pembakaran .....	12

2.4.4	Persamaan Reaksi Pembakaran .....	14
2.4.5	Fenomena Pembakaran .....	16
2.5	Detonasi .....	17
2.6	Nilai Oktan.....	18
2.7	Bahan Bakar Minyak .....	19
2.8	Premium.....	20
2.9	Zat Aditif.....	21
2.9.1	<i>Tetraethyl Lead (TEL)</i> .....	21
2.9.2	Senyawa Oksigenat.....	22
2.9.3	<i>Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl (MMT)</i> ...	23
2.9.4	<i>Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE)</i> .....	24
2.9.5	<i>Toluene</i> .....	24
2.10	<i>Naphthalene</i> .....	24
2.11	Emisi Gas Buang.....	28
2.12	Kerangka Konseptual.....	33
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>		
3.1	Rancangan Penelitian.....	35
3.2	Teknik Dan Pendekatan Penelitian .....	36
3.3	Identifikasi Variabel Penelitian .....	36
3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	37
3.5	Alat Dan Bahan Penelitian.....	38
3.5.1	Alat Penelitian.....	38
3.5.2	Bahan Penelitian .....	43
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Pengujian Emisi Gas Buang.....	46
4.2	Kandungan Emisi Gas Buang Terhadap Karbon Monoksida (CO) 47	
4.3	Kandungan Emisi Gas Buang Terhadap Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> )... 48	
4.4	Kandungan Emisi Gas Buang Terhadap Hidrokarbon (HC) .....	50
4.5	Kandungan Emisi Gas Buang Terhadap Oksigen (O <sub>2</sub> ).....	51

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Kesimpulan ..... 53  
5.2 Saran ..... 53

DAFTAR PUSTAKA .....54

LAMPIRAN.....

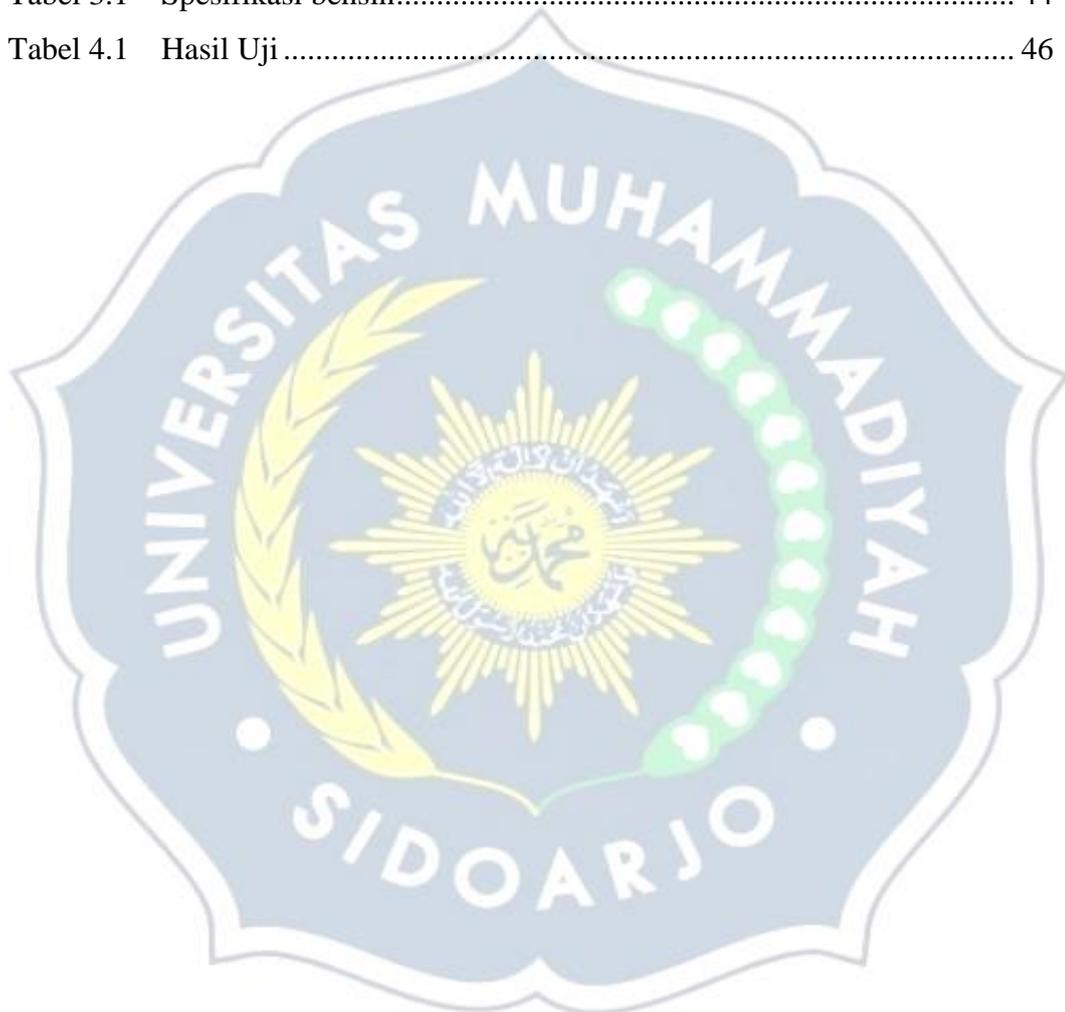


## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Langkah Hisap.....	6
Gambar 2.2 Langkah Kompresi .....	7
Gambar 2.3 Langkah Usaha.....	8
Gambar 2.4 Langkah Buang .....	8
Gambar 2.5 Struktur Kimiawi Ikatan Hidrokarbon Heptana Normal Dan Iso-Oktana .....	20
Gambar 2.6 Bentuk Rumus Bangun <i>Naphthalene</i> .....	25
Gambar 3.1 Rancangan Penelitian .....	35
Gambar 3.2 Motor Uji.....	39
Gambar 3.3 <i>Stopwatch</i> .....	39
Gambar 3.4 Gelas Ukur 100 ml .....	40
Gambar 3.5 Timbangan Digital .....	40
Gambar 3.6 <i>Thermometer Digital</i> .....	41
Gambar 3.7 <i>Tool Kit</i> .....	41
Gambar 3.8 Tangki Bahan Bakar Buatan 350 ml Dan Selang Bensin .....	42
Tambahan .....	42
Gambar 3.9 Toples .....	42
Gambar 3.10 Botol Air Mineral Bekas .....	42
Gambar 3.11 Kawat Pengait .....	43
Gambar 3.12 Automotive Emission Analyzer Stargas 898 .....	43
Gambar 3.13 Bensin.....	44
Gambar 3.14 Kapur Barus ( <i>Naphthalene</i> ) .....	45
Gambar 4.1 Grafik Kandungan Emisi Gas Buang CO .....	47
Gambar 4.2 Grafik Kandungan Emisi Gas Buang CO <sub>2</sub> .....	49
Gambar 4.3 Grafik Kandungan Emisi Gas Buang HC .....	50
Gambar 4.4 Grafik Kandungan Emisi Gas Buang O <sub>2</sub> .....	52

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Udara.....	13
Tabel 2.2 Karakteristik <i>Naphthalene</i> .....	26
Tabel 2.3 Berbagai Komponen Partikel Dan Bentuk Yang Umum Terdapat Di Udara.....	33
Tabel 3.1 Spesifikasi bensin.....	44
Tabel 4.1 Hasil Uji .....	46



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi otomotif di Indonesia semakin berkembang, mengikuti kondisi masyarakat yang memiliki mobilitas tinggi dalam sarana transportasi, ketergantungan masyarakat terhadap sarana transportasi sudah menjadi hal yang wajib dalam mendukung aktifitas kehidupan masyarakat. Dari sekian banyak jenis kendaraan transportasi darat yang ada, sepeda motor merupakan alat transportasi yang paling populer di kalangan masyarakat Indonesia. Hal tersebut dapat dilihat dari jumlah sepeda motor yang beroperasi lebih banyak jika dibandingkan dengan kendaraan transportasi darat jenis lainnya. Setiap kendaraan pasti membutuhkan tenaga untuk dapat bergerak dan beroperasi sebagaimana mestinya. Begitu pula dengan kendaraan bermotor membutuhkan bahan bakar untuk dapat beroperasi. Motor membutuhkan bahan bakar, udara dan system pengapian untuk dapat melakukan proses pembakaran di dalam ruang bakar.

Permintaan para pengguna kendaraan agar memiliki motor dengan mesin yang optimal tetapi tetap ramah lingkungan serta irit bahan bakar maka dilakukan penambahan zat aditif terhadap bahan bakar premium. Dari banyaknya zat aditif yang dijual di pasaran dengan berbagai merk, ada salah satu zat aditif yang dipercaya masyarakat mampu meningkatkan performa motor bakar yaitu *naphthalene* atau kapur barus. Selain mudah di temukan di kehidupan sehari-hari, harganya juga terjangkau.

Kapur barus atau *naphthalene* merupakan zat padat berwarna putih dan transparan yang memiliki bau yang kuat dan menyengat. Ini merupakan zat terpenoid dengan formula kimianya adalah  $C_{10}H_{16}O$ . Kapur barus juga dapat disadap dari pohon-pohon jenis lain dari keluarga laurel, misalnya *Ocotea usambarensis*. Tanaman kayu jenis pohon laurel kamper (*Cinnamomum camphora*), pohon besar yang ditemukan di Asia, terutama di Sumatera,

Kalimantan serta Taiwan, dan pohon *Dryobalanops aromatica*, pohon besar yang tumbuh di hutan Kalimantan mengandung zat terpenoid. Daun rosemary kering (*Rosmarinus officinalis*), dan sejenis tanaman mint lainnya juga mengandung hingga 20% kapur barus. Zat ini dapat digunakan sebagai wewangian, sebagai penyedap makanan (hanya di India), dan sebagai cairan penghangat, untuk keperluan obat-obatan, kimia, ataupun upacara keagamaan. Kapur barus juga dapat dibuat secara sintesis dari terpening.

Daya yang dihasilkan oleh masing-masing kadar campuran *naphthalene* dan bahan bakar mengalami kenaikan seiring kenaikan putaran (Kabib, 2009).

Menurut (Masruki 2009) bahwa campuran bahan bakar dengan kamper atau kapur barus dapat meningkatkan performa mesin. Berdasarkan hal tersebut di atas maka judul yang diambil dalam penelitian ini adalah “*Pengaruh Penambahan Naphthalene Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor Yamaha Mio 125 CC*” dengan menggunakan metode eksperimental”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang masalah yang telah dijelaskan di atas, maka dapat ditentukan masalah dalam penelitian ini yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan *Naphthalene* terhadap emisi gas buang.
2. Berapa Gram penambahan *Naphthalene* paling optimal terhadap emisi gas buang.

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis membatasi masalah dalam penelitian ini hanya membahas tentang:

1. Pengujian hanya menggunakan bahan bakar jenis premium.
2. Pengujian menggunakan sepeda motor Yamaha mio 125 CC.

## 1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh penambahan *Naphthalene* terhadap emisi gas buang.
2. Mengetahui Berapa Gram penambahan *Naphthalene* paling optimal terhadap emisi gas buang.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini untuk menambah pengetahuan, wawasan dan pengalaman tentang penelitian penambahan *naphthalene* pada Bahan bakar minyak jenis premium, dapat digunakan sebagai referensi tambahan untuk penelitian tentang penambahan *naphthalene* pada bahan bakar minyak jenis premium. Bagi masyarakat dapat memberikan terobosan-terobosan baru dalam peningkatan angka oktan yang dapat mengurangi emisi gas buang.



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Masruki Kabib 2009, pengaruh pemakaian campuran premium dengan kamper terhadap emisi gas buang dan performa mesin Toyota kijang seri 4k. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh campuran bahan bakar premium dan kamper terhadap kinerja dan emisi gas buang mobil Toyota kijang seri 4k. Analisis menunjukkan kamper dan campuran bahan bakar pengaruh konten untuk torsi. Mesin peningkatan rotasi untuk kamper dan campuran bahan bakar memberikan pengaruh daya output.

Pengaruh penggunaan campuran top one octane booster dengan premium terhadap emisi gas buang pada motor bensin 4 tak yang dikemukakan oleh Khoirul Muhajir 2012. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil perbandingan emisi gas buang yang dihasilkan motor. Penurunan emisi gas HC pada penambahan octane booster sebesar 11%. Kadar CO pada gas buang mengalami kenaikan 43,7% tetapi mengalami penurunan emisi gas CO sebesar angka 8%, dan aman digunakan sebagai pencampur bahan bakar premium.

Menurut Yolanda J 2011, dalam penelitiannya yang berjudul pengaruh campuran bahan bakar bensin dan etanol terhadap prestasi mesin. Dalam penelitian ini bertujuan mengetahui prestasi mesin pada campuran bahan bakar dengan etanol 5%, 10%, 15%, dan 20%. Dari hasil pengujian prestasi mesin dengan memakai bahan bakar campuran lebih besar dari prestasi mesin yang memakai bahan bakar premium. Pemakaian bahan bakar untuk bahan bakar campuran lebih tinggi dibandingkan bahan bakar premium murni.

Pengaruh variasi campuran metanol dan aseton dengan premium terhadap emisi gas buang, densitas dan laju aliran bahan bakar dengan variasi campuran bahan bakar metanol 4%, metanol 8%, aseton 4%, aseton 8%, dan pada putaran mesin 2000 rpm, 3000 rpm, 4000 rpm, 5000 rpm. Menyatakan

bahwa campuran methanol dan aseton dengan premium dapat mengurangi waktu konsumsi bahan bakar

Tetapi seiring dengan meningkatnya putaran mesin maka waktu konsumsi bahan bakar semakin menurun. Hal ini dikemukakan oleh Yudi Setiawan, Eka Sari Wijianti, dkk, 2016, dengan judul Pengaruh penambahan zat aditif pada premium terhadap polusi udara kendaraan bermotor.

## **2.2 Motor Bakar**

Mesin kendaraan bermotor merupakan pembangkit tenaga yang dapat gerak, di mesin inilah pembangkitan tenaga yang kemudian menyebabkan gerak putar. Pada bagian motor dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu bagian yang tak bergerak dan bagian yang bergerak. Sistem yang ada pada sebuah motor terdiri atas sistem bahan bakar, sistem pelumasan, dan sistem pendingin. Berdasarkan penyalaan bahan bakarnya motor dibedakan menjadi dua, ialah motor diesel dan motor bensin. Motor diesel dan motor bensin bekerja dengan model bolak-balik (naik turun pada motor gerak). Untuk motor diesel menggunakan bahan bakar solar atau minyak diesel, sedangkan untuk motor dengan menggunakan busi disebut motor bensin yang menggunakan bahan bakar bensin. Dalam proses pembakaran tenaga panas bahan bakar akan diubah menjadi tenaga mekanik melalui pembakaran bahan bakar di dalam motor.

