

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 TINJAUAN PUSTAKA

##### 2.1.1. Penelitian Tentang Penggunaan Zat Aditif

Mobilitas masyarakat yang tinggi dalam melaksanakan aktifitas, membuat penggunaan kendaraan bermotor sebagai media transportasi juga mengalami peningkatan. Hal tersebut membuat penggunaan bahan bakar juga meningkat, padahal bahan bakar yang tersedia saat ini merupakan bahan bakar fosil yang tidak terbarukan. Hal tersebut memunculkan gagasan untuk menghemat penggunaan bahan bakar yang ada, contohnya adalah menggunakan zat aditif sebagai campuran bahan bakar. Penggunaan zat aditif mulai berkembang setelah penemuan *Poly Ether Amine* (PEA) berawal pada tahun 1967, Charles Pederson yang bekerja sebagai kimiawan di Dupont menemukan metode sederhana untuk mensintesis *polyether* ketika sedang membuat agen pengkompleks untuk *kation divalen*.

Barlin dan Yureski(2014) melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan *poly ether amine* (PEA) pada bensin terhadap nilai kalor, konsumsi bahan bakar, laju kecepatan kendaraan, dan emisi gas buang sepeda motor empat langkah. Pengujian dilakukan dengan menambahkan PEA 5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml, dan 25 ml per liter premium. Pengujian dilakukan pada sepeda motor Jupiter MX 135 cc dengan variable penelitian adalah kecepatan dan putaran mesin. Pada pengujian konsumsi bahan bakar didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 2.1. Pengaruh Kandungan PEA terhadap Konsumsi Bahan-Bakar

No	Jenis	Konsumsi Bahan Bakar(km/l)		
		20 km/jam	40 km/jam	60 km/jam
1	Premium+ 0ml PEA	56	54	45
2	Premium+ 5ml PEA	58	56	46
3	Premium+ 10ml PEA	60	59	48
4	Premium+ 15ml PEA	64	62	53
5	Premium+20ml PEA	61	60	50
6	Premium+ 25ml PEA	59	57	46

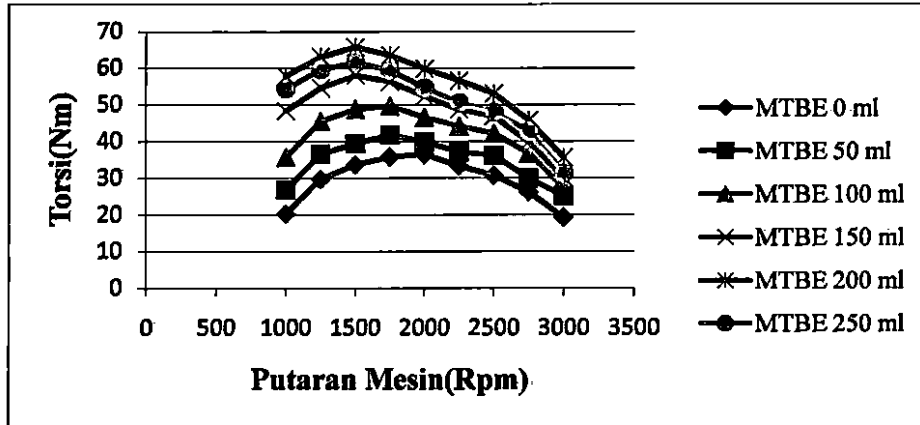
(Sumber: Barlin dan Yureski, 2014 : 22)

Pada pengujian konsumsi bahan bakar tabel 2.1, campuran yang terbaik adalah premium+15ml PEA, karena dalam 3 varian kecepatan memiliki memiliki tingkat konsumsi bahan bakar yang paling baik dari konsentrasi campuran yang lain, yaitu pada kecepatan 20 km/jam konsumsi bahan bakarnya 64 km/l, kecepatan 40 km/jam konsumsi bahan bakarnya 62 km/l dan kecepatan 60 km/jam konsumsi bahan bakarnya 53 km/l.

Selain zat aditif *Poly Ether Amine* (PEA), ada juga zat aditif *Methyl Tertiary Buthyl Ether* (MTBE), yaitu salah satu senyawa organik yang tidak mengandung logam dan mampu bercampur secara memuaskan dengan hidrokarbon. MTBE pada saat ini sedang giat di kembangkan pemakaiannya sebagai bahan utama untuk meningkatkan angka oktan dari bensin menggantikan *Tetra Ethyl Lead* (TEL). Senyawa ini terdiri dari gugusan *Methyl* dan *Buthyl tertier* dengan rumus molekul  $\text{CH}_3\text{OC}_4\text{H}_9$  atau  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ . Kisaran angka oktan MTBE adalah 116-118 RON, berat molekul 88 dan titik didihnya adalah  $55^\circ\text{C}$ , kalor pembakarannya 8.400 kka/kg.

Kristanto(2002) Melakukan penelitian tentang *Methyl Tertiary Buthyl Ether* (MTBE) sebagai aditif *octane booster* bahan bakar motor bensin. Pengujian dilakukan dengan 1 liter bensin murni(tanpa MTBE), 1 liter bensin premium + 50 ml MTBE, 1 liter bensin premium + 100 ml MTBE, 1 liter bensin premium + 150 ml, 1 liter bensin premium+200

ml, dan 1 liter bensin premium+250 ml. Pada pengujian torsi dan daya didapatkan hasil sebagai berikut :

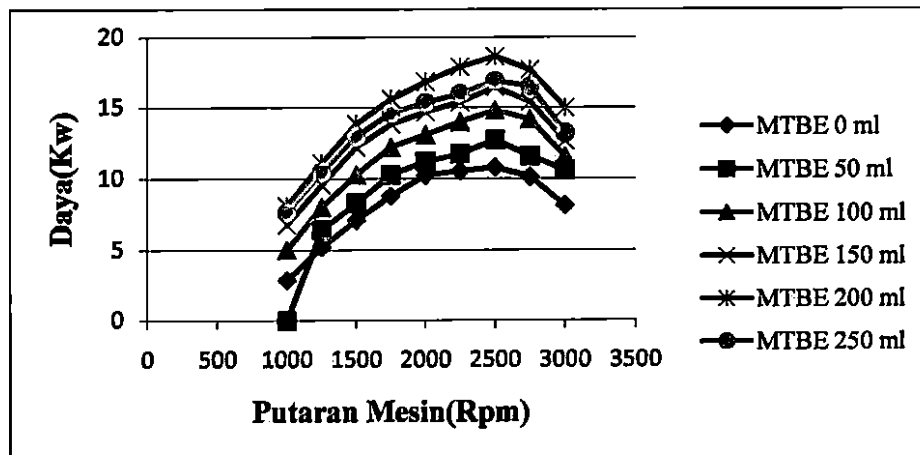


Grafik 2.1 Pengaruh Kandungan MTBE Terhadap Torsi

(Sumber: Kristanto, 2002 : 31)

Pada grafik 2.1, terlihat performa mesin terbaik pada konsentrasi premium+200 ml yang menghasilkan torsi maksimal yaitu 65,77 N.m pada 1500 rpm. Namun ketika konsentrasi ditambah menjadi 250 ml performa mesin cenderung menurun.

Pada pengujian daya didapatkan hasil sebagai berikut



Grafik 2.2. Pengaruh Kandungan MTBE Terhadap Daya

(Sumber: Kristanto, 2002 : 31)

Pada grafik 2.2, pada konsentrasi premium+200 ml yang menghasilkan daya paling tinggi yaitu 18.63 Hp pada 2500 rpm. Namun

ketika konsentrasi ditambah menjadi 250 ml performa mesin cenderung menurun.

Perkembangan penggunaan zat aditif sebagai campuran bahan bakar makin meningkat, berbagai macam produk mulai muncul salah satu contohnya adalah Mygreenoil. Mygreenoil adalah salah satu zat aditif yang marak di pasaran. Mygreenoil dapat digunakan di motor bensin maupun motor diesel. Perbandingan penggunaan mygreenoil yaitu 1 ml Mygreenoil di campurkan ke 1 liter bahan bakar. Spesifikasi produk yaitu : warna hijau muda ke kuningan, bening dan jernih. Titik didih di atas 200 °C pada tekanan 760 mmHG. Suhu pembakaran >149 °C. Spesifikasi gravitasi 0.86 at 25 °C. PH 7, tidak beracun, tidak mudah terbakar. Penelitian tentang Mygreenoil sebagai campuran bahan bakar telah dilakukan.

Kusnandar(2011) Melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan Mygreenoil dalam premium terhadap emisi gas buang karbon monoksida(CO) pada sepeda motor honda supra x tahun 2004. Pengujian dilakukan dengan menguji 1 liter bensin premium murni, 1 liter bensin premium + 0,5 ml mygreenoil, 1 liter bensin premium + 1,5 ml mygreenoil, dan 1 liter bensin premium + 2 ml mygreen oil.

Hasil penelitian menunjukkan :

Tabel 2.2 Pengaruh Kandungan Mygreenoil Terhadap Kadar CO

Sumber Varian	penambahan mygreenoil				
	0 ml	0.5 ml	1 ml	1.5 ml	2 ml
Nilai kadar gas CO(% Volume)	5.287	4.292	2.298	3.711	4.747
	5.343	4.346	2.335	3.731	4.801
	5.426	4.356	2.356	3.752	4.816
	5.451	4.480	2.397	3.839	4.875
	5.485	4.485	2.483	3.865	4.881
jumlah	26.992	21.959	11.869	18.898	24.12
rata-rata	5.398	4.392	2.374	3.778	4.824

(Sumber: Kusnandar, 2011 : 43)

Pada tabel 2.2 dapat disimpulkan bahwa konsentrasi campuran Mygreenoil paling baik adalah 1 liter bensin premium + 1 ml mygreenoil.

Dalam tabel tersebut kadar CO paling rendah dalam 5 kali percobaan didapatkan nilai rata-rata kadar CO 2.374 sedangkan kadar CO tertinggi pada konsentrasi premium + 0 ml Mygreenoil dengan rata-rata kadar CO 5.298.

### 2.1.2. Penelitian Tentang Penggunaan Alat Penghemat Bahan Bakar

Selain penggunaan zat aditif dalam upaya menghemat bahan bakar, ada juga inovasi yang di kemukakan beberapa inventer yaitu alat penghemat bahan bakar. Alat tersebut diklaim dapat menghemat bahan bakar pada kendaraan, salah satu contohnya adalah *Hidrogen Booster For Internal Combustion Engine (HB-ICE)*, yaitu alat penghemat bahan bakar dengan prinsip kerja menggunakan media larutan air dengan KOH yang dielektrolisiskan dan terjadi proses pemisahan ion air ( $H_2O$ ). Penelitian tentang penggunaan *Hidrogen Booster For Internal Combustion Engine (HB-ICE)* telah dilakukan oleh :

Wijoyo(2009) Melakukan penelitian tentang pemakaian *hirogen booster for internal combustion engine(HB-ICE)* sebagai alat penghemat bahan bakar terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang sepeda motor 125 cc 4 langkah. Pengujian dilakukan terhadap tiga variable yaitu pengujian tanpa *HB-ICE*, pengujian *HB-ICE* dengan selang terpasang pada *intake manifold*, setelah karburator (AC) dan pengujian *HB-ICE* dengan selang terpasang pada mulut karburator, sebelum karburator (BC). Pengujian menunjukkan bahwa:

*HB-ICE* dengan pemasangan selang setelah karburator(AC) menunjukkan penurunan nilai SFC rata-rata sebesar 4,92% yang berarti konsumsi bahan bakar spesifiknya secara umum menjadi lebih irit, penghematan terjadi pada putaran 3000-8000 rpm. Kenaikan daya puncak 3,59 % dengan rata-rata 0,11 % dan menaikkan nilai torsi puncak 3,66 % dengan rata-rata 0,91 %. *HB-ICE* terpasang sebelum karburator(BC) menunjukkan kenaikan nilai SFC rata-rata 3,18 %.

Mampu menaikkan nilai daya puncak 3,59 % dengan rata-rata 0,53 % dan menaikkan nilai torsi puncak 0,18 % dengan rata-rata 3,18 %.

*HB-ICE* terpasang setelah karburator(AC), kadar hidro karbon(HC) menurun 39,01 %, karbon monoksida(CO) menurun 96,89%, karbon dioksida(CO<sub>2</sub>) tetap, oksigen(O<sub>2</sub>) meningkat 25,94 %. Akan tetapi AFR meningkat 85,93 % yang mengindikasikan campuran yang sangat miskin dan bisa menyebabkan detonasi. *HB-ICE* terpasang sebelum karburator(BC), hidro karbon(HC) menurun 8,70 %, karbon monoksida (CO) meningkat 3,11 %, karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) menurun 5,03 %, oksigen(O<sub>2</sub>) menurun 1,88 %. AFR meningkat 0,10 % menyebabkan pemborosan pada bahan bakar.

Dari data hasil penelitian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa pemasangan *HB-ICE* setelah karburator(AC) lebih baik dari pada sebelum karburator(BC).

Selain *HB-ICE*, banyak ada juga jenis alat penghemat bahan bakar lain nya yaitu femax combo, magnet dan alat pemanas, penelitian untuk menguji femax combo, magnet dan alat pemanas telah dilakukan oleh :

Mubarok(2008) Melakukan penelitian tentang pengaruh pemasangan alat pemanas dan magnet pada saluran bahan bakar terhadap unjuk kerja motor 4 langkah honda grand 100 cc. Pengujian dilakukan dengan menguji motor pada kondisi standar, pemasangan femax combo, magnet tolak menolak, magnet tarik menarik, pemasangan alat pemanas, pemasangan alat magnet yang disambung dengan alat pemanas, pemasangan alat pemanas yang disambung dengan magnet tolak menolak, pemasangan kombinasi alat pemanas dan alat magnet tolak menolak. Hasil pengujian diperoleh data kecepatan putaran mesin, kondisi udara ruang, kondisi udara masuk, waktu yang dibutuhkan untuk mengabiskan bahan bakar sebanyak 2 cc, torsi, daya, BMEP( *Brake Mean Effective Pressure*), dan SFC (konsumsi bahan bakar spesifik). Hasil penelitian menunjukkan:

Tabel 2.3. Pengaruh Penggunaan Alat Penghemat Bahan Bakar Terhadap Torsi, Daya, BMEP dan SFC

Jenis	Torsi(N.m)	Daya(kw)	BMEP(kPa)	SFC(kg/kwh)
	rata-rata	rata-rata	rata-rata	rata-rata
Mesin Standar	5.04	25.114	633.582	0.229
Femax combo	5.13	24.375	644.746	0.238
Magnet tolak menolak	5.00	24.823	628	0.266
magnet tarik menarik	4.97	44.846	625.12	0.263
Pemanas	5.38	24.410	664.284	0.240
magnet+pemanas	5.04	24.864	619.627	0.229
pemanas+magnet	5.04	25.538	634.977	0.266
<b>Kombinasi magnet+pemanas</b>	<b>5.48</b>	<b>27.160</b>	<b>689.404</b>	<b>0.228</b>

(Sumber: Mubarak, 2008 : 70-77)

Kesimpulan dari penelitian mubarak adalah penggunaan alat penghemat bahan bakar yang menunjukkan hasil terbaik adalah pemasangan kombinasi magnet + pemanas dengan nilai rata-rata torsi 5.48 N.m, Daya 27.160 Kw, BMEP 689.404 kPa dan SFC 0.228 kg/kwh.

Selain alat penghemat bahan bakar merk Femax, ada juga beberapa alat penghemat bahan bakar lainnya yaitu Otonas dan Mega Top. Penelitian untuk menguji ketiga produk tersebut telah dilakukan oleh :

Pranoto(2013) melakukan penelitian tentang analisis pemasangan alat ionisasi sebagai upaya mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada sepeda motor. Penelitian dilakukan menggunakan 3 alat uji yaitu *Femax combo*, *Otonas* dan *Mega Top*. Pengujian dilakukan dengan dengan menguji kendaraan tanpa alat penghemat bahan bakar, kendaraan dengan alat penghemat *Femax Combo*, kendaraan dengan alat penghemat *Otonas*, kendaraan dengan alat penghemat *Femax Combo*, *Mega Top* pada putaran mesin 1200 rpm, 2200 rpm dan 3300 rpm. Hasil menunjukkan :

Tabel 2.4. Pengaruh Penggunaan Alat Penghemat Bahan Bakar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

No	RPM	Tanpa alat penghemat(%)	Otonas(%)	Femax Combo(%)	Mega Top(%)
1	1200	12,58	11,95	13,63	12,33
2	2200	14,68	13,53	14,4	14,36
3	3300	10,68	12,54	9,25	12,36

(Sumber: Pranoto, 2013 : 2)

Dari tabel 2.4, pada putaran 1200 rpm dan 2200 rpm konsumsi bahan bakar paling irit yaitu Otonas sebesar 11,95 % dan 13,53 % sedangkan pada 3300 rpm Femax Combo paling irit dengan prosentase 9,25 %.

Pada pengujian emisi gas buang didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 2.5. Pengaruh Penggunaan Alat penghemat Bahan Bakar Terhadap Kadar Emisi Gas Buang

No	Jenis	Rpm	Co(%)	CO2(%)	HC(ppm)	O2(%)
1	Tanpa alat penghemat bahan bakar	1200	3,35	2,7	1334	13,9
		2200	3,91	3,4	623	12,54
		3300	4,59	3,4	907	11,17
2	Otonas	1200	3,39	3,7	401	11,82
		2200	3,42	3,7	370	12,11
		3300	4,74	4,5	550	9,8
3	Femax Combo	1200	4,5	2,7	1511	12,19
		2200	4,98	3,4	679	10,91
		3300	4,35	3,3	993	11,81
4	Mega Top	1200	3,03	3,5	560	12,63
		2200	4,18	3,1	699	12,49
		3300	4,06	3,2	1234	12,76

(Sumber: Pranoto, 2013 : 4)

Penelitian Pranoto menyimpulkan bahwa kadar CO terendah pada alat penghemat Mega Top sebesar 3,03 % pada 1200 rpm, kadar CO<sub>2</sub> terendah pada alat penghemat Femax Combo dan kendaraan tanpa penghemat bahan bakar sebesar 2,7 % pada 1200 rpm, kadar HC terendah pada alat penghemat *otonas* 401 ppm pada 1200 rpm dan kadar



oksigen tertinggi kendaraan tanpa alat penghemat bahan bakar sebesar 13,9 %.

### **2.1.3. Metode Penghematan Bahan Bakar**

Beberapa konsep tentang bagaimana menghemat konsumsi bahan bakar yang digunakan telah banyak dikemukakan antara lain metode menghemat bahan bakar di tinjau dari kondisi kendaraan, menggunakan zat aditif sebagai campuran bahan bakar dan alat penghemat bahan bakar.

#### **2.1.3.1. Metode Menghemat Bahan Bakar**

Dalam beberapa kajian tentang bagaimana menghemat konsumsi bahan bakar pada kendaraan dijelaskan bahwa hemat atau tidaknya konsumsi bahan bakar pada kendaraan dipengaruhi beberapa faktor antara lain :

##### **1.Kondisi tekanan udara pada ban**

Tekanan udara pada ban penting untuk diperhatikan karena apabila tekanan udara pada ban kurang dari 2,5 psi s.d 3,3 psi atau biasa dikatakan kempes akan sangat mempengaruhi kinerja motor. Hal tersebut dikarenakan apabila ban dalam kondisi kempes maka putaran ban pun bertambah berat dibandingkan pada kondisi normal, sehingga kinerja mesin lebih berat.

##### **2.Jangan terlalu lama memanaskan motor**

Sebenarnya memanaskan motor itu penting, karena bermanfaat agar oli sudah siap melumasi bagian-bagian penting pada mesin namun apabila terlalu lama juga menyebabkan bahan bakar yang digunakan sia-sia, maka dari itu memanaskan motor cukup 1 menit saja.

##### **3.Beban yang dibawa motor**

Membawa beban yang berlebih pada kendaraan juga mempunyai dampak yang tidak baik terhadap konsumsi bahan bakar karena ketika

membawa beban berat maka kinerja motor juga dipaksa bekerja lebih, karena itu sebaiknya kendaraan tidak membawa beban melebihi 150 kg.

#### 4. Cara berkendara

Cara berkendara juga turut menjadi andil terhadap konsumsi bahan bakar, apabila seorang pengendara memacu kendarannya dalam keadaan *throttle* dalam keadaan tidak stabil besar kecilnya, hal tersebut dapat membuat distribusi bahan bakar ke dalam ruang bakar dapat meningkat dibandingkan jika memacu kendaraan dalam keadaan *throttle* stabil.

#### 5. Perawatan kendaraan

Perawatan kendaraan mutlak perlu dilakukan secara rutin terutama pada bagian mesin dan karburator/pompa injeksi. Hal tersebut bertujuan supaya dalam penyaluran bahan bakar dapat berlangsung dengan baik tidak dalam kondisi tersumbat atau mengalami kebocoran.

(Sumber : motor.otomotifnet.com. Diakses pada 22 April 2015. Pukul 20.21)

#### 2.1.3.2 Zat Aditif

Zat aditif merupakan bahan yang ditambahkan pada bahan bakar kendaraan bermotor, baik mesin bensin maupun mesin diesel. Zat aditif sering disebut juga *fuel* vitamin. Zat aditif digunakan untuk memberikan peningkatan sifat dasar tertentu yang telah dimiliki oleh bahan bakar seperti aditif anti detonasi/ketukan/*knocking*. Manfaat dari zat aditif untuk meningkatkan *performance* mesin mulai dari akselerasi sampai power mesin. Kegunaan lain dari zat aditif adalah sebagai berikut:

1. Membersihkan karburator/injektor pada saluran bahan bakar;
2. Mengurangi karbon/endapan senyawa organik pada ruang bakar;
3. Menambah tenaga mesin;
4. Mencegah korosi;
5. Menghemat bahan bakar.

Sampai saat ini terdapat 2 jenis zat aditif yaitu zat aditif cair dan zat aditif padat. Dalam penggunaannya ke dua jenis zat aditif tersebut di

campurkan dengan bahan bakar yang digunakan dengan komposisi tertentu. Contoh zat aditif jenis padat adalah :

#### A. K-Fuel Saver

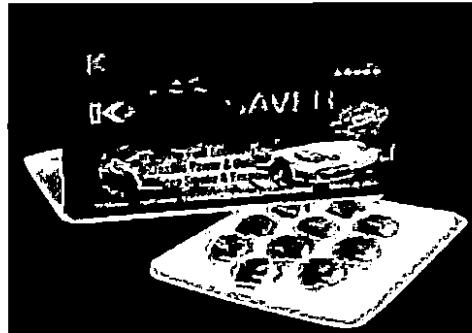
Merupakan aditif bahan bakar multifungsi buatan Amerika. K-Fuel Saver cocok digunakan untuk mesin bensin dan diesel. Keunggulan K-Fuel Saver yaitu :

1. Menghemat penggunaan bahan bakar;
2. Meningkatkan tenaga dan kualitas bahan bakar;
3. Meningkatkan oktan;
4. Mengurangi endapan karbon;
5. Mengurangi emisi;
6. Menghaluskan suara mesin.

Petunjuk pemakaian :

1. Masukkan tablet K-Fuel Saver ke dalam tangki bahan bakar;
2. Satu tablet K-Fuel saver digunakan untuk 30 liter bensin/solar;

(Sumber : Agustiyadi.2007.*Your Global Link Blog*. Diakses pada 22 April 2015.Pukul 20.10)



Gambar 2.1. K-Fuel Saver

(Sumber : Agustiyadi,2007.*Your Global Link Blog*. Diakses pada 22 April 2015. Pukul 20.11)

Selain penggunaan zat aditif bahan bakar jenis padat yang paling populer digunakan saat ini adalah jenis zat aditif bahan bakar jenis cair,

selain relatif lebih murah, pengaturan takarannya pun lebih mudah dibandingkan jenis padat. Contoh zat aditif jenis cair adalah :

### B. Mygreenoil

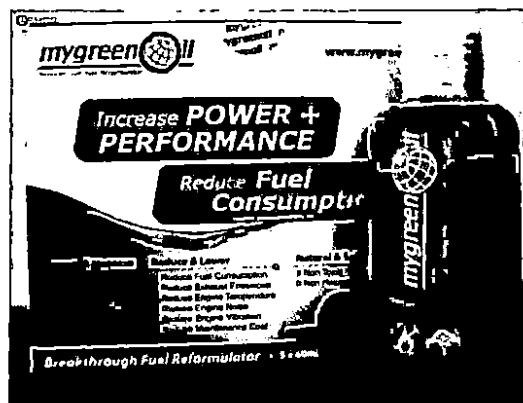
Mygreenoil adalah zat aditif multifungsi buatan Malaysia dapat digunakan baik mesin bensin maupun diesel. Keunggulan mygreenoil antara lain :

1. Menghemat bahan bakar;
2. Menciptakan lingkungan yang lebih bersih;
3. Mengurangi biaya perawatan mesin.

Petunjuk pemakaian :

1. Campurkan cairan mygreenoil ke dalam tangki bahan bakar;
2. Satu cc Mygreenoil digunakan untuk 1 liter bensin.

(Sumber : Mygreenoil.com Diakses pada 22 April 2015. Pukul 21.04)



Gambar 2.2. Mygreenoil

(Sumber : Mygreenoil.com. Diakses pada 22 April 2015. Pukul 21.05)

#### 2.1.3.3. Alat Penghemat Bahan Bakar

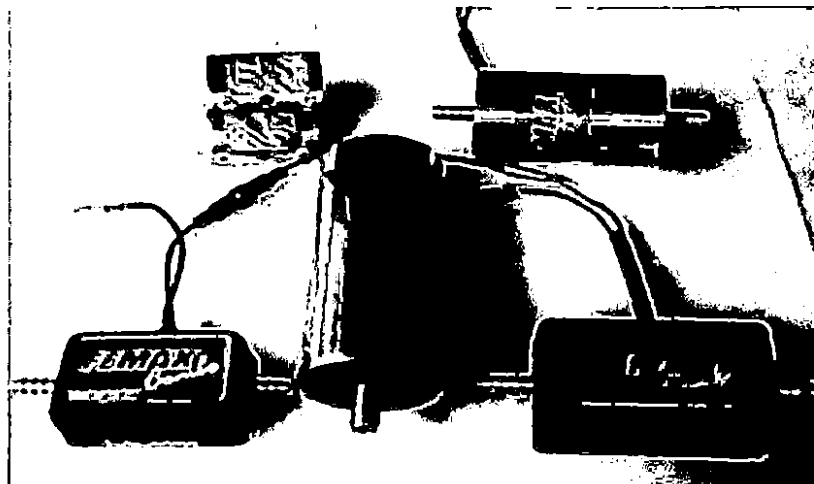
Alat penghemat bahan bakar merupakan salah satu inovasi untuk membuat pemakaian bahan bakar kendaraan menjadi hemat. Dalam perkembangannya saat ini telah banyak metode dan berbagai macam inverter yang ditawarkan sebagai alat yang diklaim dapat menghemat bahan bakar. Namun setiap inverter pastilah memiliki berbagai macam dan karakteristik masing-masing. Beberapa dari inverter tersebut antara lain :

### A. Femax Combo

Femax combo merupakan kombinasi antara medan induksi magnet *permanent* dan *electric preheater* dari 12 volt *accu*. Alat ini berupaya untuk memanaskan bahan bakar minyak sebelumnya masuk kedalam ruang bakar agar cairan bahan bakar menjadi uap. Dengan menguapkan bahan bakar minyak berarti memperhalus butiran bahan bakar minyak dan memudahkan proses pembakaran, dengan demikian uap bahan bakar minyak akan terbakar seluruhnya. Alat tersebut dipasang pada saluran pasokan bahan bakar minyak menuju karburator atau pompa injeksi. Dengan alat tambahan tersebut, maka pembakaran bahan bakar minyak dalam ruang bakar berlangsung efisien.

Adapun prinsip kerja Femax combo adalah sebagai berikut :

1. Merekayasa reaksi fisika terhadap perlakuan kimia bahan bakar minyak, dengan mengubah struktur molekul berbagai jenis bahan bakar baik bensin maupun solar menjadi lebih reaktif.
2. Reaktifitas bahan bakar minyak dilakukan dengan cara menambahkan kecepatan putaran elektron bahan bakar dengan pemanasan dan ionisasi pada akhir kinerja mesin meningkat.



Gambar 2.3 Femax

(Sumber: Femax Biz,2008. Diakses pada 22 April 2015. Pukul 20.35)

## 2.1.4. Metode Pengujian Emisi Gas Buang

Beberapa konsep mengenai cara membatasi emisi gas buang kendaraan telah banyak di wacanakan, terutama di daerah atau tempat dengan tingkat polusi udara tinggi, hal tersebut bertujuan untuk mengurangi kadar pencemaran udara akibat gas buang kendaraan bermotor.

### 2.1.4.1. Standart Kadar Emisi Gas Buang

Di negara-negara eropa telah ada aturan tertulis untuk membatasi tingkat emisi gas buang kendaraan yang lebih dikenal dengan istilah *Uropean emission standart* (Euro). Sampai saat ini sudah ada 6 seri yang telah di keluarkan yaitu Euro 1 sampai Euro 6. Negara Indonesia juga sebenarnya mengadopsi aturan Euro sebagai cara membatasi emisi gas buang kendaraan. Namun Indonesia masih menerapkan aturan Euro 1 sampai 3 saja untuk mengatur kadar emisi gas buang.

Tabel 2.6. *Uropean Emission Standart For Motorcycle*

Euro norm emissions for category N3, EDC, (2000 and up)					
Standard	Date	CO (g/kWh)	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	HC (g/kWh)	PM (g/kWh)
Euro 0	1988–1992	12.3	15.8	2.6	NA
Euro I	1992–1995	4.9	9.0	1.23	0.40
Euro II	1995–1999	4.0	7.0	1.1	0.15
Euro III	1999–2005	2.1	5.0	0.66	0.1
Euro IV	2005–2008	1.5	3.5	0.46	0.02
Euro V	2008–2012	1.5	2.0	0.46	0.02

Euro norm emissions for (older) ECE R49 cycle					
Standard	Date	CO (g/kWh)	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	HC (g/kWh)	PM (g/kWh)
Euro 0	1988–1992	11.2	14.4	2.4	NA
Euro I	1992–1995	4.5	8.0	1.1	0.36
Euro II	1995–1999	4.0	7.0	1.1	0.15

(Sumber : Wikipedia. Diakses pada 1 Juli 2015. Pukul 20.30)

Pada tabel 2.6. dapat dilihat batasan kadar emisi gas buang kendaraan untuk sepeda motor. Jika dilihat dari aturan yang di pakai pemerintah Republik Indonesia maka batasan untuk emisi gas buang CO 2,1 g/kwh, Nox 5,0 g/kwh, HC 0,66 g/kwh dan PM 0,1 g/kwh. Kadar emisi gas buang penting untuk dibatasi mengingat apabila dibiarkan akan menjadi masalah yang sangat besar dan berdampak terhadap kesehatan manusia.

Seharusnya Indonesia meniru kebijakan pemerintah Australia yang membuat kebijakan terhadap emisi gas buang, baik emisi gas buang kendaraan maupun gas buang dari pabrik. Biaya senilai Rp 220.000 wajib dikeluarkan sebagai pengganti 1000 ton karbon yang dihasilkan dari emisi gas buang.

#### 2.1.4.2. Metode *Drive Cycle*

Siklus mengemudi diproduksi oleh negara-negara yang berbeda dan organisasi untuk menilai kinerja kendaraan dengan berbagai cara, seperti untuk konsumsi misalnya bahan bakar dan emisi gas buang. Konsumsi bahan bakar dan emisi tes dilakukan pada *dynamometers chassis*. Lebih khusus, mereka digunakan dalam simulasi sistem propulsi untuk memprediksi kinerja mesin pembakaran internal, transmisi, sistem penggerak listrik, baterai, sistem sel bahan bakar, dan komponen yang sama.

Ada 2 macam metode dalam pengujian *drive cycle* yaitu :

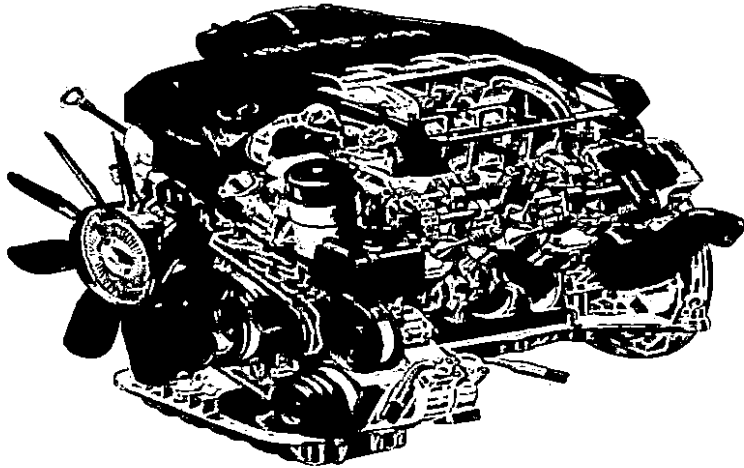
1. Pengujian dilakukan dengan kecepatan konstan dengan karakteristik jalan yang berbeda-beda.
2. Pengujian dilakukan dengan karakteristik jalan yang sama dengan kecepatan yang di variasi.

## 2.2 DASAR TEORI

### 2.2.1 PENGERTIAN MOTOR BAKAR

Motor bakar adalah salah satu jenis mesin kalor yang mengubah energi *thermal* menjadi energi mekanik. Sebelum menjadi tenaga mekanis, energi kimia bahan bakar diubah dulu menjadi energi *thermal* atau panas melalui pembakaran bahan bakar dengan udara. Pembakaran ini ada yang dilakukan di dalam mesin kalor itu sendiri (*Internal Combustion Engine*) dan ada pula yang dilakukan di luar mesin kalor (*External Combustion Engine*) (Kiyaku dan Murdhana, 1998).

Motor bakar torak menggunakan satu atau beberapa silinder yang didalamnya terdapat torak/piston yang bergerak translasi (bolak-balik). Di dalam silinder terjadi pembakaran antara bahan bakar dengan oksigen dari udara. Gas pembakaran dihasilkan oleh proses tersebut mampu menggerakkan torak yang oleh batang penggerak dihubungkan dengan poros engkol.



Gambar 2.4 Motor Bakar Torak

(Sumber: mprabowo,2013.Motor Bakar. Diakses Pada 20 April 2015.Pukul 19.30)



## 2.2.2 KLASIFIKASI MOTOR BAKAR

Motor bakar dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian, yaitu:

- a. Motor pembakaran luar atau *External Combustion Engine (ECE)* adalah proses pembakaran bahan bakar terjadi diluar mesin itu, sehingga untuk melakukan pembakaran digunakan mesin tersendiri. Panas dari hasil pembakaran bahan bakar tidak langsung diubah menjadi tenaga gerak, tetapi terlebih dahulu melalui media penghantar baru kemudian diubah menjadi tenaga mekanik.
- b. Motor pembakaran dalam atau *Internal Combustion Engine (ICE)* adalah proses pembakarannya berlangsung di dalam motor bakar, sehingga panas dari hasil pembakaran langsung diubah menjadi tenaga mekanik.

Hal-hal yang harus di perhatikan dalam menentukan motor yang akan digunakan adalah :

- a. Motor pembakaran luar yaitu :
  1. Dapat memakai semua bentuk bahan bakar;
  2. Dapat memakai bahan bakar yang bermutu rendah;
  3. Cocok untuk melayani beban-beban besar dalam satu poros;
  4. Lebih cocok dipakai untuk daya tinggi.
- b. Motor pembakaran dalam yaitu :
  1. Pemakaian bahan bakar irit;
  2. Berat tiap satuan tenaga mekanis lebih kecil;
  3. Kontruksi sederhana, karena tidak memerlukan ketel uap, kondensor dan sebagainya.

