

**PENGARUH SAAT PENGAPIAN TERHADAP EMISI GAS BUANG
KARBON MONOKSIDA (CO) PADA MOTOR BENSIN EMPAT
LANGKAH BERBAHAN BAKAR PARTAMAX**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan jenjang program Strata Satu
(S1) pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh
DORI YUVENDA
NIM. 1108118.2011

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2013**

PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGARUH SAAT PENGAPIAN TERHADAP EMISI GAS BUANG KARBON MONOKSIDA (CO) PADA MOTOR BENSIN EMPAT LANGKAH BERBAHAN BAKAR PARTAMAX

Nama : Dori Yuvenda
NIM : 1108118
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

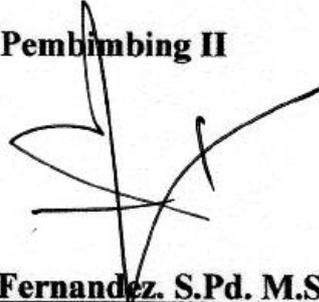
Padang, 3 Januari 2013

Disetujui Oleh

Pembimbing I


Drs. Hasan Maksun. MT
NIP: 19660817 199103 1 007

Pembimbing II


Donny Fernandez. S.Pd. M.Sc
NIP: 19790118 200312 1 003

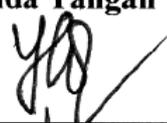
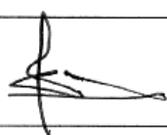
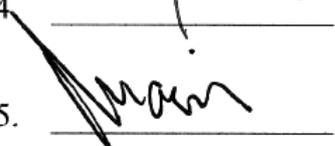
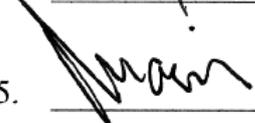
HALAMAN PENGESAHAN

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan Teknik Otomotif
Universitas Negeri Padang

Judul : Pengaruh Saat Pengapian Terhadap Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) Pada Motor Bensin Empat Langkah Berbahan Bakar Pertamax
Nama : Dori Yuvenda
NIM/BP : 1108118/2011
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, Januari 2013

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	Drs. Hasan Maksum, MT	1. 
2. Sekretaris	Donny Fernandez, S.Pd. M.Sc	2. 
3. Anggota	Drs. Martias, M.Pd	3. 
4. Anggota	Drs. Darman, M.Pd	4. 
5. Anggota	Drs. M. Nasir, M.Pd	5. 

ABSTRAK

Dori Yuvenda : Pengaruh Saat Pengapian terhadap Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) Pada Motor Bensin Empat Langkah Berbahan Bakar Pertamax

Lingkungan mempunyai peranan penting dalam kehidupan kita. Ketergantungan kita pada lingkungan tidak bisa kita mungkiri karena lingkungan adalah tempat kita untuk melakukan aktivitas. Lingkungan yang baik akan menunjang kelangsungan hidup manusia dan sebaliknya. Lingkungan yang bersih dan nyaman adalah kunci dari kesehatan manusia. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir pencemaran udara akibat dari emisi gas buang kendaraan adalah dengan cara mengatur saat pengapian yang pada kendaraan ber CC besar namun masih memiliki sistem pengapian konvensional dan perbandingan kompresi yang masih kecil dibawah 9,5:1 jika menggunakan bahan bakar yang tidak di spesifikasikan pabrik. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan perbedaan saat pengapian tersebut terhadap emisi gas buang kendaraan (CO) pada kendaraan motor bensin empat langkah berbahan bakar pertamax.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dan kendaraan yang digunakan adalah Kijang Grand Extra 1.8 tahun 1996 . Selanjutnya saat pengapian akan di *remapping* dengan beberapa variasi saat pengapian. Kemudian dilakukan pengukuran kandungan gas Karbon Monoksida (CO) pada putaran 750 rpm, 1500 rpm, dan 2500 rpm. Dimana pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *remapping* saat pengapian menimbulkan perbedaan pada emisi gas Karbon Monoksida (CO). Tingkat kandungan gas Karbon Monoksida (CO) yang paling rendah adalah pada sudut 5° (Sebelum TMA) pada motor bensin empat langkah berbahan bakar pertamax. Berdasarkan uji statistik (uji t) diketahui terdapat perbedaan yang signifikan pada emisi gas buang CO pada motor bensin empat langkah. Pada variasi (*remapping*) *persentase* penurunan emisi gas CO lebih banyak adalah pada saat pengapian 5° (Sebelum TMA) yaitu 1.194 % (vol)

Kata kunci: *Remapping* saat pengapian, Emisi gas buang

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah Ta'la yang telah memberikan rahmat, karunia, hidayah dan lindungan-Nya kepada penulis, sehingga telah dapat menyelesaikan penulisan Skripsi dengan judul **“Pengaruh Saat Pengapian terhadap Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) Pada Motor Bensin Empat Langkah Berbahan Bakar Pertamina”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Khususnya Jurusan Teknik Otomotif.

Dalam penulisan Skripsi ini, penulis banyak mengalami kesulitan dan hambatan, namun berkat bantuan dan bimbingan serta arahan dari berbagai pihak, maka penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik, oleh sebab itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang,
2. Bapak Drs. Hasan Maksum, M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif sekaligus selaku Dosen Pembimbing I,
3. Bapak Donny Fernandez, S.Pd. M.Sc selaku Sekretaris Jurusan Sekaligus Dosen Pembimbing II,
4. Bapak Toto Sugiarto, S.Pd.M.Si selaku Penasehat Akademis,
5. Seluruh Staf Pengajar dan Pegawai di Jurusan Teknik Otomotif,
6. Kedua orang tua dan saudaraku yang senantiasa memberikan motivasi dan semangat baik moril maupun materil,

7. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Otomotif Transfer 2011 yang turut memberikan semangat dan bantuan.

Atas bantuan yang telah diberikan, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya. Penulis menyadari dalam Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Dalam hal ini penulis mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat konstruktif demi kesempurnaan di kemudian hari.

Padang, Januari 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBARAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR GRAFIK	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Pembatasan Masalah	6
D. Perumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	7
F. Kegunaan Penelitian	7
G. Asumsi Penelitian	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Deskripsi Teori dan Penelitian yang Relevan	8
B. Penelitian yang Relevan	29
C. Kerangka Pikir	29
D. Pertanyaan Penelitian	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Desain Penelitian	32
B. Definisi Operasional	33
C. Objek Penelitian	35
D. Instrumentasi dan Teknik Pengumpulan Data	36
E Teknik Analisis Data	38

BAB IV HASIL PENELITIAN	
A. Deskripsi Pelaksanaan penelitian	40
B. Deskripsi Data Hasil Penelitian.....	43
C. Analisa Data dan Pembahasan.....	51
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	59
B. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Spesifikasi Bahan Bakar Pertamax	22
2. Konsentrasi Gas CO di Udara dan Pengaruhnya pada Tubuh Manusia bila Kontak Terjadi pada Waktu Cukup Lama	25
3. Baku mutu emisi kendaraan bermotor menurut Kepmen LH No. 06 tahun 2006.....	26
4. Format Pengambilan Data Pengujian dengan Bahan Bakar Premium.....	37
5. Format Pengambilan Data Pengujian dengan Bahan Bakar Pertamax	38
6. Data Hasil Kandungan Gas Buang CO dengan Saat Pengapian 1° pada Engine Empat Langkah Berbahan Bakar Premium	43
7. Data Hasil Kandungan Gas Buang CO dengan Saat Pengapian 5° pada Engine Empat Langkah Berbahan Bakar Premium	44
8. Data Hasil Kandungan Gas Buang CO dengan Saat Pengapian 9° pada Engine Empat Langkah Berbahan Bakar Premium	45
9. Data Hasil Kandungan Gas Buang CO dengan Saat Pengapian 1° pada Engine Empat Langkah Berbahan Bakar Pertamax	46
10. Data Hasil Kandungan Gas Buang CO dengan Saat Pengapian 5° pada Engine Empat Langkah Berbahan Bakar Pertamax.....	46
11. Data Hasil Kandungan Gas Buang CO dengan Saat Pengapian 9° pada Engine Empat Langkah Berbahan Bakar Pertamax.....	47
12. Nilai Rata-rata Kandungan Gas CO pada Saat Pengapian (1°, 5° dan 9° Sebelum TMA) pada Engine Berbahan Bakar Premium	48
13. Nilai Rata-rata Kandungan Gas CO pada Saat Pengapian (1°, 5° dan 9° Sebelum TMA) pada Engine Berbahan Bakar Pertamax.....	48
14. Perbedaan Kandungan Gas CO antara Saat Pengapian 1° sebelum TMA Engine Berbahan Bakar Premium dengan Saat Pengapian Standart 1° Engine Berbahan Bakar Pertamax	52

