

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Sistem Kemudi**

Sistem kemudi adalah merupakan salah satu komponen yang berfungsi untuk membelokkan mobil sesuai dengan keinginan pengemudi dengan sudut derajat belok yang diinginkan dan radius yang dihasilkan.

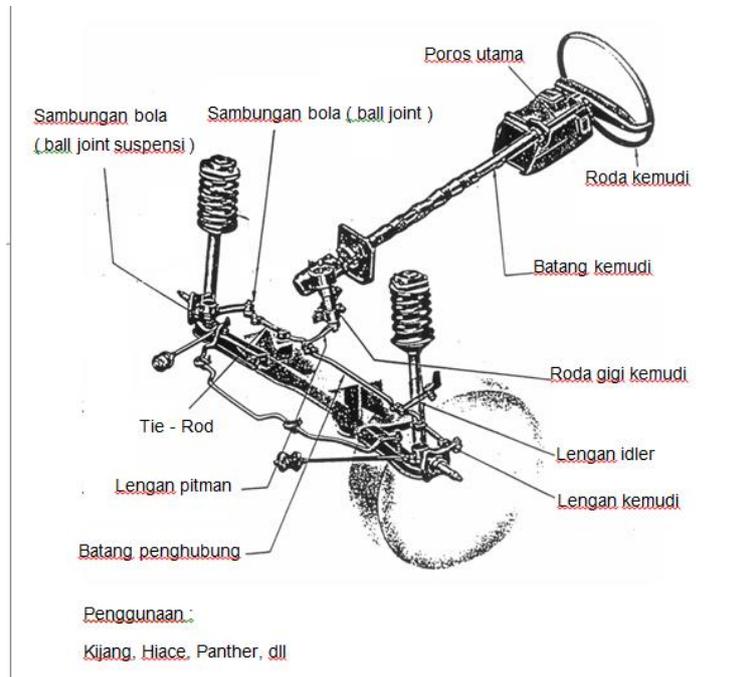
Pada umumnya sistem kemudi dapat dibagi menjadi empat bagian utama, antara lain :

1. Steering wheel (kemudi)
2. Steering main shaft (poros utama kemudi)
3. Steering gear housing (rumah poros kemudi)
4. Steering linkage (reduksi gigi kemudi)

Pada steering wheel, digunakan pengemudi untuk menggerakkan sistem kemudi dengan cara diputar kekiri atau kekanan.

Pada main shaft, berfungsi untuk meneruskan putaran dari steering wheel ke roda gigi kemudi. Putara poros harus seimbang dan bekerjanya tidak boleh terganggu oleh benda disekitarnya. Oleh karena itu penempatan poros kemudi didalam tabung atau rumah poros kemudi. Pada steering gear, tidak saja berfungsi untuk mengarahkan roda depan, tetapi dalam waktu bersamaan juga berfungsi sebagai gigi reduksi untuk meningkatkan momen agar kemudi menjadi ringan. Sedangkan pada linkage terdiri dari rod dan arm yang meneruskan tenaga gerak dari steering gear ke roda depan. Walaupun mobil

bergerak naik turun, gerakan roda kemudi harus diteruskan keroda-roda depan dengan sangat tepat setiap saat.



Gambar 2.1

### Sistem Kemudi Mobil

(Sumber : Baygo Suchaya Soemarsono, Otomotif Mesin Tenaga, 1997, hal. 3)

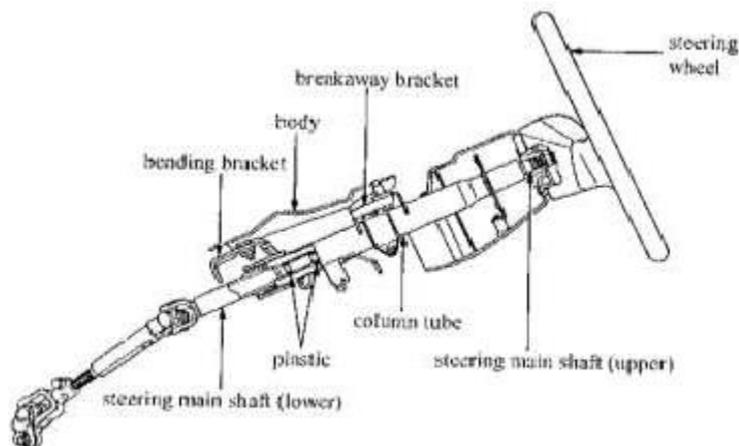
#### 2.1.1. Macam – Macam Sistem Kemudi

##### 1. Manual Steering

Pada kemudi ini semua tenaga yang dibutuhkan membelokkan roda dari tenaga yang datang dari lingkaran kemudi (*Steering Column*) yang diputar oleh tenaga dari pengemudi.

**a. Kolom Kemudi (*Steering column*)**

Steering column atau batang kemudi merupakan tempat daripada poros utama atau yang bisa juga disebut main shaft. Steering column terdiri dari main shaft yang mempunyai fungsi untuk meneruskan putaran dari steering wheel ke steering gear, dan column tube yang berfungsi untuk mengikat main shaft ke body. Ujung atas poros utama dibuat meruncing dan bergerigi, dan steering wheel diikatkan ditempat tersebut dengan sebuah mur. Steering column juga merupakan mekanisme penyerap energi yang menyerap gaya dorong dari pengemudi pada saat tabrakan.



