

**PERBANDINGAN EMISI GAS BUANG CO SEPEDA MOTOR
HONDA VARIO TECHNO YANG TIDAK DAN YANG
MENGUNAKAN UAP KAPUR BARUS (*NAPHTHALENE*)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Memenuhi Gelar Sarjana Pendidikan
Strata Satu Universitas Negeri Padang*



Oleh

HENGKI MAHENDRA
NIM. 13850/2009

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2014**

PERSETUJUAN SKRIPSI

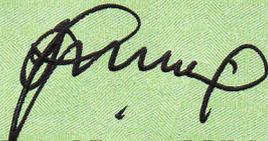
**PERBANDINGAN EMISI GAS BUANG CO SEPEDA MOTOR
HONDA VARIO TECHNO YANG TIDAK DAN YANG
MENGUNAKAN UAP KAPUR BARUS (*NAPHTHALENE*)**

Nama : Hengki Mahendra
NIM : 13850
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, Mei 2014

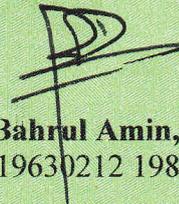
Disetujui Oleh

Pembimbing I



Drs. Faisal Ismet, M.Pd
NIP: 19491215 197602 1 002

Pembimbing II



Drs. Bahrul Amin, ST, M.Pd
NIP. 19630212 198303 1 026

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Otomotif



Drs. Martias, M.Pd
NIP: 19640801 199203 1 003

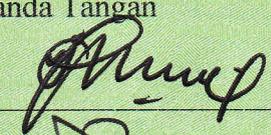
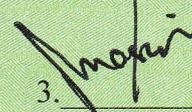
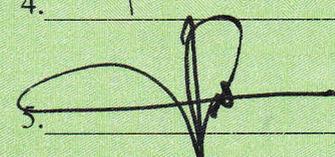
PENGESAHAN SKRIPSI

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan Teknik Otomotif Fakultas teknik
universitas negeri padang

Judul : Perbandingan Emisi Gas Buang CO Sepeda Motor Honda Vario Techno Yang Tidak Dan Yang Menggunakan Uap Kapur Barus (Naphthalene)
Nama : Hengki Mahendra
NIM : 13850
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, Mei 2014

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. Faisal Ismet, M.Pd	1. 
2. Sekretaris	: Drs. Bahrul Amin, ST, M.Pd	2. 
3. Anggota	: Drs. M. Nasir, M.Pd	3. 
4. Anggota	: Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng	4. 
5. Anggota	: Wagino, S.Pd	5. 

ABSTRAK

Hengki Mahendra : Perbandingan Emisi Gas Buang CO Sepeda Motor Honda Vario Techno Yang Tidak Dan Yang Menggunakan uap Kapur Barus (*Napthalene*)

Jumlah penduduk dunia setiap tahunnya terus mengalami peningkatan, sehingga peningkatan akan kebutuhan energi tidak dapat terelakkan. Di zaman sekarang ini hampir semua kebutuhan energi manusia diperoleh dari konversi sumber energi fosil. Kontinuitas penggunaan bahan bakar fosil (*fossil fuel*) memunculkan paling sedikit dua ancaman serius. Ancaman pertama pada faktor ekonomi, berupa jaminan ketersediaan bahan bakar fosil untuk beberapa dekade mendatang, masalah suplai, harga, dan fluktuasinya. Bahan bakar yang digunakan berasal dari sumber yang tidak bisa diperbaharui, sehingga bila digunakan terus menerus lama kelamaan bisa habis. Ancaman kedua yaitu polusi akibat emisi pembakaran bahan bakar fosil ke lingkungan. Polusi yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar fosil memiliki dampak langsung maupun tidak langsung kepada derajat kesehatan manusia. Polusi langsung bisa berupa gas-gas berbahaya, seperti Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (Nox), dan *Unburn Hydrocarbon* (UHC), juga unsur metalik seperti Timbal (*Pb*). Untuk mengatasi kedua masalah diatas tersebut salah satu caranya adalah dengan mencampurkan kapur barus ke dalam bensin. Penggunaan kapur barus dapat meningkatkan nilai oktan atau nilai titik bakar pada bahan bakar bila dicampur pada bahan bakar bensin. Namun bila kapur barus langsung dicampurkan ke dalam bensin nanti akan menimbulkan residu atau endapan yang nantinya akan menyumbat dari saluran bahan bakar dan karburator. Dengan memanfaatkan uap dari kapur barus maka penyumbatan saluran bahan bakar karena endapan dari kapur barus dapat dihindari.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Pengujian dilakukan pada tanggal 14 februari 2014, dengan menggunakan Sepeda motor Honda Vario Tecno 110 cc, tahun 2011, untuk pengujian emisi gas buang dilakukan pada putaran mesin 1700 rpm, 2200 rpm, 2700 rpm dan 3200 rpm. Dengan pengujian tanpa menggunakan uap kapur barus dan dengan menggunakan uap kapur barus dengan bukaan katup 25 %, 50 %, 75 % dan 100 %.

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan kadar CO yang dihasilkan sepeda motor yang tidak menggunakan uap kapur barus dan dibandingkan dengan kadar CO yang tidak menggunakan uap kapur barus dengan menggunakan uji beda (*t test*) pada tingkat signifikan 5 % (*t* tabel 2,920). Hasil analisis penggunaan uap kapur barus disimpulkan kadar CO menurun secara signifikan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah S.W.T, yang senantiasa melimpahkan rahmat, nikmat dan karunian-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **“PERBANDINGAN EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR HONDA VARIO TECHNO YANG TIDAK DAN YANG MENGGUNAKAN UAP KAPUR BARUS (*NAPHTHALENE*)”**. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Otomotif. Salawat beserta salam senantiasa tercurahkan selalu kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad S.A.W.

Selama mengerjakan Skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan baik moril maupun materil, terutama dalam setiap menghadapi kesulitan, hambatan dan rintangan yang penulis alami. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Drs. Faisal Ismet, M.Pd selaku Dosen Pembimbing I yang membimbing dan memberikan masukan dalam penulisan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Bahrul Amin, ST. M.Pd selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan masukan pada penulisan skripsi ini.
3. Bapak Drs. M. Nasir M.Pd selaku Pembimbing Akademik
4. Bapak Drs. Martias, M.Pd selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Ibu Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng selaku Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif.

6. Seluruh Dosen, Teknisi dan Staf Administrasi Jurusan Teknik Otomotif.
7. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun materil, serta selalu memberikan semangat.
8. Rekan-rekan Mahasiswa dan Ajo-ajo seperjuangan Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif angkatan 2009.

Semoga bantuan, bimbingan dan petunjuk yang Bapak/Ibuk, Saudara/I berikan menjadi amal shaleh dan dan mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Akhirnya penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan saran dan kritikan yang *konstruktif* dari semua pihak. Mudah-mudahan Skripsi ini bermanfaat bagi masyarakat dimasa yang akan datang. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan taufik dan hidayah-Nya, Amin.

Padang, Mei 2014

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Batasan Masalah.....	6
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian.....	7
G. Asumsi Penelitian.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Landasan Teori.....	8
B. Penelitian Relevan.....	41
C. Kerangka Konseptual	41
D. Hipotesis Penelitian.....	42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Desain Penelitian.....	43

B. Defenisi Operasional	44
C. Variabel Penelitian	44
D. Objek Penelitian	46
E. Jenis dan Sumber Data	46
F. Deskripsi Alat uji	47
G. Intrumen penelitian	47
H. Prosedur penelitian	48
I. Teknik Pengambilan Data	49
J. Teknik Analisis Data	50
BAB IV HASIL PENELITIAN	
A. Deskripsi Pelaksanaan Penelitian	52
B. Data Hasil Penelitian	54
C. Analisis Data dan Pembahasan	65
D. Pembahasan	69
E. Keterbatasan Penelitian	69
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	70
B. Rekomendasi	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	74

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Fraksi hidrokarbon hasil penyulingan minyak bumi	18
2. Spesifikasi Bahan Bakar Premium	20
3. Nila oktan Beberapa Senyawa Hidrokarbon	24
4. Pengaruh Gas CO Terhadap Hemoglobin Di Dalam Darah.....	33
5. Pola Penelitian.....	41
6. Spesifikasi Sepeda Motor	44
7. Pengujian emisi gas buang CO.....	49
8. Data pengukuran massa aliran.....	50
9. Pengukuran massa aliran	54
10. kandungan gas CO	55
11. kandungan gas CO pada bukaan katup 25 %	56
12. kandungan gas CO pada bukaan katup 50 %	57
13. kandungan gas CO pada bukaan katup 75 %	59
14. kandungan gas CO pada bukaan katup 100 %	60
15. kadar CO rata rata	61
16. analisa data pengujian kadar CO.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Proses Pembakaran Normal.....	14
2. Hubungan angka oktan dengan perbandingan kompresi	16
3. Rumus struktur dari turunan benzene.....	26
4. Rumus struktur dari naphthalene.....	27
5. Skema Penggunaan Uap Kapur Barus Pada Sepeda Motor	30
6. Hubungan AFR dengan emisi gas buang	35
7. Kerangka konseptual	40
8. Deskripsi alat uji.....	45
9. Grafik CO pada bukaan katup 25 %.....	56
10. Grafik CO pada bukaan katup 50 %	58
11. Grafik CO pada bukaan katup 75 %	59
12. Grafik CO pada bukaan katup 100 %	60
13. grafik kandungan CO rata rata	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat izin penelitian	72
2. Surat bukti selesai penelitian	73
3. Hasil Print fuor gas	74
4. Tabel Distribusi.....	79
5. Analisis uji T.....	80
6. Photo penelitian	96

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jumlah penduduk dunia setiap tahunnya terus mengalami peningkatan, sehingga peningkatan akan kebutuhan energi tidak dapat terelakkan. Di zaman sekarang ini hampir semua kebutuhan energi manusia diperoleh dari konversi sumber energi fosil. Misalnya pembangkit tenaga listrik dan alat transportasi yang menggunakan energi fosil sebagai sumber energinya. Ditambah dengan semakin pesatnya kemajuan ekonomi mendorong semakin bertambahnya kebutuhan akan transportasi.

Secara langsung atau tidak langsung hal ini akan memberikan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan makhluk hidup karena sisa dari hasil pembakaran energi fosil ini menghasilkan zat-zat pencemar yang berbahaya terhadap lingkungan. Dilain sisi, lingkungan alam yang mendukung hajat hidup manusia semakin terancam kualitasnya, efek negatif pencemaran udara kepada kehidupan manusia kian hari kian bertambah. Pencemaran udara adalah masuknya atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfer yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan pada kesehatan manusia secara umum serta menurunkan kualitas lingkungan. Salah satu faktor terjadinya pencemaran udara adalah dari emisi gas buang kendaraan bermotor berbahan bakar fosil.

Bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan bermotor berasal dari penyulingan minyak bumi. Minyak bumi adalah cairan berwarna coklat gelap yang mudah terbakar yang berada dilapisan atas dari beberapa area di kerak bumi. Minyak bumi terbentuk dari mikroorganisme tumbuhan dan binatang yang telah mati beribu-ribu tahun lamanya. Untuk mendapatkan bahan bakar yang dapat digunakan untuk kendaraan bermotor minyak mentah tersebut dilakukan penyulingan. Hasil dari penyulingan minyak bumi tersebut dihasilkan beberapa jenis bahan bakar yang dapat digunakan untuk kendaraan bermotor diantaranya bensin, solar, kerosin dan lain sebagainya.

Kontinuitas penggunaan bahan bakar fosil (*fossil fuel*) menimbulkan paling sedikit dua ancaman serius. Ancaman pertama pada faktor ekonomi, berupa jaminan ketersediaan bahan bakar fosil untuk beberapa dekade mendatang, masalah suplai, harga, dan fluktuasinya. Bahan bakar yang digunakan berasal dari sumber yang tidak bisa diperbaharui, sehingga bila digunakan terus menerus lama kelamaan bisa habis.

Ancaman kedua yaitu polusi akibat emisi pembakaran bahan bakar fosil ke lingkungan. Polusi yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar fosil memiliki dampak langsung maupun tidak langsung kepada derajat kesehatan manusia. Polusi langsung bisa berupa gas-gas berbahaya, seperti Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NOx), dan *Unburn Hydrocarbon* (UHC), juga unsur metalik seperti Timbal (Pb). Sedangkan polusi tidak langsung mayoritas berupa ledakan jumlah molekul CO₂ yang berdampak pada pemanasan global (*Global Warming Potential*). Kesadaran terhadap ancaman

serius tersebut telah mengintensifkan berbagai riset yang bertujuan menghasilkan sumber-sumber energi (*energy resources*) ataupun pembawa energi (*energy carrier*) yang lebih terjamin keberlanjutannya (*sustainable*) dan lebih ramah lingkungan.

Partikel-partikel zat gas beracun yang berasal dari jutaan knalpot kendaraan bermotor terus mencemari lingkungan. Menurut Darmadi (1990) “pencemaran merupakan perubahan lingkungan yang merugikan kehidupan manusia sebagai akibat langsung maupun tidak langsung dari kegiatan manusia itu sendiri”. Kegiatan yang merugikan itu akan menyebabkan antara lain gangguan pernapasan dan kesehatan, menurunnya kualitas lingkungan dan terusiknya kenyamanan di suatu daerah atau wilayah tertentu.

Emisi gas buang yang berbahaya dari kendaraan bermotor merupakan hasil dari pembakaran yang tidak sempurna sehingga akan memicu terjadinya masalah. Masalah yang terjadi adalah terbakarnya bahan bakar tidak pada waktunya, sehingga terjadinya *knocking* (ketukan) di dalam mesin. Efek lanjutan yang terjadi adalah meningkatnya kandungan emisi gas buang yang bersifat polutan seperti gas *Karbon Monoksida* (CO), *Hidro Carbon* (HC), *Carbon dioksida* (CO₂) dan jenis polutan lainnya yang berbahaya bagi lingkungan.

Data dari Kementerian Lingkungan Hidup menyebutkan bahwa polusi udara akibat kendaraan bermotor bensin (*spark ignition engine*) menyumbang 70% Karbon Monoksida (CO), 100% Plumbum (Pb), 60% Hidrokarbon (HC), dan 60% Nitrogen Oksida (NO_x) (www.balipost.co.id). Gas-gas ini

sangat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan karena dapat menimbulkan penyakit kanker, gangguan sistem pernapasan, iritasi, mengurangi kadar oksigen dalam darah bahkan dalam beberapa kasus emisi gas buang dapat menurunkan *Intelligent Question* (IQ) pada anak-anak. Selain itu kandungan Karbon Dioksida (CO_2) pada emisi gas buang dapat mempercepat proses pemanasan global (*global warming*). Sehingga usaha apapun yang dilakukan masyarakat untuk menghemat pemakaian bahan bakar harus memperhatikan kandungan emisi gas buangnya agar tidak menimbulkan dampak negatif lain bagi lingkungan.

Bila keadaan seperti itu terus berlanjut dikhawatirkan suatu saat nanti tingkat polusi udara semakin lama akan semakin tinggi yang nantinya akan menimbulkan pemanasan global yang nantinya akan berdampak negatif terhadap kehidupan masyarakat. Maka dari itu banyak hal yang dilakukan masyarakat untuk dapat mengurangi kandungan emisi gas buang pada kendaraan, mulai dari memodifikasi mesin, penambahan part-part yang dapat menghemat pemakaian bensin dan emisi gas buang kendaraan, hingga penambahan zat aditif yang dicampurkan dengan bensin.

Salah satu caranya adalah dengan mencampurkan kapur barus ke dalam bensin. Penggunaan kapur barus dapat meningkatkan nilai oktan atau nilai titik bakar pada bahan bakar bila dicampur pada bahan bakar bensin. Namun bila kapur barus langsung dicampurkan ke dalam bensin nanti akan menimbulkan residu atau endapan yang nantinya akan menyumbat dari saluran bahan bakar dan karburator. Dengan memanfaatkan uap dari kapur

barus maka penyumbatan saluran bahan bakar karena endapan dari kapur barus dapat dihindari. Kapur barus diletakkan pada botol yang uapnya akan dihisap kedalam ruang bakar melalui intake manifold yang dihubungkan dengan slang penghubung.

Secara teoritis pencampuran bensin dengan kapur barus ini dapat meningkatkan kualitas bahan bakar karena kapur barus merupakan zat yang mudah menguap dan menyublim. Rahardjo (2000:97) mengemukakan “kapur barus (*naphthalene*) merupakan rangkaian hidrokarbon dengan struktur berbentuk cincin benzene yang bersekutu dalam ikatan atau dua ordo lingkaran benzene dimana pada proses penggabungan tersebut kehilangan 2 atom C dan 4 atom H sehingga rumus kimianya menjadi $C_{10}H_8$ ”. Hart (1990: 40) menyatakan bahwa “*Naphthalene* adalah salah satu komponen yang termasuk *benzena aromatic hidrokarbon*. *Naphthalene* mempunyai sifat yang memungkinkannya untuk menjadi zat aditif premium untuk meningkatkan angka oktan”.

Berdasarkan permasalahan di atas, penulis tertarik untuk meneliti mengenai penggunaan gas uap kapur barus (*naphthalene*) pada saluran masuk pada kendaraan. Dalam penelitian ini penulis akan membandingkan emisi gas buang CO sepeda motor yang tidak dan yang menggunakan uap kapur barus dihasilkan oleh kendaraan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi masalah yang timbul sebagai berikut :

1. Terancamnya kualitas lingkungan dan peningkatan pencemaran udara yang mendukung hajat hidup manusai akibat pesatnya kemajuan ekonomi, dan kebutuhan akan transportasi.
2. Meningkatnya jumlah kendaraan mengakibatkan kebutuhan akan bahan bakar minyak juga meningkat, sementara persediaan minyak bumi yang ada di bumi ini semakin sedikit karena tidak bisa diperbaharui.

C. Batasan Masalah

Untuk lebih terarahnya penelitian ini maka permasalahan dibatasi pada “perbandingan emisi gas buang CO sepeda motor honda vario techno yang tidak dan yang menggunakan uap kapur baru”.

D. Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah : “seberapa besar perbandingan emisi gas buang CO sepeda motor honda vario techno yang tidak dan yang menggunakan uap kapur baru”

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perbandingan emisi gas buang sepeda motor yang tidak menggunakan uap kapur baru dengan sepeda motor yang menggunakan uap kapur baru.

2. Mengungkapkan pengaruh penggunaan uap kapur barusterhadap emisi gas buang

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Sebagai wacana baru dalam usaha mengurangi emisi gas buang yang dihasilkan oleh sepeda motor.
2. Sebagai referensi bagi jurusan Teknik Otomotif untuk lebih mengembangkan penelitian tentang bahan bakar
3. Sebagai bahan penelitian lebih lanjut.

G. Asumsi penelitian

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Motor yang digunakan dalam penelitian berada dalam kondisi normal dan masih standar.
2. Sebelum melakukan penelitian motor yang akan digunakan akan di tune up terlebih dahulu, agar kondisinya kembali normal.
3. Alat ukur yang digunakan pada setiap perlakuan penelitian adalah sama dan telah dikalibrasi sebelumnya.
4. Prosedur pengujian yang dilaksanakan dalam penelitian adalah prosedur standar dalam rangka mencapai tujuan penelitian.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1) Proses pembakaran Motor Bensin

Menurut Ralph J. Fessenden (1982 : 103) “pembakaran adalah suatu reaksi cepat suatu senyawa dengan oksigen, pembakaran disertai dengan pembebasan kalor (panas) dan cahaya”. Energi panas dan cahaya adalah adalah dua energi yang dibutuhkan manusia sejak pertama kali menemukan api dan menemukan bahwa api itu dapat menghangatkan. Jadi pembakaran adalah kombinasi kimia yang relatif cepat antara hidrogen dan karbon pada bahan bakar dengan oksigen di udara yang menghasilkan pembebasan energi panas.

Dikutip dari Toyota Step 2 (1972 : 2 – 2) “pembakaran didefinisikan sebagai reaksi kimia atau reaksi persenyaaan bahan kabakar dengan oksigen dengan diikuti oleh sinar dan panas”. Mekanisme pembakaran sangat dipengaruhi oleh keadaan dari keseluruhan proses pembakaran di mana atom-atom dari komponen yang dapat bereaksi dengan oksigen dan membentuk produk yang berupa gas. Sebagai mana diketahui bahwa bahan bakar mengandung unsur *hidrogen* dan *carbon*.

Pulkrabek (2004 : 274) mengatakan bahwa:

The combustion process of SI engines can be divided into three broad regions: (1) ignition and flame development, (2) flame propagation, and (3) flame termination. Flame development is generally considered the consumption of the first 5% of the air-fuel mixture (some sources use the first 10%). During the flame development period, ignition occurs and the combustion process starts, but very little pressure rise is noticeable and little or no useful work is produced. Just about all useful work produced in an engine cycle is the result of the flame propagation period of the combustion process. This is the period when the bulk of the fuel and air mass is burned (i.e., 80-90%, depending on how defined). During this time, pressure in the cylinder is greatly increased, and this provides the force to produce work in the expansion stroke. The final 5% (some sources use 10%) of the air-fuel mass which burns is classified as flame termination. During this time, pressure quickly decreases and combustion stops.

Berdasarkan kutipan-kutipan tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa pembakaran itu adalah suatu reaksi cepat antara campuran bahan bakar dengan udara yang membentuk campuran yang homogen yang di kompressikan di dalam silinder yang dibakar dengan adanya percikan bunga api dari busi, yang menghasilkan sinar, panas, dan temperatur yang tinggi. Hasil dari pembakaran tersebut akan mendorong piston yang menghasilkan suatu langkah usaha. Proses pembakaran tersebut terjadi pada tiga tahap yaitu: penyalaan, perambatan api, dan akhir penyalaan.

Terjadinya proses pembakaran pada motor bensin yaitu adanya campuran bahan bakar, tekanan kompresi, adanya percikan bunga api, dan waktu penyalaan yang tepat. Campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder harus homogen, dan tidak terbakar sebelum busi memercikan bunga api. Pada saat akhir langkah kompresi busi akan

memercikan bunga api beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA sesuai dengan setelan mesin itu sendiri, campuran bahan bakar dan udara di sekitar busilah yang mula-mula terbakar, kemudian nyala api merambat kesegala arah dengan kecepatan yang tinggi, dan membakar semua campuran bahan bakar dan udara yang ada didalam ruang bakar.

Menurut Ralph J. Fassenden (1982:103) “pembakaran yang sempurna ialah pengubahan suatu senyawa menjadi CO₂ dan H₂O. Jika persediaan oksigen tidak cukup untuk pembakaran sempurna terjadilah pembakaran yang tidak sempurna. Pembakaran tidak sempurna menghasilkan karbon monoksida, atau kadang-kadang karbon dalam bentuk arang atau jelaga”.

James D. Halderman (2012 : 84) menyatakan bahwa:

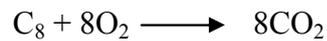
The combustion process involves the chemical combination of oxygen (O₂) from the air (about 21% of the atmosphere) with the hydrogen and carbon from the fuel. In a gasoline engine, a spark starts the combustion process, which takes about 3 ms (0.003 sec) to be completed inside the cylinder of an engine. The chemical reaction that takes place can be summarized as follows: hydrogen (H) plus carbon (C) plus oxygen (O₂) plus nitrogen (N) plus spark equals heat plus water (H₂O) plus carbon monoxide (CO) (if incomplete combustion) plus carbon dioxide (CO₂) plus hydrocarbons (HC) plus oxides of nitrogen (NO_x) plus many other chemicals.

Berdasarkan kutipan diatas dapat disimpulkan bahwa pembakaran itu adalah reaksi kimia antara bahan bakar dan udara yang dibakar dengan adanya percikan bunga api dari busi pada ruang bakar. Jika pembakaran sempurna akan menghasilkan CO₂ dan H₂O. Jika pembakaran tidak sempurna akan menghasilkan CO dan karbon dalam bentuk arang atau jelaga. Proses pembakaran yang sempurna pada motor bensin adalah

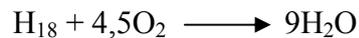
terbakarnya seluruh campuran antara bahan bakar dengan udara yang dikompresikan di dalam ruang bakar. Menurut Pulkrabek (2004:141) reaksi pembakaran yang sempurna adalah sebagai berikut:



Dari reaksi tersebut dapat dilihat bahwa proses pembakaran yang baik Karbon atau C_8 dibakar seluruhnya menjadi 8CO_2 , sedangkan Hidrogen atau H_2 dibakar seluruhnya menjadi $9\text{H}_2\text{O}$ untuk lebih jelasnya dapat lihat reaksi berikut:



Sedangkan untuk Hidrogennya adalah:



Namun dalam kenyataannya tidak semua proses pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar terjadi demikian. Ada tiga proses pembakaran yang terjadi pada motor bensin yaitu:

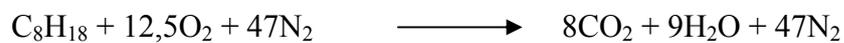
a. Pembakaran Sempurna

Menurut Gupta (2009: 159) menyatakan "*The flame front expands with steadily increasing speed it travels across the chamber until finally the whole of the mixture is engulfed*". dari kutipan tersebut dapat disimpulkan bahwa pembakaran tersebut normal ketika penyebaran nyala api pada ruang bakar berlangsung secara teratur dalam bentuk dan kecepatannya.

Heywood (1988: 375) menyatakan bahwa "*SO far we have described normal combustion in which the spark-ignited flame*

moves steadily across the combustion chamber until the charge is fully consume". Dari kutipan tersebut dapat diartikan bahwa pembakaran yang normal itu adalah ketika percikan api busi yang membakar campuran bahan bakar dan udara bergerak terus sampai semua terbakar dengan sempurna.

Sedangkan menurut Pulkrabek (2004: 140) pembakaran stoikiometri adalah sebagai berikut:



Reaksi tersebut dapat dilihat bahwa proses pembakaran yang baik atau *Carbon* (C_8) dibakar seluruhnya menjadi 8CO_2 sedangkan Hidrogen (H_{18}) dibakar seluruhnya menjadi $9\text{H}_2\text{O}$. Tahap terjadinya pembakaran bahan bakar dan udara dalam ruang bakar berlangsung sangat singkat dan cepat.