15. Perbedaan Kandungan Gas CO antara Saat Pengapian 5° sebelum TMA Engine Berbahan Bakar Premium dengan Saat Pengapian Standart 5° Engine Berbahan Bakar Pertamina	53
16. Perbedaan Kandungan Gas CO antara Saat Pengapian 9° sebelum TMA) Engine Berbahan Bakar Premium dengan Saat Pengapian Standart 9° Engine Berbahan Bakar Pertamina	55
17. Hasil Uji Statistik terhadap Data Penelitian Kandungan Gas CO	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Posisi Saat Pengapian	12
2. Diagram P-V dan T-S siklus otto.....	14
3. Diagram P-V dan T-S siklus otto.....	15
4. Tingkat pembakaran dalam sebuah mesin	17
5. Osiloskop pola bentuk gelombang sekunder tunggal	21
6. Kerangka Pikir	31

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
1. Grafik perbedaan saat pengapian bervariasi pada engine berbahan bakar premium dan pertamax terhadap emisi gas buang karbon monoksida.....	49

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Lingkungan mempunyai peranan penting dalam kehidupan kita. Ketergantungan kita pada lingkungan tidak bisa kita mungkiri karena lingkungan adalah tempat kita untuk melakukan aktivitas. Lingkungan yang baik akan menunjang kelangsungan hidup manusia dan sebaliknya. Lingkungan yang bersih dan nyaman adalah kunci dari kesehatan manusia. Manusia tidak terlepas dari yang namanya udara, tanpa udara manusia tidak bisa hidup. Udara yang bersih dan sehat akan membantu akan menjamin kesehatan seseorang. Lingkungan udara yang tercemar akan berdampak pada kehidupan kita baik kesehatan manusia maupun aktivitas kita sehari-hari. Di kota-kota besar udara bersih dan sehat hampir tidak bisa kita nikmati karena tingginya tingkat pencemaran udara. Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti. Penyebab utama adalah dari emisi gas buang kendaraan bermotor.

Kendaraan bermotor merupakan sarana transportasi yang mudah dan cepat sehingga pengguna kendaraan bermotor setiap harinya meningkat dari tahun ke tahun akibatnya aktivitas transportasi semakin padat. Aktifitas transportasi yang meningkat akan menyebabkan penurunan kualitas lingkungan yang sehat dan bersih. Aktifitas transportasi yang semakin padat maka tingkat pencemaran udara semakin tinggi yang dihasilkan oleh emisi gas buang

kendaraan. Tingkat kesadaran untuk memiliki kendaraan bagi pemilik masih kurang sehingga tidak memperhatikan kondisi dari kendaraan tersebut. Terkadang banyak diantara pemilik kendaraan hanya diperuntukkan sebagai alat transportasi saja sehingga mengindahkan serta mengabaikan performa dari kendaraan tersebut.

Selain permasalahan tersebut diantara pemilik kendaraan masih banyak kurangnya ilmu pengetahuan tentang kendaraan sehingga kendaraan yang seharusnya dilakukan untuk servis ke bengkel dibiarkan begitu saja, padahal melakukan servis secara berkala harus dilakukan secara rutin agar mengembalikan kendaraan ke kondisi standart. Tujuan dari servis tersebut adalah untuk menambah masa umur kendaraan agar performanya tetap bagus sehingga mengurangi dan mencegah terjadinya emisi yang tinggi akibat dari pembakaran yang tidak sempurna. Untuk itu sangat penting untuk melakukan servis secara rutin bagi pemilik kendaraan.

Saat ini juga belum ada pembatasan usia kendaraan pada kendaraan yang sudah tua sehingga kendaraan tersebut masih banyak digunakan untuk sarana transportasi, padahal kendaraan yang usianya sudah tua akan menyebabkan pencemaran udara yang tinggi dikarenakan sistem yang digunakan pada kendaraan tersebut masih konvensional dan belum dilengkapi dengan sistem komputer akibatnya tingkat emisi gas buang kendaraan menjadi lebih tinggi serta kondisi komponen yang sudah aus.

Pemerintah juga mengeluarkan kebijakan pembatasan bahan bakar minyak bersubsidi (BBM). BBM hanya boleh digunakan oleh kendaraan

bermotor dan kendaraan angkutan umum. Bagi kendaraan yang mempunyai *Centimeter Cubix (cc)* besar di atas 1.500 cc wajib menggunakan bahan bakar pertamax. Kebijakan ini belum ditetapkan pemerintah namun pemerintah akan tetap melaksanakan kebijakan ini karena berkaitan dengan penghematan bahan bakar minyak serta isu *global warming*.

Kenaikan BBM bersubsidi oleh pemerintah telah memberikan permasalahan di negara ini dimana banyak terjadi penimbunan bahan bakar premium bersubsidi oleh oknum-oknum yang tidak bertanggung jawab di berbagai daerah. Berdasarkan informasi yang kita peroleh dari media di berbagai wilayah di Indonesia telah terjadi kelangkaan bahan bakar premium seperti di daerah kilang minyak sendiri sudah terjadi kelangkaan minyak seperti di Kalimantan Timur tempat produksi minyak terbesar di Indonesia (*kompasiana.com*).

Kondisi seperti ini dengan terpaksa masyarakat harus menggunakan pertamax untuk kendaraannya yang tidak dispesifikasikan oleh industri untuk menggunakan pertamax dengan sistem pengapiannya masih konvensional dan tekanan kompresi yang kecil sehingga kemungkinan akan mempengaruhi pada tenaga dan gas buang kendaraan tersebut. Untuk itu perlu mengatur saat pengapian pada kendaraan motor bensin empat langkah diatas 1.500 cc menggunakan bahan bakar yang beroktan tinggi agar pembakaran yang terjadi di dalam silinder akan lebih sempurna sehingga menghasilkan tenaga yang besar dan emisi gas buang buang kecil.

Pengaturan saat pengapian harus disesuaikan dengan kondisi kendaraan yang telah distandartkan oleh pabrik. Jika kita tidak memperhatikannya dan tidak menyesuaikan sesuai dengan spesifikasi pabrik maka akan menimbulkan akibat yang lain. Untuk itu di pada saat kita mempercepat atau memperlambat saat pengapian harus didasarkan kajian teori yang ada.

Isu yang paling berkembang saat ini adalah efek rumah kaca yang lebih dikenal dengan *global warming*. *Global warming* adalah suatu proses meningkatnya suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan bumi. Sebagian besar peningkatan suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20 kemungkinan besar disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca akibat aktivitas manusia melalui efek rumah kaca. Penyumbang terbesar pencemaran udara berasal dari emisi gas buang kendaraan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh lembaga pengkajian ozon bahwa pada tahun 2010 hampir 80% perusak lapisan ozon berasal dari gas buang kendaraan. Gas buang yang dihasilkan merupakan gas yang paling beracun dan sangat berbahaya bagi kesehatan manusia maupun lingkungan.