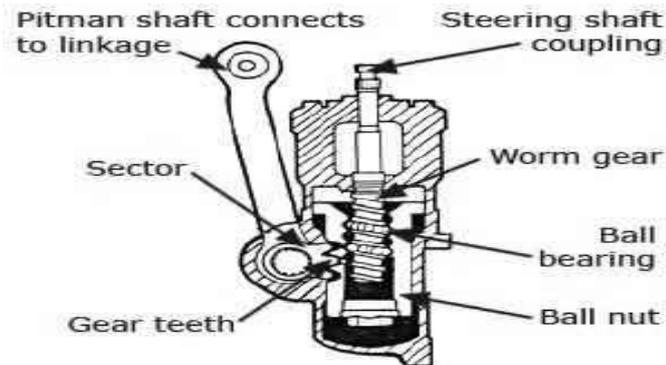
Gambar 2.2

*Steering Column*

(Sumber : Daryanto, Teknik Merawat Autobil, Hal. 424)

## b. Roda Gigi Kemudi (*Steering Gear*)

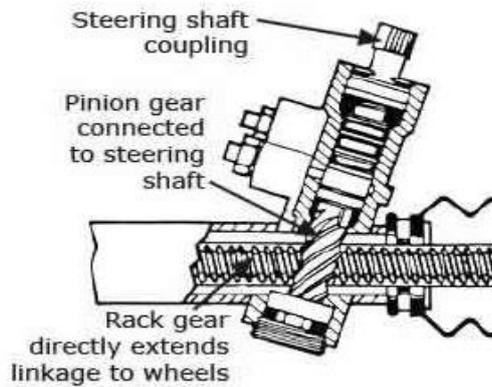
Steering Gear berfungsi untuk mengarahkan roda depan dan juga berfungsi sebagai gigi reduksi untuk meningkatkan momen agar pengemudian menjadi lebih ringan. Untuk itu diperlukan perbandingan reduksi yang disebut perbandingan Steering Gear, Perbandingan yang semakin besar akan menyebabkan kemudi menjadi semakin ringan, tetapi jumlah putarannya akan bertambah banyak, untuk sudut belok yang sama. Steering gear ada beberapa type dan yang paling banyak di gunakan adalah type recirculating ball dan rack and pinion.



Gambar 2.3

*Steering gear type recirculating ball*

(Sumber : Daryanto, Teknik Merawat Autobil, hal. 422)



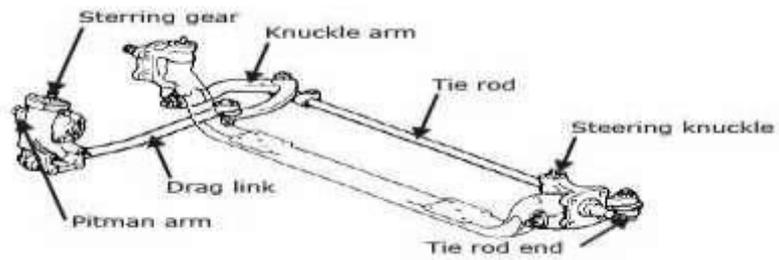
Gambar 2.4

*Steering gear type rack and pinion*

(Sumber : Daryanto, Teknik Merawat Autobil, Hal 422)

**c. Sambungan Kemudi (*Steering Linkage*)**

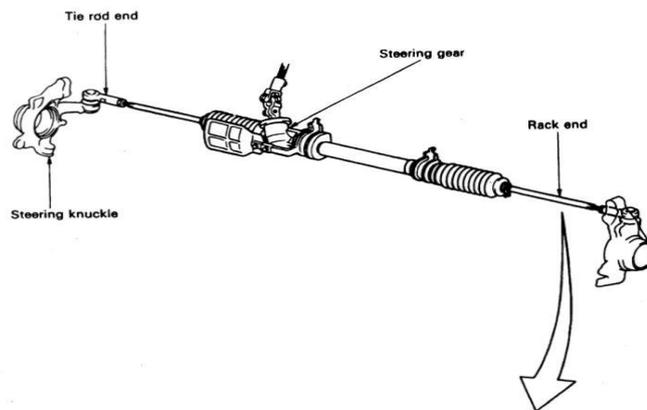
Steering linkage terdiri dari rod dan arm yang meneruskan tenaga gerak dari steering gear ke roda depan. Walaupun mobil bergerak naik dan turun, gerakan roda kemudi harus diteruskan ke roda-roda depan dengan sangat tepat setiap saat. Ada beberapa tipe steering linkage dan konstruksi joint yang dirancang untuk tujuan tersebut. Bentuk yang tepat sangat mempengaruhi kestabilan pengendalian.



Gambar 2.5

*Steering gear* untuk suspense rigid

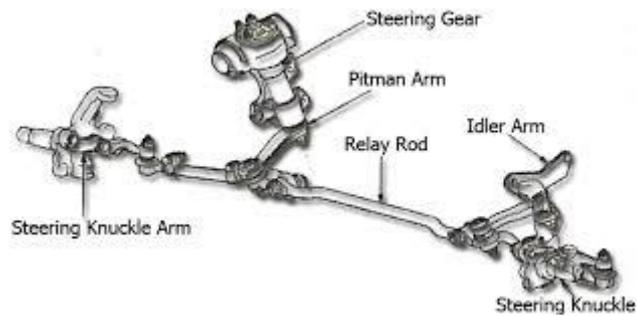
(Sumber : Boentarto, Teknik Bongkar Pasang Kerangka dan Bodi Mobil,  
Hal. 39)



Gambar 2.6

*Steering gear* dengan *rack and pinion*

(Sumber : Boentarto, Teknik Bongkar Pasang Kerangka dan Bodi Mobil)



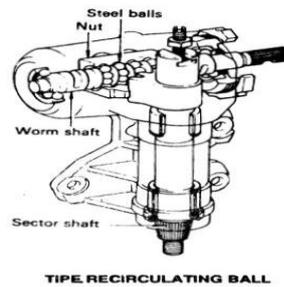
Gambar 2.7

*Steering gear dengan recirculating ball*

(Sumber : Boentarto, Teknik Bongkar Pasang Kerangka dan Bodi Mobil)

**d. *Recirculating – ball***

sistem recirculating ball ini memiliki gaya pengemudian lebih ringan, karena bisa mereduksi putaran kemudi secara maksimal. Hanya saja kita perlu memutar roda kemudi hingga 4 kali untuk membuat roda berbelok penuh. Sistem yang dipakai pada mobil niaga atau mobil berbobot besar ini.