Berdasarkan pendapat para ahli diatas dapat disimpulkan bahwa pembakaran didalam selinder disebut normal ketika percikan bunga api dari busi menimbulkan nyala api dan merambat keseluruh selinder dengan kecepatan dan bentuk yang merata sehingga dapat membakar habis campuran bahan bakar dan udara didalam selinder.

b. Pembakaran tidak sempurna

Pembakaran yang tidak sempurna adalah tidak terbakarnya seluruh campuran bahan bakar yang dikompresikan di ruang bakar, pembakaran yang tidak sempurna sangat merugikan terhadap kinerja mesin. Menurut Wardan (1989:257) menyatakan bahwa:

Yang dimaksud dengan pembakaran tidak sempurna adalah pembakaran yang terjadi di dalam silinder dimana nyala api dari pembakaran ini tidak menyebarkan teraturan merata sehingga menimbulkan masalah atau bahkan kerusakan pada bagian-bagian dari motor akibat dari pembakaran yang tidak sempurna ini.

Pembakaran yang tidak sempurna dapat dibedakan menjadi dua bagian besar yaitu:

1) **Detonasi/Knocking**

Menurut Turns (2000:598) menyatakan bahwa “detonasi adalah gelombang kejut yang dihasilkan oleh energi yang dilepaskan dari pembakaran. Sedangkan menurut Bonnick (2008:185) menyatakan bahwa :

Detonation is characterised by knocking and loss of engine performance. The knocking arises after the spark has occurred and it is caused by regions of high pressure that arise when the flame-spread throughout the charge in the cylinder is uneven. Uneven flame-spread leads to pockets of high pressure and temperature that cause elements of the charge to burn more rapidly than the main body of the charge. Detonation is influenced by engine design factors such as turbulence, heat flow, and combustion chamber shape. The quality of the fuel, including octane rating, also has an effect. Detonation may lead to increased emissions of CO and NO x and HC. result.

Dari kutipan diatas dapat disimpulkan bahwa detonasi ditandai dengan bunyi ketukan dan kehilangan performa mesin. Ketukan itu terjadi setelah percikan bunga api dari busi yang disebabkan tekanan yang tinggi sehingga penyebaran api tidak merata, detonasi dipengaruhi oleh faktor desain mesin seperti

turbolensi, panas aliran dan bentuk ruang pembakaran, kualitas bahan bakar termasuk nilai oktan juga memiliki efek. Detonasi dapat menyebabkan peningkatan emisi CO, NO_x, dan HC.

Berdasarkan pendapat para ahli diatas maka dapat disimpulkan bahwa detonasi adalah gelombang kejut yang dihasilkan dari proses pembakaran yang ditandai dengan hilangnya tenaga mesin dan adanya bunyi ketukan. Ketukan ini terjadi setelah percikan bunga api dari busi yang disebabkan oleh tingginya temperatur sehingga sebaran api tidak merata. Detonasi terjadi disebabkan oleh desain mesin seperti turbulensi, aliran panas dan bentuk ruang bakar. Kualitas bahan bakar dan angka oktan juga sangat berpengaruh terhadap terjadinya detonasi.

Gambar 1. Proses pembakaran yang mengalami detonasi
(James D. Helman, 2012 : 85)

2) Pre-ignition

Dikutip dari Toyota (1972:2-4) “*Pre Ignition* peristiwanya hampir sama dengan *knocking* tetapi terjadi hanya pada saat busi belum memercikan bunga api”. Campuran bahan bakar udara terbakar dengan sendirinya yang disebabkan oleh tekanan dan temperatur yang cukup tinggi sebelum busi memercikan bunga api.

Mathur & Sharma (1980:167) menyatakan “*pre ignition is generally caused by an overheated spot which may occur at the spark plug, combustion chamber deposits or exhaust valves*”. Dari kutipan tersebut dapat disimpulkan bahwa *pre ignition* terjadi dari panas busi yang berlebihan, kerak yang membara yang terdapat pada ruang bakar dan katup buang.

3. Perbandingan Kompresi

Menurut Gupta (2009: 15) menyatakan bahwa “*it is the ratio the volume when the piston is at BDC to the volume when the piston is at TDC hence it is ratio of total cylinder volume to clearance volume*”. Dari kutipan tersebut dapat disimpulkan bahwa bahwa perbandingan kompresi adalah perbandingan volume saat piston berada pada titik mati bawah dan ketika piston berada pada titik mati atas atau perbandingan dari volume total silinder. Sedangkan dikutip dari Heywood (1988: 43) mendefinisikan dalam rumus Perbandingan kompresi adalah :

$$r_c = \frac{V_d + V_c}{V_c} = \frac{V_d}{V_c} + 1$$

dimana :

r_c : Perbandingan kompresi

V_d : Volume silinder

V_c : Volume kompresi

Perbandingan kompresi sangat berpengaruh pada angka oktan bahan bakar yang dikonsumsi oleh mesin. Dikutip dari Pulkrabek (2006: 145) menyatakan bahwa “*early crude fuels for automobiles had very low octane numbers that required low compression ratios. High compression ratios generate higher pressures and forces that could not be tolerated in early*

engines”. Dari kutipan tersebut dapat diartikan bahwa bahan bakar pada kendaraan dengan angka oktan yang sangat rendah diperlukan untuk mesin dengan rasio kompresi rendah, sedangkan rasio kompresi yang tinggi memerlukan bahan bakar dengan angka oktan tinggi. Dapat kita lihat pada kurva berikut ini:

Gambar 2. Hubungan Antara Angka Oktan dan Perbandingan Kompresi (Pulkrabek, 2004: 145)

Berdasarkan pendapat para ahli di atas dapat disimpulkan bahwa perbandingan kompresi adalah perbandingan antara volume silinder maksimum yaitu volume diantara Titik Mati Atas (TMA) dan Titik Mati Bawah dengan volume silinder minimum atau volume kompresi.

4. Bahan Bakar Bensin

James D. Halderman (2012 : 81) menyatakan bahwa “*Gasoline is a term used to describe a complex mixture of various hydrocarbons refined from crude petroleum oil for use as a fuel in engines*” dari kutipan tersebut dapat diartikan bahwa bensin adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan campuran kompleks berbagai hidrokarbon yang halus dari minyak mentah untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin”. Dikutip dari Toyota step 2 (1972:2-1) “bensin adalah hasil yang diperoleh dari pemurnian naphtha yang komposisinya dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk motor bakar (*internal combustion engine*). Yang dimaksud dengan naphthana adalah suatu minyak ringan (*Light Oil*) yang mempunyai sifat antara *gasoline* dan *kerosine*”.

Bensin berasal dari minyak bumi yang berasal dari pelapukan jasad hewan-hewan yang terjadi berpuluh-puluh ribu tahun yang lalu. Untuk mendapatkan bensin yang dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk kendaraan bermotor maka minyak bumi tersebut dilakukan penyulingan-penyulingan. Dari hasil penyulingan tersebut tidak hanya bensin saja yang dihasilkan tapi banyak lagi jenis bahan bakar yang lainnya yang dapat dimanfaatkan. Seperti yang diterangkan pada tabel berikut ini:

Tabel 1. fraksi hydrocarbon hasil penyulingan minyak bumi

Fraksi	Ukuran molekul	Titik didih ($^{\circ}\text{C}$)	Kegunaan
Gas	$\text{C}_1 - \text{C}_5$	- 160 – 30	Bahan bakar (LPG) sumber hidrogen
Eter petroleum	$\text{C}_5 - \text{C}_7$	30 – 90	Pelarut, binatu kimia (<i>dry cleaning</i>)
Bensin (<i>gasoline</i>)	$\text{C}_5 - \text{C}_{12}$	30 – 200	Bahan bakar motor
Kerosin, minyak diesel/solar	$\text{C}_{12} - \text{C}_{18}$	180 – 400	Bahan bakar mesin diesel, bahan bakar industri
Minyak pelumas	C_{16} ke atas	350 ke atas	Pelumas
Parafin	C_{20} ke atas	Merupakan zat dengan titik cair rendah	Lilin
Aspal	C_{25} ke atas	Residu	pelapis jalan raya

Sumber : Michael Purba (2007:93)

Pemilihan bensin sebagai bahan bakar berdasarkan pertimbangan dua kualitas yaitu nilai kalor (*calorific value*) yang merupakan sejumlah energi panas yang bisa digunakan untuk menghasilkan kerja/usaha dan kecepatan penguapan (*volatility*) yang mengukur seberapa mudah menguap pada suhu rendah. Dua hal tadi perlu dipertimbangkan karena semakin naik nilai kalor, *volatility*-nya akan turun yang menyebabkan bensin susah terbakar.