Setiap emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor mempunyai efek negatif bagi manusia dan lingkungan. Salah satu unsur kimia yang paling berbahaya yang terkandung dalam emisi gas buang kendaraan adalah karbon monoksida (CO). Karbon monoksida adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak merangsang. Hal ini menyebabkan keberadaannya sulit dideteksi. Padahal gas ini sangat berbahaya bagi kesehatan karena pada kadar rendah dapat menimbulkan sesak napas dan pucat. Pada

kadar yang lebih tinggi dapat menyebabkan pingsan dan pada kadar lebih dari 1.000 ppm dapat menimbulkan kematian. Gas CO ini berbahaya karena dapat membentuk senyawa dengan hemoglobin membentuk HbCO, dan ini merupakan racun bagi darah, oleh karena yang diedarkan ke seluruh tubuh termasuk ke otak bukannya HbO, tetapi justru HbCO. Keberadaan HbCO ini disebabkan karena persenyawaan HbCO memang lebih kuat ikatannya dibandingkan dengan HbO. Hal ini disebabkan karena afinitas HbCO lebih kuat 250 kali dibandingkan dengan HbO, akibatnya Hb sulit melepas CO, sehingga tubuh bahkan otak akan mengalami kekurangan oksigen. Kekurangan oksigen dalam darah inilah yang akan menyebabkan terjadinya sesak napas, pingsan, atau bahkan kematian.

B. Identifikasi masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas dapat kita identifikasi permasalahannya, antara lain:

1. Lingkungan udara yang sudah tercemar dari kendaraan bermotor.
2. Aktivitas transportasi yang semakin meningkat dan padat di daerah perkotaan.
3. Kesadaran tentang pentingnya servis kendaraan masih rendah pada pengguna kendaraan sehingga membiarkan kendaraan dalam keadaan tidak normal.
4. Belum adanya pembatasan usia kendaraan sehingga masih banyak kendaraan yang usianya sudah tua beroperasi.

5. Kebijakan pemerintah terhadap pembatasan bahan bakar minyak pada kendaraan di atas 1.500 cc.
6. Penggunaan bahan bakar yang belum dispesifikasikan atau yang belum diperuntukan oleh pabrik pada kendaraan yang sistem pengapian yang konvensional.
7. Isu global warming atau efek rumah kaca salah satu penyebab terbesar dari emisi gas buang kendaraan. Salah satu gas yang paling berbahaya adalah karbon monoksida (CO) dampaknya bisa merusak kesehatan manusia dan lingkungan.

C. Pembatasan masalah

Untuk lebih terarahnya penelitian ini, maka penulis akan membatasi pada point enam dan tujuh pada identifikasi masalah yaitu pengaruh saat pengapian terhadap emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada motor bensin empat langkah berbahan bakar Pertamax.

D. Perumusan masalah

Berdasarkan batasan masalah maka masalah penelitian ini dapat kita rumuskan apakah terdapat perbedaan kandungan emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada motor bensin empat langkah berbahan bakar pertamax.

E. Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kandungan emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada motor bensin empat langkah berbahan bakar pertamax.

F. Kegunaan penelitian

1. Sebagai bahan untuk memberikan masukan kepada Industri Otomotif untuk mengkaji lebih lanjut tentang saat pengapian jika menggunakan bahan bakar yang belum dispesifikasikan.
2. Sebagai masukan bagi pengguna kendaraan untuk selalu memperhatikan kondisi kendaraan agar tetap pada kondisi standart
3. Sebagai bahan untuk menjelaskan bahaya dari emisi gas buang kendaraan bagi manusia dan lingkungan.
4. Sebagai penelitian lebih lanjut.

G. Asumsi penelitian.

1. Mesin kendaraan yang digunakan dalam penelitian berada dalam kondisi normal.
2. Temperatur udara pada saat melakukan penelitian dalam keadaan normal.
3. Alat ukur yang digunakan dalam penelitian masih dalam keadaan standar dan telah dikalibrasi terlebih dahulu sebelum digunakan sesuai dengan spesifikasi.
4. Prosedur pengujian yang dilaksanakan dalam penelitian adalah prosedur standar dalam rangka mencapai tujuan penelitian.
5. Bahan bakar yang digunakan untuk perlakuan adalah pertamax.

BAB II KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori dan Penelitian yang Relevan

1. Prinsip kerja motor 4 (empat) tak

Motor bensin empat langkah adalah jenis motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) yang menggunakan bahan bakar bensin dalam satu siklus menghasilkan dua kali putaran poros engkol dan menghasilkan satu usaha. Prinsip kerja mesin 4 (empat) tak adalah campuran bahan bakar dengan udara dihisap ke dalam silinder melalui katup masuk kemudian dikompresikan oleh piston saat piston bergerak naik keatas. Campuran bahan bakar dan udara akan menjadi panas tekanan didalam silinder menjadi tinggi. Campuran tersebut terbakar oleh percikan bunga api maka akan menghasilkan tekanan gas pembakaran yang besar didalam silinder. Tekanan ini akan mendorong piston bergerak ke titik mati bawah (TMB). Dari gerak turun naik piston akan dirubah menjadi gerak putar pada poros engkol. Gerak putar inilah yang menjadi tenaga pada kendaraan.

2. Cara kerja motor 4 (empat) tak.

Cara kerja mesin 4 (empat) tak terjadi empat langkah (*stroke*) maksudnya 4 kali piston turun naik atau dua kali putaran poros engkol menghasilkan satu kali usaha. Di dalam sebuah selinder terdapat katup masuk dan katup buang. Kedua katup ini berkerja sesuai dengan langkah yang terjadi pada torak. Jika terjadi kesalahan pada katup ini pada saat pembukaan dan

penutupan maka tidak akan terjadi pembakaran pada mesin.

Untuk itu penulis akan menguraikan cara kerja mesin 4 (empat) tak di dalam selinder adalah

a. Langkah hisap

Pada langkah ini piston bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) bersamaan dengan itu katup masuk akan terbuka kira-kira 5° sebelum piston mencapai TMA sedangkan katup buang tertutup. Akibat pergerakan piston maka terjadi kevakuman di dalam silinder dimana tekanan udara di dalam silinder lebih kecil dari tekanan udara diluar silinder sehingga campuran bahan bakar dengan udara yang ada diluar selinder akan dihisap masuk ke selinder karena ada tekanan udara luar melalui katup masuk sampai piston bergerak ke TMB.

b. Langkah Kompresi

Pada langkah ini lanjutan dari langkah hisap. Setelah piston berada di TMB maka piston akan bergerak ke TMA bersamaan dengan itu katup masuk tertutup kira-kira 50° setelah TMB begitu juga dengan katup buang masih dalam keadaan tertutup. Akibat dari pergerakan piston yang mengkompresikan campuran tersebut maka ruang selinder akan menjadi sempit sehingga temperatur campuran bahan bakar dengan udara akan menjadi tinggi begitu juga dengan tekanannya akan semakin naik yang menyebabkan gas tersebut akan mudah terbakar. Ketika piston mulai mencapai TMA kira 8° maka busi memercikan

bunga api sehingga terjadi pembakaran pada selinder.

c. Langkah usaha

Pada langkah ini adalah lanjutan dari langkah kompresi dimana pada akhir kompresi kira-kira 5° sebelum TMA busi memercikan bunga api akibatnya terjadilah pembakaran dan ledakan yang kuat yang menghasilkan tekanan yang besar sehingga piston didorong menuju ke TMB sedangkan kedua katup masih dalam keadaan tertutup. Pada langkah ini disebut sebagai langkah usaha.

d. Langkah buang

Pada langkah ini lanjutan dari langkah usaha dimana piston bergerak dari TMB menuju ke TMA. Pada langkah ini kira-kira 45° sebelum TMB katup masuk sudah membuka sehingga hasil pembakaran keluar melalui katup buang katup ini tertutup 10° setelah TMA sedangkan katup buang masih dalam tertutup sampai 10° sebelum TMA. Pada saat ini terjadi *overlapping* dimana kedua katup sama-sama dalam keadaan membuka.

3. Saat Pengapian

Saat pengapian adalah titik ketika percikan bunga api yang timbul pada elektroda pada busi yang diukur dalam derajat poros putaran engkol sebelum piston mencapai titik mati atas. (*Engine performance, 2004*).

