

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Hendro Susanto (2013) melakukan penelitian pengaruh tentang *porting polish* pada motor Yamaha V75 di bagian blok silinder . Setelah dilakukan pembubutan 0,8 mm pada kepala silinder menyebabkan berkurangnya volume ruang bakar dan mengakibatkan terjadinya peningkatan perbandingan rasio kompresi yang pada awalnya rasio kompresi 5,72:1 menjadi 6,4:1, peningkatan perbandingan rasio kompresi yaitu sebesar 0,68:1.

Turyanto (2009) Pada pengujian konsumsi bahan bakar SUPRA X 2003 dalam keadaan tanpa beban dengan memvariasikan putaran mesin dari 1500 rpm sampai 4500 rpm dengan kenaikan putaran sebesar 500 rpm selama 120 detik, konsumsi bahan bakar rata-rata menggunakan intake manifold standar adalah 0,8541 ml/dtk, konsumsi bahan bakar rata-rata menggunakan Intake Manifold modifikasi porting adalah 0,7708 ml/dtk, perbedaan konsumsi bahan bakar rata-rata menggunakan Intake Manifold standar dengan Intake Manifold modifikasi porting 0,0833 ml/dtk atau 9,75% Pengujian konsumsi bahan bakar dengan beban konstan satu pengendara dan satu penumpang dengan jarak tempuh 1, 2, 3, 4 dan 5 km. Konsumsi bahan bakar rata-rata pada kecepatan 20 km/jam menggunakan Intake Manifold modifikasi porting 26,875 ml, dan menggunakan Intake Manifold standar 36,185 ml, perbedaan konsumsi bahan bakar rata-rata kecepatan 20 km/jam adalah 9,314 ml atau 25%. Konsumsi bahan bakar rata-rata pada kecepatan 40 km/jam menggunakan Intake Manifold modifikasi porting 24,375 ml, dan menggunakan Intake Manifold standar 28,125 ml, perbedaan konsumsi bahan bakar rata-rata pada kecepatan 40 km/jam adalah 3,75 ml atau 13%. Konsumsi bahan bakar rata-rata pada kecepatan 60 km/jam menggunakan Intake Manifold modifikasi porting 27,5 ml,

menggunakan Intake Manifold standar 30 ml, perbedaan konsumsi bahan bakar rata-rata pada kecepatan 60 km/jam adalah 2,5 ml atau 8%.

Muklisanto (2003) melakukan penelitian pengaruh variasi komposisi premium dan ethanol pada variasi rasio mainjet terhadap unjuk kerja mesin 4 langkah 110 cc. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut, pada variasi ethanol torsi tertinggi oleh campuran premium 90% dan ethanol 10% sebesar 7,1 Nm pada putaran mesin 5000 rpm dan daya tertinggi oleh campuran premium 90% dan ethanol 10% sebesar 3,717 Kw pada putaran 5000 rpm.

Muchamad (2010) melakukan analisa energi campuran bioetanol dengan premium. Dari hasil penelitian didapat hasil nilai kalor premium dan pertamax yang dicampur dengan bioetanol, akan mengalami penurunan yang seiring dengan semakin besarnya komposisi bioetanol di dalam premium dan pertamax. Nilai kalor campuran bioetanol E10-E20 baik itu campuran pada premium dan pertamax masih di atas ambang batas dari spesifikasi bahan bakar mesin otto yang telah ditetapkan. Sedangkan nilai kalor untuk campuran bioetanol E30, E40, dan E50 berada di bawah ambang batas, sehingga kemungkinan akan ada perubahan atau modifikasi pada mesin.

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 dan ada pula yang dilakukan di luar mesin kalor. (Prabowo 2014).

Motor bakar torak menggunakan silinder tunggal atau beberapa silinder. Salah satu fungsi torak disini adalah sebagai pendukung terjadinya pembakaran pada motor

bakar. Panas yang dihasilkan dari pembakaran akan menghasilkan tenaga kemudian diteruskan oleh torak ke batang torak, selanjutnya diteruskan ke poros engkol yang mana poros engkol nantinya akan diubah menjadi gerakan putar (rotasi). Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.1. Mesin motor bakar torak.

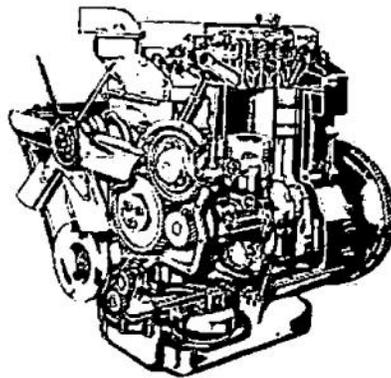
a. Berdasarkan sistem pembakarannya

1. Motor pembakaran dalam

Mesin pembakaran dalam atau sering disebut sebagai *Internal Combustion Engine* (ICE), yaitu dimana proses pembakarannya berlangsung di dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja.

2. Motor pembakaran luar

Mesin pembakaran luar atau sering disebut *Eksternal Combustion Engine* (ECE) yaitu dimana proses pembakarannya terjadi di luar mesin, energi thermal dari gas hasil pembakaran dipindahkan ke fluida kerja mesin.



Gambar 2.1. Motor Bakar Torak

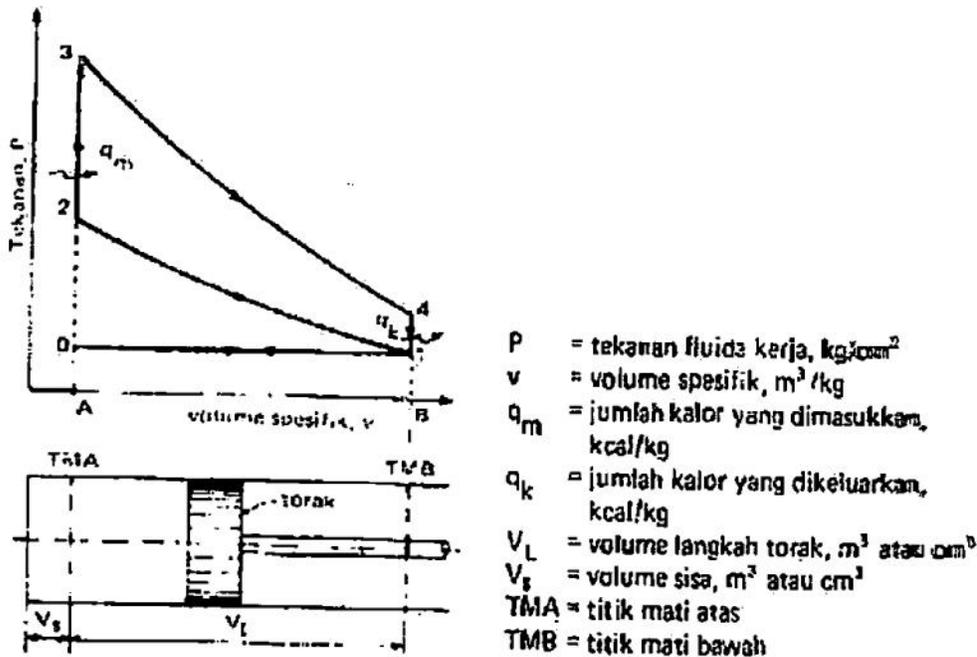
(Sumber : Arismunandar, 2005)

Motor bakar terbagi menjadi 2 jenis, 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.

Perbedaan yang utama juga terletak pada sistem penyalanya, di mana pada motor bensin digunakan busi sebagai sistem penyalanya sedangkan pada motor *diesel* memanfaatkan suhu kompresi yang tinggi untuk dapat membakar bahan bakar solar.

2.2.2. Siklus Thermodinamika

Siklus udara volume konstan (siklus *Otto*), dapat digambarkan dengan grafik P dan V, seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Diagram P vs V dari siklus volume konstan

(Soenarta & Furuhamu, 1995)

Penjelasan :

- Fluida kerja dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik yang konstan.
- Langkah isap (0-1) merupakan proses tekanan-konstan.
- Langkah kompresi (1-2) ialah proses isentropik.

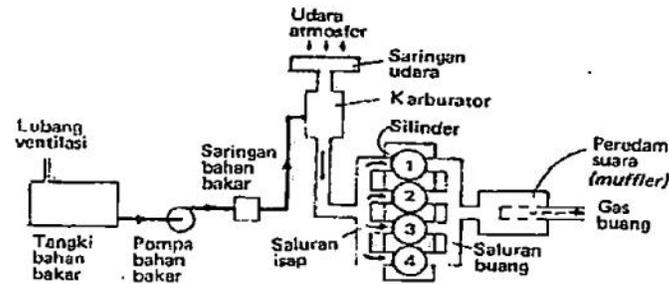
- d. Proses pembakaran volume konstan (2-3) dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstan.
- e. Langkah kerja (3-4) ialah proses isentropik.
- f. Proses pembuangan (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume konstan.
- g. Langkah buang (1-0) ialah proses tekanan konstan.
- h. Siklus dianggap 'tertutup', artinya siklus ini berlangsung dengan fluida kerja yang sama, atau gas yang berada didalam silinder pada titik 1 dapat dikeluarkan dari dalam silinder pada waktu langkah buang, tetapi pada langkah isap berikutnya akan masuk sejumlah fluida yang sama.

2.2.3. Sistem Bahan Bakar

Motor bensin merupakan jenis dari motor bakar, Motor bensin kebanyakan 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.

Pompa 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. Pada Gambar 2.3. diterangkan skema sistem penyaluran bahan bakar.



Gambar 2.3. Skema sistem penyaluran bahan bakar
(Arismunandar, 1983)

2.2.4. Prinsip Kerja Motor Bakar Torak

Terdapat dua macam tipe motor bakar torak yaitu motor bakar 4 langkah dan motor bakar 2 langkah. Pada motor 4 langkah, untuk melakukan satu siklus memerlukan 4 gerakan torak atau dua kali putaran poros engkol, sedangkan pada motor 2 langkah, untuk melakukan satu siklus hanya memerlukan 2 gerakan torak atau satu putaran poros engkol. (Afandi 2013)

2.2.5 Motor Bakar 4 Langkah

Motor bakar empat langkah prinsip kerjanya sangat jauh berbeda dengan motor bakar dua langkah. Motor bakar empat langkah membutuhkan dua kali putaran poros engkol untuk sekali kerja, atau bisa dikatakan memerlukan empat kali gerakan torak untuk sekali proses pembakaran. (Afandi 2013)

2.2.6. Proses Kerja Motor Bakar 4 Langkah

1. Langkah Hisap

Dalam langkah ini torak bergerak dari TMA ke TMB, campuran udara dan bahan bakar dihisap kedalam silinder. Katup hisap terbuka dan katup buang tertutup. Waktu torak bergerak ke bawah menyebabkan ruang silinder menjadi vakum, masuknya campuran udara dan bensin kedalam silinder disebabkan adanya tekanan udara luar (*atmospheric pressure*).

2. Langkah Kompresi

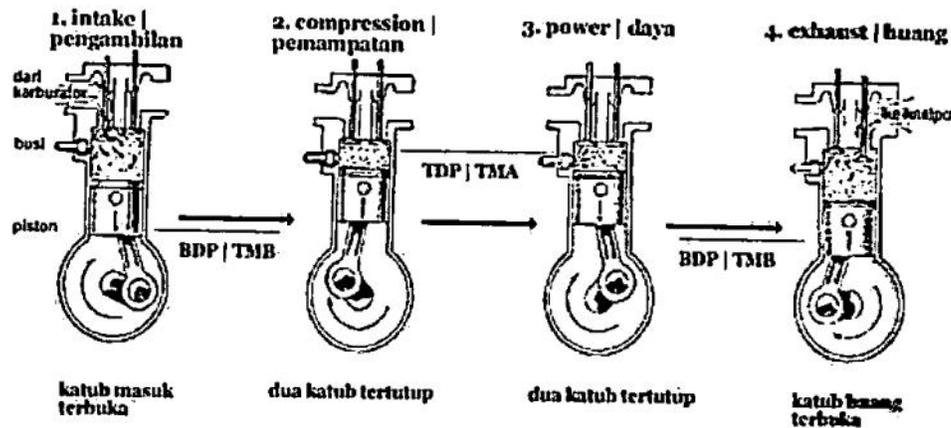
Dalam langkah ini campuran udara dan bensin dikompresikan. Katup hisap dan katup buang tertutup. Waktu torak mulai naik dari TMB ke TMA campuran yang dihisap tadi dikompresikan. Akibatnya tekanan dan temperaturnya naik sehingga akan mudah terbakar. Poros engkol berputar satu kali, ketika torak mencapai TMA.

3. Langkah Kerja

Dalam langkah ini, mesin menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Sesaat sebelum torak sampai ke TMA pada langkah kompresi, busi memercikan bunga api, sehingga terjadi ledakan di dalam silinder dan mendorong torak ke bawah. Usaha ini yang menjadi tenaga mesin (*engine power*).

4. Langkah Buang

Dalam hal ini, gas yang terbakar dibuang dari dalam silinder. Katup buang terbuka, torak bergerak dari TMB ke TMA, mendorong gas bekas keluar dari silinder. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.4. di bawah ini:



Gambar 2.4. Skema Gerakan Torak empat-langkah

(Sumber : Arismunandar, 2005)

2.3. Klep (Katup)

A. Fungsi katup

Secara umum fungsi katup pada motor 4 langkah adalah untuk mengatur masuknya campuran bahan bakar dan udara atau udara saja dan mengatur keluarnya gas sisa pembakaran. Pada motor 4 langkah terdiri dari 2 macam katup yaitu:

1. Katup hisap

Katup hisap berfungsi untuk mengatur masuknya campuran bahan bakar dan udara (motor bensin) dan udara (motor diesel) pada saat langkah hisap.

2. Katup Buang

Katup buang berfungsi untuk mengatur keluarnya gas sisa pembakaran pada saat langkah buang.

B. Jenis-jenis Susunan Katup

1. Susunan Katup L

Motor *Otto* dengan susunan katup L, ruang bakar berbentuk huruf L terbalik. Kedua katup diletakan berdampingan pada salah satu sisi silinder. Jenis ini sering dipakai pada motor silinder sebaris. Semua katup terletak dalam satu baris, sehingga dapat digerakan dengan menggunakan satu poros kam. Susunan katup jenis ini baik digunakan untuk motor dengan kompresi rendah. Susunan katup ini sekarang sudah tidak digunakan lagi.

2. Susunan Katup F

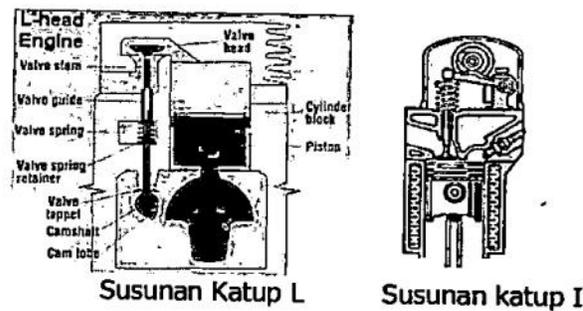
Susunan katup jenis ini adalah gabungan antara susunan katup I dan L. katup isap berada pada kepala silinder dan katup buang pada blok silinder dan menggunakan satu poros kam.

3. Susunan Katup T

Jenis ini menempatkan katup pada kedua sisi silinder di blok silinder. Jarak kedua katup berjauhan maka diperlukan dua buah poros kam, untuk menggerakan katup masuk dan katup buang.

4. Susunan Katup I

Motor dengan susunan katup I kedua katup baik masuk dan buang berada pada kepala silinder. Jenis ini banyak digunakan karena perbandingan kompresinya tinggi sehingga efisiensi panasnya lebih besar, meskipun mempunyai kerugian bentuknya yang kompak. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.5. contoh susunan katup.



Gambar 2.5. Susunan Katup

(Sumber : najib,2013)

C. Komponen-Komponen Klep

1. Payung Klep

Ukuran payung klep isap dibuat lebih lebar dari klep buang dengan tujuan agar pengisian gas baru lebih optimal. Klep isap biasanya terbuat dari campuran baja chrom dan silikon dan pada bagian dudukannya dan ujung batang klep diperkeras agar klep lebih awet. Untuk klep buang terbuat dari dua logam baja yang berbeda, untuk batang klep dari baja yang mempunyai sifat licin yang baik dan untuk payung klep dari baja tahan panas karena temperatur pada klep buang dapat mencapai 800 derajat celcius. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.6. payung klep.

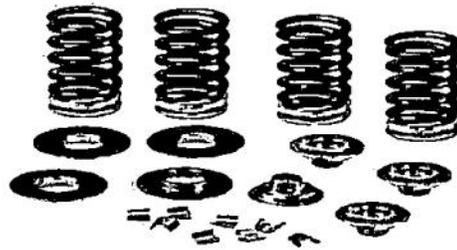


Gambar 2.6. Payung Klep

(Sumber : Thoyib,2012)

2. Per Klep (Pegas Klep)

Per klep atau pegas klep berfungsi untuk menutup (mengembalikan klep ke posisi semula) dan menahan klep pada saat posisi membuka. Sebisa mungkin kekerasan pegas klep sesuai anjuran pabrik, karena apabila pegas klep terlalu lemah akan mengakibatkan klep bergetar dan pada saat putaran tinggi klep tidak akan menutup sempurna sehingga terjadi kebocoran gas yang akan mengakibatkan tenaga motor menjadi turun. Begitu juga sebaliknya apabila pegas klep terlalu kuat akan mengakibatkan keausan pada penggerak klep seperti noken-as dan tuas klep. Apabila dibiarkan terus menerus tuas klep (*rocker arm*) bisa patah. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.7. pegas klep.

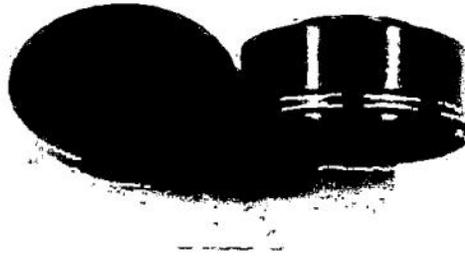


Gambar 2.7. Pegas Klep

(Sumber : Thoyib,2012)

3. Seal Klep

Seal klep berfungsi untuk mencegah pelumas (oli) mengalir ke saluran masuk atau buang ruang bakar. Apabila sil klep rusak atau robek dapat mengakibatkan knalpot menjadi ngebul atau berasap, karena pelumas ikut terbakar di ruang bakar atau jika *seal* klep buang yang robek pelumas akan terbakar karena panas di knalpot. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.8. seal klep.