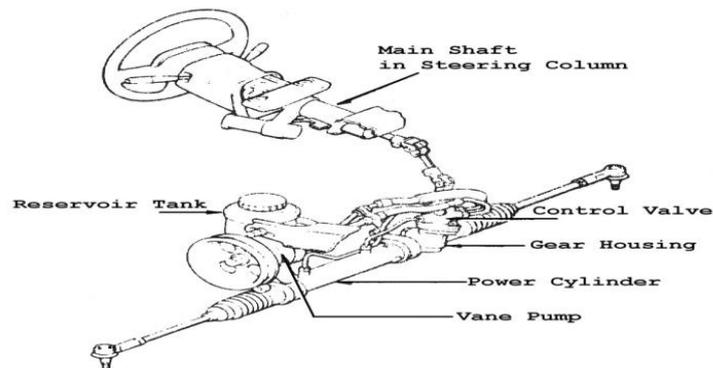
Gambar 2.8

Tipe kemudi dengan *recicurlating ball*

(Sumber : Daryanto, Teknik Merawat Autobil, Hal. 422)

e. ***Rack and Pinion***

Tipe *Rack and Pinion*, bekerja dengan mengubah putaran kemudi yang disalurkan ke roda gigi pinion, menjadi gerakan searah dengan menggunakan sebuah rack. Rack ini merupakan sebuah poros yang memiliki roda gigi, artinya roda gigi ini menempel pada sepanjang poros sehingga ketika gigi pinion berputar, rack gear akan terdorong sesuai arah putaran pinion gear.



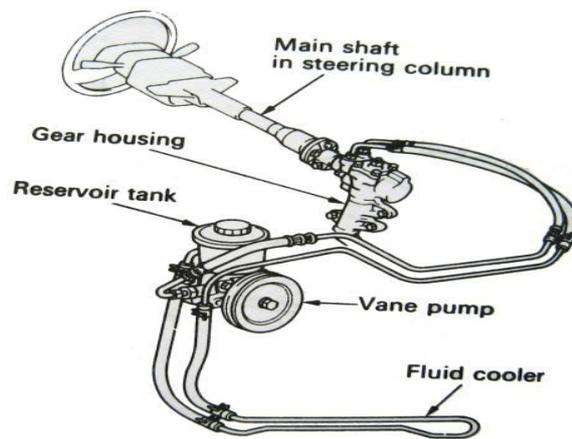
Gambar 2.8

Tipe kemudi dengan *Rack and Pinion*

(Sumber : Boentarto, Teknik Bongkar Pasang Kerangka dan Bodi Mobil, Hal. 54)

## 1. Power Steering

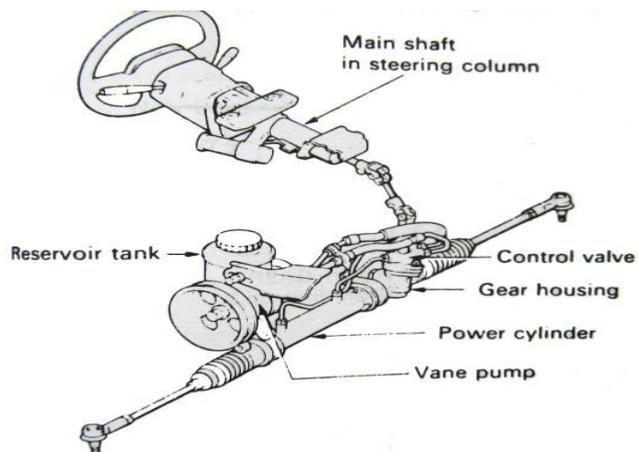
Pada kendaraan sistem kemudi (*steering system*) berfungsi untuk mengatur arah dari kendaraan, dengan cara membelokkan roda depan. Ada juga beberapa kendaraan yang membelokkan dengan roda belakang seperti carlift. Tetapi pada umumnya untuk kendaraan jenis penumpang, adalah dengan membelokkan roda depan. Power steering dapat dibagi menjadi dua tipe, tipe yang pertama adalah integral dan yang kedua adalah tipe rack and pinion. Pada steering gear yang menggunakan recirculating ball biasanya menggunakan power steering tipe integral. Dinamakan integral karena power piston dan gear housing dijadikan menjadi satu, sedangkan pada tipe rack and pinion, power silinder dan gear housing terpisah. Berikut ini gambar dari kedua tipe power steering.



Gambar 2.9

Power Steering Model Integral

(Sumber : Boentarto, Teknik Bongkar Pasang Kerangka dan Bodi Mobil, Hal. 60)



Gambar 2.10

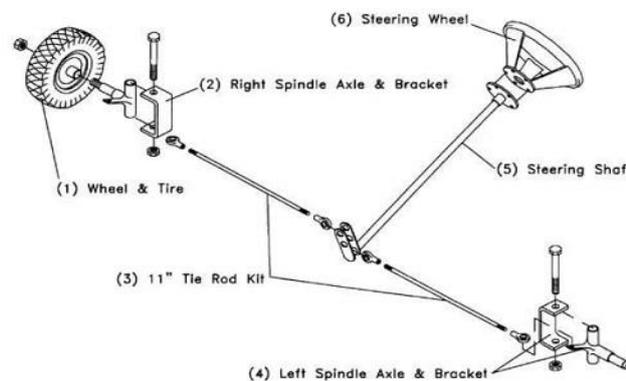
Power Steering Model *Rack and Pinion*

(Sumber : Boentarto, Teknik Bongkar Pasang Kerangka dan Bodi Mobil, Hal. 60)

## 2.2. Model Kemudi Yang Digunakan

### a) Steering Column dengan *Stabilizer*

Kemudi jenis ini biasanya digunakan oleh gokart dan sekaligus menjadi regulasi dari kompetisi mobil hemat energi jenis *Urban Concept* ataupun *Prototype*. Yang dimana dri poros kemudi langsung terhubung dengan *Stabilizer*.



Gambar 2.11

Steering Column dengan *Stabilizer*

(Sumber : Regulasi KMHE, ITS, *Sapu Angin*)

## 2.3. Alignment Roda Depan

### A. Pengertian Alignment Roda Depan

Roda-roda kendaraan dipasang dengan besar sudut tertentu sesuai dengan persyaratan tertentu untuk menjaga agar pengemudi ringan,

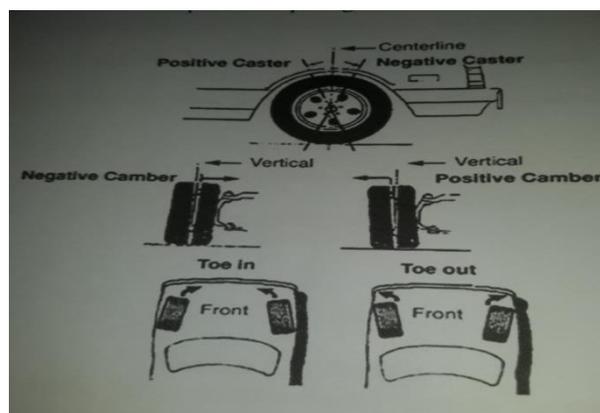
nyaman dan stabil serta keausan ban normal. Sudut-sudut pemasangan roda tersebut dinamakan *Wheel Alignment*.

### **B. FWA (*Front Whell Alignment*)**

Sudut alignment dari roda terutama roda depan sangat mempengaruhi kemudian mengemudi, kualitas pengendara, stabilitas arah kendaraan, dan keausan dari roda.

### **C. Faktor-faktor FWA**

faktor utama yang menentukan alignment dari roda depan yaitu ketinggian Suspensi, cester, camber, terot dan stering/axis inclination (SAI). Adapun faktor tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



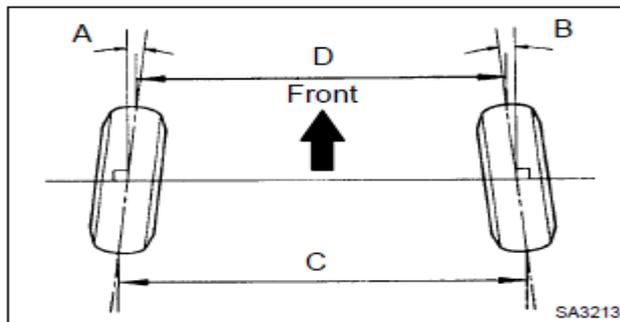
Gambar 2.12

Faktor – factor FWA

(Sumber : Laporan TA 2014, Sistem Kemudi, Hal. 34)

#### D. Toe in dan Tow out

Dikatakan kendaraan itu memiliki toe in, bila jarak antara rodadepan bagian depan lebih pendek dari jarak antara kedua roda depan bagian belakang. Jarak selisih toe dihitung dalam satuan mm.

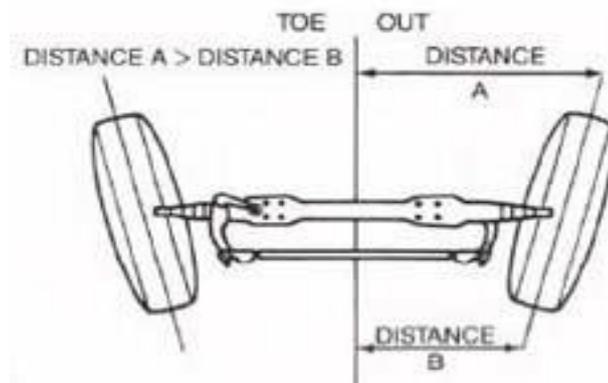


Gambar 2.13

Gambar Toe in

(Sumber : Laporan TA 2014, Sistem Kemudi, Hal. 35)

Dikatakan kendaraan itu memiliki toe out, bila jarak antara kedua roda depan bagian depan lebih besar dari jarak antara kedua roda depan bagian belakang. Jarak selisih toe dihitung dalam satuan mm.



Gambar 2.14

Gambat Toe out

(Sumber : Laporan TA 2014, Sistem Kemudi, Hal. 35)

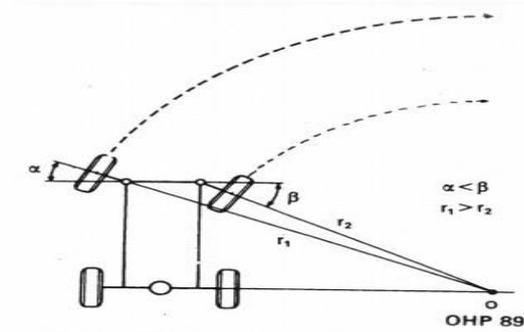
### 2.3.1 Perilaku Belok Kendaraan

Pada gerakan belok dengan adanya gaya sentrifugal pada kendaraan akan menimbulkan gaya-gaya dan moment pada roda sehingga terjadi sudut slip pada ban. Dengan melihat kondisi tersebut maka jenis perilaku gerakan belok kendaraan dapat dibedakan sebagai berikut :

#### A. Perilaku Ackerman

Perilaku ackerman merupakan perilaku belok kendaraan yang ideal, kendaraan akan berbelok mengikuti gerakan ackerman dimana tidak terjadi sudut slip pada setiap roda. Pada kecepatan yang rendah roda tidak memerlukan gaya lateral sehingga pada saat membelok tidak menimbulkan sudut slip. Pusat belok pada kendaraan

merupakan perpotongan garis yang berimpit dengan poros belakang dengan garis tegak lurus terhadap sudut belok roda depan ( $\delta_0$  dan  $\delta_i$ )



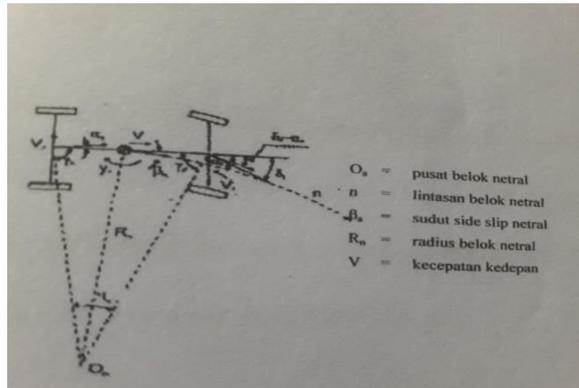
Gambar 2.15

Perilaku Kemudi Ackerman

(Sumber : Thomas D Gillespie 1994, Hal. 200)

## B. Perilaku Netral

Pada kenyataan setiap kendaraan selalu terjadi gaya sentrifugal yang cukup untuk menimbulkan sudut slip pada setiap roda. Jika besar rata-rata sudut slip roda depan ( $\alpha_f$ ) sama dengan rata-rata slip roda belakang ( $\alpha_r$ ) maka kondisi ini dinamakan kondisi belok netral. Pada kondisi ini, koefisien understeer,  $K_{us} = 0$ , dan besar radius kendaraan ( $R_a$ ) hanya dipengaruhi oleh sudut belok roda depan.



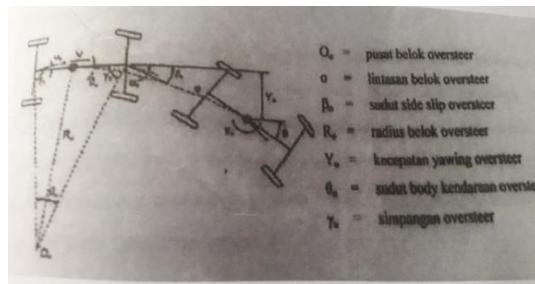
Gambar 2.16

### Perilaku Kemudi Netral

(Sumber : Thomas D Gillespie 1994, hal 203)

### C. Perilaku Understeer

Perilaku understeer adalah seperti perilaku belok netral yaitu memperhitungkan arah dari sudut slip rata-rata roda belakang ( $\alpha_r$ ) dan roda depan ( $\alpha_f$ ).



Gambar 2.17

### Perilaku Understeer

(Sumber : Thomas D Gillespie 1994, hal 203)

Titik pusat belok ( $O_u$ ) dan lintasan belok ( $u$ ) kendaraan berbeda dengan kendaraan pada perilaku netral. Kendaraan Understeer adalah kendaraan yang sulit untuk berbelok sehingga umumnya memerlukan sudut belok ( $\delta_r$ ) yang lebih besar untuk belokan tertentu.

Kendaraan dengan perilaku understeer memiliki radius belok yang lebih besar dibandingkan dengan perilaku netral, dan sudut slip roda depan ( $\delta_r$ ) lebih besar dari slip roda belakang ( $\delta_r$ ).

#### **D. Perilaku Oversteer**

Sama dengan perilaku understeer, perilaku oversteer menunjukkan dimana pengaruh sudut slip roda depan dan belakang sangat dominan terhadap gerakan belok kendaraan. Pada kendaraan yang mempunyai perilaku oversteer pengaruh sudut slip mengakibatkan kendaraan sangat responsive pada waktu belok, atau dia dapat berbelok lebih besar daripada yang diharapkan.

Kendaraan oversteer sering lebih sulit dikendalikan oleh pengemudi normal, namun pengemudi trampil atau pembalap sering lebih senang kendaraan yang sedikit oversteer. Perilaku belok oversteer pada gambar dibawah ini.

### **2.4. Sistem Pengereman**

Pengereman merupakan suatu komponen yang penting bagi kendaraan karena mampu memperlambat atau menghentikan suatu

kendaraan. Rem bekerja apabila pedal rem di injak atau tekan dengan begitu fluida akan mendorong ke bagian master rem kemudian dilanjutkan dengan pergerakan kamvas rem yang akan menekan piringan atau cakram dengan gaya gesek yang dihasilkan. Beberapa ilmuwan berpendapat bahwa rem memiliki 2 hukum yang berkaitan yaitu :

#### 1. Hukum Newton 1

Bila benda tidak menderita gaya dari luar, maka benda itu tetap dalam keadaan *stasioner*. Benda disebut dalam keadaan *stasioner* (gerak benda tidak berubah) bila benda itu dalam keadaan diam atau gerak lurus berubah beraturan (GLB), berarti bila tanpa gaya dari luar yang bekerja padanya maka benda tetap diam atau melakukan GLB. Hukum Newton 1 bermakna bahwa setiap benda selalu memiliki sifat lembam, karena cenderung mempertahankan keadaannya, contohnya. (1) Buku selalu diam diatas meja, bila tidak ada seseorang yang memindahkannya. (2) Seorang penumpang bus terlempar ke depan karena bus di rem secara mendadak. Ada yang menyebut, penumpang itu terlempar ke depan karena dorongan gaya hantu (*The Devil Force*). Namun yang jelas, itu termaksud contoh perilaku hokum 1 Newton, sebab ketika tganpa gaya luar, penumpang itu cenderung mempertahankan keadaannya, yaitu melakukan GLB.

## 2. Hukum Newton 2

Percepatan sebuah benda berbanding lurus dengan gaya total yang bekerja padanya dan berbanding terbalik dengan massanya, arah percepatan sama dengan arah gaya total yang bekerja padanya. Berdasarkan Hukum Newton 2, dapat dipahami bahwa suatu benda akan bertambah kelajuannya jika diberikan gaya total yang arahnya sama dengan arah gerak benda. Akan tetapi, jika arah gaya total yang diberikan pada benda tersebut berlawanan dengan arah gerak benda maka benda tersebut akan memperkecil laju benda atau bahkan menghentikannya.

### 2.4.1. Fungsi Sistem Pengereman

#### A. Fungsi Rem

Rem yaitu suatu peranti untuk memperlambat atau menghentikan gerakan roda. secara otomatis gerak kendaraan menjadi pelan. Energi kinetik yang hilang dari benda yang bergerak ini biasanya diubah menjadi panas karena gesekan.

Sistem rem pada kendaraan merupakan suatu peranti penting keamanan dalam berkendara, tidak berfungsinya rem dapat menimbulkan bahaya dan keamanan berkendara jadi terganggu, Adapun fungsi dari sistem rem itu sendiri adalah :

1. Untuk memperlambat kecepatan atau menghentikan gerakan roda kendaraan.

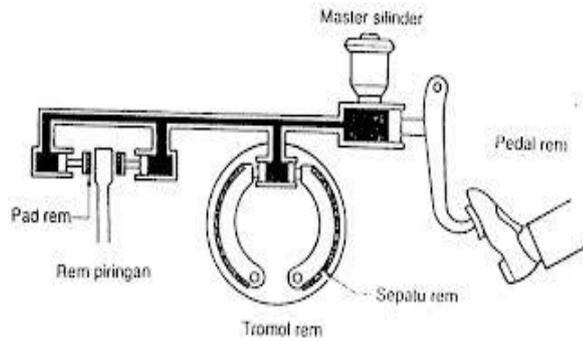
2. Mengatur kecepatan selama berkendara.
3. Untuk menahan kendaraan saat parkir dan berhenti pada jalan yang menurun atau menanjak.

Prinsip kerja sistem rem adalah mengubah tenaga kinetik menjadi panas dengan cara menggesekan dua buah logam pada benda yang berputar sehingga putarannya akan melambat. Oleh sebab itu komponen rem yang bergesekan ini harus tahan terhadap gesekan (tidak mudah aus), tahan panas dan tidak mudah berubah bentuk pada saat bekerja dalam suhu tinggi. Adapun tipe rem yang digunakan pada suatu kendaraan.

#### **2.4.2. Tipe Rem**

##### **A. Rem Kaki**

Rem kaki adalah sistem yang mengubah gaya penekanan pedal rem menjadi tekanan hidrolis dan menggunakan tekanan hidraulis ini untuk mengoprasikan rem pada masing - masing roda, memperlambat jalannya kendaraan dan menghentikannya. rem ini bekerja sebagai rem utama.



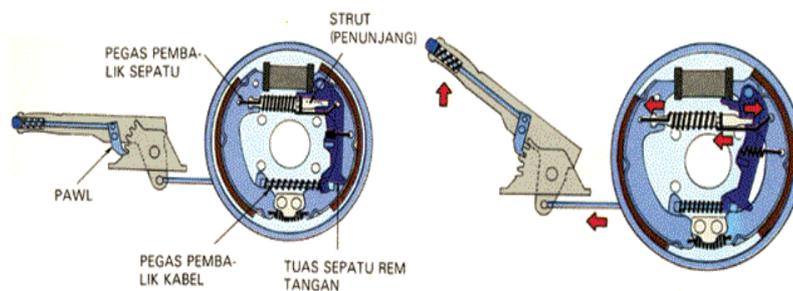
Gambar 2.18

### Rem Kaki

(Sumber: Jalius jama dkk. 2008. Teknik Sepeda Motor Jilid 3)

### B. Rem Tangan (*Hand breake*)

Rem tangan adalah untuk melakukan pengereman mobil saat parkir. Rem tangan juga merupakan fasilitas keamanan pada kendaraan saat mobil keadaan parkir atau ditinggal oleh pengemudinya yang bertujuan agar mobil tidak bergerak maju dan mundur.



Gambar 2.19

### Rem Tangan

(Sumber : Jalius jama dkk. 2008. Teknik Sepeda Motor Jilid 3)

## **2.5. Fungsi Rem**

Rem berfungsi untuk mengurangi kecepatan (memperlambat) dan menghentikan kendaraan serta memberikan kemungkinan dapat memparkir kendaraan ditempat yang menurun.

