

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.

Rohman Arif, (2015) melakukan penelitian tentang porting lubang *intake* dan exhaust, menghasilkan kurva torsi mesin tertinggi kondisi motor standar pada putaran mesin 6432 rpm yaitu sebesar 14.06 Nm. Dengan menggunakan variasi bahan bahan bakar premium. Dan daya tertinggi pada kondisi motor standar yaitu sebesar 13.80 HP pada putaran mesin 7523 rpm menggunakan variasi bahan bakar premium. kurva torsi mesin tertinggi kondisi motor *porting* pada putaran mesin 6600 rpm yaitu sebesar 12.66 Nm. Dengan menggunakan variasi bahan bahan bakar premium+etanol 5%. Dan daya tertinggi pada kondisi motor standar yaitu sebesar 13.00 HP pada putaran mesin 7837 rpm menggunakan variasi bahan bakar premium+etanol 5%. hasil kurva konsumsi bahan bakar kondisi motor *porting* lebih boros dibandingkan dengan kondisi motor standar.

Wardoyo, (2013) melakukan pengujian untuk mengetahui seberapa besar pengaruh modifikasi lubang inlet outlet dan cylinder head terhadap kenaikan putaran dan daya yang dihasilkan mesin bensin dua langkah satu silinder untuk sepeda motor. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan mesin sepeda motor merk Yamaha FIZR sebagai mesin uji dan menggunakan tachometer digital dan dynamometer sebagai alat uji. Modifikasi yang dilakukan adalah dengan memperbesar durasi outlet port dari 126° menjadi 185°, durasi lubang inlet dari 71° menjadi 97°, dan lubang transfer dari 78° menjadi 87°. Modifikasi juga dilakukan pada silinder head dengan mengurangi ketebalan nat sebesar 1 mm dan memperlebar squish dari 7 mm menjadi 8 mm. Pada penelitian ini dilakukan dua

kali pengujian, yaitu pengujian performa mesin standar, dan pengujian performa mesin setelah dimodifikasi. Hasil pengujian tersebut kemudian dibandingkan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh modifikasi pada ruang bakar yang telah dilakukan. Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat diketahui bahwa mesin menghasilkan peningkatan putaran mesin sebesar 2000 rpm, daya sebesar 0,038% dan efisiensi pembilasan sebesar 0,00024%.

Abdul (2012) melakukan penelitian terhadap kenaikan kompresi silinder pada sepeda motor Supra Fit setelah diganti piston Kharisma yang berdiameter 52,3 mm, dengan cara menghitung besar diameter dalam blok silinder setelah dimodifikasi/ korter dan langkah piston dari titik mati bawah ke titik mati atas. Tujuan dari penelitian ini untuk membandingkan performa sepeda motor standar dengan sepeda motor hasil modifikasi. Dari hasil penelitian tersebut, untuk perhitungan Volume langkah / cc sepeda motor supra fit sebelum di modifikasi adalah 97,1 cc dibulatkan menjadi 100 cc, dan setelah dirubah piston kharisma berdiameter 52,3 mm menjadi 106,8 cc yang dibulatkan menjadi 110 cc, untuk perbandingan kompresi sebelum dimodifikasi adalah 8,71634 : 1, dan setelah dirubah piston menjadi 8,71837 : 1.

Ekadewi, (2011) melakukan penelitian yaitu dengan langkah awal menghaluskan permukaan dalam *intake manifold* mobil dengan bahan bakar bensin (motor bakar bensin) agar torsi dan daya yang dihasilkan meningkat. Namun, selama ini tidak diketahui seberapa besar perbedaan yang dihasilkan dengan modifikasi ini terhadap performansi mobil bensin. Oleh karena itu dilakukan penelitian tentang hal ini pada suatu motor bakar bensin 4 silinder di laboratorium otomotif, VEDC, Arjosari Malang. Dari penelitian yang dilakukan, didapat bahwa penghalusan permukaan dalam *intake manifold* membuat torsi maksimum naik 1.8%, daya maksimum naik 3%, *Break Mean Effective Pressure* (BMEP) maksimum naik 2.53% dan efisiensi termal naik rata-rata 5.24% sedang konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) turun sebesar rata-rata 4.9%.

Bagus Trio (2013) penelitian ini adalah mengetahui perbedaan performa motor yang berbahan bakar premium dan motor berbahan bakar pertamax. Variasi rpm dilakukan untuk mengetahui perbedaan daya, torsi, dan emisi gas buang

motor yang berbahan bakar premium dan pertamax. Kemudian diberikan perlakuan variasi putaran mesin mulai dari 1750 rpm, 2000 rpm, 2250 rpm, 2500 rpm, 2750 rpm, 3000 rpm, 3250 rpm. Hasil penelitian menunjukkan nilai oktan dari bahan bakar pada putaran 1750 rpm untuk torsi paling tinggi sebesar 18,6 Nm (pertamax), daya tertinggi di putaran 2000 rpm sebesar 3,5 Kw, diperoleh kadar gas emisi paling rendah dan kadar emisi tertinggi diperoleh pada putaran 3250 rpm. Nilai oktan bahan bakar dan variasi putaran mesin berpengaruh signifikan terhadap karakteristik emisi gas buang.

Dari peneliti terdahulu tentang porting lubang *intake* dan *exhaust*, menghasilkan kurva torsi mesin tertinggi kondisi motor standar pada putaran mesin 6432 rpm yaitu sebesar 14.06 Nm. Dengan menggunakan variasi bahan bakar premium. Dan daya tertinggi pada kondisi motor standar yaitu sebesar 13.80 HP pada putaran mesin 7523 rpm menggunakan variasi bahan bakar premium. kurva torsi mesin tertinggi kondisi motor *porting* pada putaran mesin 6600 rpm yaitu sebesar 12.66 Nm. Dengan menggunakan variasi bahan bakar premium+etanol 5%. Dan daya tertinggi pada kondisi motor standar yaitu sebesar 13.00 HP pada putaran mesin 7837 rpm menggunakan variasi bahan bakar premium+etanol 5%. hasil kurva konsumsi bahan bakar kondisi motor *porting* lebih boros dibandingkan dengan kondisi motor standar, oleh karena itu peneliti ingin melakukan riset lebih lanjut tentang torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar lebih lanjut.

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.

Mesin kalor dapat diklasifikasikan menjadi 2 bagian, yaitu:

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

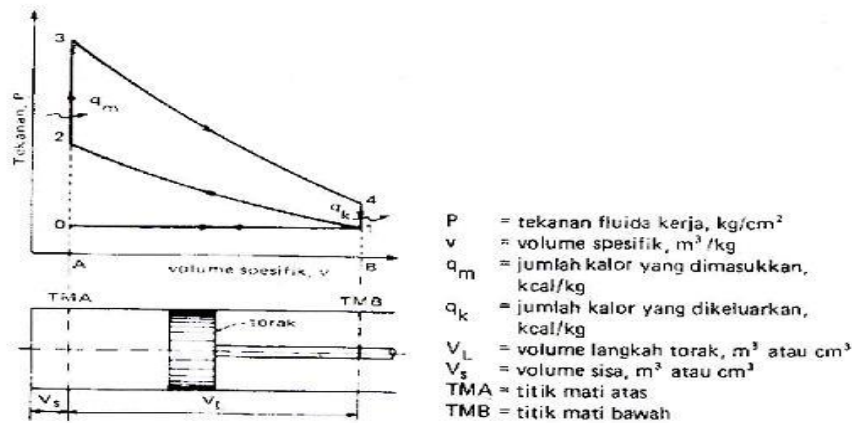
Hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan motor yang akan digunakan adalah :

1. Motor pembakaran luar yaitu :
 - a. Dapat memakai semua bentuk bahan bakar.
 - b. Dapat memakai bahan bakar yang bermutu rendah.
 - c. Cocok untuk melayani beban-beban besar dalam satu poros.
 - d. Lebih cocok dipakai untuk daya tinggi.
2. Motor pembakaran dalam yaitu :
 - a. Pemakaian bahan bakar irit.
 - b. Berat tiap satuan tenaga mekanis lebih kecil.
 - c. Konstruksi lebih 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. Perbedaan yang utama juga terletak pada sistem penyalannya, di mana pada motor bensin digunakan busi sebagai sistem penyalannya sedangkan pada motor *diesel* memanfaatkan suhu kompresi yang tinggi untuk dapat membakar bahan bakar solar.

2.3. Siklus Thermodinamika

Siklus udara volume konstan (siklus *otto*), dapat digambarkan dengan grafik P dan v, dapat dilihat pada (Gambar 2.2.).



Gambar 2.1. Diagram P vs V dari siklus volume konstan

(Sumber : Soenarta & Furuhamu, 1995)

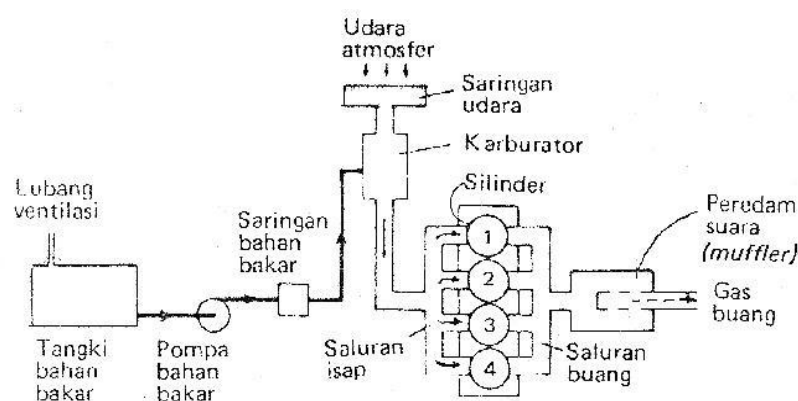
Penjelasan :

- 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.
- Proses pembakaran volume konstan (2-3) dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstan.
- Langkah kerja (3-4) ialah proses isentropik.
- Proses pembuangan (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume konstan.
- Langkah buang (1-0) ialah proses tekanan konstan.
- 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.

2.4. 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 di dalam karburasi. Pompa ini terutama dipakai apabila letak tangki lebih rendah daripada 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 2.2. Skema sistem penyaluran bahan bakar
(Bagas, 2010)

2.4.1 Prinsip Kerja Motor Bakar

Terdapat dua macam tipe motor bakaryaitu 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.

2.4.2 Motor Bakar 4 Langkah

Motor bakar empat langkah prinsip kerjanya sangat jauh berbeda dengan motor bakar dua langkah, untuk 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.

2.5. 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 kebawah 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.

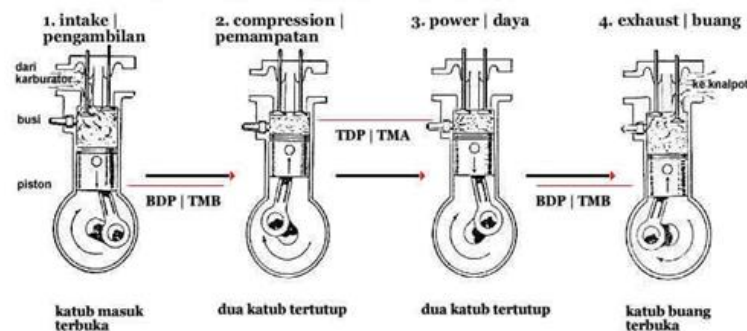
3. Langkah Usaha

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).