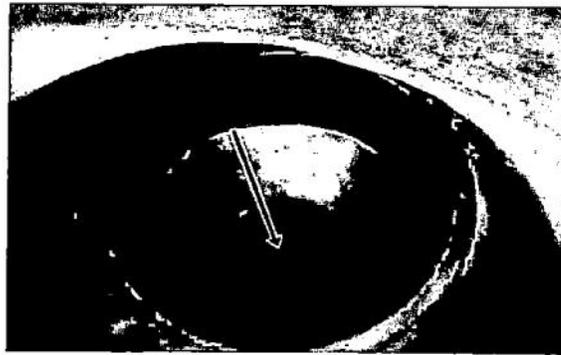


Gambar 2.8. *Seal Klep*

(Sumber : Thoyib,2012)

4. Pengantar/pemegang klep (*Split Valve Guide*)

Pengantar klep berfungsi sebagai selongsong atau memegang klep agar posisinya tidak goyang dan mentranfer panas pada klep ke kepala silinder. Bahannya terbuat dari besi tuang khusus dan di campur dengan tembaga. Keausan selongsong klep dapat menyebabkan posisi daun klep tidak rapat dan pemakaian oli menjadi boros karena menyelinap lewat selongsong klep. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.9. *split valve guide*.



Gambar 2.9. *Split Valve Guide*

(Sumber : Thoyib,2012)

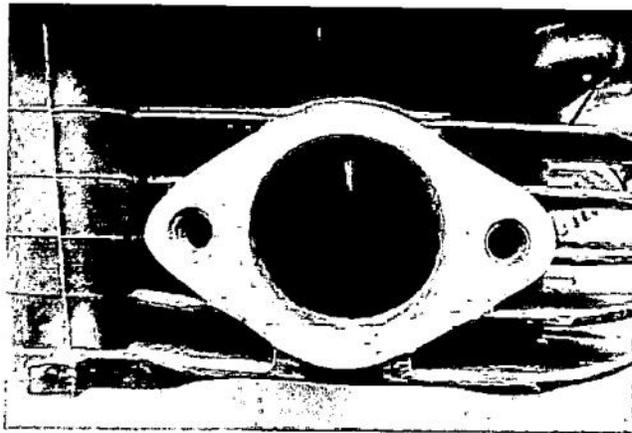
2.4. Porting

Porting adalah membentuk kembali lubang *intake* dan *exhaust cylinder head* agar volume udara dan bahan bakar yang masuk jadi bertambah besar dan lebih bebas hambatan. Sedangkan *polishing* adalah menghaluskan bagian-bagian yang sudah *diporting* dan bagian lain dari mesin agar hisapan udara dan BBM yang masuk jadi semakin lancar.

A. Langkah-langkah *Porting*

1. *Intake Porting*

Intake porting yaitu langkah untuk membentuk ulang lubang Inlet agar bahan bakar yang masuk ke ruang bakar dapat bertambah banyak dan bebas hambatan. Otomatis apabila proses pembakaran di dalam ruang bakar banyak memiliki gas bakar maka tenaga yang akan dihasilkan motor juga akan besar. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.10. *intake porting*.

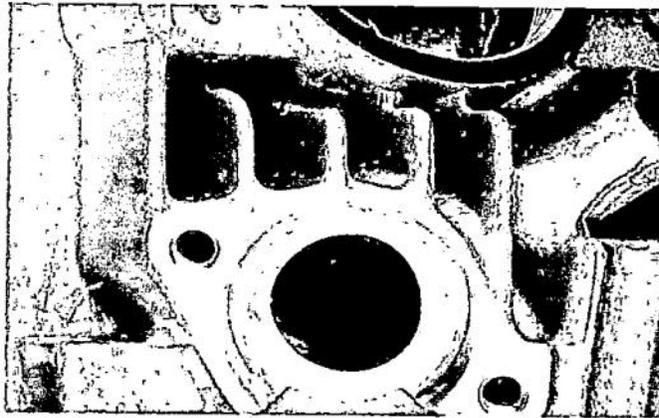


Gambar 2.10. *Intake porting*.

Sumber: (www.cyber.blogspot.com.htm)

2. Exhaust Porting

Exhaust *porting* yaitu langkah untuk membentuk ulang lubang pengeluaran / exhaust pada motor agar hasil sisa gas bakar yang di hasilkan di ruang bakar dapat keluar dengan lancar dan tidak menimbulkan turbulensi di ruang pembakaran yang mengakibatkan tenaga motor menjadi berkurang. biasanya *Porting exhaust* berbentuk D-shaped agar gerak tidak mudah mengendap di lubang *exhaust*. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 2.11. *Exhaust porting*.



Gambar 2.11. *Exhaust porting*.

Sumber: (www.cyber.blogspot.com.htm)

Rumus untuk menentukan rancangan porting sebagai berikut :

$$\text{Diameter piston} = 63,5 \times 55\% = 34,5 \text{ mm} = 35 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter klep IN} = 35 \text{ mm}$$

Mencari diameter klep Ex = (dari hasil kali klep IN x 85%)

$$\text{Ex} = 35 \times 85\% = 29,75 \text{ mm} = 30 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Menghitung porting klep In} &= \text{Klep In} \times 80\% \\ &= 35 \text{ mm} \times 80\% \\ &= 28 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sedangkan bagian bawah saluran masuk rumusnya:

Diameter klep In x 90 %

$$= 35 \times 90\%$$

$$= 31,5 \text{ mm}$$

Penentuan porting saluran keluar bahan bakar rumusnya:

Diameter klep EX x 100%

$$= 30 \text{ mm} \times 100\%$$

$$= 30 \text{ mm, Ukuran ini harus rata sampai bibir luar saluran keluar}$$

bahan bakar

(Sumber: indra, 2012).

B. Polish

Polishing adalah menghaluskan dan membersihkan bagian-bagian yang sudah *diporting* agar hisapan udara dan BBM yang masuk jadi semakin lancar dan lebih banyak sehingga mendapatkan *performa* mesin lebih optimal. Untuk langkah-langkahnya yaitu:

- * Membersihkan ruang bakar (permukaan piston dan kubah ruang bakar)
- * Ganti gasket *cylinder head*
- * Ganti gasket *intake manifold*
- * Ganti gasket *exhaust manifold*
- * Ganti *seal* klep

2.5. Bahan Bakar

A. Premium

Bensin atau Petrol (biasa disebut gasoline di Amerika Serikat dan Kanada) adalah cairan bening, agak kekuning-kuningan, dan berasal dari pengolahan minyak bumi yang sebagian besar digunakan sebagai bahan bakar di mesin pembakaran dalam. Bensin memiliki angka oktan sebesar 88 dan titik didih 30⁰C-200⁰C. Spesifikasi premium dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 2.1 Spesifikasi premium

No	Sifat	MIN	MAX
1	Angka oktana riset (RON)	88	
2	Kandungan Pb (gr/lt)		0,30
3	Distilasi		
	10% Vol penguapan (°C)		74
	50% Vol penguapan (°C)	88	125
	90% Vol penguapan (°C)		180
	Titik Didih akhir (°C)		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 (3jam/50°C)		No.1
9	Uji dokter atau belerang mercapatan		0,00
10	Warna	Kuning	2

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

Komposisi bahan bakar bensin, yaitu:

- a) Bensin (*gasoline*) C_8H_{18} .
- b) Berat jenis bensin 0,65-0,75.
- c) Pada suhu $40^{\circ}C$ bensin menguap 30-65%.
- d) Pada suhu $100^{\circ}C$ bensin menguap 80-90%.

B. Etanol

Etanol disebut juga etil alkohol, alkohol murni, alkohol absolut, atau alkohol saja, adalah sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia C_2H_5OH dan rumus empiris C_2H_6O yang merupakan isomer konstitusional dari dimetil eter. Etanol sering disingkat menjadi EtOH, dengan "Et" merupakan singkatan dari gugus etil (C_2H_5).

Etanol absolute memiliki angka oktan (ON) 117. Angka oktan pada bahan bakar mesin menunjukkan kemampuannya menghindari terbakarnya campuran udara-bahan bakar sebelum waktunya (*self-ignition*). Etanol memiliki nilai kalor yang rendah dan sifatnya lebih susah menguap daripada bensin.

Tabel 2.2. Data Spesifikasi Etanol

No	Karakteristik	Satuan
1	Temperatur penyalan	$425^{\circ}C$
2	Kelarutan di dalam air	($20^{\circ}C$) larut
3	Titik leleh	$-117^{\circ}C$
4	Massa molar	46.07 g/mol
5	Densitas	$0.805 - 0.812 \text{ g/cm}^3$ ($20^{\circ}C$)
6	Angka Ph	7.0 (10 g/l, H_2O , $20^{\circ}C$)
7	Titik didih	$78^{\circ}C$ (1013 hPa)

8	Tekanan uap	59 hPa
9	Batasan Ledakan	3.5 - 15%(V)
10	Titik nyala	17 ⁰ C

(sumber: © Merck KGaA, 2013)

C. Bahan Bakar Alternatif

Bahan bakar alternatif umumnya menghasilkan lebih sedikit emisi kendaraan yang berkontribusi terhadap kabut asap, polusi udara dan pemanasan global. Sebagian besar bahan bakar alternatif tidak diturunkan dari bahan bakar fosil yang merupakan sumber daya terbatas karena Bahan bakar alternatif dapat membantu negara memenuhi kebutuhan energi secara lebih mandiri.

D. Angka Oktan

Angka Oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti ketukan. Dengan kata lain, makin tinggi angka oktan maka semakin berkurang kemungkinan untuk terjadinya denotasi (*knocking*). Dengan berkurangnya intensitas untuk berdenotasi, maka campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan oleh torak menjadi lebih baik sehingga tenaga motor akan lebih besar dan pemakaian bahan bakar menjadi lebih hemat.

Cara menentukan angka oktan bahan bakar ialah dengan mengadakan suatu perbandingan bahan bakar tertentu dengan bahan bakar standar. Yaitu dengan menggunakan mesin CFR (*Coordination Fuel Research*). Mesin CFR merupakan sebuah mesin silinder tunggal dengan perbandingan kompresi yang dapat diukur dari sekitar 4:1 sampai dengan 14:1. Terdapat dua metode dasar yang umum digunakan yaitu *research method* menggunakan mesin motor CFR F-1, yang hasilnya disebut dengan *Research Octane Number* (RON) dan *motor method* yang menggunakan mesin motor CFR F-2 dimana hasilnya disebut dengan *Motor Octane Number*

(MON). *Research method* menghasilkan gejala ketukan lebih rendah dibandingkan motor *research*. (Ardra, 2003)

Besar angka oktan bahan bakar tergantung pada presentase *iso oktana* (C_7H_{18}) dan normal *heptana* (C_7H_{16}) yang terkandung di dalamnya. Sebagai pembanding, bahan bakar yang sangat mudah berdenotasi adalah normal *heptana* (C_7H_{16}) sedang yang sukar berdenotasi adalah *iso-oktana* (C_7H_{18}).

Bensin yang cenderung kearah sifat normal *heptana* disebut bensin dengan nilai oktan rendah (angka oktan rendah) karena mudah berdenotasi, sebaliknya bahan bakar yang lebih cenderung kearah sifat *iso-oktana* dikatakan bensin dengan nilai oktan tinggi atau lebih sukar berdenotasi. Misalnya suatu bensin mempunyai angka oktan 90 akan lebih sukar berdenotasi daripada bensin beroktan 70. Jadi kecenderungan bensin untuk berdenotasi dinilai dari angka oktannya. *Iso-oktana* murni diberi indeks 100, sedangkan normal *heptana* murni diberi indeks 0. Dengan demikian jika suatu bensin memiliki angka oktan 90 berarti bensin tersebut cenderung berdenotasi sama dengan campuran yang terdiri atas 90% volume *iso-oktana* dan 10% volume normal *heptana*. Nilai oktan yang harus dimiliki oleh bahan bakar ditampilkan dalam Tabel 2.3. berikut :

Tabel 2.3. Nilai Oktan Gasolin Indonesia

No	Jenis	Angka Oktan Minimum
1	Premium 88	88 RON
2	Pertamax	92 RON
3	Pertamax Plus	95 RON
4	Bensol	98 RON

(sumber : www.pertamina.com)

2.6. Perhitungan Torsi, Daya dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

A. Torsi

Torsi adalah gaya untuk memutarakan suatu benda pada porosnya, maka torsi bisa diibaratkan sebagai gaya putar terhadap suatu benda (Fiktor,2012)

$$T = F \times b \dots\dots\dots(1)$$

$$F = m \times g \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

T = torsi (Nm)

F = gaya penyeimbang yang diberikan (N)

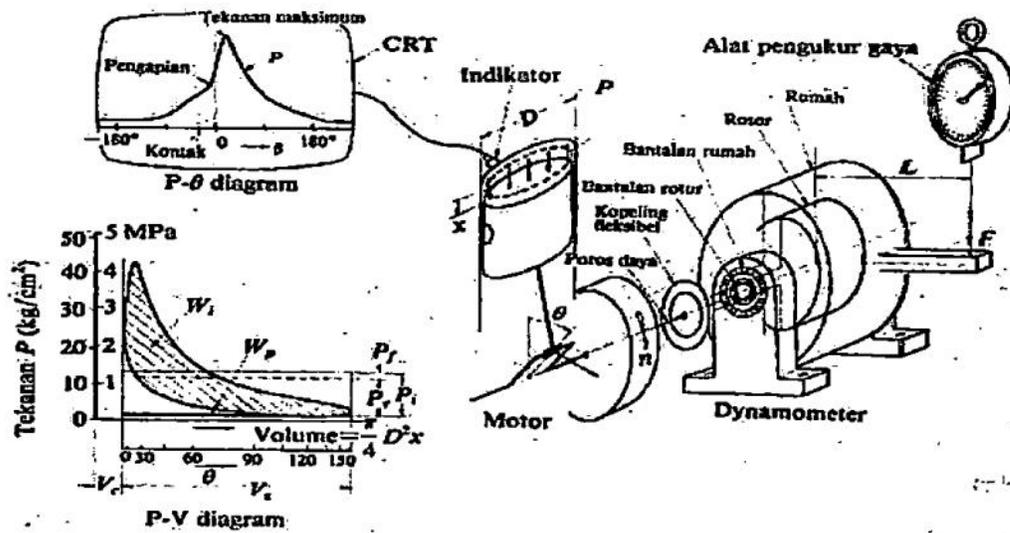
m = beban terukur (kg)

g = percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

b = jarak lengan torsi (mm)

B. Daya Mesin

Pada motor bakar, daya yang berguna adalah daya poros. Daya poros ditimbulkan oleh bahan bakar yang dibakar dalam silinder dan selanjutnya menggerakkan semua mekanisme. Unjuk kerja motor bakar pertama-tama tergantung dari daya yang ditimbulkan, seperti terlihat pada Gambar 2.12. di bawah ini :



Gambar 2.12. Alat Tes Prestasi Motor Bakar

(Sumber : Setiono, 2014)

Gambar 2.12. menunjukkan peralatan yang dipergunakan untuk mengukur nilai yang berhubungan dengan keluaran motor pembakaran yang seimbang dengan hambatan atau beban pada kecepatan putaran konstan (n).

Jika n berubah, maka motor pembakaran menghasilkan daya untuk mempercepat atau memperlambat bagian yang berputar. Motor pembakaran ini dihubungkan dengan dinamometer dengan maksud mendapatkan keluaran dari motor pembakaran dengan cara menghubungkan poros motor yang akan mengaduk air yang ada di dalamnya. Hambatan ini akan menimbulkan torsi (T), sehingga nilai daya (P) dapat ditentukan sebagai berikut :

$$P = T (N.m) \times 2 \pi \times n \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

P = Daya (W)

n = Putaran mesin (*rpm*)

T = Torsi (*N.m*)

Torak yang didorong oleh gas membuat usaha, baik tekanan maupun suhunya akan turun waktu gas berekspansi. Energi panas diubah menjadi usaha mekanis. Konsumsi energi panas ditunjukkan langsung oleh turunnya suhu. Jika toraknya tidak mendapatkan hambatan dan tidak menghasilkan usaha gas tidak akan berubah meskipun tekanannya turun.

2.7. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Besar pemakaian konsumsi bahan bakar spesifik (*SFC/Spesifik Fuel Consumption*) ditentukan dalam *g/kWh*. Konsumsi bahan bakar spesifik adalah pemakaian bahan bakar yang terpakai perjam untuk setiap daya yang dihasilkan pada motor bakar (Arismunandar, 2005)

$$SFC = \frac{\dot{m}_f}{P} \left(\frac{kg}{kWh} \right) \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

SFC = Konsumsi bahan bakar sfesifik (*kg/kWh*)

P = Daya mesin (*kW*)

Sedangkan nilai m_f dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\dot{m}_f = \frac{b}{t} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \rho_{bb} [Kg / jam] \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

b = Volume gelas ukur (cc)

t = Waktu pengosongan buret *buret* dalam detik (s)

ρ_{bb} = Berat jenis bahan bakar (bensin: 0.74kg/1)

\dot{m}_f = Adalah penggunaan bahan bakar per jam pada kondisi tertentu

Nilai kalor mempunyai hubungan berat jenis pada umumnya semakin tinggi berat jenis maka semakin rendah kalornya. Pembakaran dapat berlangsung dengan sempurna, tetapi juga dapat tidak sempurna. Jika bahan bakar tidak mengandung bahan-bahan yang tidak dapat terbakar, maka pembakaran akan sempurna sehingga hasil pembakaran berupa gas pembakaran saja. (Ahmad, 2014).

Pembakaran kurang sempurna dapat berakibat :

- a. Kerugian panas dalam motor jadi besar, sehingga efisiensi motor menjadi turun. Usaha dari motor turun pula pada penggunaan bahan bakar yang tetap.
- b. Sisa pembakaran terdapat pula pada lubang pembuangan antara katup dan dudukannya, terutama pada katub buang sehingga katub tidak dapat menutup dengan rapat. Sisa pembakaran yang telah menjadi keras yang melekat antara torak dan dinding silinder menghalangi pelumasan, sehingga torak dan silinder mudah aus.
- c. Nilai kalor mempunyai hubungan berat jenis pada umumnya semakin tinggi berat jenis maka semakin rendah kalornya. Pembakaran dapat berlangsung dengan sempurna, tetapi juga dapat tidak sempurna. Jika bahan bakar tidak mengandung bahan-bahan yang tidak dapat terbakar, maka pembakaran akan sempurna sehingga hasil pembakaran berupa gas pembakaran saja.
- d. Panas yang keluar dari pembakaran dalam silinder, motor akan memanaskan gas pembakaran sedemikian tinggi, sehingga gas-gas itu memperoleh tekanan

yang lebih tinggi pula. Tetapi bilamana bahan bakar tidak terbakar dengan sempurna, sebagian bahan bakar itu akan tersisa. Dengan demikian akan terjadi pembakaran gas yang tersisa, apabila dibiarkan lama kelamaan akan menjadi liat bahkan menjadi keras. Akibatnya, panas yang terjadi tidak banyak, sehingga suhu dari gas pembakaran turun dan tekanan gas akan turun pula.