## **2.6. Prinsip Rem**

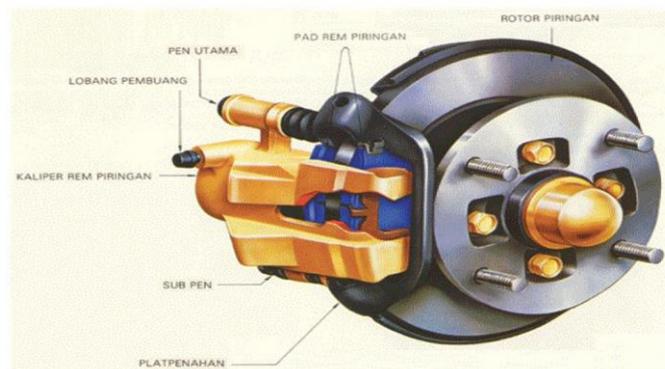
Kendaraan tidak dapat berhenti dengan segera apabila mesin dibebaskan (tidak dihubungkan) dengan pemindahan daya. Kendaraan cenderung tetap bergerak kelemahan ini harus dikurangi dengan maksud untuk menurunkan kecepatan gerak hingga berhenti. Mesin merubah energi panas menjadi energi kinetis (energi gerak) untuk menggerakkan kendaraan. Sebaliknya rem merubah energi kinetis kembali menjadi energi panas untuk menghentikan kendaraan. Umumnya rem bekerja disebabkan oleh adanya sistem gabungan penekanan melawan sistem gerak putar. Efek pengereman (breaking effect) diperoleh dari adanya gesekan yang ditimbulkan antara dua obyek.

### **2.6.1. JENIS-JENIS DAN FUNGSI REM**

#### **A. Rem cakram**

Mobil modern kebanyakan telah menerapkan piranti yang satu ini. Biasanya piranti seperti ini dapat ditemukan pada roda kendaraan baru sehingga dalam setiap penggunaannya menjadi maksimal dan terarah. Rem cakram menjadi salah satu sistem

pengereman modern terbaik pada mobil dan ideal untuk diterapkan pada setiap mobil, terutama yang telah memakai mesin berkapasitas CC besar. Sistem kerja rem cakram adalah dengan menjepit cakram yang biasanya dipasang pada roda kendaraan melalui caliper yang digerakkan oleh piston untuk mendorong sepatu rem (*brake pads*) ke cakram. Kelebihan rem cakram Rem cakram dapat digunakan dari berbagai suhu, sehingga hampir semua kendaraan menerapkan sistem rem cakram sebagai andalanya. selain itu rem cakram tahan terhadap genangan air sehingga pada kendaraan yang telah menggunakan rem cakram dapat menerjang banjir. Kemudian rem cakram memiliki sistem rem yang berpendingin diluar (terbuka) sehingga pendinginan dapat dilakukan pada saat mobil melaju, ada beberapa cakram yang juga dilengkapi oleh ventilasi (*ventilation disk*) atau cakram yang memiliki lubang sehingga pendinginan rem lebih maksimal digunakan.



Gambar 2.20

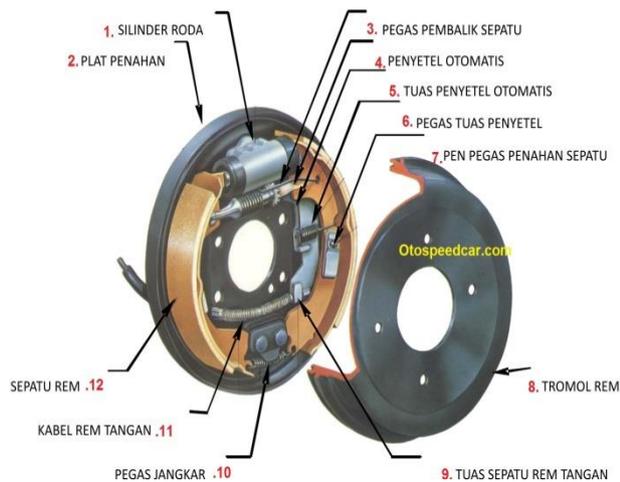
### Gambar Rem Cakram

(Sumber : Jalius jama dkk. 2008. Teknik Sepeda Motor Jilid 3)

Kegunaan rem cakram banyak dipergunakan pada roda depan kendaraan karena gaya dorong untuk berhenti pada bagian depan kendaraan lebih besar dibandingkan di belakang sehingga membutuhkan pengereman yang lebih pada bagian depan. Namun saat ini telah banyak mobil yang menggunakan rem cakram pada keempat rodanya. Sedangkan Kekurangan rem cakram yang sifatnya terbuka memudahkan debu dan lumpur menempel, lama kelamaan lumpur (kotoran) tersebut dapat menghambat kinerja pengeraman sampai merusak komponen pada bagian caliper, seperti piston bila dibiarkan lama. Oleh sebab itu perlu dilakukan pembersihan sesering mungkin.

## **B. Rem Tromol**

Fungsi Rem Tromol menggunakan sepasang sepatu yang menahan bagian dalam dari tromol yang berputar bersama – sama dengan roda untuk menghentikan kendaraan. Walaupun terdapat berbagai cara pengaturan sepatu rem, jenis leading dan trailing yang paling banyak dipakai pada kendaraan penumpang dan kendaraan komersial.



