

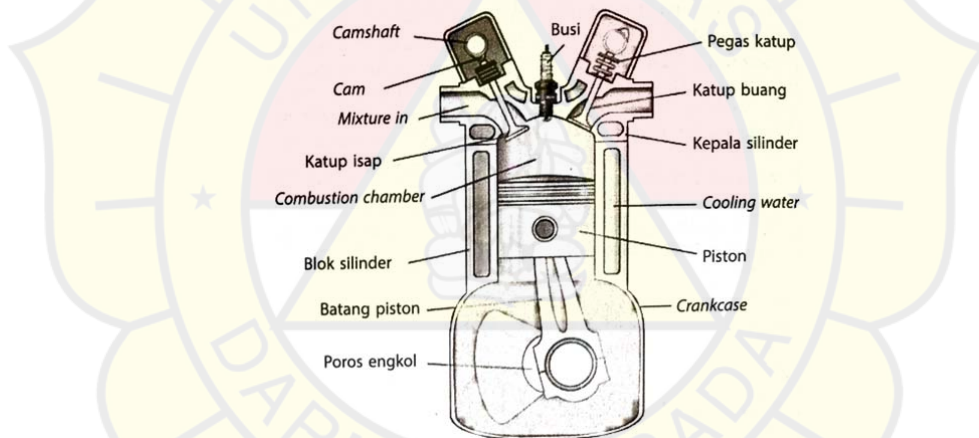
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Motor 4 Langkah

Motor empat langkah adalah motor yang setiap siklus kerjanya diselesaikan dalam empat kali bolak-balik torak atau dua kali putaran poros engkol (Hidayat, 2012: 16). Siklus tersebut adalah langkah isap, langkah kompresi, langkah kerja, dan langkah buang (Hidayat, 2012: 17). Prinsip kerja motor 4 langkah dapat dijelaskan pada gambar berikut:

A. Langkah hisap (*Suction Stroke*)

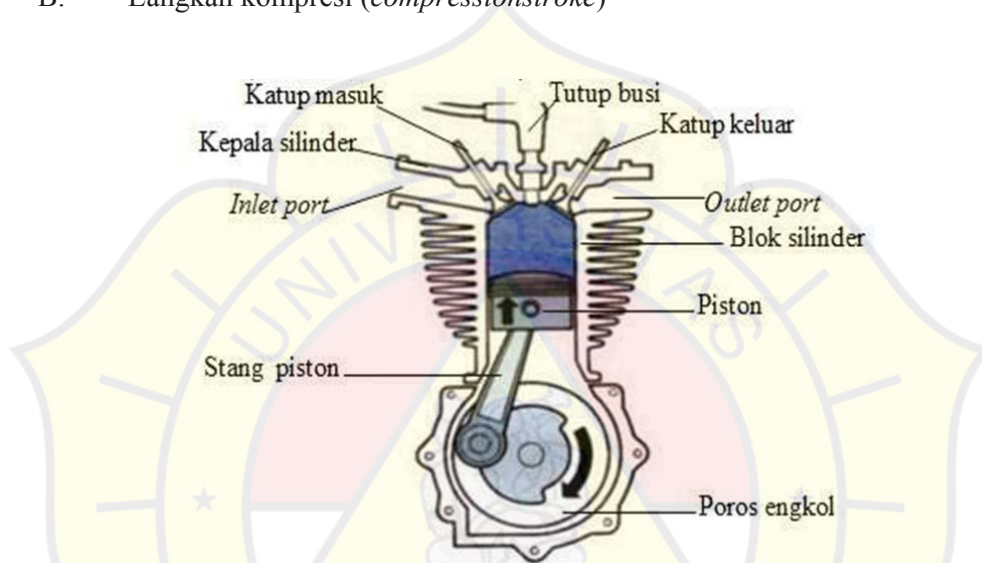


Gambar 2. 1 Langkah Hisap (Sumber : Jama, dkk., 2008: 70)

Berdasarkan gambar diatas menurut Jama, dkk (2008: 71) adalah proses mekanis langkah hisap: katup masuk terbuka, katup buang tertutup, dan piston bergerak dari TMA ke TMB. Sewaktu piston bergerak ke bawah tekanan diruang pembakaran menjadi hampa (*vacum*). Perbedaan tekanan udara luar yang tinggi dengan tekanan hampa mengakibatkan udara akan mengalir dan bercampur

dengan gas. Untuk selanjutnya gas tersebut melalui klep pemasukan yang terbuka mengalir masuk ke ruang bakar. Penjelasan tersebut sejalan dengan penjelasan Hidayat, (2012: 17) katup hisap dibuka dan katup buang ditutup, karena terjadi tekanan negatif/*vacum* dalam silinder, selanjutnya campuran udara dan bahan bakar terhisap masuk melalui katup hisap untuk mengisi ruang silinder.

B. Langkah kompresi (*compressionstroke*)

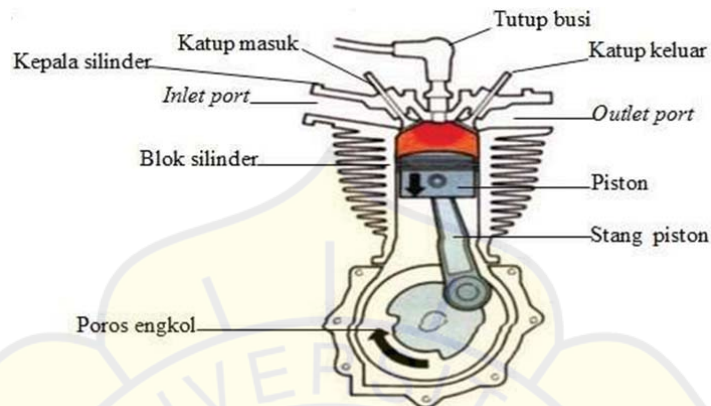


Gambar 2. 2 Langkah Kompresi (Sumber : Jama, dkk., 2008: 71)

Berdasarkan gambar diatas menurut Jama, dkk (2008: 71) diketahui proses langkah kompresi katup masuk dan katup buang tertutup dan piston bergerak dari TMB ke TMA. Setelah melakukan pengisian, piston yang sudah mencapai TMB kembali lagi bergerak menuju TMA, ini memperkecil ruangan diatas piston sehingga campuran udara dan bahan bakar menjadi padat, tekanan dan suhunya naik. Hal yang sama dijelaskan oleh Hidayat, (2012:18) katup hisap dan katup buang ditutup pada proses ini campuran bahan bakar dan udara di tekan

dan dikompresi, akibatnya tekanan dan temperaturnya naik sehingga akan memudahkan proses pembakaran.

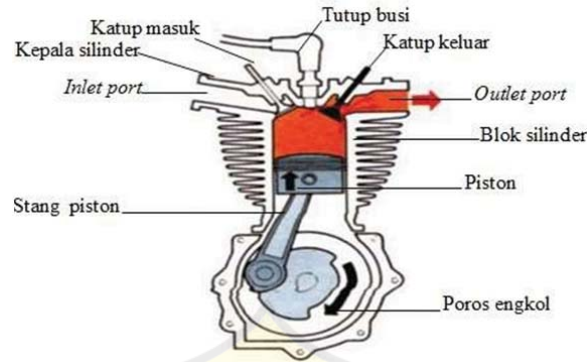
C. Langkah kerja (*exsploitation/powerstroke*)



Gambar 2. 3 Langkah Kerja (Sumber : Jama, dkk., 2008: 72)

Berdasarkan gambar diatas menjelaskan proses langkah kerja menurut Jama, dkk (2008:71) menyatakan bahwa masuk dan katup buang masih tertutup piston bergerak dari TMA ke TMB. Campuran terbakar sangat cepat menyebabkan campuran gas akan mengembang dan memuai dan energi panas yang dihasilkan oleh pembakaran dalam ruang bakar menimbulkan tekanan ke segala arah dan tekanan pembakaran mendorong piston ke bawah (TMB), selanjutnya memutar poros engkol melalui *Connecting Rod*. Hidayat, (2012:18) menjelaskan proses langkah kerja. Katup hisap dan katup buang masih ditutup. Sesaat piston menjelang titik mati atas, busi pijar menyalakan percikan api seketika campuran bahan bakar dan udara terbakar secara cepat berupa ledakan maka menghasilkkan tekanan sangat tinggi untuk mendorong piston ke bawah sebagai tenaga atau usaha yang dihasilkan mesin.

D. Langkah Pembuangan (*Exhaust Stroke*)



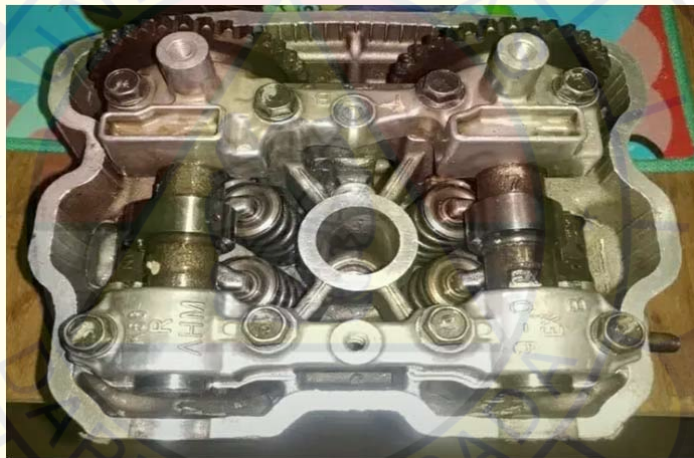
Gambar 2. 4 Langkah Buang (Sumber : Jama. dkk., 2008: 73)

Berdasarkan gambar diatas menjelaskan proses langkah buang menurut Jama, dkk (2008: 72) menyatakan bahwa katup masuk tertutup dan katup pembuangan terbuka piston bergerak dari TMB ke TMA. Sebelum piston bergerak ke TMB, klep pengeluaran terbuka dan sisa gas sisa pembakaran mengalir keluar. Sewaktu piston mulai naik dari TMB, piston mendorong gas sisa pembakaran yang masih tertinggal keluar melalui katup buang dan saluran buang ke atmosfer. Sama dengan penjelasan proses langkah buang dijelaskan, Hidayat (2012:18) katup hisap ditutup dan katup buang dibuka. Pada proses ini gas yang telah terbakar dibuang oleh dorongan piston ke atas dan selanjutnya mengalir melalui katup buang. Pada posisi ini poros engkol telah berputar dua kali putaran penuh dalam satu siklus dari empat langkah.

2.2. Kepala Silinder (*Cylinder Head*)

Menurut Kristanto (2015: 6) kepala silinder merupakan penutup ujung bagian atas silinder. Fungsi utama kepala silinder adalah menyediakan ruang dimana campuran bahan bakar dan udara dapat dibakar secara efisien. Hal ini

dilakukan dengan menyediakan lubang berbentuk khusus atau ruang yang posisinya berada diatas silinder. Pada kepala silinder terdapat busi (pada bensin) atau injektor (pada motor diesel). Pada kepala silinder terdapat lubang katup-katup, saluran masuk, saluran buang, lubang busi, lubang saluran pendingin, saluran oli dan tempat pemasangan mekanik katup (Hidayat, 2012: 5). Kepala silinder juga mempunyai beberapa saluran yang disebut *ports* saluran masuk adalah saluran lewat campuran bahan bakar dan udara ke dalam ruang pembakaran (Kristanto, 2015: 6). Saluran buang adalah saluran pembuangan gas dari dalam ruang pembakaran ke sistem pembuangan.



Gambar 2. 5 Cylinder Head
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2022)

Kepala silinder (*cylinder head*) memiliki fungsi, sebagai berikut :

- a. Sebagai ruang pembakaran
- b. Untuk menempatkan mekanisme katup
- c. Tempat pemasangan busi
- d. Tempat pemasangan saluran masuk dan saluran buang
- e. Tempat mantel pendingin (*water jacket*)

Ketika mesin mengalami *over heating* (panas yang berlebihan) entah itu disebabkan karena pendinginan yang kurang maksimal atau yang lainnya, biasanya kepala silinder ini melengkung, akibatnya terjadi kebocoran diantara kepala silinder dan blok silinder. Biasanya akan mengakibatkan air akan bercampur dengan oli, yang tentunya akan membahayakan mesin itu sendiri. Kepala silinder ini dipasangkan pada blok silinder, yang diikat dengan baut-baut yang terbuat dari besi tuang atau paduan alumunium. Dalam melepas baut ini ada urutan-urutan tertentu dan dilakukan secara bertahap tetapi pada umumnya untuk melepas baut-baut kepala silinder adalah dari luar ke dalam secara urut dan bertahap. Kemudian, sebaliknya untuk memasang baut kepala silinder adalah dari dalam ke arah luar. Bahan umum yang digunakan dalam pembuatan *cylinder head* adalah, *cast iron* alias pengecoran besi cair kepada cetakan yang nantinya setelah melewati proses pendinginan dan *finishing* jadilah *cylinder head*. Bahan lainnya yaitu alumunium, prosesnya sama dengan *cast iron*, namun memiliki keunggulan dikarenakan bahan alumunium jauh lebih ringan dibandingkan *cast iron*, hal ini dimanfaatkan para *performance enthusiast* untuk mengurangi beban.

2.3. Komponen Cylinder Head

A. Intake Ports

Kita mengenal *intake manifold* sebagai penyalur udara dari luar mesin. Sementara *intake port* merupakan saluran yang sudah dibentuk saat pengecoran kepala silinder yang dipakai untuk menghubungkan/menempelkan *intake*. Nantinya ada saluran yang mengarah kedalam *combustion chamber* melewati sebuah katup.

Berfungsi sebagai saluran khusus yang ditujukan untuk mengalirkan udara dalam mesin.



Gambar 2. 6 *Intake Ports*
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2022)

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada kepala silinder Honda CBR 150R memiliki spesifikasi sebagai berikut: ukuran diameter *inlet* 23 mm dan diameter *outlet* 21,35 mm kemudian, diameter *seating in* 19,05 mm dan diameter *seating out* 17,05 mm sedangkan ukuran diameter katup *in* 22 mm dan diameter katup *out* 19 mm.

B. *Camshaft* (Noken As)

Pengertian *camshaft* sendiri adalah sebuah poros yang memiliki sejumlah nok atau cam yang dibuat dengan sudut tertentu, fungsi utama poros nok adalah untuk membuka katup pada mesin, meski demikian ada beberapa fungsi lagi pada katup antara lain:

- a. Sebagai alat untuk menekan katup
- b. Untuk memutar pompa oli
- c. Untuk memutar distributor

d. Untuk memutar pompa injeksi (diesel comon rail)

Secara umum, memang fungsi utama *camshaft* yakni untuk membuka katup melalui tonjolan atau cam. Namun, agar mesin lebih efisien poros nokpun dihubungkan dengan beberapa komponen agar lebih hemat ruang bakar.



Gambar 2. 7 *Camshaft*
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2022)

C. *Rocker Arm*

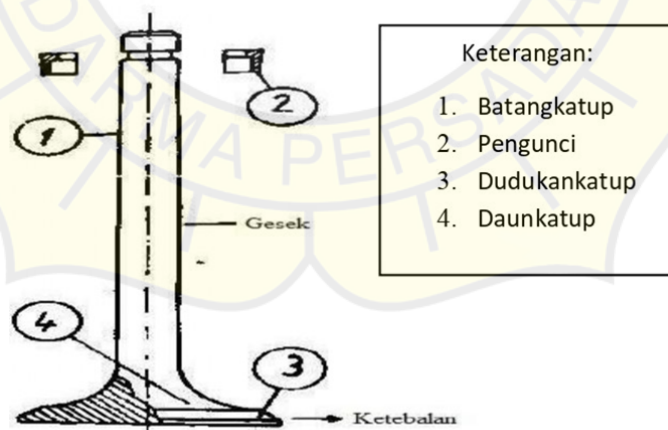
Salah satu dari komponen-komponen mekanisme katup adalah *rockerarm*. *Rocker arm* atau yang sering juga disebut dengan pelatuk klep atau juga *templar roller*. *Rocker arm* ini berfungsi untuk membuka dan menutup katup (klep), baik katup hisap dan katup buang. Ketika katup hisap tertekan oleh *rocker arm* maka campuran udara dan bahan bakar dapat masuk ke dalam ruang bakar, sedangkan ketika katup buang tertekan oleh *rocker arm* maka gas hasil pembakaran dapat keluar melalui katup buang.



Gambar 2. 8 *Rocker Arm*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

D. *Valve* (Klep)

Valve atau sering disebut dengan katup atau klep merupakan suatu komponen pada mesin yang terpasang pada bagian kepala silinder yang bergerak sesuai langkah piston. Katup merupakan bagian utama dari mekanisme katup yang menjadi saluran masuk campuran udara dan bahan bakar serta saluran buang untuk gas sisa pembakaran, katup juga diharuskan mampu menutup rapat saat langkah kompresi (Ricky, 2014).



Gambar 2. 9 Bagian *Valve*
(Sumber : Ricky, 2014)

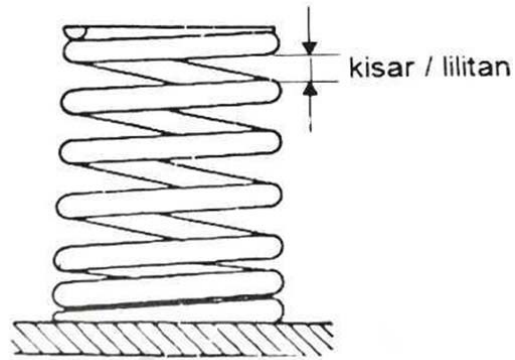
Kenapa harus kuat menerima pembebanan pada ujung batang katup dari pelatuk atau dari cam, dan harus kuat pada batang katup karena menerima keausan saat bekerja. Daun katup harus kuat dari tumbukan dan harus dapat menahan panas dengan suhu $\pm 800^{\circ}\text{C}$.

Konstruksi dari katup hisap adalah daun katup hisap dibuat lebih besar dengan tujuan untuk memperbaiki sistem pengisian campuran bahan bakar dan udara sedangkan katup buang dibuat lebih kecil dengan tujuan untuk mempercepat laju pembuangan dari gas sisa pembakaran, katup tersebut terbuat dari baja krom dan silikon, pada bagian ujung batang dan daun katup diperkakas untuk mengurangi atau memperkecil keausan.

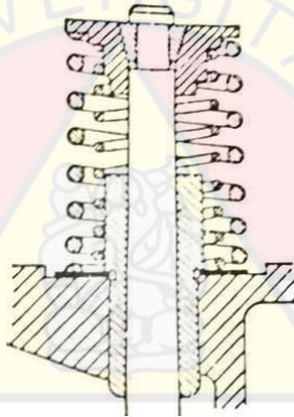
E. *Spring Valve* (Per Klep)

Pegas katup berfungsi sebagai gaya untuk mendorong katup menutup saat katup terbuka akibat tertekan poros nok dan menjaga agar katup dapat menutup dengan rapat. Kecepatan katup menutup katup tergantung dari gaya pegas dan massa dari bagian yang digerakan.

Ada dua tipe *spring valve* yang digunakan yaitu tunggal dan ganda. Pegas katup tunggal mempunyai jarak kisaran yang berbeda yang berfungsi untuk mengurangi getaran. Pegas katup ganda mempunyai keunggulan saat pegas katup patah maka katup tidak akan masuk ke ruang bakar karena masih mempunyai pegas cadangan dan pegas katup ganda juga mempunyai frekuensi radam yang berbeda antara pegas sehingga dapat meredap getaran katup.



Gambar 2. 10 Pegas Katup Tunggal
(Sumber : Ricky, 2014)



Gambar 2. 11 Pegas Katup Ganda
(Sumber : Ricky, 2014)

F. *Porting* dan *Polish*

Porting ialah usaha untuk meningkatkan atau memperbaiki efisiensi volumetrik dengan mengoptimalkan aliran gas ke dalam ruang bakar (Hidayat, 2012: 23). *Porting* dan *polish* merupakan suatu pekerjaan tangan dengan menggunakan alat khusus yakni, *bor tuner* yang tujuan utamanya adalah memperbaiki efisiensi volumetrik suatu mesin untuk

mendapatkan performa mesin yang maksimal dan efisien. Suatu modifikasi pada saluran masuk dan buang pada mesin 4 langkah. Konsepnya adalah meningkatkan banyaknya campuran udara dan bahan bakar yang masuk kedalam mesin dengan cara memberi ruang pada bagian tertentu. *Port* yang bagus dan lurus dan tidak memiliki proyeksi umumnya akan mengalir dengan baik (Bell, 1981:13).

A. Langkah-Langkah *Porting* dan *Polish*

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.



Gambar 2. 12 *Intake Porting*

(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2022)

2. Exhaust Porting

Exhaust porting yaitu langkah untuk membentuk ulang lubang pengeluaran/*exhaust* pada motor agar hasil sisa gas bakar yang dihasilkan 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*.



Gambar 2. 13 *Intake Porting*
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2022)

Sedangkan rumus untuk menentukan rancangan *porting* harus menentukan *piston speed* terlebih dahulu, rumus *piston speed* sebagai berikut:

$$\text{Rumus Piston Speed} = \frac{2 \times L \times \text{rpm}}{60} \quad (2.1)$$

Misal akan dianalisa mesin Honda CBR 150R, dengan puncak tenaga 8,8 HP di puncak 10000 RPM. Kita ketahui *stroke* standar Honda CBR 150R adalah 54 milimeter, diameter piston 54 milimeter. Maka dapat dideterminasi untuk *piston speednya*:

a. Menentukan *piston speed* terlebih dahulu

Langkah = 54 mm diubah ke satuan meter menjadi 0,054 meter.

RPM = 10000 rpm puncak (kisaran rpm-10000)

$$\begin{aligned} \text{Rumus } piston \text{ speed} &= 2 \times L \times \text{RPM} : 60 && (2.2) \\ &= 2 \times 0,054 \times 10000 : 60 \\ &= 18 \text{ m/s} \end{aligned}$$

b. Menentukan rumus porting in

Diameter piston 54 mm diubah ke satuan meter 0,054 meter

$$\begin{aligned} \text{Rumus porting in} &= D \times D \times piston \text{ speed} : 100 && (2.3) \\ &= 0,054 \times 0,054 \times 18 : 100 \\ &= 0,00052488 \end{aligned}$$

Kemudian hasil 0,00052488 di akar kuadrat kemudian di kali 1000, jadi ketemu $0,0229102597 \times 1000 = 22,9102597$ dibulatkan hasilnya adalah 23 mm.

c. Menentukan ukuran klep in

$$\begin{aligned} \text{Rumus} &= \text{Diameter Porting} \times 100 : 85 && (2.4) \\ &= 23 \times 100 : 85 \\ &= 27 \text{ mm} \end{aligned}$$

d. Menentukan ukuran diameter ex

$$\begin{aligned} \text{Rumus} &= 85\% \times \text{klep in} && (2.5) \\ &= 0,85 \times 27 \text{ mm} \\ &= 22,95 \text{ dibulatkan menjadi } 23 \text{ mm} \end{aligned}$$

Hasil 23 milimeter adalah lebar *porting* di samping kiri-kanan *bushing* klep, pada gambar adalah sesi ke 2 dan ke 3 dimana *airflow* mulai menurun, untuk sesi 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 relatif besar, karena *porting exhaust* juga berpengaruh terhadap tarikan motor.

Dalam buku manual *SF-110 Flowbench Operator's Manual*, (1996: 24) mengemukakan bahwa, ketika melakukan *porting* kepala silinder untuk aliran maksimal terus mengikuti poin-poin dibawah ini :

- a. Kerugian aliran timbul perubahan arah dan penurunan kecepatan (*port* tikungan dan ekspansi),
- b. Bagian yang dikikis pada proses *porting* harus diantara 60% sampai 100% *area* katup
- c. Mengikis *port* dari bagian luar tikungan, tidak dari bagian dalam. Hal ini akan meningkatkan aliran dengan meningkatkan radius tikungan.
- d. Panjang *port* dan permukaan akhir tidak akan berpengaruh terhadap besarnya aliran udara akan tetapi, ekspansi udara yang ke luar dari katup yang membuat bagian dari $\frac{1}{2}$ di atas katup menjadi bagian paling penting dari *port*.
- e. Bentuk dudukan katup memiliki efek besar pada aliran.

Perlakuan *porting* biasa diterapkan pada mesin-mesin yang membutuhkan *performa* tinggi seperti touring, motor *road race*, *drag race* dan lainnya untuk keperluan balap. Mesin yang diproduksi massal dapat ditingkatkan dengan perlakuan *porting and polish*, hal ini dipercaya dapat meningkatkan *performa* mesin. Kebanyakan, perlakuan *porting* difokuskan untuk menghilangkan pembatasan asupan campuran bahan bakar. Pembatasan tersebut dapat menghambat kelancaran aliran udara dari *intake manifold* menuju ruang bakar.

2.4. Metode Perhitungan Performa

Ada beberapa hal mempengaruhi performa motor beberapa diantaranya adalah kualitas bahan bakar dan efisiensi volumetrik dari mesin tersebut. Pada dasarnya cara mengetahui kinerja suatu mesin dapat diketahui dari membaca dan menganalisa parameter yang ditulis dalam, sebuah laporan atau media lain. Dari membaca parameter-parameter tersebut biasanya kita dapat mengetahui daya, torsi, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang dari kendaraan tersebut. Secara umum daya berbanding lurus dengan luas torak sedangkan torsi berbanding lurus dengan langkah torak.

2.4.1. Daya

Daya adalah besarnya kerja motor persatuan waktu (Arends dan Berenschot, 1980:18). Satuan daya yaitu HP (*Horse Power*). Daya pada sepeda motor dapat diukur dengan menggunakan alat *dynamometer*, sehingga untuk menghitung daya poros dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot N \cdot T}{4500} \quad (2.6)$$

Keterangan:

P = daya (HP)

T = torsi (N.m)

N = putara mesin (rpm)

2.4.2. Torsi

Jama (2008, 23) torsi adalah gaya tekan putar pada bagian yang berputar disebut torsi, sepeda motor digerakan oleh torsi dari crankshaft. Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya (Raharjo dan Karnowo, 2008: 98). Satuan torsi biasanya dinyatakan dalam N.m (*Newton meter*). Adapun perumusannya adalah sebagai berikut:

$$T = \frac{5252 \cdot P}{60} \quad (2.7)$$

Keterangan:

P = Daya (HP)

T = Torsi (N.m)

N = Jumlah putaran per-menit (rpm)

5252 adalah nilai ketetapan (Konstanta) untuk daya dalam satuan HP

2.4.3. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar adalah jumlah bahan bakar per waktunya untuk menghasilkan daya sebesar 1 HP. Jadi konsumsi bahan bakar

adalah ukuran ekonomi pemakaian bahan bakar (Winarno, 2008: 115). Untuk konsumsi bahan bakar hanya volume bahan bakar per satuan waktu (kg/jam). Dengan rumus sebagai berikut:

$$SFC = \frac{M_f}{N_e} \quad (2.8)$$

$$M_f = \frac{v \cdot \rho \text{ bahan bakar}}{t} \quad (2.9)$$

Keterangan:

SFC = konsumsi bahan bakar spesifik (kg/jam.Kw)

M_f = jumlah bahan bakar persatuan waktu (kg/jam)

V = volume bahan bakar yang digunakan

ρ = berat jenis bahan bakar yang digunakan

t = waktu yang diperlukan untuk konsumsi bahan bakar

N_e = daya yang dihasilkan (kW)

2.4.4. Dynamometer

Dynamometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur tenaga, gaya putar (torsi) yang dihasilkan oleh mesin. *Dyanamometer* atau yang biasa disebut dengan *dynotest* merupakan suatu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui *performa* maksimal *engine* pada semua kendaraan, salah satunya mesin motor. *Dynotest* itu sendiri terbagi menjadi 2 macam yaitu *engine dyno* (pengujian pada mesin sebelum dipasang pada *body*) dan *chassis dyno* (pengujian yang dilakukan pada mesin sesudah dipasang pada *body*).

Biasanya yang menggunakan *dynotest* adalah pabrik otomotif dan bengkel besar yang menyediakan layanan modifikasi motor.

Dibutuhkan mekanik yang mampu membaca data grafis yang terlihat pada layar monitor pada saat proses *dynotest* berlangsung. Selain itu, ada juga beberapa alat yang diperlukan untuk *dynotest* seperti *roller* dan *blower*.

Biasanya *dynotest* dilakukan ketika motor dipasang perangkat baru atau memodifikasi di sektor mesin yang diklaim mampu meningkatkan performa, nantinya hasil *dynotest* tersebut akan menunjukkan hasil apakah setelah memodifikasi di bagian sektor mesin performa motor betul-betul meningkat atau hanya janji manis saja.

Jenis *dynotest* yang paling sering dilakukan yaitu *Chassis Dynotest*, karena jenis *dynotest* ini tidak harus mengeluarkan mesin dari dalam motor. Nanti, ban belakang motor diikat menggunakan *roller* agar pada saat motor digas kencang tidak goyang. Beberapa persiapan yang harus dilakukan untuk *dynotest* motor yaitu:

- a. Kondisi motor harus dalam keadaan sehat, tidak *down* apalagi sampai turun mesin.
- b. Memperhatikan juga kondisi cuaca dan suhu ruangan pada saat *dynotest*, hal ini dapat mempengaruhi penilaian performa pada saat *dynotest* berlangsung.
- c. Lampirkan juga data awal *dynotest* pada saat motor sebelum dilakukan *porting* dan *polish* untuk dijadikan patokan pada saat pengujian.



Gambar 2. 14 *Dynotest*
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2022)

2.4.5. Emisi Gas Buang

Setiap proses pembakaran yang terjadi pada motor pembakaran dalam selalu menghasilkan beberapa gas produk pembakaran yang disebut emisi buang (Kristanto, 2015:208). Bahan bakar pada umumnya hanya terdapat tiga unsur yang sangat penting dalam proses pembakaran, yaitu karbon (C), Hidrogen (H), dan Sulfur (S) atau yang biasa disebut dengan belerang. Pada proses pembakaran inilah energi kimia akan menghasilkan gas gas hasil reaksi atau gas buang. CO₂, NO₂, H₂O, SO₂, dan CO.

Dibalik bahaya dari emisi gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar, ada beberapa cara yang dapat dilakukan dalam mengurangi dampak dari emisi gas buang ini diantaranya adalah:

1. Menyeimbangkan campuran dari bahan bakar dan udara, hal ini akan menyempurnakan proses pembakaran dari motor bakar.
2. Memanfaatkan *Positive Crankcase Ventilation* (PCV).
3. Menggunakan *Exhaust Gas Recirculation* (EGR).
4. Pada mesin diesel dapat menggunakan filter *Particulate Traps*.

5. Menggunakan control emisi penguapan bahan bakar pada motor bakar diantaranya adalah ESC (*Evaporator Control System*), EEC (*Evaporator Emission Control*), VVR (*Vehicle Vapor Recovery*) dan VSS (*Vapor Saver System*).
6. Pada system injeksi udara diletakan lebih ke dalam silinder.

Keberadaan uji emisi kendaraan berperan penting bagi lingkungan. Sebagaimana dilansir dari tempo.co, melalui uji emisi pemilik kendaraan akan mengetahui jumlah kadar buangan mesin yang akan memengaruhi tingkat polusi udara. Selain itu, pemilik kendaraan juga akan mengetahui tingkat efisiensi, kinerja, dan kualitas mesinnya. Berdasarkan Peraturan Gubernur (PerGub) DKI No. 66 Tahun 2020, kendaraan yang diwajibkan mengikuti uji emisi adalah mobil maupun motor yang telah berusia lebih dari tiga tahun. Berikut ini ketentuan khusus agar kendaraan bias lulus uji emisi :

**AMBANG BATAS EMISI GAS BUANG
KENDARAAN BERMOTOR**

A. Kendaraan Bermotor Kategori L

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	
1. Sepeda motor 2 langkah	< 2010	4,5	12000	Idle
2. Sepeda motor 4 langkah	< 2010	5,5	2400	Idle
3. Sepeda motor (2 langkah dan 4 langkah)	≥ 2010	4,5	2000	Idle

B. Kendaraan Bermotor Kategori M, N dan O

Kategori	Tahun Pembuatan	CO (%)	HC (ppm)	Opasitas (% H2O)	Metode Uji
1. Berpenggerak penyalakan cetus api (bahan bakar bensin)	< 2007	3,0	700		Idle
	≥ 2007	1,5	200		
2. Berpenggerak penyalakan kompresi (bahan bakar diesel)	a. Gross Vehicle Weight (GVW) ≤ 3,5 ton	< 2010		50	Akselerasi Bebas
		≥ 2010		40	Akselerasi Bebas
	b. Gross Vehicle Weight (GVW) > 3,5 ton	< 2010		60	Akselerasi Bebas
		≥ 2010		50	Akselerasi Bebas

Gambar 2. 15 Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

2.5. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan dalam melakukan penelitian yang terkait dengan modifikasi porting polish, daya dan torsi, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang terhadap performa sepeda motor. Adapun hasil penelitian diuraikan dalam tabel berikut:

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
1	Agus Setiawan	Pengaruh Porting Saluran Intake dan Exhaust Terhadap Kinerja Motor 4 Langkah 200 cc Berbahan Bakar Premium dan Pertamina	Porting dan Polish lubang intake dan exhaust dengan menggunakan bahan bakar premium menghasilkan torsi dan daya maksimum atau lebih besar dari torsi dan daya maksimum standar.
2	Nurul Syahbani	Pengaruh Perlakuan Porting dan Polish Inlet Port Pada Cylinder Head Terhadap Performa Motor	Pelakuan porting dan polish berpengaruh terhadap daya dan torsi menghasilkan daya dan torsi maksimum lebih tinggi dibandingkan daya dan torsi maksimum standar.
3	Nirmala Adhi Yoga, dkk	Konsep Modifikasi Untuk Meningkatkan Daya Mesin Sepeda Motor	Modifikasi mesin yang meliputi intake dan exhaust dapat meningkatkan daya mesin serta emisi gas buang mesin setelah modifikasi masih masuk dalam ambang batas emisi yang ditetapkan Pemerintah yakni HC 817 ppm lebih rendah dari 2000 ppm dan CO 3,191% lebih rendah dari ambang batas 4,5%.
4	Yusuf Hanafi Mustaqim Sitompul	Uji Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dengan Variasi Jenis Knalpot Berbahan Bakar Pertamina	Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa motor standar dan modifikasi porting dan polish tidak mengakibatkan hasil uji emisi gas buang buruk. Dan knalpot standar lebih baik digunakan karena emisi yang dihasilkan lebih sedikit.
5	Untung Surya Dharma dan Totong Heru Wahyudi	Pengaruh Volume Ruang Bakar Sepeda Motor Terhadap Prestasi Mesin Sepeda Motor 4-Langkah	Didalam modifikasi ini konsumsi bahan bakar berdasarkan pengujian road test sebelum modifikasi 47,33 mL meningkat menjadi 50 mL dikarenakan volume ruang bakar bertambah dan membutuhkan konsumsi bahan bakar yang lebih banyak.