Saat pengapian adalah saat awal penyalaan pada pembakaran. saat pengapian menentukan proses pembakaran di dalam selinder. Sempurna atau tidak sempurnanya pembakaran di dalam selinder tergantung pada

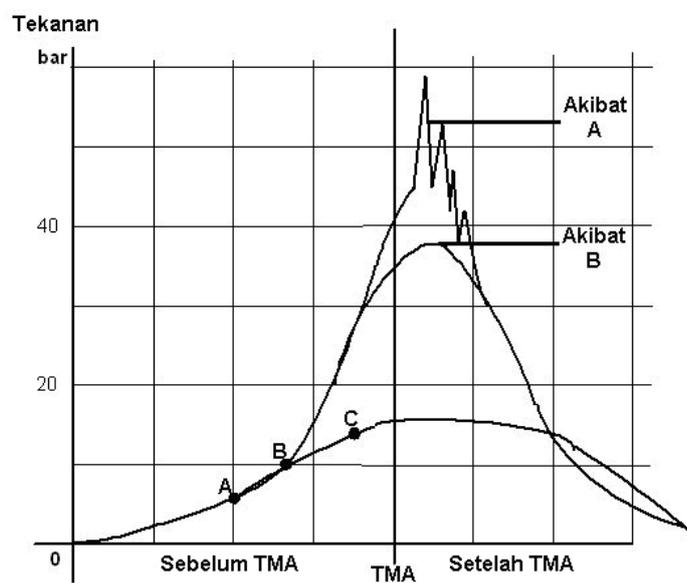
timing pengapian.

Saat pengapian dari campuran bensin dan udara adalah saat terjadinya percikan bunga api busi beberapa derajat sebelum Titik Mati Atas (TMA) pada akhir langkah kompresi. Saat terjadinya percikan waktunya harus ditentukan dengan tepat supaya dapat membakar dengan sempurna campuran bensin dan udara agar dicapai energi maksimum.

Setelah campuran bahan bakar dibakar oleh bunga api, maka diperlukan waktu tertentu bagi api untuk merambat di dalam ruangan bakar, oleh sebab itu akan terjadi sedikit keterlambatan antara awal pembakaran dengan pencapaian tekanan pembakaran maksimum. Agar diperoleh output maksimum pada engine dengan tekanan pembakaran mencapai titik tertinggi (sekitar 100 setelah TMA), periode perambatan api harus diperhitungkan pada saat menentukan saat pengapian (*ignition timing*), karena diperlukannya waktu untuk perambatan api, maka campuran bahan bakar – udara harus sudah dibakar sebelum TMA. Saat mulai terjadinya pembakaran campuran bahan bakar dan udara tersebut disebut dengan saat pengapian (*ignition timing*).

Agar saat pengapian dapat disesuaikan dengan kecepatan, beban mesin dan lainnya diperlukan peralatan untuk merubah (memajukan atau memundurkan) saat pengapian. Salah satu diantaranya adalah dengan menggunakan *vacuum advancer* dan *governor advancer* untuk pengapian konvensional.

Bila saat pengapian dimajukan terlalu jauh (lihat gambar 1 titik A) maka tekanan pembakaran maksimum akan tercapai sebelum 100 sesudah TMA, karena tekanan di dalam silinder akan menjadi lebih tinggi dari pada pembakaran dengan waktu yang tepat, pembakaran campuran udara bahan bakar yang spontan akan terjadi dan akhirnya akan terjadi *knocking* atau detonasi.



Gambar 1. Posisi saat pengapian (Internal Combustion Engine)

Knocking merupakan ledakan yang menghasilkan gelombang kejutan berupa suara ketukan karena naiknya tekanan yang besar dan kuat yang terjadi pada akhir pembakaran. *Knocking* yang berlebihan akan mengakibatkan katup, busi dan torak terbakar.

Saat pengapian yang terlalu maju juga bisa menyebabkan suhu mesin menjadi terlalu tinggi, sedangkan bila saat pengapian dimundurkan terlalu jauh (lihat gambar 1 titik C) maka tekanan pembakaran maksimum akan terjadi setelah 100 setelah TMA (saat dimana torak telah turun cukup

jauh). Bila dibandingkan dengan pengapian yang waktunya tepat (gambar 1 titik B), maka tekanan di dalam silinder agak rendah sehingga output mesin menurun dan masalah pemborosan bahan bakar dan lainnya akan terjadi. Saat pengapian yang tepat dapat menghasilkan tekanan pembakaran yang optimal.

Saat pengapian pada tiap selinder untuk mesin dengan jumlah selinder beberapa saja adalah sama yaitu beberapa derajat sebelum titik mati atas dalam langkah kompresi (BTHC). Apabila kita akan menyetel saat pengapian, cukup kita amati pada satu selinder saja yaitu selinder yang pertama. Untuk mengetahui dengan tepat apakah torak pada selinder pertama tadi benar-benar dalam posisi yang tepat untuk pengapian adalah sangat sukar, karena posisi poros engkol tidak kelihatan. Untuk itu pada puli poros engkol diberi tanda agar memudahkan kita melihatnya.

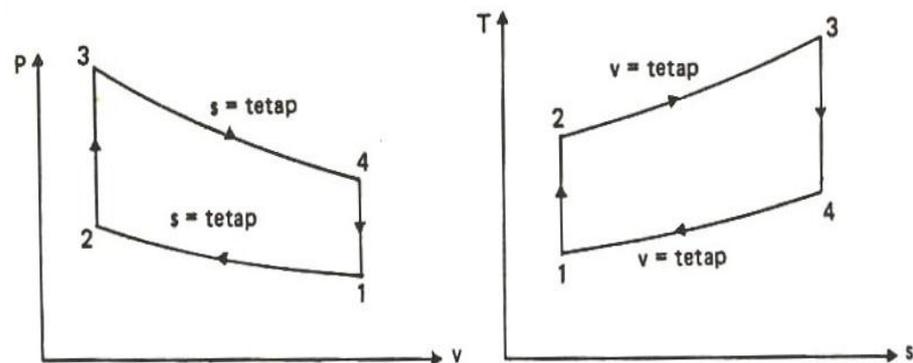
4. Siklus Termodinamika

Konversi energi yang terjadi pada motor bakar torak berdasarkan pada siklus termodinamika. Proses sebenarnya amat kompleks, sehingga analisa dilakukan pada kondisi ideal dengan fluida kerja udara.

Idealisasi proses tersebut sebagai berikut :

- a. Fluida kerja dari awal proses hingga akhir proses.
- b. Panas jenis dianggap konstan meskipun terjadi perubahan temperatur pada udara.
- c. Proses kompresi dan ekspansi berlangsung secara adiabatik, tidak terjadi perpindahan panas antara gas dan dinding silinder.

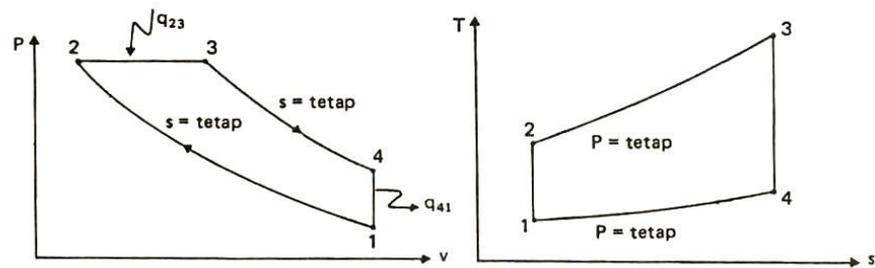
- d. Sifat-sifat kimia fluida kerja tidak berubah selama siklus berlangsung.
- e. Motor 2 (dua) langkah mempunyai siklus termodinamika yang sama dengan motor 4 (empat) langkah.