Motor bensin yang menggerakkan mobil penumpang, truk, sepeda motor, skuter, dan jenis kendaraan yang lain pada saat ini merupakan perkembangan dan perbaikan mesin sejak semula dikenal dengan sebutan motor otto. Motor bensin dilengkapi dengan busi dan karburator/sistem fuel injection. Busi berfungsi sebagai penghasil loncatan bunga api yang akan menyalakan bahan bakar dengan campuran udara, karena hal tersebut motor bensin juga disebut sebagai spark ignition engine. Sedangkan karburator/sistem fuel injection merupakan komponen yang berfungsi sebagai pencampur bahan bakar dan udara.

Pada motor bensin, campuran bahan bakar dan udara yang dihisap ke dalam silinder/ruang bakar dimampatkan dengan menggunakan torak lalu

dibakar untuk memperoleh tenaga panas. Gas-gas yang terbakar akan meningkatkan suhu dan tekanan di dalam silinder/ruang bakar, sehingga torak yang berada di dalam silinder/ruang bakar akan bergeser turun (translasi) akibat menerima tekanan yang tinggi (Soenarta, Nakula, 1985).

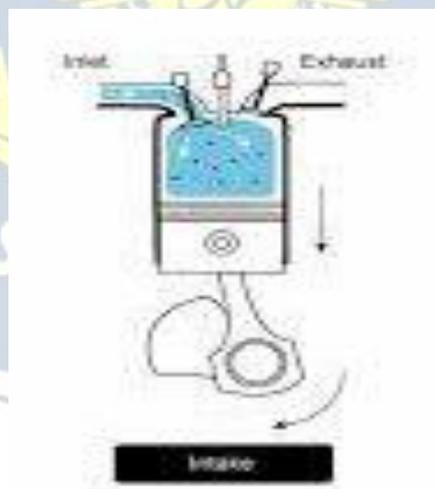
a. Prinsip Kerja Motor Bensin 4 Tak

Suyanto, 1989:20 motor bensin 4 tak adalah salah satu jenis motor pembakaran tingkat dalam yang menggunakan bensin sebagai bahan bakarnya dan dalam satu siklus motor ini melakukan 2 kali putaran poros engkol 4 dan kali langkah torak.

Langkah-langkah tersebut meliputi:

1) Langkah Hisap

Langkah hisap menurut Suyanto 1989:21, adalah torak bergerak dari TMA ke TMB, katup hisap terbuka dan katup buang tertutup. Gerakan torak menyebabkan bertambahnya volume di dalam silinder sehingga tekanan di dalam silinder lebih kecil dari pada di luar silinder. Perbedaan tekanan inilah yang mengakibatkan campuran bahan bakar dan udara terhisap masuk ke dalam silinder.



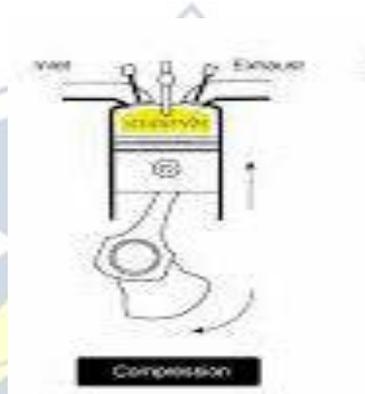
Gambar: 2.1 Langkah Hisap

Sumber :

[www.google.com/search?1=induction+compression+ignition+exhaust.](http://www.google.com/search?1=induction+compression+ignition+exhaust)

## 2) Langkah Kompresi

Langkah kompresi adalah torak bergerak dari TMA ke TMA, katup hisap dan katup buang tertutup. Poros engkol bergerak 1 kali disaat torak mencapai TMA. Langkah kompresi merupakan langkah dimana campuran bahan bakar dan udara telah terhisap ke dalam silinder dan dikompresikan ke dalam ruang bakar. Proses ini menyebabkan bertambahnya tekanan dan suhu di ruang bakar.



Gambar : 2.2 : Langkah kompresi

Sumber :

[www.google.com/search?q=induction+compression+ignition+exhaust](http://www.google.com/search?q=induction+compression+ignition+exhaust)

## 3) Langkah usaha

Menurut Suyanto 1989:3, tekanan yang tinggi di ruang bakar dibutuhkan saat langkah usaha untuk mendorong torak bergerak dari TMA ke TMB sehingga poros engkol berputar. Cara yang dapat dilakukan dengan membakar campuran bahan bakar dan udara yang telah terkompresi di ruang bakar dengan percikan bunga api elektroda busi, pada saat sebelum torak mencapai TMA yang menyebabkan bahan bakar bisa terbakar. Terbakarnya bahan bakar ini mengakibatkan tekanan di ruang bakar meningkat dengan cepat sehingga bisa mendorong torak dari TMA ke TMB.

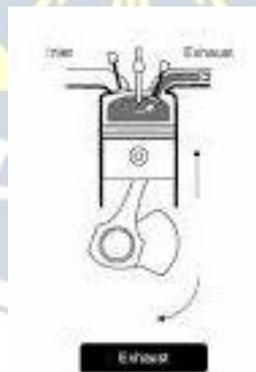


Gambar : 2.3 : Langkah usaha

Sumber: [www.google.com/search?q=induction+compression+ignition](http://www.google.com/search?q=induction+compression+ignition).

#### 4) Langkah buang

Torak bergerak dari TMA ke TMB pada saat langkah buang, katup hisap tertutup dan katup buang terbuka. Sisa gas pembakaran terdorong oleh torak dan dikeluarkan dari ruang bakar melalui katup buang kemudian diteruskan ke dalam saluran pembuangan/knalpot. Menurut Suyanto 1989:24, proses tersebut akan kembali ke proses langkah hisap saat torak mencapai TMA di akhir langkah buang. Sisa gas-gas hasil pembakaran dilepaskan ke udara bebas. Beberapa gas yang telah dijabarkan di atas akan ikut terbuang dan menjadi polutan yang berakibat mengotori udara pada lingkungan.



Gambar: 2.4 : Langkah buang

Sumber :

[www.google.com/search?q=induction+compression+ignition+exhaust](http://www.google.com/search?q=induction+compression+ignition+exhaust)

### 2.3 Parameter Unjuk Kerja Motor Pembakaran Dalam

Parameter unjuk kerja suatu motor pembakaran dalam berpengapian dalam adalah sebagai berikut.

#### a. Daya Poros Efektif

Tujuan utama dari penggunaan suatu mesin adalah daya (mechanical power). Daya didefinisikan sebagai kaju kerja dan sama dengan perkalian antara gaya dengan suatu kecepatan linier suatu torsi dengan kecepatan angular. Sehingga dalam pengukuran daya menggunakan pengukuran gaya atau torsi dan kecepatan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan dinamometer dan tachometer atau alat lain dengan yang sama.

$$\text{daya(Bhp)} = \frac{T \times rpm}{5252} \dots\dots\dots (2-1)$$

#### b. Konsumsi bahan bakar spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik didefinisikan sebagai jumlah bahan bakar yang dipakai untuk menghasilkan satu satuan daya dalam waktu satu jam dan dirumuskan sebagai.

$$\text{SFC} = \frac{m_f}{bhp} \dots\dots\dots (2-2)$$

## 2.4 Teori Pembakaran

### 2.4.1 Bahan Bakar

Bahan bakar pada umumnya merupakan suatu senyawa yang mengandung unsur hidrokarbon. Hampir semua jenis bahan bakar yang beredar di pasaran berasal dari minyak bumi beserta turunannya yang kemudian diolah menjadi berbagai macam dan jenis bahan bakar. Bahan itu sendiri sangat diperlukan dalam proses pembakaran yang terjadi di ruang bakar. Bahan bakar yang digunakan motor bakar harus memenuhi kriteria sifat fisik dan sifat kimia, antara lain :

- a) Nilai bakar bahan bakar itu sendiri
- b) Densitas energi yang tinggi
- c) Tidak beracun
- d) Stabilitas panas

- e) Rendah polusi
- f) Mudah dipakai dan disimpan

Sedangkan sifat alamiah dari bahan bakar itu sendiri:

- a. *Volatility* (Penguapan) adalah kemampuan menguap dari bahan bakar pada temperatur tertentu dalam proses destilasi.
- b. Titik nyala adalah temperatur tertentu dimana bahan bakar dapat terbakar dengan sendirinya tanpa bantuan percikan api.
- c. Gravitasi spesifik, merupakan perbandingan berat jenis bahan bakar terhadap acuan tertentu (terhadap berat jenis udara ataupun air).
- d. Nilai bakar, merupakan jumlah energi yang terkandung dalam bahan bakar.

Bahan bakar yang digunakan dalam motor bakar dapat dibedakan menurut wujudnya menjadi 3 kelompok, yaitu gas, cair, dan padat. Bahan bakar gas pada saat ini biasanya berasal dari gas alam, sedangkan bahan bakar cair berasal dari hasil penyulingan minyak bumi. Bahan bakar padat biasanya berupa batu bara. Adapun kriteria utama yang harus dipenuhi bahan bakar yang akan digunakan dalam motor bakar adalah sebagai berikut :

- a. Proses pembakaran bahan bakar dalam silinder harus secepat mungkin dan panas yang dihasilkan harus tinggi.
- b. Bahan bakar yang digunakan harus tidak meninggalkan endapan atau deposit setelah proses pembakaran, karena akan menyebabkan kerusakan pada dinding silinder.
- c. Gas sisa pembakaran harus tidak berbahaya pada saat dilepaskan ke atmosfer.

#### **2.4.2 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 :

Karbon + Oksigen = karbon dioksida + panas

Hidrogen + Oksigen = uap air + panas

Sulfur + oksigen + sulphur dioksida + panas

Pembakaran akan dikatakan sempurna apabila campuran bahan bakar dan oksigen (dari udara) mempunyai perbandingan yang tepat (*stoichiometric*), hingga 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 pada akhir langkah kompresi dengan suhu pembakaran berkisar antara 2100°K sampai 2500°K. waktu pembakaran yang teratur lamanya kira-kira 3 mili detik (0,003 s).

Oleh karena reaksi pembakaran yang sangat cepat akan mengakibatkan terjadinya gangguan dalam system pembakaran, antara lain terjadi pembakaran sendiri (*self ignition*) oleh karena adanya sisa bahan bakar yang tidak terbakar. Hal ini disebabkan oleh hal-hal sebagai berikut :

- a. Angka oktan yang terlalu rendah
- b. Penyetelan sudut pengapian yang tidak tepat
- c. Busi terlalu panas
- d. Pendinginan terlalu miskin
- e. Terbakarnya sisa pembakaran sebelumnya
- f. Bentuk ruang bakar yang tidak sesuai

Gangguan-gangguan pada pembakaran ini akan sangat merugikan efektivitas mesin maka mendapatkan untuk pembakaran yang baik maka diperlukan syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Jumlah udara yang sesuai
- b. Temperatur yang sesuai dengan penyalaan bahan bakar
- c. Waktu pembakaran yang cukup
- d. Kerapatan yang cukup untuk merambatkan api dalam silinder

Reaksi pembakaran baik bahan bakar bensin maupun bahan bakar gas merupakan reaksi oksidasi antara senyawa hidrokarbon dengan oksigen sehingga dihasilkan produk berupa karbon dioksida, uap air, oksida nitrogen atau produk lainnya tergantung pada kualitas pembakaran.

### 2.4.3 Proses Pembakaran

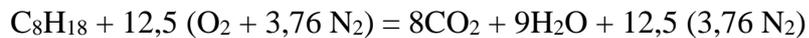
Proses pembakaran adalah peristiwa perubahan yang berlangsung mulai dari bahan bakar sampai terjadinya tenaga yang berguna dalam bentuk gerak atau tenaga kinetis. Proses pembakaran yang terjadi pada motor bakar, tidak lain merupakan suatu reaksi kimia yang berlangsung pada temperatur yang tinggi dan dalam waktu yang sangat singkat. Reaksi kimia ini disebut suatu reaksi yang *exotherm*, dimana dari reaksi ini dilepaskan atau dihasilkan sejumlah besar panas. Panas tersebut merupakan tenaga aliran yang kuat dan mendorong piston, akibatnya piston bergerak. Gerakan piston merupakan gerak lurus bolak-balik atau disebut juga gerak translasi. Oleh poros engkol dan batang penggerak, gerakan translasi diubah menjadi gerak putar atau gerak rotasi (Jama, 2008).

Selama proses pembakaran, butiran minyak bahan bakar menjadi elemen komponennya. Hidrogen akan bergabung dengan oksigen untuk membentuk air, dan karbon bergabung dengan oksigen menjadi karbon dioksida. Jika proses pembakaran tidak cukup tersedia oksigen, maka sebagian karbon akan bergabung dengan oksigen menjadi karbon monoksida. Akibat terbentuknya karbon monoksida, maka jumlah panas yang dihasilkan hanya 30 persen dari panas yang ditimbulkan oleh pembentukan karbon monoksida sebagaimana ditunjukkan oleh reaksi kimia berikut (Wardono, 2004 dalam kumbara, 2012).

Reaksi cukup oksigen:  $C + O_2 \rightarrow CO_2 + 393,5 \text{ kJ}$

Reaksi kurang oksigen:  $C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO + 110,5 \text{ kJ}$

Pada proses pembakaran, yaitu setelah akhir dari langkah kompresi, loncatan api listrik busi merambat ke campuran bahan bakar-udara yang homogen dan membakar campuran tersebut. Reaksi pembakaran ideal adalah seperti berikut (Hardjono, 2001 dalam Kirana, 2005).



Pembakaran pada motor bakar torak adalah proses reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen yang terjadi dalam ruang bakar, yang menghasilkan energi kalor. Oksigen ini diperoleh dari campuran bahan bakar dengan udara yang masuk ke dalam mesin. Komposisi dari udara tersebut sebagian besar mengandung Oksigen dan Nitrogen serta sebagian kecil dari udara tersebut mengandung gas yang lain. Seperti terlihat pada tabel berikut:

Nama	Simbol	Molekul Berat	Analisa persen (%)		Relatif Terhadap O <sub>2</sub>		Mol berat per mol udara
			Volume	Berat	Volume	Berat	
Oksigen	O <sub>2</sub>	32,0	20,99	23,2	1	1	6,717
Nitrogen	N <sub>2</sub>	28,02	78,03				21,848
Argon	A	40,0	0,94		3,76	3,31	0,376
Karbon dioksida	CO <sub>2</sub>	44,0	0,03	76,8			0,013
Gas Lain	-	-	0,01				-
Total Udara	-	28,95	100,00	100,0	4,76	4,311	28,95

Tabel 2.1 Komposisi udara

Bahan bakar yang lazim digunakan pada mesin mobil adalah bensin (premium). Rumus kimia dari bensin adalah C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, dengan perbandingan atom hidrogen dan karbon  $1.6 < \text{H}/\text{C} < 2.1$ . Adapun reaksi pembakaran bahan bakar hidrokarbon secara umum adalah:



Persamaan reaksi kimia di atas menunjukkan reaksi pembakaran yang sempurna dari 1 mol bahan bakar. Selama proses pembakaran, senyawa hidrokarbon terurai menjadi senyawa-senyawa hidrogen dan karbon yang

masing-masing bereaksi dengan oksigen membentuk CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.

