

## **BAB II TEORI DASAR**

### **2.1 Prinsip Dasar Sepeda Motor**

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 trotel 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 sesuai dengan kebutuhan. Maka dari itu performa sepeda motor dapat diketahui meliputi berdasarkan harga torsi dan daya pada sepeda motor, sistem ini disebut dengan sistem pemindahan tenaga.

### **2.2 Klasifikasi Sepeda Motor**

Umumnya Kendaraan yang sering digunakan dalam kebutuhan transportasi yaitu sepeda motor roda dua, dimana tingkat pengguna sepeda motor di Indonesia sangatlah tinggi dibandingkan dengan kendaraan roda empat (Mobil). Sepeda Motor memiliki tiga jenis klasifikasi sesuai dengan kebutuhan, yaitu *Cruiser*, *Skuter*, *Dual Sport*, dan *Bebek*. Pengertian sepeda motor secara umum yaitu kendaraan beroda dua yang sebaris dan ditenagai oleh sebuah engine, pada kecepatan tinggi

kendaraan tetap tidak akan terbalik kerana disebabkan oleh gaya giroskopik.

Ada jenis- jenis sepeda motor menurut klasifikasi kendaraan bermotor yaitu :

1. **Jenis Cruiser**, motor ini memiliki posisi stang yang tinggi, posisi kaki yang relatif ke depan, dan posisi kursi yang rendah pada posisi mengemudi, dengan tujuan menciptakan kenyamanan ergonomi pada pengemudi motor.
2. **Jenis Skuter**, motor berukuran kecil yang memiliki konsumsi bensin yang baik dan kelincahan dalam menyelip lalu lintas. Pabrikan pelopor pembuat skuter ialah Piaggio. Sehingga sampai saat ini skuter selalu identik dengan Vespa Piaggio. Motor jenis ini sangat cocok untuk pengendara wanita. Saat ini skuter banyak yang menggunakan tranmisi otomatis atau sering dikenal dengan matic, Seperti Yamaha Mio, Xeon, Honda Vario.
3. **Jenis Dual Sport**, memiliki posisi mesin yang tinggi, ban dengan permukaan khusus untuk melewati berbagai macam medan dan posisi stang yang dibuat supaya dapat dikendalikan dengan mudah saat melewati ringtangan. Motor jenis ini memiliki settingan mesin yang berfokus pada tenaga pada putaran bawah dan tenaga mesin difokuskan pada gigi-gigi yang lebih rendah seperti gigi 1 dan 2. Bobot pun dibuat seringan mungkin demi mengembangkan kemampuan menjelajahi berbagai medan. Sering dikenal dengan motor trail seperti Kawasaki KLX150 dan lain- lain.
4. **Jenis Bebek**, atau moped adalah jenis motor yang sebelumnya bertenaga pedal manusia dan setengah listrik, kini menjadi sepeda motor bertenaga bensin. Memiliki pengendalian melebihi skuter namun lebih ekonomis dari motor Dual Sport. Contohnya sepeda motor Honda Supra X 125, Yamaha Vega R dan lain- lain.

### 2.3 Motor Bensin

Motor bensin sebagai penggerak kendaraan bermotor roda empat maupun roda dua, yang merupakan perkembangan dan perbaikan mesin yang sejak semula dikenal sebagai *motor Otto*. Motor tersebut dilengkapi dengan spark (busi) dan karburator. Busi untuk menghasilkan loncatan api listrik yang menyalakan campuran bahan bakar dengan udara segar, karena itu motor bensin cenderung dikenal dengan *Spark Ignition Engine*.

Karburator adalah ruang tempat bahan bakar dengan udara segar, pencampuran terjadi karena bahan bakar terhisap masuk atau disemprotkan kedalam arus udara segar yang masuk kedalam karburator. Campuran bahan bakar dengan udara mudah sekali terbakar, campuran tersebut kemudian masuk kedalam silinder (ruang bakar) yang dinyalakan oleh percikan api listrik oleh spark. Menjelang akhir kompresi, pembakaran bahan bakar dengan udara segar ini akan menyebabkan mesin menghasilkan daya. Motor bensin dalam motor bakar dengan klasifikasi sebagai berikut :

- a) Jenis pembakaran : Internal Combustion Engine (*ICE*)
- b) Operasi Siklus : Siklus Otto
- c) Bahan Bakar : Bensin (*Premium*)
- d) Type Pengapian : Baterai dan penyalaan Magnet
- e) Sistem Pengapian : Busi (*Spark*)
- f) Pencampuran Bahan Bakar : Karburator

#### 2.3.1 Siklus Kerja

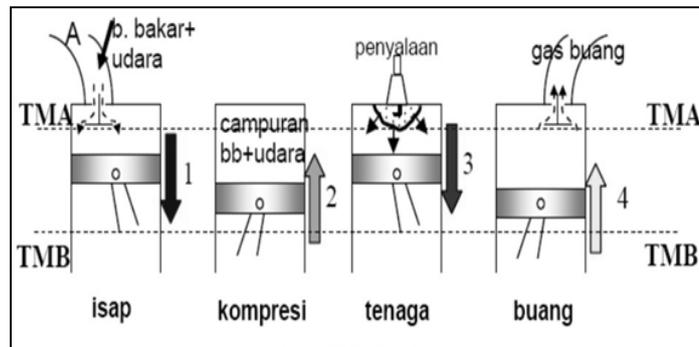
Prinsip kerja motor bensin merupakan suatu siklus, yaitu rangkaian peristiwa yang selalu berulang-ulang kembali mengikuti jejak yang sama dan membentuk rangkaian tertutup.

Adapun prinsip kerja motor bensin terdiri dari :

- 1) Prinsip kerja empat langkah (4Tak).
- 2) Prinsip kerja dua langkah (2Tak).

### 2.3.2 Motor Empat Langkah (4Tak)

Proses pembakaran didalam motor bakar torak terjadi secara periodik. Sebelum terjadi proses pembakaran berikutnya, terlebih dahulu gas pembakaran yang sudah tidak dapat dipergunakan harus dikeluarkan dari dalam silinder. Kemudian silinder diisi dengan campuran bahan bakar dan udara segar yang berlangsung ketika torak didalam silinder bergerak dari TMA (*titik mati atas*) menuju ke TMB (*titik mati bawah*).

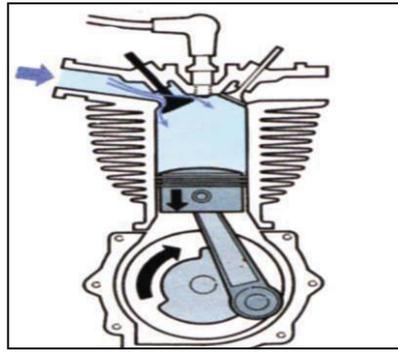


**Gambar 2.1** Siklus Kerja Motor Empat Langkah

Pada satu siklus motor empat langkah yaitu memiliki empat langkah kerja yang terdiri dari langkah hisap, langkah kompresi, langkah tenaga, dan langkah buang.

#### 1. Langkah Hisap

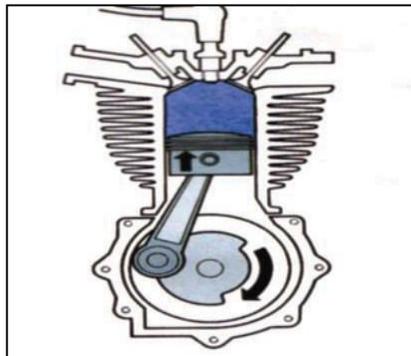
Posisi katup masuk dalam keadaan terbuka dan katup buang dalam keadaan tertutup lalu engkol berputar  $\frac{1}{2}$  putaran yang menyebabkan torak bergerak dari TMA ke TMB, sehingga didalam silinder terjadi pembesaran volume dan pengecilan tekanan atau didalam silinder terjadi hampa udara. Oleh karena itu adanya perbedaan tekanan antara ruang silinder dengan udara luar, maka bahan bakar dan udara terisap masuk kedalam silinder.



**Gambar 2.2** Langkah Hisap

2. Langkah Kompresi

Posisi katup masuk dan katup buang dalam keadaan tertutup dan engkol berputar 1 putaran yang menggerakkan torak dari TMB ke TMA , sehingga didalam silinder yang telah terisi bahan bakar dengan udara dimampatkan oleh torak yang menyebabkan tekanan dan temperatur naik maka disebut langkah kompresi.

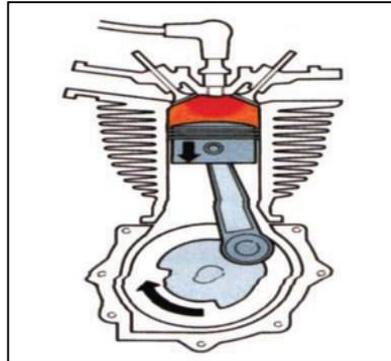


**Gambar 2.3** Langkah Kompresi

3. Langkah Kerja

Posisi katup masuk dan katup keluar dalam keadaan tertutup, pada akhir langkah kompresi terjadilah pembakaran bahan bakar yang dimulai dengan loncatan api listrik yang terdapat pada elektrode busi. Bahan bakar terbakar didalam silinder menyebabkan tekanan dan temperatur tinggi sekali

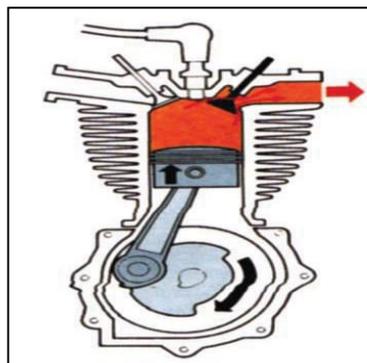
sehingga tekanan pembakaran mendorong torak dari TMA ke TMB yang menggerakkan engkol menjadi  $1\frac{1}{2}$  putaran.



**Gambar 2.4** Langkah Kerja

#### 4. Langkah Buang

Posisi katup masuk dalam keadaan tertutup dan katup buang terbuka dan engkol berputar 2 putaran yang menggerakkan torak dari TMB ke TMA sehingga gas sisa hasil pembakaran didesak keluar silinder melalui katup keluar menuju knalpot. Untuk gerak selanjutnya, mulai dari pengisian, kompresi, kerja dan buang secara berturut-turut dan seterusnya.

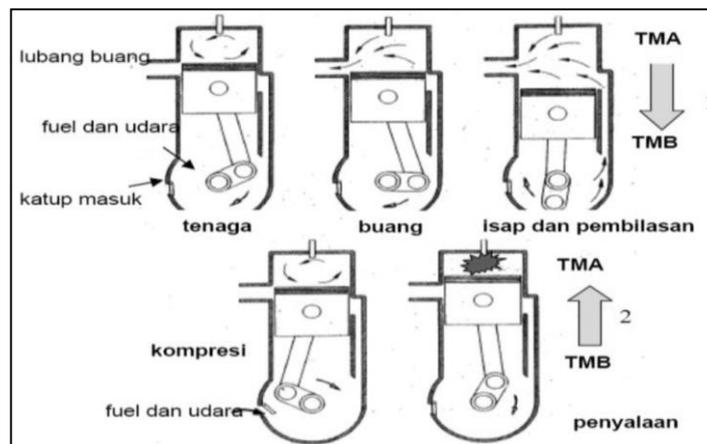


**Gambar 2.5** Langkah Buang

Dalam satu siklus motor bensin empat langkah, terdapat empat langkah torak atau dua putaran engkol menghasilkan satu kali langkah kerja.