Gambar 2. Diagram P-V dan T-S siklus otto
(Step 2 Toyota, 1995)

a. Siklus Otto (Siklus udara volume konstan)

Pada siklus Otto atau siklus volume konstan proses pembakaran terjadi pada volume konstan, sedangkan siklus Otto tersebut ada yang berlangsung dengan 4 (empat) langkah atau 2 (dua) langkah. Untuk mesin 4 (empat) langkah siklus kerja terjadi dengan 4 (empat) langkah piston atau 2 (dua) poros engkol. Adapun langkah dalam siklus otto yaitu gerakan piston dari titik puncak (TMA=titik mati atas) ke posisi bawah (TMB = titik mati bawah) dalam silinder.



Gambar 3. Diagram P-V dan T-S siklus otto
(Step 2 Toyota. 1995)

Proses siklus otto sebagai berikut :

Proses 1-2 : proses kompresi *isentropic* (*adiabatic reversible*) dimana piston bergerak menuju (TMA = titik mati atas) mengkompresikan udara sampai volume *clearance* sehingga tekanan dan temperatur udara naik.

Proses 2-3 : pemasukan kalor konstan, piston sesaat pada (TMA=titik mati atas) bersamaan kalor suplai dari sekelilingnya serta tekanan dan temperatur meningkat hingga nilai maksimum dalam siklus.

Proses 3-4 : proses isentropik udara panas dengan tekanan tinggi mendorong piston turun menuju (TMB = titik mati bawah), energi dilepaskan disekeliling berupa internal energi.

Proses 4-1 : proses pelepasan kalor pada volume konstan piston sesaat pada (TMB = titik mati bawah) dengan mentransfer kalor ke sekeliling dan kembali mlangkah pada titik awal.

b. Proses Pembakaran Motor Bensin Empat langkah

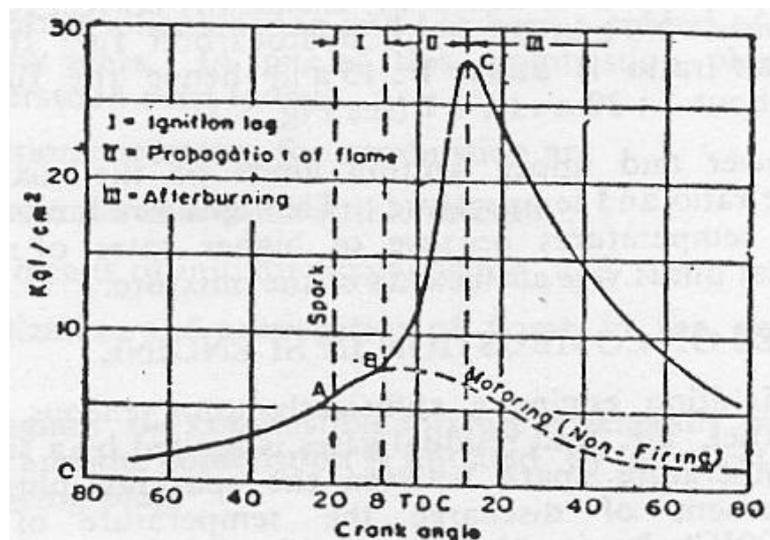
Secara umum pembakaran didefinisikan sebagai reaksi kimia atau reaksi persenyawaan bahan bakar oksigen (O_2) sebagai oksidan dengan temperaturnya lebih besar dari titik nyala. Jalius dan Wagino (2008: 60) menyatakan bahwa “Fungsi mesin adalah mengatur proses untuk mengubah energi yang terkandung dalam bahan bakar menjadi tenaga. Semua sepeda motor menggunakan sistem pembakaran di dalam silinder. Artinya, pembakaran bahan bakar terjadi di dalam silinder dan oleh karena itu mesin ini disebut mesin pembakaran di dalam (*internal combustion engine*). Energi yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar, menyebabkan piston terdorong, bergerak dan memutar poros engkol”.

Untuk memperoleh daya maksimum dari suatu operasi hendaknya komposisi gas pembakaran dari silinder (komposisi gas hasil pembakaran) dibuat seideal mungkin, sehingga tekanan gas hasil pembakaran bisa maksimal menekan torak dan mengurangi terjadinya detonasi. Komposisi bahan bakar dan udara dalam silinder akan menentukan kualitas pembakaran dan akan berpengaruh terhadap *performance* mesin dan emisi gas buang.

Sebagaimana telah kita ketahui sebagai bahan bakar motor bensin terutama yang mengandung unsur-unsur karbon dan hidrogen yang dikenal dengan 3 (tiga) teori mengenai pembakaran hidrogen tersebut.

- 1) Hidrokarbon terbakar bersama-sama dengan oksigen sebelum karbon bergabung dengan oksigen.
- 2) Karbon terbakar lebih dahulu daripada hidrogen.
- 3) Senyawa hidrokarbon terlebih dahulu bergabung dengan oksigen dan membentuk senyawa (*hidrolisasi*) yang kemudian dipecah secara terbakar.

Dalam sebuah mesin terjadi beberapa tingkatan pembakaran yang digambarkan dalam sebuah grafik dengan hubungan antara tekanan dan perjalanan engkol. Berikut adalah gambar dari grafik tingkatan pembakaran :



Gambar 4. Tingkat pembakaran dalam sebuah mesin
(Step 2 Toyota, 1995)

Proses atau tingkatan pembakaran dalam sebuah mesin terbagi menjadi empat tingkat atau periode yang terpisah. Periode-periode tersebut adalah :

1) Keterlambatan pembakaran (*Delay Periode*)

Periode pertama dimulai dari titik A yaitu mulai disemprotkannya bahan bakar sampai masuk ke dalam silinder, dan berakhir pada titik B. perjalanan ini sesuai dengan perjalanan engkal sudut α . Selama periode ini berlangsung tidak terdapat kenaikan tekanan yang melebihi kompresi udara yang dihasilkan oleh torak, dan selanjutnya bahan bakar masuk terus menerus melalui nosel.

2) Pembakaran cepat

Pada titik B terdapat sejumlah bahan bakar dalam ruang bakar, yang dipecah halus dan sebagian menguap kemudian siap untuk dilakukan pembakaran. Ketika bahan bakar dinyalakan yaitu pada titik B, akan menyala dengan cepat yang mengakibatkan kenaikan tekanan mendadak sampai pada titik C tercapai. Periode ini sesuai dengan perjalanan sudut engkol B. yang membentuk tingkat kedua.

3) Pembakaran Terkendali

Setelah titik C, bahan bakar yang belum terbakar dan bahan bakar yang masih tetap disemprotkan (diinjeksikan) terbakar pada kecepatan yang tergantung pada kecepatan penginjeksian serta jumlah distribusi oksigen yang masih ada dalam udara pengisian. Periode inilah yang disebut dengan periode terkendali atau disebut juga pembakaran sedikit demi sedikit yang akan berakhir pada titik D dengan berhentinya injeksi. Selama tingkat ini tekanan dapat naik, konstan ataupun turun. Periode ini sesuai dengan perjalanan

engkol sudut c, dimana sudut c tergantung pada beban yang dibawa beban mesin, semakain besar bebannya semakin besar c.

4) Pembakaran pasca (*after burning*)

Bahan bakar sisa dalam silinder ketika penginjeksian berhenti dan akhirnya terbakar. Pada pembakaran pasca tidak terlihat pada diagram, dikarenakan pemunduran torak mengakibatkan turunnya tekanan meskipun panas panas ditimbulkan oleh pembakaran bagian akhir bahan bakar.

Dalam pembakaran hidrokarbon yang biasa tidak akan terjadi gejala apabila memungkinkan untuk proses *hidrolisasi*. Hal ini hanya akan terjadi bila pencampuran pendahuluan antara bahan bakar dengan udara mempunyai waktu yang cukup sehingga memungkinkan masuknya oksigen ke dalam molekul hidrokarbon.