Pada saat proses pembakaran dimana terdapat kelebihan udara,  $\alpha > 1$ , gas hasil pembakaran akan mengandung O<sub>2</sub>. maka reaksi pembakaran di atas akan berubah menjadi:

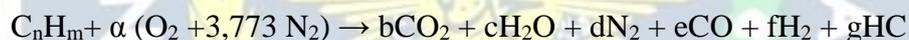


Dimana:  $\alpha =$  koefisien kelebihan udara

$x =$  jumlah mol pada sisa oksigen

$$= 0,5 [2\alpha (n+m/4) - (2n + m/2)]$$

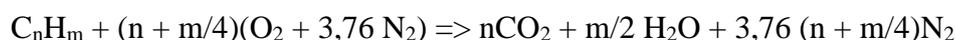
Untuk komposisi campuran bahan bakar dan udara dimana  $\alpha < 1$ , maka akan terjadi kekurangan O<sub>2</sub> untuk proses pembakaran. Sehingga membuat reaksi pembakaran berlangsung tidak sempurna. Akibat kekurangan ini, akan terbentuk gas CO serta terdapat sisa gas H<sub>2</sub> dan hidrokarbon HC yang belum sempat terbakar. Reaksi ini dapat dinyatakan dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Jumlah mol dari masing-masing gas buang tersebut dapat diketahui melalui pengukuran dan analisa gas buang. Nitrogen tidak berperan pada proses pembakaran, namun pada temperatur yang tinggi nitrogen akan bereaksi membentuk senyawa NO. setelah proses pembakaran, NO ini masih bereaksi dengan oksigen membentuk NO<sub>2</sub>, yang merupakan gas berbahaya bagi kesehatan.

#### 2.4.4 Persamaan Reaksi Pembakaran

Persamaan reaksi pembakaran teoritis antara hidrokarbon dengan udara adalah sebagai berikut:

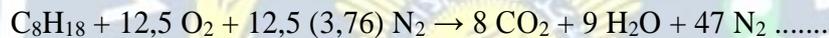


Persamaan diatas menyatakan perbandingan stokiometris dari udara-bahan bakar yang tersedia cukup oksigen untuk mengubah seluruh bahan bakar menjadi produk yang bereaksi sempurna AFR stoikometris tergantung komposisi kimia bahan bakar.

Bahan bakar yang digunakan pada mesin yang di uji adalah premium. Rumus kimia premium adalah  $C_8H_{18}$ . reaksi pembakaran bahan bakar premium adalah sama dengan persamaan reaksi pembakaran teoritis antara hidrokarbon dengan udara, hal ini disebabkan karena premium merupakan senyawa dari hidrokarbon. Adapun persamaan adalah sebagai berikut :



Angka 3,76 adalah harga perbandingan nitrogen dan oksigen di udara. Berdasarkan kesetimbangan reaksi, harga x, a, dan b dapat dihitung, hasilnya adalah:  $x = 12,5$ ,  $a = 8$ ,  $b = 9$ ; sehingga reaksi tersebut secara lengkap adalah :



Bila reaksi yang terjadi seperti di atas, maka reaksi pembakarannya disebut proses pembakaran stoikiometris dimana semua atom oksigen bereaksi sempurna dengan bahan bakar. Komposisi produk hasil pembakaran akan berbeda untuk campuran udara-bahan bakar kaya dengan campuran udara bakar miskin dan nilai AFR stoikiometris tergantung komposisi bahan bakar, oleh karena itu parameter yang dipakai untuk menyatakan komposisi campuran yaitu rasio antara AFR actual atau sebenarnya terhadap AFR stoikoimetris yang disebut AFR relative ( $\lambda$ ).

untuk campuran miskin  $\lambda > 1$

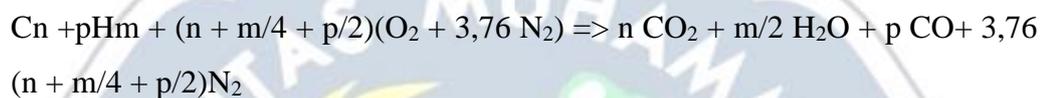
untuk campuran stoikiometris  $\lambda = 1$

untuk campuran kaya  $\lambda < 1$

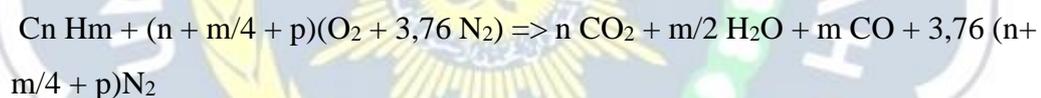
Dalam motor bakar AFR dapat dihitung dari analisa gas buang. Dari analisa prosentase gas yang meliputi  $CO_2$ ,  $O_2$ , dan  $N_2$  sedangkan  $H_2O$

terkondensasi sehingga tidak ada dalam analisa volumetrik. Sedangkan AFR aktual dihitung dengan mengukur kebutuhan udara dan bahan bakar.

Apabila reaksi pembakaran tersebut berlangsung pada temperatur yang rendah, maka nitrogen dalam udara tidak akan ikut teroksidasi sehingga tidak akan terbentuk produk berupa oksida nitrogen. Pada reaksi pembakaran komposisi campuran udara-bahan bakar sangat menentukan komposisi produk hasil pembakaran. Bila jumlah udara dalam campuran kurang dari yang dibutuhkan, maka karbon yang ada tidak akan terbakar seluruhnya menjadi CO<sub>2</sub>, tetapi akan terjadi reaksi yang menghasilkan CO menurut reaksi berikut :



Untuk reaksi pembakaran aktual diusahakan untuk mencegah terbentuknya CO, karena gas tersebut bersifat racun. Untuk itu udara pembakar diusahakan sedikit melebihi standar, sehingga karbon akan terbakar menjadi CO, tetapi akan terdapat sisa O<sub>2</sub>, pada produk hasil pembakaran menurut reaksi :



#### 2.4.5 Fenomena Pembakaran

Fenomena pembakaran yang terjadi selama proses pembakaran terbagi menjadi dua macam, yaitu pembakaran normal dan pembakaran tidak normal.

##### a) Pembakaran Normal

Proses ini terjadi bilamana penyalaan campuran udara bahan bakar semata-mata diakibatkan oleh percikan bunga api yang berasal dari busi. Adapun nyala api akan menyebar secara merata dalam ruang bakar dengan kecepatan normal sehingga campuran udara bahan bakar terbakar pada suatu periode yang sama. Tekanan gas yang diakibatkan oleh proses ini akan merata (tanpa fluktuasi tekanan) dalam ruang bakar. Pembakaran dimulai sebelum akhir langkah kompresi dan diakhiri sesaat setelah melewati titik mati atas. Suhu dalam ruang bakar akan mencapai kisaran 2100K–2500K (1800-2200 °C).

## b) Perbandingan Antara Udara dengan Bahan Bakar

Dalam pengujian mesin, pengukuran juga dilakukan terhadap laju aliran massa udara ( $m_a$ ) dan laju aliran massa bahan bakar ( $m_f$ ). Perbandingan antara keduanya berguna dalam mengetahui kondisi operasi mesin.

$$\text{Air/Fuel Ratio (A/F)} = \frac{m_a}{m_f}$$

$$\text{Fuel/Air Ratio (F/A)} = \frac{m_f}{m_a}$$

Untuk *Relative Air/Fuel Ratio* ( $\lambda$ ) itu sendiri:

$$\lambda = \frac{(A/F)_{\text{actual}}}{(A/F)_{\text{stoikiometris}}}$$

Relative Air/Fuel Ratio ini memberikan parameter informasi yang lebih guna menetapkan komposisi campuran udara-bahan bakar yang baik.

Jika:  $\lambda > 1$  : maka campuran itu miskin akan bahan bakar

$\lambda < 1$  : maka campuran itu kaya akan bahan bakar

Jika oksigen yang dibutuhkan tercukupi, bahan bakar hidrokarbon dapat dioksidasi secara sempurna. Karbon di dalam bahan bakar kemudian berubah menjadi karbon dioksida  $\text{CO}_2$  dan hidrogen menjadi uap air  $\text{H}_2\text{O}$ .

Jika jumlah udara yang diberikan kurang dari yang dibutuhkan secara stoikiometrik maka akan terjadi campuran kaya bahan bakar. Produk dari campuran kaya bahan bakar adalah  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , dan HC, (hidrokarbon tidak terbakar). Jika jumlah udara yang diberikan lebih besar dari tkebutuhan maka akan terjadi campuran miskin bahan bakar.

## 2.5 Detonasi

Detonasi atau mengetuk (*knocking*) adalah kecenderungan campuran bahan bakar dan udara untuk terbakar (meledak) dengan sendirinya akibat

tekanan kompresi terlalu tinggi. Oleh karena itu akan terjadi timbulnya bunyi yang mengganggu, hilangnya sebagian tenaga, motor menjadi panas, meningkatnya pemakaian bahan bakar, serta rusaknya komponen-komponen motor seperti piston, batang penggerak, poros engkol dan busi. Perencanaan bentuk dan susunan ruang bakar yang baik, sangat banyak membantu untuk mengurangi detonasi. Beberapa usaha yang penting untuk mencegah detonasi ialah:

1. Memelihara sistem pendinginan dengan baik, sehingga temperatur ruang bakar tidak memungkinkan bahan bakar terbakar dengan sendirinya.
2. Penempatan busi yang lebih dekat kepada katup buang (bagian yang lebih panas), menyebabkan bahan bakar akan mulai terbakar mulai daerah yang panas tersebut.
3. Membersihkan lapisan kerak karbon yang sudah tebal pada kepala silinder. Lapisan karbon tersebut selain memperkecil volume ruang bakar, juga akan menghalangi pendinginan kepala silinder.
4. Menggunakan bahan bakar dengan nilai oktan yang lebih tinggi (Jama, 2008).

## 2.6 Nilai Oktan

Oktan adalah angka yang menunjukkan tingkat ketukan (knocking) yang ditimbulkan dari bensin terhadap mesin saat terjadi pembakaran. Para ahli industri minyak bumi telah menentukan suatu cara untuk mengukur nilai oktan dari bensin. Pengukuran tersebut dilakukan dengan perbandingan kompresi yang dapat diatur, dan dikenal dengan C.F.R (*Cooperative Fuel Research*).

Nilai oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan seberapa tinggi tekanan yang nantinya akan diberikan sampai pada akhirnya bahan bakar bensin akan terbakar secara spontan.

Iso-oktan adalah bahan bakar yang sangat sukar untuk mengetuk, dipakai sebagai standar dengan nilai oktan 100. Sedangkan *n* (normal) heptan adalah bahan bakar yang sangat mudah mengetuk ditetapkan sebagai standar nilai oktan 0. Banyaknya iso-oktan yang terdapat di dalam campurannya dengan

nheptan dalam persentase dinyatakan sebagai nilai oktan dari bahan bakar tersebut. Misalnya untuk bahan bakar yang mempunyai nilai oktan 87, berarti bahan bakar tersebut terdiri dari 87% iso-oktan dan 13% n-heptan. Bilangan oktan dari bensin berkualitas terendah adalah 50, dan untuk pemakaian khusus dapat mencapai sekitar 120. Bila nilai oktan suatu bahan bakar terlalu rendah, maka pada waktu pembakaran hanya akan menghasilkan tenaga yang kecil. Tenaga tersebut hanya mampu menghasilkan ketukan (pukulan) saja terhadap piston. Keadaan yang diinginkan ialah tenaga yang dihasilkan tersebut mendorong piston, jadi tidak hanya berbentuk pukulan saja (Jama, 2008).

## **2.7 Bahan bakar minyak**

Bahan bakar minyak yang ada sekarang terbuat dari minyak mentah, petroleum yaitu cairan berwarna hitam yang dipompa dari perut bumi. Cairan tersebut mengandung hidrokarbon. Atom-atom karbon di dalam minyak mentah ini berhubungan satu sama lain dengan menggunakan cara membentuk rantai yang panjangnya berbeda-beda. Molekul hidrokarbon dengan panjang yang berbeda akan memiliki sifat dan karakter yang berbeda pula. CH (metana) merupakan molekul paling ringan, bertambahnya atom c pada rantai akan mengakibatkan semakin berat. Empat molekul pertama hidrokarbon adalah metana, etana, propan dan butana. Dalam temperatur dan tekanan kamar, keempatnya berwujud gas, dengan titik masing-masing -107, -67, -43 dan -18 derajat C. Berikutnya C5 sampai C18 berwujud cair, dan mulai C19 keatas berwujud padat. Dengan bertambah panjangnya rantai hidrokarbon akan membuat naik titik didihnya, sehingga dapat kita pisahkan hidrokarbon ini dengan cara destilasi. Prinsip inilah yang digunakan di pengilangan minyak untuk memisahkan berbagai fraksi hidrokarbon dari minyak mentah.

Tahap awal proses pengilangan berupa proses destilasi (penyulingan) yang berlangsung di dalam kolom destilasi atmosferik dan kolom destilasi vacum. Pada kedua unit proses ini minyak mentah akan disuling menjadi fraksi-fraksinya yaitu gas, distilat ringan (seperti minyak bensin), distilat

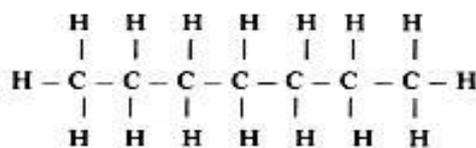
menengah (seperti minyak tanah, minyak solar), minyak bakar (gas oil), dan residu. Pemisahan pada fraksi tersebut berdasarkan pada titik didihnya.

Kolom destilasi berupa bejana tekan silindris yang tingginya (sekitar 40 meter) dan didalamnya terdapat tray-tray yang memiliki fungsi memisahkan dan mengumpulkan fluida panas yang menguap keatas. Fraksi hidrokarbon berat berkumpul di bagian bawah kolom, sementara fraksi-fraksi hidrokarbon yang diperoleh dari kolom destilasi ini akan mengalami proses lebih lanjut di unit-unit proses yang lain.

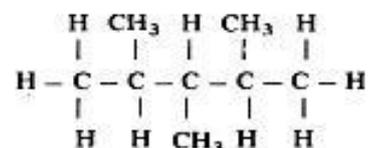
## 2.8 Premium

Bahan bakar bensin adalah senyawa hidrokarbon yang kandungan oktana atau isooktananya tinggi. Senyawa oktana adalah senyawa hidrokarbon yang digunakan sebagai patokan untuk menentukan kualitas bahan bakar bensin yang dikenal dengan istilah angka oktana. Dalam pengertian ini bahan bakar bensin dibandingkan dengan campuran isooktana atau 2,3,4 trimetilpentana dengan heptana. Isooktana dianggap sebagai bahan bakar paling baik karena hanya pada kompresi tinggi saja isooktana memberikan bunyi ketukan (detonasi) pada mesin. Sebaliknya, heptana dianggap sebagai bahan bakar paling buruk. Angka oktana 100, artinya bahan bakar bensin tersebut setara dengan isooktana murni. Angka oktana 80, artinya bensin tersebut merupakan campuran 80% isooktana dan 20% heptana.