### 2.3.3 Motor Dua Langkah (2Tak)

Pada motor bensin 2 langkah terdapat dua langkah torak atau satu putaran engkol dan satu kali kerja. Proses pemasukan bahan bakar berlangsung dibawah torak (didalam bak engkol atau crankcase) dan diatas torak (didalam silinder) melalui saluran bilas. Tekanan pembakaran diatas torak tidak seluruhnya digunakan untuk menggerakkan poros engkol, tetapi sebagian digunakan untuk menekankan bahan bakar yang ada didalam crankcase untuk tujuan pembilasan.

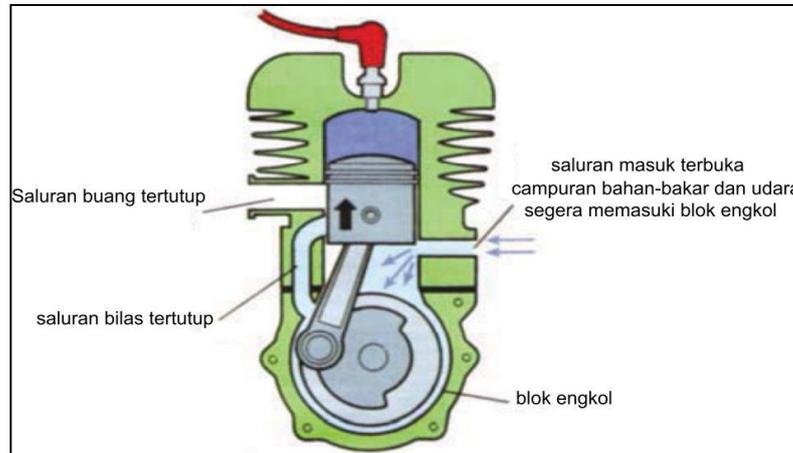


**Gambar 2.6** Siklus Kerja Motor Dua Langkah

#### 1. Langkah Hisap dan Kompresi

Piston bergerak keatas menuju TMA ruang engkol akan membesar dan menjadikan ruang tersebut hampa (*vakum*). Lubang pemasukan terbuka. Dengan perbedaan tekanan ini, maka udara luar dapat mengalir dan bercampur dengan bahan bakar di karburator yang selanjutnya masuk ke ruang engkol (disebut langkah isap atau pengisian ruang engkol). Disisi lain lubang pemasukan dan lubang buang tertutup oleh piston, sehingga terjadi proses langkah kompresi disini. Dengan gerakan piston yang terus ke atas mendesak gas baru yang sudah masuk sebelumnya, membuat suhu dan tekanan gas meningkat. Beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA

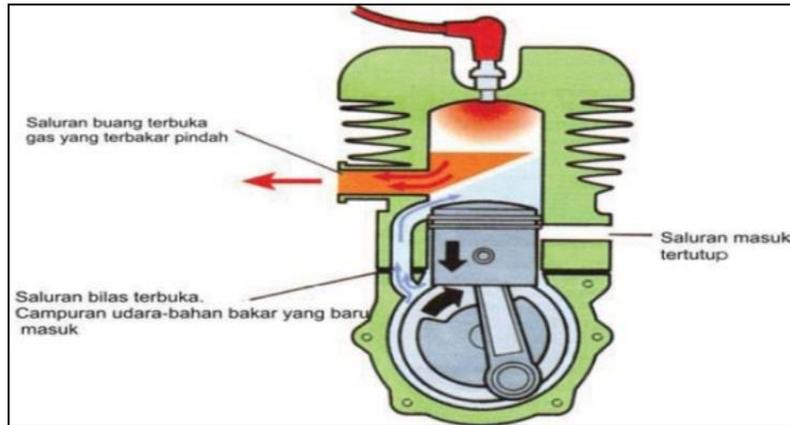
busi akan melentikkan api listrik dan mulai membakar campuran gas tadi (langkah ini disebut langkah kompresi).



**Gambar 2.7** Langkah Hisap dan Kompresi

## 2. Langkah Kerja dan Buang

Ketika piston mencapai TMA campuran gas segar yang dikompresikan dinyalakan oleh busi. Gas yang terbakar mengakibatkan ledakan yang menghasilkan tenaga sehingga mendorong piston memutar poros engkol melalui *connecting rod* sewaktu piston bergerak kebawah menuju TMB (langkah kerja). Beberapa derajat setelah piston bergerak ke TMB lubang buang terbuka oleh kepala piston, gas sisa pembakaran keluar melalui saluran buang (langkah buang). Beberapa derajat selanjutnya setelah saluran bilas (saluran transfer) mulai terbuka oleh tepi piston. Ketika piston membuka lubang transfer segera langkah pembuangan telah dimulai. Gas baru yang berada dibawah piston terdesak, campuran yang dikompresikan tersebut mengalir melalui saluran bilas menuju puncak ruang bakar seiring membantu gas sisa hasil pembakaran keluar.



Gambar 2.8 Langkah Kerja dan Buang

### 2.4 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 (*N*)**

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.

$$N = T \cdot \omega \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

N = Daya (watt)

T = Torsi (Nm)

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

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.

$$\boxed{T = F \times r} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

T = Torsi

F = Gaya

r = 0,5 langkah piston (konstan)

dan :

$$\boxed{F = P / A} \dots\dots\dots(2.3)$$

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.

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

Dimana :

$P_e$  = Tekanan efektif rata-rata,  $\text{kg/cm}^2$

$N$  = Daya motor, HP

$n$  = Putaran poros engkol, rpm

$V_L$  = Volume langkah,  $\text{cm}^3$

$z$  = Jumlah silinder

$a$  = Jumlah siklus per putaran

= 1 untuk motor 2 langkah

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

▪ **Pemakaian Bahan Bakar ( $m_f$ )**

Pemakaian bahan bakar dinyatakan dalam  $\text{Kg/h}$ , maka jumlah bahan bakar yang terpakai sebanyak 10cc dalam detik adalah :

$$M_f = \text{konsumsi bahan bakar rata2} \times \rho \text{ bahan bakar} \quad \dots(2.5)$$

Dimana :

$\rho_{bb}$  = Massa jenis (bensin  $0,7329 \text{ gr/cm}^3$ )

$M_f$  = Konsumsi bahan bakar

▪ **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.

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

▪ **Perbandingan kompresi ( $P_k$ )**

Hasil bagi volume total dengan volume sisa disebut sebagai perbandingan kompresi

$$P_k = \frac{V_1 - V_s}{V_s} \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

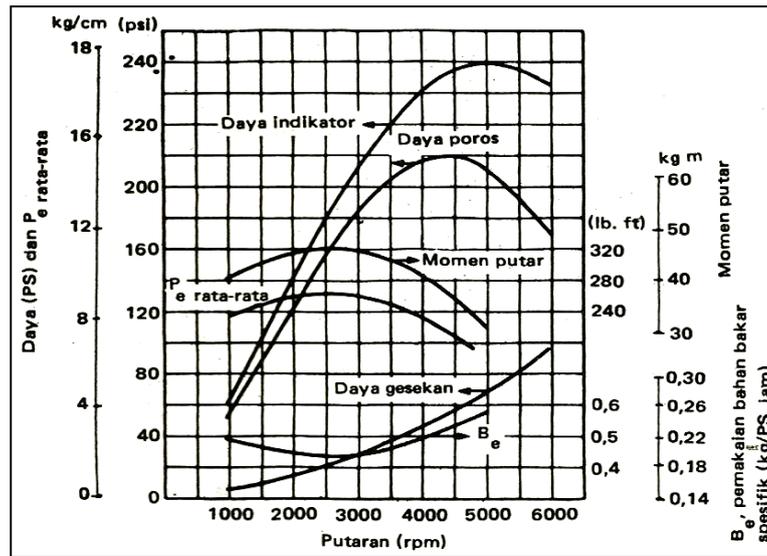
$V_1$  = volume langkah torak

$V_s$  = volume sisa

▪ **Effisiensi Keseluruhan ( $\eta_k$ )**

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

$$\eta_m = \frac{N_{\text{Poros}}}{N_{\text{B.bakar}}} \quad \dots\dots\dots(2.8)$$



**Gambar 2.9** Grafik Hasil Pengujian Motor Bensin Pada Berbagai-bagai Putaran, Pada Katup Gas Terbuka Penuh

▪ **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.

$$P_e = \frac{N \cdot 450000}{V_L \cdot z \cdot n \cdot a} \quad (\text{Kg/cm}^2) \quad \dots\dots(2.9)$$

Dimana :

$P_e$  = Tekanan efektif rata-rata,  $\text{kg/cm}^2$

$N$  = Daya motor, HP

$n$  = Putaran poros engkol, rpm

$V_L$  = Volume langkah,  $\text{cm}^3$

$z$  = Jumlah silinder

$a$  = Jumlah siklus per putaran

= 1 untuk motor 2 langkah

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

▪ **Efisiensi Termal ( $\eta_t$ )**

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

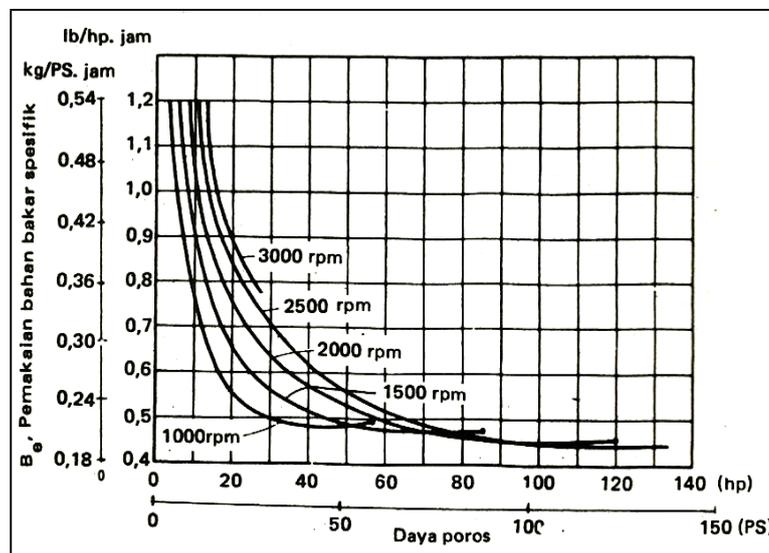
$$\eta_t = 1 - \left( \frac{1}{r} \right)^{k-1} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

$\eta_t$  : efisiensi termal (%)

r : rasio kompresi

k : nilai kalor spesifik bahan bakar bensin



**Gambar 2.10** Grafik Hasil Pengujian Motor Bensin Pada Putaran Konstan, Pada Berbagai Pembukaan Katup Gas

### **2.4.1 Karakteristik Dari Mesin**

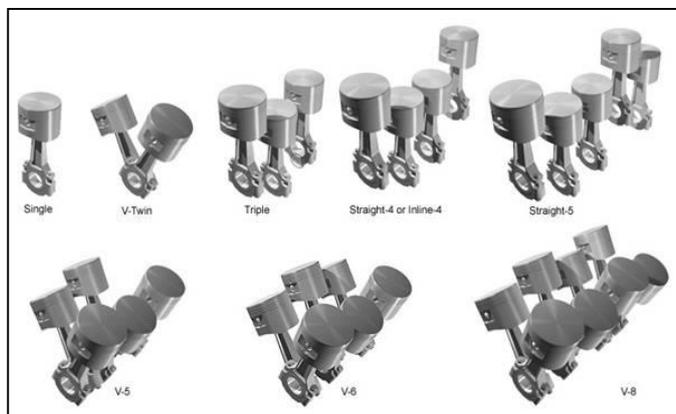
Tenaga mesin dan kurva torsi menggambarkan karakteristik mesin. Ketika putaran mesin berbeda dalam *range* yang tenaganya maksimum dan kurva torsiya lebar, dan terjadi pada putaran mesin yang rendah, mesin ini bertipe putaran rendah dan sangat bertenaga pada putaran menengah, singkatnya mesin ini cocok untuk kendaraan jalan raya. Jika puncak torsiya lebih sempit dan terjadi saat putaran lebih tinggi, mesin ini bertipe sport cocok untuk mesin motor balap. Secara umum, jika mesin dengan kurva torsi yang lebih tinggi dan yang lebih rendah terjadi pada putaran normal (*middle*) mudah dalam penggunaannya. Sebaliknya, jika ada perbedaan yang cukup besar torsiya dalam putaran mesinnya atau jika torsi maksimumnya terjadi pada putaran tinggi, akan lebih sulit penggunaannya.