Bila oksigen dan hidrokarbon tidak bercampur dengan baik maka terjadi proses *cracking* dimana pada nyala akan timbul asap. Pembakaran semacam ini disebut pembakaran tidak sempurna. Ada 2 (dua) kemungkinan yang terjadi pada pembakaran mesin bensin, yaitu:

a) Pembakaran normal (sempurna), dimana bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan keadaan yang dikehendaki. Mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan api busi. Selanjutnya api membakar gas

yang berada disekelilingnya dan menjalar ke seluruh bagian sampai semua partikel gas terbakar habis.

- b) Pembakaran tidak sempurna (tidak normal), dimana sebagian bahan bakar tidak ikut terbakar atau tidak terbakar bersama-sama pada saat dan keadaan yang dikehendaki. Pada pembakaran tidak sempurna terjadi 2 (dua) peristiwa, yaitu *knocking* (ketukan) dan *pre-ignition*.

c. Lamanya Percikan

Lamanya percikan pembakaran, atau panjangnya waktu loncatan bunga api listrik, menjadi sangat penting yang hubungannya dengan pengendalian gas buang. Campuran kurus perlu untuk mendapatkan tingkat emisi gas buang yang rendah. Bagaimanapun juga dengan campuran kurus, jika lamanya waktu pembakaran tidak cukup, campuran tidak akan terbakar dengan baik. Lamanya waktu pembakaran harus berada antara 0,8 – 2 millidetik dengan arus antara 100 – 150 milliamper untuk mendapatkan pembakaran yang baik. Banyak osiliskop produksi terakhir mempunyai skala millidetik sehingga memungkinkan melakukan pengukuran tersebut.



Gambar 5. Osiloskop pola bentuk gelombang sekunder tunggal (Step 2 Toyota, 1995)

5. Pertamina

Bahan bakar Pertamina merupakan pencampuran 85% bahan bakar premium dan 15% MTBE. Setiap bahan bakar mengandung unsur Karbon, Hidrogen dan beberapa Oksigen (jika ada) dalam kilogram tiap kilogram bahan bakar. Berikut ini persamaan untuk menentukan komposisi unsur penyusun bahan bakar Pertamina:

Premium : n% C₈H₁₈ (Iso Oktana)
 n% C₇H₁₆ (heptana normal)
 Pertamina : n% premium ;
 n% C₈H₁₈ = n% C₈H₁₈ Premium x n% C₈H₁₈
 Pertamina
 n% C₇H₁₆ = n% C₇H₁₆ Premium x n% C₇H₁₆
 Pertamina
 n% MTBE (C₅H₁₂O)

Komposisi C, H, dan O di tiap unsur penyusun bahan bakar adalah sebagai berikut:

$$C = \frac{gr}{BM_{CaHbOz}} \text{mole } x \ a \ x \ BA \ Carbon$$

$$H = \frac{gr}{BM_{CaHbOz}} \text{mole } x \ b \ x \ BA \ Hidrogen$$

$$O = \frac{gr}{BM_{CaHbOz}} \text{mole } x \ z \ x \ BA \ Oksigen$$

Sehingga komposisi C, H dan O bahan bakar pertamax adalah sebagai berikut:

$$C = C (\text{n\% C}_8\text{H}_{18}) + C (\text{n\% C}_7\text{H}_{16}) + C (\text{n\% C}_5\text{H}_{12}\text{O})$$

$$H = H (\text{n\% C}_8\text{H}_{18}) + H (\text{n\% C}_7\text{H}_{16}) + H (\text{n\% C}_5\text{H}_{12}\text{O})$$

$$O = O (\text{n\% C}_5\text{H}_{12}\text{O}) \quad (\text{Yeni Yusuf Tonglolangi,2010})$$

Spesifikasi pertamax

Tabel 1. Spesifikasi bahan bakar pertamax

No	Karakteristik	Satuan	Batasan	
			Min	Maks
1	Angka Oktana Riset	RON	99,1	-
2	Stabilitas oksida (periode induksi)	Menit	480	-
3	Kandungan belerang	% m/m	0,05	-
4	Kandungan timbel (Pb)	gr/liter	0,013	-
5	Kandungan phosphor	gm/l	-	-
6	Kandungan logam (Mn, Fe dll)	gm/l	-	-
7	Kandungan silikon	mg/kg	-	-
8	Kandungan oksigen	% m/m	-	2,7
9	Kandungan olefin	% v/v	-	-
10	Kandungan aromatik	% v/v	-	50,0
11	Kandungan benzena	% v/v	-	5,0
12	Destilasi			
	10% vd. Penguapan	°C	-	70
	50% vd. Penguapan	°C	-	110
	90% vd. Penguapan	°C	-	180
	Titik didih air	°C	-	215
	Residu	% v/v	-	2,0
13	Sendimen	mg/l	-	1
14	<i>Unwashed gum</i>	mg/100ml	-	70
15	<i>Washed gum</i>	mg/100ml	-	5
16	Tekanan uap	kPa	45	60
17	Berat jenis (pada suhu 15°)	kg/m ³	715	770
18	Korosi bilah tembaga	merit	Kelas 1	
19	Uji doctor		Negatif	
20	Belerang mercaptan	massa	-	0,0002
21	Penampilan visual		Jernih dan terang	
22	Warna		Biru	
23	Kandungan warna	g/100l	-	0.13

Sumber : *www. Pertamina.com, 2007*

6. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. CO terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berikatan dengan satu atom oksigen. Dalam ikatan ini, terdapat dua ikatan kovalen dan satu ikatan kovalen koordinasi antara atom karbon dan oksigen (www.wikipedia.com).

Karbon monoksida adalah suatu gas yang terdiri dari unsur karbon (C) dan oksigen (O) yang tidak berwarna, tidak berbau serta tidak berasa yang bisa berdampak pada kesehatan manusia.

a. Racun Gas Karbon Monoksida

Gejala toksisitas atau keracunan ringan meliputi sakit kepala dan mual-mual pada konsentrasi kurang dari 100 ppm. Konsentrasi serendah 667 ppm dapat menyebabkan 50% hemoglobin tubuh berubah menjadi karboksihemoglobin (HbCO). Karboksihemoglobin cukup stabil, namun perubahan ini bisa *reversibel* atau dapat kembali ke keadaan awal. Karboksihemoglobin tidaklah efektif dalam menghantarkan oksigen di dalam sistem sirkulasi atau transportasi darah, karena itu beberapa bagian tubuh tidak mendapatkan oksigen yang cukup. Sebagai akibatnya, paparan pada tingkat ini dapat membahayakan jiwa.

b. Pengaruh Gas CO Terhadap Manusia

Gas karbon monoksida (CO) di atmosfer dalam keadaan normal konsentrasinya sangat sedikit sekitar 0,1 ppm. Di daerah perkotaan

dengan aktifitas penggunaan kendaraan bermotor dan industri yang padat, konsentrasi gas CO dapat mencapai 10 – 15ppm. Gas CO di dalam paru-paru bereaksi dengan hemoglobin pada sel darah merah yang dapat menghalangi pengangkutan oksigen ke seluruh bagian tubuh.

Gas karbon monoksida (CO) yang masuk dalam sistem peredaran darah akan menggantikan posisi oksigen dalam berikatan dengan hemoglobin (Hb) dalam darah. Gas CO akhirnya mudah masuk ke dalam jantung, otak dan organ vital penunjang kehidupan manusia lainnya. Gas ini sifatnya sangat beracun bagi tubuh manusia, sehingga akibatnya bisa fatal. Ikatan CO dan Hb dalam darah akan membentuk karboksi hemoglobin. Ini menyebabkan dua hal:

- 1) Oksigen akan kalah bersaing dengan karbon monoksida sehingga kadar oksigen dalam darah manusia akan menurun drastis. Seperti yang kita tahu, oksigen diperlukan dalam proses metabolisme tubuh sel, jaringan dan organ dalam tubuh manusia. Dengan keberadaan CO di dalam darah, maka akan menghambat metabolisme tubuh manusia.
- 2) Gas CO akan menghambat terjadinya proses respirasi atau oksidasi sitokrom. Hal ini akan mengakibatkan pembentukan energi tidak maksimal. Karbon monoksida akan berikatan langsung dengan sel otot jantung dan sel tulang. Akibatnya terjadi keracunan CO pada sel tersebut dan merembet pada sistem saraf manusia.