Motor pembakaran dalam dibagi menjadi dua jenis utama yaitu motor bensin (*Otto*) dan motor diesel. Perbedaan kedua motor tersebut yaitu jika motor bensin menggunakan bahan bakar bensin atau sejenis, sedangkan motor diesel menggunakan bahan bakar solar atau sejenisnya. Perbedaan utama terletak pada sistem penyalaannya, dimana pada motor bensin digunakan busi sebagai sistem penyalaannya sedangkan pada

motor diesel memanfaatkan suhu kompresi yang tinggi untuk dapat membakar bahan bakar.

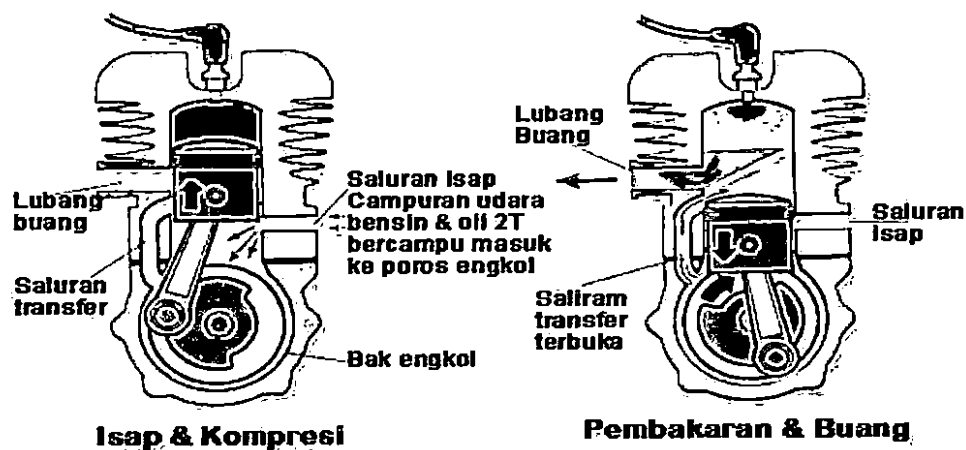
### 2.2.3 PRINSIP KERJA MOTOR BAKAR

Prinsip kerja motor bakar dapat dibedakan menjadi :

- a. Motor bakar dua langkah;
- b. Motor bakar empat langkah.

#### 2.2.3.1 Motor bakar dua langkah

Motor bakar dua langkah adalah mesin yang pembakarannya dilakukan dengan satu kali gerakan piston dan satu kali putaran poros engkol.



Gambar 2.5 Skema Motor Bensin 2 Langkah

(Sumber: mprabowo,2013.Motor Bakar. Diakses pada 20 April 2015. Pukul 19.38)

Gambar 2.5. merupakan siklus pada motor bensin dua langkah, jika piston bergerak naik dari titik mati bawah ke titik mati atas maka saluran bilas dan saluran buang tertutup. Dalam hal ini bahan bakar dan udara

dalam ruang bakar dikompresi. Sementara itu campuran bahan bakar dan udara masuk ke ruang engkol, beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA (Titik Mati Atas), busi akan meloncatkan api sehingga terjadi pembakaran bahan bakar.

Prinsip kerja motor bensin dua langkah :

1. Langkah hisap dan langkah kompresi

Pada langkah ini dalam motor dua langkah terjadi dua langkah yang berbeda yang terjadi secara bersamaan yaitu langkah kompresi yang terjadi pada ruang silinder atau pada bagian atas dari piston dan langkah hisap terjadi pada ruang engkol atau pada bagian bawah piston.

Sedangkan yang terjadi dalam langkah tersebut adalah :

- a. Piston bergerak dari TMB (Titik Mati Bawah) ke TMA (Titik Mati Atas), sehingga penutup lubang hisap/bilas dan juga lubang buang kemudian mulai dilakukan langkah kompresi pada ruang silinder.
- b. Pada saat piston melakukan langkah kompresi, saluran hisap terbuka kemudian campuran udara dan bahan bakar akan masuk ke ruang engkol.

2. Langkah kerja dan buang

Pada langkah ini terjadi langkah usaha dan buang yang terjadi pada saat tidak bersamaan, jadi langkah usaha dahulu kemudian setelah saluran bilas dan saluran buang terbuka terjadi langkah buang.

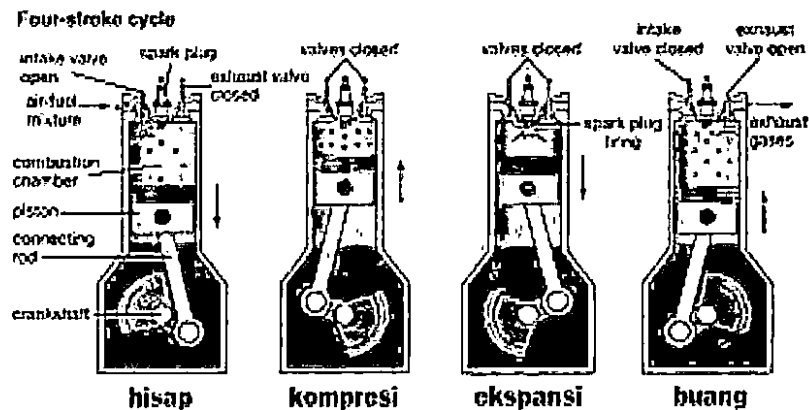
Yang terjadi pada langkah ini adalah :

- a. Sebelum piston mencapai TMA (Titik Mati Atas), busi akan memercikan bunga api listrik sehingga campuran udara dan bahan bakar akan terbakar sehingga mengakibatkan adanya daya dorong terhadap piston.
- b. Sesaat setelah saluran hisap tertutup kemudian saluran hisap dan saluran buang terbuka maka campuran bahan bakar dan udara yang berada di ruang engkol akan mendorong gas sisa hasil pembakaran melalui saluran bilas ke saluran gas buang.

### 2.2.3.2 Motor bakar empat langkah

Motor bensin empat langkah adalah motor yang setiap satu kali pembakaran memerlukan empat langkah piston dan dua kali putaran poros engkol.

Prinsip kerja motor bakar empat langkah adalah sebagai berikut :



Gambar 2.6 Skema Motor Bensin 4 Langkah

(Sumber : mprabowo,2013.Motor Bakar. Diakses pada 20 April 2015. Pukul 19.50)

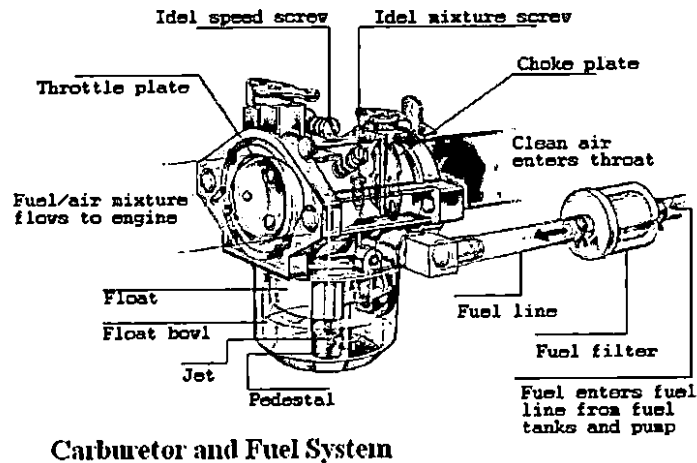
1. Langkah hisap :
  - a. Torak bergerak dari TMA (Titik Mati Atas) ke TMB (Titik Mati Bawah);
  - b. Katup masuk terbuka, katup buang tertutup;
  - c. Campuran bahan bakar dengan udara yang telah tercampur didalam karburator, masuk dan dihisap ke dalam silinder melalui katup masuk (katup *inlet*);
  - d. Saat torak berada di TMB (Titik Mati Bawah) katup masuk akan tertutup.
2. Langkah kompresi
  - a. Torak bergerak dari TMA (Titik Mati Atas) ke TMB (Titik Mati Bawah);

- b. Katup masuk dan katup buang tertutup sehingga gas yang telah dihisap tidak dapat keluar pada waktu ditekan oleh torak yang mengakibatkan tekanan gas akan naik sambil mengeluarkan panas;
  - c. Beberapa saat sebelum torak mencapai TMA (Titik Mati Atas) busi memercikan api listrik;
  - d. Gas/bahan bakar yang telah mencapai tekanan tinggi terbakar;
  - e. Akibat pembakaran bahan bakar, tekanannya akan naik menjadi kira-kira tiga kali lipat.
3. Langkah kerja/ekspansi
- a. Katup masuk dan katup buang tertutup;
  - b. Gas terbakar dengan tekanan yang tinggi akan mengembang kemudian menekan dan memaksa torak turun ke bawah dari TMA (Titik Mati Atas) ke TMB (Titik Mati Bawah);
  - c. Saat inilah pertama kali tenaga poros (kalori) dirubah menjadi tenaga bergerak/mekanis. Tenaga ini disalurkan melalui batang penggerak, selanjutnya oleh poros engkol diubah menjadi gerak berputar.
4. Langkah buang
- a. Torak bergerak dari TMB (Titik Mati Bawah) ke TMA (Titik Mati Atas);
  - b. Katup buang terbuka, katup masuk tertutup;
  - c. Gas sisa pembakaran terdorong oleh torak keluar melalui katup buang.

#### **2.2.4 SISTEM BAHAN BAKAR**

Motor bensin merupakan jenis dari motor bakar, motor bensin banyak dipakai sebagai kendaraan bermotor yang berdaya kecil seperti mobil, sepeda motor, dan juga untuk motor pesawat terbang. Pada motor bensin selalu diharapkan bahan bakar dan udara itu sudah tercampur dengan baik sebelum dinyalakan oleh busi. Pada motor bakar sering memakai sistem bahan bakar menggunakan karburator dan injeksi.

### 2.2.4.1 Sistem bahan bakar menggunakan karburator

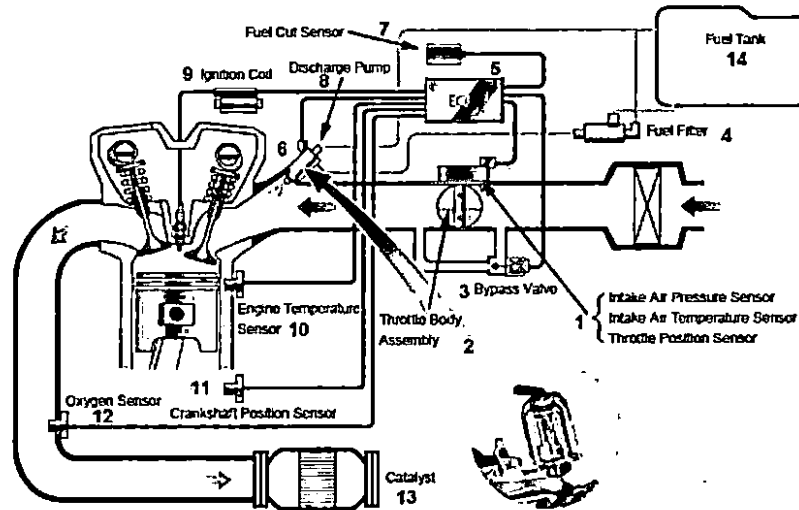


Gambar 2.7. Sistem Karburator

(Sumber : matickita,2010.Perbedaan karburator dan injeksi. Diakses pada 20 April 2015. Pukul 20.12)

Pada gambar 2.7. bahan bakar menyalurkan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke karburator untuk memenuhi jumlah bahan bakar yang harus tersedia didalam karburasi. Pompa ini terutama dipakai apabila letak tangki lebih rendah dari pada letak karburator. Untuk membersihkan bahan bakar dari kotoran yang dapat mengganggu aliran atau menyumbat saluran bahan bakar, terutama didalam karburator, digunakan saringan atau *filter*. Sebelum masuk ke dalam saringan, udara mengalir melalui karburator yang mengatur pemasukan, pencampuran dan pengabutan bahan bakar ke dalam, sehingga diperoleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang sesuai dengan keadaan beban dan kecepatan poros engkol. Penyempurnaan pencampuran bahan bakar udara tersebut berlangsung baik di dalam saluran isap maupun didalam silinder sebelum campuran itu terbakar. Campuran itu haruslah homogen serta perbandingannya sama untuk setiap silinder, campuran yang kaya (*rich fuel*) diperlukan dalam keadaan tanpa beban dan beban penuh sedangkan campuran yang miskin (*poor fuel*) diperlukan untuk operasi normal.

### 2.2.4.2 Sistem bahan bakar menggunakan injeksi



Gambar 2.8 sistem injeksi

(Sumber : Wikipedia. Diakses pada 20 April 2015. Pukul 20.50)

Teknologi injek bahan bakar adalah dimana bahan bakar secara langsung dipasok kedalam ruang silinder *intake manifold*. Pada kendaraan bermotor yang sudah menerapkan sistem injeksi, memiliki bagian yang berfungsi untuk mengontrol dan mengatur pasokan udara dan bahan bakar ke dalam ruang pembakaran secara efektif dan efisien. Bagian kontrol ini terdapat sensor( berupa elektronik) yang mengatur jumlah udara dan bahan bakar secara homogen sesuai dengan kebutuhan mesin. Selama sensor bekerja dengan baik, kemungkinan kerusakan sangat kecil. Sistem pasokan bahan bakar yang terletak di *throttle body* langsung ke ruang asupan sedangkan sistem titik tunggal akan memasok bahan bakar dari injektor tunggal. Sensor ini akan membaca putaran mesin dan jumlah udara kemudian akan mengirimkan hasil pembacaannya tersebut kepada ECU (*Engine Control Unit*). ECU akan menghitung dan mengolah selanjutnya akan menentukan jumlah bahan bakar yang disemprotkan ke dalam ruang bakar.

### 2.2.5 BAHAN BAKAR

Bahan bakar (*fuel*) adalah segala sesuatu yang dapat terbakar, misalkan: kertas, kayu, minyak tanah, batu bara, bensin, dan sebagainya.

Untuk melakukan pembakaran diperlukan beberapa unsur yaitu :

- a. Bahan bakar;
- b. Udara;
- c. Suhu untuk memulai pembakaran.

Terdapat beberapa jenis bahan bakar yaitu :

- a. Bahan bakar padat;
- b. Bahan bakar cair;
- c. Bahan bakar gas.

Kriteria umum yang harus dipenuhi bahan bakar yang akan digunakan untuk motor bakar adalah sebagai berikut :

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

Karakteristik paling utama yang diperlukan dalam bahan bakar bensin adalah sifat pembakarannya. Dalam pembakaran normal, campuran uap bensin dan udara terbakar seluruhnya secara teratur dalam suatu *front* nyala yang menjalar dengan rata dari busi pada mesin. Sifat pembakaran bensin biasanya diukur dengan angka oktana.

#### 2.2.5.1 Premium

Bahan bakar bensin adalah pemurnian dari *Naptha* yang komposisinya dapat digunakan untuk bahan bakar. *Naptha* adalah semua jenis minyak ringan (*light oil*) yang memiliki sifat antara bensin



(*gasoline*) dan kerosin. Kata bensin berasal dari kata *Benzene* ( $C_6H_6$ ) bagian dari minyak bumi mentah yang berupa campuran bahan hidrokarbon. Bensin sangat mudah menguap yaitu pada suhu  $40^0$  C sebanyak 30% -60 % kepadatan nya sekitar 700-750 kg/m, sifat mudah menguap mempunyai akibat bahwa setelah dikabutkan menjadi tetesan-tetesan halus yang dapat disalurkan kedalam silinder oleh aliran udara. Bensin dipasaran diberi tambahan atau aditif untuk memperbaiki sifat-sifat agar tidak mudah menggumpal bila disimpan lama.

Bensin untuk motor-motor *automobile* terdiri dari campuran fluida sebagai berikut :

- a. *Straight run Naphta* yaitu minyak bumi yang mendidih sampai  $400^0$  F;
- b. *Reformed Naphta* diperoleh dengan pengolahan termis;
- c. *Casing head gasoline* diperoleh dari hasil proses distilisasi kering gas alam(*natural gas*).

Tabel 2.6 Spesifikasi Premium

No	Sifat	Min	Max
1	Angka oktana riset RON	88	
2	Kandungan Pb(gr/lt)		0.3
3	Distilasi		
	10 % Vol penguapan (C)		74
	50 % Vol penguapan(C)	88	125
	90% Vol penguapan (C)		180
	Titik didih akhir		205
	Residu (%Vol)		2.0
4	Tekanan uap reid pada 37,8 C(psi)		9.0
5	Getah purawa(mg/100ml)		4
6	Periode induksi(menit)	240	
7	Kandungan belerang(%massa)		0.02
8	Korosi bilah tembaga(3 jam/50C)		No.1
9	Uji dokter atau belerang mercapatan		0.00
10	Warna	Kurang	2

(Sumber : Keputusan Dirjen Migas No. 940/34/DJM/2012)

Bahan minyak jenis distilat berwarna kekuning-kuningan yang jernih. Warna kuning tersebut akibat adanya zat pewarna tambahan. Penggunaan premium pada umumnya adalah untuk kendaraan bermotor bensin, seperti : Mobil, sepeda motor, dan lain sebagainya. Bahan bakar ini juga sering disebut motor gasoline atau petrol.

Bensin premium mempunyai sifat anti ketukan yang baik dan dapat dipakai pada mesin kompresi tinggi pada saat semua kondisi. Sifat-sifat yang perlu di perhatikan pada bahan bakar premium adalah :

- a. Kecepatan menguap (*volatily*);
- b. Kualitas pengetukan (kecenderungan berdetonasi);
- c. Kadar belerang;
- d. Titik nyala;
- e. Berat jenis.

Bahan bakar mesin merupakan persenyawaan hidrokarbon yang diolah dari minyak bumi. Untuk mesin bensin dipakai bensin dan untuk mesin diesel disebut minyak diesel. Sedangkan premium adalah bensin dengan mutu yang diperbaiki. Unsur utama bensin adalah *carbon*(C) dan *hydrogen*(H).

Bensin terdiri dari *octane*( $C_8H_{18}$ ) dan *nephane*( $C_7H_{16}$ ). 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 *volatility* yang mengukur seberapa mudah bensin akan menguap pada suhu rendah. Dua hal tadi perlu dipertimbangkan karena semakin naik nilai kalor, *volatility* yang rendah dapat menyebabkan bensin susah terbakar.

Perbandingan campuran bensin dan udara harus ditentukan sedemikian rupa agar bisa diperoleh efisiensi dan pembakaran yang sempurna. Secara tepat perbandingan campuran bensin dan udara yang ideal (perbandingan *stoichiometric*) untuk proses pembakaran yang sempurna pada mesin 1 : 14,7. Namun pada prakteknya, perbandingan campuran optimum tersebut tidak bisa diterapkan terus menerus pada

setiap keadaan operasional, contohnya : saat putaran ideal (lambat) dan beban penuh kendaraan mengkonsumsi campuran udara bensin yang gemuk/kaya, sedangkan dalam keadaan lain pemakaian campuran udara bensin bisa mendekati yang ideal. Dikatakan campuran kurus/miskin, jika di dalam campuran bensin dan udara tersebut terdapat lebih dari 14,7 prosentasi udara. Sedangkan jika kurang dari angka tersebut disebut campuran gemuk/kaya.

Untuk mengetahui apakah campuran bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar mempunyai rasio yang tepat, bisa melihat kondisi motor di bagian ruang bakar dan performa saat dinyalakan.

Campuran yang terlalu kurus/miskin, bisa di tandai dengan kondisi sebagai berikut :

- a. *Electrode* pada busi berwarna putih;
- b. *Stasioner*/ lambat tidak stabil;
- c. Mesin terasa cepat panas dan sulit di hidupkan;
- d. Mesin terjadi detonasi.

Campuran yang terlalu gemuk/kaya bisa ditandai dengan kondisi sebagai

berikut:

- a. *Electrode* busi berwarna hitam dan basah;
- b. Knalpot berasap hitam;
- c. Bahan bakar sangat boros;
- d. Putaran mesin tidak stabil;
- e. Banyak deposit karbon di dalam ruang bakar;
- f. Mesin sulit dihidupkan.

Campuran yang tepat akan menghasilkan pembakaran yang sempurna, sehingga busi berwarna coklat keabu-abuan dan kering, deposit karbon tidak banyak berbentuk, putaran mesin stabil dan mesin mudah di start.

### 2.2.5.2 Pertamax

Pertamax merupakan bahan bakar ramah lingkungan(*unleaded*) beroktan tinggi hasil penyempurnaan produk Pertamina sebelumnya. Formula barunya yang terbuat dari bahan berkualitas tinggi memastikan mesin kendaraan bermotor anda bekerja dengan baik, lebih bertenaga, "*knock free*", rendah emisi dan memungkinkan anda menghemat pemakaian bahan bakar. Pertamax ditujukan untuk kendaraan yang mempersyaratkan penggunaan bahan bakar beroktan tinggi dan tanpa timbal(*unleaded*).

Tabel 2.7. Spesifikasi Pertamax

No	Sifat	Min	Max
1	Angka oktana riset RON	92	
2	Kandungan Pb(gr/lt)		0.30
3	Distilasi		
	10 % Vol Penguapan (C)		70
	50% Vol penguapan(C)	77	110
	90% Vol penguapan(C)		180
	Titik didih akhir(C)		250
	Residu (%Vol)		2.0
4	Tekanan uap reid pada 37,8 C(psi)	45	60
5	Getah purawa(mg/100 ml)		4
6	Periode induksi(menit)	480	
7	kandungan belerang(%massa)		0.1
8	Korosi bilah tembaga(3jam/50C)		No.1
9	Uji dokter atau belerang mecapatan		0.00
10	Warna	Biru	2.0

(Sumber : Keputusan Dirjen Migas No.940/34/DJM/2002)

Pertamax juga direkomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi diatas tahun 1990 terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan *electronic fuel injection* dan *catalytic converter* . Bagi

pengguna kendaraan yang di produksi tahun 1990 tetapi menginginkan peningkatan kinerja mesin kendaraannya juga dapat menggunakan produk ini. Pertamax memiliki nilai oktan 92 dengan stabilitas oksidasi yang tinggi dan kandungan *olefin*, *aromatic* dan *benzene* pada level yang rendah sehingga menghasilkan pembakaran yang sempurna pada mesin. Dilengkapi dengan aditif generasi 5 dengan sifat *detergency* yang memastikan *injector* bahan bakar, karburator, *inlet valve* dan ruang bakar tetap bersih untuk menjaga kinerja mesin tetap optimal. Pertamax sudah tidak menggunakan campuran timbal dan metal lainnya yang sering digunakan pada bahan bakar lain untuk meningkatkan nilai oktan sehingga pertamax merupakan bahan bakar yang sangat bersahabat dengan lingkungan.(sumber : Pertamina)

#### 2.2.5.3 Pertamax plus

Pertamax plus adalah bahan bakar minyak produksi Pertamina. Pertamax plus, seperti halnya pertamax dan premium adalah produk BBM dari pengolahan minyak bumi bumi, dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahan di kilang minyak. Pertamax plus merupakan bahan bakar yang sudah memenuhi standar performa *International World Wide Fuel Charter* (IWWFC). Pertamax plus adalah bahan bakar untuk kendaraan yang memiliki rasio kompresi minimal 10,5 serta menggunakan teknologi *Electronic Fuel Injection* (EFI), *Variable Valve Timing Intelligent* (VVTI), *Turbochargers* dan *Catalytic Converters*.

#### 2.2.6. ANGKA OKTAN

Angka oktana adalah suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti ketukan/berdetonasi. Semakin tinggi angka oktana suatu bahan bakar maka semakin besar kecenderungan mesin tidak mengalami ketukan/detonasi. Angka oktana suatu bahan bakar dapat ditentukan

dapat ditentukan dengan bantuan mesin CFRE (*Cooperative Fuels Research Engine*), dimana bahan bakar dibandingkan dengan bahan bakar rujukan yang terbuat dari *n-heptana* (angka oktana 0) dan *iso-oktana* (angka oktana 100). Angka oktana bensin yang didefinisikan sama dengan persentase *iso-oktana* dalam bahan bakar rujukan yang memberikan intensitas yang sama pada mesin uji.

Besar angka oktana bahan bakar tergantung pada presentase *iso-oktan* ( $C_8H_{18}$ ) dan *normal heptana* ( $C_7H_{16}$ ) yang terkandung didalamnya. Bensin yang cenderung ke arah sifat *normal heptana* ( $C_7H_{16}$ ) disebut bernilai oktan rendah (angka oktan rendah) karena mudah berdetonasi, sebaliknya bahan bakar yang cenderung ke arah sifat *iso-oktan* ( $C_8H_{18}$ ) (lebih sukar berdetonasi) dikatakan bernilai oktan tinggi (angka oktan tinggi). Misalnya suatu bensin dengan angka oktan 90 akan lebih sukar berdetonasi dari pada bensin beroktan 70. Jadi kecenderungan bensin untuk berdetonasi dinilai dari angka oktannya *iso-oktan* ( $C_8H_{18}$ ) murni diberi indeks 100, sedangkan *normal heptana* ( $C_7H_{16}$ ) murni diberi indeks 0. Dengan demikian, suatu bensin dengan angka oktan 90 berarti bahwa bensin tersebut mempunyai kecenderungan berdetonasi sama dengan campuran yang terdiri atas 90% volume *iso-oktan* ( $C_8H_{18}$ ) dan 10% volume *normal heptana* ( $C_7H_{16}$ ).

Untuk mendapatkan bensin dengan angka oktan cukup tinggi, produsen bensin dapat menempuh dengan beberapa cara, antara lain :

- a. Menambah aditif peningkat angka oktan seperti *timbal-tetra-etil* (TEL) dan *timbal-tetra-metil* (TML). Namun penambahan zat-zat aditif ini mengakibatkan gas-gas hasil pembakaran bensin dari kendaraan mengandung timbal yang pada konsentrasi tertentu dapat menimbulkan pencemaran dan mengganggu kesehatan;
- b. Menggunakan komponen beroktan tinggi sebagaimana ramuan, misalnya alkoho atau *eter*.

Tabel 2.8. Angka oktan untuk bahan bakar

No	Jenis bahan bakar	angka oktan
1	Premium	88
2	Pertamax	92
3	Pertamax Plus	95
4	Bensol	100

(Sumber : Pertamina)

### 2.2.7. KESETABILAN KIMIA DAN KEBERSIHAN BAHAN BAKAR

Kesetabilan kimia bahan bakar sangat penting, karena berkaitan dengan kebersihan bahan bakar yang selanjutnya berpengaruh terhadap sistem pembakaran dan sistem saluran. Pada temperatur tinggi, sering terjadi *polimer* yang berupa endapan-endapan *gum*. Endapan *gum* (getah) ini berpengaruh kurang baik terhadap sistem saluran, misalnya pada katup-katup dan saluran bahan bakar.

### 2.2.8. SISTEM PEMBAKARAN

Secara umum pembakaran didefinisikan sebagai reaksi kimia atau reaksi kesenyawaan bahan bakar dengan oksigen. Mekanisme pembakaran sangat dipengaruhi oleh keadaan dari keseluruhan proses pembakaran, sebagaimana diketahui bahwa bensin mengandung unsur-unsur karbon dan hidrogen.

Ada 3 teori mengenai terbentuknya hidrogen tersebut :

1. Hidrokarbon terbakar bersama-sama dengan oksigen sebelum karbon bergabung dengan oksigen;
2. Karbon terbakar lebih dahulu dari pada oksigen;
3. Senyawa hidrokarbon terlebih dahulu bergabung dengan oksigen dan membentuk senyawa (*hidroxilasi*). Hal ini akan terjadi apabila campuran terdahulu (*premixture*) antara bahan bakar dengan udara mempunyai waktu yang cukup, sehingga memungkinkan masuknya oksigen kedalam senyawa hidrokarbon (Yaswaki, 1994).

Bila oksigen dan hidrokarbon ini tidak tercampur dengan baik, maka akan terjadi proses *cracking* dimana akan timbul asap, pembakaran semacam ini disebut pembakaran tidak normal.

Ada 2 kemungkinan yang dapat terjadi pada pembakaran motor bensin :

1. Pembakaran normal, dimana bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan keadaan yang dikehendaki;
2. Pembakaran tidak normal, dimana bahan bakar tidak ikut terbakar atau tidak terbakar sama-sama pada saat dan keadaan yang diketahui.

Pembakaran tidak normal dapat menimbulkan *knocking* atau *pre-ignition* yang memungkinkan timbulnya gangguan dan kesulitan-kesulitan pada motor bakar bensin.

a. Pembakaran Normal

Pembakaran normal yaitu dimana bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan keadaan yang dikehendaki. Mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi, kemudian api membakar gas bakar yang berada di sekelilingnya sehingga semua partikelnya terbakar habis. Didalam pembakaran normal, pembagian nyala api terjadi merata diseluruh bagian. Pada keadaan yang sebenarnya pembakaran bersifat kompleks, yang mana berlangsung pada beberapa *phase*. Dengan timbulnya energi panas, maka temperature dan tekanan naik secara mendadak, sehingga piston terdorong menuju TMB ( Titik Mati Bawah). Beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA ( Titik Mati Atas ), busi memberikan percikan bunga sehingga mulai terjadi pembakaran, sedangkan lonjakan tekanan dan *temperature* mulai point 2, sesaat sebelum piston mencapai TMA ( Titik Mati Atas ) dan pembakaran point 3 sesaat sesudah point mencapai TMA ( Titik Mati Atas ).

b. Pembakaran tidak normal

Pada pembakaran tidak normal, bahan bakar tidak ikut terbakar atau tidak terbakar sama-sama pada saat dan keadaan yang dikehendaki.



Pembakaran tidak normal dapat menimbulkan *knocking* yang memungkinkan timbulnya gangguan dan kesulitan-kesulitan pada motor bensin. Fenomena- fenomena yang menyertai pembakaran tidak sempurna, diantaranya :

### 1. *Knocking*

Bensin premium mempunyai sifat anti ketukan/ *detonasi* yang baik dan dapat dipakai pada mesin kompresi tinggi pada saat semua kondisi. Sifat- sifat penting yang diperhatikan pada bahan bakar bensin adalah :

- a. Kecepatan menguap (*volatility*);
- b. Kualitas pengetukan ( kecenderungan berdetonasi );
- c. Kadar belerang;
- d. Titik beku;
- e. Berat jenis.

Seperti telah diterangkan sebelumnya, pada peristiwa pembakaran normal api menyebar keseluruh bagian ruang bakar dengan kecepatan konstan dan busi berfungsi sebagai pusat penyebaran. Dalam hal ini gas baru yang belum terbakar terdesak oleh gas yang sudah terbakar, sehingga tekanan dan suhunya naik sampai mencapai keadaan hampir terbakar. Jika pada saat ini gas tadi terbakar dengan sendirinya, maka akan timbul ketukan/*detonasi* yang menghasilkan gelombang kejut berupa suara *knocking noise*.

### 2. Sebab-sebab terjadinya *knocking*

Pada lapisan yang telah terbakar akan berekspansi. Pada kondisi lapisan yang tidak homogen, lapisan gas tadi akan mendesak lapisan gas lain yang belum terbakar, sehingga tekanan dan suhunya naik. Bersamaan dengan adanya radiasi dari ujung lidah api, lapisan gas yang terdesak akan terbakar tiba-tiba. Peristiwa ini akan menimbulkan letupan mengakibatkan terjadinya gelombang tekanan yang kemudian menumbuk piston dan dinding silinder sehingga terdengarlah suara *knocking*.

Hal-hal yang menyebabkan terjadinya *knocking* yaitu :

- a. Perbandingan kompresi yang tinggi, tekanan kompresi, suhu pemanasan campuran dan suhu silinder yang tinggi;
- b. Putaran mesin rendah dan penyebaran api lambat;
- c. Penempatan busi dan konstruksi ruang bakar tidak tepat, serta jarak penyebaran api telampau jauh.

#### **2.2.9. EFFISIENSI BAHAN BAKAR DAN EFFISIENSI PANAS**

Nilai kalor bahan bakar perlu diketahui, agar neraca kalor dari motor dapat dibuat. Efisiensi atau tidak kerjanya suatu motor, ditinjau atas dasar nilai kalor bahan bakarnya. Nilai kalor mempunyai hubungan dengan berat jenis. Pada umumnya makin tinggi berat jenis maka makin rendah nilai kalornya. Pembakaran tidak berlangsung dengan sempurna dapat berakibat :

1. Kerugian panas dalam motor menjadi besar, sehingga efisiensi motor menjadi turun, usaha dari motor menjadi turun pada penggunaan bahan bakar yang tetap;
2. Sisa pembakaran dapat menyebabkan pegas-pegas piston melekat pada alurnya, sehingga tidak berfungsi lagi sebagai pegas torak;
3. Sisa pembakaran dapat pula melekat pada lubang pembuangan antara katup dan duduknya, terutama pada katup buang, sehingga katup tidak menutup dengan rapat;
4. Sisa pembakaran telah menjadi keras yang melekat antara piston dan dinding silinder menghalangi pelumasan, sehingga piston dan silinder mudah aus.

Efisiensi bahan bakar dan efisiensi panas sangat menentukan bagi efisiensi motor itu sendiri. Setiap motor mempunyai efisiensi yang berbeda.

### 2.2.10. SISTEM PENGAPIAN

Fungsi pengapian adalah memulai pembakaran atau menyalakan campuran bahan bakar dan udara pada saat dibutuhkan, sesuai dengan beban dan putaran motor. Sumber api diambil dari tenaga listrik tegangan tinggi yang dapat memercikan letusan api diantara elektroda busi. Sedangkan listrik tegangan tinggi tersebut dapat diperoleh dengan memanfaatkan magnet atau kumparan induksi dalam koil.

### 2.2.11. PARAMETER PERHITUNGAN

#### 2.2.11.1. Daya

Pada motor bakar, daya yang berguna adalah daya poros karena daya poros menggerakkan beban. Daya poros dibangkitkan oleh daya indikator yang merupakan daya dari gas pembakaran yang menggerakkan torak. Sebagai daya indikator dibutuhkan untuk mengatasi gesekan mekanik, misalnya gesekan antara torak dan dinding silinder dan gesekan antara poros dan bantalannya. Daya *indicator* harus menggerakkan pompa pelumas dan pompa bahan bakar (Aris munandar 2002).

Dengan demikian daya poros adalah :

$$P = \frac{2\pi nt}{60000} (\text{kw}) \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

P = daya (kw)

t = torsi (Nm)

n = putaran mesin (rpm)

#### 2.2.11.2. Konsumsi bahan bakar spesifik( *SFC/specifik fuel consumption*)

Konsumsi bahan bakar spesifik adalah pemakaian bahan bakar yang terpakai untuk setiap daya yang dihasilkan ( Aris munandar,2002).

$$SFC = \frac{M_f}{P} \text{ (kg/kwh)} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

SFC = konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kwh)

$M_f$  = Konsumsi bahan bakar(kg/jam)

P = daya(kw)

Dimana :

$$M_f = \frac{b}{t} \times \frac{3600}{1000} \times \rho_{bb} \text{ (kg/jam)} \dots \dots \dots (2.3)$$

$M_f$  = Konsumsi bahan bakar(kg/jam)

b = Volume buret yang dipakai dalam pengujian(cc)

t = Waktu yang diperlukan untuk pengosongan buret dalam detik (s)

$\rho_{bb}$  = Massa jenis bahan bakar(kg/l)