Menurut Michael Purba (2007:92) mengatakan bahwa “bensin adalah suatu jenis bahan bakar minyak yang dimaksudkan untuk kendaraan bermotor roda dua, tiga, atau empat”. Julius Jama menyatakan bahwa “Bahan bakar bensin merupakan persenyawaan *Hydrokarbon* yang

diolah dari minyak bumi. Premium adalah bensin dengan mutu yang telah diperbaiki/disempurnakan, bahan bakar yang umum digunakan untuk sepeda motor adalah bensin”

Dewasa ini tersedia tiga jenis bensin, yaitu *premium*, *pertamax* dan *pertamax plus*. Ketiganya mempunyai mutu dan perilaku yang berbeda beda. Mutu bahan bakar bensin dikaitkan dengan jumlah ketukan (*knocking*) yang ditimbulkannya dan dinyatakan dengan nilai oktan. Semakin sedikit ketukan, semakin baik mutu bensin dan semakin tinggi nilai oktannya. Spesifikasi dari bahan bakar tersebut mengacu pada SK Dirjen Migas No 3674 K/24/DJM/2006 pada tanggal 17 maret 2006 sesuai dengan tabel berikut ini:

Tabel 2. Spesifikasi Bahan Bakar di Indonesia

Sifat	Satuan	Premium	Pertamax	Pertamax Plus
Angka Oktan Riset	RON	88	91	95
Densitas	Kg/m ³	715-780	715-780	715-780
Kandungan Pb (Max)	gn/ft	0,30	0,013	0,013
Tekanan Uap Reid pd 37,8 %	K.Pa	62	45-60	45-60
Getah Purwa (Gum)	Mg/100 ml	4	4	4
Periode Induksi	Menit	240	240	240
Kandungan Belerang (max)	%-massa	0,20	0,10	0,10
Kandungan Aromatik	% -vol	-	50	50
Uji Doctor atau alternatif belerang merkaptan	%-massa	Negatif 0,020	Negatif 0,020	Negatif 0,020
Destilasi:				
10% Penguapan	⁰ C	74	70	70
50 % Penguapan	⁰ C	88-125	77-110	77-110
100 % Penguapan	⁰ C	180	180	180
Titik didih akhir	⁰ C	205	205	205
Residu	%-vol	2,0	2,0	2,0
Bau		Marketable	Marketable	Marketable

Sumber: Lemigas (2010:68)

Bensin memiliki rumus kimia C₈H₁₈ yang merupakan senyawa hidrokarbon yang dapat mengalami pembakaran jika bereaksi dengan oksigen. Menurut riswiyanto (2002:17) “panas pembakaran adalah jumlah panas yang dilepaskan apabila 1 mol material mengalami pembakaran pada tekanan 1 atm dengan menghasilkan CO₂ dan air”. reaksi pembakaran bensin:



a. Angka Oktan

Dikutip dari Toyota Step 2 (1972:2-1) menyatakan bahwa “angka oktan pada bensin adalah suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan

bahan bakar bertahan terhadap knocking, makin besar angka oktannya makin besar pula kemampuan bertahan bensin terhadap knocking”. Sedangkan menurut Pulkrabek (2004:143) menyatakan bahwa “*The fuel property that describes how well a fuel will or will not self-ignite is called the octane number or just octane*”.

Dari kutipan tersebut dapat diartikan bahwa angka oktan merupakan perlengkapan bahan bakar yang menggambarkan seberapa baik bahan bakar atau ukuran dari kualitas bahan bakar. Dengan kata lain semakin tinggi angka oktannya makin berkurang kemungkinan terjadinya knocking. Kemampuan bahan bakar untuk menahan terjadinya knocking sangat penting karena knocking itu sangat merugikan terhadap kinerja mesin dan dapat mempercepat kerusakan pada komponen-komponen mesin.

Ralp J. Fessenden (1982:105) menyatakan bahwa “untuk menilai kualitas bensin, bahan bakar itu dibandingkan dengan campuran isooktana dan heptana, serta diberi bilangan oktan. Bilangan oktan 100 berarti bensin itu setara dengan isooktana murni, bensin dengan bilangan oktan 0 setara dengan heptana murni”. Jadi suatu campuran yang terdiri dari 80 % isooktana dan 20 % heptana mempunyai nilai oktan $(80/100 \times 100) + (20/100 \times 0) = 80$, jadi campuran tersebut memiliki nilai oktan 80.

Wardan (1998:133) menyatakan bahwa :

Untuk mengukur dan menentukan angka oktan bahan bakar, dapat diuji dengan motor satu selinder yang dikenal dengan cara *Researc method* dan *Motor method*. Dalam pelaksanaan pengukuran ini digunakan bahan bakar standard yang merupakan campuran antara iso oktan dengan normal heptane. Bahan bakar standard ini dibuat agar menghasilkan detonasi yang sama dengan bahan bakar yang dites ketahanannya terhadap detonasi. Secara definisi angka oktan dari iso oktan adalah 100 dan angka oktan dari normal heptane adalah nol. Angka oktan dari bahan bakar yang diukur tersebut adalah merupakan prosentase volume iso oktan terhadap volume normal heptan yang dicampurkan yang mempunyai ketahanan terhadap detonasi yang sama dengan bahan bakar yang diukur angka oktannya pada tekanan kompresi yang sama.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas dapat disimpulkan bahwa angka oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan bensin menahan knocking dan perlengkapan bahan bakar yang menunjukkan seberapa baik ukuran dari kualitas bahan bakar tersebut.

b. Zat Aditif

Menurut Hart (1990: 35) mengatakan bahwa:

Zat aditif merupakan bahan *organik* yang ditambahkan ke dalam bahan bakar kendaraan bermotor, baik mesin bensin maupun mesin diesel. Zat aditif digunakan untuk memberikan peningkatan sifat dasar tertentu yang telah dimiliki oleh bahan bakar, seperti zat aditif anti *detonasi* pada bahan bakar bensin dan anti oksidasi pada pelumas.

Zat tambahan (aditif) juga ditambahkan ke dalam bensin untuk mengurangi ketukan (*knocking*) pada mesin dan juga dapat menaikkan bilangan oktannya. Menurut Wardan (1989: 136) “Bahan tambahan pada bahan bakar digunakan untuk membuat agar bahan bakar

mempunyai sifat-sifat yang dibutuhkan oleh motor bensin. Bahan tambahan anti detonasi adalah satu-satunya bahan tambahan yang digunakan pada motor bensin atau dikenal dengan *anti knock compound*".

Salah satu zat aditif yang digunakan yaitu *tetraethyl lead*(Tel, *Lead* = timbal atau timah hitam) yang rumus kimianya $Pb(C_2H_5)_4$. Pembakaran bensin yang diperkaya dengan TEL akan menghasilkan emisi yang mengandung racun yang dapat merusak otak. Itulah sebabnya penggunaan TEL saat ini tidak diperbolehkan lagi. Sebagai penggantinya sekarang dipakai senyawa aromatik dan bahan bakar yang teroksigenasi yang dicampur kedalam bensin untuk menaikkan nilai oktannya.

Menurut Riswiyanto (2002:18) Beberapa senyawa organik yang dapat menaikkan nilai oktan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3. Nilai oktan beberapa senyawa hidrokarbon

Nama senyawa Hidrokarbon	Nilai oktan
Heptana	0
1-pentana	91
2,2,4-trimetilpentana	100
Benzena	106
Metanol	107
Etanol	108
Metil t-butyl eter	116
Toluena	118

Sumber : Riswiyanto (2002:18)

Bensin premium dari Pertamina memiliki nilai oktan yang paling rendah. Menaikkan angka oktan pada premium adalah salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas premium. Ada berbagai zat aditif peningkat angka oktan yang digunakan saat sekarang ini dan akan datang. Hal ini sesuai dengan pendapat Hart (1990: 38) yang menyatakan:

Kebutuhan akan angka oktan bensin yang tinggi semakin meningkat, seiring dengan kemajuan perkembangan teknologi kendaraan bermotor, serta kebutuhan akan lingkungan yang lebih bersih juga menjadi salah satu penyebab berkembangnya penelitian untuk menemukan aditif-aditif baru yang ramah lingkungan dan tidak merusak kesehatan.

5. Kapur barus (*Naphthalene*)

Kapur barus sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Kapur barus yang merupakan padatan kristal yang memiliki bau yang tajam sehingga kapur barus banyak digunakan orang sebagai pengharum pakaian

dilemari, kapur barus juga bisa digunakan untuk pengusir serangga karna dengan baunya yang tajam. Apabila kapur barus dibiarkan di ruang terbuka pada suhu kamar maka lama kelamaan akan habis, karena kapur barus mengalami proses yang disebut dengan menyublim sehingga berubah wujud dari padat menjadi gas.

Suhu kamar ini adalah suhu yang dapat diukur dengan thermometer yang diambil dari udara sekitar. Sehingga, jika diambil dari berbagai titik disuatu daerah pada suatu waktu mungkin bervariasi. Hal ini karena suhu yang diambil dilingkungan yang paling dingin adalah di daerah kutub, dimana suhu akan berada dibawah nol (diukur dalam derajat fahrenheit atau celcius), dan bila diambil ditempat sehangat padang pasir maka suhu akan jauh berada diatas nol. Dikutip dari wikipedia bahwa “suhu kamar atau suhu ruangan dalam penggunaan ilmiah dianggap kurang lebih antara 20 sampai 25⁰C”

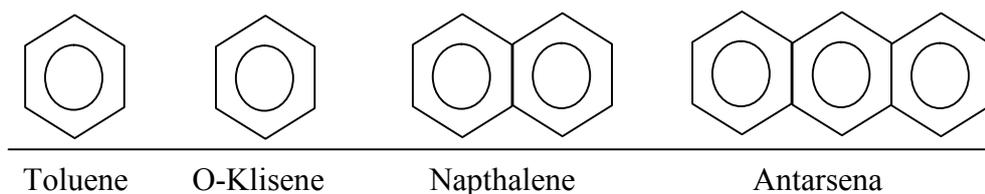
Kapur barus yang berubah wujud menjadi gas karena menyerap kalor. Apabila suhunya dinaikan maka proses penguapan kapur barus itu akan berlangsung lebih cepat, semakin panas suhu maka proses penguapan kapur barus semakin cepat. Seperti yang diterangkan diatas bahwa kapur barus itu akan meleleh pada suhu 80⁰C.

Harnold Hart (2003:145) mengungkapkan: “Kapur barus (*Nafthalena*), C₁₀H₈, merupakan senyawa murni pertama yang diperoleh dari fraksi didih lebih tinggi dari tar batu bara, mudah diisolasi karena senyawa ini menyublim dari padatan kristal tak bewarna”. Kapur barus

paling banyak dihasilkan dari destilasi tar batu bara. Sehingga kebanyakan orang menyebut kapur barus dengan sebutan *naphthalene ball* atau naphta kristal.

Stanley H. Pine dan kawan-kawan (1988:736) mengatakan “Ter batu bara, sulingan berat yang didapat bila batu bara yang dipanaskan tanpa oksigen yang menghasilkan kokas, merupakan sumber utama naphthalena”. Jadi kapur barus (*naphthalene*) berasal dari sulingan berat batu bara yang dipanaskan tanpa adanya oksigen sehingga menghasilkan kokas.

Petrucci, Ralph H (1989:265) menyatakan “Naphtalene sendiri merupakan komponen dari hidrokarbon aromatik yang mempunyai dasar struktur seperti molekul benzene C_6H_6 ”. Hidrokarbon aromatik lain yang dapat dipandang sebagai turunan benzene adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Rumus Struktur dari turunan benzene
(Petrucci, Ralph H, 1989:265)

Toluene dan O-klisena adalah benzene tersubstitusi, sementara naphtalene dan antarsena adalah cincin-cincin benzene yang tergabung. Jika dua cincin tergabung, dua atom karbon dan 4 atom hidrogen berkurang. Sehingga naphtalene mempunyai rumus $C_{10}H_8$ dan antarsena mempunyai rumus $C_{14}H_{10}$. Sementara itu Raharjo (2000:97) menyatakan:

Naphtalene merupakan rangkaian hidrokarbon jenis aromatik, bahkan dapat disebut poliaromatik dengan struktur kimia berbentuk cincin benzena yang bersekutu dalam satu ikatan atau dua orto lingkaran benzena dimana pada proses penggabungan tersebut kehilangan 2 atom C dan 4 atom H sehingga rumus kimianya menjadi $C_{10}H_8$.

Raharjo (2000:97) juga menggambarkan rumus struktur dari naphthalene sebagai berikut:

Gambar 4. Rumus Struktur dari *Naphtalene* (Raharjo, 2000:97)

Dikutip dari www.chemicalbook.com menyatakan sifat-sifat atau karakteristik dari *Naphtalene* sebagai berikut:

- | | |
|--|---------------------------|
| a. Masa mol (M) | = 128.16 g/mol |
| b. Boil Point (titik didih) | = 218 ⁰ C |
| c. Flash Point (titik nyala) | = 79 ⁰ C |
| d. Ignition Temperatur (suhu pembakaran) | = 540 ⁰ C |
| e. Density (massa jenis) | = 1,145 g/cm ³ |
| f. Assay (GC) atau kemurnian | = minimal 99% |

Menurut Ralph J. Fessenden (1982:249) bahwa “kapur barus (*naphthalena*) merupakan rangkaian hidrokarbon jenis aromatik polisiklik, yang sebagian besar berbentuk zat padat. Kapur barus biasanya digunakan

sebagai pengusir ngelat, serangga, juga digunakan dalam bahan bakar motor”. Selain itu Hart (1990: 40) menyatakan bahwa “*Naphthalene* adalah salah satu komponen yang termasuk *benzena aromatic hidrokarbon*,. *Naphthalene* mempunyai sifat yang memungkinkan kannya untuk menjadi zat aditif premium untuk meningkatkan angka oktan”. Sifat-sifat tersebut antara lain: sifat pembakaran yang lebih baik, mudah menguap sehingga tidak meninggalkan getah padat pada bagian-bagian mesin. Menurut Pulkrabek (2004:157) “*aromatik generally make good gasoline fuel componen*”. Dapat diartikan bahwa senyawa aromatik dapat memperbaiki komponen bahan bakar bensin.

Berdasarkan hal tersebut maka saat sekarang ini kapur barus tidak hanya di gunakan orang sebagai pengusir ngelat atau serangga, dan ada juga orang menggunakan kapur sebagai zat aditif pada bensin dengan cara mencampurkan kapur barus tersebut langsung kedalam bensin, sehingga dapat menaikkan angka oktan dari bensin. Raharjo (2000:88) mengungkapkan bahwa “*bentuk struktur kimia naphthalena serta sifat kearomatisannya tersebut maka naphthalena seperti halnya benzena mempunyai sipat antiknoc yang baik*”. Sehingga dengan penggunaan kapur barus pada bensin akan meningkatkan mutu antiknoc dari bensin tersebut, atau dengan katalain dapat mencegah knocking pada bensin saat terjadinya proses pembakaran pada mesin.

6. Penggunaan uap kapur barus (*naphthalene*) pada kendaraan

Kapur barus dalam penggunaannya biasanya langsung dicampurkan ke dalam bensin. Namun dengan cara ini akan menimbulkan endapan dari kapur barus dari yang tidak larut sempurna pada bensin dan dapat menyumbat pada saluran bahan bakar dan pada karburator. Karena kapur barus tersebut dapat menguap, dengan memanfaatkan uap dari kapur barus yang di hubungkan pada saluran hisap atau intake manifold, sehingga proses pencampuran antara bensin dengan kapur barus terjadi pada intake manifold dan tidak akan menyumbat saluran bahan bakar karena yang digunakan hanyalah uap dari kapur barus.

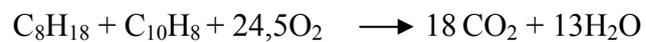
Cara penggunaan uap dari Kapur barus yaitu dengan memasukan kapur barus pada tabung, pada tabung tersebut diberi dua buah saluran, saluran yang satu dihubungkan pada intake manifold, dan yang satu lagi sebagai saluran pernapasan / lubang ventilasi supaya tidak terjadi kevakuman pada tabung tersebut.

Menurut James B. Conan (1952:501) bahwa kapur barus itu meleleh pada suhu 80°C , semakin panas suhu disekitarnya maka penguapan yang terjadi pada kapur barus bisa lebih cepat. Maka dari itu dalam penggunaannya agar kapur barus itu proses penguapannya bisa terjadi lebih cepat maka tabung tempat kapur barus tersebut diletakkan dekat saluran buang atau dekat knalpot, karena suhu didekat knalpot lebih panas dan bisa mempercepat penguapan yang terjadi pada kapur barus.

Selang yang terdapat pada tabung tempat kapur barus yang menuju intake manifold di simpang tigakan dengan selang vakum tangki bensin, dan diberi kran untuk mengatur aliran uap kapur barus yang di hisap kedalam intake manifold.

Saat mesin hidup uap kapur barus yang ada pada tabung tersebut akan di hisap kedalam intake manifold dan akan bercampur dengan bensin yang telah dikabutkan oleh karburator. Uap kapur baru ini berfungsi sebagai aditif bahan bakar bensin untuk mencegah teradinya knocking pada bensin

Reaksi pembakaran dari penggunaan uap kapur barus yang terjadi dalam ruang bakar yaitu campuran dari bahan bakar udara ditambah dengan uap kapur barus dengan reaksi sebagai berikut:



7. Emisi Gas Buang Kendaraan

Emisi gas buang kendaraan adalah sisa dari hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang dibakar didalam runga bakar pada kendaraan bermotor. Wardan (1989: 345) menyatakan bahwa “Emisi gas buang adalah merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan dari gas buang kendaraan, adapun emisi tersebut adalah hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x).”

Menurut Chambers & Masters dalam Mukono (2003:6) “pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia kedalam lingkungan udara normal yang mencapai sejumlah tertentu sehingga dapat dideteksi manusia (atau yang dapat dihitung dan diukur) serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi, dan material”. Sedangkan menurut Haryono (1996:38) “pencemaran udara umumnya diartikan sebagai udara yang mengandung satu atau lebih bahan kimia dalam konsentrasi yang cukup tinggi untuk dapat menyebabkan gangguan atau bahaya terhadap manusia, binatang, tumbu-tumbuhan dan harta benda

Penyebab pencemaran udara terjadi dari akibat kegiatan manusia. Dengan perkembangan teknologi, justru telah membuat pengaruh yang buruk terhadap alam dan lingkungan serta kehidupan manusia pemakai teknologi itu sendiri. Mostardi dalam mukono (2003:7) mengatakan “penyebab pencemaran di atmosfer biasanya berasal dari sumber kendaraan bermotor dan industri. Bahan pencemar yang dikeluarkan antara lain adalah NO₂, SO₂, HC dan CO yang dapat dihasilkan oleh proses

pembakaran oleh mesin yang menggunakan bahan bakar yang berasal dari bahan fosil”. Sebagian besar polusi udara (70%) disebabkan oleh kegiatan transportasi (Zainal & Sukoco, 2009:31)

Gas buang yang dihasilkan kendaraan dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu gas yang beracun dan gas yang tidak beracun. Menurut Zainal & Sukoco (2009:34) “gas buang umumnya terdiri dari Gas yang tidak beracun meliputi N_2 (Nitrogen), CO_2 (Karbon dioksida) dan H_2O (Uap Air) sebagian kecil merupakan gas beracun seperti Karbon Monoksida (CO), Hidro Karbon (HC), Nitrogen Oksida (NO_x)”. Walaupun gas CO_2 digolongkan sebagai emisi gas buang kendaraan yang tidak beracun tetapi dapat memicu terjadinya pemanasan global (global warming).

Zainal & Sukoco (2009:37) mengatakan “bermacam-macam gas buang yang dipersoalkan karena beracun adalah NO_x , HC, CO”. Hal mengenai sifat, sumber penyebab, dan pengaruh buruknya yaitu:

a. CO (*Carbon Monoksida*)

Tidak bewarna dan tidak beraroma. tidak mudah larut dalam air. Di dalam udara bila diberikan api akan terbakar dengan mengeluarkan asap biru dan menjadi CO_2 (*carbon diooksida*). Berasal dari kendaraan bermotor 93%, power generator 7%, terutama tempat sumbernya adalah pada kendaraan disaat *idling*.

Akibat yang ditimbulkan diantaranya adalah akan bercampur dengan hemoglobin yang terdapat dalam darah yang menjadi karbon oksida hemoglobin (CO Hb). Dengan bertambahnya COHb, fungsi

pengalihan oksigen dalam darah akan terhalang. Di dalam darah bila terdapat COHb 5% (dalam udara CO 40 ppm) akan menimbulkan keracunan darah.

Tabel 4. Pengaruh gas CO pada Hemoglobin (HB) di dalam darah terhadap kesehatan manusia

Konsentrasi COHB dalam darah (%)	Pengaruhnya terhadap kesehatan
< 1.0	Tidak ada pengaruh
1.0 – 2.0	Penampilan/sikap tidak normal
2.0 – 5.0	Pengaruhnya terhadap sistem syaraf sentral, penglihatan kabur
≥ 5.0	Perubahan fungsi jantung dan pulmonari
10.0 – 80.0	Kepala pusing, mual, berkunang-kunang

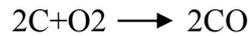
Sumber : srikandi (1992)

Karbon Monoksida (CO) yang terdapat di alan ini terbentuk dari proses dibawah ini :

- 1) Pembakaran yang tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
- 2) Reaksi antar karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
- 3) Pada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan oksidasi.

Sedangkan menurut Wardan Suyanto (1998:345) bahwa:

Karbon Monoksida (CO) terciptadari bahan bakar yang terbakar sebagian akibat pembakaran yang tidak sempurna ataupun campuran bahan bakar dan udara yang terlalu kaya/gemuk (kekurangan oksigen)". Unsur Carbon di dalam bahan bakar dalam suatu proses sebagai berikut:



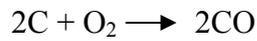
CO yang di keluarkan dari sisa hasil pembakaran banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap oleh mesin".

Dari keseluruhan emisi yang dihasilkan oleh kendaraan berbahan bakar bensin tersebut, CO merupakan salah satu emisi yang memiliki presentase cukup besar. Selain itu, gas CO juga memiliki efek yang paling berbahaya bila dibandingkan dengan emisi gas yang lain.

Karbon Monoksida (CO) adalah suatu komponen yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas-192⁰ C. Komponen ini mempunyai berat sebesar 96.5% dari berat air dan tidak larut dalam air. CO yang terdapat di alam terbentuk dari salah satu proses sebagai berikut:

- 1) Pembakaran yang tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
- 2) Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
- 3) Pada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan Oksidasi (Srikandi 1992:94).

Secara sederhana pembakaran karbon dalam minyak bakar terjadimelalui beberapa tahap sebagai berikut (Srikandi, 1992:95):



Reaksi pertama gas CO dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna akibat kurangnya campuran udara. Pada reaksi kedua dengan campuran udara yang mencukupi maka akan terjadi pembakaran yang sempurna dan akan menghasilkan gas CO₂. Gas CO terbentuk karena kurangnya udara dalam proses pembakaran. Sehinggapapat dikatakan bahwa semakin rendah perbandingan antara udaradengan bahan bakar, maka semakin tinggi jumlah CO yang dihasilkan.

Gambar 6. Hubungan Campuran Bahan Bakar Udara Terhadap Emisi Gas Buang (Alan Bonnick, 2008:189)

b. HC (*Hydro Carbon*)

Dikutip dari Wisnu (2004: 51) menyatakan “ Hidrokarbon (HC) adalah pencemar udara yang dapat berupa gas, cairan atau padatan”. HC Merupakan ikatan kimia dari karbon (C) dan hidrogen (H). Bentuk kimianya dibagi menjadi *Parafine, Nafthaline, Olefine* dan aromaik N_2O karena tidak, tiak menjadi persoalan. wisnu (2004:54) menyatakan “Hidrokarbon terbentuk dari campuran bahan bakar yang tidak tercampur rata pada saat pembakaran, sehingga tidak bereaksi dengan oksigen, maka hidrokarbon ini akan ikut keluar dengan gas buangan hasil pembakaran dan menjadi bahan pencemar udara”.

Sumber penyebab diantaranya kendaraan bermotor 57%, penyulingan minyak dan generator power 4%. Sumber utama adalah gas buang dari kendaraan atau macam-macam alat pembakaran lainnya. Akibat yang ditimbulkan bila kepekatan HC-nya bertambah tinggi akan merusak sistem pernapasan manusia (tenggorokan) terutama yang beracun adalah *Benzena* dan *Toruene*.

Dampak pencemaran Hidrokarbon (HC) terhadap kesehatan ini di nyatakan oleh Wisnu (2004: 125) bahwa:

Sebenarnya HC dalam jumlah sedikit tidak begitu membahayakan kesehatan manusia, walaupun HC juga bersifat toksik. Namun kalau HC berada di udara dalam jumlah banyak dan tercampur dengan bahan pencemar lain maka sifat toksinnya akan meningkat. Sifat toksin HC akan lebih tinggi kalau berupa bahan pencemar gas, cairan dan padatan. Hal ini karena padatan HC (partikel) dan HC cairan akan membentuk ikatan-ikatan baru dengan bahan pencemar lainnya. Ikatan baru ini disebut sebagai Polycyclic Aromatic Hydrocarbon yang disingkat PAH.

Pada umumnya PAH merasangi terbentuknya sel-sel kanker apabila terhisap masuk ke paru-paru”.

c. NO_x (Nitro Oksida)

Menurut Srikandi (1992: 104) menyatakan, “Nitrogen oksida (NO_x) adalah kelompok gas yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari gas Nitrik oksida (NO) dan Nitrogen oksida (NO₂). Nitrik oksida merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau, sebaliknya Nitrogen oksida mempunyai warna kemerahan dan berbau tajam”.

Terutama terbentuk NO, NO₂, N₂O, NO_x. Gas yang tidak berbau tidak berwarna, sukar larut dalam air, di dalam udara karena gesekan akan menjadi NO₂. NO₂ adalah zat gas yang berwarna agak kemerahan dan sedikit berbau, mudah larut dalam air dan bereaksi dengan air menjadi asam nitrit atau nitrat. Sumber timbulnya adalah gas buang dari kendaraan gas yang timbul dari pabrik kimia, serta gas las bakar yang timbul dari bermacam-macam alat-alat pembakaran.

Sumber penyebab dari kendaraan bermotor 39%, pabrik, generator dan penyulingan 61%. Akibat yang ditimbulkan akan membuat sakit (merangsang) hidung dan tenggorokan. Konsentrasi 3-5 Sifat beracunnya akan menimbulkan sukar tidur, batuk-batuk.

Dari keseluruhan emisi yang dihasilkan oleh kendaraan berbahan bakar bensin tersebut, CO dan HC merupakan salah satu emisi yang memiliki presentase cukup besar. Selain itu, gas CO dan HC juga memiliki efek yang paling berbahaya bila dibandingkan dengan emisi gas yang lain.

Oleh karena itu, gas CO dan HC mendapat perhatian yang khusus dalam penelitian ini

Karbon Monoksida (CO) adalah suatu komponen yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas-192⁰ C. Komponen ini mempunyai berat sebesar 96.5% dari berat air dan tidak larut dalam air. CO yang terdapat di alam terbentuk dari salah satu proses sebagai berikut:

- 1) Pembakaran yang tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
- 2) Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
- 3) Pada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan Oksidasi (Srikandi 1992:94).

Reaksi pertama gas CO dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna akibat kurangnya campuran udara. Pada reaksi kedua dengan campuran udara yang mencukupi maka akan terjadi pembakaran yang sempurna dan akan menghasilkan gas CO₂. Gas CO terbentuk karena kurangnya udara dalam proses pembakaran. Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin rendah perbandingan antara udara dengan bahan bakar, maka semakin tinggi jumlah CO yang dihasilkan.

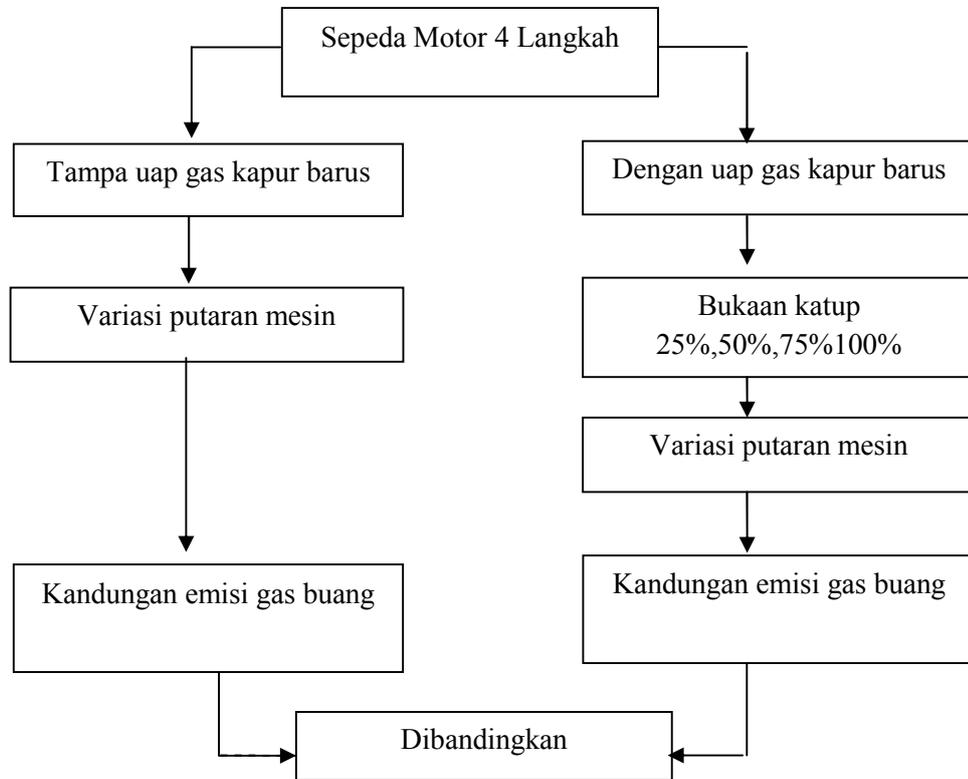
B. Penelitian Relevan

Untuk mendukung atau mempertegas teori-teori yang telah di kemukakan dalam kajian teori ini, peneliti mengambil kesimpulan dari penelitian-penelitian yang peneliti anggap relevan dengan penelitian ini. M. Furdi Hamdani (2009) Pencampuran kapur barus ke dalam bensin akan menghemat konsumsi bahan bakar pada sepeda motor empat langkah sebesar 4,17% dengan komposisi campuran satu butir kapur barus (3,85gr) yang dicampurkan ke dalam 3 liter bensin dan berpengaruh terhadap emisi gas buang.

C. Kerangka Konseptual

Motor bensin empat langkah merupakan salah satu jenis motor yang digunakan pada kendaraan bermotor. Motor bensin ini menggunakan bahan bakar fosil yaitu bensin, yang apabila bahan bakar itu dibakar akan menghasilkan emisi gas buang. Pada penelitian ini peneliti akan meneliti dari pengaruh penggunaan uap kapur barus terhadap emisi gas buang kendaraan.

Secara lebih jelas kerangka berpikir penelitian ini dapat digambarkan dalam diagram kerangka berpikir seperti berikut:



Gambar 7. Kerangka konseptual

D. Hipotesis penelitian

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah : “terdapat perbedaan emisi gas buang yang signifikan pada sepeda motor honda vario techno yang menggunakan uap kapur barus dan yang tidak menggunakan uap kapur barus

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data penelitian yang telah dibahas pada bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan pengujian emisi gas buang sepeda motor yang tidak menggunakan uap kapur barus dan sepeda motor yang menggunakan uap kapur barus, lalu dibandingkan dengan menggunakan uji t. Setelah dilakukan analisa data dengan uji t didapatkan t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} dengan hasil yang signifikan pada taraf signifikansi 5 % (2,920)
2. Dengan penggunaan uap kapur barus (*Napthalene*) dapat mempengaruhi kadar emisi gas buang CO dengan adanya penurunan kadar emisi gas buang CO.

B. Rekomendasi

Berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh dari penelitian ini, pada prinsipnya masih terdapat kekurangan. Untuk ini perlu beberapa hal yang akan penulis rekomendasikan akan penelitian yang lebih sempurna dan lebih memuaskan, hal ini adalah:

1. Dilakukan penelitian pengaruh penggunaan uap kapur barus terhadap torsi dan power pada sepeda motor.
2. Ketelitian penggunaan alat ukur dan pembacaannya sangat diutamakan, karena hal ini dapat berpengaruh terhadap data hasil pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Zainal, dan Sukoco (2009). *Pengendalian Polusi Kendaraan*. Bandung: Alfabeta.
- Balipost. (2005) *Hemat BBM, Belum Efektif Tekan Tingkat Polusi Udara*. Pada www.balipost.co.id (diakses tanggal 9 september 2013)
- Bonnick, Allan.(2008). *Automotive Science and Mathematics*. Burlington: Elsevier.
- Chemicalbook. (2014). *Naphthalene Product Identification*. Pada www.chemicalbook.com(diakses pada tanggal 5 januari 2014)
- Darmadi. (1990). *Pencemaran Lingkungan*. Padang: KKI FMIPA IKIP.
- Fessenden, Ralp. (1986). *Kimia Organik*. Alih bahasa Aloysius Hadyana putjaatmaka. Jakarta: Erlangga
- Giles, Ranald V. (1996). *Mekanika Fluida dan Hidrolika Edisi Kedua (SI-Metrik)*. Alih bahasa Ir. Herman Widodo Soemitro. Jakarta: Erlangga.
- H. N. Gupta,. (2009). *Fundamental Of Internal Combustion Engines*. Delhi: PHI Learning Private Limited.
- Halderman. James. D. (2012). *Automotive Fuel And Emission Control System*. New Jersey. Pearson Education, Inc.
- Harnold, Hart, dkk. (1990). *Kimia Organik Materi Kuliah Singkat edisi ke enam*. Jakarta: Erlangga
- Harnold, Hart, dkk. (2003). *Kimia Organik*. Alih bahasa Suminar Ahmadi. Jakarta: Erlangga
- Holman, J. P. (1985). *Metode Pengukuran Teknik Edisi Keempat*. Alih Bahasa Ir. E. Jasjfi,M.Sc. Jakarta: Erlangga.
- Heywood, John B. (1988). *Internal Combustion Engine Fundamental*. Unated States Of America. McGraw-Hill, Inc.
- Kusnoputranto, Haryoto. (1996). *Pengantar Toksilogi Lingkungan*. Bandung: Alfabeta