## **2.5 Bagian Utama Sepeda motor**

### **2.5.1 Sistem Tenaga Mesin**

#### **2.5.1.1 Mesin (Engine)**

Mesin atau engine adalah suatu komponen mekanisme yang bergerak beriringan dengan satu titik pusat yang sama. Dimana mesin akan mengkonversi putaran translasi menjadi rotasi yang di teruskan kepada roda melalui rantai. Engine memiliki beberapa jenis tipe dan susunan piston :

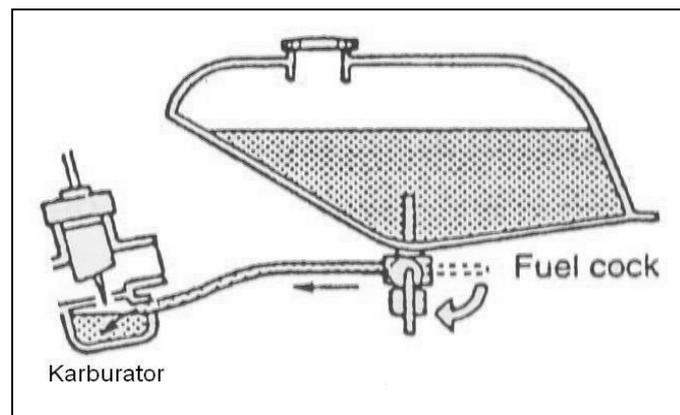


**Gambar 2.11** Tipe Susunan Piston

### **2.5.1.2 Sistem Bahan Bakar**

#### **▪ Tangki Bahan Bakar**

Tangki bahan bakar pada kendaraan sepeda motor ataupun jenis kendaraan lainnya berfungsi sebagai penampung bahan bakar yang di perlukan selama perjalanan. Umumnya tangki sepeda motor terbuat dari pelat baja yang bagian dalamnya dilapisi anti karat guna mencegah adanya karat di bagian dalam tangki, untuk posisi tangki pada sepeda motor bebek berada di tengah kerangka motor atau tepat di bawah jok (tempat duduk) sepeda motor. Pada tangki dilengkapi dengan pelampung yang berada di dalamnya sebagai alat pengukur jumlah bahan bakar yang ada didalam tangki sepeda motor.



**Gambar 2.12** Tangki bahan bakar dan karburator

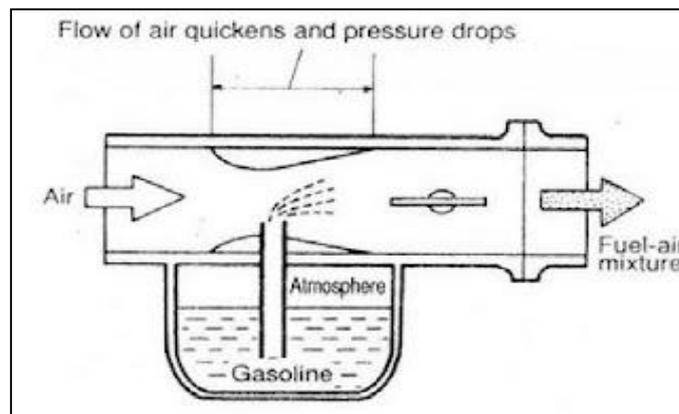
#### **▪ Karburator dan Jenisnya**

Karburator adalah salah satu komponen sepeda motor sebagai pencampur bahan bakar dengan udara dengan komposisi yang disesuaikan, yang akan menjadi gas sebelum masuk kedalam ruang bakar, adapun fungsi dari karburator yaitu :

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

Preoses pencampuran bahan bakar saat langkah isap pada mesin, tekanan didalam silinder lebih rendah dari atmosfer, maka aliran udara tercipta yang mengalir melalui karburator kedalam saluran pemasukan kesilinder. Pada bagian dari aliran ini, ada bagian yang menyempit yang disebut dengan Venturi. Dengan adanya venturi tersebut maka aliran menjadi lebih deras dan menciptakan Kevacuman pada bagian venturi tersebut.



**Gambar 2.13** Pencampuran Bahan Bakar Dengan Udara Pada Karburator.

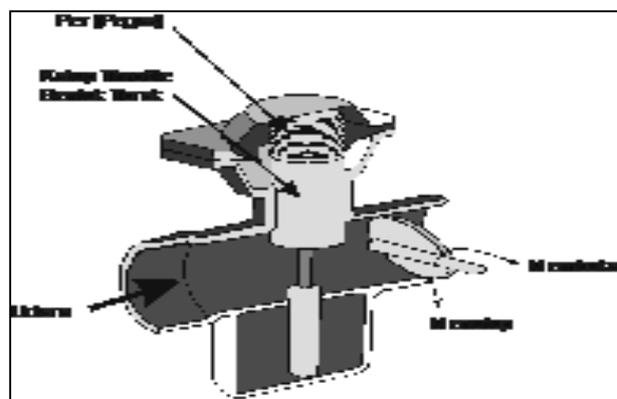
Pada susunan sistem bahan bakar ada yang dinamakan dengan karburator sebagai komponen yang menggabungkan bahan bakar dengan udara menjadi gas sebelum memasuki ruang bakar, Karena didalam ruang bakar terjadi penurunan tekanan dan pembesaran volume sehingga gas yang ada pada karburator terhisap masuk kedalam ruang bakar. Adapula sistem selain daripada karburator yaitu dengan *injeksi* , pada proses ini sama halnya dengan proses karburator hanya ada sedikit perbedaan yaitu bahan bakar dengan udara yang sudah

menjadi gas disemprotkan ke ruang bakar melalui saluran intake (manifuel).

▪ **Jenis Karburator**

a. Piston *throttle valve* dan variable venturi.

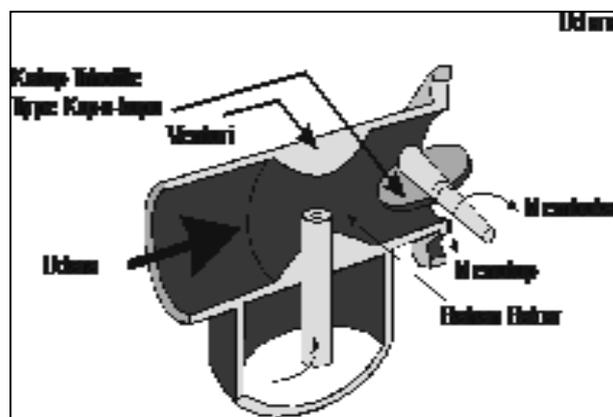
Piston *throttle valve* di tempatkan di dalam venturi dan langsung dioperasikan oleh kawat gas, oleh karena itu diameter venturi, dapat dibedakan menurut aliran campuran dalam karburator.



**Gambar 2.14** Karburator Jenis Piston throttle valve dan variable venturi.

a. *Butterfly throttle valve* dan invariabel venturi.

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



**Gambar 2.15** Karburator Jenis Butterfly

b. *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*).

### ▪ 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.

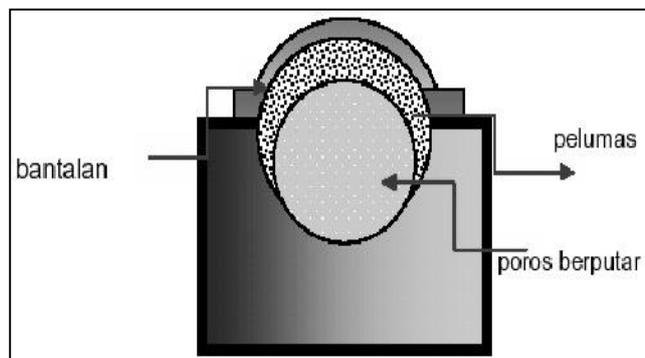
Injeksi bahan bakar dapat berupa mekanikal, elektronik atau campuran dari keduanya. Sistem awal berupa mekanikal, namun sekitar 1980 mulai banyak menggunakan sistem elektronik. Sistem elektronik modern menggunakan banyak sensor untuk memonitor kondisi mesin, dan sebuah unit kontrol elektronik (electronic 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.

### 2.5.1.3 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.

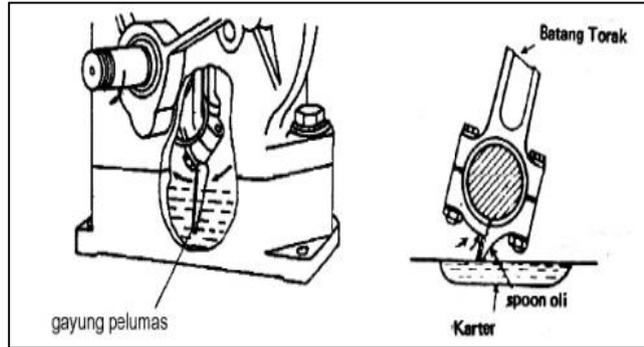


**Gambar 2.16** Pelumasan Pada Bantalan

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 2.17** 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.

#### 2.5.1.4 Sistem Pembuangan

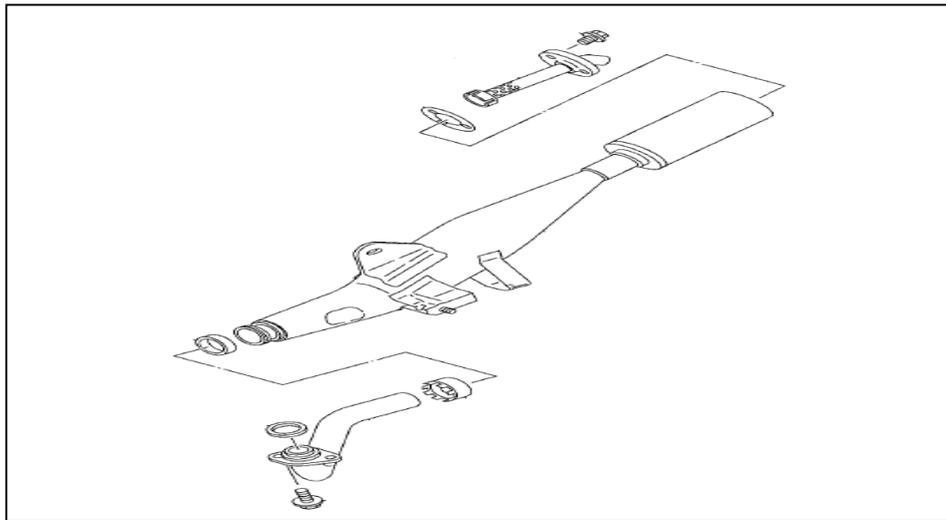
Kegunaan sistem pembuangan (*exhaust system*) ialah mengeluarkan gas-gas bekas yang dikumpulkan dari ruang bakar.

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 dipasang pada tiap *exhaust port* yang terdapat pada setiap silinder. Gas buang yang keluar dari motor masih mempunyai tekanan sebesar 3-5 kg/cm<sup>2</sup> 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.

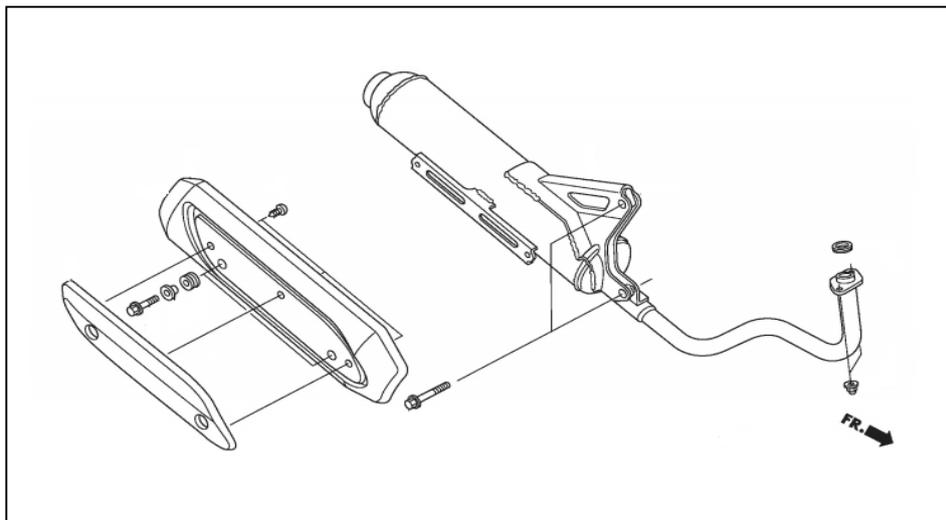
### ▪ Emisi dan Gas Buang

Emisi kendaraan bermotor mengandung berbagai senyawa kimia. Komposisi dari kandungan senyawa kimianya tergantung dari kondisi mengemudi, jenis mesin dan alat pengendali emisi bahan bakar. Suhu operasi dan faktor lain yang semuanya ini yang membuat pola emisi menjadi rumit. Jenis bahan bakar pencemar yang dikeluarkan oleh mesin dengan bahan bakar bensin maupun bahan bakar solar sebenarnya sama saja. Hanya berbeda proporsinya perbedaan cara operasi mesin. Secara visual selalu terlihat asap dari knalpot kendaraan bermotor dengan bahan bakar solar, yang umumnya tidak terlihat pada kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin. Walaupun gas buang kendaraan bermotor terutama terdiri dari senyawa yang tidak berbahaya seperti nitrogen, karbon dioksida, tapi di dalamnya terkandung juga senyawa lain dengan jumlah yang cukup besar yang dapat membahayakan gas buang membahayakan kesehatan maupun lingkungan. Bahan pencemar yang terutama terdapat di dalam gas

buang kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hidrokarbon, berbagai senyawa nitrogen (NOx) dan sulfur (SOx), dan partikulat debu termasuk timbel (PB). Bahan bakar tertentu hidrokarbon dan timbel organik, di lepaskan ke udara karena adanya penguapan dari sistem bahan bakar. Lalu lintas kendaraan bermotor, juga dapat meningkatkan kadar partikular debu yang berasal dari permukaan jalan, komponen ban dan rem



**Gambar 2.18** Knalpot Sepeda Motor 2 Tak



**Gambar 2.19** Knalpot Sepeda Motor 4 Tak

### **2.5.1.5 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 itu dapat dibedakan antara lain :

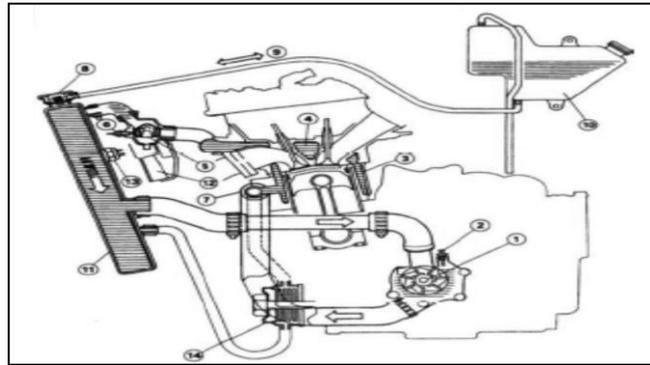
1. Motor bakar dengan pendinginan air.

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. Secara umum sistem pendingin air mempunyai kelebihan-kelebihan antara lain :

- Dapat meredam getaran mesin
- Pengendalian suhu mesin lebih baik.

Kekurangan-kekurangan sistem pendinginan air antara lain :

- Bobot mesin bertambah
- Konstruksi silinder lebih rumit
- Komponen mesin bertambah
- Perlu disediakan bahan pendingin secara khusus.



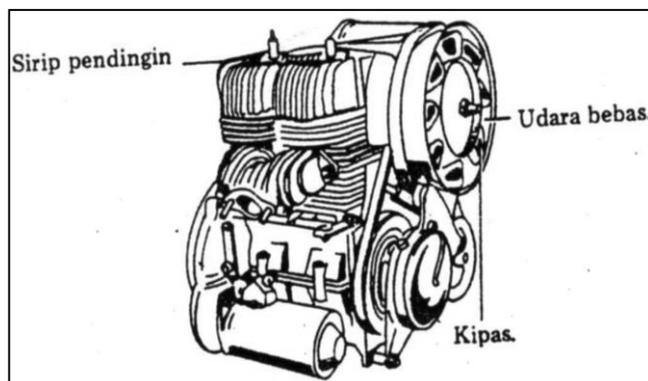
- |   |                            |                      |
|---|----------------------------|----------------------|
| 1 Water pump (driven off<br>oil pump shaft) | 5 Thermostat               | 10 Expansion tank    |
| 2 Air bleed bolt                            | 6 Water temperature sensor | 11 Radiator          |
| 3 Cylinder jacket                           | 7 Coolant union            | 12 Cooling fan       |
| 4 Cylinder head jacket                      | 8 Pressure cap             | 13 Fan switch        |
|   | 9 Overflow hose            | 14 Oil cooler jacket |

Gambar 2.20 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.



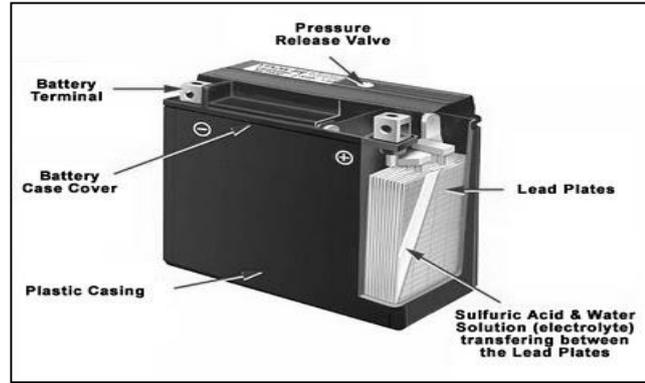
Gambar 2.21 Sistem Pendinginan Udara

### 2.5.1.6 Sistem Penyalaan

Sistem penyalaan pada kendaraan bermotor (*otto*) dapat memberikan energy penyalaan sebesar 20 mJ. Pada umumnya disediakan tegangan yang lebih besar untuk menjamin agar selalu terjadi loncatan api listrik didalam segala keadaan antara 10.000-20.000 volt

#### ▪ 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 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 2.22** Konstruksi Baterai Kering

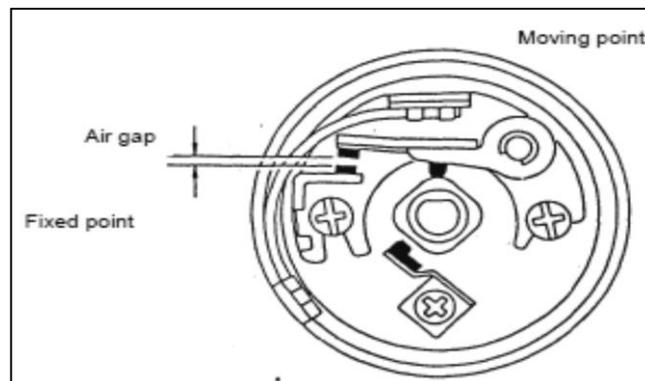
- **Koil (Coil)**

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

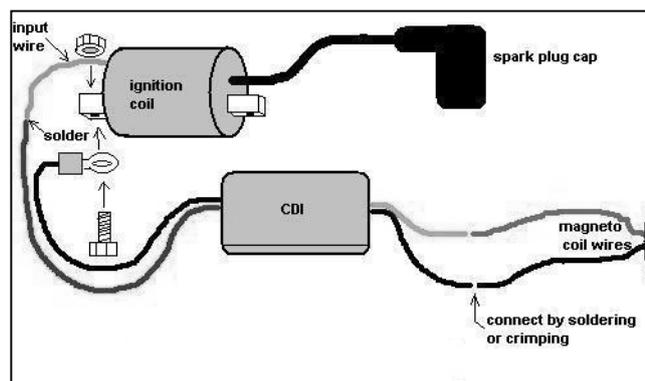
Fungsi dari platina adalah sebagai pemutus arus / sakelar yang selanjutnya arus diteruskan kepada koil. Cara kerjanya adalah platina dapat terbuka oleh advancer dan akan menutup kembali oleh pelat per pengembali. Platina akan menempel dan menyambungkan arus pada saat posisi piston berada di titik mati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



**Gambar 2.23** 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.

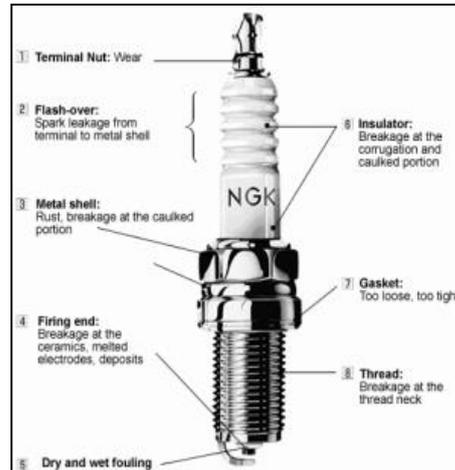


**Gambar 2.24** Rangkaian Kabel Pengapian

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 2.25** Konstruksi Busi

### 2.5.2 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.

### **2.5.2.1 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.

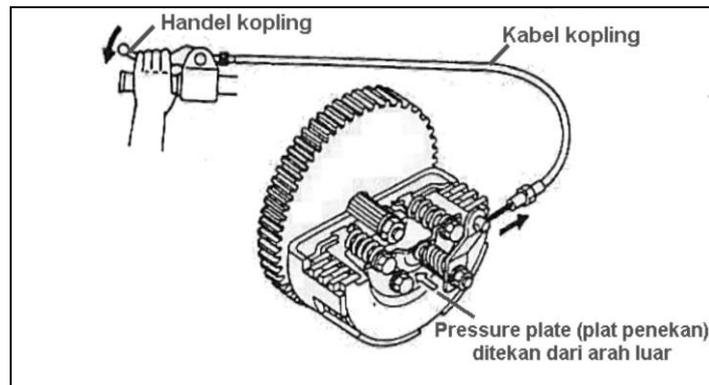
#### **▪ Kopling Mekanis (*Manual Clutch*)**

Kopling mekanis adalah kopling yang cara kerjanya diatur oleh *handel kopling*, dimana pembebasan dilakukan dengan cara menarik handel kopling pada batang kemudi. Kedudukan kopling ada yang terdapat pada *crankshaft* (poros engkol/kruk as) (misalnya : Honda S90Z, Vespa, Bajaj dan lain-lain) dan ada yang berkedudukan pada as primer (*input/main shaft*), (misalnya : Honda CB 100 dan CB 125, Yamaha, Suzuki, dan Kawasaki). Sistem kopling mekanis terdiri atas bagian-bagian berikut, yaitu :

- a. Mekanisme handel terdiri atas : handel, tali kopling (kabel kopling), tuas (batang) dan pen pendorong.
- b. Mekanisme kopling terdiri atas : gigi primer kopling (*driven gear*), rumah (*clutch housing*), plat gesek (*friction plate*) plat kopling (*plain plate*), per (*coil spring*), pengikat (baut), kopling tengah (*centre clutch*), plat tutup atau plat penekan (*pressure plate*), klep penjamin dan batang penekan/pembebas (*release rod*).

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 2.26** Kopling Mekanis

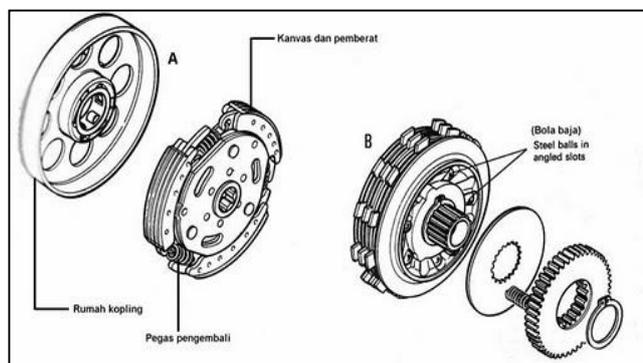
▪ **Kopling Otomatis (*Automatic Clutch*)**

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 :

- a. Otomatis kopling : terdapat pada kopling tengah (untuk kopling yang berkedudukan pada *crankshaft*)
- b. Bola baja keseimbangan gaya berat (*roller weight*) : berguna untuk menekan plat dasar waktu digas
- c. Pegas kopling yang lemah : berguna untuk menetralkan kopling waktu mesin hidup
- d. 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*).



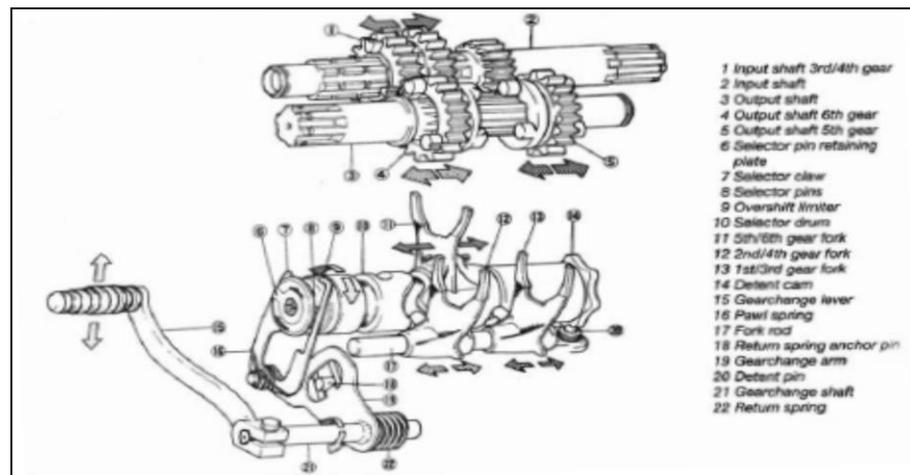
**Gambar 2.27** Konstruksi Kopling Otomatis Tipe Sentrifugal

**2.5.2.2 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 :

- a. Transmisi manual
- b. Transmisi otomatis

a. Transmisi Manual Cara kerja transmisi manual adalah sebagai berikut :



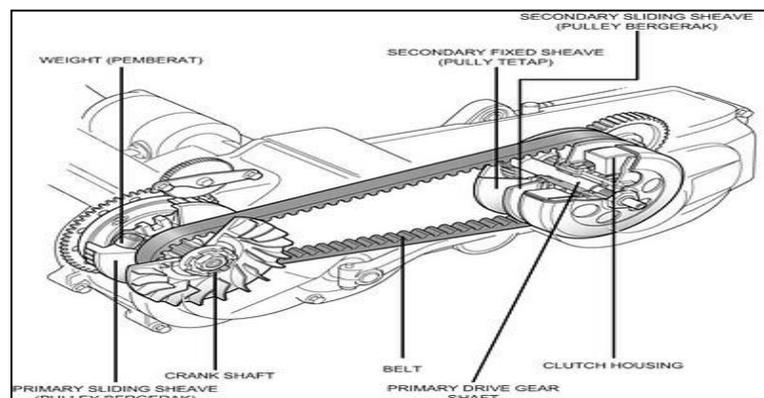
**Gambar 2.28** Konstruksi Transmisi Manual

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.

b. 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.



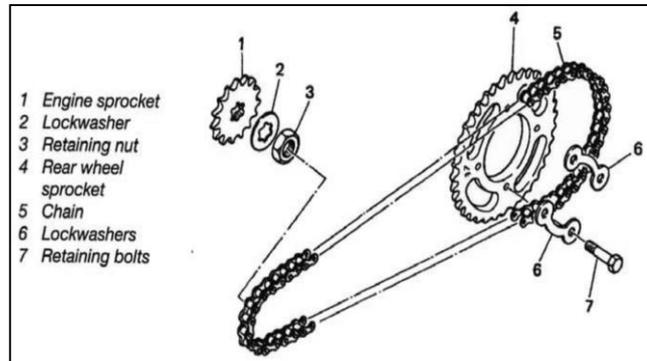
**Gambar 2.29** Konstruksi Transmisi Otomatis Tipe CVT

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.

### 2.5.2.3 Mekanisme Penggerak Akhir (*Final Drive*)

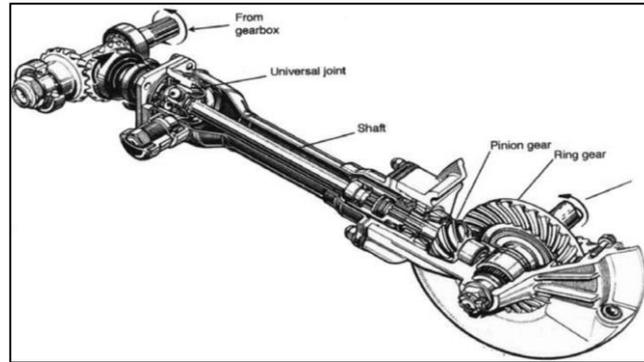
*Final drive* adalah bagian terakhir dari sistem pemindah tenaga yang memindahkan tenaga mesin ke roda belakang. *Final drive* juga berfungsi sebagai gigi pereduksi untuk mengurangi putaran dan menaikkan momen (tenaga). Biasanya perbandingan gigi reduksinya berkisar antara 2,5 sampai 3

berbanding 1 (2,5 atau 3 putaran dari transmisi akan menjadi 1 putaran pada roda).

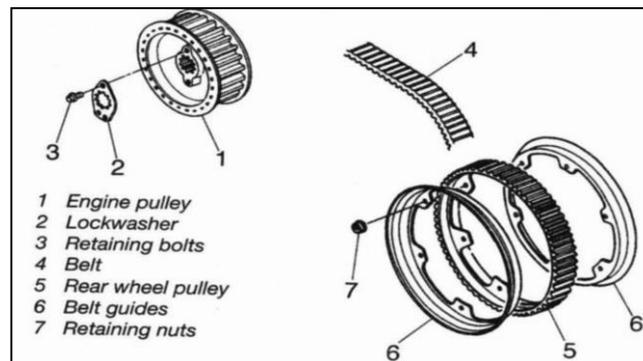


**Gambar 2.30** Final Drive Jenis Rantai dan Sproket

*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.



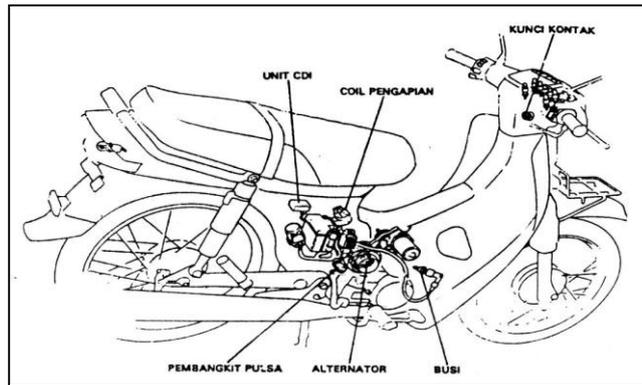
Gambar 2.31 Final Drive Jenis Shaft Drive



Gambar 2.32 Final Drive Jenis Sabuk dan Puli

#### 2.5.2.4 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 2.33** 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. Motor bisa berputar jika diberi aliran arus berdasarkan prinsipnya, yaitu pada saat arus mengalir melewati konduktor (penghantar) A dan B yang berada diantara kutub magnet, maka penghantar A dan B akan menerima gaya dorong berdasarkan garis gaya magnet yang timbul.

**2.5.3 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**

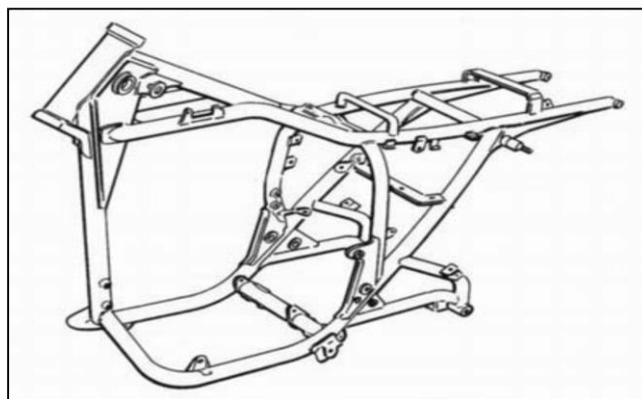
Rangka ini biasanya dibuat dengan press dan cocok untuk sepeda motor yang digunakan sehari-hari.

### **4. Underbone Frame**

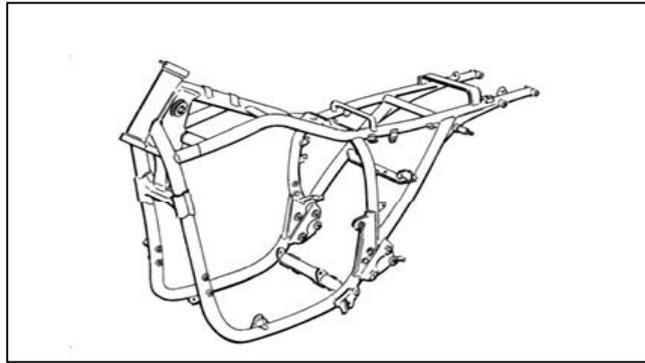
Rangka utama dibengkokkan ke arah bawah sehingga pengemudi dapat duduk mengangkang pada tempat duduk. Rangka tipe ini banyak digunakan untuk sepeda motor keluarga.

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

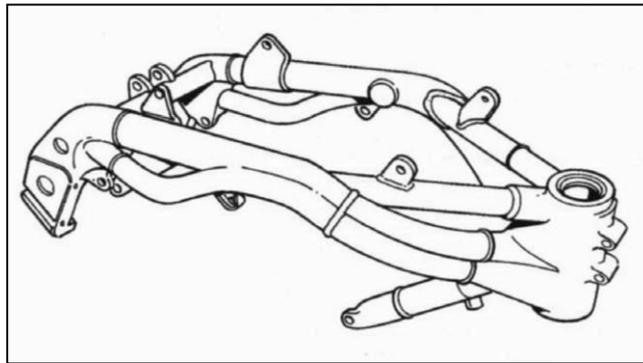
Pipa persegi mempunyai ratio regiditas cukup tinggi, dan relatif lebih ringan. Hal ini memungkinkan untuk digunakan pada berbagai desain motor yang sesuai.



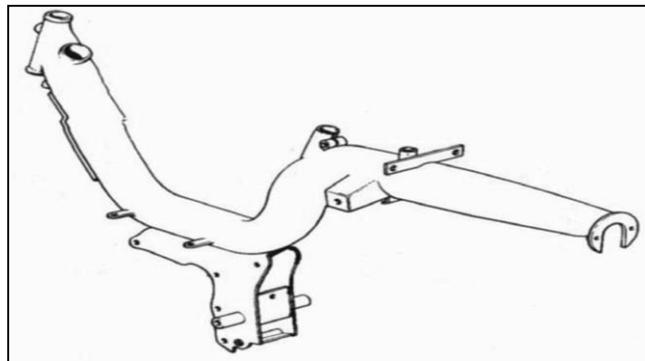
**Gambar 2.34** Rangka Tipe Cradle



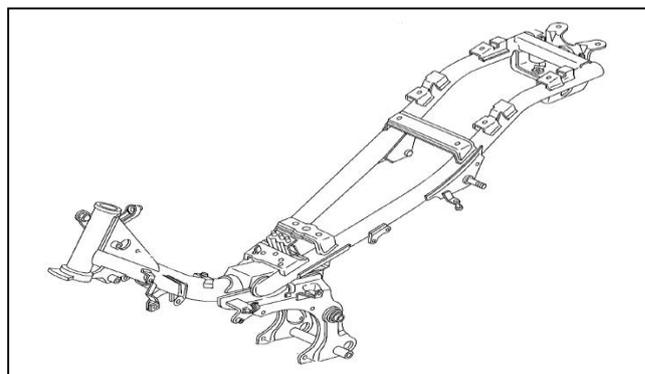
**Gambar 2.35** Rangka Tipe Cradle Rangkap



**Gambar 2.36** Rangka Tipe Beam



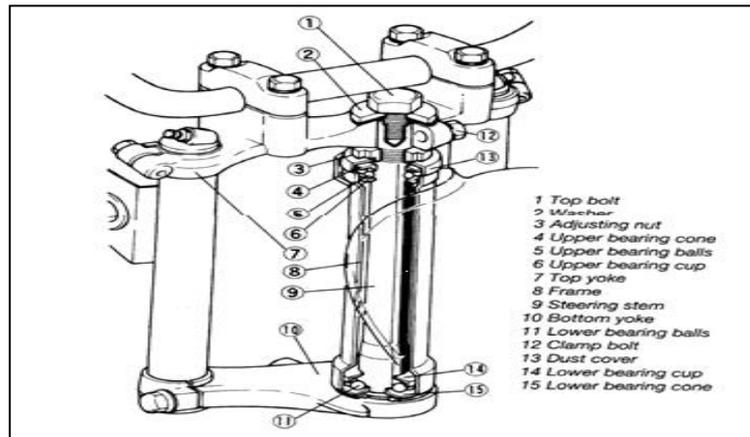
**Gambar 2.37** Rangka Tipe Pipa Spine



**Gambar 2.38** Rangka Tipe Pipa Tulang Bawah (Under Bone)

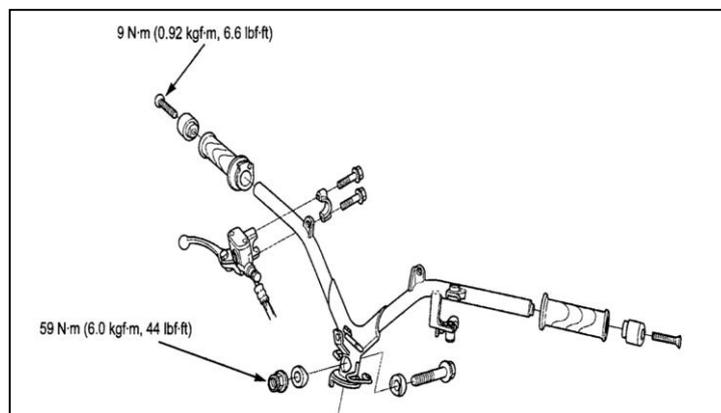
**2.5.4 Sistem Kemudi**

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 2.39** 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 2.40** 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.

### 2.5.5 Sistem Suspensi

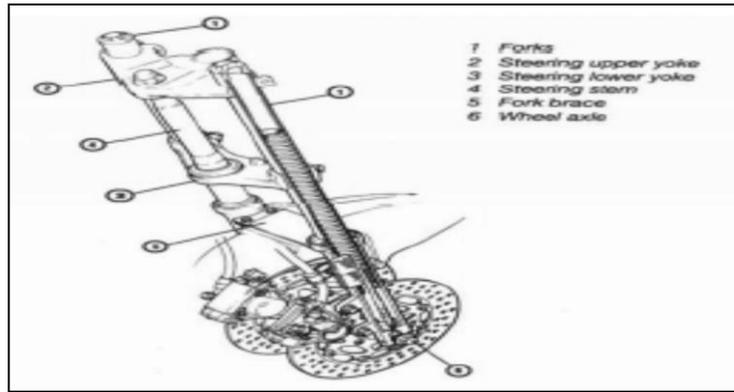
Sistem suspensi dirancang untuk menahan getaran akibat benturan roda dengan kondisi jalan. Selain itu, sistem suspensi diharapkan mampu untuk membuat "lembut" saat sepeda motor menikung, sehingga mudah dikendalikan. Dengan sistem suspensi juga, getaran akibat kerja mesin dapat diredam. Suspensi pada 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 2.41** Salah Satu Jenis Dari Susunan Fork Teleskopik

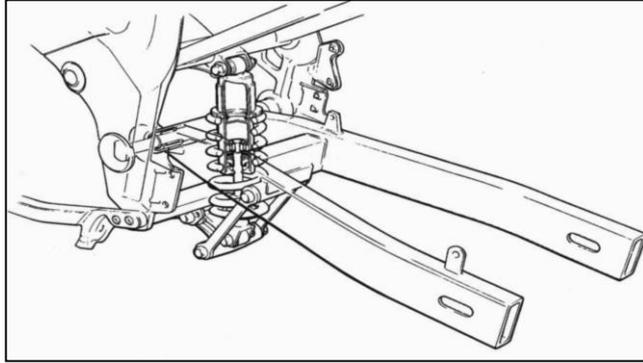
Garpu teleskopik menggunakan penahan getaran pegas dan oli (minyak pelumas) garpu. Pegas menampung getaran dari benturan roda dengan permukaan jalan dan oli garpu mencegah getaran diteruskan ke batang kemudi. Garpu depan dari sistem kemudi (yang termasuk ke dalam suspensi depan) fungsinya untuk menopang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

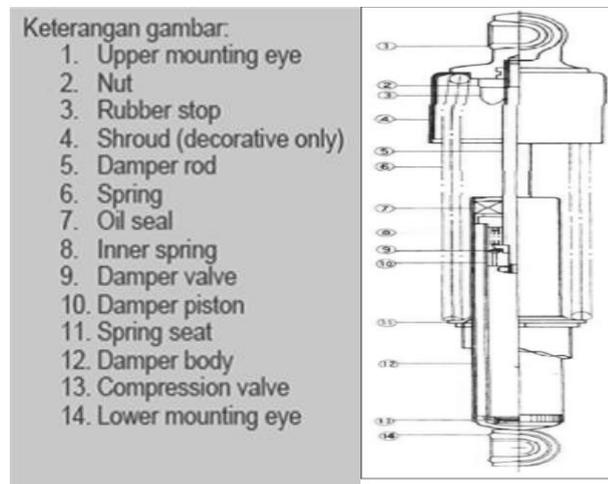
### - Tipe *Swing Arm*

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 2.42** Suspensi Belakang Tipe Swing Arm Dari Paduan Aluminium

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



**Gambar 2.43** Konstriksi 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.

### 2.5.6 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 :

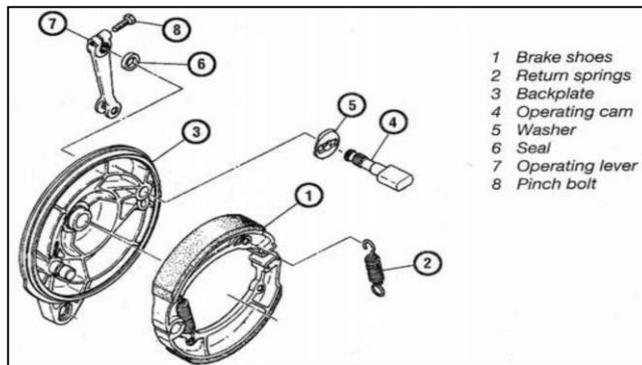
1. Rem Mekanik.
2. Rem Hydraulic.

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

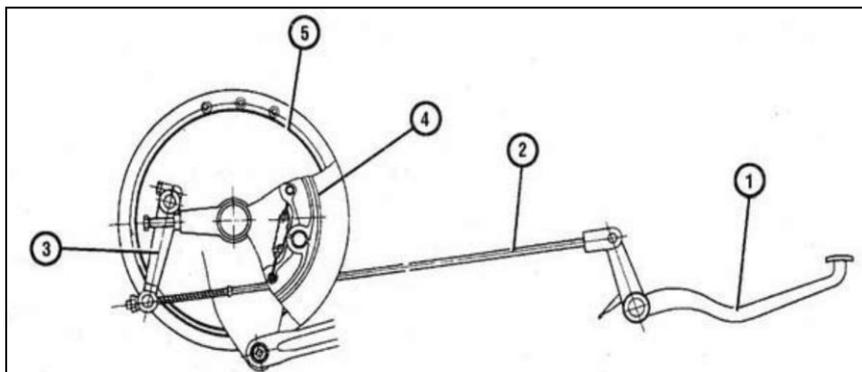
#### 1. Rem Mekanik

Rem mekanik merupakan sistem rem yang telah menjadi metode pengereman standar yang digunakan sepeda motor pada beberapa tahun belakangan ini. Alasannya adalah karena rem mekanik

sederhana dan murah. Konstruksi rem mekanik umumnya terdiri dari komponen-komponen seperti sepatu rem (*brake shoe*), mekanik (*drum*), pegas pengembali (*return springs*), tuas penggerak (*lever*),udukan rem mekanik (*backplate*). Cara pengoperasian rem mekanik pada umumnya secara mekanik yang terdiri dari pedal rem (*brake pedal*) dan batang (*rod*) penggerak. Konstruksi rem mekanik seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



**Gambar 2.44** Konstruksi Rem Mekanik



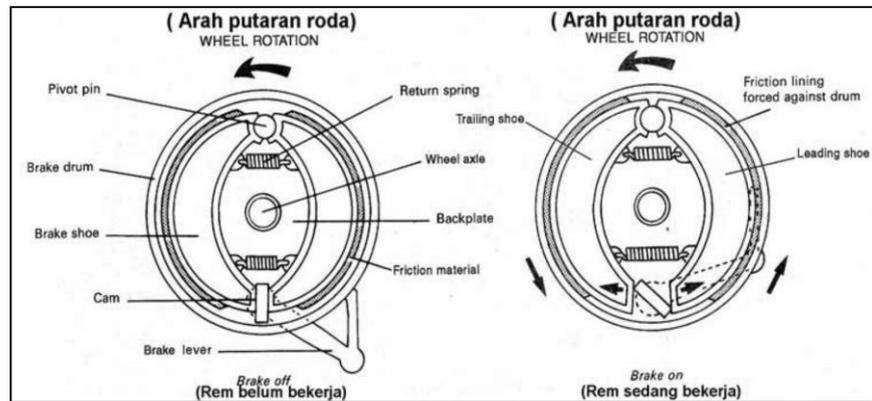
**Gambar 2.45** Rem Mekanik dan Kelengkapan Brake pedal (1) (pedal rem), (2) Operating rod (batang penghubung), (3) Brake lever (tuas rem), (4) Brake shoe (sepatu rem), dan (5) Drum (mekanik)

Rem jenis mekanik 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 mekanik akan tetap terjaga bebas dari air dan debu kerana mekanik 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 mekanik pada sepeda motor diklasifikasikan menjadi dua, yaitu

▪ **Tipe *Single Leading Shoe***

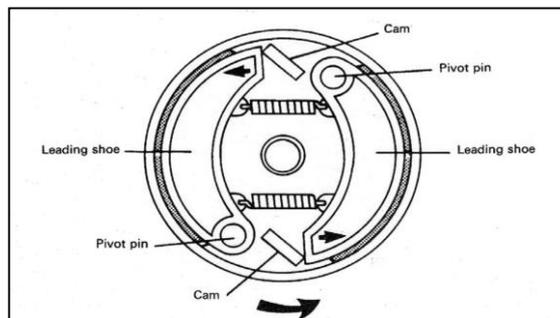
Rem mekanik tipe *single leading shoe* merupakan rem paling sederhana yang hanya mempunyai sebuah cam/nok penggerak untuk menggerakkan dua buah sepatu rem. Pada ujung sepatu rem lainnya dipasang *pivot pin* (pasak) sebagai titik tumpuan sepatu rem.



**Gambar 2.46** Rem Mekanik Tipe Single Leading Shoe

▪ **Tipe *Two Leading Shoe***

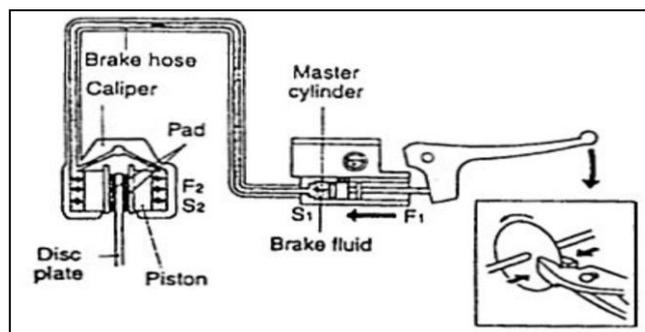
Rem tipe ini mempunyai dua cam/nok dan ditempatkan di masing-masing ujung dari *leading shoe* dan *trailing shoe*. Cam tersebut bergerak secara bersamaan ketika rem digunakan melalui batang penghubung yang bisa disetting. Setiap sepatu rem mempunyai titik tumpuan tersendiri (*pivot*) untuk menggerakkan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



**Gambar 2.47** Rem Mekanik Tipe Two Leading Shoe

## 2. Rem Hydraulic (*Disc Brake*)

Pada rem hydraulic, putaran roda dikurangi atau dihentikan dengan cara penjepitan hydraulic k (*disc*) oleh dua bilah sepatu rem (*brake pads*). Rem hydraulic 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 hydraulic.



**Gambar 2.48** Cara Kerja Rem Cakram Hydraulic

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

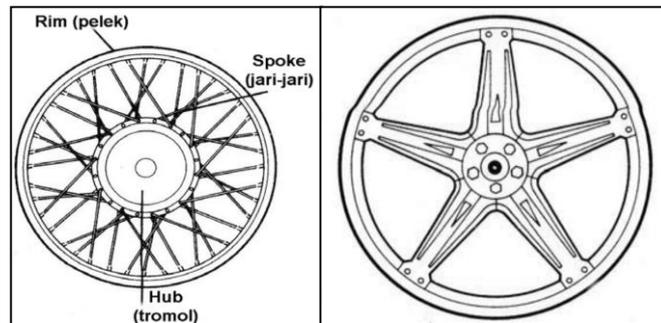
- Panas akan hilang dengan cepat dan menghilang pada saat *disk* dibuka. Sehingga pengaruh rem yang stabil dapat terjamin
- Jika rem basah, maka air tersebut akan dipercikkan keluar dengan gaya sentripugal.

### 2.5.7 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*)

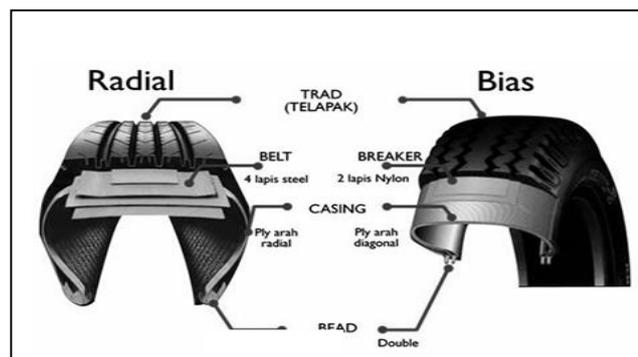


**Gambar 2.49** Roda Tipe Jari-jari dan Roda Tipe Komposit

- **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 bagian luar disebut *tread* terbuat dari karet yang keras karena bersentuhan langsung dengan tanah. Untuk itu *tread* harus memiliki ketahanan aus yang tinggi dan cukup baik melindungi ban dalam. Sedangkan lapisan bagian dalam ban disebut *breaker*, carcass dan *tread* fungsinya menjaga dan melindungi ban bagian dalam dari tekanan udara dan pukulan dari luar secara bersamaan. Carcass ini terbuat dari lapisan kain (*fabric layer*) dengan bahan nilon dan rayon yang dilapisi karet dan kawat yang jumlah lapisannya menentukan kekuatan ban. Disamping itu ada lapisan *beads* yang mampu memegang dengan kuat pada pelek melalui tekanan udara selama berjalan. Lapisan yang berbeda di bagian dalam dari ban *tubeless* (tanpa ban dalam) yang

bersifat elastis, jika tertusuk paku udara bagian dalam tidak bocor keluar. 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 2.50** Ban Tipe Radial dan Tipe Bias

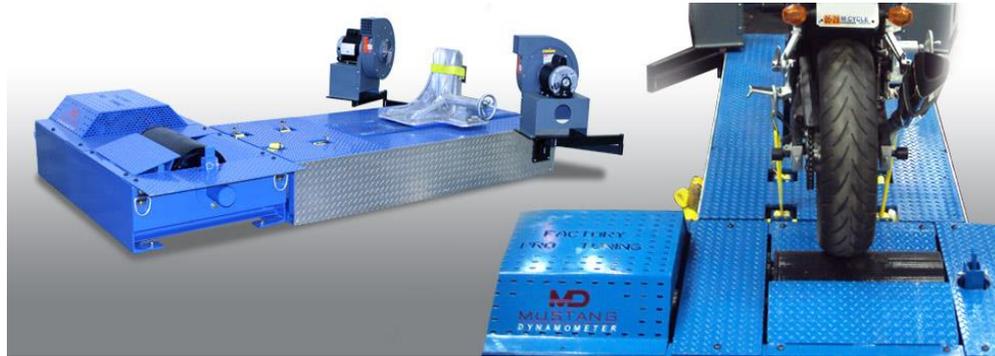
## 2.6 Alat Ukur Dynamometer

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* secara langsung dari unit penggerak tenaga dihubungkan langsung ke roda penggerak tanpa memindahkan mesin dari chassis kendaraan.

### 2.6.1 Dynamometer Chasis

Dynamometer mengukur daya melalui permukaan *roller penggerak* yang digerakkan oleh roda kendaraan. Kendaraan ditempatkan diatas *roller penggerak* dimana kendaraan dijalankan sehingga tenaga dan torsi dapat di ukur sesuai dengan putaran

mesin. Dynamometer chassis saat ini telah semakin modern dapat melakukan lebih daripada mencari nilai besaran tenaga, torsi dan putaran dengan system elektronik modern dan reaksi yang cepat dan akurat. Dynamometer chassis dapat berupa tetap maupun portable atau dapat dipindahkan.



**Gambar 2.51** Dynamometer Chassis

### 2.6.2 Dynamometer Engine

Pada dynamometer *engine* dalam menentukan nilai daya, torsi dan kecepatan mesin yang akan di uji unjuk kerja dilepaskan dari chassis kendaraannya lalu dihubungkan melalui poros output atau *crankshaft* pada mesin. Dynamometer *engine* tidak memasukkan rugi- rugi dari gear box, transmisi ataupun yang lainnya.



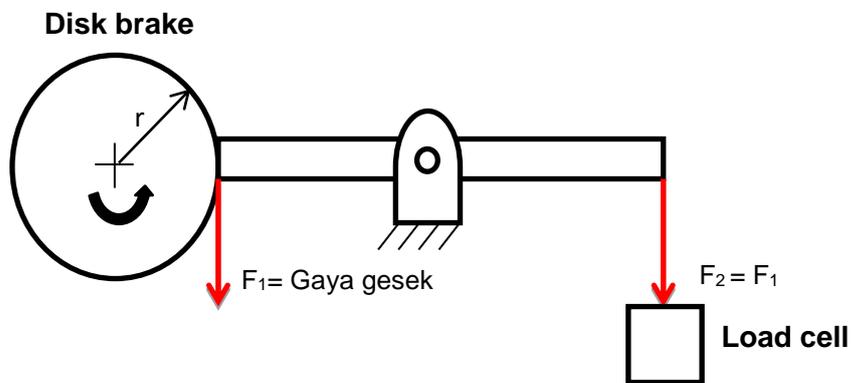
**Gambar 2.52** Dynamometer Engine

### 2.6.3 Dynamometer Brake Cakram

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 2.53** 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.

## **2.7 Jenis-Jenis Flow Meter**

*Flow meter* adalah alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran linier, nonlinier, massa atau volume dari liquid, gas ataupun solid . Jenis alat ukur aliran fluida yang paling banyak digunakan diantaranya alat ukur lainnya adalah alat ukur fluida jenis laju aliran. Hal ini dikarenakan oleh konstruksinya yang sederhana dan pemasangannya yang mudah. Alat

ukur aliran fluida jenis ini dibagi empat jenis yaitu, venturi meter, nozzle, pitot tubes, dan flat orifice. Pada dasarnya prinsip kerja dari keempat alat ukur ini adalah sama yaitu bila aliran fluida yang mengalir melalui alat ukur ini mengalir maka akan terjadi perbedaan tekanan sebelum sesudah alat ini. Beda tekanan menjadi besar bila laju aliran yang diberikan kepada alat ini bertambah. Berikut adalah beberapa alat ukur laju aliran yang salah satunya digunakan oleh penulis pada saat pengujian konsumsi bahan bakar sepeda motor.

### 1. Venturi Meter

Venturi Meter ini merupakan alat primer dari pengukuran aliran yang berfungsi untuk mendapatkan beda tekanan. Sedangkan alat untuk menunjukkan besaran aliran fluida yang diukur atau alat sekundernya adalah manometer pipa U. Venturi Meter memiliki kerugian karena harganya mahal, memerlukan ruangan yang besar dan rasio diameter throatnya dengan diameter pipa tidak dapat diubah.

Untuk sebuah venturi meter tertentu dan sistem manometer tertentu, kecepatan aliran yang dapat diukur adalah tetap sehingga jika kecepatan aliran berubah maka diameter throatnya dapat diperbesar untuk memberikan pembacaan yang akurat atau diperkecil untuk mengakomodasi kecepatan aliran maksimum yang baru.

Untuk Venturi Meter ini dapat dibagi 4 bagian utama yaitu :

- a. Bagian Inlet : Bagian yang berbentuk lurus dengan diameter yang sama seperti diameter pipa atau cerobong aliran. Lubang tekanan awal ditempatkan pada bagian ini.
- b. Inlet Cone : Bagian yang berbentuk seperti kerucut, yang berfungsi untuk menaikkan tekanan fluida.
- c. Throat (leher): Bagian tempat pengambilan beda tekanan akhir bagian ini berbentuk bulat datar. Hal ini dimaksudkan agar tidak

mengurangi atau menambah kecepatan dari aliran yang keluar dari inlet cone.

Pada Venturi meter ini fluida masuk melalui bagian inlet dan diteruskan ke bagian outlet cone. Pada bagian inlet ini ditempatkan titik pengambilan tekanan awal. Pada bagian inlet cone fluida akan mengalami penurunan tekanan yang disebabkan oleh bagian inlet cone yang berbentuk kerucut atau semakin mengecil ke bagian throat. Kemudian fluida masuk ke bagian throat inilah tempat-tempat pengambilan tekanan akhir dimana throat ini berbentuk bulat datar. Lalu fluida akan melewati bagian akhir dari venturi meter yaitu outlet cone. Outlet cone ini berbentuk kerucut dimana bagian kecil berada pada throat, dan pada Outlet cone ini tekanan kembali normal.

Jika aliran melalui venturi meter itu benar-benar tanpa gesekan, maka tekanan fluida yang meninggalkan meter tentulah sama persis dengan fluida yang memasuki meteran dan keberadaan meteran dalam jalur tersebut tidak akan menyebabkan kehilangan tekanan yang bersifat permanen dalam tekanan.

Penurunan tekanan pada inlet cone akan dipulihkan dengan sempurna pada outlet cone. Gesekan tidak dapat diabaikan dan juga kehilangan tekanan yang permanen dalam sebuah meteran yang dirancang dengan tepat

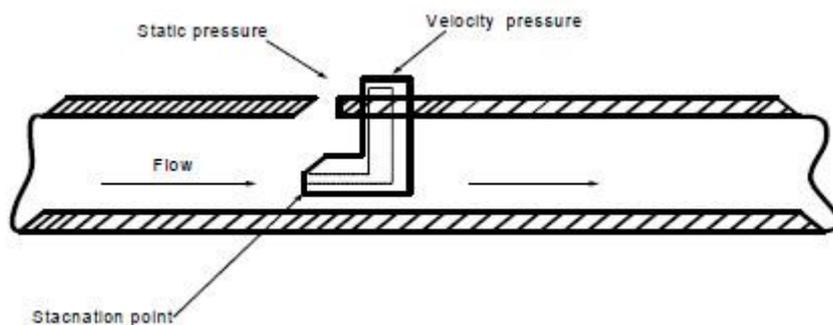
### 2. Flow Nozzle

Flow Nozzle sama halnya dengan plat orifice yaitu terpasang diantara dua flensa. Flow Nozzle biasa digunakan untuk aliran fluida yang kecil. Karena flow nozzle mempunyai lubang lebih besar dan kehilangan tekanan lebih kecil daripada plat orifice sehingga flow nozzle dipakai untuk fluida kecepatan tinggi pada temperatur tinggi dan untuk penyediaan air ketel. Flow nozzle ini merupakan alat primer dari pengukuran aliran yang berfungsi untuk mendapatkan beda tekanannya. Sedangkan alat untuk

menunjukkan besaran aliran fluida yang diukur atau alat sekundernya adalah berupa manometer. Pada flow nozzle kecepatan bertambah dan tekanan semakin berkurang seperti dalam venturi meter. Dan aliran fluida akan keluar secara bebas setelah melewati lubang flow nozzle sama seperti pada plat orifice. Flow nozzle terdiri dari dua bagian utama yang melengkung pada silinder.

### 3. Pitot Tubes

Nama pitot tubes datang dari konsensip Henry de Pitot pada tahun 1732. Pitot tubes mengukur besaran aliran fluida dengan jalan menghasilkan beda tekanan yang diberikan oleh kecepatan fluida itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 2.53. Sama halnya seperti plate orifice, pitot tubes membutuhkan dua lubang pengukuran tekanan untuk menghasilkan suatu beda tekanan. Pada pitot tubes ini biasanya fluida yang digunakan adalah jenis cairan dan gas. Pitot tubes terbuat dari stainless steel dan kuningan.



**Gambar 2.54** Pitot Tubes

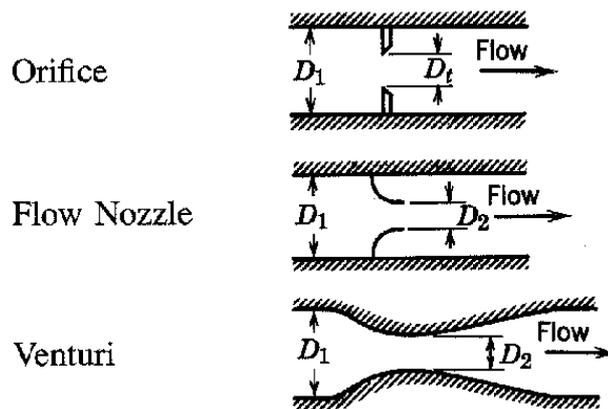
### 4. Flat Orifice

Agar dapat melakukan pengendalian atau proses-proses industri, kuantitas bahan yang masuk dan keluar dari proses perlu diketahui. Kebanyakan bahan ditransportasikan diusahakan dalam bentuk fluida, maka penting sekali mengukur kecepatan aliran fluida dalam pipa.

Berbagai jenis meteran digunakan untuk mengukur laju arus seperti Flat orifice.

Untuk plat orifice ini, fluida yang digunakan adalah jenis cair dan gas. Pada Flat orifice ini piringan harus bentuk plat dan tegak lurus pada sumbu pipa. Piringan tersebut harus bersih dan diletakkan pada perpipaan yang lurus untuk memastikan pola aliran yang normal dan tidak terganggu oleh fitting, kran atau peralatan lainnya.

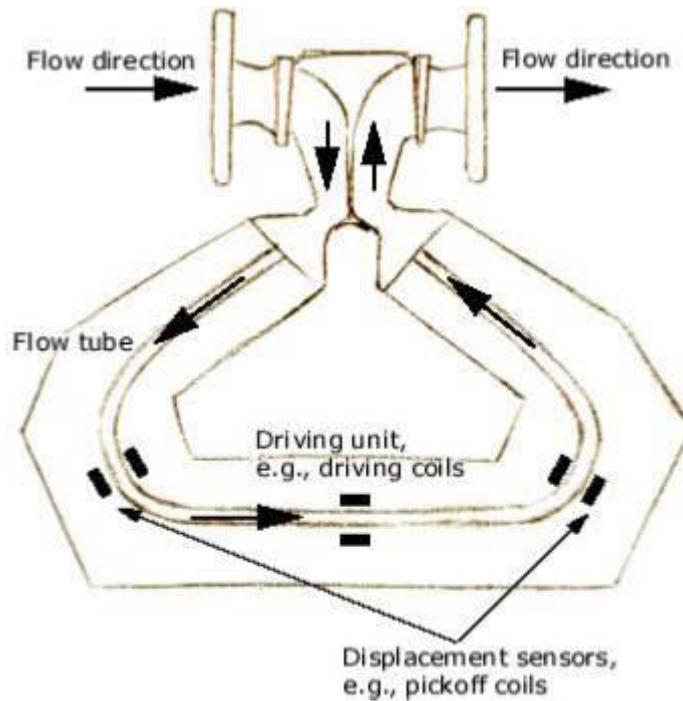
Prinsip dasar pengukuran Flat orifice dari suatu penyempitan yang menyebabkan timbulnya suatu perbedaan tekanan pada fluida yang mengalir.



**Gambar 2.55** Perbedaan orifice, nozzle, dan venturi

### 5. Coriolis Flowmeter

Efek Coriolis melekat pada fenomena defleksi (pembelokan arah) gerak sebuah benda pada sebuah kerangka acuan yang berputar, khususnya di permukaan Bumi. Pada intinya, sebuah benda yang bergerak lurus dalam kerangka yang berputar, akan terlihat berbelok oleh pengamat yang diam di dalam kerangka tersebut. Sehingga gaya Coriolis adalah gaya semu yang timbul akibat efek dua gerakan yaitu gerak rotasi bumi dan gerak benda relatif terhadap bumi.



Prinsip Coriolis menyatakan bahwa jika sebuah partikel di dalam suatu gerak berputar mendekati atau menjauhi pusat perputaran, maka partikel menghasilkan gaya internal yang bekerja pada partikel itu.

Andaikan fluida sedang mengalir ke dalam U-Shaped tube pada kecepatan  $V$  dan tabung sedang bergetar pada kecepatan sudut, maka dengan mempertimbangkan suatu bagian yang kecil dari fluida pada bagian inlet masuk dengan jarak  $r$ , maka dihasilkan suatu gaya (dikenal sebagai coriolies force).