Jika seseorang mengalami paparan CO 1.000 ppm selama beberapa menit akan menimbulkan kejenuhan karboksi hemoglobin. Orang tersebut akan bekurang kesadarannya atau pingsan, sedangkan jika ditambah beberapa menit lagi maka dapat mengakibatkan kematian.

Tabel 2. Konsentrasi gas CO di udara dan pengaruhnya pada tubuh manusia bila kontak terjadi pada waktu cukup lama.

Konsentrasi gas CO di udara (ppm)	Konsentrasi COHb dalam darah (%)	Gangguan pada tubuh
3	0.98	Tidak ada
5	1.30	Belum begitu terasa
10	2.10	Gangguan sistem saraf sentral
20	3.70	Gangguan panca indera
40	6.90	Gangguan fungsi jantung
60	10.10	Sakit kepala
80	13.30	Sulit bernafas
100	16.50	Pingsan hingga kematian

Sumber: *www.Emasanam's Weblog.htm.com*

c. Pengaruh Karbon Monoksida (CO) Terhadap Tanaman

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemberian CO selama 1 sampai 3 minggu pada konsentrasi sampai 100 ppm tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tanam-tanaman tingkat tinggi, akan tetapi kemampuan untuk fiksasi nitrogen oleh bakteri bebas akan terhambat dengan pemberian CO selama 35 jam pada konsentrasi 2000 ppm. Demikian pula kemampuan untuk fiksasi nitrogen oleh bakteri yang terdapat pada akar tanam-tanaman juga terhambat dengan pemberian CO sebesar 100 ppm selama 1 bulan, karena konsentrasi CO di udara jarang mencapai 100 ppm, meskipun dalam waktu sebentar,

maka pengaruh CO terhadap tanam-tanaman biasanya tidak terlihat secara nyata.

d. Ambang batas Emisi gas buang kendaraan bermotor.

Tabel 3. Baku mutu emisi kendaraan bermotor menurut Kepmen LH No. 06 tahun 2006

Kendaraan Bermotor Kategori "L"					
Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter			Metode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	Opasitas (%)	
Sepeda motor 2 langkah	< 2010	4.5	12.000	-	Idle
Sepeda motor 2 langkah	< 2010	4.5	2.400	-	Idle
Sepeda motor 2 dan 4 langkah	> 2010	4.5	2.000	-	Idle
Kendaraan Bermotor Kategori "M, N, dan O"					
Berpenggerak motor bakar cetus api (bensin)	< 2007	4.5	1.200	-	Idle
	> 2007	1.5	200	-	
Berpenggerak motor bakar penyalan kompresi (diesel) GVW < 3.5 ton	< 2010	-	-	70	Percepatan Bebas (<i>Free running acceleration</i>)
	> 2010	-	-	40	
GVW > 3.5 ton	< 2010	-	-	70	
	> 2010	-	-	50	

sumber : kementerian perhubungan badan pengembangan SDM perhubungan pusat pengembangan SDM perhubungan darat

Catatan :

1. Untuk kendaraan bermotor berpenggerak motor bakar cetus api (bensin) kategori "M, N, dan O"
 < 2007 : Berlaku sampai dengan 31 Desember 2006
 > 2007 : Berlaku mulai tanggal 1 Januari 2007
2. Untuk kendaraan bermotor kategori "L" dan kendaraan bermotor berpenggerak motor bakar penyalan kompresi (diesel)
 < 2010 : Berlaku sampai dengan 31 Desember 2009
 > 2010 : Berlaku mulai tanggal 1 Januari 2010
3. *Atau equivalent % BOSCH

7. Hubungan Saat Pengapian dengan Emisi Gas Buang Kendaraan

Saat pengapian harus ditetapkan secara kompromis antara daya mesin yang diharapkan dengan kadar emisi yang berwawasan lingkungan, terutama pada CO. Perbandingan campuran udara bensin yang ideal adalah salah satu langkah untuk mereduksi kadar CO dalam emisi, disamping mengatur saat pengapian yang sesuai dengan segala kondisi operasional mesin. Pengajuan pengapian yang berlebihan dapat menyebabkan kadar CO dalam gas buang akan meningkat, oleh karena itu pengajuan pengapian berdasarkan *engine management* akan lebih sesuai untuk mereduksi CO.

Menurut Genesan dalam bukunya *internal combustion engine* (385.2004) :

“Idling, deceleration and running rich with closed throttle are some engine operation condition which produce excessive unburnt hydrocarbons and carbon monoxide in exhaust. The emission quality is greatly affected by the ignition timing. Retarding ignition timing at idle tends to reduce exhaust emission in two ways. with retarded timing, exhaust gas temperatures are higher (fuel economy is adversely affected) thereby promoting additional of the hydrocarbons in the exhaust manifold. since engine efficiency is reduced, retarded timing requires a slightly larger throttle opening to maintain the same idle speed. the larger throttle the opening means the possibility of better mixing and combustion during idling. this reduces exhaust emissions appreciably especially during deceleration”.

Dari penjelasan kutipan di atas dapat disimpulkan bahwa saat pengapian memiliki hubungan dengan emisi gas buang yang dihasilkan kendaraan. Pada saat kendaraan pada putaran idle, perlambatan kecepatan secara tiba-tiba dan putaran yang kaya campuran saat kondisi

trottel tertutup pada waktu mesin bekerja maka akan menghasilkan hidrokarbon dan karbon monoksida yang berlebihan pada emisi gas buang kendaraan. Untuk itu upaya yang dilakukan untuk mengurangi hidro karbon dan karbon monoksida adalah dengan memundurkan saat pengapian pada putaran idle sehingga temperatur gas yang ada dalam selinder menjadi lebih tinggi sehingga terjadi peningkatan penambahan hidrokarbon pada gas buang, karena efisiensi mesin berkurang maka saat perlambatan pengapian terjadi sedikit pembukaan trottel guna untuk mempertahankan putaran idle. Pembukaan trottel yang lebih besar kemungkinan mendapatkan campuran yang lebih baik pada putaran idle sehingga mengurangi emisi gas buang kendaraan terutama pada saat penurunan kecepatan.

Untuk meningkatkan performa mesin dan juga menurunkan emisi gas buang dalam motor pembakaran dalam dapat dilakukan dalam tiga tahap, yaitu sebelum proses pembakaran, di dalam proses pembakaran, dan sesudah proses pembakaran. Memvariasi waktu pengapian dengan cara menggeser posisi distributor dan mencari waktu yang menghasilkan performa yang tinggi dan emisi yang rendah. Waktu pengapian (*ignition timing*) merupakan waktu dimana busi mulai menyalakan bunga api, pengapian campuran udara dan bahan bakar mencapai sempurna membutuhkan waktu kurang dari 2 milidetik. Bunga api pengapian harus dilepaskan lebih awal. “tekanan ledakan mencapai puncak setelah

beberapa derajat setelah titik mati atas pada poros engkol dan pembakaran berlangsung tanpa detonasi”. (Daryanto, 2000:15).