Gambar di bawah ini merupakan rumus molekul kedua senyawa tersebut.



*Heptana normal*



*Iso-oktana (2,3,4-trimethyl-pentane)*

Gambar 2.5 Struktur kimiawi ikatan hidrokarbon Heptana Normal Dan Iso-oktana

## 2.9 Zat Aditif

Zat Aditif merupakan ikatan atom senyawa yang dicampurkan dalam bahan bakar untuk meningkatkan bilangan oktan (Hardjono, 2001 dalam Andriyanto, 2008). Zat aditif digunakan untuk memberikan peningkatan sifat dasar tertentu yang telah dimiliki bahan bakar seperti anti detonasi (*anti knocking*) bensin untuk bahan bakar mesin bensin dan pesawat terbang serta untuk meningkatkan kemampuan bertahan terhadap terjadinya oksidasi pada pelumas. Menurut Jama (2008), Nilai oktan suatu bahan bakar tidak hanya dapat dinaikkan dengan penambahan persentase dari iso-oktan, tapi cara yang lebih lazim dipergunakan ialah dengan menambah unsur TEL (*Tetra Ethyl-Lead*). Premium yang dipakai sekarang adalah bensin yang ditingkatkan nilai oktannya. Penambahan TEL untuk mendapatkan nilai oktan tinggi adalah sekitar 0,05% dalam volume. Ada berbagai macam zat aditif untuk meningkatkan angka oktan yang digunakan selama ini dan yang akan datang. Hal ini disebabkan kebutuhan akan angka oktan premium yang tinggi semakin meningkat seiring dengan kemajuan perkembangan teknologi kendaraan bermotor. Selain itu kebutuhan akan lingkungan yang lebih bersih juga menjadi salah satu penyebab berkembangnya penelitian untuk menemukan aditif-aditif baru yang ramah lingkungan dan bersahabat dengan kesehatan.

### 2.9.1 Tetraethyl Lead (TEL)

Zat aditif yang masih digunakan di Indonesia hingga saat ini adalah Tetraethyl Lead (TEL). Namun penggunaan zat aditif tersebut diduga sebagai penyebab utama keberadaan timbal di atmosfer. Ada beberapa pertimbangan mengapa timbal digunakan sebagai aditif premium, diantaranya adalah timbal memiliki sensitivitas tinggi dalam meningkatkan angka oktan, di mana setiap tambahan 0.1 gram timbal per 1 liter premium mampu menaikkan angka oktan sebesar 1.5 - 2 satuan angka oktan. Di samping itu, timbal merupakan komponen dengan harga relatif murah untuk kebutuhan peningkatan 1 satuan angka oktan dibandingkan dengan menggunakan senyawa lainnya. Pertimbangan lain adalah bahwa pemakaian timbal dapat menekan kebutuhan aroma sehingga proses produksi relatif lebih murah dibandingkan produksi

premium tanpa timbal (Adinata, 2009). Kerugian pemakaian timbal pada mesin kendaraan adalah timbulnya kerak (deposit) sisa pembakaran yang menumpuk pada sistem pembuangan maupun pada ruang pembakaran (*combustion chamber*). Apabila kerak ini semakin membesar akan berdampak pada menurunkan kinerja mesin, konsumsi bahan bakar semakin meningkat yang pada akhirnya mendorong tingginya biaya operasional dan pemeliharaan kendaraan (<http://ejournalumm.ac.id> dalam Andriyanto, 2008). Selain itu, penggunaan TEL sebagai zat aditif pada bensin dapat berakibat buruk bagi kehidupan diantaranya:

1. Pb yang ditimbun dalam tulang seorang perempuan hamil, berisiko mengakibatkan kesehatan janin dan pertumbuhan balita terganggu, seperti bayi cacat bahkan keguguran.
2. Jika berhasil lahir selamat, balita yang mendapatkan asupan timbal terus-menerus dari udara maupun air susu ibu, akan terhambat perkembangan sistem sarafnya dan berisiko terserang penyakit neurotik.
3. Mengakibatkan sukar belajar dan penurunan tingkat IQ. Peningkatan kadar Pb dalam darah dari 10 menjadi 20 5g/dl, menurunkan IQ rata-rata dua poin
4. Pada perempuan dewasa selain mengganggu sistem reproduksi, juga mengganggu daur menstruasi.
5. Penggunaan TEL dapat meningkatkan emisi kendaraan. Pb dapat mengkontaminasi tanah dan mencemari hasil pertanian yang dikonsumsi manusia. Sebuah laporan menyebutkan, penggunaan bahan bakar bertimbal melepaskan 95% timbal yang mencemari udara di negara berkembang. (<http://aruminayahrahma.blogspot.com>)

### 2.9.2 Senyawa Oksigenat

Oksigenat adalah senyawa organik cair yang dapat dicampur ke dalam bensin untuk menambah angka oktan dan kandungan oksigennya. Selama pembakaran, oksigen tambahan di dalam bensin dapat mengurangi emisi karbon monoksida, CO dan material-material pembentuk ozon atmosferik. Selain itu senyawa oksigenat juga memiliki sifat-sifat pencampuran yang baik dengan premium. Di Amerika dan beberapa negara-negara Eropa Barat,

penggunaan TEL sebagai aditif anti ketuk di dalam bensin makin banyak digantikan oleh senyawa organik beroksigen (oksigenat) seperti alkohol (methanol, etanol, isopropil alkohol) dan eter (Metil Tertier Butil Eter (MTBE), Etil Tertier Butil Eter (ETBE) dan Tersier Amil Metil Eter (TAME). Metanol memiliki angka oktan yang tinggi dan mudah didapat serta penggunaannya sebagai aditif bensin tidak menimbulkan pencemaran udara. Namun perbedaan struktur molekul methanol yang sangat berbeda dengan struktur hidrokarbon premium menimbulkan permasalahan dalam penggunaannya, antara lain kandungan oksigen yang sangat tinggi dan rasio stoikiometri udara per bahan bakar. Nilai bakarnya pun hanya 45% dari premium. Metanol merupakan cairan alkohol yang tak berwarna dan bersifat berbahaya. Pada kadar tertentu (kurang dari 200 ppm) methanol dapat menyebabkan iritasi ringan pada mata, kulit dan selaput lendir dalam tubuh manusia. Efek lain jika keracunan methanol adalah meningkatnya keasaman darah yang dapat mengganggu kesadaran.

### **2.9.3 *Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl* (MMT)**

*Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl* (MMT) adalah senyawa organologam yang digunakan sebagai pengganti bahan aditif TEL, dan telah digunakan selama dua puluh tahun terakhir di Kanada, Amerika Serikat serta beberapa negara Eropa lainnya. Penggunaan MMT hingga 18 mg Mn/liter premium dapat meningkatkan angka oktan premium sebesar 2 poin, namun masih kurang menguntungkan jika dibandingkan dengan peningkatan angka oktan yang lebih tinggi yang dihasilkan senyawa oksigenat. Dalam penerapannya MMT memiliki tingkat bahaya yang lebih rendah daripada TEL (Adinata, 2009). Penggunaan MMT berdampak buruk pada mesin yaitu dapat merusak mesin. Pemakaian MMT cenderung meningkatkan konsentrasi gas buang dengan jumlah senyawa hydrocarbon yang tidak terbakar (HC), serta gas Karbon Monoksida (CO). Selain itu, MMT menyebabkan gangguan kesehatan karena mengandung logam berat mangan yang bersifat neurotoksik dan dapat merusak struktur kandungan air. (<http://aruminayahrahma.blogspot.com>)

#### **2.9.4 Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE)**

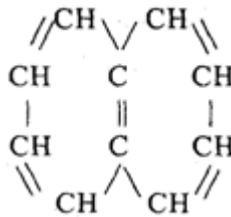
*Methyl Tertiary Butyl Ether* (MTBE) merupakan salah satu senyawa organik yang mengandung logam dan mampu bercampur secara baik dengan hidrokarbon. Senyawa ini terdiri dari gugusan *Methyl* dan *Buthyl tertier* dengan rumus molekul  $\text{CH}_3\text{OC}_4\text{H}_9$  atau  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$  (Kristanto, 2002 dalam Andriyanto, 2008). Berdasarkan hasil pengamatan dan penelitian dalam satu dasawarsa ini, penggunaan MTBE berdampak buruk bagi manusia dan lingkungan yaitu bersifat karsinogenik bagi manusia dan menimbulkan masalah pencemaran air tanah karena MTBE merupakan zat nondegradable (sukar terurai dalam tanah) dan tidak larut dalam air, sehingga penggunaannya sebagai zat aditif bensin banyak ditinjau lagi. Penggunaan eter tersebut sebagai zat aditif saat ini agaknya mulai digantikan dengan alternatif aditif yang lain, seperti di Amerika mulai dilakukan pengkajian terhadap penggunaan etanol sebagai pengganti MTBE (Adinata, 2009).

#### **2.9.5 Toluene**

*Toluene* merupakan hidrokarbon pekat ( $\text{C}_7\text{H}_8$ ) yang juga dapat disebut senyawa aromatik. *Toluene* mempunyai angka oktan (RON) 121. Penambahan *toluene* 0,87 g/ml menaikkan angka oktan 0,72-0,74 satuan angka oktan (Charlie, 2003 dalam Andriyanto, 2008).

#### **2.10 Naphthalene**

*Naphthalene* merupakan rangkaian hidrokarbon jenis aromatik, bahkan dapat juga disebut Polyaromatik dengan struktur kimia berbentuk cincin benzena yang bersekutu dalam satu ikatan atau dua ordo lingkaran benzena dimana pada ada proses penggabungan tersebut kehilangan dua atom C dan empat atom H sehingga rumus kimianya menjadi  $\text{C}_{10}\text{H}_8$ . Bentuk struktur *naphthalene* adalah seperti gambar 2.6



Gambar 2.6 Bentuk rumus bangun *Naphthalene* (Tirtoatmodjo, 2000).

Gambar 2.6 di atas menunjukkan struktur senyawa *naphthalene* yang merupakan senyawa polisiklis yang tersusun dari dua cincin. Senyawa ini dalam kehidupan sehari-hari lebih dikenal sebagai kapur barus atau kamper. *Naphthalene* adalah unsur yang paling melimpah dari tar batubara. *Naphthalene* dihasilkan dari kondensasi dan pemisahan tar batubara olehcoke oven-gas atau dari minyak bumi dengan proses dealkylation dari methylnaphthalenes. Di Amerika Serikat, sebagian besar *naphthalene* diproduksi dari minyak bumi. Penggunaan utama dari *naphthalene* adalah sebagai perantara dalam produksi phthalic anhydride, yang digunakan sebagai perantara dalam produksi phthalate plasticizers, resin, pewarna, penolak serangga, dan bahan lainnya. Hal ini juga digunakan dalam beberapa penolak ngengat dan pengharum bowl toilet (Technology Planning and Management Corporation Canterbury Hall, 2002). Secara fisik, *naphthalene* merupakan zat yang berbentuk keping kristal, mudah menguap dan menyublim serta tak berwarna, umumnya berasal dari minyak bumi atau batu bara. Karena bentuk struktur kimia *naphthalene* serta sifat kearomatisan tersebut maka *naphthalene* seperti halnya benzena, mempunyai sifat antiknock yang baik. Oleh sebab itu penambahan *naphthalene* pada bensin akan meningkatkan mutu antiknock dari bensin tersebut (Tirtoatmodjo, 2000).

Sesuai dengan ikatan valensinya, *naphthalene* mempunyai tiga struktur resonansi. Seperti benzena, *naphthalene* dapat mengalami substitusi aromatik elektrofilik. Pada sebagian besar reaksi substitusi aromatik elektrofilik, *naphthalene* bereaksi dalam kondisi lebih ringan daripada benzena. Sebagai contoh, benzena ataupun *naphthalene* bila beraksi dengan klorin dengan menggunakan besi klorida atau aluminium klorida sebagai katalis, *naphthalene*

dan klorin dapat bereaksi untuk membentuk 1-chloro *naphthalene* bahkan tanpa menggunakan katalis. Benzena dan *naphthalene* juga dapat dialkylasi menggunakan reaksi Friedel-Crafts, *naphthalene* juga dapat dialkylasi dengan mereaksikannya dengan alkena atau alkohol, menggunakan sulfat atau asam fosfat sebagai katalis (Lasantha, 2011). Adapun karakteristik yang dimiliki oleh *naphthalene* terlihat dalam tabel 2.2, antara lain sebagai berikut:

Tabel 2.2 Karakteristik *Naphthalene*

Appearance	Slightly yellow oil liquid
Density (20DC) g/cm <sup>3</sup>	0.9800-1.0300
Flash Point (DC)	≥ 90
Distillation (DC)	IBP 215
10% Report	
50% Report	
90% Report	
98% Report	
FBP 265	
α-Methyl <i>naphthalene</i> Content%	≥ 65%
β-Methyl <i>naphthalene</i> Content%	≥ 65%
Massa jenis (g/cm <sup>3</sup> )	1,14
Massa jenis campuran (g/ml <sup>3</sup> )	0,729
Massa molekul (g/mol)	128,17
Titik lebur (°C)	80,5
Titik didih (°C)	218
Titik nyala (°C)	79 – 87
Nilai kalor bawah (kkal/kg)	10.885

(Sumber: <http://www.China-Methyl-Naphthalene.html> dalam Untung, 2011)

Hasil penelitian arkeologi diharapkan dapat memperlihatkan kembali peran *naphthalene* di pesisir barat pulau Sumatra merupakan salah satu pusat niaga di kepulauan Nusantara dalam hal jaringan pertukaran internasional pada masa itu. Berbagai sumber menunjukkan bahwa sebenarnya *naphthalene* tidak hanya dihasilkan di daerah Barus saja, melainkan juga di sebagian Sumatra

bagian timur, pedalaman di sumatra utara, Brunei Darussalam dan daerah lain di Kalimantan, serta di bagian selatan semenanjung Malaysia, bahkan Jepang, Arab, Korea, dan Cina. Bila dibagian Jepang dan Korea pohon yang menghasilkan *naphthalene* dikenal dengan nama Cinnamomum champora dari keluarga lauraceae, maka *naphthalene* asli dari daerah Barus, yang kemudian disebut dengan nama kapur barus atau kapur borneo yang diperoleh dari pohon *dryobalanops aromatica gaertn*, yang termasuk dalam keluarga dipterocarpaceae.

Beberapa istilah yang dipakai dalam bahasa di benua Eropa untuk penyebutan kamper itu berasal dari bahasa Arab kafur, dari kata alcantar (Stephan 2002). Pada beberapa bahasa terdahulu terdapat penyebutan yang hampir serupa, seperti kafura dalam bahasa Sansekerta dan kapor dalam bahasa khmer. Berdasarkan beberapa hal tersebut, pakar etimologi berpendapat bahwa semua sebutan tersebut berasal dari bahasa Melayu yaitu kapur. Sebagian besar pohon kapur tumbuh di belahan utara garis 3° LU, dan hanya sebagian kecil yang tumbuh di bagian timur pulau Sumatra. Pohon kapur tumbuh liar pada tanah datar dengan serapan air yang baik maupun pada daerah lereng bukit di hutan tropis yang mencapai ketinggian 500 meter dari permukaan laut. Secara umum pohon ini tumbuh dengan ukuran diameter batang yang besar dan membentuk barisan pohon dengan ketinggian yang relatif sama dan rata (Whitten dkk, 1984).

*Naphthalene* mempunyai struktur senyawa polisiklis yang tersusun dari dua cincin. Senyawa tersebut dalam kehidupan sehari-hari pada saat ini lebih dikenal sebagai kapur barus atau kamper. Naftalena sering digunakan sebagai pewangi, anti septik, dan lain-lain. Derivat naftalena dapat digunakan sebagai bahan aditif pada bahan bakar motor dan pelumas. Sering pula digunakan sebagai zat dalam pembuatan zat warna, plastik dan pelarut. Sebagian besar naftalena diproduksi dari tar batu bara, akan tetapi naftalena juga dapat diperoleh dari minyak bumi. Naftalena dalam jumlah kecil ditemukan juga pada sejenis rayap, tampaknya digunakan sebagai penolak semut, jamur

beracun, dan cacing. Naftalena merupakan golongan senyawa polisiklis yang aromatis karena menunjukkan ciri-ciri aromatis (Ratnaningsih,2001).

### 2.11 Emisi Gas Buang

Emisi gas buang adalah polutan yang mencemari udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan bermotor (Suyanto, 1989:280). Polutan yang lazim terdapat pada gas buang yaitu carbonmonoksida (CO), hydrocarbon (HC), dan nitrogen (NO) serta partikel-partikel lainnya.

Gas buang merupakan gas sisa-sisa pembakaran yang terdiri dari karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen. Karbon dengan oksigen membentuk CO dan CO<sub>2</sub>, hidrogen dengan oksigen menjadi air, sedangkan nitrogen merupakan unsur ikutan saja (tidak turut terbakar) dan keluar dalam bentuk dan jumlah yang sama seperti pada waktu masuk ke silinder. Makin sempurna pembakaran, jumlah CO semakin sedikit. Jika pada pembakaran yang tidak sempurna beberapa bahan bakar (unsur-unsur C dan H) terbang ke udara. Selain menjadi polusi udara, gas ini juga sangat berbahaya dan tergolong sebagai racun industri (Jama, 2008). Pencemaran udara akan terjadi jika masuknya beberapa bahan pencemar seperti asap, gas, debu dan sebagainya dalam jumlah dan bentuk tertentu yang dapat menimbulkan gangguan terhadap kehidupan. Komponen penting yang mencemari udara antara lain senyawa yang mengandung sulfur (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S) yang berasal dari pembangkit tenaga listrik, industri, pembakaran kayu, batu bara, dan produk-produk minyak bumi, nitrogen oksida (NO<sub>2</sub>) yang berasal dari kendaraan bermotor dan industri, karbon monoksida (CO) terutama yang dikeluarkan kendaraan bermotor (Daryanto, 1995).

Udara yang ada di alam tidak pernah ditemui dalam keadaan bersih tanpa polutan sama sekali. Beberapa gas seperti sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S), dan karbon monoksida (CO) selalu dilepaskan ke udara sebagai produk sampingan dari proses alami seperti aktivitas vulkanik, kebakaran hutan, pembusukan sampah tanaman, dan sebagainya. Selain itu partikel-partikel padat atau cair berukuran kecil dapat menyebar di udara yang dibawa

oleh angin, letusan vulkanik atau gangguan alam lainnya. Selain disebabkan oleh polutan alami tersebut, pencemaran udara juga dapat disebabkan oleh aktivitas manusia (Kristanto, 2002). Terdapat berbagai macam polutan udara atau sumber pencemaran udara (polusi), yang secara garis besar dapat dibedakan menjadi polutan berbentuk gas dan berbentuk partikel diantaranya adalah sebagai berikut:

#### 1. Karbondioksida atau gas asam arang ( $\text{CO}_2$ )

Pada gas  $\text{CO}_2$  yang masuk ke udara sebagai akibat dari kegiatan dekomposisi bahan organik (sampah), fermentasi, dan pembakaran. Selain itu gas karbondioksida dapat diperoleh dari alam seperti hasil respirasi, pelapukan batuan, kegiatan magma dan sebagainya. Gas  $\text{CO}_2$  memiliki kekuatan untuk bereaksi terhadap hemoglobin (Hb) lebih tinggi dibanding dengan oksigen. Gas  $\text{CO}_2$  yang cukup tinggi dapat mengakibatkan keracunan dengan tanda-tanda pusing dan karena gas ini beracun, dapat menyebabkan kematian. Secara alami gas ini diperlukan tumbuhan untuk fotosintesis, kelebihan  $\text{CO}_2$  di siang hari dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Namun jika kelebihan  $\text{CO}_2$  berlangsung di malam hari, makhluk hidup yang menghirupnya akan terganggu.

#### 2. Karbonmonoksida (CO)

Jika pada gas CO terbentuk karena adanya pembakaran tidak sempurna dari zat karbon, baik yang terdapat pada bensin ataupun pada bahan lain termasuk kayu, batu bara dan sebagainya. CO adalah gas yang tidak berbau, tidak berwarna, tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas  $-192^\circ\text{C}$ . Komponen ini mempunyai berat sebesar 96,5% dari berat air dan tidak dapat larut dalam air. Gas CO ini sangat bersifat racun, jika gas ini terhirup maka ia akan bereaksi dengan Hb dan membentuk COHb yang melawan pengambilan oksigen, akibatnya seseorang akan merasa pusing, lemas dan bahkan sampai meninggal dunia. Gas CO yang ada di alam terbentuk dari salah satu proses sebagai berikut:

- a. Pembakaran yang tidak sempurna terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.

- b. Reaksi dari karbondioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
- c. Pada suhu tinggi,  $\text{CO}_2$  (karbondioksida) terurai menjadi  $\text{CO}$  (karbonmonoksida) dan  $\text{O}_2$  (oksigen). Pembebasan  $\text{CO}$  ke atmosfer sebagai aktivitas manusia lebih nyata, misalnya dari pembakaran minyak, transportasi, gas arang atau kayu, proses-proses industri, industri besi, kertas, kayu, pembuangan limbah padat, kebakaran hutan dan lain-lain (Daryanto, 1995).

d. *Hydrokarbon*

Bensin adalah senyawa *hydrokarbon*, jadi setiap HC yang diperoleh dari gas buang pada kendaraan menunjukkan adanya bensin yang tidak dapat terbakar dan terbang bersama sisa pembakaran. *Hydrokarbon* tidak begitu merugikan manusia, tetapi merupakan salah satu penyebab kabut campuran asap. Pancaran *hydrokarbon* terdapat di gas buang berbentuk *gasoline* yang tidak terbakar sebagai akibat *hydrokarbon* yang hanya sebagian bereaksi dengan oksigen pada proses pembakaran. Hal ini dapat terjadi saat campuran udara bahan bakar tidak terbakar sempurna di dekat dinding silinder antara torak dan silinder dimana apinya lemah dan suhunya rendah. *Hydrokarbon* dapat keluar tidak hanya jika campuran udara bahan bakarnya tinggi, tetapi bisa saja campurannya rendah, namun jika suhu pembakarannya rendah dan lambat serta bagian dari dinding ruang pembakarannya yang dingin dan sedikit besar. Secara alamiah motor membuang banyak *hydrokarbon*, biasanya terjadi pada saat baru saja mesin dihidupkan, berputar bebas (*idle*), atau pada saat pemanasan. Pemanasan dari udara yang masuk dengan memakai gas buang dapat meningkatkan penguapan dari bahan bakar dan mencegah pembuangan *hydrokarbon*. Pembuangan sejumlah *hydrokarbon* tertentu selalu terjadi pada saat penguapan bahan bakar, pada tangki bahan bakar dan dari kebocoran gas yang melalui celah antara silinder dan torak yang masuk ke dalam poros engkol, yang sering disebut *blow by gases* (gas lalu). Bagi automobil, pembuangan

*hydrokarbon* seperti ini tidak dibolehkan dan harus ditangani kembali (Soenarta, 1985)

### 3. Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>)

Senyawa Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>) merupakan kelompok gas yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari gas nitrik oksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>). Kedua gas ini paling banyak ditemukan sebagai polutan udara. Nitrik oksida adalah gas yang tidak berwarna dan tidak berbau, sebaliknya gas nitrogen dioksida mempunyai warna coklat kecoklatan dan berbau tajam. Gas NO<sub>x</sub> terbentuk melalui pembakaran bensin pada suhu yang sangat tinggi. Gas tersebut dengan pengaruh sinar matahari akan bereaksi dengan hidrokarbon dan membentuk photocenical oksida. Senyawa nitrogen oksida biasanya berada dalam bentuk NO<sub>2</sub> dan NO. Dimana NO dihasilkan dari proses antropogenik, kemudian dengan cepat diubah menjadi NO<sub>2</sub> di udara. Kedua gas ini dapat mengganggu kesehatan manusia dan merusak ekosistem. Kedua bentuk nitrogen oksida (NO dan NO<sub>2</sub>) sangat membahayakan bagi manusia. Pada konsentrasi yang normal ditemukan di atmosfer, NO tidak mengakibatkan iritasi dan tidak berbahaya, tetapi pada konsentrasi udara ambient yang normal NO dapat mengalami oksidasi menjadi NO<sub>2</sub> yang lebih beracun.

### 4. Sulfur Oksida atau senyawa belerang (SO<sub>x</sub>)

SO<sub>x</sub> merupakan hasil pembakaran senyawa-senyawa yang mengandung belerang, atau hasil dari pembakaran unsur-unsur belerang dalam industri asam sulfat, industri pemurnian logam serta pusat penyulingan pabrik, dan juga pada proses pembakaran yang menggunakan bahan bakar batu bara. Secara alami gas ini dihasilkan dari proses pembusukan dan letusan gunung berapi. SO<sub>x</sub> terbentuk jika bahan bakar dipergunakan banyak mengandung sulfur, yang biasanya ditemukan pada bensin yang berkualitas rendah dan pada batu bara. Sumber SO<sub>x</sub> yang lain adalah dari proses-proses industri, misalnya industri asam sulfat, industri pemurnian petroleum, industri peleburan baja, dan sebagainya. Pencemaran gas SO<sub>x</sub> ini dapat menyebabkan penyakit alat pernafasan, iritasi saluran pernafasan,

batuk dan sesak nafas, dapat menyebabkan timbulnya karat serta berpengaruh buruk terhadap ekosistem.

5. Partikel atau debu

Berbagai proses alami mengakibatkan tersebarnya partikel di atmosfer, misalnya letusan vulkano, hembusan debu serta tanah oleh angin. Aktivitas manusia juga berperan dalam penyebaran partikel, misalnya dalam bentuk partikel-partikel debu dan asbes dari bahan bangunan, abu yang berterbangan dari proses peleburan baja, dan asap dari proses pembakaran yang tidak sempurna terutama dari batu arang. Sumber partikel yang utama adalah dari pembakaran bahan bakar yang berasal dari sumbernya, diikuti oleh proses-proses industri. Ukuran partikel dapat bermacam-macam, mulai 0,1 sampai 10 mikron. Partikel-partikel ini berasal dari proses alam dan dari limbah yang jumlahnya makin meningkat dengan peningkatan jumlah penduduk. Partikel ini dapat berupa karbon, jelaga, abu terbang, lemak, minyak, dan pecahan logam. Partikel akan jatuh dan menempel di lingkungan, pernafasan akan terganggu karena partikel itu, partikel dapat menembus paru-paru. Hal yang perlu diwaspadai adalah partikel yang dikeluarkan dari pembakaran bensin, karena bensin yang dipergunakan untuk pembakaran dicampur dengan timbal dalam bentuk tetra etil timbal atau tetra metil timbal agar jalannya mesin lebih sempurna. Partikel-partikel ini bersifat racun dan kalau masuk ke dalam tubuh sulit untuk dikeluarkan sehingga di dalam tubuh akan terjadi akumulasi dan akhirnya akan meracuni tubuh (Daryanto, 1995).

Komponen	Bentuk
Karbon	C
Besi	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>
Kalsium	CaO
Magnesium	MgO
Natrium	Na <sub>2</sub> O
Sulfur	SO
Aluminium	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Karbonat	CO <sub>3</sub>
Silikon	SiO <sub>2</sub>
Titanium	Ti <sub>2</sub>
Kalium	K <sub>2</sub> O
Fosfor	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

Tabel 2.3 Berbagai komponen partikel dan bentuk yang umum terdapat di udara (Daryanto, 1995)

## 2.12 Kerangka Konseptual

Proses pembakaran didalam mesin membutuhkan campuran bahan bakar dan udara yang ideal agar menghasilkan pembakaran yang sempurna. Proses pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar merupakan serangkaian proses kimia yang melibatkan campuran bahan bakar berupa HC dengan oksigen. Proses pembakaran ini menghasilkan empat macam gas buang, berupa CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, dan HC. Keempat macam gas buang ini terbentuk pada proses pembakaran sempurna dan tidak sempurna. Produk Nox dalam buangan berlawanan dengan produk CO dan HC, karena hubungan berlawanan inilah dijumpai permasalahan yang kompleks dalam rangka mereduksi keseluruhan dari ketiga emisi ini secara bersama-sama, sehingga dalam penelitian ini emisi Nox diabaikan (tidak diteliti).

Penyempurnaan proses pembakaran dapat dilakukan dengan cara memberikan udara lebih pada saat proses pembakaran dan dengan cara menyempurnakan proses percampuran bahan bakar dengan udara melalui turbulensi yang baik. Untuk mendapatkan campuran bahan bakar dan udara yang lebih ideal, maka salah satu caranya yaitu dengan menambahkan *naphthalene* kedalam bahan bakar minyak.

Dengan menambahkan *naphthalene* kedalam bahan bakar maka akan diperoleh hasil pembakaran yang optimal dan sebagai konsekuensinya akan diperoleh panas pembakaran yang lebih besar dibandingkan dengan proses pembakaran normal. Hal ini dapat menghemat penggunaan bahan bakar yang dibakar untuk menghasilkan panas pembakaran.

Menamabahkan bio aditif kedalam bahan bakar minyak dalam penelitian ini akan menggunakan komposisi *naphthalene* (kapur barus) dengan komposisi 5gr, 10gr, 15gr ke dalam 1 lt premium. Bahan bakar premium murni tanpa dengan penmabahan bio aditif juga disertakan dalam penelitian, guna mendapatkan perbandingan yang variatif dan dapat dijadikan acuan dalam penelitian terkait dengan emisi gas buang yang dihasilkan, konsumsi bahan bakar yang terjadi.

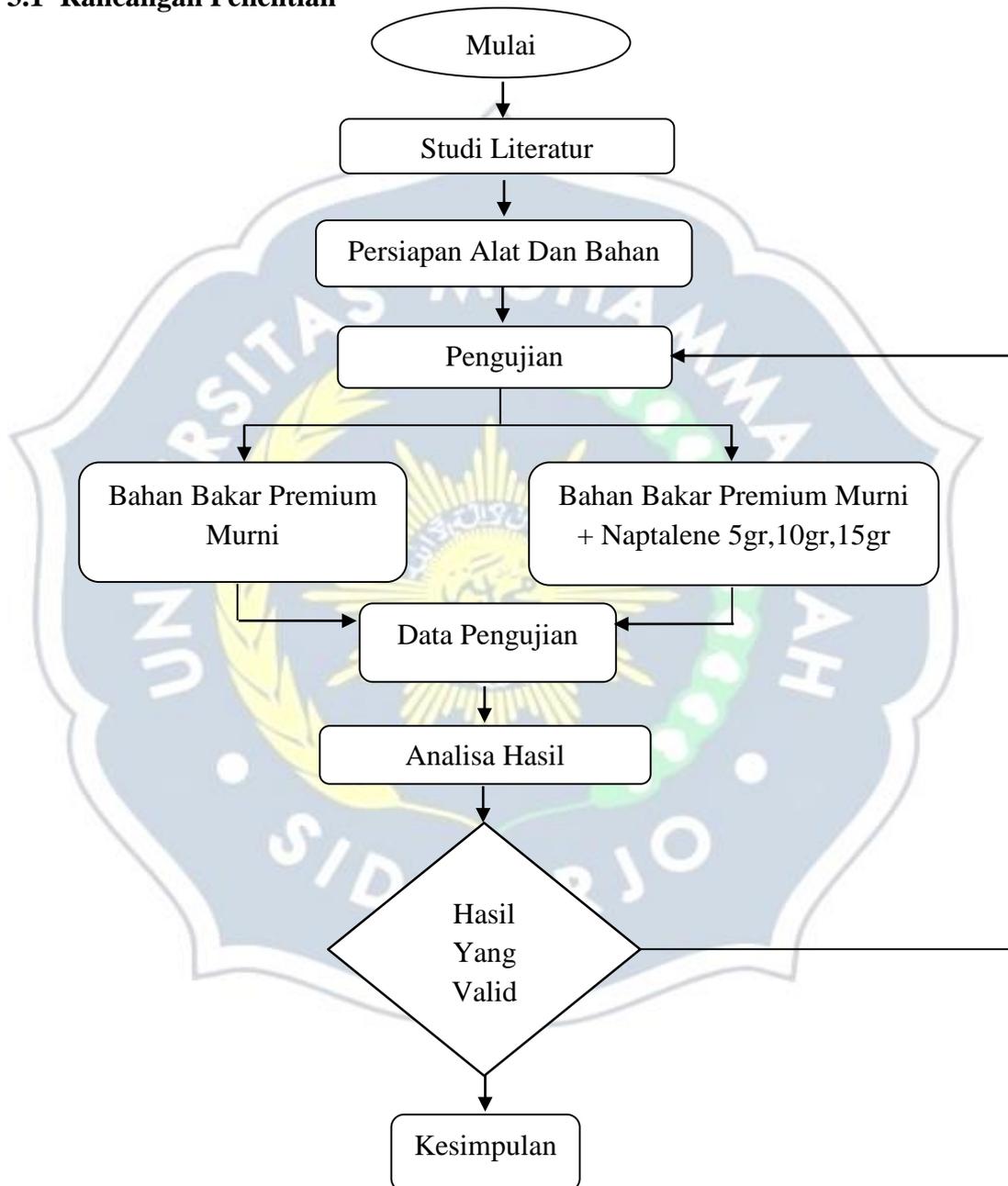
Penambahan bio aditif kedalam premium akan diteliti pada sepeda motor Yamaha Mio 125 CC. Senyawa hidrokarbon oksigenat dan hidrokarbon aromatik dalam *naphthalene* dapat berperan penting dalam menyempurnakan pembakaran. Hidrokarbon aromatik seperti halnya olefin (seri hidrokarbon dengan satu ikatan rangkap) memiliki sifat anti knock yang baik karena termasuk senyawa siklis dengan enam atom karbon yang saling mengikat satu atom hidrogen, misalnya benzena ( $C_6H_6$ ), toluena (metil benzena) dengan rumus  $C_6H_5CH_3$  atau  $C_7H_8$  dan xilena (dimetilbenzena) dengan rumus kimia  $C_6H_4(CH_3)_2$  atau  $C_8H_{10}$  (Anon dalam Ma'mun, dkk, 2010:143).

Berdasarkan kerangka berfikir diatas maka muncul dugaan bahwa penambahan bio aditif ke dalam premium dapat mengurangi emisi gas buang. Dilihat dari segi konsumsi bahan bakar, penambahan bio aditif dapat menghemat pada laju konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang telah dihasilkan akan lebih bersih dibandingkan dengan menggunakan premium murni.

# BAB III

## METODE PENELITIAN

### 3.1 Rancangan Penelitian



Gambar 3.1 Rancangan Penelitian

### 3.2 Teknik dan Pendekatan Penelitian

#### 1. Teknik Penelitian

Penegasan mengenai teknik penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik eksperimental. Menurut (Arikunto, 2002) penelitian eksperimen dapat dikatakan sebagai metode penelitian yang di digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain pada kondisi yang terkendalikan. Penelitian eksperimen merupakan suatu penelitian yang akan menjawab pertanyaan “jika kita melakukan sesuatu pada kondisi yang sudah dikontrol secara ketat maka hal apa yang akan terjadi?” Untuk mengetahui apakah ada perubahan atau tidak pada suatu keadaan yang sudah dikontrol secara ketat maka kita memerlukan perlakuan (*treatment*) pada kondisi tersebut dan hal inilah yang akan dilakukan pada penelitian eksperimen.

#### 2. Pendekatan Penelitian

Pendekatan pada penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif, dikarenakan penelitian ini menggunakan angka-angka. Yang mana hal ini sesuai dengan pendapat (Arikunto, 2002) yang mengemukakan bahwa penelitian kuantitatif adalah pendekatan penelitian yang banyak dituntut menguak angka, yang mana mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan hasilnya.

### 3.3 Identifikasi Variabel Penelitian

Menurut Sugiyono (2012:3) variabel penelitian adalah suatu kelengkapan atau sifat atau yang dinilai dari orang, kegiatan atau obyek yang mempunyai variasi tertentu yang sudah ditetapkan oleh peneliti untuk dilakukan pembelajaran dan ditarik kesimpulannya.

Ada dua variabel yang di gunakan dalam penelitian ini, yang terdiri dari variabel terikat dan variabel bebas yaitu:

### 1. Variabel Terikat

Menurut Sugiono (2012:12) variabel terikat adalah variabel yang menjadi akibat atau variabel yang dipengaruhi karena adanya variabel bebas. Yang menjadi variabel terikat dalam penelitian ini Emisi Gas Buang Motor Yamaha Mio 125 CC.

### 2. Variabel Bebas

Menurut sugiono (2012:4) variabel bebas adalah variabel yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat. Pada penelitian ini yang akan digunakan sebagai variabel babas adalah Penambahan *Naphthalene*.

### 3.4 Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Pemeriksaan awal
  - 1) Memeriksa kondisi motor bensin 4 tak.
  - 2) Melakukan pemeriksa bahan bakar di dalam gelas ukur.
  - 3) Mengkalibrasi alat-alat ukur
- b. Tahap pengujian dan pengambilan data adalah sebagai berikut :
  - 1) Mencampur bahan bakar premium dengan *naphthalene*.
  - 2) Mengisi gelas ukur dengan bahan bakar premium murni dan premium dengan campuran *naphthalene*.
  - 3) Menghidupkan mesin.
  - 4) Menunggu beberapa saat (kira-kira 5menit), agar mesin panas.
  - 5) Menstabilkan putaran mesin.
  - 6) Menghidupkan stopwatch.
  - 7) Menunggu hingga bahan bakar di dalam gelas ukur turun sebesar 10ml.
  - 8) Mencatat waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan bahan bakar sebesar 10 ml, dan mencatat emisi gas buangnya.

- 9) Mengulangi langkah 5 sampai dengan langkah 7 sebanyak 2 kali.
- 10) Menunggu beberapa saat hingga putaran mesin stabil.
- 11) Melakukan prosedur seperti langkah 5 sampai dengan langkah 8, dan
- 12) Mengulangi lagi pengujian di atas dengan menggunakan premium campuran *naphthalene* 5 gr, 10 gr, 15 gr.

### 3.5 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat-alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah:

#### 3.5.1 Alat Penelitian

Adapun spesifikasi Yamaha Mio M3 125 Blue Core adalah sebagai berikut:

- |                            |                                      |
|----------------------------|--------------------------------------|
| a. Tipe Mesin              | : 4 langkah SOHC, berpendingin udara |
| b. Jumlah Silinder         | : Single Silinder                    |
| c. Diameter x Langkah      | : 52,4 x 57,9 mm                     |
| d. Daya maksimum           | : 7,0 kW/8000 rpm                    |
| e. Perbandingan Kompresi   | : 9,5: 1                             |
| f. Torsi maksimum          | : 9,6 Nm /5500 rpm                   |
| g. Sistem pelumasan        | : Basah                              |
| h. System starter          | : Starter elektrik dan Starter kaki  |
| i. Kapasitas oli mesin     | : Total = 0,84 L ; Berkala = 0,80 L  |
| j. Sistem bahan bakar      | : Fuel Injection                     |
| k. Tipe Kopling            | : Kering, Centrifugal Automatic      |
| l. Tipe Transmisi          | : V Belt Automatic                   |
| m. Tipe Oli                | : Yamalube 10W40 / 20W40             |
| n. PxLxT                   | : 1870 mm x 685mm x 1035mm           |
| o. Berat isi               | : CW = 92 Kg ; SW = 94 kg            |
| p. Sistem Kelistrikan      | : TCI                                |
| q. Kapasitas tangki bensin | : 4.2 L                              |

- r. Tipe Busi : NGK/CR6HSA  
s. Battery : GTZ4V / YTZ4V



Gambar 3.2 Motor Uji

**Satu unit Stopwatch**

*Stopwatch* digunakan untuk mengukur waktu pada saat pengujian.



Gambar 3.3 *Stopwatch*

**Gelas ukur dengan ukuran 100 ml**

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume bahan bakar.



Gambar 3.4 Gelas ukur 100 ml

### **Timbangan digital**

Timbangan digital digunakan untuk mengukur berat dari *naphthalene* yang akan ditambahkan ke dalam bensin.



Gambar 3.5 Timbangan digital

### ***Thermometer Digital***

*Thermometer digital* digunakan untuk mengukur suhu udara lingkungan pada saat pengujian.



Gambar 3.6 *Thermometer Digital*

***Tool Kit***

*Tool Kit* digunakan untuk membongkar dan memasang mesin.



Gambar 3.7 *Tool Kit*

Tangki bahan bakar buatan 350 ml dan selang bensin tambahan Kawat pengait yang digunakan sebagai tempat bahan bakar pada waktu proses pengambilan data, sehingga lebih mudah dalam proses pengaturan konsumsi bahan bakar, sedangkan selang tambahan digunakan untuk mengalirkan bensin dari tangki buatan ke pompa bahan bakar.



Gambar 3.8 Tangki bahan bakar buatan 350 ml dan selang bensin tambahan

### **Toples**

Toples digunakan untuk menyimpan *naphthalene*.



Gambar 3.9 Toples

### **Botol air mineral bekas**

Botol air mineral bekas digunakan sebagai tempat pencampuran bensin dan *naphthalene*.



Gambar 3.10 Botol air mineral bekas

### **Kawat Pengait**

Kawat Pengait digunakan sebagai pengikat dan dudukan tangki buatan ke rangka sepeda motor.



Gambar 3.11 Kawat Pengait

### **Automotive Emission Analyzer Stargas 898**

*Automotive Emission Analyzer* digunakan untuk mengukur gas buang hasil pembakaran.



Gambar 3.12 Automotive Emission Analyzer Stargas 898

### **3.5.2 Bahan Penelitian**

Berikut ini bahan-bahan yang akan digunakan pada penelitian beserta keterangannya:

#### **A. Bensin**

Bensin yang digunakan dalam penelitian ini dibeli sekaligus digunakan untuk semua proses pengujian dan termasuk juga untuk cadangan dan dalam satu SPBU (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum), agar proses pengujian dijamin dalam kondisi yang sama terhadap setiap perlakuan.



Gambar 3.13 Bensin

No	Karakteristik	Satuan	Batasan				Metode Uji	
			Tanpa Timbal		Bertimbal		ASTM	Lain
			Min	Max	Min	max		
1	Bilangan Oktan							
	-Angka Oktan Riset (RON)	RON	88,0	-	88,0	-	D 2699-86	
	-Angka Oktana Motor (MON)		Dilaporkan		dilaporkan		D 2700-86	
2	Stabilitas Oksidasi (Periode Induksi)	Menit	360	-	360	-	D 525-99	
3	Kandungan sulfur	%m/m	-	0,05 <sup>1)</sup>	-	0,05 <sup>1)</sup>	D 2622-98	
4	Kandungan timbal (Pb)	g/l	-	0,013	-	0,3	D 3237-97	
5	Distilasi						D 86-99a	
	10% vol. Penguapan	°C	-	74	-	74		
	50% vol. Penguapan	°C	88	125	88	125		
	90% vol. Penguapan	°C	-	180	-	180		
	Titik didih akhir	°C	-	215	-	205		
	Residu	% vol	-	2,0	-	2,0		
6	Kandungan oksigen	% m/m	-	2,7 <sup>2)</sup>	-	2,7 <sup>2)</sup>	D 4815-94a	
7	Washed gum	mg/100 ml	-	5	-	5	D 381-99	
8	Tekanan uap	kPa	-	62	-	62	D 5191-99 atau D 323	
9	Berat jenis (pada suhu 15 °C)	Kg/m <sup>3</sup>	715	780	715	780	D 4052-96 atau D1298	
10	Korosi bilah tembaga	Menit	Kelas I		Kelas I		D 130-94	
11	Uji Doctor		negatif		negatif			IP 30
12	Sulfur mercaptan	% massa	-	0,002	-	0,002	D 3227	
13	Penampilan visual		Jernih dan terang		Jernih dan terang			
14	Warna		merah		merah			
15	Kandungan pewarna	g/100 l	0,13		0,13			
16	Bau		Dapat dipasarkan		Dapat dipasarkan			

Tabel 3.1 Spesifikasi bensin (Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi, 2006).

B. Kapur Barus (*Naphthalene*)

Kapur barus yang digunakan dalam penelitian ini berwarna putih dengan satu merk dagang (*Trade Mark*) yang diproduksi oleh PT. SURYAMAS MENTARI untuk PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA Tbk dengan bahan aktif 99% *naphthalene*.



Gambar 3.14 Kapur barus (*Naphthalene*)

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas tentang pengaruh emisi gas buang terhadap perbandingan campuran bahan bakar premium dengan *naphthalene* pada kendaraan yamaha mio 125cc sebagai berikut:

1. Premium Murni
2. Premium + *naphthalene* 5gr
3. Premium + *naphthalene* 10gr
4. Premium + *naphthalene* 15gr

Proses pembakaran yang terjadi pada motor bakar tidak lain merupakan suatu reaksi kimia yang berlangsung pada temperatur yang tinggi dan dalam waktu yang sangat singkat, oleh karena itu diperlukan bahan bakar yang sesuai dengan spesifikasi mesin itu sendiri.

#### 4.1 Pengujian Emisi Gas Buang

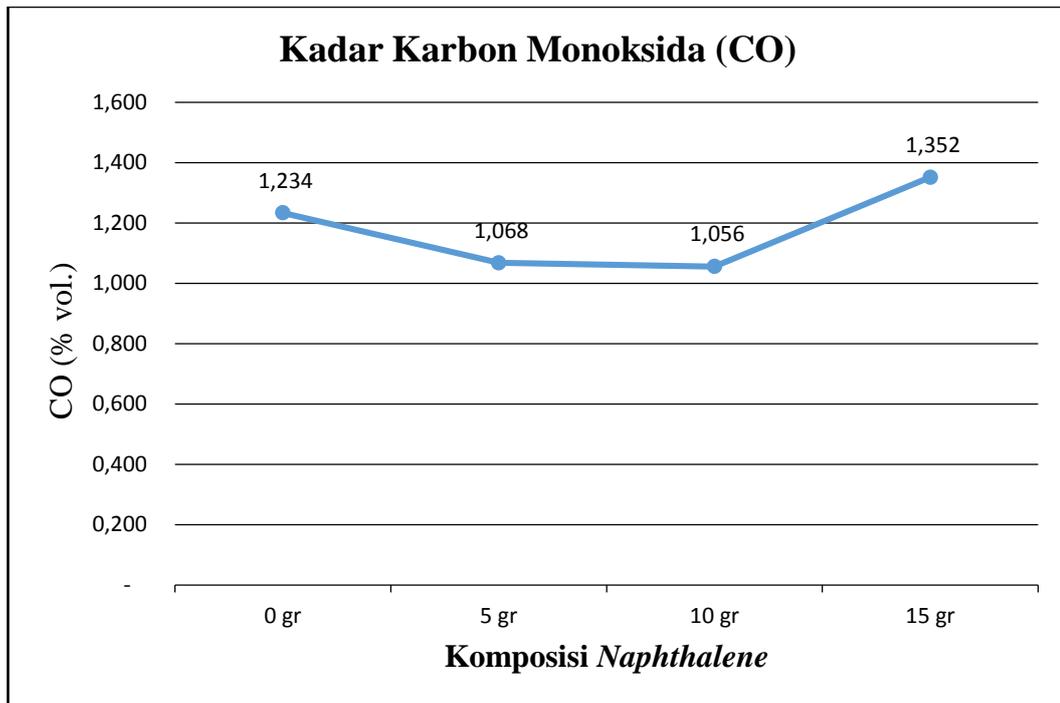
Pengujian dilakukan dengan menghidupkan mesin selama  $\pm 5$  menit untuk mengetahui kondisi mesin dalam keadaan siap uji, pengujian dilakukan dimana kendaraan di hidupkan dan dengan menggunakan alat gas analyser untuk pengujian emisi gas buang dengan cara memasang alat gas analyzer pada ujung kenalpot kendaraan dengan menggunakan bahan bakar premium murni, premium + *naphthalene* 5gr, premium + *naphthalene* 10gr, premium + *naphthalene* 15gr, adapun hasil penelitian adalah sebagai berikut:

Jenis Bahan Bakar	Kadar			
	CO	CO <sub>2</sub>	HC	O <sub>2</sub>
Premium Murni	1,234 %	2,83 %	126 ppm	16,61 %
Premium + <i>Naphthalene</i> 5gr	1,068 %	2,89 %	124 ppm	15,55 %
Premium + <i>Naphthalene</i> 10gr	1,056 %	3,01 %	112 ppm	15,70 %
Premium + <i>Naphthalene</i> 15gr	1,352 %	2,91 %	144 ppm	15,32 %

Tabel 4.1 Hasil Uji

#### 4.2 Kandungan Emisi Gas Buang Terhadap Karbon Monoksida (CO)

Pembahasan untuk hasil pengujian emisi gas buang CO dari penggunaan bahan bakar premium murni dengan bahan bakar perbandingan premium + *naphthalene* 5gr, premium + *naphthalene* 10gr, premium + *naphthalene* 15gr ditampilkan dalam grafik berikut:



Gambar 4.1 Grafik Kandungan Emisi Gas Buang CO

Karbon monoksida (CO), tercipta dari bahan bakar yang terbakar sebagian akibat pembakaran yang tidak sempurna ataupun karena campuran bahan bakar dan udara yang terlalu kaya (kurangnya udara). CO yang dikeluarkan dari sisa hasil pembakaran banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap oleh mesin, untuk mengurangi CO perbandingan campuran ini harus dibuat kurus, tetapi cara ini mempunyai efek samping yang lain, yaitu NO<sub>x</sub> akan lebih mudah timbul. CO sangat berbahaya karena tidak berwarna maupun berbau, mengakibatkan pusing dan mual.

Kandungan kadar Karbon Monoksida (CO) yang terukur pada gas buang selama proses pengujian ditunjukkan pada grafik diatas yang mana dapat kita lihat bahwa kadar Karbon Monoksida (CO) dengan menggunakan bahan bakar murni menunjukkan nilai 1,234% vol, sedangkan pada komposisi penambah *naphthalene*

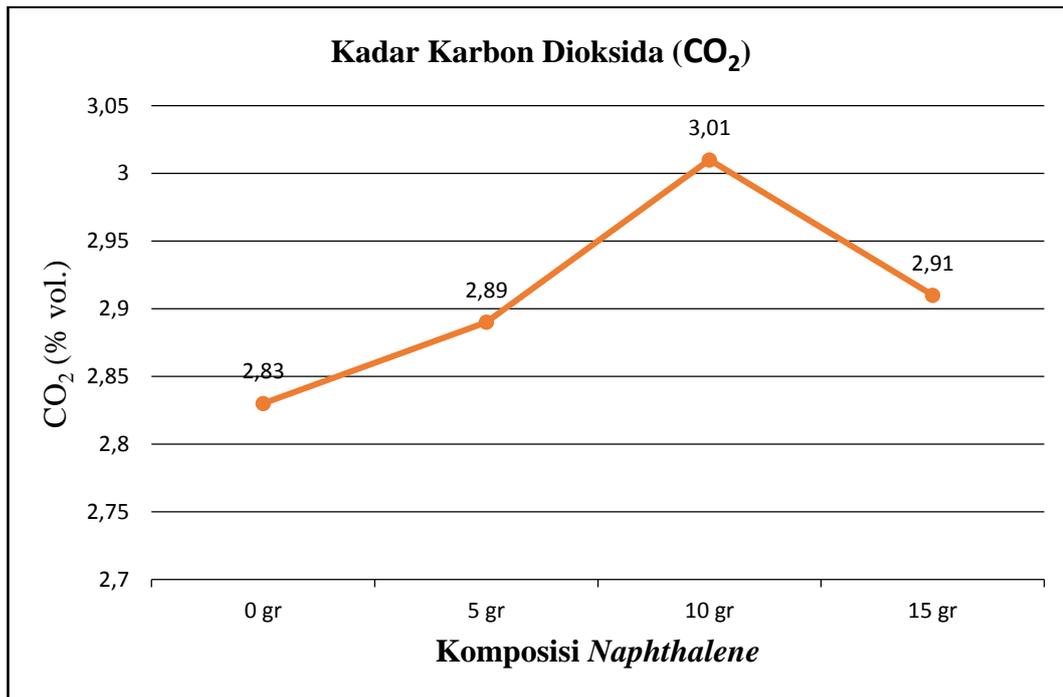
5gr mengalami perubahan penurunan sampai dengan 1,068% vol, dan pada komposisi penambahan *naphthalene* 10gr mengalami perubahan penurunan sampai dengan 1,056% vol, sedangkan pada komposisi penambahan *naphthalene* 15gr mengalami perubahan kenaikan sampai dengan 1,353% vol.

*Naphthalene* merupakan hidrokarbon rantai panjang empat molekul pertama hidrokarbon adalah metana, etana, propan dan butana. Dalam temperatur dan tekanan kamar, keempatnya berwujud gas, dengan titik masing-masing -107, -67, -43 dan -18 derajat C. Berikutnya C5 sampai C18 berwujud cair, dan mulai C19 keatas berwujud padat. Dengan bertambah panjangnya rantai hidrokarbon akan membuat naik titik didihnya, sehingga dapat kita pisahkan hidrokarbon ini dengan cara destilasi sehingga waktu pembakaran mundur menjadi lebih tepat waktu dan mengurangi knocking.

Analisa yang dapat diambil adalah bahwa semakin besar kadar CO maka pembakaran semakin tidak sempurna, pada grafik diatas menunjukkan bahwa pembakaran pada mesin yang menggunakan premium murni yang sudah dicampur dengan *naphthalene* 10gr menunjukkan efisiensi pembakaran yang paling tepat dengan prosentase 1,056% vol.

#### **4.3 Kandungan Emisi Gas Buang Terhadap Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)**

Pembahasan untuk hasil pengujian emisi gas buang CO<sub>2</sub> dari penggunaan bahan bakar premium murni dengan bahan bakar pembanding premium + *naphthalene* 5gr, premium + *naphthalene* 10gr, premium + *naphthalene* 15gr ditampilkan dalam grafik berikut:



Gambar 4.2 Grafik Kandungan Emisi Gas Buang CO<sub>2</sub>

Kandungan kadar Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) yang terukur pada gas buang selama proses pengujian ditunjukkan pada grafik diatas yang mana dapat kita lihat bahwa kadar Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) dengan menggunakan bahan bakar murni menunjukkan nilai 2,83% vol, sedangkan pada komposisi penambah *naphthalene* 5gr mengalami perubahan kenaikan sampai dengan 2,89% vol, dan pada komposisi penambahan *naphthalene* 10gr mengalami perubahan kenaikan sampai dengan 3,01% vol, sedangkan pada komposisi penambahan *naphthalene* 15gr mengalami perubahan penurunan sampai dengan 2,91% vol.

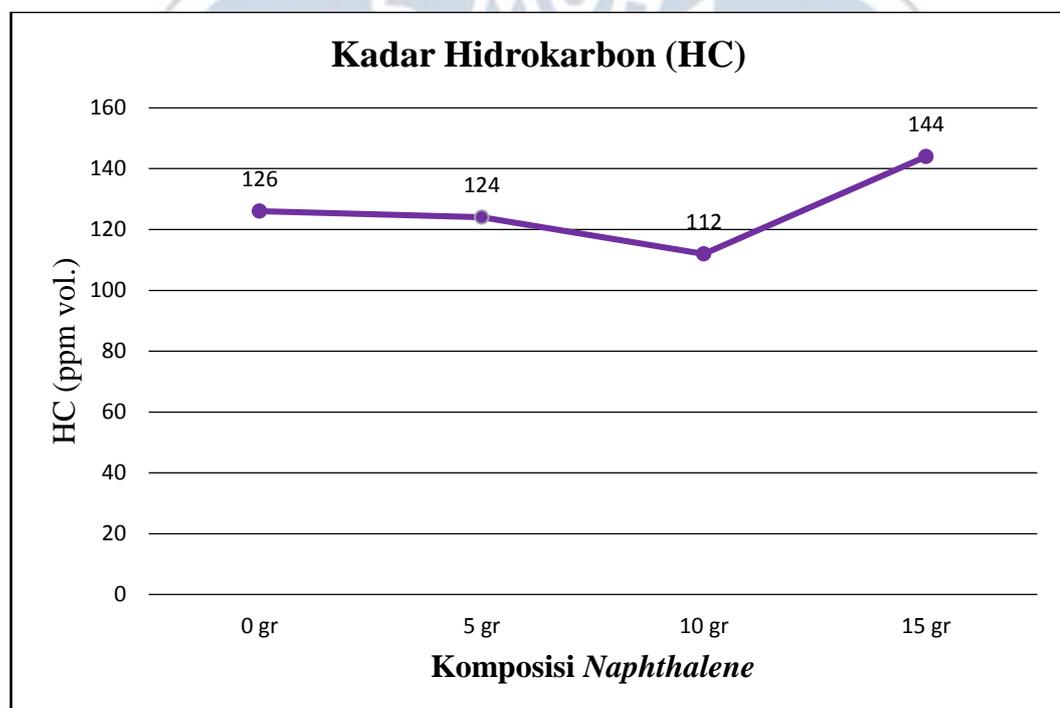
Semakin tinggi kadar emisi gas buang CO<sub>2</sub> maka semakin sempurna proses pembakaran yang terjadi di ruang bakar. Parameter ini dapat digunakan untuk mengetahui pembakaran yang terjadi di ruang bakar, dimana bila kandungan gas CO<sub>2</sub> tinggi maka pembakaran di ruang bakar sudah mendekati sempurna begitu juga sebaliknya.

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa kadar CO<sub>2</sub> dengan nilai tertinggi pada penggunaan premium murni yang telah dicampur dengan *naphthalene* 10gr diperoleh angka 3,01% vol dan kadar CO<sub>2</sub> dengan nilai terendah terjadi pada

penggunaan premium murni menunjukkan nilai 2,83% vol. Oleh karena proses pembakaran yang paling sempurna terjadi pada premium yang telah dicampur dengan *naphthalene* 10gr.

#### 4.4 Kandungan Emisi Gas Buang Terhadap Hidrokarbon (HC)

Pembahasan untuk hasil pengujian emisi gas buang HC dari penggunaan bahan bakar premium murni dengan bahan bakar pembanding premium + *naphthalene* 5gr, premium + *naphthalene* 10gr, premium + *naphthalene* 15gr ditampilkan dalam grafik berikut:



Gambar 4.3 Grafik Kandungan Emisi Gas Buang HC

Senyawa Hidro karbon (HC) terjadi karena bahan bakar belum terbakar tetapi sudah terbuang bersama gas buang akibat pembakaran kurang sempurna dan penguapan bahan bakar. Senyawa hidro karbon (HC) dibedakan menjadi dua yaitu bahan bakar yang tidak terbakar sehingga keluar menjadi gas mentah, serta bahan bakar yang terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang

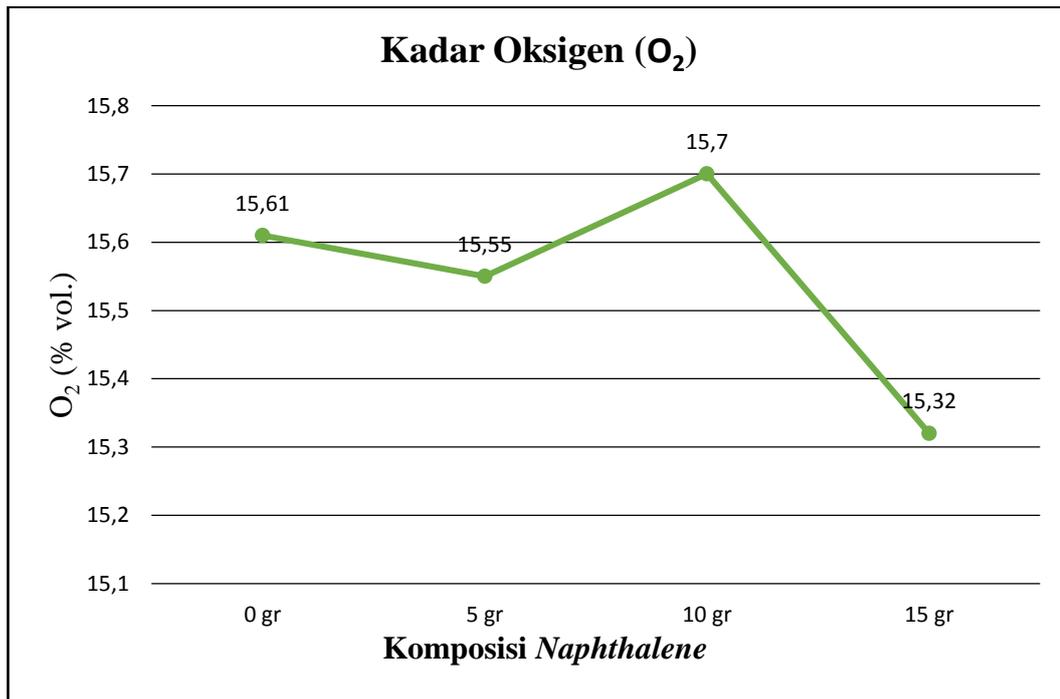
keluar bersama gas buang. Senyawa HC akan berdampak terasa pedih di mata, mengakibatkan tenggorokan sakit, penyakit paru-paru dan kanker.

Kandungan kadar Hidrokarbon (HC) yang terukur pada gas buang selama proses pengujian ditunjukkan pada grafik diatas yang mana dapat kita lihat bahwa kadar Hidrokarbon (HC) dengan menggunakan bahan bakar premium murni menunjukkan nilai 126 ppm vol, sedangkan pada komposisi penambaha *naphthalene* 5gr mengalami perubahan penurunan sampai dengan 124 ppm vol, dan pada komposisi penambahan *naphthalene* 10gr mengalami perubahan penurunan sampai dengan 112 ppm vol, sedangkan pada komposisi penambahan *naphthalene* 15gr mengalami perubahan kenaikan hingga 144 ppm vol.

Jika semakin rendah kadar HC yang dihasilkan dari gas buang maka hal ini semakin baik, karena semakin sedikit bahan bakar yang tidak terbakar. Sehingga dapat kita ambil kesimpulan dalam pengujian ini bahwa penambahan *naphthalene* pada komposisi 10gr dapat memberikan hasil yang optimal pada kendaraan yamaha mio 125cc ini, karena pada grafik nilai terendah ada pada penambahan *naphthalene* pada komposisi 10gr yaitu 112 ppm vol.

#### **4.5 Kandungan Emisi Gas Buang Terhadap Oksigen (O<sub>2</sub>)**

Pembahasan untuk hasil pengujian emisi gas buang O<sub>2</sub> dari penggunaan bahan bakar premium murni dengan bahan bakar pembanding premium + *naphthalene* 5gr, premium + *naphthalene* 10gr, premium + *naphthalene* 15gr ditampilkan dalam grafik berikut:



Gambar 4.4 Grafik Kandungan Emisi Gas Buang O<sub>2</sub>

Kandungan kadar Oksigen (O<sub>2</sub>) yang terukur pada gas buang selama proses pengujian ditunjukkan pada grafik diatas yang mana dapat kita lihat bahwa kadar Oksigen (O<sub>2</sub>) dengan menggunakan bahan bakar murni menunjukkan nilai 15,61% vol, sedangkan pada komposisi penambah *naphthalene* 5gr mengalami perubahan penurunan sampai dengan 15,55% vol, dan pada komposisi penambahan *naphthalene* 10gr mengalami perubahan kenaikan sampai dengan 15,70% vol, sedangkan pada komposisi penambahan *naphthalene* 15gr mengalami perubahan penurunan sampai dengan 15,32% vol.

Semakin banyak O<sub>2</sub> yang tersisa di gas buang dapat menunjukkan bahwa semakin banyak O<sub>2</sub> yang tidak bereaksi atau tidak terbakar, bisa dikatakan semakin banyak O<sub>2</sub> yang dihasilkan pembakaran kurang baik, akan tetapi *naphthalene* mengandung unsur oksigen sehingga bisa menjadi penyebab bertambahnya O<sub>2</sub> di gas buang.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pengolahan data yang dilakukan pada bahan bakar dengan menggunakan premium murni, premium dengan penambahan *naphthalene* 5gr, premium dengan penambahan *naphthalene* 10gr, premium dengan penambahan *naphthalene* 15gr dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menambahkan *naphthalene* pada bahan bakar premium dapat memperbaiki kualitas dari emisi yang di hasilkan.
2. Berdasarkan hasil uji dengan menggunakan alat automotive emission analyzer penggunaa bahan bakar premium dengan penambahan *naphthalene* 10gr merupakan yang paling optimal.

#### 5.2 Saran

Dari hasil beberapa pengujian, beberapa saran yang dapat dikemukakan antara lain:

1. Penambahan *naphthalene* 10 gram terhadap bahan bakar pada kendaraan yamaha mio 125cc dianjurkan untuk meningkatkan kualitas emisi gas buang
2. Bagi peneliti yang akan datang sebaiknya mengadakan perkembangan penelitian ini dengan menggunakan kendaraan yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adinata, Surya. 2009. Uji Eksperimental Perbandingan Unjuk Kerja Motor Bakar Berbahan Bakar Premium Dengan Campuran Zat Aditif-Premium. Jurusan Teknik Mesin-Universitas Sumatera Utara.
- Andriyanto. 2008. *Pengaruh Penambahan Zat Aditif Pada Bensin Terhadap Prestasi Sepeda Motor 4-Langkah 110 CC*. Jurusan Teknik Mesin-Universitas Lampung.
- Arikunto, S. 2002. *Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Penelitian*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Daryanto, 1995. *Teknik Otomotif*, Edisi Pertama, Penerbit : Bumi Aksara Jakarta.
- <http://www.google.com/search?q=induction+compression+ignition+exhaust>
- IPCS, 2003. *Camphor, International Program on Chemical Safety and European Comision*.
- Jalius jama. Wagiono. 2008, *Teknik Sepeda Motor Jilid 1*. Jakarta: Depdiknas.
- Khairul Muhajir. 2012, *Pengaruh Penggunaan Campuran Top One Octane Booster Dengan Premium Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor Bensin 4 tak*, Jurusan Teknik Mesin, Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta.
- Kirana, R, N. 2005. *Analisis Penggunaan Zat Aditif-PEA Dalam Bahan Bakar Premium Terhadap Prestasi dan Emisi Gas Buang Motor Bensin 4-Langkah*. Jurusan Teknik Mesin-Universitas Lampung.
- Kristanto. P.2002. *Oksigenat Methyl Tertiary Buthyl Ether Sebagai Aditif Octane Booster Bahan Bakar Motor Bensin*. Jurusan Teknik Mesin-Universitas Kristen Petra.
- Kumbara, Prima. 2012. *Pengaruh Pemanfaatan Filter Udara Eksternal Yang Menggunakan Zeloit Alam Lampung Terhadap Teraktivasi Busa-Fisik Terhadap*

*Prestasi Mesin Dan Gas Buang Sepeda Motor Bensin 4-Langkah*. Jurusan Teknik Mesin-Universitas Lampung.

Ma'mun, dkk. 2011. *Minyak Atsiri Sebagai Bio Aditif Untuk Penghematan Bahan Bakar Minyak*. BPTR0. Jakarta

Masruki Kabib. 2009. *Pengaruh Pemakaian Campuran Premium Dengan Champor Terhadap Performa dan Emisi Gas Buang Mesin Bensin Toyota Kijang Seri 4k*, Jurusan Teknik Mesin. Universitas Muria Kudus, Semarang.

Ratnaningsih, 2001, *Penggunaan Bahan Sehari-hari Untuk Eksperimen Kimia*, Science and Mathematics Education

Soenarta, Nakula, 1985, *Motor Serba Guna*, Jakarta : Paradya Paramita

Stephan. 2002. *Kamper Dalam Sumber Arab dan Persia, Sejarah Awal Barus*, Jakarta, Yayasan Obor Indonesia, hal. 215-220.

Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Bisnis*. Bandung: Alfabeta.

Suyanto, 1989, *Teori Motor Bensin*, Jakarta DEPDOKBUD

Tirtoatmodjo, R. 2000 *Pengaruh Naphthalene Terhadap Perubahan Angka Oktan Bensin, Unjuk Kerja Motor dan Gas Buangnya*, Jurusan Teknik Mesin-Universitas Kristen Petra.

Whitten dkk, 1984, *Ekologi Sumatra*, Yogyakarta, Universitas Gajah Mada

Yolanda j, 2011, *Pengaruh Campuran Bahan Bakar Bensin Dengan Etanol Terhadap Prestasi Mesin*, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Katolik Saint Paul Sorong, Papua.

Yudi Setiawan, Eka Sari Wijianti, dkk, 2016, *Pengaruh Penambahan Zat Aditif Pada Premium Terhadap Polusi Udara Kendaraan Bermotor*, Universitas Bangka Belitung.



Surabaya, 20 Agustus 2017

Nomor : 002/Riset/TPBB/VIII/2017  
Lampiran : 4  
Perihal : **Laporan Pengujian Emisi**

Kepada  
**A'rasy Fahrudin, ST., MT**  
di tempat

Dengan hormat,

Sehubungan dengan dilaksanakannya pengujian emisi gas buang pada kendaraan sepeda motor Yamaha Mio 125cc yang diselenggarakan pada :

Hari : Sabtu  
Tanggal : 20 Agustus 2017  
Waktu : 10.00 WIB – selesai

Maka dengan ini kami sertakan hasil pengujian emisi gas buang dari kendaraan sepeda motor Yamaha Mio 125cc.

Demikian surat laporan ini kami buat. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,  
Koordinator Laboratorium  
Teknik Pembakaran dan Bahan Bakar



*Hashri Zul Fahmi*  
Hashri Zul Fahmi  
NRP 2111100127

## EXHAUST GAS ANALYSIS

Serial nr. 1712262

TECNOTEST  
 TYPE STARGAS 898  
 OIML CLASS 0  
 REPORT N.  
 545/OIML/04/RM  
 10/07/2004

R P M 0 [1/min]  
 C O 1.056 [% vol]  
 C O 2 3.01 [% vol]  
 H C 112 [ppm vol]  
 O 2 15.70 [% vol]  
 N O ---- [ppm vol]  
 CO cor -.---- [% vol]  
 λ -.---- [-]  
 TEMP. --- [°C]

## ENVIRONMENT CONDITIONS

Temperature 36 [°C]  
 Pressure 1006 [hPa]  
 Rel. Humidity 41 [%HR]  
 DATE: 20/08/2017  
 TIME : 07:24

## CAR DATA

FUEL: GASOLINE  
 BRAND:  
 MODEL:  
 A  
 LIC. PLATE:  
 CHASSIS:  
 Km:

WORKSHOP

EXAMINER:

## EXHAUST GAS ANALYSIS

Serial nr. 1712262

TECNOTEST  
 TYPE STARGAS 898  
 OIML CLASS 0  
 REPORT N.  
 545/OIML/04/RM  
 10/07/2004

R P M 0 [1/min]  
 C O 1.352 [% vol]  
 C O 2 2.91 [% vol]  
 H C 144 [ppm vol]  
 O 2 15.32 [% vol]  
 N O ---- [ppm vol]  
 CO cor -.---- [% vol]  
 λ -.---- [-]  
 TEMP. --- [°C]

## ENVIRONMENT CONDITIONS

Temperature 36 [°C]  
 Pressure 1005 [hPa]  
 Rel. Humidity 40 [%HR]  
 DATE: 20/08/2017  
 TIME : 07:33

## CAR DATA

FUEL: GASOLINE  
 BRAND:  
 MODEL:  
 A  
 LIC. PLATE:  
 CHASSIS:  
 Km:

WORKSHOP

EXAMINER:

## EXHAUST GAS ANALYSIS

Serial nr. 1712262

TECNOTEST  
 TYPE STARGAS 898  
 DIML CLASS 0  
 REPORT N.  
 545/DIML/04/RM  
 10/07/2004

R P M 0 [1/min]  
 C O 1.234 [% vol]  
 C O 2 2.83 [% vol]  
 H C 126 [ppm vol]  
 O 2 15.61 [% vol]  
 N O ---- [ppm vol]  
 CO cor -.---- [% vol]  
 λ -.---- [-]  
 TEMP. --- [°C]

## ENVIRONMENT CONDITIONS

Temperature 33 [°C]  
 Pressure 1007 [hPa]  
 Rel. Humidity 46 [%RH]

DATE: 20/08/2017  
 TIME : 07:07

## CAR DATA

FUEL: GASOLINE  
 BRAND:  
 MODEL:  
 LIC. PLATE:  
 CHASSIS:

Km:

WORKSHOP

EXAMINER:

## EXHAUST GAS ANALYSIS

Serial nr. 1712262

TECNOTEST  
 TYPE STARGAS 898  
 DIML CLASS 0  
 REPORT N.  
 545/DIML/04/RM  
 10/07/2004

R P M 0 [1/min]  
 C O 1.068 [% vol]  
 C O 2 2.89 [% vol]  
 H C 124 [ppm vol]  
 O 2 15.55 [% vol]  
 N O ---- [ppm vol]  
 CO cor -.---- [% vol]  
 λ -.---- [-]  
 TEMP. --- [°C]

## ENVIRONMENT CONDITIONS

Temperature 34 [°C]  
 Pressure 1006 [hPa]  
 Rel. Humidity 43 [%RH]

DATE: 20/08/2017  
 TIME : 07:16

## CAR DATA

FUEL: GASOLINE  
 BRAND:  
 MODEL:  
 A  
 LIC. PLATE:  
 CHASSIS:

Km:

WORKSHOP

EXAMINER:



