

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Motor Bakar

Motor bakar adalah alat yang berfungsi untuk mengkonversikan energi termal dari pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanis, dimana proses pembakaran berlangsung di dalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran bahan bakar yang terjadi langsung digunakan sebagai fluida kerja untuk melakukan kerja mekanis (Wardono, 2004).

B. Klasifikasi Motor Bakar

Pada umumnya motor bakar terbagi menjadi dua golongan utama, yaitu :

1. Motor bakar pembakaran luar (*External combustion engine*)

Motor pembakaran luar adalah suatu proses pembakaran dimana energi gerak atau mekanis dibangkitkan di luar ruang bakar. Dalam proses pembakaran tersebut, energi dalam bahan bakar diubah menjadi energi panas yang terjadi di luar silinder motor. Sebagai contoh adalah proses pembakaran yang terjadi pada mesin uap, dimana proses pembakarannya terjadi didalam ruang bakar ketel uap. Energi panas yang diberikan merubah air menjadi uap, kemudian

uap dari ketel tersebut disalurkan kedalam silinder. Didalam silinder inilah uap tersebut menggerakkan torak atau piston, sehingga timbul tenaga gerak. Motor bakar pembakaran luar memiliki keuntungan sebagai berikut :

- a. jenis-jenis bahan bakar yang dapat digunakan banyak
- b. mampu menggunakan bahan bakar bermutu rendah.
- c. lebih minim getaran
- d. mampu digunakan pada daya yang tinggi

2. Motor bakar pembakaran dalam (*Internal combustion engine*)

Motor pembakaran dalam adalah suatu proses pembakaran dimana energi gerak atau energi mekanis dibangkitkan didalam ruang bakar. Proses pembakaran silinder terjadi didalam silinder motor. Sebagai contoh adalah motor bensin dan motor diesel. Didalam ruang bakar energi mekanis dibangkitkan oleh gerakan torak yang dihasil dari ledakan bahan bakar dalam ruang bakar (*combustion chamber*). Secara umum motor pembakaran dalam mempunyai beberapa kelebihan sebagai berikut :

- a. Lebih hemat atau irit dalam pemakaian bahan bakar.
- b. Kontruksi mesin yang lebih sederhana dan lebih kecil

(Hidayat, 2008).

C. Jenis-Jenis Motor Pembakaran Dalam (*Internal Combustion Engine*)

Pada umumnya motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) dibedakan dari sistem penyalan bahan bakar yang diterapkan, yaitu :

1. Motor bensin (*Spark Ignition Engine*)

Mesin bensin atau mesin Otto dari Nikolaus Otto adalah sebuah tipe mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk proses pembakaran (*Spark Ignition*), dirancang untuk menggunakan bahan bakar bensin. Mesin bensin berbeda dengan mesin diesel dalam metode pencampuran bahan bakar dengan udara. Pada mesin bensin, umumnya udara dan bahan bakar dicampur sebelum masuk ke ruang bakar. Pencampuran udara dan bahan bakar dilakukan oleh karburator atau sistem *injeksi*. Bahan bakar yang bercampur udara mengalir ke dalam ruang bakar dan dikompresikan dalam ruang bakar, kemudian dipercikan bunga api listrik yang berasal dari busi. Karena itu motor bensin disebut juga sebagai *spark ignition engine*. Ledakan yang terjadi dalam ruang bakar mendorong torak, kemudian mengerakan poros engkol untuk didistribusikan ke roda. (Wikipedia,2012).

2. Mesin diesel

Mesin diesel adalah Sebuah mesin pemacu kompresi, dimana bahan bakar dinyalakan oleh suhu tinggi gas yang dikompresi. Ketika udara dikompresi suhunya akan meningkat, mesin diesel menggunakan sifat ini untuk proses pembakaran. Udara di hisap ke dalam ruang bakar mesin diesel dan

dikompresi oleh *piston* yang merapat, jauh lebih tinggi dari *rasio compresi* dari mesin bensin. Beberapa saat sebelum piston pada posisi Titik Mati Atas (TMA) atau BTDC (*Before Top Dead Center*), bahan bakar diesel disuntikkan ke ruang bakar dalam tekanan tinggi melalui *nozzle* supaya bercampur dengan udara panas yang bertekanan tinggi. Hasil pencampuran ini menyala dan terbakar dengan cepat. Penyemprotan bahan bakar ke ruang bakar mulai dilakukan saat *piston* mendekati (sangat dekat) TMA untuk menghindari *detonasi*. Ledakan tertutup ini menyebabkan gas dalam ruang pembakaran mengembang dengan cepat, mendorong *piston* ke bawah dan menghasilkan tenaga *linear*. Batang penghubung (*connecting rod*) menyalurkan gerakan ini ke *crankshaft* dan oleh *crankshaft* tenaga *linear* diubah menjadi tenaga putar. Tenaga putar pada ujung poros *crankshaft* dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. (Wikipedia,2012).

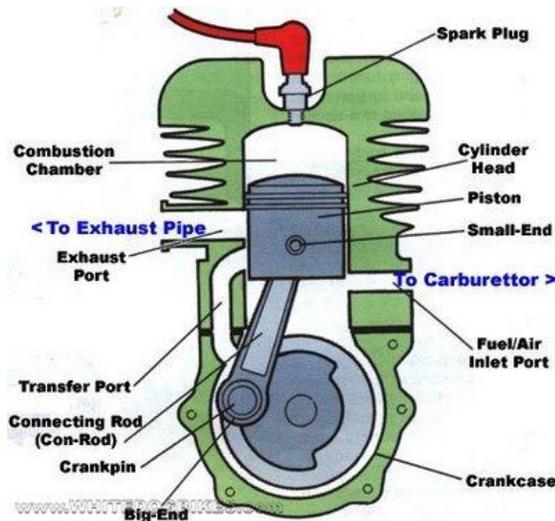
D. Jenis- Jenis Motor Bakar Berdasarkan Jumlah Langkah Kerja

Jenis motor menurut jumlah langkah persiklus, untuk motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) dapat digolongkan menjadi 2 golongan, yaitu :

1. Motor 2 langkah (2 tak)

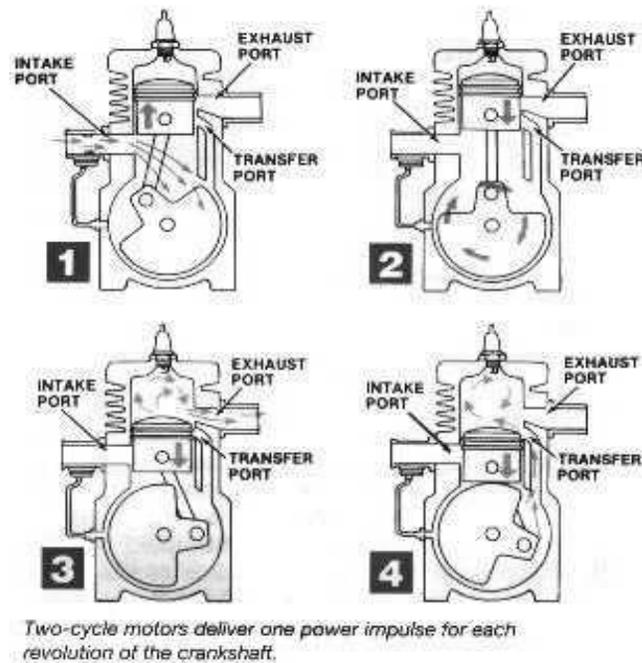
Motor dua langkah adalah motor bakar yang dalam satu proses pembakaran memerlukan 2 kali langkah kerja. Bahan bakar yang masuk kedalam ruang bakar dicampurkan dengan pelumas (oli samping) sebagai *fluida* pendingin pada saat proses pembakaran. Pada motor 2 tak proses kerja dilakukan dalam

satu putaran poros engkol, pada saat motor sedang berjalan, proses usaha dilakukan berulang-ulang dengan urutan yang sama. Kemudian dimulai lagi proses pengisian dan pemrosesan yang baru.



Gambar 1. Kontruksi motor 2 tak (Wordpress. 2012).

Pada motor 2 tak, gerakan torak (*piston*) menuju titik mati atas (TMA) disebut langkah kompresi dan ketika torak bergerak menuju titik mati bawah (TMB) disebut langkah usahan atau pengembangan (*ekspansi*). Pengisian udara baru dan pembuangan gas hasil pembakaran terjadi hampir bersamaan, yaitu ketika torak berada pada titik mati bawah (TMB). Pengisian bahan bakar baru dalam silinder terjadi ketika tekanan udara melebihi tekanan gas dalam silinder. Pada keadaan tersebut saluran pengisian dalam keadaan terbuka dan udara luar harus memiliki tekanan yang lebih tinggi dari tekanan *atmosfir*. Untuk lebih jelasnya dapat diketahui dari siklus kerja motor 2 tak.



Gambar 2. Siklus kerja motor 2 tak

a. Langkah pengisian

Torak bergerak dari TMA ke TMB. Pada saat saluran bilas masih tertutup torak, di dalam bak mesin terjadi kompresi terhadap campuran bensin dengan udara. Di atas torak, gas sisa pembakaran dari hasil pembakaran sebelumnya sudah mulai terbang keluar melalui saluran buang. Saat saluran bilas sudah terbuka, campuran bensin dengan udara mengalir melalui saluran bilas terus masuk kedalam ruang bakar. proses pengisian berlangsung selama lubang hisap dalam keadaan terbuka.

b. Langkah kompresi

Proses yang terjadi pada langkah kompresi ketika torak bergerak dari TMB ke TMA. Rongga bilas dan rongga buang tertutup, terjadi langkah

kompresi dan setelah mencapai tekanan tinggi busi memercikan bunga api listrik untuk membakar campuran bensin dengan udara. Pada saat yang bersamaan, di bawah (di dalam bak mesin) bahan bakar yang baru masuk kedalam bak mesin melalui saluran masuk.

c. Langkah kerja(*ekspansi*)

Proses yang terjadi pada langkah Kerja (*ekspansi*) ketika torak kembali dari TMA ke TMB akibat tekanan besar yang terjadi pada waktu pembakaran bahan bakar. Saat itu torak turun sambil mengkompresi bahan bakar baru di dalam bak mesin. Proses ini berakhir pada saat sebelum torak mencapai TMB, yakni ketika lubang buang terbuka.

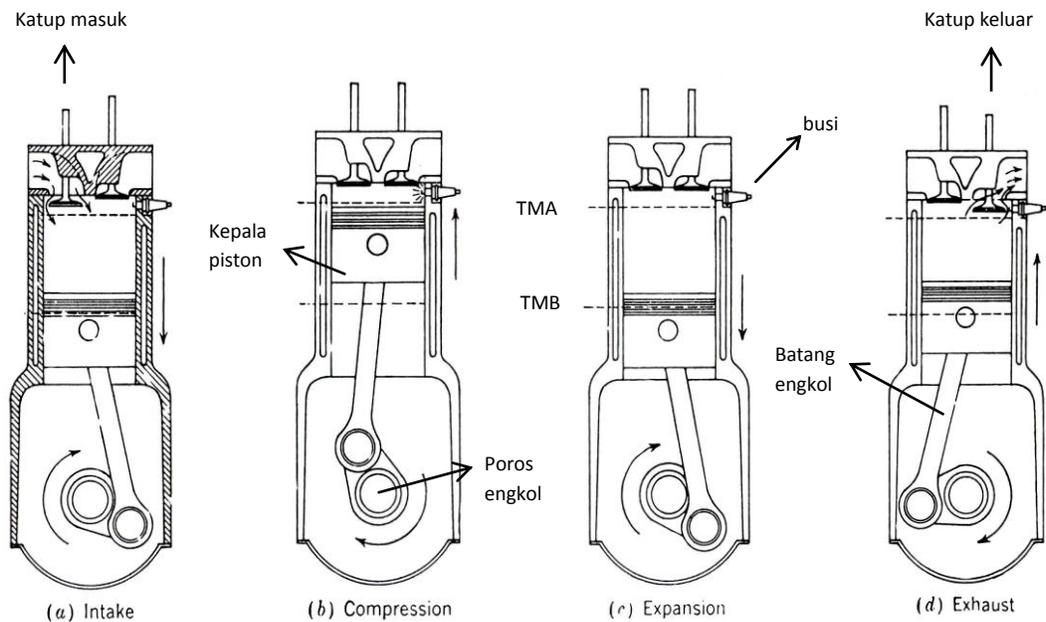
d. Langkah buang dan pembilasan

Proses yang terjadi pada langkah buang ketika torak hampir mencapai TMB, saluran buang terbuka dan gas sisa pembakaran mengalir terbang keluar. Pada saat yang sama bahan bakar baru masuk kedalam ruang bahan bakar melalui rongga bilas terjadi pembilasan pada ruang engkol. Setelah mencapai TMB kembali, torak mencapai TMB untuk mengadakan langkah sebagai pengulangan dari yang dijelaskan sebelumnya (Asrori, 2012)

2. Motor empat langkah (4 tak)

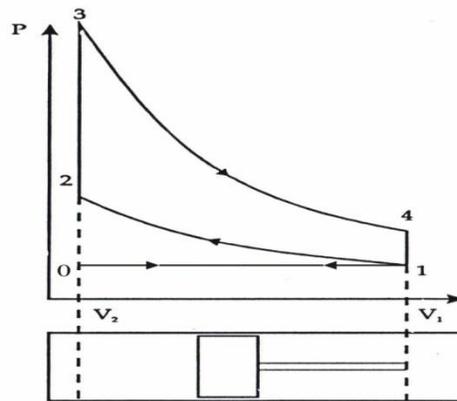
Motor empat langkah adalah motor yang menyelesaikan satu siklus pembakaran dalam empat langkah torak atau dua kali putaran poros engkol, jadi dal satu siklus kerja telah mengadakan proses pengisian, kompresi dan penyalaan,

ekspansi serta pembuangan. Dibandingkan dengan motor 2 tak, motor 4 tak lebih sulit dalam perawatan karena banyak komponen-komponen pada bagian mesinnya. Pada motor empat tak titik paling atas yang mampu dicapai oleh gerakan torak disebut titik mati atas(TMA), sedangkan titik terendah yang mampu dicapai torak pada silinder disebut titik mati bawah(TMB). Dengan asumsi bahwa katup masuk dan katup buang terbuka tepat pada waktu piston berada pada TMA dan TMB, maka siklus motor 4 (empat) langkah dapat diterangkan sebagai berikut :



Gambar 3. Siklus motor bakar 4 langkah(Heywood, 1998).

Untuk lebih jelasnya proses-proses yang terjadi pada motor bakar bensin 4 langkah dapat dijelaskan melalui siklus ideal dari siklus udara *volume* konstan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 4. Diagram P - v dari siklus ideal motor bakar bensin 4-langkah
(Wardono, 2004)

Keterangan mengenai proses-proses pada siklus udara *volume* konstan dapat dijelaskan sebagai berikut (Wardono, 2004):

a. Proses $0 \rightarrow 1$: Langkah hisap (*Intake*)

Pada langkah hisap campuran udara-bahan bakar dari karburator terhisap masuk ke dalam silinder dengan bergerakinya piston ke bawah, dari TMA menuju TMB. Katup hisap pada posisi terbuka, sedang katup buang pada posisi tertutup. Di akhir langkah hisap, katup hisap tertutup secara otomatis. *Fluida* kerja dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik konstan. Proses dianggap berlangsung pada tekanan konstan.

b. Proses $1 \rightarrow 2$: Langkah kompresi

Pada langkah kompresi katup hisap dan katup buang dalam keadaan tertutup. Selanjutnya piston bergerak ke atas, dari TMB menuju TMA.

Akibatnya campuran udara-bahan bakar terkompresi. Proses kompresi ini menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur dan tekanan campuran tersebut, karena volumenya semakin kecil. Campuran udara-bahan bakar terkompresi ini menjadi campuran yang sangat mudah terbakar. Proses kompresi ini dianggap berlangsung secara isentropik.

c. Proses 2→3 : Langkah pembakaran *volume* konstan

Pada saat piston hampir mencapai TMA, loncatan nyala api listrik diantara kedua elektroda busi diberikan ke campuran udara-bahan bakar terkompresi sehingga sesaat kemudian campuran udara-bahan bakar ini terbakar. Akibatnya terjadi kenaikan temperatur dan tekanan yang drastis. Kedua katup pada posisi tertutup. Proses ini dianggap sebagai proses pemasukan panas (kalor) pada volume konstan.

d. Proses 3→4 : Langkah kerja/ekspansi (*Expansion*)

Kedua katup masih pada posisi tertutup. Gas pembakaran yang terjadi selanjutnya mampu mendorong piston untuk bergerak kembali dari TMA menuju TMB. Dengan bergerak piston menuju TMB, maka volume gas pembakaran di dalam silinder semakin bertambah, akibatnya temperatur dan tekanannya turun. Proses ekspansi ini dianggap berlangsung secara isentropik.

e. Proses 4→1 : Langkah buang volume konstan (*Exhaust*)

saat piston telah mencapai TMB, katup buang telah terbuka secara otomatis sedangkan katup hisap masih pada posisi tertutup. Langkah ini dianggap sebagai langkah pelepasan kalor gas pembakaran yang terjadi pada volume konstan.

f. Proses 1→0 : Langkah buang tekanan konstan

Selanjutnya piston bergerak kembali dari TMB menuju TMA. Gas pembakaran didesak keluar melalui katup buang (saluran buang) dikarenakan bergerakinya piston menuju TMA. Langkah ini dianggap sebagai langkah pembuangan gas pembakaran pada tekanan konstan (Hidayat, 2008).

E. Komponen Utama Motor Bakar Bensin 4-Langkah

Ada ratusan komponen yang harus melakukan fungsinya secara baik untuk dapat menghasilkan daya engkol. Untuk dapat memudahkan pemahaman mengenai motor bakar 4-langkah ini, perlu untuk mengetahui komponen-komponen utama motor bakar 4-langkah ini, beserta fungsinya masing-masing. Meskipun motor bakar kelihatan sangat sederhana, akan tetapi peralatan- peralatannya sangat rumit. Untuk lebih jelasnya komponen utama motor bakar bensin 4-langkah ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Karburator

Karburator merupakan bagian dari sistem bahan bakar (*fuel sistem*) pada kendaraan yang berfungsi untuk mencampurkan bahan bakar dengan udara yang dikendalikan oleh pergerakan *throttle* dan kemudian dimasukkan ke ruang bakar. Mesin membutuhkan karburator karena bahan bakar yang dikirim ke dalam silinder mesin harus berada dalam kondisi mudah terbakar. Ini penting agar tenaga yang dihasilkan mesin bisa optimal. Bensin sedikit sulit terbakar bila tidak diubah menjadi bentuk gas. Selain itu bensin tidak dapat terbakar sendiri, harus dicampur dengan udara dalam perbandingan yang tepat (Daryanto,2004).



Gambar 5. Karburator

2. *Intake manifold*

Untuk mengoptimalkan *efisiensi* dan kinerja mesin diperlukan sistem penyaluran yang baik. *Intake manifold* berfungsi meyalurkan bahan bakar yang sudah dikabutkan oleh karburator menuju ke dalam ruang bakar dan menjadi tempat

kedudukan karburator, *throttle body*, *injector* bahan bakar dan komponen lain dari mesin.



Gambar 6. Intake manifold

3. Kepala silinder (*Cylinder head*)

Kepala silinder terletak pada bagian terdepan dari blok silinder (*cylinder*).

Kepala silinder ini berfungsi sebagai :

- a. Tutup silinder serta menjadi tempat kedudukan katub masuk dan katub buang.
- b. Tempat kedudukan busi
- c. Tempat salura masuk dan saluran buang
- d. Tempat mengalirnya pelumasan untuk mekanisme katub

Kepala silinder bertumpu pada blok silinder (*cylinder*) dan dihubungkan dengan baut-baut pada kepala silinder. Pada sambungan kepala silinder dan blok silinder dirapatkan oleh perapat (*gasket and packing*) yang ditempatkan diantara keduanya, dengan tujuan agar sambungan kedap terhadap kebocoran gas dalam ruang bakar. (Hidayat, 2008).



Gambar 7. Kepala silinder (*Cylinder head*)

4. Poros bubungan (*Camshaft*)

Poros bubungan (*camshaft*) adalah sebuah alat yang digunakan dalam mesin torak untuk menjalankan mekanisme katub. Dia terdiri dari batangan silinder. *Camshaft* membuka katup dengan menekannya, atau dengan mekanisme bantuan *rocker arm*, ketika *Camshaft* berputar. Hubungan antara perputaran *camshaft* dengan perputaran poros engkol sangat penting. Karena katup mengontrol aliran masukan bahan bakar dan pengeluaran, mereka harus dibuka dan ditutup pada saat yang tepat selama *stroke piston*. Untuk alasan ini, *camshaft* dihubungkan dengan *crankshaft* secara langsung, atau melalui mekanisme *gear*, atau secara tidak langsung melalui rantai yang disebut *stationer*. Dalam beberapa rancangan *camshaft* juga menggerakkan distributor, minyak dan pompa bahan bakar. Juga dalam sistem injeksi bahan bakar. Dalam sebuah mesin dua-langkah yang menggunakan sebuah *camshaft*, setiap *valve* membuka sekali untuk setiap rotasi

crankshaft, dalam mesin *camshaft* berputar pada kecepatan yang sama dengan *crankshaft*. Dalam mesin empat langkah, katup-katup akan membuka setengah lebih sedikit; oleh karena itu dua putaran penuh *crankshaft* terjadi di setiap putaran *camshaft*. (Wikipedia.2012).



Gambar 8. Poros bubungan (*Camshaft*)

5. *Rocker arm*

Rocker arm adalah tuas isolasi yang menyampaikan gerakan radial dari tonjolan (*lobe*) *camshaft* yang berputar menjadi gerak linier pada katub. *Rocker arm* berfungsi untuk membuka dan menutup katub dan menyetel kerenggangan katub (Wikipedia,2012).



Gambar 9. *Rocker arm*

6. Pegas katup (*Spring valve*)

Pegas katup berfungsi sebagai mekanisme penutup katup secara otomatis. Ketika pegas katup diberi tekanan dari pelatuk katup (*rocker arm*) maka katup akan terbuka dan ketika tekanan pada pegas tidak diberikan maka katup tertutup.



Gambar 10. Pegas Katub (*Spring valve*)

7. Katup (*valve*)

Katup (*valve*) berfungsi untuk mengatur masuknya campuran bahan bakar dan mengatur keluarnya gas sisa pembakaran. Katup (*valve*) di bagi menjadi 2 bagian, yaitu :

a. Katup hisap

Katup hisap berfungsi mengatur masuknya bahan bakar dan udara pada saat langkah hisap.

b. Katup buang

Katub buang berfungsi mengatur keluarnya gas sisa pembakaran pada saat langkah hisap. Katub buang mempunyai ukuran yang lebih kecil dari katup hisap.



Gambar 11. Katub pada motor empat langkah

8. Silinder (*Cylinder*)

Silinder (*cylinder*) berfungsi sebagai tempat berlangsungnya keempat langkah proses pembakaran pada motor bakar.



Gambar 12. Silinder(*Cylinder*) supra 100cc.

9. Torak (*Piston*)

Torak adalah bagian mesin yang langsung menerima gaya yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar di dalam silinder dan meneruskan gaya melalui batang torak menuju poros engkol. Torak bersama dengan cincin torak bergerak secara translasi didalam silinder. Ada pun fungsi dari torak, yaitu :

- a. Menghisap dan memampatkan campuran bahan bakar di dalam silinder.

- b. Mengubah tekanan pembakaran menjadi gaya mekanis yang didistribusikan ke poros engkol.
- c. Menjadi tempat kedudukan cincin torak.



Gambar 13. Torak(*Piston*)

10. Cincin torak (*Ring piston*)

Cincin torak (*ring piston*) terpasang pada celah atau alur torak pada bagian atas, tengah dan bawah. cincin torak terbuat dari bahan baja bermutu tinggi dengan proses pengerjaan yang presisi (akurat). Cincin torak (*ring piston*) berfungsi untuk:

- a. Merapatkan permukaan dinding silinder dan torak untuk menahan tekanan gas pada ruang bakar.
- b. Mengatur pelumasan antara torak dan dinding silinder.
- c. Membantu pendinginan torak dengan cara menyalurkan sejumlah panas dari torak ke dinding silinder.

Menurut kegunaannya cincin torak terbagi menjadi 2, yaitu : cincin kompresi berguna menahan tekanan gas dalam ruang bakar dan cincin oli yang berguna menyapukan pelumas pada dinding silinder. (hidayat, 2008).



Gambar 14. Cincin torak (*Ring piston*)

11. Batang torak (*Conecting rod*)

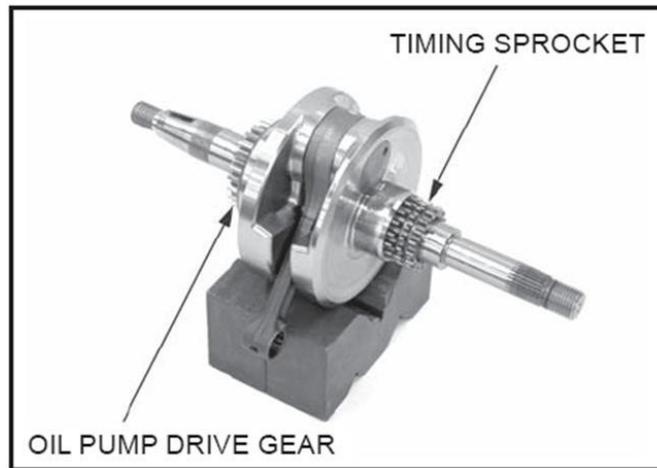
Batang torak (*conecting rod*) adalah bagian mesin yang menjadi penghubung antara torak dengan poros engkol dan berfungsi untuk mengubah gerak translasi torak menjadi gerak putar pada poros engkol. Batang torak harus dibuat seringan mungkin dan tahan terhadap tekanan tinggi.



Gambar 15. Batang torak (*Conecting rod*)

12. Poros engkol (*Crankshaft*)

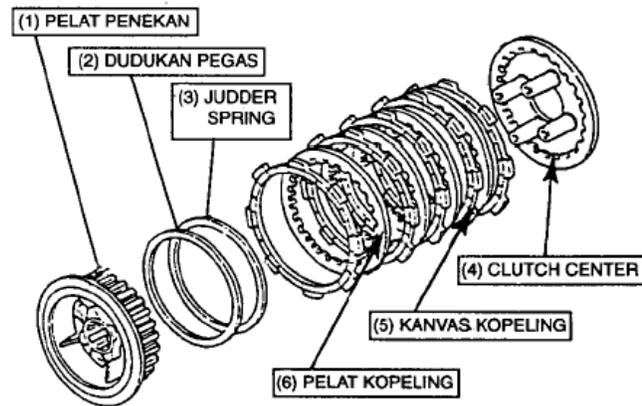
Poros engkol (*Crankshaft*, biasanya mekanik juga menyebutnya *kruk as*) adalah sebuah bagian pada mesin yang mengubah gerak vertikal/horizontal dari *piston* menjadi gerak rotasi (putaran). Pada ujung-ujung poros engkol dipasangkan bantalan (*Bearing*) dan diletakan pada ruang engkol (*crankcase*) akan dihubungkan ke roda gila (*flywheel*) sehingga motor bisa bergerak (Wikipedia,2012).



Gambar 16. Poros engkol (*Crankshaft*) (Wikipedia,2012).

13. Kopling

Kopling adalah alat yang digunakan untuk menghubungkan dua poros pada kedua ujungnya dengan tujuan untuk mentransmisikan daya mekanis. Kopling biasanya tidak mengizinkan pemisahan antara dua poros ketika beroperasi, namun saat ini ada kopling yang memiliki torsi yang dibatasi sehingga dapat slip atau terputus ketika batas torsi dilewati.



Gambar 17. Komponen-komponen kopling

Tujuan utama dari kopling adalah menyatukan dua bagian yang dapat berputar. Dengan pemilihan, pemasangan, dan perawatan yang teliti, performa kopling bisa maksimal, kehilangan daya bisa minimum, dan biaya perawatan bisa diperkecil (Wikipedia,2012). Secara garis besar jenis kopling pada sepeda motor dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Kopling manual (kopling mekanis)

Kopling manual cara kerjanya diatur oleh sebuah tuas yang biasa disebut handel kopling dengan cara menarik tuas kopling. Bila handel kopling pada batang kemudi bebas (tidak ditarik) maka pelat tekan dan pelat gesek dijepit oleh piring penekan (*clutch pressure plate*) dengan bantuan pegas kopling sehingga tenaga putar dari poros engkol sampai pada roda belakang. Sedangkan bila handel kopling pada batang kemudi ditarik maka kawat kopling akan menarik alat pembebas kopling. Alat pembebas kopling ini akan menekan batang tekan (*pushrod*) atau release rod yang ditempatkan di dalam poros utama. *Pushrod* akan mendorong piring

penekan ke arah berlawanan dengan arah gaya pegas kopling. Akibatnya pelat gesek dan pelat tekan akan saling merenggang dan putaran rumah kopling tidak diteruskan pada poros utama, atau hanya memutar rumah kopling dan pelat geseknya saja.

2. Kopling Otomatis (*Kopling sentrifugal*)

Cara kerja pada kopling otomatis sebenarnya sama saja cuma pengoperasiannya tidak ditarik kabel kopling maupun ditekan cairan hidrolis. Tetapi mengandalkan komponen kopling sentrifugal yang bekerja mengikuti kecepatan putaran mesin. Cara kerjanya pada saat putaran mesin rendah (stasioner), gaya sentrifugal dan kampas kopling, pemberat menjadi kecil sehingga sepatu kopling terlepas dari rumah kopling dan tertarik ke arah poros engkol, akibatnya rumah kopling yang berkaitan dengan gigi pertama penggerak menjadi bebas terhadap poros engkol. Saat putaran mesin bertambah, gaya sentrifugal semakin besar sehingga mendorong kanvas kopling mencapai rumah kopling di mana gayanya lebih besar dari gaya tarik pengembali. Rumah kopling ikut berputar dan meneruskan ke tenaga gigi pertama yang digerakkan. Sedangkan kopling kedua ditempatkan bersama primary driven gear pada poros center (countershaft) dan berhubungan langsung dengan mekanisme pemindah gigi transmisi/persnelling. Pada saat gigi persnelling dipindahkan oleh pedal pemindah gigi, kopling kedua dibebaskan oleh pergerakan poros pemindah gigi (gear shifting shaft). (Laskar Suzuki. 2013).

14. Knalpot

Knalpot adalah piranti tempat penampungan dan pembuangan gas sisa pembakaran. Selain menjadi tempat penampungan dan pembuangan gas sisa pembakaran, knalpot berfungsi meredam suara ledakan dari ruang bakar sehingga tidak menimbulkan suara bising (Pikiran rakyat, 2006)



Gambar 18. Gambar knalpot

F. Parameter Prestasi Motor Bensin 4-Langkah

Prestasi mesin biasanya dinyatakan dengan efisiensi thermal, η_{th} . Karena pada motor bakar 4 langkah selalu berhubungan dengan pemanfaatan energi panas/kalor, maka efisiensi yang dikaji adalah efisiensi thermal. Efisiensi thermal adalah perbandingan energi (kerja/daya) yang berguna dengan energi yang diberikan. Prestasi mesin dapat juga dinyatakan dengan daya *output* dan pemakaian bahan bakar spesifik engkol yang dihasilkan mesin. Daya *output* engkol menunjukkan daya *output* yang berguna untuk menggerakkan sesuatu atau

beban. Sedangkan pemakaian bahan bakar spesifik engkol menunjukkan seberapa efisien suatu mesin menggunakan bahan bakar yang disuplai untuk menghasilkan kerja. Prestasi mesin sangat erat hubungannya dengan parameter operasi, besar kecilnya harga parameter operasi akan menentukan tinggi rendahnya prestasi mesin yang dihasilkan (Wardono, 2004).

Untuk mengukur prestasi kendaraan bermotor bensin 4-langkah dalam aplikasinya diperlukan parameter sebagai berikut :

1. Konsumsi bahan bakar, semakin sedikit konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor bensin 4-langkah, maka semakin tinggi prestasinya.
2. Akselerasi, semakin tinggi tingkat akselerasi kendaraan bermotor bensin 4-langkah maka prestasinya semakin meningkat.
3. Waktu tempuh, semakin singkat waktu tempuh yang diperlukan pada kendaraan bermotor bensin 4-langkah untuk mencapai jarak tertentu, maka semakin tinggi prestasinya.
4. Putaran mesin, putaran mesin pada kondisi *idle* dapat menggambarkan normal atau tidaknya kondisi mesin. Perbedaan putaran mesin juga menggambarkan besarnya torsi yang dihasilkan.
5. Emisi gas buang, motor dalam kondisi statis bisa dilihat emisi gas buangnya pada rpm rendah dan tinggi.

Pada motor bakar torak parameter-parameter prestasi mesin dapat ditentukan dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

a. Volume Silinder

Volume silinder antara TMA dan TMB disebut volume langkah torak (V_1). Sedangkan volume antara TMA dan kepala silinder (tutup silinder) disebut volume sisa (V_s). Volume total (V_t) ialah isi ruang antara torak ketika ia berada di TMB sampai tutup silinder.

$$V_t = V_1 + V_s \dots\dots\dots (1)$$

Volume langkah mempunyai satuan yang tergantung pada satuan diameter silinder (D) dan panjang langkah torak (L) biasanya mempunyai satuan *centimeter cubic* (cc) atau *cubic inch* (cu.in).

V_1 = luas lingkaran x panjang langkah

$$V_1 = \pi \left(\frac{1}{2} D \right)^2 \times L \dots\dots\dots (2)$$

Dengan demikian besaran dan ukuran motor bakar menurut volume silinder tergantung dari banyaknya silinder yang digunakan dan besarnya volume silinder (Kiyaku & Murdhana, 1998).

b. Perbandingan Kompresi

Hasil bagi volume total dengan volume sisa disebut sebagai perbandingan kompresi

$$C = \frac{V_1 + V_s}{V_s} = 1 + \frac{V_1}{V_s} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

V_1 = volume langkah torak

V_s = volume sisa

Perbandingan kompresi tidak dapat dinaikan tanpa batas, karena motor pembakaran yang menggunakan busi akan timbul suara menggelitik kalau perbandingan kompresinya terlalu tinggi (Soenarta & Furuham, 1995).

c. Torsi dan Daya Poros

Dinamometer biasanya digunakan untuk mengukur torsi sebuah mesin. Adapun mesin yang akan diukur torsinya tersebut diletakkan pada sebuah *testbed* dan poros keluaran mesin dihubungkan dengan rotor dinamometer. Rotor dihubungkan secara elektromagnetik, hidrolis, atau dengan gesekan mekanis terhadap stator yang ditumpu oleh bantalan yang mempunyai gesekan kecil. Torsi yang dihasilkan oleh stator ketika rotor tersebut berputar diukur dengan cara menyeimbangkan stator dengan alat pemberat, pegas, atau pneumatik.

Hambatan ini akan menimbulkan torsi (T), sehingga nilai daya (P) dapat ditentukan sebagai berikut :

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60000} (kW) \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

n = putaran mesin (rpm)

T = torsi (Nm)

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.

d. Tekanan Efektif Rata-rata (BMEP)

Nilai BMEP adalah merupakan tekanan efektif rata-rata (*brake mean effective pressure*) yang diukur dengan menggunakan sebuah dynamometer dan BMEP menunjukkan besar nilai daya mesin pada tiap satuan volume silinder pada putaran tertentu dan tidak tergantung dari ukuran motor bakar. (Soenarta &Furuhama, 1995).

Besar nilai BMEP dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$BMEP = \frac{60.P.Z}{V_d.n} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

P = daya (kW)

N = putaran mesin (rpm)

V_d = volume langkah total silinder (m^3)

Z = sistem siklus (4 langkah =2, 2 langkah =1)

e. Efisiensi Thermis

Perbandingan antara energi yang dihasilkan dan energi yang dimasukkan pada proses pembakaran bahan bakar disebut efisiensi thermis rem (*brake thermal efficiency*) dan ditentukan sebagai berikut :

$$\eta_{bt} = \frac{860}{SFC.h} \times 100(\%) \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

H = nilai kalor untuk bahan bakar premium = 10500 kcal/kg.

Minyak gas = 10400 kcal/kg.

SFC = konsumsi bahan bakar spesifik

Nilai kalor mempunyai hubungan dengan berat jenis. Pada umumnya semakin tinggi berat jenis maka semakin rendah nilai kalornya (Kiyaku & Murdhana, 1998).

f. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)

Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) ditentukan dalam g/PSh atau g/kWh dan lebih umum digunakan dari pada η_{bt} . Besar nilai SFC adalah

kebalikan dari pada η_{bt} . Penggunaan bahan bakar dalam gram per jam.

Dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$SFC = \frac{m_f}{P} [kg/kWh] \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

SFC = konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kWh)

P = daya mesin (kW)

Sedang nilai m_f dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$m_f = \frac{b}{t} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \rho_{bb} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :

b = volume. (cc)

t = waktu (detik)

ρ_{bb} = masa jenis bahan bakar (kg/l)

m_f = adalah penggunaan bahan bakar per jam pada kondisi tertentu (Soenarta & Furuham,1995)

G. Pengoptimalkan Daya Motor

Yang dimaksud dengan daya adalah besarnya kerja motor yang dihasilkan selama waktu tertentu. Pada motor empat langkah, tiap dua kali putaran poros engkol terjadi satu kali kerja. Daya motor dapat dipertinggi dengan cara memperbesar daya spesifik, yaitu :

- a. Mempertinggi tekanan efektif rata-rata
- b. Mempertinggi frekuensi putaran mesin

Banyak metode untuk memperbaiki kedua faktor yang dapat meningkatkan daya motor, dengan cara sebagai berikut :

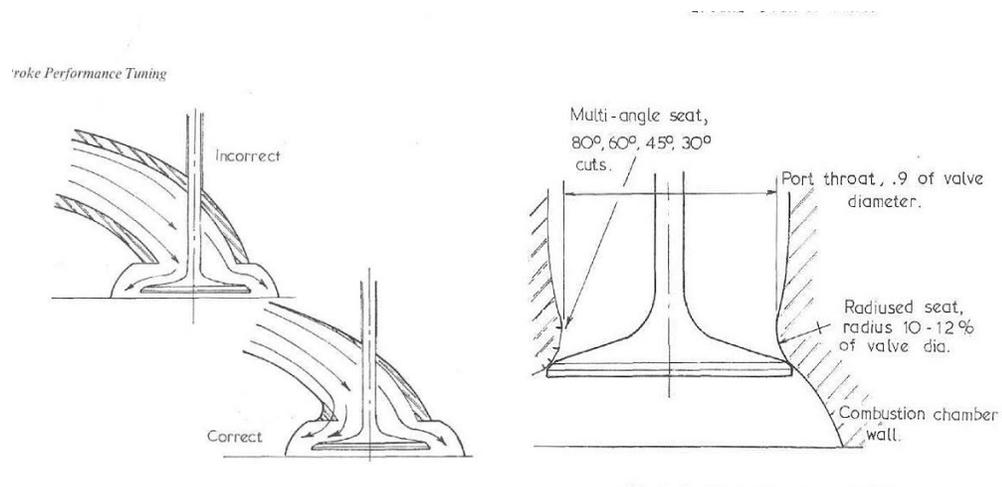
1. Memperbaiki sistem pengisian dan pembuangan gas sisa dalam ruang bakar

Memperbaiki pengisian dan pembuangan ruang bakar sama dengan mempercepat masuknya bahan masuk dan mempercepat pembuangan gas sisa pembakaran dalam ruang bakar. Hal ini dapat di tempuh dengan cara :

- a. Menggunakan sistem karburator dengan lubang *venturi* yang lebih besar sehingga tekana bahan bakar yang masuk kedalam ruang bakar menjadi lebih tinggi, tetapi cara ini harus diimbangi dengan sistem pengapian yang lebih baik agar tidak terjadi pembakaran tidak sempurna yang menyebabkan timbulnya kerak arang dalam ruang bakar.
- b. Menerapkan *intake manifold* selicin mungkin. Dengan menghaluskan permukaan dalam, maka aliran campuran udara - bahan bakar mengalami *friksi* lebih kecil. Hal ini akan membuat aliran masuk ruang bakar pada

tekanan lebih tinggi dibanding jika *friksi* yang dialami aliran lebih besar. Campuran udara - bahan bakar yang masuk pada tekanan lebih tinggi akan menghasilkan daya yang lebih besar saat langkah kerja.

- c. Melakukan pembesaran lubang masuk, lubang buang dan menghaluskannya (*porting and polish*) pada kepala silinder dengan tujuan mempercepat aliran bahan bakar masuk dan aliran keluar gas sisa pembakaran didalam silinder. Ketika melakukan *porting* pada kepala silinder. (ratmotorsport, .2009).



Gambar 19. Cara melakukan *porting* dan *polish* (Graham. 1987).

- d. Menggunakan sistem pembuangan gas sisa pembakaran (*racing exhaust*) yang lebih mudah mengeluarkan gas sisa pembakaran dengan cepat, tetapi masih memiliki efek aliran balik menuju ruang bakar.

2. Meningkatkan perbandingan pemampatan

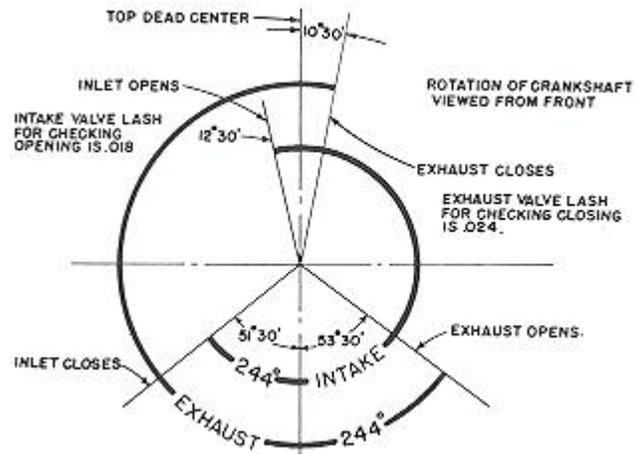
Meningkatkan perbandingan pemampatan dapat meningkatkan tekanan rata-rata pada tiap siklus motor empat langkah dan meningkatkan efisiensi motor, tetapi jika perbandingan pemampatan terlalu tinggi maka mesin akan mengalami detonasi akibat besarnya ledakan hasil pembakaran. Meningkatkan perbandingan pemampatan atau perbandingan kompresi dapat dilakukan dengan cara :

- a. Melakukan pemangkasan pada bagian permukaan dinding kepala silinder sebesar 0,2 mm dan dilakukan penghalusan permukaan agar kompresi tidak bocor.
- b. Memperbesar lubang silinder, agar dalam silinder mampu mengaplikasikan diameter torak yang lebih besar. Dengan menggunakan torak yang lebih besar kapasitas ruang bakar meningkat.

3. Mempertinggi frekuensi putaran mesin

Dengan meningkatkan frekuensi putaran maka banyak terjadi langkah kerja dengan waktu yang sama. Peningkatan frekuensi putaran mesin maka pengisian silinder meningkat dan pembakaran lebih optimal. Peningkatan frekuensi putaran mesin dapat dilakukan dengan cara :

- a. Mengubah diagram katup pada *camshaft*



Gambar 20. Diagram katup (Koemat. 2011).

- b. Menggunakan pegas katup dengan daya balik cepat untuk menghindari terjadinya katup melayang pada saat putaran mesin tinggi.
4. Mengoptimalkan bagian-bagian yang berputar

Mengoptimalkan bagian-bagian yang bergerak bertujuan agar dapat memperoleh kecepatan tinggi dalam waktu singkat. Hal ini dapat dilakukan dengan cara :

 - a. Menyeimbangkan secara teliti bagian-bagian yang berputar, seperti poros engkol, *piston* dan batang penghubung (*connecting rod*). Karena frekuensi putaran yang tinggi gaya massa *piston* dan batang-batang penghubungnya menjadi lebih besar. Gaya masa ini dapat dikurangi dengan menggunakan *piston* dan batang penghubung dengan masa yang lebih kecil.
 - b. Memperkecil massa roda penerus(*flywheel*) untuk mendapatkan putaran mesin yang tinggi. Pengurangan massa roda penerus (*flywheel*)

memerlukan ketelitian yang tinggi, karena dapat mengakibatkan puntiran besar pada poros engkol (Graham, 1987).

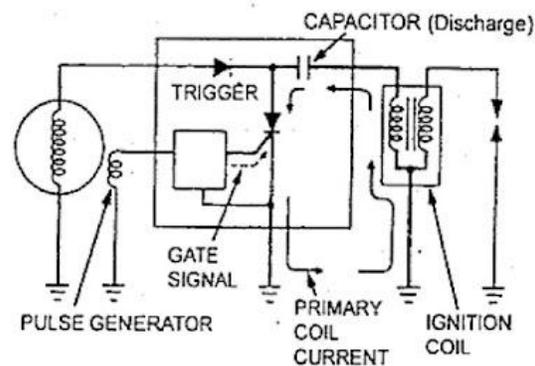
H. SISTEM PENGAPIAN SEPEDA MOTOR

Secara umum sistem pengapian sepeda motor dibagi menjadi dua, yaitu sistem pengapian konvensional dan sistem pengapian elektronik. Namun saat ini sistem pengapian konvensional sudah tidak digunakan lagi. Saat ini banyak sepeda motor menggunakan sistem pengapian elektronik, sistem pengapian elektronik dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Sistem pengapian CDI – AC

Pada saat magnet berputar akan menghasilkan tegangan AC dalam bentuk induksi listrik yang berasal dari kumparan atau biasa disebut spool. Arus listrik akan dikirimkan ke CDI dengan tegangan antara 100-400volt, tergantung putaran mesin. Selanjutnya arus bolak-balik (AC) yang berasal kumparan di jadikan arus searah (DC) oleh diode dan disimpan di kapasitor pada CDI unit. Kapasitor tidak akan melepas arus sebelum komponen yang bertugas menjadi pintu (SCR) bekerja. Bekerjanya SCR apabila telah mendapatkan sinyal pulsa dari kumparan/pulser CDI (Pulse generator) yang menandakan saatnya pengapian. Dengan berfungsinya SCR tersebut, menyebabkan kapasitor melepaskan arus (discharge) dengan cepat. Kemudian arus mengalir ke kumparan primer koil pengapian dengan tegangan 100-400volt, kemudian terjadi induksi dalam kumparan sekunder dengan tegangan sebesar 15 KV sampai 20 KV.

Tegangan tinggi tersebut selanjutnya mengalir ke busi dalam bentuk loncatan bunga api yang akan membakar campuran bensin dan udara dalam ruang bakar. Pemajuan saat pengapian terjadi secara otomatis yaitu saat pengapian dimajukan bersama dengan bertambahnya tegangan pulser (pulse generator) akibat kecepatan putaran mesin motor.

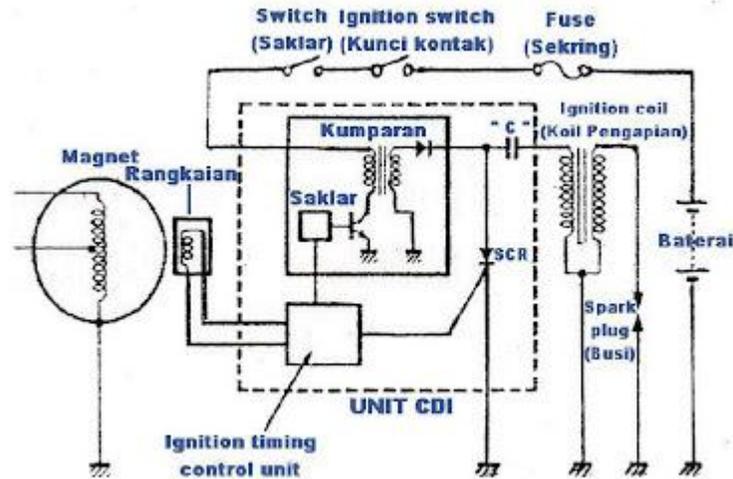


Gambar 21. Skema sistem pengapian CDI – AC (laskar suzuki. 2013).

2. Sistem pengapian CDI – DC

Sistem pengapian CDI-DC hampir sama cara kerjanya dengan sistem pengapian CDI-AC, cuma pada sistem pengapian CDI-DC tegangan sumbernya berasal dari bateray atau AKI (accu), bateray memberikan suplai tegangan 12V ke sebuah inverter (bagian dari unit CDI). Kemudian inverter akan menaikkan tegangan menjadi sekitar 350V. Tegangan 350V ini selanjutnya akan mengisi kondensor/kapasitor. Dan arus baru akan dilepaskan ke koil jika telah ada perintah dari pulser CDI. Keunggulan dari CDI-DC adalah tegangan sumbernya stabil karena berasal dari baterai

(aki), berbeda dengan pengapian sistem CDI-AC yang tegangannya naik turun ikut putaran mesin.



Gambar 22. Skema sistem pengapian CDI – DC (laskar suzuki. 2013)

I. PERBANDINGAN RODA GIGI DAN PERBANDINGAN PUTARAN

Jika putaran roda gigi yang berpasangan dinyatakan dengan n_1 (rpm) pada poros penggerak dan n_2 (rpm) pada poros yang digerakkan, diameter lingkaran jarak bagi d_1 (mm) dan d_2 (mm) dan jumlah gigi z_1 dan z_2 , maka

perbandingan putaran u adalah :

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{m \cdot z_1}{m \cdot z_2} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{i}$$

$$\frac{z_1}{z_2} = i \dots\dots\dots (12)$$

Harga i adalah perbandingan antara jumlah gigi pada roda gigi dan pinion, dikenal juga sebagai perbandingan transmisi atau perbandingan roda gigi.