B. Penelitian yang Relevan

Pada penelitian yang terdahulu yang berkaitan dengan “Pengaruh Saat Pengapian Terhadap Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) pada Motor Bensin Empat Langkah Berbahan Bakar Pertamina” peneliti belum menemukan penelitian yang memfokuskan pada saat pengapian berbahan bakar pertamax. Adapun penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang dilakukan ini adalah:

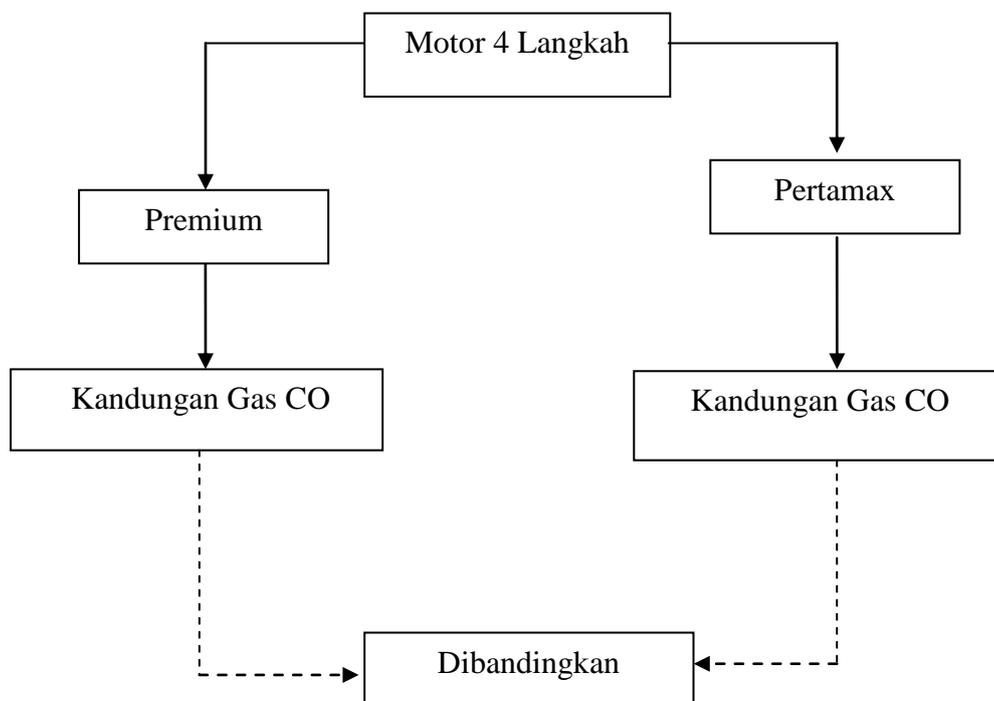
1. Atok Setiyawan (2004), yang meneliti Pengaruh *ignition timing* dan *compression ratio* terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang motor bensin berbahan bakar campuran etanol 85% dan Premium 15% (e-85).
2. Adhe Prihandana Gandajati (2010), yang meneliti Pengaruh *remapping* derajat pengapian pada penggunaan bahan bakar campuran bensin dan ethanol terhadap unjuk kerja mesin motor bensin empat langkah 110 cc.

C. Kerangka Pikir

Krisis persediaan bahan bakar minyak, khususnya bahan bakar bensin telah dirasakan di Indonesia. Persediaan minyak nasional hanya mencukupi untuk kebutuhan sampai 18 tahun. Selain itu kualitas udara di Indonesia juga sudah sangat mengkhawatirkan. Saat ini Indonesia menjadi negara penyumbang emisi karbon peringkat ketiga di dunia. Kendaraan bermotor menjadi faktor utama penyebab penurunan kualitas udara.

Salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah dengan menggunakan bahan bakar yang beroktan tinggi sehingga menghasilkan pembakaran yang sempurna. Salah satu bahan yang bisa dimanfaatkan yakni pertamax. Penggunaan pertamax pada kendaraan motor bensin empat langkah dengan sistem pengapian konvensional dan kompresi yang rendah maka perlu pengaturan saat pengapian yang tepat untuk mendapatkan pembakaran yang lebih sempurna sehingga emisi gas buang kendaraan menjadi lebih ramah lingkungan. Pengujian ini dilakukan dalam dua bentuk perlakuan, yaitu dengan memvariasikan saat pengapian pada engine berbahan bakar premium sebagai kontrol pembandingan dan memvariasikan saat pengapian pada engine berbahan bakar pertamax.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 6. Kerangka Pikir

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah dan kajian teori maka pertanyaan penelitian diajukan sebagai berikut: Apakah terdapat perbedaan kandungan emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada kendaraan motor bensin empat langkah berbahan bakar premium dan motor bensin empat langkah berbahan bakar pertamax.

BAB V PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan uraian dan hasil analisa data, maka dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Memvariasikan (*Remapping*) saat pengapian pada engine motor empat langkah berbahan pertamax ternyata menimbulkan perbedaan terhadap emisi gas buang karbon monoksidanya. Dari data memvariasikan saat pengapian pada engine berbahan bakar pertamax terhadap emisi gas buang CO lebih rendah dari pada kandungan emisi gas buang CO engine berbahan bakar premium, berdasarkan uji statistik yang peneliti lakukan didapatkan t_{hitung} untuk 1° , 5° dan 9° yakni 2.419 dan 2.455 dan 2.231 lebih besar dibandingkan dengan t_{tabel} 2.132 pada taraf signifikansi 5% Sehingga pertanyaan penelitian dari penelitian ini terhadap emisi gas buang CO diterima.
2. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan peneliti pengaruh memvariasikan saat pengapian terhadap emisi gas buang CO dimana pada saat pengapian 1° sebelum TMA pada engine motor empat langkah berbahan bakar pertamax memiliki penurunan kadar emisi gas buang CO yaitu 1.006 % (vol), pada saat pengapian 5° sebelum TMA pada engine motor empat langkah berbahan bakar pertamax memiliki penurunan kadar emisi gas buang CO yaitu 1.194 % (vol) dan pada saat pengapian 9° sebelum TMA

pada engine motor empat langkah berbahan bakar pertamax memiliki penurunan kadar emisi gas buang CO yaitu 1.059 % (vol) sehingga persentase penurunan paling tinggi kadar gas buang CO nya adalah pada saat pengapian 5° sebelum TMA.

B. Saran

Adapun saran-saran yang bisa diberikan oleh penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memvariasikan (*Remappin*) saat pengapian pada engine motor empat langkah berbahan bakar pertamax didapatkan pada taraf signifikansi masih pada satu kendaraan untuk itu diharapkan pada pakar otomotif untuk melanjutkan penelitian ini pada objek yang lain agar didapatkan data-data yang lebih kuat.
2. Hendaknya dilakukan penelitian yang lebih lanjut mengenai seberapa besar pengaruh pemakaian bahan bakar pada engine motor empat langkah berbahan bakar pertamax.
3. Hendaknya peneliti lain juga meneliti pengaruh memvariasikan (*remapping*) saat pengapian pada engine berbahan bakar pertamax terhadap daya (*power*) dan emisi gas buang yang bersifat toksis lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- (2007). *Pertamax*. <http://www.pertamina.com/index.php/detail/read/pertamax>. Diakses tanggal 13 Agustus 2012
- (2011). <http://emasanam.wordpress.com/?s=Dampak+polusi+terhadap+kesehatan+manusia+dan+lingkungan>. Diakses tanggal 28 Agustus 2012
- (2012). *Kelangkaan BBM di Provinsi Kilang Minyak*. <http://ekonomi.kompasiana.com>. Diakses tanggal 13 Agustus 2012.
- (2012). *Karbon Monoksida*. <http://id.wikipedia.org/wiki/karbonmonoksida..> Diakses tanggal 13 Agustus 2012
- (2012). *Pertamax*. <http://id.wikipedia.org/wiki/Pertamax>. Diakses tanggal 13 Agustus 2012
- Genessan V. 2004 . *Internal Combustion Engine Second Edition*. The Mc Grow-Hill.
- Jalius Jama dan Wagino, (2008). Teknik Sepeda Motor. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. (Bundel Ebook Majalah PC Media Edisi Oktober 2008)*
- Setiawan Atok.(2007). *Pengaruh ignition timing dan compression ratio Terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang motor Bensin berbahan bakar campuran etanol 85% dan Premium 15% (e-85)*. Surabaya: Seminar Nasional ITS
- Stockel. 1978. *Auto Mechanic Fundamental*. Southhollan
- Sugiyono, (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumarsono.(2010). *Sistem pengapian konvensional. Diklat mekanik 1*. Bandung: P4TK-BMTI Bandung
- Toyota. (1972). *Materi Pelajaran Engine Grup Step 2*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Toyota (1995). *Pedoman reparasi Mesin 7K*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor