

BAB II DASAR TEORI

2.1 PENGERTIAN DAN JENIS SEPEDA MOTOR

Kendaraan bermotor (sepeda motor) merupakan alat transportasi yang banyak digunakan oleh masyarakat pada saat sekarang ini. Hal ini disebabkan oleh karena nilai ekonomis ataupun kepraktisan yang dihadirkan oleh sepeda motor tersebut. Nilai ekonomis dapat kita lihat dengan harga sepeda motor yang relatif terjangkau oleh masyarakat pada golongan ekonomi menengah dan penggunaan bahan bakar yang relatif lebih hemat dibandingkan dengan kendaraan bermotor roda 4. Sedangkan nilai kepraktisan dapat kita lihat dengan lincahnya kendaraan bermotor roda dua bila digunakan pada jalan raya yang padat. Sistem utama yang umum membangun sebuah mesin pada sepeda motor terdiri dari berbagai sistem yang saling mendukung satu sama lainnya, adapun sistem tersebut yaitu sistem bahan bakar, sistem kelistrikan, sistem utama/mesin, sistem pemasukan dan pembuangan, dan sistem penerus daya. Terdapat beberapa jenis sepeda motor antara lain sebagai berikut :

➤ **Sepeda Motor Persneling Standar**



Gambar 2.1 *Sepeda Motor Persneling Standar*

Jenis sepeda motor ini merupakan sepeda motor dengan akselerasi yang tidak begitu cepat. Kecepatan yang dimiliki sepeda motor ini tergolong standar, cocok dikendarai oleh orang-orang yang memiliki

aktivitas santai. Banyak orang yang menyebut sepeda motor ini adalah sepedanya para guru.

Sepeda motor jenis ini sangat cocok untuk dipakai di lintasan yang tidak banyak memiliki tanjakan. Kekuatan yang dimilikinya dirasa masih kurang jika digunakan pada lintasan yang memiliki banyak tanjakan. Kendaraan ini lebih cocok digunakan di daerah perkotaan.

➤ **Sepeda Motor Dengan Kopling Manual**



Gambar 2.2 *Sepeda Motor Dengan Kopling Manual*

Sepeda motor ini cocok dikendarai di berbagai lintasan, baik itu lintasan datar maupun lintasan yang menanjak. Kekuatan yang dimiliki sepeda motor ini memang cukup besar, ditopang pula oleh penggunaan kopling manual yang mampu membuatnya sangat mudah saat melewati lintasan tanjakan. Karena dengan adanya kopling manual, pengendara tidak perlu mengurangi kecepatan sedikit pun ketika hendak memindahkan gigi.

Meski begitu, ketika digunakan di lintasan datar dan dalam keadaan macet, kadang pengendara akan mengalami sedikit rasa pegal di tangan atau kaki melebihi pengendara jenis motor standar. Ini karena pengendara sepeda motor dengan kopling manual harus lebih sering memainkan kaki di persneling dan tangan di kopling.

➤ **Sepeda Motor Matic**



Gambar 2.3 *Sepeda Motor Matic*

Awalnya sepeda motor ini didesain khusus dan mengincar pasar untuk kalangan wanita. Kemudahan menjalankan motor ini yang tanpa permainan persneling dan lebih mirip dengan menjalankan sepeda tanpa proses mengayuh dianggap cocok untuk dikendarai oleh kaum wanita. Namun, karena kecepatan yang dimiliki jenis sepeda motor ini cukup cepat, hampir menyamai sepeda motor dengan kopling manual.

Dengan kekuatan yang dimiliki, memungkinkan matic dikendarai di berbagai lintasan, datar atau tanjakan. Namun, kelemahan motor ini adalah saat melaju di lintasan yang menurun. Tidak adanya persneling membuat motor ini tidak mempunyai bantuan lain selain rem untuk mengurangi laju sehingga memunculkan perasaan khawatir.

2.2 MOTOR BENSIN

Motor bensin menghasilkan tenaga dari hasil pembakaran bahan bakar dan udara (oksigen) yang ada dalam silinder, pembakaran ini akan menimbulkan panas dan sekaligus akan mempengaruhi gas yang ada dalam silinder untuk mengembang. Motor bensin termasuk dalam motor bakar dengan klasifikasi sebagai berikut :

1. Jenis Pembakaran : Internal Combustion Engine (ICE)
2. Bahan Bakar : Bensin
3. Tipe Pengapian : Penyalaan baterai dan penyalaan magnet
4. Sistem Pengapian : Busi

Motor bensin yang diproduksi sekarang merupakan perkembangan dari mesin yang semula dikenal sebagai motor otto yang ciri khasnya dilengkapi busi dan karburator. Busi menghasilkan loncatan api listrik di dalam ruang bakar yang menyalakan campuran bahan bakar dengan udara dari karburator.

2.2.1 Siklus kerja

Prinsip kerja motor bensin merupakan suatu siklus, yaitu rangkaian peristiwa yang selalu berulang kembali mengikuti jejak yang sama dan kembali ke semula dan membentuk rangkaian tertutup. Prinsip kerja motor bensin terdiri atas:

- 1 . Motor bensin dengan prinsip kerja empat langkah (4 Tak)
2. Motor bensin dengan prinsip kerja dua langkah (2 Tak)

2.2.2 Motor empat langkah (4 tak)

Motor empat langkah mempunyai empat gerakan piston yaitu :

1. Langkah hisap (*suction stroke*)

Dimana torak bergerak dari TMA (Titik Mati Atas) menuju TMB (Titik Mati Bawah), dalam langkah ini campuran udara dan bahan bakar dihisap ke dalam silinder. Katup hisap terbuka sedangkan katup buang tertutup. Waktu torak bergerak ke bawah, menyebabkan ruang silinder menjadi vakum, masuknya campuran bahan bakar disebabkan adanya tekanan udara luar (*atmospheric pressure*) yang disebut langkah hisap.

2. Langkah kompresi (*compression stroke*)

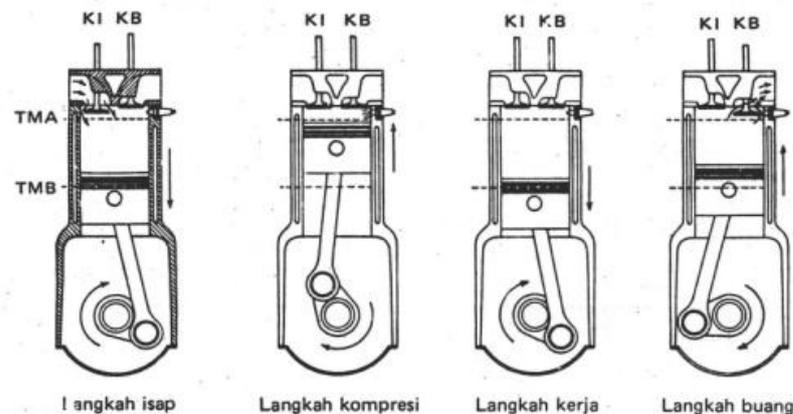
Setelah mencapai TMB torak bergerak kembali ke TMA sementara katup hisap dan katup buang tertutup. Campuran bahan bakar dan udara yang terhisap akan terkurung di dalam silinder dan dimampatkan atau dikompresi oleh torak yang bergerak ke TMA akibat tekanan yang tinggi maka temperatur menjadi naik dan campuran bahan bakar akan mudah terbakar disebut dengan langkah kompresi.

3. Langkah ekspansi (*expansion stroke*)

Pada saat torak bergerak ke TMA katup hisap dan buang masih tertutup. Beberapa derajat sebelum TMA busi memercikkan bunga api, campuran bahan bakar dan udara yang mempunyai suhu tinggi $\pm 2000^{\circ}\text{C}$ akan terbakar, terjadilah proses pembakaran sehingga tekanan dan temperatur naik. Akhirnya torak bergerak menuju TMB dengan tekanan gas yang terbakar.

4. Langkah buang (*exhaust stroke*)

Gas hasil pembakaran harus dibuang untuk melakukan siklus lagi. Maka saat torak telah melaksanakan langkah kerja torak bergerak kembali ke TMA, katup buang terbuka dan katup hisap tertutup mendesak gas pembakaran keluar dari dalam silinder melalui saluran gas buang.



Gambar 2.4 Siklus Kerja Motor Empat Langkah (4 Tak)

2.2.3 Motor dua langkah (2 tak)

Prinsip kerja motor dua langkah secara umum sama dengan motor empat langkah, perbedaannya terdapat pada jumlah gerakan piston, pada motor dua langkah untuk menghasilkan satu langkah kerja dibutuhkan dua gerakan piston atau satu putaran poros engkol, adapun prinsip kerjanya sebagai berikut :

1. Torak bergerak dari TMA menuju TMB.

Kerja di atas piston

Tekanan hasil pembakaran saat kompresi mendorong piston dari TMA (Titik Mati Atas) menuju TMB (Titik Mati Bawah). Lubang

buang terbuka sehingga gas sisa pembakaran keluar (proses buang). Lubang bilas terbuka sehingga campuran bahan bakar dari ruang bilas akan masuk ke dalam silinder mendorong gas buang (langkah bilas).

Kerja di bawah piston

Gerakan piston dari TMA (Titik Mati Atas) menuju TMB (Titik Mati Bawah) menyebabkan saluran masuk tertutup, sehingga di dalam bak motor terjadi kompresi.

2. Torak bergerak dari TMB menuju TMA.

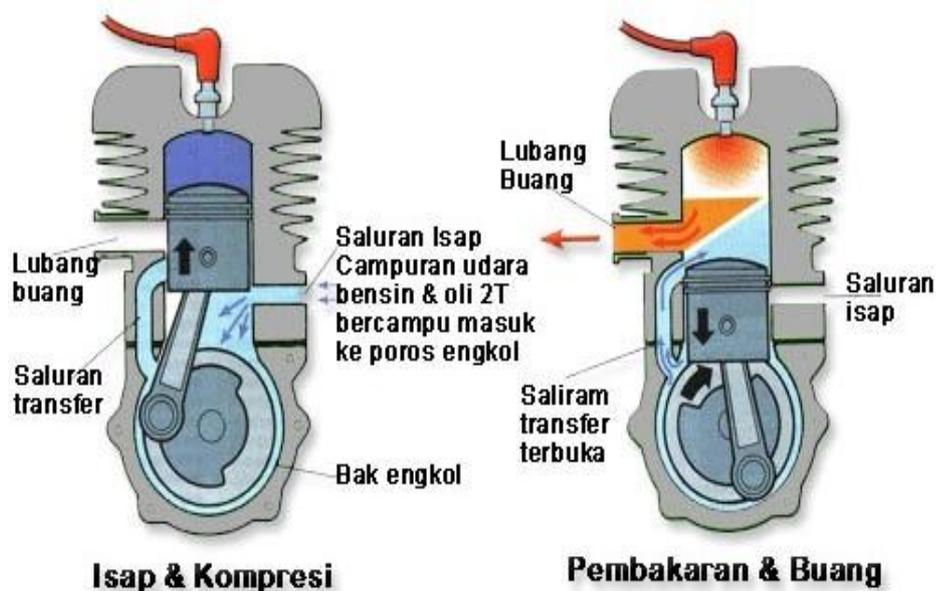
Kerja di atas piston

Saluran bilas dan saluran buang tertutup, campuran bahan bakar dengan udara dalam silinder akan dikompresi (langkah kompresi).

Selanjutnya beberapa derajat sebelum mencapai TMA busi memercikkan api ke dalam campuran bahan bakar dengan udara.

Kerja di bawah piston

Gerakan piston dari TMB (Titik Mati Bawah) menuju TMA (Titik Mati Atas) menyebabkan tekanan dalam karter turun sehingga campuran bahan bakar dengan udara masuk ke dalam karter (langkah hisap).



Gambar 2.5 Siklus Kerja Motor Dua Langkah (2 Tak)

2.3 PRESTASI SEPEDA MOTOR

Secara umum daya berbanding lurus dengan luas piston sedangkan torsi berbanding lurus dengan volume langkah. Parameter tersebut relatif penting digunakan pada mesin yang berkemampuan kerja dengan variasi kecepatan. Daya maksimum didefinisikan sebagai kemampuan maksimum yang bisa dihasilkan oleh suatu mesin. Adapun torsi poros pada kecepatan tertentu mengindikasikan kemampuan untuk memperoleh aliran udara dan juga bahan bakar yang tinggi ke dalam mesin pada kecepatan tersebut. Sementara suatu mesin dioperasikan pada waktu yang cukup lama, maka konsumsi bahan bakar efisiensi mesinnya menjadi suatu hal yang dirasa sangat penting. (Heywood, 1988 : 823).

✓ Daya

Pada motor bakar, daya dihasilkan dari proses pembakaran di dalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indikator. Daya tersebut dikenakan pada torak yang bekerja bolak-balik di dalam silinder mesin. Jadi di dalam silinder mesin terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak.

$$N = T \cdot \omega \quad \dots \text{Pers. 2.1}$$

Dimana :

N = Daya (watt)

T = Torsi (Nm)

$\omega = \frac{2\pi n}{60}$ (rad/s)

60

n = Putaran poros engkol (rpm)

✓ Torsi (T)

Torsi secara umum bisa diartikan sebagai gaya putar. Gaya pada tuas yang berputar dikalikan jarak dari titik pusat putaran disebut torsi.

$$T = F \times r \quad \dots \text{Pers. 2.2}$$

Dimana T = Torsi

F = Gaya

r = 0,5 langkah piston (konstan)

dan :

$$F = P / A \quad \dots \text{Pers. 2.3}$$

Dimana P = Tekanan dalam ruang bakar

A = Luas penampang bahan bakar (*bore*)

P max terjadi pada saat adanya ledakan diruang bakar akibat terbakarnya campuran udara dan bahan bakar oleh busi. Akibatnya terjadi pergerakan piston ke bawah. Dan dengan Bergeraknya piston kebawah, maka terjadi penurunan P. P min terjadi pada saat terbukanya lubang pembuangan, karenanya tekanan jadi hilang.

Jadi kesimpulannya adalah torsi maksimum terjadi pada saat busi menyala, dan torsi minimum terjadi pada saat katup buang terbuka (untuk mesin 4 tak) atau ring piston mulai melewati lubang pembuangan (untuk mesin 2 tak).

✓ **Tekanan efektif rata-rata (P_e)**

Tekanan efektif rata-rata didefinisikan sebagai tekanan efektif dari fluida kerja terhadap torak sepanjang langkahnya untuk menghasilkan kerja persiklus.

$$P_e = \frac{N \cdot 450000}{V_L \cdot z \cdot n \cdot a} \quad (\text{Kg/cm}^2) \quad \dots \text{Pers. 2.4}$$

Dimana :

P_e = Tekanan efektif rata-rata, kg/cm^2

N = Daya motor, HP

n = Putaran poros engkol, rpm

V_L = Volume langkah, cm^3

z = Jumlah silinder

a = Jumlah siklus per putaran

= 1 untuk motor 2 langkah

= $\frac{1}{2}$ untuk motor 4 langkah

✓ Konsumsi bahan bakar (m_f)

Pemakaian bahan bakar dinyatakan dalam kg/h, maka jumlah bahan bakar yang terpakai sebanyak 10cc dalam detik adalah :

$$m_f = \frac{10 \times SG}{t} \times \rho_{bb} \times \frac{3600}{1000} \quad (\text{kg/h}) \quad \dots \text{Pers. 2.5}$$

Dimana :

t = Waktu pemakaian bahan bakar sebanyak 10 cm³

ρ_{bb} = Massa jenis (bensin 0,7329 gr/cm³)

SG = Spesifik Gravity Bensin (0,74)

✓ Bahan bakar spesifik (B_e)

Bahan bakar spesifik merupakan parameter penting untuk sebuah motor yang berhubungan erat dengan efisiensi termal motor. Bahan bakar spesifik didefinisikan sebagai banyaknya bahan bakar yang terpakai per jam untuk menghasilkan setiap kW daya motor.

$$B_e = \frac{m_f}{N_e} \quad (\text{kg/kWh}) \quad \dots \text{Pers. 2.6}$$

Dimana :

B_e = Bahan bakar spesifik

m_f = Pemakaian bahan bakar

N_e = Daya motor, HP

✓ Perbandingan kompresi (P_k)

Hasil bagi volume total dengan volume sisa disebut sebagai perbandingan kompresi

$$P_k = 1 + \frac{V_1}{V_s} \quad \dots \text{Pers. 2.7}$$

Dimana :

V_1 = volume langkah torak

V_s = volume sisa

Jadi, bila suatu motor mempunyai volume total 122,7 cm³ dan volume sisa 13,6 cm³, maka perbandingan kompresinya adalah :

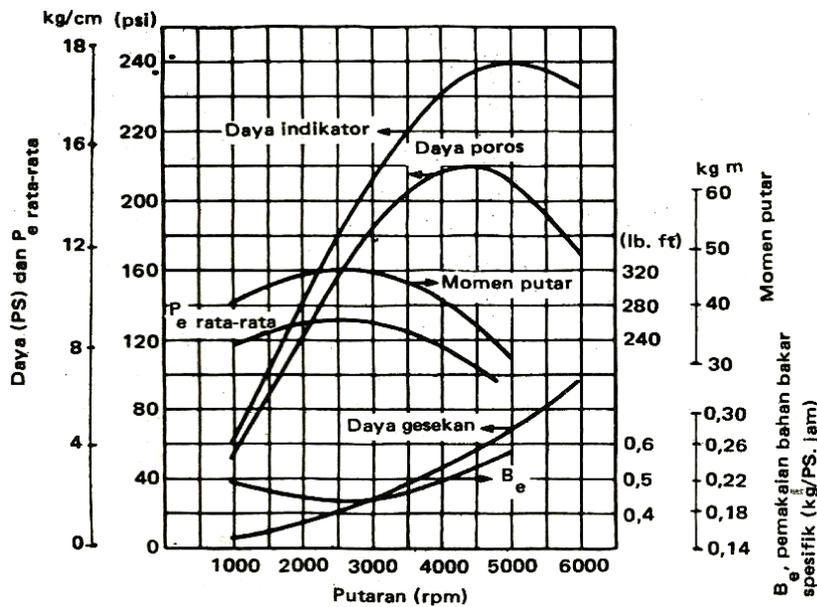
$$P_k = 1 + \frac{109,1}{13,6} = 9,0$$

Hal diatas menunjukkan bahwa selama langkah kompresi, muatan yang ada diatas torak dimampatkan 9,0 kali lipat dari volume terakhirnya. Makin tinggi perbandingan kompresi, maka makin tinggi tekanannya dan temperatur akhir kompresi.

✓ **Efisiensi keseluruhan (η_k)**

Efisiensi keseluruhan menyatakan perbandingan antara daya yang dihasilkan terhadap laju kalor bahan bakar yang diperlukan untuk jangka waktu tertentu.

$$\eta_k = \frac{N_{Poros}}{N_{B.bakar}} \dots \text{Pers. 2.8}$$



Gambar 2.6 Hasil Pengujian Motor Bensin Pada Berbagai-bagai Putaran, Pada Katup Gas Terbuka Penuh

✓ **Efisiensi termal (η_t)**

Perbandingan antara energi yang dihasilkan dan energi yang dimasukkan pada proses pembakaran bahan bakar disebut efisiensi termal dan ditentukan sebagai berikut :

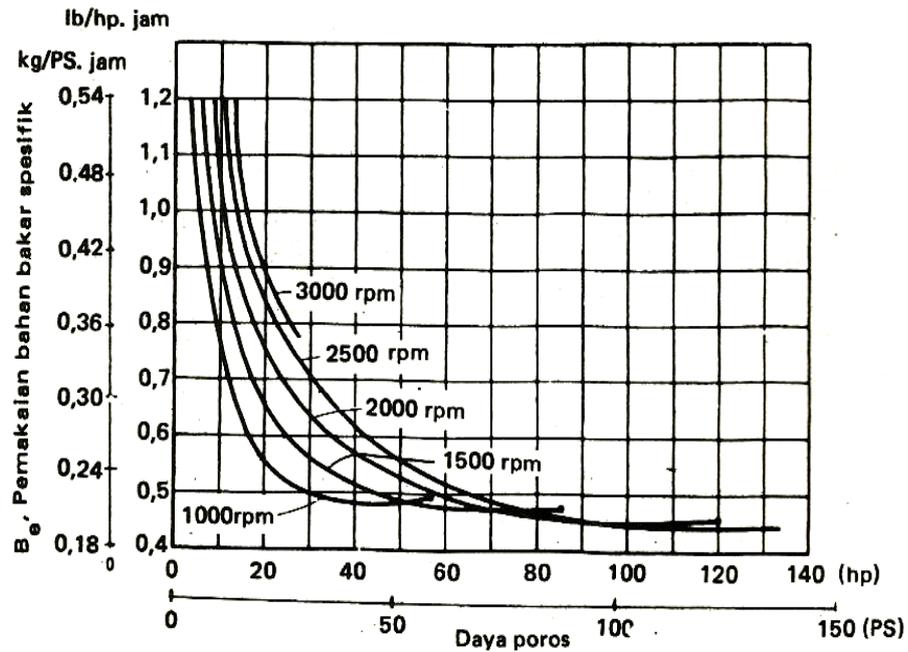
$$\eta_t = 1 - \left(\frac{1}{r} \right)^{k-1} \dots \text{Pers. 2.9}$$

dimana :

η termal : efisiensi termal (%)

r : rasio kompresi

k : nilai kalor spesifik bahan bakar bensin



Gambar 2.7 Hasil Pengujian Motor Bensin Pada Putaran Konstan, Pada Berbagai-bagai Pembukaan Katup Gas

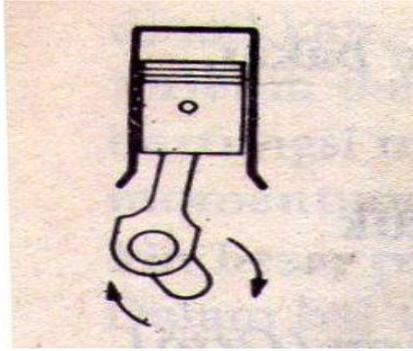
2.4 BAGIAN-BAGIAN SEPEDA MOTOR

2.4.1 Sistem tenaga mesin

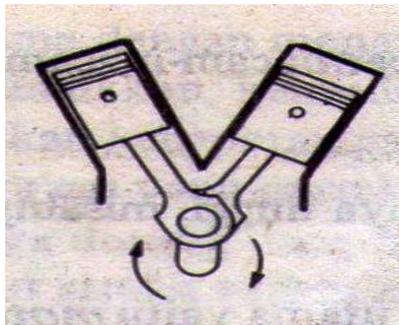
2.4.1.1 Mesin (*engine*)

Ada beberapa macam susunan silinder, yaitu :

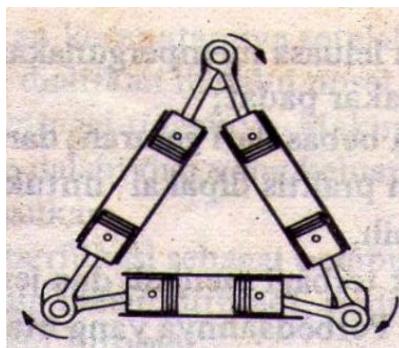
1. Satu baris
2. V
3. Segitiga
4. Horizontal
5. Berhadapan
6. Radial



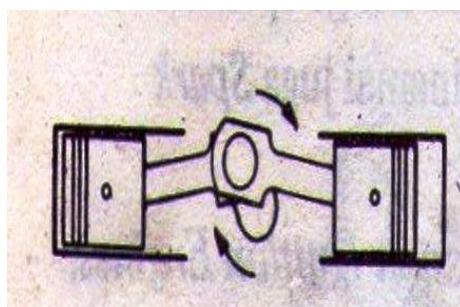
Gambar 2.8 *Susunan Silinder Satu Baris*



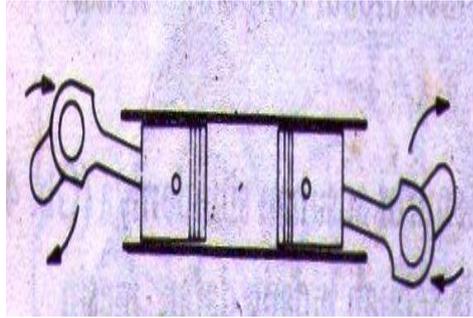
Gambar 2.9 *Susunan Silinder V*



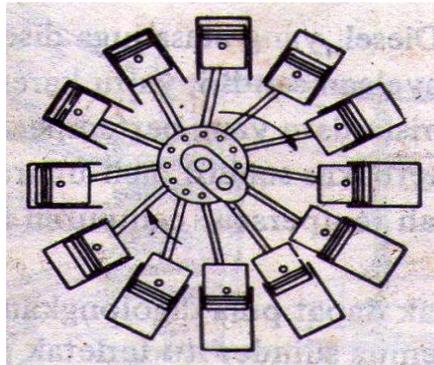
Gambar 2.10 *Susunan Silinder Segitiga*



Gambar 2.11 *Susunan Silinder Horizontal*



Gambar 2.12 *Susunan Silinder Berhadapan*

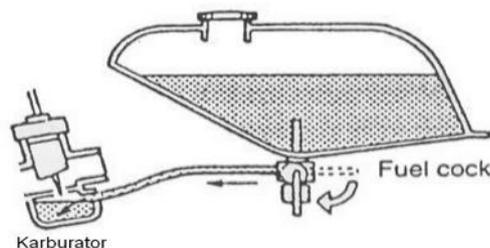


Gambar 2.13 *Susunan Silinder Radial*

2.4.1.2 Sistem bahan bakar

Tangki Bahan Bakar

Tangki merupakan tempat persediaan bahan bakar. Pada sepeda motor yang mesinnya di bawah maka tangki bahan bakar ditempatkan di belakang. Kapasitas tangki dibuat bermacam-macam tergantung dari besar kecilnya mesin. Bahan tangki umumnya dibuat dari plat baja yang pada bagian dalamnya dilapisi dengan logam yang tidak mudah berkarat. Tangki bahan bakar dilengkapi dengan pelampung dan sebuah tahanan geser untuk keperluan alat pengukur jumlah bahan bakar yang ada di dalam tangki.



Gambar 2.14 *Struktur Tangki Bahan Bakar*

Struktur tangki terdiri dari :

- a) *Tank cap* (penutup tangki) : berfungsi sebagai lubang masuknya bensin, pelindung debu dan air, lubang pernafasan udara, dan menjaga agar bensin tidak tumpah jika sepeda motor terbalik.
- b) *Filler tube* : berfungsi menjaga melimpahnya bensin pada saat ada guncangan (jika kondisi panas, bensin akan memuai).
- c) *Fuel cock* (kran bensin) : berfungsi untuk membuka dan menutup aliran bensin dari tangki dan sebagai penyaring kotoran/partikel debu.

Karburator

Karburator dibuat untuk membuat campuran udara dan bahan bakar pada perbandingan campuran yang tepat dan memberikan semprotan campuran ke ruang pembakaran dan dikompresikan oleh gerakan piston ke atas sehingga dimampatkan dan mudah terbakar. Oleh karena itu karburator sebagai penyemprot. Fungsi dari karburator :

1. Mencampur bahan bakar
2. Mengkabutkan bahan bakar dan udara
3. Menakar bahan bakar
4. Merubah fasa bahan bakar
5. Menyalurkan bahan bakar ke ruang bakar

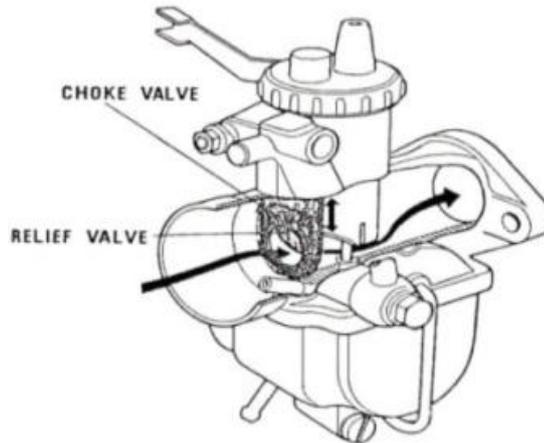
Prinsip Kerja Karburator

1. Karburator menggunakan prinsip semprotan, jika udara dihembuskan ke dalam suatu pipa hembusan, kecepatan udara di pertinggi pada pipa pengeluaran dan oleh karena itu tekanan di sekelilingnya lebih rendah.
2. Dalam ruang karburator, udara dialirkan ke dalam mesin. Hal ini mengakibatkan tekanan negatif dalam pipa pemasukan, jika udara telah melalui venturi yang berbentuk trompet (*main bore*) dalam karburator, kecepatan dan tekanan dalam venturi bertambah. Pada tekanan negatif ini, bensin dialirkan ke luar ke dalam trompet dan bercampur dengan udara sebelum mengalir ke dalam mesin.

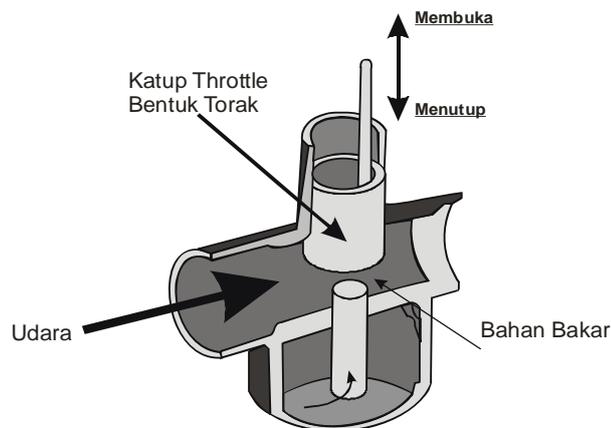
Jenis Karburator

1. Piston *throttle valve* dan *variable venturi*.

Piston *throttle valve* di tempatkan di dalam venturi dan langsung dioperasikan oleh kawat gas, oleh karena itu diameter venturi, dapat dibedakan menurut aliran campuran dalam karburator.



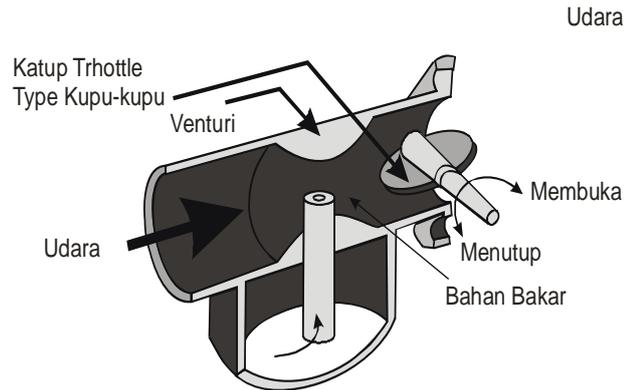
Gambar 2.15 Karburator Jenis Choke Valve



Gambar 2.16 Karburator Jenis Piston

2. *Butterfly throttle valve* dan *invariabel venturi*.

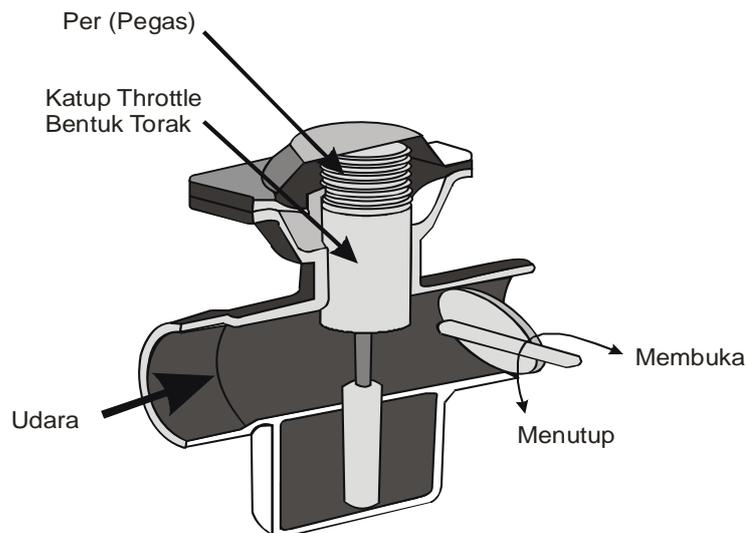
Throttle langsung dioperasikan oleh kabel gas dan venturi dengan posisi tetap.



Gambar 2.17 Karburator Jenis Butterfly

3. *Butterfly throttle valve* dan *variable venturi*.

Throttle valve dan *piston valve* di dalam venturi. Piston secara otomatis bergerak ke atas dan ke bawah oleh tekanan negatif yang bervariasi. Campuran mengalir diatur oleh *butterfly*, dan piston valve (*automatic variable venturi*).



Gambar 2.18 Karburator Jenis Butterfly dan Piston

Bagian dan Fungsi Komponen Pada Karburator

1. Katup gas (*throttle valve*)

Mengatur jumlah campuran bensin dengan udara yang akan dimasukkan ke dalam ruang bakar. Bentuk lekuk pada bagian bawah katup gas (*cut away*). Pada permukaan katup gas bagian bawah (yang mengarah lubang pemasukan udara) saat posisi menutup akan

berfungsi sebagai "choke" (penutup saluran udara). Akan tetapi pada bagian permukaan tersebut terdapat coakan yang akan berfungsi sebagai daerah venturi pada saat 1/8-1/4 pembukaan katup.

2. Jarum penyiram (*jet needle*)

Mengatur jumlah campuran bensin dengan udara mengalir melalui saluran penyiraman (*spuyer*) pada saat 1/4-3/4 pembukaan katup.

3. Penyiram stationer (*slow jet*)

Mengatur jumlah bensin yang digunakan pada waktu putaran stationer.

4. Penyiram utama (*main jet*)

Mengatur jumlah bensin yang akan digunakan pada waktu putaran tinggi.

5. Ruang pelampung (*float chamber*)

Tempat menampung sementara bensin yang akan dialirkan ke ruang bakar.

6. Pelampung (*float*)

Untuk mempertahankan tinggi permukaan bensin di dalam ruang pelampung agar selalu tetap dan tepat.

7. Sekrup penyetelan udara (*air screw*)

Mengatur jumlah udara yang akan bercampur dengan bensin.

8. Sekrup penyetelan gas (*stop screw*)

Mengatur posisi pembakaran katup pada kedudukan terendah untuk menentukan putaran stationer.

9. Cuk (*choke*)

Untuk menutup saluran udara agar terjadi pencampuran kaya dengan sementara apabila menghidupkan mesin pada waktu mesin dan cuaca dalam keadaan dingin.

10. Penyiraman udara (*air jet*)

Mengontrol jumlah udara yang menuju *main jet* dan *slow jet* agar terjadi pencampuran kaya pada kecepatan tinggi dan pencampuran miskin pada kecepatan rendah.

Injeksi

Injeksi bahan bakar adalah sebuah teknologi digunakan dalam mesin pembakaran dalam untuk mencampur bahan bakar dengan udara sebelum dibakar. Penggunaan injeksi bahan bakar akan meningkatkan tenaga mesin bila dibandingkan dengan penggunaan karburator. Dan injeksi bahan bakar juga dapat mengontrol pencampuran bahan bakar dan udara yang lebih tepat, baik dalam proporsi dan keseragaman.

Injeksi bahan bakar dapat berupa mekanikal, elektronik atau campuran dari keduanya. Sistem awal berupa mekanikal, namun sekitar 1980 mulai banyak menggunakan sistem elektronik. Sistem elektronik modern menggunakan banyak sensor untuk memonitor kondisi mesin, dan sebuah unit kontrol elektronik (electronic control unit, ECU) untuk menghitung jumlah bahan bakar yang diperlukan. Oleh karena itu injeksi bahan bakar dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar dan mengurangi polusi, dan juga memberikan tenaga keluaran yang lebih.

Operasional Mesin

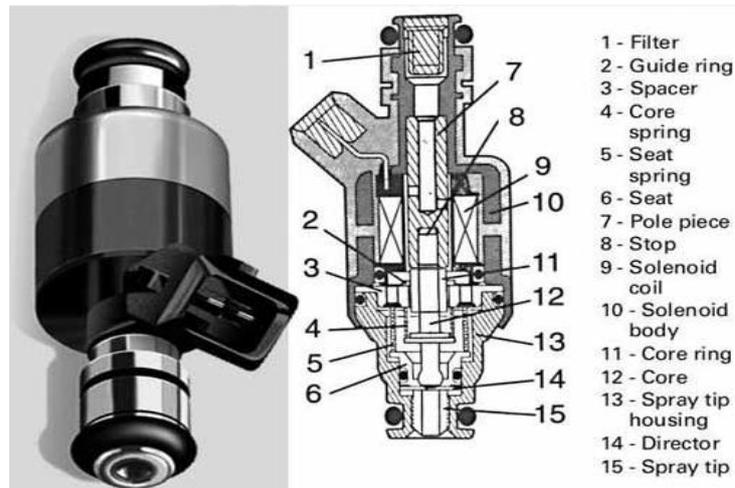
Keuntungan yang didapat pengemudi dari adanya mesin berteknologi injeksi adalah kendaraan menjadi lebih halus dan lebih respon mesin yang lebih bisa diandalkan karena adanya transisi throttle yang cepat, menyalakan mobil lebih mudah, lebih tahan terhadap suhu ekstrim, meningkatkan interval perawatan kendaraan, dan meningkatkan efisiensi. Lebih jauh, mesin dengan injeksi tidak perlu dipanaskan terlebih dahulu seperti pada mesin karburator.

Rasio antara bensin dengan udara di dalam mesin pasti akurat karena semuanya dikontrol untuk mendapatkan performa mesin terbaik, emisi, dan efisiensi. Banyak sistem injeksi bahan bakar modern yang sangat akurat, mereka menggunakan PID controller (kontrol yang didasarkan pada signal balik dari sensor oksigen), sebuah sensor mass airflow (MAF) atau manifold absolute pressure (MAP), sebuah sensor posisi throttle, dan minimal satu sensor di crankshaft atau camshaft untuk memonitor putaran mesin.

Deskripsi

Bagian utama dari sebuah sistem injeksi elektronik (EFI) adalah Unit Kontrol Mesin (*Engine Control Unit/ECU*), yang akan memonitor kegiatan mesin melalui berbagai sensor. Sensor-sensor ini akan dipergunakan oleh ECU untuk menghitung jumlah bahan bakar yang diinjeksikan dan mengontrol mesin dengan cara memanipulasi jumlah bahan bakar dan udara yang masuk. Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan tergantung dari beberapa faktor seperti suhu mesin, kecepatan rotasi mesin, dan komposisi gas buang.

Injektor bahan bakar ini biasanya tertutup, dan terbuka untuk menginjeksikan bahan bakar ketika ada listrik yang mengalir di gulungan solenoid.

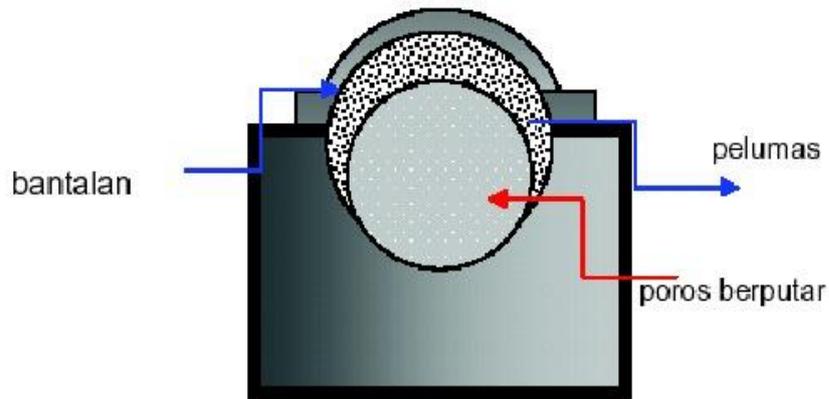


Gambar 2.19 Animasi Dari Penampang Melintang Sebuah Injektor Bahan Bakar

2.4.1.3 Sistem pelumasan

Semua elemen mesin yang terbuat dari logam yang bergerak relatif antara satu dengan lainnya akan mengalami hambatan yang besar karena gesekan permukaan. Karena hal tersebut, fungsi pelumas menjadi sangat penting. Pada gambar diperlihatkan pelumasan poros dengan bantalannya. Komponen-komponen mesin akan terselimuti oleh lapisan pelumas sehingga antara bagian satu dan lainnya seperti tidak bersentuhan. Secara garis besar fungsi pelumasan adalah sebagai berikut:

1. Mengurangi gesekan yang timbul antar komponen mesin sehingga pergerakan komponen mesin menjadi lebih ringan.
2. Menyerap panas yang timbul karena pergesekan antara komponen-komponen mesin.
3. Khusus pada pelumasan di silinder akan memperbaiki kerapatan antara torak dan silinder.
4. Mencegah abrasi dan korosi komponen-komponen mesin.
5. Sebagai pembersih komponen mesin.

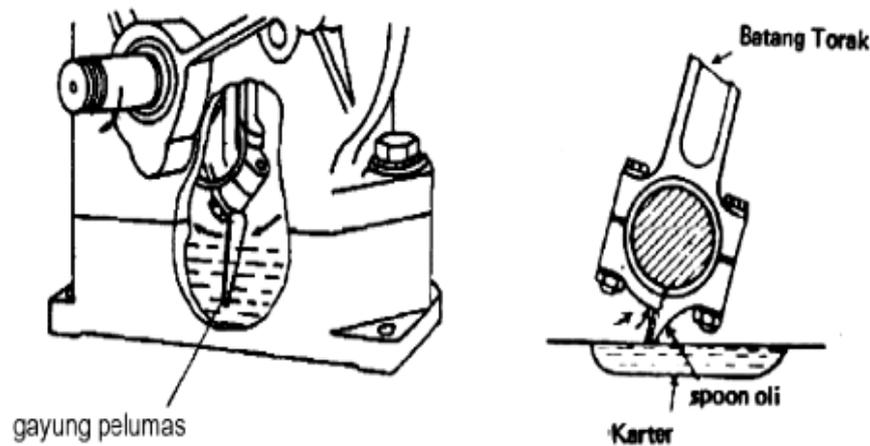


Gambar 2.20 Pelumasan Pada Bantalan

Bagian-bagian yang bergerak dalam mesin dilumasi dengan empat macam cara yaitu dengan cara percikan (*splash*), tekanan (*force feed*), gabungan dari percikan serta tekanan, yang terakhir adalah pelumasan campuran bahan bakar dengan pelumas (*patrol lubrication*).

1. Sistem percikan

Minyak pelumas akan terbawa oleh batang spoon pada saat piston bergerak ke bawah kemudian pelumas dipercikan oleh ujung bagian bawah *connecting rod* ke dinding silinder dan *bearing*. Kendalanya ialah minyak pelumas sangat sulit melalui celah-celah sempit. Oleh karenanya sistem ini sekarang jarang digunakan.



Gambar 2.21 Pelumasan Sistem Percik

2. Sistem penyaluran paksa

Mesin yang kompleks terutama pada multi silinder mempunyai banyak bagian-bagian yang sempit dan jauh dari jangkauan tangki pelumas. Untuk mensirkulasikan minyak pelumas, pelumas dipompa sehingga mempunyai energi yang cukup untuk sampai ke bagian-bagian yang harus dilumasi dengan tekanan tertentu. Minyak pelumas terkumpul dalam karter lalu dihisap oleh pompa minyak melalui saringan minyak. Dari sini minyak disalurkan ke bagian-bagian mesin melalui lubang-lubang minyak yang terdapat pada blok silinder, poros engkol dan sebagainya. Sesudah minyak melakukan pelumasan pada bagian-bagian mesin, minyak kembali lagi ke karter.

3. Sistem kombinasi percikan dan tekanan

Dalam sistem ini dipergunakan kedua sistem, sistem percikan dan tekanan.

4. Sistem campuran bahan bakar pelumas.

Sistem ini dipakai pada motor dua langkah (2 tak). Pelumas dan bahan bakar dengan komposisi campuran kurang lebih 1:30 sampai 1:50 akan berfungsi sebagai pelumas dan sekaligus perapatan antara silinder dan piston pada waktu mesin bekerja. Kerugiannya adalah pelumas ikut terbakar sehingga metode ini sangat boros pelumas.

2.4.1.4 Sistem pembuangan

Kegunaan sistem pembuangan (*exhaust system*) ialah mengeluarkan gas-gas bekas yang dikumpulkan dari ruang bakar. Sistem pembuangan ini terdiri dari *exhaust manifold*, *exhaust pipe* (pipa buang), dan *muffler* (peredam suara). Fungsi *exhaust manifold* (saluran buang) ialah mengumpulkan gas-gas buang dari ruang bakar ke satu tempat dan disalurkan melalui pipa buang (*exhaust pipe*). *Exhaust manifold* ini dipasangkan pada tiap *exhaust port* yang terdapat pada setiap silinder. Gas buang yang keluar dari motor masih mempunyai tekanan sebesar 3-5 kg/cm² dan suhunya kira-kira 600-800 °C, masih pula terkandung panas sebesar 35-39% dan gas hasil pembakaran. Bila pada tekanan dan suhu yang tinggi langsung dibuang ke atmosfer, maka ekspansi yang mendadak dari gas tersebut akan menimbulkan ledakan yang keras. Untuk mencegah hal ini maka gas buang disalurkan melalui *muffler* agar tekanan dan suhunya turun sehingga ledakan keras tadi tidak akan terjadi.

Emisi dan Gas Buang

Emisi dan gas buang pada kendaraan bermotor merupakan salah satu faktor penyebab tercemarnya lingkungan hidup. Maka dari itu pemerintah menetapkan peraturan tentang emisi dan gas buang sebagai berikut :

BAB II DASAR TEORI

Lampiran I : Peraturan Menteri Negara
Lingkungan Hidup
Nomor : 05 Tahun 2006
Tentang : Ambang Batas Emisi Gas Buang
Kendaraan Bermotor Lama
Tanggal : 1 Agustus 2006

A. KENDARAAN BERMOTOR KATEGORI L

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode uji
		CO (%)	HC (ppm)	
Sepeda motor 2 langkah	< 2010	4.5	12000	Idle
Sepeda motor 4 langkah	< 2010	5.5	2400	Idle
Sepeda motor (2 langkah dan 4 langkah)	≥ 2010	4.5	2000	Idle

B. KENDARAAN BERMOTOR KATEGORI M, N DAN O

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter			Metoda uji
		CO (%)	HC (ppm)	Opasitas (% HSU) *	
Berpenggerak motor bakar cetus api (bensin)	< 2007 ≥ 2007	4.5 1.5	1200 200		Idle
Berpenggerak motor bakar penyalaaan kompresi (diesel)					Pencapaian Bebas
- GW ≤ 3.5 ton	< 2010 ≥ 2010			70 40	
- GW > 3.5 ton	< 2010 ≥ 2010			70 50	

Catatan :

Untuk kendaraan bermotor berpenggerak
motor bakar cetus api kategori M, N dan O
- < 2007 : berlaku sampai dengan 31 Desember 2006
- ≥ 2007 : berlaku mulai tanggal 1 Januari 2007

Untuk kendaraan bermotor kategori L
dan kendaraan bermotor berpenggerak motor
bakar penyalaaan kompresi
- < 2010 : berlaku sampai dengan 31 Desember 2009
- ≥ 2010 : berlaku mulai tanggal 1 Januari 2010
* atau ekuivalen % bosch

Menteri Negara
Lingkungan Hidup,
ttd

Ir. Rachmat Witoelar

Salinan sesuai dengan aslinya



Gambar 2.22 Peraturan Pemerintah Tentang Emisi dan Gas Buang

Standar EURO

Standarisasi Euro berawal saat Uni Eropa beserta negara-negara anggota mereka menentukan batas-batas emisi gas buang dari knalpot setiap kendaraan. Ketentuan itu berlaku bagi kendaraan baru dan bekas.

BAB II DASAR TEORI

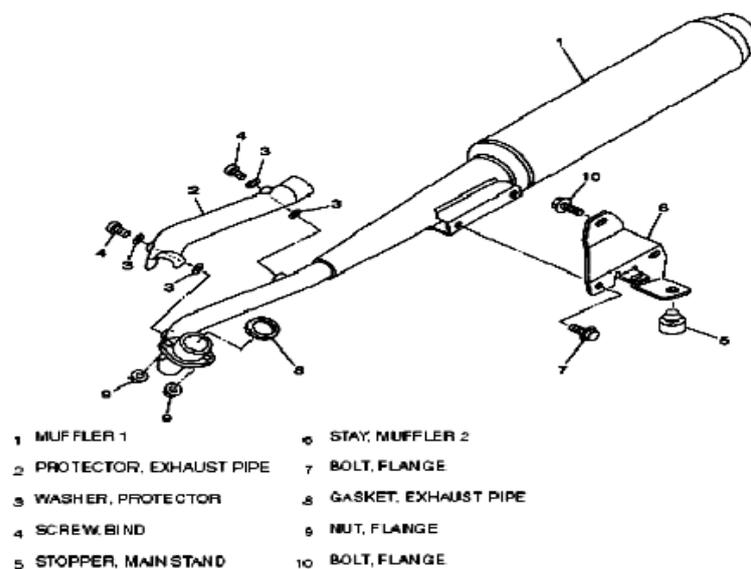
Komponen emisi yang diperiksa adalah kadar nitrogen oksida (Nox), hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), dan *particulate matter* (PM) yang diatur untuk kebanyakan jenis kendaraan.

European emission standards for passenger cars (Category M'), g/km								
Tier	Date	CO	THC	NMHC	NO _x	HC+NO _x	PM	P****
Diesel								
Euro 1†	July 1992	2.72 (3.16)	-	-	-	0.97 (1.13)	0.14 (0.18)	-
Euro 2	January 1996	1.0	-	-	-	0.7	0.08	-
Euro 3	January 2000	0.64	-	-	0.50	0.56	0.05	-
Euro 4	January 2005	0.50	-	-	0.25	0.30	0.025	-
Euro 5	September 2009	0.500	-	-	0.180	0.230	0.005	-
Euro 6 (future)	September 2014	0.500	-	-	0.080	0.170	0.005	-
Petrol (Gasoline)								
Euro 1†	July 1992	2.72 (3.16)	-	-	-	0.97 (1.13)	-	-
Euro 2	January 1996	2.2	-	-	-	0.5	-	-
Euro 3	January 2000	2.3	0.20	-	0.15	-	-	-
Euro 4	January 2005	1.0	0.10	-	0.08	-	-	-
Euro 5	September 2009	1.000	0.100	0.068	0.060	-	0.005**	-
Euro 6 (future)	September 2014	1.000	0.100	0.068	0.060	-	0.005**	-

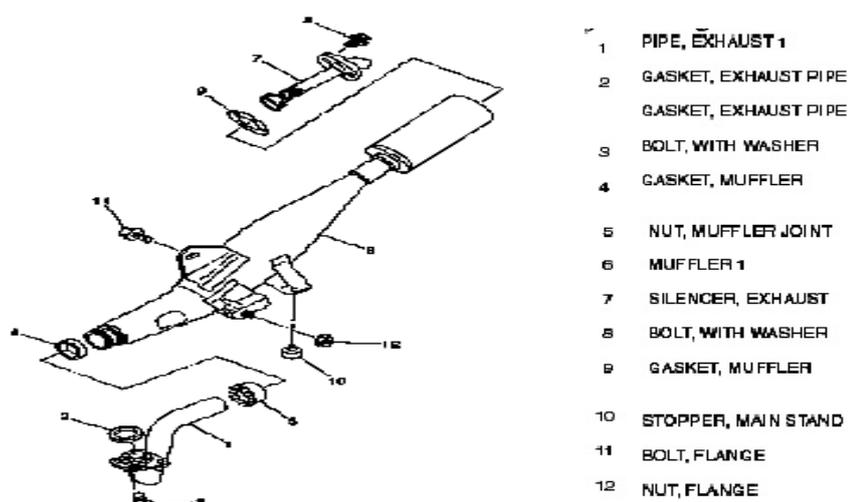
* Before Euro 5, passenger vehicles > 2500 kg were type approved as light commercial vehicles N₁-I
** Applies only to vehicles with direct injection engines
*** A number standard is to be defined as soon as possible and at the latest upon entry into force of Euro 6
† Values in brackets are conformity of production (COP) limits

Gambar 2.23 Standar Euro

Sementara sampai saat ini di Indonesia baru menerapkan standar sebatas pada grade ke-2 atau Euro 2. Dan menurut sumber berwenang, baru 2013 tahun depan Indonesia bakal beranjak dari standar emisi Euro 2 menuju standar emisi Euro 3.



Gambar 2.24 *Knalpot Sepeda Motor 4 Tak*



Gambar 2.25 *Knalpot Sepeda Motor 2 Tak*

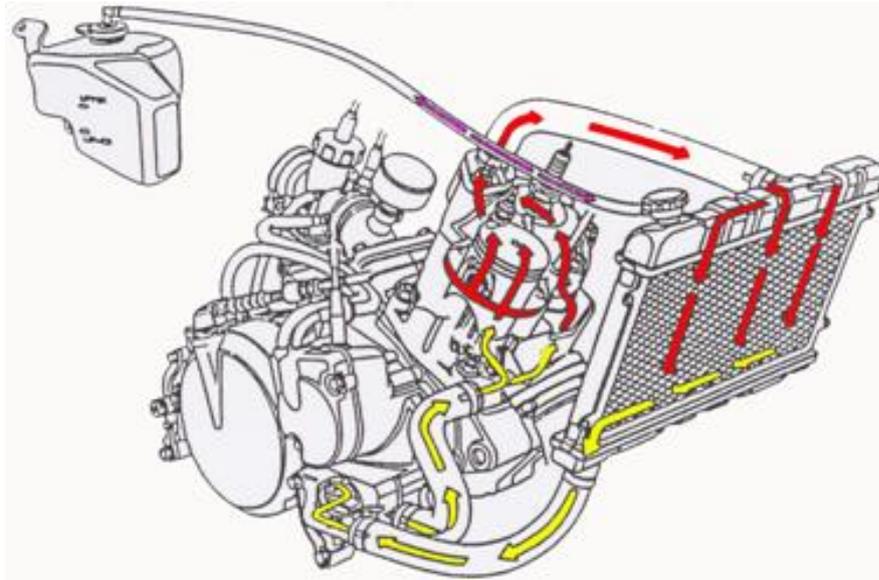
2.4.1.5 Sistem pendinginan

Gas hasil pembakaran di dalam silinder sangat panas. Karena itu terjadi berulang-ulang, maka dinding silinder, kepala silinder, torak, dan beberapa bagian yang lain menjadi panas. Sebagian dari minyak pelumas, terutama yang membasahi dinding silinder, akan menguap dan akhirnya terbakar bersama-sama bahan bakar. Karena itu bagian tersebut perlu mendapatkan pendinginan yang cukup agar temperaturnya tetap berada dalam batas yang diperlukan, yaitu sesuai dengan kekuatan material dan kondisi operasi yang baik.

Berdasarkan fluida pendinginnya motor bakar dapat dibedakan antara lain :

1. Motor bakar dengan pendinginan air

Beberapa sepeda motor menggunakan bahan pendingin air. Jumlah sepeda motor yang menggunakan sistem pendingin air sangat sedikit karena dirasa kurang praktis dan tidak begitu sesuai.

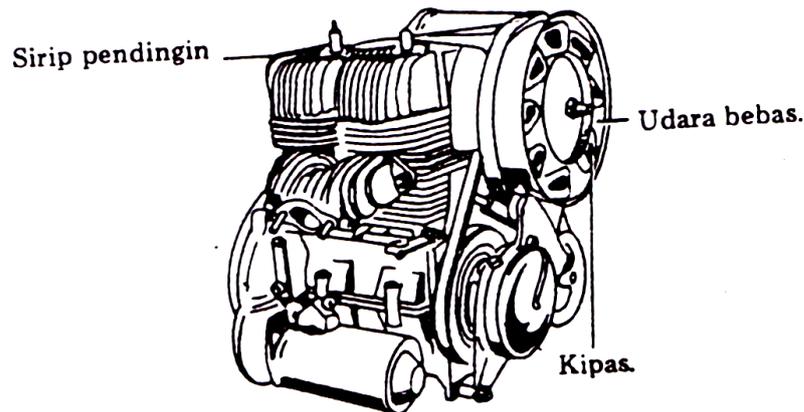


Gambar 2.26 Sistem Pendinginan Air

2. Motor bakar dengan pendinginan udara.

Untuk menambah efektifitas pendingin maka pada sistem pendingin udara blok silinder mesinnya dibuat bersirip. Dengan dibuat bersirip maka luas bidang permukaan yang didinginkan oleh udara bertambah sehingga pendinginan bertambah cepat. Dibandingkan dengan sistem pendingin air, sistem pendinginan udara mempunyai beberapa kelebihan antara lain :

- Tidak perlu menyediakan bahan pendingin secara khusus
- Konstruksi blok silinder sederhana
- Komponen sistem pendinginan sedikit
- Tidak pernah kehabisan pendingin
- Perawatan lebih mudah dan murah.



Gambar 2.27 Sistem Pendinginan Udara

2.4.1.6 Sistem pengapian

Sistem pengapian pada motor bensin berfungsi mengatur proses pembakaran campuran bensin dan udara di dalam silinder sesuai waktu yang sudah ditentukan yaitu pada akhir langkah kompresi. Pembakaran campuran bensin-udara yang dikompresikan terjadi di dalam silinder setelah busi memercikkan bunga api, sehingga diperoleh tenaga akibat pemuaian gas hasil pembakaran, mendorong piston ke TMB menjadi langkah usaha. Agar busi dapat memercikkan bunga api, maka diperlukan suatu sistem yang bekerja secara akurat. Sistem pengapian terdiri dari berbagai komponen, yang bekerja bersama-sama dalam waktu yang sangat cepat dan singkat.

Pengapian Baterai

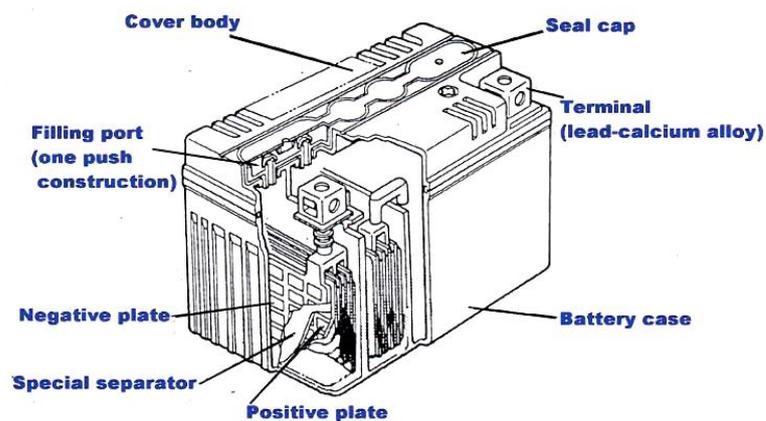
Selain dari sumber tegangan langsung di atas terdapat juga sumber tegangan alternatif dari sistem kelistrikan utama. Sistem ini biasanya terdapat pada mesin yang mempunyai sistem kelistrikan dimana baterai sebagai sumber tegangan sehingga mesin tidak dapat dihidupkan tanpa baterai. Hampir semua baterai menyediakan arus listrik tegangan rendah (12 V) untuk sistem pengapian. Dengan sumber tegangan baterai akan terhindar kemungkinan terjadi masalah dalam menghidupkan mesin, selama baterai, rangkaian dan komponen sistem pengapian lainnya dalam kondisi baik. Arus listrik DC (*Direct Current*) dihasilkan dari baterai (*accumulator*). Pada umumnya baterai yang digunakan pada sepeda

BAB II DASAR TEORI

motor ada dua jenis sesuai dengan kapasitasnya yaitu baterai 6 volt dan baterai 12 volt. Di dalam baterai terdapat sel-sel yang jumlahnya tergantung pada kapasitas baterai itu sendiri, untuk baterai 6 volt mempunyai tiga buah sel sedangkan baterai 12 volt mempunyai enam buah sel yang berhubungan secara seri dan untuk setiap sel baterai menghasilkan tegangan kurang lebih sebesar 2,1 volt. Sementara untuk setiap sel terdiri dari dua buah pelat yaitu pelat positif dan pelat negatif yang terbuat dari timbal atau timah hitam (Pb). Pelat-pelat tersebut disusun bersebelahan dan diantara pelat dipasang pemisah (*separator*) sejenis bahan non konduktor.



Gambar 2.28 *Konstruksi Baterai*



Gambar 2.29 *Konstruksi Baterai Kering*

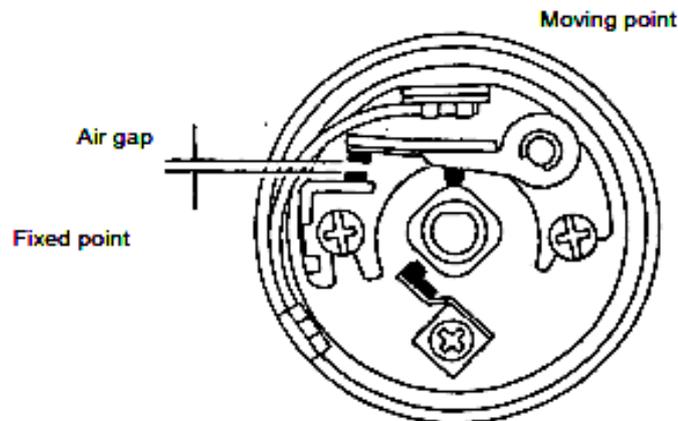
Koil (Coil)

Koil adalah suatu alat yang berfungsi menaikkan tegangan listrik yang diberikan kepada busi untuk membakar campuran bahan bakar dan udara pada akhir pemampatan. Cara kerja koil adalah arus listrik mengalir melalui kumparan primer sehingga terbentuklah medan magnet pada sekeliling inti koil.

Distributor

a. Kontak Platina

Fungsi dari platina adalah sebagai pemutus arus / sakelar yang selanjutnya arus diteruskan kepada koil. Cara kerjanya adalah platina dapat terbuka oleh advancer dan akan menutup kembali oleh pelat per pengembali. Platina akan menempel dan menyambungkan arus pada saat posisi piston berada di titik mati atas.

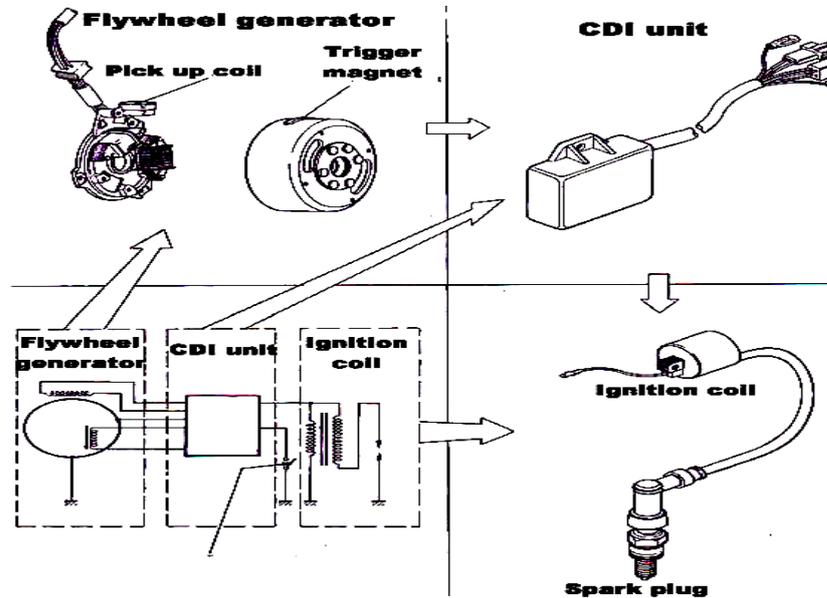


Gambar 2.30 Platina

b. Sistem CDI (*Capasitor Discharge Ignition*)

Salah satu sistem penyalan adalah sistem CDI (*Capasitor Discharge Ignition*). Pada gambar memperlihatkan magnet CDI, unit pengontrol penyalan CDI, koil dan busi. Magnet CDI prinsip kerjanya sama dengan magnet roda penerus. Bila magnet berputar bersama-sama dengan roda penerus yang merupakan satu kesatuan, arus diinduksikan dalam koil yang stationer dan kemudian mengisi kapasitor. Kemudian listrik yang dikumpulkan

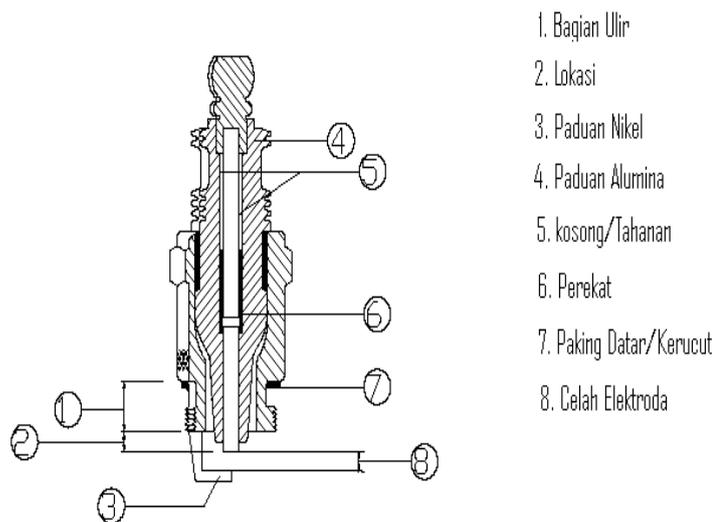
dalam kapasitor disalurkan pada suatu saat melalui SCR dalam lilitan primer dari koil. Arus ini membangkitkan tegangan yang lebih tinggi dalam lilitan sekunder, yang menyebabkan terjadinya loncatan bunga api pada busi.



Gambar 2.31 *Komponen-komponen CDI Berikut Rangkaiannya*

c. Busi (*Spark Plug*)

Busi adalah komponen akhir dari sistem pengapian pada motor bensin yang berfungsi sebagai alat penyalur listrik bertegangan tinggi sekitar 10.000 Volt ke dalam ruang bakar dan mengubahnya menjadi bunga api untuk membakar campuran gas yang telah dimampatkan di dalam ruang bakar. Tegangan tinggi masuk ke busi melalui elektroda tegangan yang mempunyai isolasi, kemudian melintasi celah busi. Pembakaran akan dimulai pada saat bunga api melintasi celah busi. Bunga api menyalakan campuran yang berada disekitarnya kemudian menyebar ke seluruh arah dalam ruang bakar. Pembakaran terjadi serentak, tapi bergerak secara progresif melintasi campuran yang belum terbakar, dan di mulai di tempat yang paling panas yaitu di dekat busi.



Gambar 2.32 *Konstruksi Busi*

2.4.2 Sistem transmisi penggerak

Sepeda motor dituntut bisa dioperasikan atau dijalankan pada berbagai kondisi jalan. Namun demikian, mesin yang berfungsi sebagai penggerak utama pada sepeda motor tidak bisa melakukan dengan baik apa yang menjadi kebutuhan atau tuntutan kondisi jalan tersebut. Misalnya, pada saat jalanan mendaki, sepeda motor membutuhkan momen puntir (torsi) yang besar namun kecepatan atau laju sepeda motor yang dibutuhkan rendah. Pada saat ini walaupun putaran mesin tinggi karena katup *throttle* atau katup gas dibuka penuh namun putaran mesin tersebut harus dirubah menjadi kecepatan atau laju sepeda motor yang rendah. Sedangkan pada saat sepeda motor berjalan pada jalan yang rata, kecepatan diperlukan tapi tidak diperlukan torsi yang besar. Berdasarkan penjelasan di atas, sepeda motor harus dilengkapi dengan suatu sistem yang mampu menjembatani antara output mesin (daya dan torsi mesin) dengan tuntutan kondisi jalan. Sistem ini dinamakan dengan sistem transmisi penggerak.

2.4.2.1 Mekanisme kopling

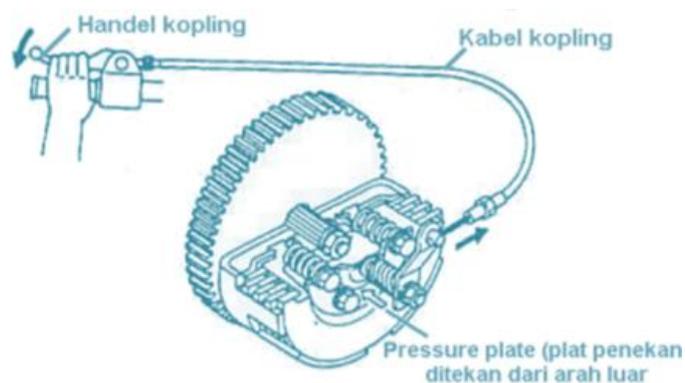
Kopling berfungsi meneruskan dan memutuskan putaran dari poros engkol ke transmisi (*perseneling*) ketika mulai atau pada saat mesin akan

berhenti atau memindahkan gigi. Umumnya kopling yang digunakan pada sepeda motor adalah kopling tipe basah dengan plat ganda, artinya kopling dan komponen kopling lainnya terendam dalam minyak pelumas dan terdiri atas beberapa plat kopling. Tipe kopling yang digunakan pada sepeda motor menurut cara kerjanya ada dua jenis yaitu kopling mekanis dan kopling otomatis.

Kopling Mekanis (*Manual Clutch*)

Kopling mekanis adalah kopling yang cara kerjanya diatur oleh *handel kopling*, dimana pembebasan dilakukan dengan cara menarik handel kopling pada batang kemudi.

Rumah kopling (*clutch housing*) ditempatkan pada poros utama (*main shaft*) yaitu poros yang menggerakkan semua roda gigi transmisi. Tetapi rumah kopling ini bebas terhadap poros utama, artinya bila rumah kopling berputar poros utama tidak ikut berputar. Pada bagian luar rumah kopling terdapat roda gigi (*driven gear*) yang berhubungan dengan roda gigi pada poros engkol sehingga bila poros engkol berputar maka rumah kopling juga ikut berputar. Agar putaran rumah kopling dapat sampai pada poros utama maka pada poros utama dipasang hub kopling (*clutch sleeve hub*). Untuk menyatukan rumah kopling dengan hub kopling digunakan dua tipe plat, yaitu plat tekan (*clutch driven plate/plain plate*) dan plat gesek (*clutch drive plate/friction plate*). Plat gesek dapat bebas bergerak terhadap hub kopling, tetapi tidak bebas terhadap rumah kopling. Sedangkan plat tekan dapat bebas bergerak terhadap rumah kopling, tetapi tidak bebas pada hub kopling.



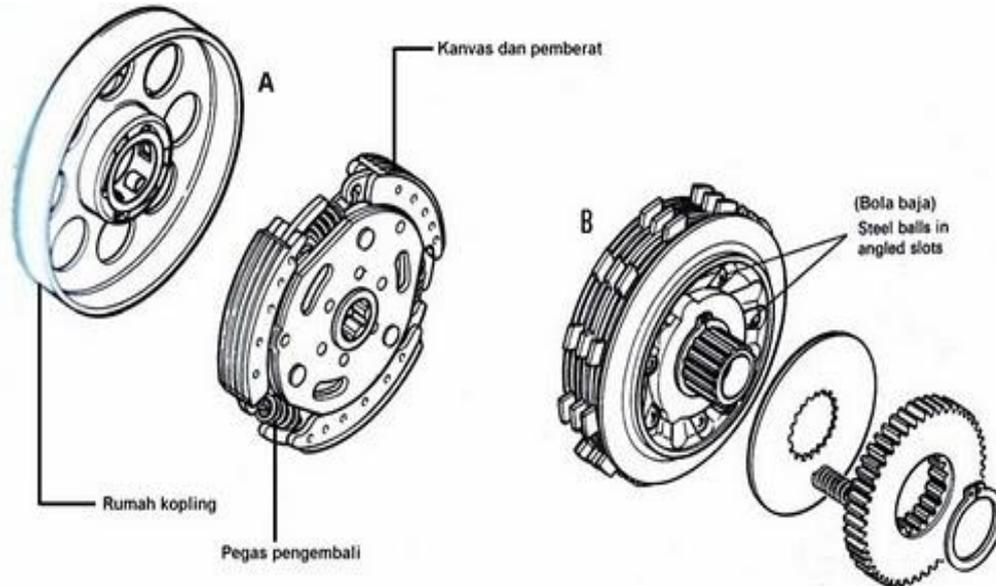
Gambar 2.33 *Kopling mekanis*

Kopling Otomatis (*Automatic Clutch*)

Kopling otomatis adalah kopling yang cara kerjanya diatur oleh tinggi atau rendahnya putaran mesin itu sendiri, dimana pembebasan dilakukan secara otomatis pada saat putaran rendah. Kedudukan kopling berada pada poros engkol dan ada juga yang berkedudukan pada as primer *persnelling*/poros utama transmisi (*main/input shaft transmisi*) seperti halnya kopling mekanis. Mekanisme atau peralatan kopling otomatis tidak berbeda dengan peralatan yang terdapat pada kopling mekanis, hanya tidak ada perlengkapan handel sebagai gantinya terdapat alat khusus yang bekerja secara otomatis pula seperti :

- Otomatis kopling : terdapat pada kopling tengah (untuk kopling yang berkedudukan pada *crankshaft*)
- Bola baja keseimbangan gaya berat (*roller weight*) : berguna untuk menekan plat dasar waktu digas
- Pegas kopling yang lemah : berguna untuk menetralkan kopling waktu mesin hidup
- Pegas pengembali (*return spring*) : berguna untuk mengembalikan cepat dari posisi masuk ke netral bila mesin hidup dari putaran tinggi menjadi rendah.

Kopling otomatis terdiri atas dua unit kopling yaitu kopling pertama dan kopling kedua. Kopling pertama ditempatkan pada poros engkol. Komponennya terdiri atas pasangan sepatu (kanvas) kopling, pemberat sentripugal, pegas pengembali dan rumah kopling. Sedangkan kopling kedua ditempatkan bersama *primary driven gear* pada poros center (*counter shaft*) 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*).



Gambar 2.34 *Konstruksi kopling otomatis tipe sentrifugal*

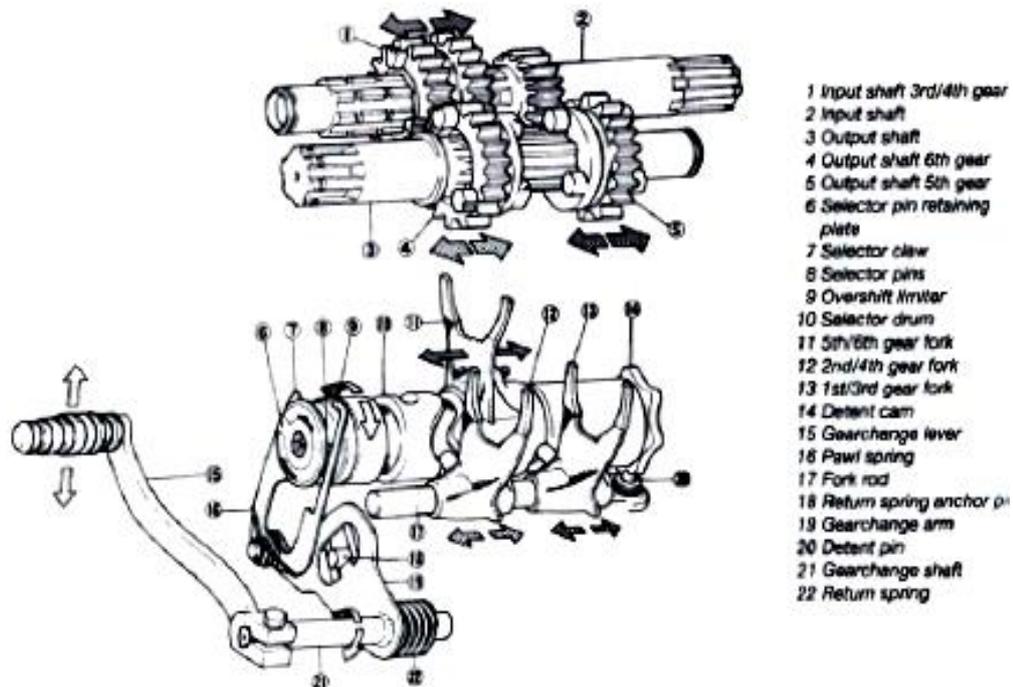
2.4.2.2 Mekanisme transmisi (*gear box*)

Prinsip dasar transmisi adalah bagaimana bisa digunakan untuk merubah kecepatan putaran suatu poros menjadi kecepatan yang diinginkan untuk tujuan tertentu. Gigi transmisi berfungsi untuk mengatur tingkat kecepatan dan momen (daya putaran) mesin sesuai dengan kondisi yang dialami sepeda motor. Transmisi pada sepeda motor terbagi menjadi dua, yaitu :

1. Transmisi manual
2. Transmisi otomatis.

❖ Transmisi Manual

Cara kerja transmisi manual adalah sebagai berikut :



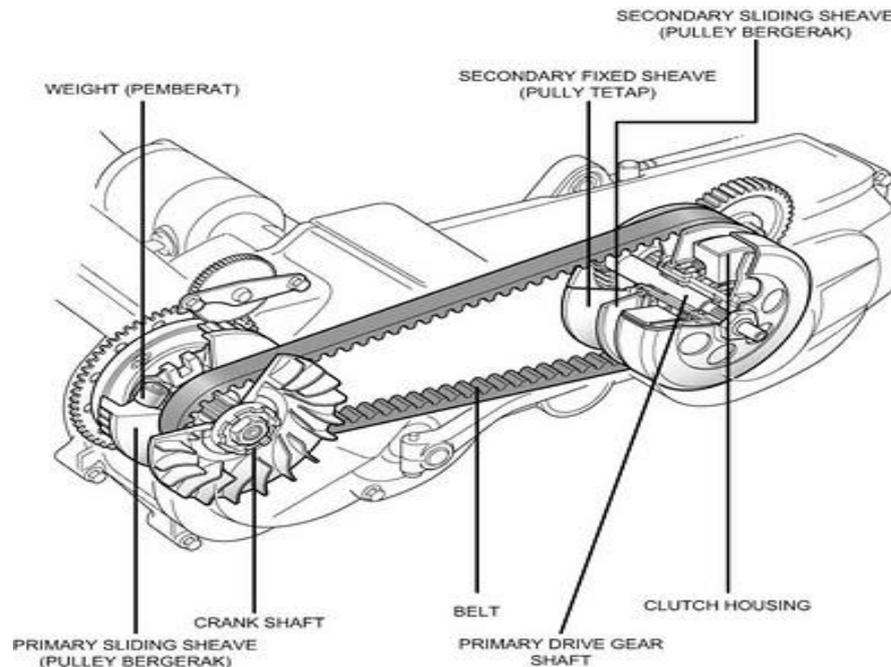
Gambar 2.35 Contoh Konstruksi Transmisi Manual

Pada saat pedal/tuas pemindah gigi ditekan poros pemindah, gigi berputar. Bersamaan dengan itu lengan pemutar *shift drum* akan mengait dan mendorong *shift drum* hingga dapat berputar. Pada *shift drum* dipasang garpu pemilih gigi yang diberi *pin* (pasak). Pasak ini akan mengunci garpu pemilih pada bagian ulir cacing. Agar *shift drum* dapat berhenti berputar pada titik yang diinginkan, maka pada bagian lainnya (dekat dengan pemutar *shift drum*), dipasang sebuah roda yang dilengkapi dengan pegas dan bintang penghenti putaran *shift drum*. Penghentian putaran *shift drum* ini berbeda untuk setiap jenis sepeda motor, tetapi prinsipnya sama. Garpu pemilih gigi dihubungkan dengan gigi geser (*sliding gear*). Gigi geser ini akan bergerak ke kanan atau ke kiri mengikuti gerak garpu pemilih gigi. Setiap pergerakannya berarti mengunci gigi kecepatan yang dikehendaki dengan bagian poros tempat gigi itu berada. Gigi geser, baik yang berada pada poros utama (*main shaft*) maupun yang berada pada poros pembalik (*counter shaft/output shaft*), tidak dapat berputar bebas pada porosnya. Lain halnya dengan gigi kecepatan (1, 2, 3, 4, dan seterusnya), gigi-gigi ini dapat bebas berputar pada masing-masing porosnya. Jadi yang dimaksud gigi masuk adalah mengunci gigi

kecepatan dengan poros tempat gigi itu berada, dan sebagai alat penguncinya adalah gigi geser.

❖ Transmisi Otomatis

Transmisi otomatis umumnya digunakan pada sepeda motor jenis skuter (*scooter*). Transmisi yang digunakan yaitu transmisi otomatis "V" *belt* atau yang dikenal dengan CVT (*Constantly Variable Transmission*). CVT merupakan transmisi otomatis yang menggunakan sabuk untuk memperoleh perbandingan gigi yang bervariasi.



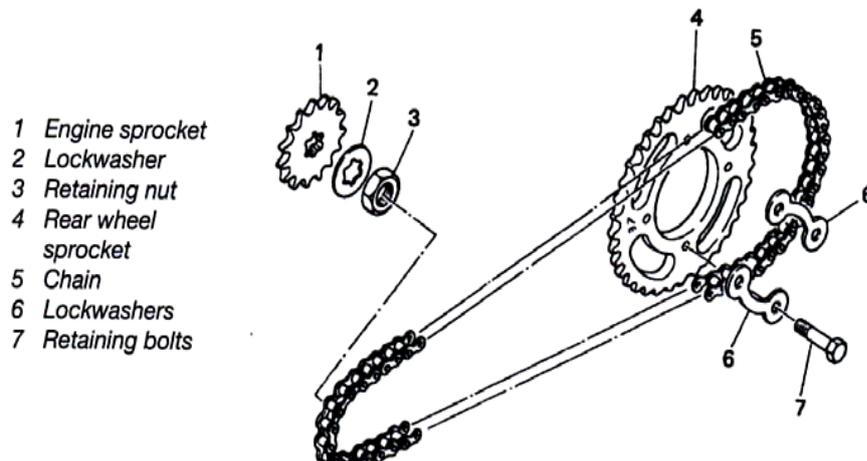
Gambar 2.36 Konstruksi Transmisi Otomatis Tipe CVT

Seperti terlihat pada gambar di atas transmisi CVT terdiri dari dua buah puli yang dihubungkan oleh sabuk (*belt*), sebuah kopling sentripugal untuk menghubungkan ke penggerak roda belakang ketika *throttle* gas di buka (diputar), dan gigi transmisi satu kecepatan untuk mereduksi (mengurangi) putaran. Puli penggerak/*drive pulley centrifugal unit* diikatkan ke ujung poros engkol (*crankshaft*), bertindak sebagai pengatur kecepatan berdasarkan gaya sentripugal. Puli yang digerakkan/*driven pulley* berputar pada bantalan poros utama (*input shaft*) transmisi. Bagian tengah kopling sentripugal/*centrifugal clutch* diikatkan/dipasangkan ke puli dan ikut berputar bersama puli tersebut. Drum kopling (*clutch drum*)

berada pada alur poros utama (*input shaft*) dan akan memutar poros tersebut jika mendapat gaya dari kopling. Kedua puli masing-masing terpisah menjadi dua bagian, dengan setengah bagiannya dibuat tetap dan setengah bagian lainnya bisa bergeser mendekat atau menjauhi sesuai arah poros. Pada saat mesin tidak berputar, celah puli penggerak berada pada posisi maksimum dan celah puli yang digerakkan berada pada posisi minimum. Pergerakan puli diatur oleh *roller*. Fungsi *roller* hampir sama dengan plat penekan pada kopling sentripugal. Ketika putaran mesin naik, *roller* akan terlempar ke arah luar dan mendorong bagian puli yang bisa bergeser mendekati puli yang diam, sehingga celah pulinya akan menyempit.

2.4.2.3 Mekanisme penggerak akhir (*final drive*)

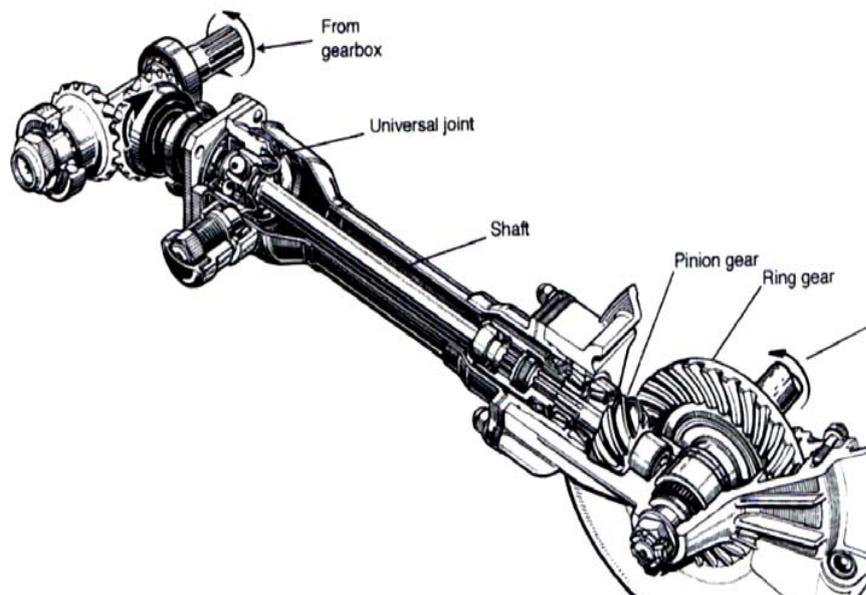
Final drive adalah bagian terakhir dari sistem pemindah tenaga yang memindahkan tenaga mesin ke roda belakang. *Final drive* juga berfungsi sebagai gigi pereduksi untuk mengurangi putaran dan menaikkan momen (tenaga). Biasanya perbandingan gigi reduksinya berkisar antara 2,5 sampai 3 berbanding 1 (2,5 atau 3 putaran dari transmisi akan menjadi 1 putaran pada roda).



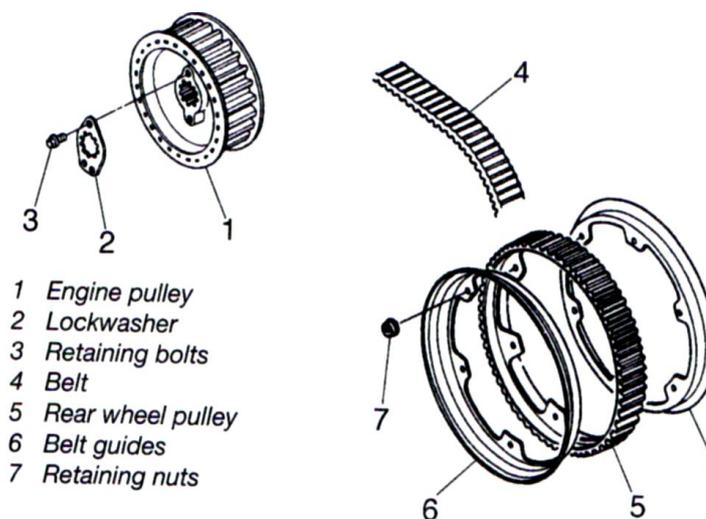
Gambar 2.37 *Final Drive Jenis Rantai dan Sproket*

Final drive pada sepeda motor sebagai bagian terpisah dari transmisi (*persnelling*), terkecuali *scooter* dengan transmisi CVT. *Final drive* dapat dilakukan dengan menggunakan rantai dan gigi *sprocket*, sabuk dan puli, atau sistem poros penggerak. Jenis rantai dan *sprocket*

adalah jenis yang paling umum digunakan pada sepeda motor. *Final drive* jenis poros penggerak (*drive shaft*) biasanya digunakan untuk sepeda motor model *touring*. Jenis ini cukup kuat, lebih terjaga kebersihannya dan perawatan rutinnya hanya saat penggantian oli. Namun demikian *final drive* jenis ini cukup berat dan biaya pembuatannya mahal. Sedangkan *final drive* jenis sabuk dan puli hanya dipakai pada beberapa sepeda motor saja, khususnya generasi awal sepeda motor, dimana *power* atau tenaga yang dihasilkan masih banyak yang rendah, sehingga penggunaan jenis sabuk dan puli masih efektif.



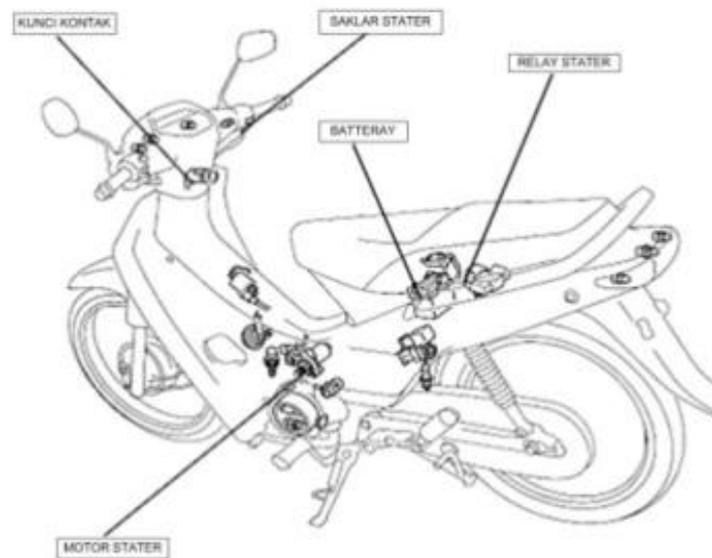
Gambar 2.38 *Final Drive Jenis Shaft Drive*



Gambar 2.39 *Final Drive Jenis Sabuk dan Puli*

2.4.2.4 Mekanisme starter

Sistem starter pada sepeda motor berfungsi sebagai pengganti *kick starter*, agar pengendara tidak perlu lagi menggerakkan kakinya untuk menghidupkan mesin. Namun demikian, pada umumnya sepeda motor dilengkapi juga dengan *kick starter*. Penggunaan *kick starter* biasanya dilakukan jika kondisi sistem starter listrik sedang mengalami kerusakan atau masalah. Secara umum sistem starter listrik terdiri dari baterai, sekering (*fuse*), kunci kontak (*ignition switch*), saklar starter (*starter switch*), saklar magnet starter (*relay starter/solenoid switch*), dan motor starter. Contoh ilustrasi posisi komponen sistem starter adalah seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.40 Posisi Komponen Sistem Starter Pada Salah Satu Contoh Sepeda Motor

❖ Prinsip kerja motor starter

Bekerjanya suatu motor starter mempunyai banyak persamaan dengan generator DC, tetapi dalam arah yang sebaliknya. Motor starter mengubah energi listrik menjadi energi mekanik (tenaga putar), sedangkan generator DC mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Dalam kenyataannya, motor DC akan menghasilkan tenaga listrik jika

diputar secara mekanik, dan generator DC dapat berputar (berfungsi) seperti motor.

2.4.3 Rangka

Ditinjau dari segi struktur atau bentuk rangka mempunyai fungsi antara lain harus mampu menempatkan dan menopang mesin, transmisi, suspensi dan sistem kelistrikan, serta komponen-komponen lain yang ada dalam sepeda motor. Tipe rangka adalah sebagai berikut :

1. *Diamond Frame*

Rangka ini memiliki *down tube disconnected* pada ujung dasarnya menggunakan *crank case* sebagai salah satu bagiannya. Rangka tipe ini murah dan kebanyakan digunakan untuk sepeda motor *sport* ukuran kecil.

2. *Cradle Frame*

Down tube membentang dalam satu jalur di bawah mesin. Tipe rangka ini sangat baik dalam hal kekuatan dan kekakuannya. *Cradle frame* yang memiliki satu buah *down tube* disebut *single cradle frame*, yang memiliki dua buah *down tube* disebut *double cradle frame*. Bila *single down tube* bercabang dua dinamakan *semi double cradle frame*.

3. *Backbone Frame*

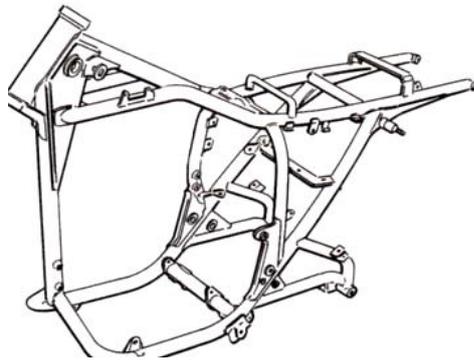
Rangka ini biasanya dibuat dengan press dan cocok untuk sepeda motor yang digunakan sehari-hari.

4. *Underbone Frame*

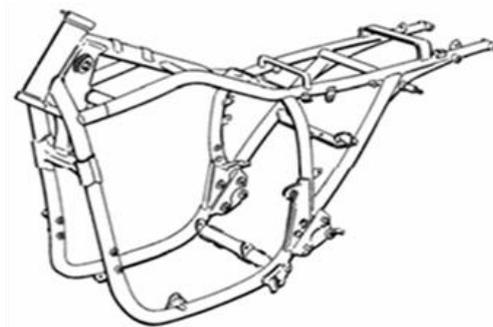
Rangka utama dibengkokkan ke arah bawah sehingga pengemudi dapat duduk mengangkang pada tempat duduk. Rangka tipe ini banyak digunakan untuk sepeda motor keluarga.

5. Rangka pipa persegi (*square pipe frame*)

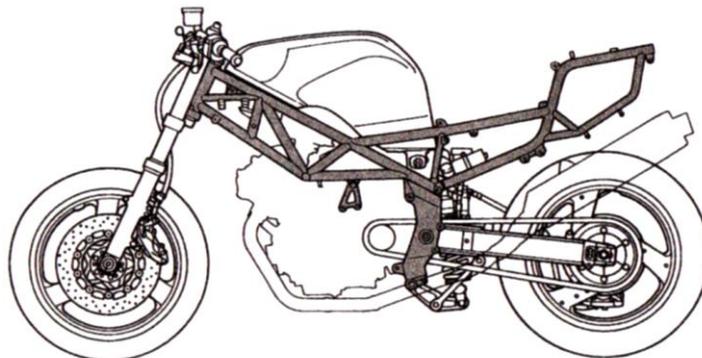
Pipa persegi mempunyai ratio regiditas cukup tinggi, dan relatif lebih ringan. Hal ini memungkinkan untuk digunakan pada berbagai desain motor yang sesuai.



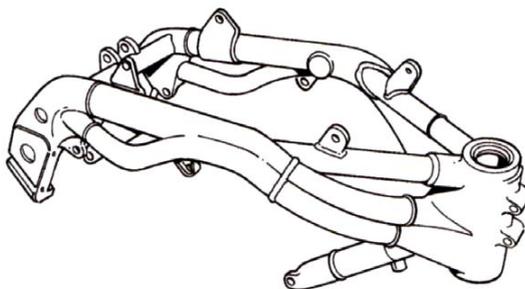
Gambar 2.41 *Rangka Tipe Cradle*



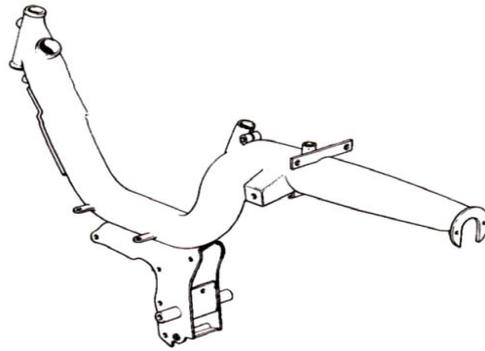
Gambar 2.42 *Rangka Tipe Cradle Rangkap*



Gambar 2.43 *Rangka Tipe Trellis*



Gambar 2.44 *Rangka Tipe Beam*



Gambar 2.45 *Rangka Tipe Spine Berbentuk Pipa*



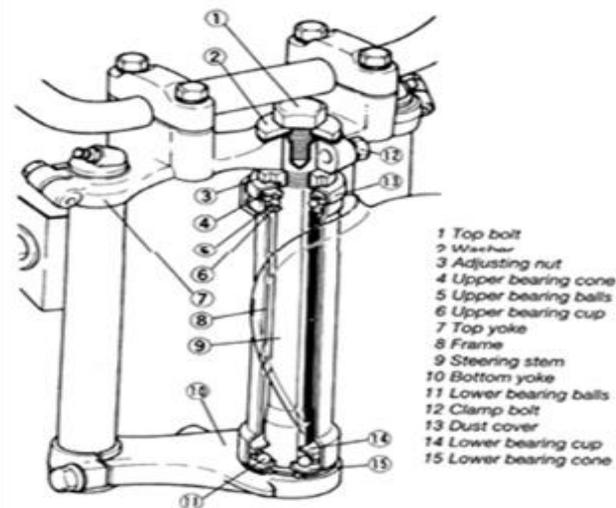
Gambar 2.46 *Rangka Tipe Underbone*



Gambar 2.47 *Rangka Tipe Monocoque*

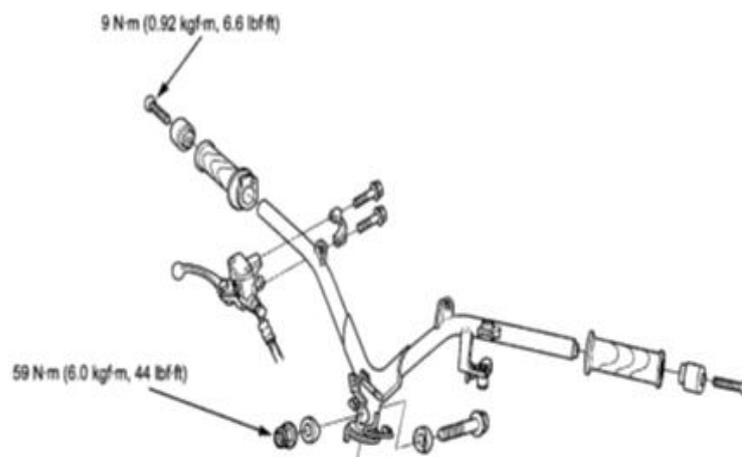
2.4.4 Sistem kemudi

Sistem kemudi berfungsi sebagai pengarah dan pengendali jalannya kendaraan sepeda motor. Sistem kemudi terdiri dari stang kemudi (*handle bar/steering handle*), kepala kemudi (*steering head*), batang kemudi (*steering stem/steering tube*), dan komponen-komponen pendukung lainnya.



Gambar 2.48 Tipe Susunan Steering Head

Selain penampilan, panjang pendeknya stang kemudi merupakan unsur lain yang harus diperhatikan. Batang kemudi yang panjang akan ringan digerakkan, namun kendaraan menjadi tidak lincah. Sebaliknya batang kemudi yang pendek membuat gerakan kendaraan jadi lincah, namun berat untuk dikendalikan.



Gambar 2.49 Contoh Konstruksi Batang Kemudi

Batang kemudi dipegang langsung oleh pengendara. Lebar, tinggi, dan sudut menentukan posisi pengendara yang mempengaruhi stabilitas sepeda motor. Oleh karena itu, batang kemudi harus dirancang sesuai tujuan dan sifat-sifat mesin. Bahan yang banyak digunakan adalah pipa baja dan plat besi. Untuk batang kemudi sepeda motor yang banyak digunakan untuk motor keluarga adalah pipa baja.

2.4.5 Sistem suspensi

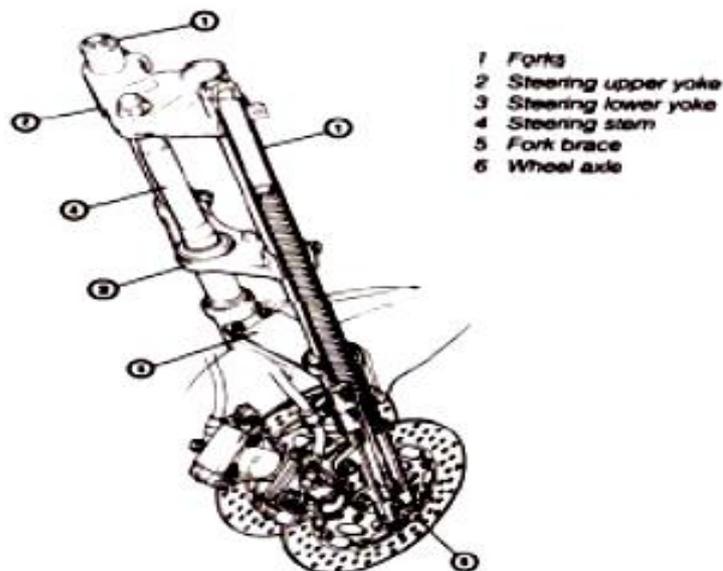
Sistem suspensi dirancang untuk menahan getaran akibat benturan roda dengan kondisi jalan. Selain itu, sistem suspensi diharapkan mampu untuk membuat "lembut" saat sepeda motor menikung, sehingga mudah dikendalikan. Dengan sistem suspensi juga, getaran akibat kerja mesin dapat diredam. Suspensi pada sepeda motor biasanya bersatu dengan garpu (*fork*), baik untuk bagian depan maupun bagian belakang. Tetapi ada juga sebagian motor, suspensi belakang bukan sekaligus sebagai garpu belakang dan biasanya disebut sebagai peredam kejut tunggal (*monoshock*).

1. Suspensi bagian depan (*front suspension*)

Suspensi depan yang terdapat pada sepeda motor pada umumnya terbagi dua, yaitu :

- Garpu batang bawah (*bottom link fork*), jenis ini biasanya dipasang pada sepeda motor bebek model lama, vespa atau *scooter*.
- Garpu teleskopik (*telescopic fork*), merupakan jenis suspensi yang paling banyak digunakan pada sepeda motor.

Suspensi teleskopik terdiri dari dua garpu (*fork*) yang dijepitkan pada *steering yoke*.



Gambar 2.50 Salah Satu Jenis Dari Susunan Fork Teleskopik

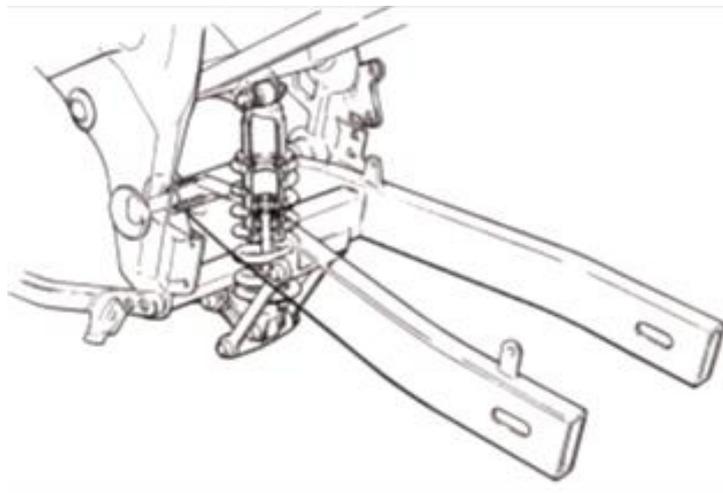
Garpu teleskopik menggunakan penahan getaran pegas dan oli (minyak pelumas) garpu. Pegas menampung getaran dari benturan roda dengan permukaan jalan dan oli garpu mencegah getaran diteruskan ke batang kemudi. Garpu depan dari sistem kemudi (yang termasuk ke dalam suspensi depan) fungsinya untuk menopang guncangan jalan melalui roda depan dan berat mesin serta penumpang.

2. Suspensi bagian belakang (*rear suspension*)

Generasi awal suspensi belakang pada sepeda motor adalah jenis *plunger unit*. Tipe ini tidak mampu mengontrol dengan nyaman roda belakang. Tidak seperti suspensi depan, suspensi belakang tidak mempunyai sistem *steering* (kemudi). Sistem ini hanya menopang roda belakang dan menahan guncangan akibat permukaan kondisi jalan. Tipe suspensi belakang saat ini yang banyak digunakan adalah :

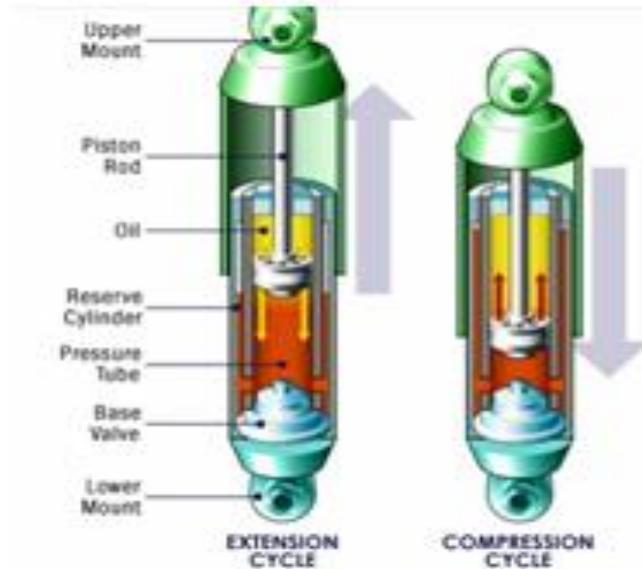
✓ Tipe *Swing Arm*

Konstruksi suspensi tipe *swing arm* adalah dua buah lengan yang digantung pada rangka dan ujung yang lain dari suspensi tersebut menopang roda belakang. Rancangan suspensi belakang tipe *swing arm* ditunjukkan oleh gambar berikut :



Gambar 2.51 *Desain Suspensi Belakang Tipe Swing Arm Dari Paduan Aluminium*

Cushion unit/shock absorber (peredam kejut) diletakkan antara ujung belakang dari lengan dan rangka (*frame*).



Gambar 2.52 Bagian Dari Komponen Shock Absorber

Getaran pada sepeda motor yang disebabkan oleh permukaan jalan yang tidak rata, perlu diredam untuk mengurangi kejutan-kejutan akibat gerak pegas. Komponen yang berfungsi sebagai peredam kejut tersebut adalah *shock breaker*. Oleh *shock breaker* gerak ayun naik turun badan sepeda motor diperlambat sehingga menjadi lembut dan tidak mengejut. Itulah sebabnya *shock breaker* disebut juga sebagai peredam kejut. *Shock breaker* terdiri atas sebuah tabung yang berisi oli. Di dalam tabung tersebut terdapat sebuah katup yang berfungsi untuk mengatur aliran oli. Perlambatan gerak ayun badan sepeda motor terjadi karena aliran oli di dalam tabung *shock breaker* terhambat oleh katup. Hal ini disebabkan karena lubang katup yang sempit. Jika jumlah oli dalam tabung kurang, maka kerja *shock breaker* menjadi tidak baik. Untuk menentukan apakah *shock breaker* bekerja dengan baik atau tidak bukanlah hal yang sulit. Hal ini bisa dilihat pada tabung *shock breaker*. Jika tabung *shock breaker* selalu basah oleh rembesan oli, maka hal itu berarti *shock breaker* telah bocor. *Shock breaker* harus diganti jika sudah tidak baik kerjanya.

2.4.6 Sistem rem

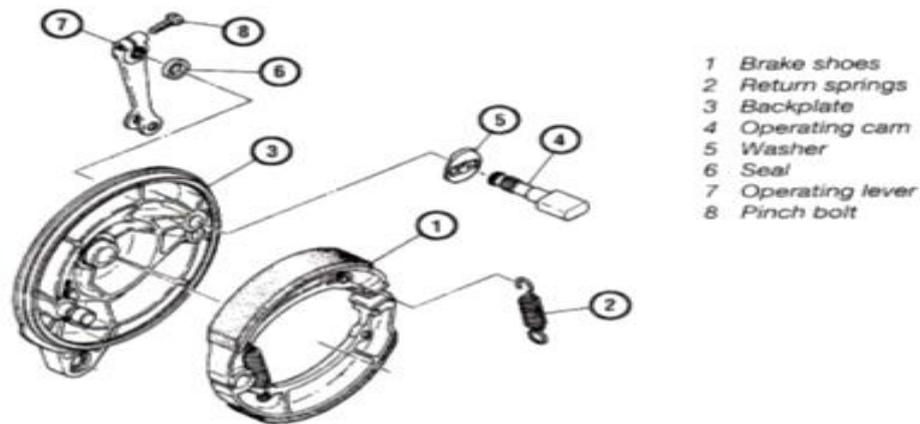
Sistem rem pada sepeda motor termasuk sistem yang sangat penting karena berkaitan dengan faktor keselamatan berkendara. Sistem rem berfungsi untuk memperlambat atau menghentikan sepeda motor dengan cara mengubah tenaga kinetik/gerak dari kendaraan tersebut menjadi tenaga panas. Perubahan tenaga tersebut diperoleh dari gesekan antara komponen bergerak yang dipasangkan pada roda sepeda motor dengan suatu bahan yang dirancang khusus tahan terhadap gesekan. Bahan-bahan yang tahan terhadap gesekan tersebut biasanya merupakan gabungan dari beberapa bahan yang disatukan dengan melakukan perlakuan tertentu. Sejumlah bahan tersebut antara lain tembaga, kuningan, timah, grafit, karbon, kevlar, resin, fiber dan bahan-bahan aditif/tambahan lainnya. Terdapat dua tipe sistem rem yang digunakan pada sepeda motor, yaitu :

1. Rem tromol (*drum brake*)
2. Rem cakram/piringan (*disc brake*).

Cara pengoperasian sistem rem tipe tromol umumnya secara mekanik, sedangkan tipe cakram secara hidrolis.

1. Rem Tromol (*Drum Brake*)

Rem tromol merupakan sistem rem yang telah menjadi metode pengereman standar yang digunakan sepeda motor pada beberapa tahun belakangan ini. Alasannya adalah karena rem tromol sederhana dan murah. Konstruksi rem tromol umumnya terdiri dari komponen-komponen seperti sepatu rem (*brake shoe*), tromol (*drum*), pegas pengembali (*return springs*), tuas penggerak (*lever*), dudukan rem tromol (*backplate*). Cara pengoperasian rem tromol pada umumnya secara mekanik yang terdiri dari pedal rem (*brake pedal*) dan batang (*rod*) penggerak. Konstruksi rem tromol seperti terlihat pada gambar di bawah ini :

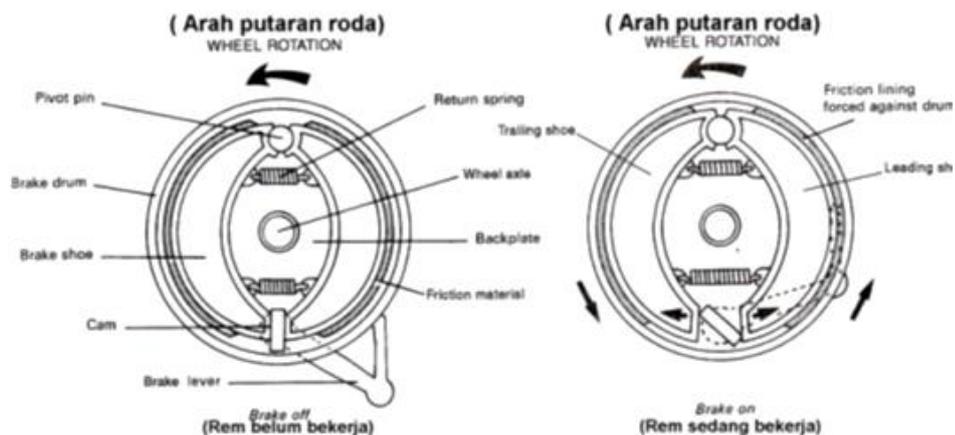


Gambar 2.53 Konstruksi Rem Tromol

Rem jenis tromol disebut “*internal expansion lining brake*”. Permukaan luar dari hub tersedia dengan sirip-sirip pendingin yang terbuat dari *aluminium alloy* (paduan aluminium) yang mempunyai daya penyalur panas yang sangat baik. Bagian dalam tromol akan tetap terjaga bebas dari air dan debu kerana tromol mempunyai alur untuk menahan air dan debu yang masuk dengan cara mengalirkannya lewat alur dan keluar dari lubang aliran. Berdasarkan cara pengoperasian sepatu rem, sistem rem tromol pada sepeda motor diklasifikasikan menjadi dua, yaitu :

✓ Tipe *Single Leading Shoe*

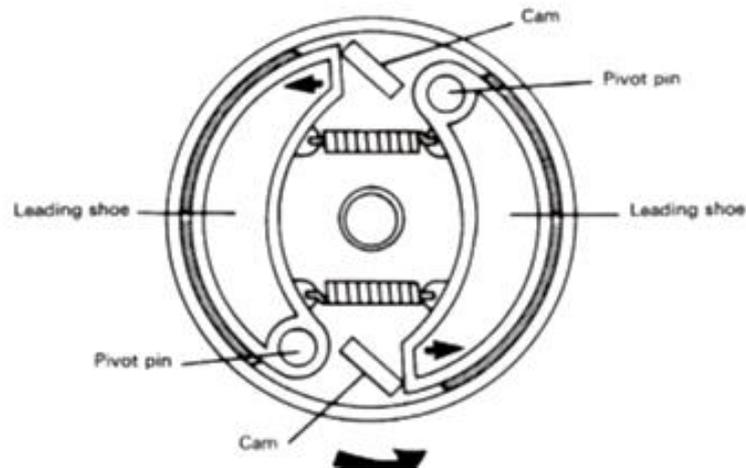
Rem tromol tipe *single leading shoe* merupakan rem paling sederhana yang hanya mempunyai sebuah cam/nok penggerak untuk menggerakkan dua buah sepatu rem. Pada ujung sepatu rem lainnya dipasang *pivot pin* (pasak) sebagai titik tumpuan sepatu rem.



Gambar 2.54 Rem Tromol Tipe *Single Leading Shoe*

✓ Tipe *Two Leading Shoe*

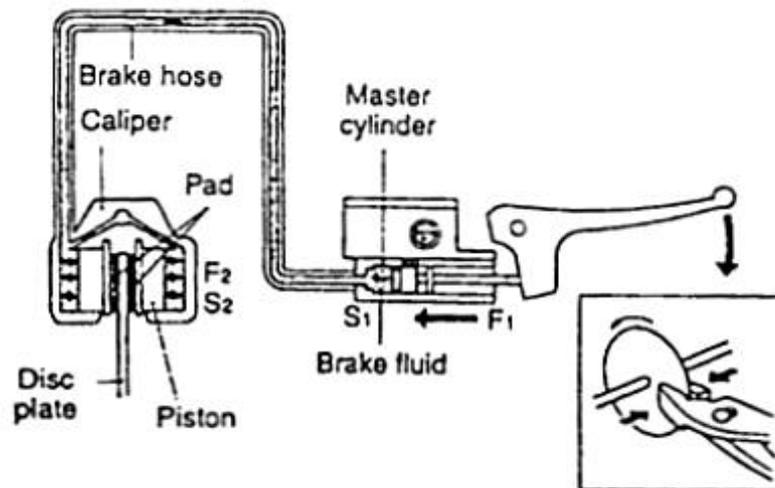
Rem tipe ini mempunyai dua cam/nok dan ditempatkan di masing-masing ujung dari *leading shoe* dan *trailing shoe*. Cam tersebut bergerak secara bersamaan ketika rem digunakan melalui batang penghubung yang bisa disetting. Setiap sepatu rem mempunyai titik tumpuan tersendiri (*pivot*) untuk menggerakkan cam.



Gambar 2.55 Rem Tromol Tipe *Two Leading Shoe*

2. Rem Cakram (*Disc Brake*)

Pada rem cakram, putaran roda dikurangi atau dihentikan dengan cara penjepitan cakram (*disc*) oleh dua bilah sepatu rem (*brake pads*). Rem cakram mempunyai sebuah *plate disc* (plat piringan) yang terbuat dari *stainless steel* yang akan berputar bersamaan dengan roda. Pada saat rem digunakan *plate disc* tercekam oleh gaya bantalan piston yang bekerja secara hidrolis. Menurut mekanisme penggerakannya, rem cakram dibedakan menjadi dua tipe, yaitu rem cakram mekanis dan rem cakram hidrolis. Pada umumnya yang digunakan adalah rem cakram hidrolis.



Gambar 2.56 Cara Kerja Rem Cakram Hidrolik

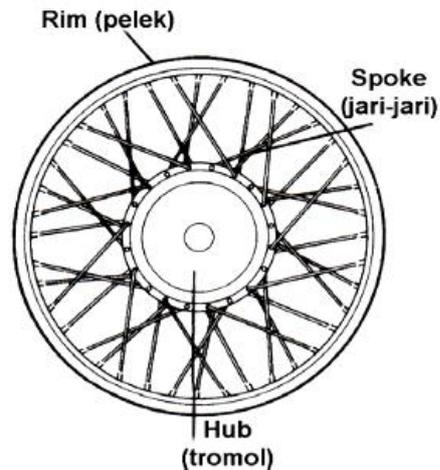
Adapun keuntungan dari menggunakan rem cakram (*disk brake*) adalah sebagai berikut :

- ✓ Panas akan hilang dengan cepat dan menghilang pada saat *disk* dibuka. Sehingga pengaruh rem yang stabil dapat terjamin
- ✓ Jika rem basah, maka air tersebut akan dipercikkan keluar dengan gaya sentripugal.

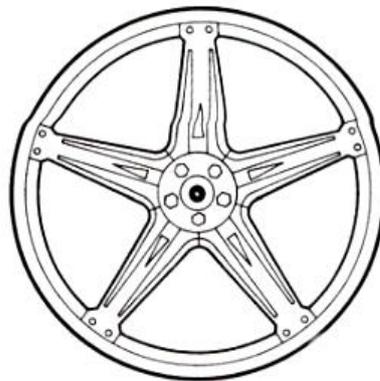
2.4.7 Sistem roda dan ban

Pada sepeda motor roda berfungsi untuk menopang berat motor dan pengendara, menyalurkan daya dorong, pengereman, daya stir pada jalan. Di saat yang sama roda juga menyerap tekanan/kejutan dari permukaan jalan. Ada tiga bagian roda pada sepeda motor, yaitu bagian hub roda, bagian pelek roda (*wheel rim*), dan ban (*tire*). Pada hub roda terpasang bantalan peluru (*bearing*), sepatu rem, tromol dan komponen bantu lainnya. Hub dan pelek roda dihubungkan oleh jari-jari (*spokes*). Ada juga roda dengan model satu kesatuan dimana hub dan peleknya terbuat dari bahan yang ringan. Desain roda/pelek tergantung dari tipe struktur, material dan metode pembuatan roda dari pabrik yaitu :

- Tipe roda jari-jari (*wire spoke wheel*)
- Tipe roda dari komposit (*composite wheel*)



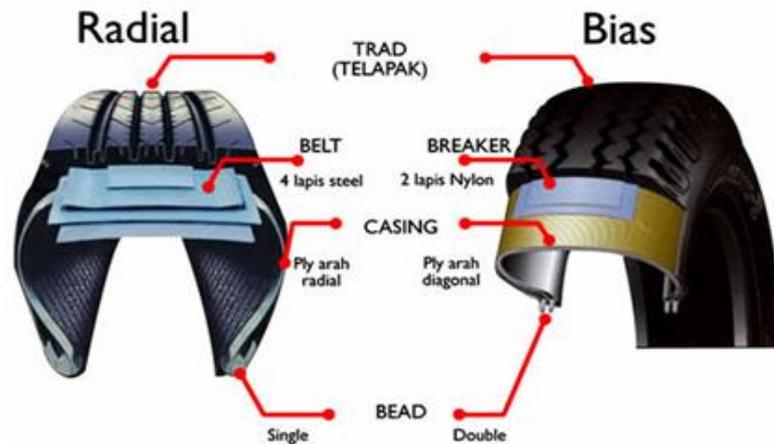
Gambar 2.57 Roda Tipe Jari-jari



Gambar 2.58 Roda Tipe Komposit

Ban

Ban merupakan bagian roda yang langsung bersentuhan dengan jalan. Disaat sepeda motor berjalan dan berhenti akan terjadi gesekan antara ban dan permukaan jalan. Pada dasarnya ban yang digunakan pada sepeda motor, umumnya terdiri atas dua bagian utama yaitu ban luar dan ban dalam. Konstruksi ban pada umumnya sama, baik ban dengan ban dalam maupun ban tanpa ban dalam. Ban yang digunakan secara spesifik tidak sama antara ban depan dan ban belakang. Biasanya diameter ban yang digunakan sepeda motor telah dicantumkan dalam buku manual atau spesifikasi teknis motor tersebut. Ada dua macam ban, yaitu ban radial dan ban bias. Ban radial lebih kuat, lebih stabil, tetapi harganya relatif lebih mahal dari ban bias. Ukuran dan jenis ban bias diketahui dengan membaca kode ban.



Gambar 2.59 Ban Tipe Radial dan Tipe Bias

2.5 Alat Ukur *Dynamometer*

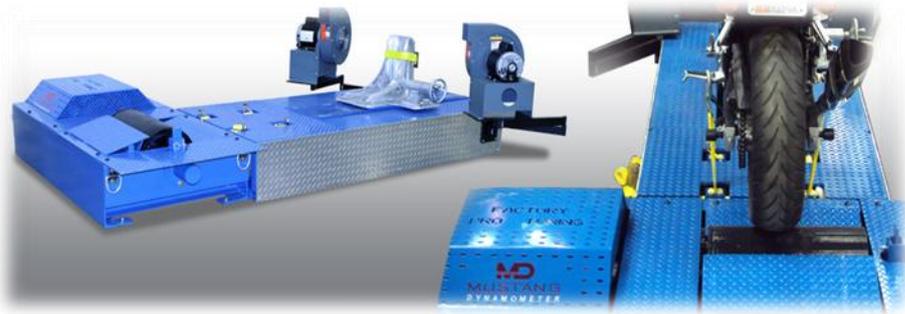
Dynamometer adalah suatu alat ukur yang digunakan untuk mencari nilai daya (*power*), torsi (*torque*), dan kecepatan putaran (*rpm*). Umumnya *dynamometer* memiliki dua tipe sebagai fungsinya yaitu *dynamometer engine* dan *dynamometer chassis*, dimana *dynamometer engine* dihubungkan langsung ke mesin melalui poros output, sedangkan pada *dynamometer chassis* mengukur tenaga melalui permukaan *roller* yang digerakkan oleh roda kendaraan. Baik *dynamometer chassis* atau *engine* selanjutnya dibagi menjadi 2 jenis yaitu:

- a) *Inertia Dynamometer* menggunakan mesin untuk mempercepat massa. Jika kita mengetahui *flywheel* dan laju percepatannya maka kita dapat menghitung tenaga yang diperlukan untuk melakukan perhitungan.
- b) *Dynamometer Brake* untuk memberikan beban pada mesin dan menahan kecepatan yang konstan pada *throttle* yang terbuka. Putaran diterapkan pada rangka rem, yang dicegah dari putaran oleh sebuah sel beban elektronik. Maka dari itu putaran diterjemahkan kedalam gaya yang dibaca oleh sensor.

2.5.1 *Dynamometer Chasis*

Dynamometer mengukur tenaga melalui permukaan *roller* yang digerakkan oleh roda kendaraan. Roda kendaraan ditempatkan diatas

roller dimana kendaraan dijalankan sehingga daya dan torsi dapat di ukur sesuai dengan putaran mesin. *Dynamometer chassis* saat ini telah semakin modern dapat melakukan lebih daripada mencari nilai besaran daya, torsi dan putaran dengan sistem elektronik modern dan reaksi yang cepat dan akurat. *Dynamometer chassis* dapat berupa tetap maupun portable atau dapat dipindahkan.



Gambar 2.60 *Dynamometer Chassis*

2.5.2 Dynamometer Engine

Pada *dynamometer engine* dalam menentukan nilai daya dan torsi yang akan di uji unjuk kerja dengan cara dilepaskan dari *chassis* kendaraannya lalu dihubungkan melalui poros *output* atau roda gila. *Dynamometer engine* tidak memperhitungkan kehilangan tenaga pada komponen pemindah tenaga.



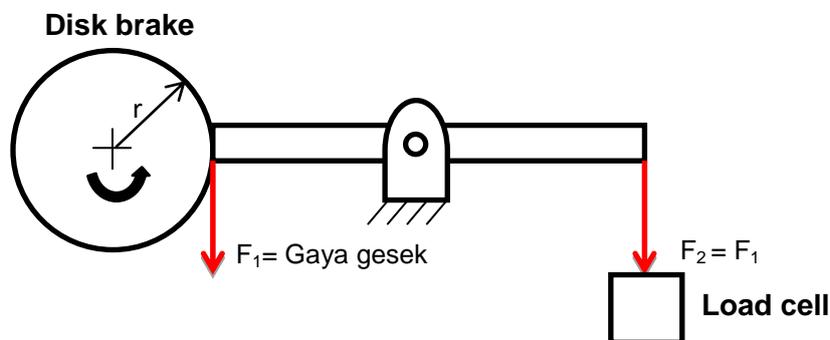
Gambar 2.61 *Dynamometer Engine*

2.5.3 Dynamometer Brake (Disk Brake)

Prinsip kerja brake dynamometer adalah mengubah daya poros suatu penggerak mula menjadi daya gesek agar mudah untuk diukur. Daya gesek pada brake dynamometer ini kemudian ditransfer menjadi kalor dan dilepas ke lingkungan. Untuk memperoleh daya

gesek dalam perancangan ini menerapkan sistem rem dari kendaraan yaitu sistem rem cakram. Jenis dinamometer ini disebut brake dinamometer tipe cakram yang untuk selanjutnya akan disebut brake dinamometer.

Brake dinamometer menggunakan cakram untuk menghasilkan daya gesek dimana energi yang dihasilkan oleh mesin penghasil daya diubah menjadi daya gesek dan ditransfer menjadi panas kemudian dilepas ke lingkungan, seperti terlihat pada diagram alir di bawah ini :



Gambar 2.62 Diagram alir prinsip kerja brake dinamometer

Cakram yang digunakan pada perancangan brake dinamometer ini menggunakan cakram dimana konstruksinya dilengkapi dengan ventilasi. Fungsi ventilasi pada cakram ini untuk mempercepat pelepasan panas pada cakram yang diakibatkan oleh gesekan antara kanvas dengan cakram.

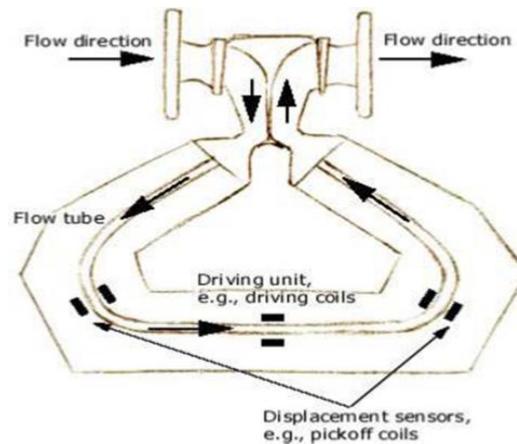
2.6 Alat Ukur *Flowmeter*

Flowmeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran linier, non linier, massa cairan atau gas. Jenis yang di gunakan di LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) adalah jenis *Coriolis mass Flow Meter* merupakan alat untuk mengukur massa cairan yang bergerak melalui tabung tertentu. Ini digunakan dalam mesin, dimana bahan bakar akan bergerak melalui saluran bahan bakar dimana jumlah minyak yang benar harus dihitung dan setiap sistem lain dimana jumlah persisnya

harus diketahui. *Coriolis mass Flow Meter* berfungsi untuk mengukur massa fluida, bukan volume.



Gambar 2.63 *Coriolis Flow Meter*



Gambar 2.64 *Laju Aliran Bahan Bakar*



Gambar 2.65 *Alat Ukur Flowmeter Yang Digunakan di LIPI*

Prinsip kerja coriolis mass flow menyatakan bahwa jika sebuah partikel didalam suatu gerak berputar mendekati atau menjauhi pusat perputaran maka partikel menghasilkan gaya internal yang bekerja pada partikel itu.