Gambar 2.3. Skema Gerakan Torak empat-langkah

(Sumber : Arismunandar, 2002)

2.6. 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 diletakkan 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

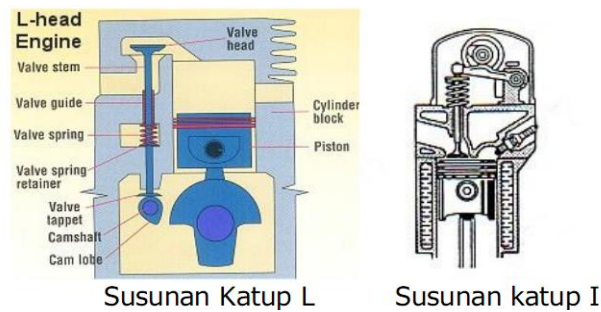
Susunan katup jenis ini adalah gabungan antara susunan katup I dan L. katup isap berada pada kepala silinder dan katup buang pada blok silinder dan menggunakan satu poros kam.

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 2.4. Susunan Katup

(Sumber : Najib, 2013)

C. Komponen-KomponenKlep

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 lunak yang baik dan untuk payung klep dari baja tahan panas karena temperatur pada klep buang dapat mencapai 800 derajat celsius. Untuk lebih jelasnya terlihat pada gambar (2.5.) payung klep.



Gambar 2.5. 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. Sebisanya kekakuan 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 loyo. Begitu juga sebaliknya apabila pegas klep terlalu kuat akan mengakibatkan keausan pada penggerak klep seperti noken-as dan tuas klep. Dan apabila dibiarkan terus menerus tuas klep (rocker arm) bisa patah. Untuk lebih jelasnya terlihat pada gambar (2.6.) pegas klep.



Gambar 2.5. pegas klep
(Sumber : Thoyib, 2012)

3. Sil Klep

Sil 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 sil klep buang yang robek pelumas akan terbakar karena panas di knalpot. Untuk lebih jelasnya terlihat pada gambar (2.7.) sil klep.



Gambar 2.6. Sil 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 (2.8.) *split valve guide*.



Gambar 2.7. *Split Valve Guide*
(Sumber : Thoyib, 2012)

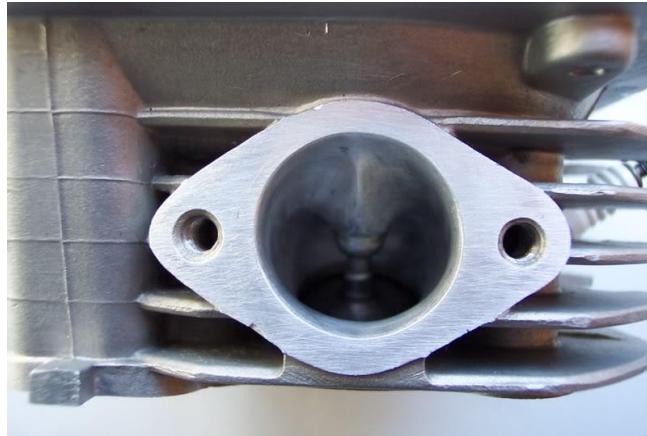
2.7. Porting

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 (2.9.) *intake porting*.



Gambar 2.8. *Intake porting*.
Sumber: (www.ratmotorsportsindonesia.com)

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 (2.10.) *Exhaust porting*.



Gambar 2.9. *Exhaust porting*.
Sumber: (www.ratmotorsportsindonesia.com)

Sedangkan rumus untuk menentukan rancangan porting sebagai berikut:

$$\text{Gas Speed} = \frac{\text{Stroke} \times \text{RPM}_{\text{peak}}}{30000} \times \left(\frac{\text{Piston Diameter}}{\text{Port Diameter}} \right)^2$$

Misal akan dianalisa mesin Jupiter z , dengan puncak tenaga 8,8 HP di puncak 8,000 RPM. Kita ketahui Stroke standard Jupiter z adalah 54 milimeter, diameter piston 51 milimeter, diameter *inlet porting* adalah 22 milimeter. Maka dapat dideterminasi untuk gas *speednya*:

$$\frac{\text{diameter piston}}{\text{port diameter}} = \frac{51}{22} = 2,318$$

hasilnya dikuadratkan menjadi = 5.37

$$\frac{\text{Stroket} \times \text{RPM}}{30000} = \frac{54 \times 8000}{30000} = 14,4$$

Maka gas speed = $14.4 \times 5.37 = 77.328$, maka jika ingin modifikasi piston dengan diameter 55 milimeter, namun puncak tenaga berada di 9,000 RPM , maka didapat *porting* :

$$80 = \frac{54 \times 9000}{30000 \times \left(\frac{54}{p}\right)^2}$$

$$\frac{80}{16,2} = \left(\frac{54}{p}\right)^2$$

$$4.93 = \left(\frac{54}{p}\right)^2$$

$$\frac{54}{p} = 2.22$$

$$P = \frac{54}{2,22} = 24$$

24 milimeter adalah lebar porting di samping kiri-kanan *bushing* klep , pada gambar adalah seksi ke 2 dan ke 3 dimana airflow mulai menurun, untuk seksi pertama perubahan modifikasi cukup mencocokkan dengan *intake* manifold. Untuk *porting exhaust* 100 % dari diameter klep *exhaust* pada sisi kiri-kanan *bushing* klep, untuk keluaran biasanya batasan maksimum 0.5 milimeter dari gasket knalpot, dan lubang *exhaust* sebisa mungkin tidak menabrak pipa knalpot. Mengapa dibuat relative besar, karena *porting exhaust* juga berpengaruh terhadap tarikan motor,

B. Polish

Polishing adalah menghaluskan bagian-bagian yang sudah *diporting* dan bagian lain agar hisapan udara dan BBM yang masuk jadi semakin lancar, agar lebih sempurna dan mendapatkan performa mesin lebih optimal ini langkahnya .

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

2.9. 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
(Sumber : Keputusan Dirjen Migas No. 940/34/DJM/2002)

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

Komposisi bahan bakar bensin, yaitu:

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

C. Pertamax

Pertamax merupakan bahan bakar ramah lingkungan beroktan tinggi hasil penyempurnaan produk Pertamina sebelumnya. Formula barunya yang terbuat dari bahan baku berkualitas tinggi memastikan mesin kendaraan bermotor bekerja lebih baik, lebih bertenaga, “*knock free*”, rendah emisi, dan memungkinkan menghemat pemakaian bahan bakar. Pertamax memiliki beberapa keunggulan yaitu : bebas timbal (*unleaded*) dan *Research Octane Number (RON)* sebesar 92 dengan stabilitas oksidasi yang tinggi dan kandungan *olefin*, *aromatic*, dan *benzene*-nya pada level yang rendah, sehingga menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna pada mesin. Pertamax direkomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi setelah tahun 1990, terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan *Electronic Fuel Injection (EFI)* dan *Catalytic Converters* (www.pertamina.com)

Tabel 2.2. Data Spesifikasi Pertamax
(Sumber : Keputusan Dirjen Migas No. 3674 K/24/DJM/2006)

No	Sifat	MIN	MAX
1	Angka oktana riset RON	92	
2	Kandungan Pb (gr/lt)		0,30
3	Distilasi		
4	10% Vol penguapan (°C)		70
5	50% Vol penguapan (°C)	77	110
6	90% Vol penguapan (°C)		180
7	Titik Didih akhir (°C)		205
8	Residu (% Vol)		2.0
No	Sifat	MIN	MAX

9	Tekanan Uap Reid pada 37,8 °C (psi)	45	60
10	Getah purawa (mg/100ml)		4
11	Periode induksi (menit)	480	
12	Kandungan Belerang (% massa)		0,1
13	Korosi bilah tembaga (3jam/50°C)		No.1
14	Uji dokter atau belerang mercapatan		0,00
15	Warna	Biru	2

D. Angka Oktan

Angka Oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti ketukan (denotasi). 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*.

Besar angka oktan bahan bakar tergantung pada presentase *iso oktana* (C₇H₁₈) dan normal *heptana* (C₇H₁₆) yang terkandung di dalamnya. Sebagai

pembandingan, 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 2.1.) 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)

2.8. Perhitungan Torsi, Daya dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

A. Torsi

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat dynamometer, secara teori dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$T = F \cdot b$$

Keterangan:

$T = \text{Torsi (kgf.m)}$

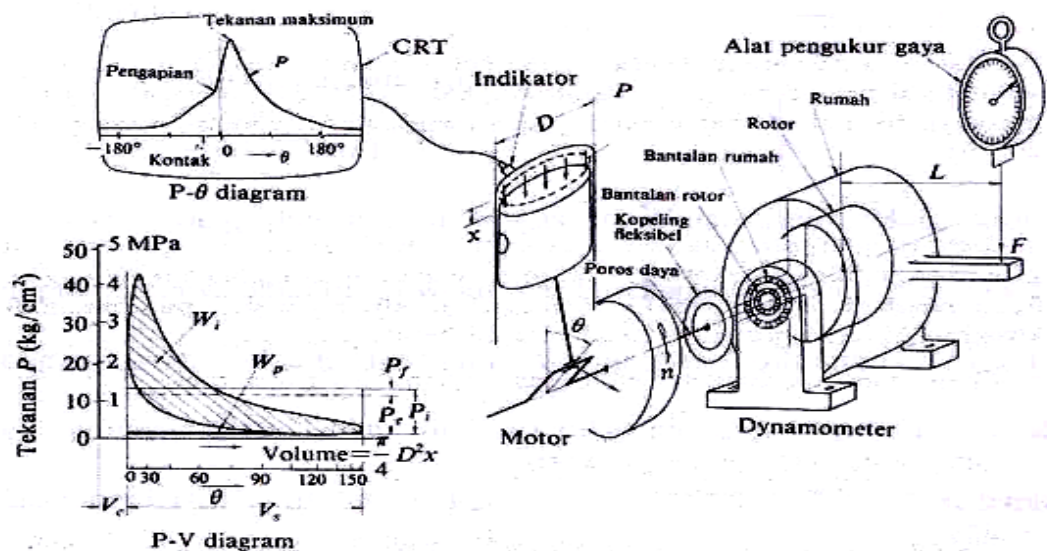
$F = \text{Gaya yang diterima pada dynamometer (kgf)}$

$b = \text{Panjang lengan dynamometer (m)}$

$1 \text{ kgf.m} = 9,807 \text{ N.m} = 7,233 \text{ lbf.ft.}$

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 2.11.) di bawah ini :



Gambar 2.10. Alat Tes Prestasi Motor Bakar
(Sumber : Kurniawan, 2014)

Gambar (2.11.) tersebut 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 :

$$P = T \times 2 \pi \times n$$

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.

2.9. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Besar pemakaian konsumsi bahan bakar spesifik (*SFC/ Spesific Fuel Comsumtion*) ditentukan dalam g/kWh . Konsumsi bahan bakar spesifik adalah pemakaian bahan bakar yang terpakai perjam untuk setiap daya yang dihasilkan pada motor bakar (Aris munandar, 2002)

$$SFC = \frac{\dot{m} f}{P} \left(\frac{kg}{kWh} \right) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

SFC = Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kWh)

P = Daya mesin (kW)

Sedangkan nilai m_f dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\dot{m}_f = \frac{b}{t} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \rho_{bb} [Kg/jam] \dots \dots \dots (3)$$

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.

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.