Gambar 2.21

### Gambar Rem Tromol

(Sumber : Jalius jama dkk. 2008. Teknik Sepeda Motor Jilid 3)

Rem Tromol tahan lama karena adanya tempat gesekan yang lebar diantara sepatu dan tromol, tetapi penyebaran panas agak lebih sulit dibanding dengan rem piringan/cakram karena mekanismenya yang agak tertutup. Karena itu rem tromol hanya dipakai pada roda – roda belakang yang tidak begitu banyak memerlukan tenaga pengereman. Berikut kekurangan dan kelebihan rem tromol.

#### 1. Kelebihan rem tromol

Rem tromol digunakan untuk kendaraan yang memerlukan kerja ekstra dalam pengereman contoh : kendaraan operasional seperti bis, truk, minibus, dan sebagainya. Jadi rem tromol dapat

digunakan pada beban angkut yang berat (heavy duty) dengan bekerja secara maksimal.

## 2. Kekurangan rem tromol

Rem tromol yang masih menerapkan sistem tertutup dalam prosesnya. Dengan sistem ini membuat partikel kotoran pada ruang tromol tersebut. Jadi untuk perawatan membersihkannya harus membuka roda agar rumah rem dapat dibersihkan dari debu atau kotoran. Pada saat banjir air akan mengumpul pada ruang tromol sehingga air akan menyulitkan sistem rem untuk bekerja, jadi setelah rem tromol menerjang banjir, maka harus mengeringkannya dengan menginjak setengah rem saat melaju sehingga bagian dalam rem tromol kering karena panas akibat gesekan, setelah itu rem dapat digunakan kembali.

### **2.7. Nama - Nama Bagian Rem**

#### A . Rem Cakram

- 1). Piringan rotor
- 2). Selang rem
- 3). Plat pengatur pad
- 4). Plat momen
- 5). Plat rem
- 6). Pegas penahan pad

- 7). Pegas anti berisik
- 8). Shim anti cicit
- 9). Silinder rem
- 10). Karet pelindung utama
- 11). Perapat piston
- 12). Piston
- 13). Karet pelindung silinder
- 14). Ring set
- 15). Bushing lurus
- 16). Karet pelindung (Boot

### **2.7.1. Fungsi-fungsi Bagian Rem Cakram**

#### **A. Rem Cakram**

1. Piringan rotor.

Untuk menjamin pendinginan yang baik.

2. Selang rem.

Untuk jalurnya fluida atau minyak rem.

3. Plat pengatur pad.

Untuk menahan rem.

4. Plat momen.

Penahan silinder agar tidak jatuh.

5. Pad rem

Untuk menghentikan piringn rotor yang sekaligus menghentikan kendaraan.

6. Pegas penahan pad.

Untuk menahan pad rem agar tidak goyang atau pad rem tidak lepas karena tergajal.

7. Pegas anti berisik.

Agar pada saat pengereman berlangsung pad rem tidak berisik.

8. Shim anti cicit.

Untuk menganjal pad rem pada silinder rem agar yidak lepas.

9. Silinder rem.

Sebagai wadah dari pad rem 5.

**B. Rem Tromol**

- 1). Plat penahan
- 2). Silinder roda
- 3). Pegas pembalik
- 4). Sepatu rem
- 5). Pen pegas
- 6). Tromol rem
- 7). Tuas sepatu h Tuas penyetel.

## **2.7.2. Fungsi-fungsi bagian Rem Tromol**

### **A. Fungsi Bagian Rem Tromol**

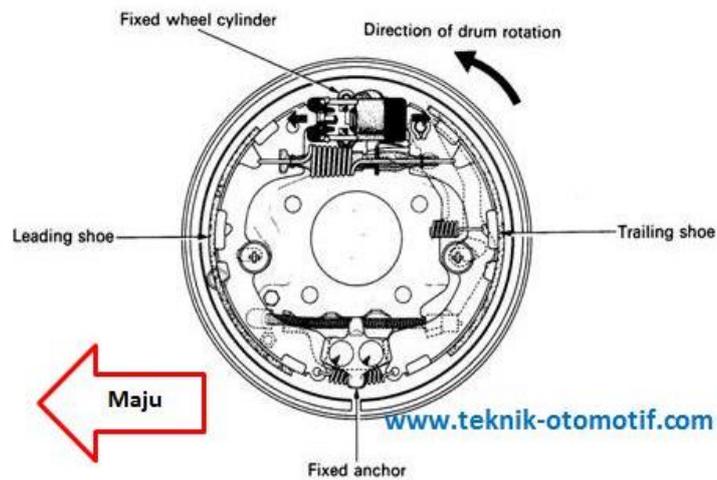
1. Plat penahan dipasang pada rumah as belakang bertugas menahan silinder roda dan sepatu rem bagian yang tidak berputar.
2. Silinder roda menekan sepatu rem pada tromol dengan tekanan hidrolis master silinder.
3. Pegas pembalik sepatu menarik sepatu rem ke posisi semula untuk membebaskannya dari tromol sesaat injakan pedal dilepaskan.
4. Sepatu rem ditekan terhadap bagian dalam tromol.
5. Pen pegas penahan sepatu.
6. Tromol rem yang dipasang pada poros as, berputar bersama – sama roda.
7. Tuas sepatu rem tangan menekan sepatu pada tromol.
8. Tuas penyetel.

### **B. Tipe Rem Tromol**

#### **1. Tipe Rem Tromol**

##### **a. Tipe *Leading Trailing***

Pada tipe ini terdapat satu wheel silinder dengan dua piston yang akan mendorong bagian atas dari tromol rem. Leading shoe lebih cepat aus dari pada trailing shoe.



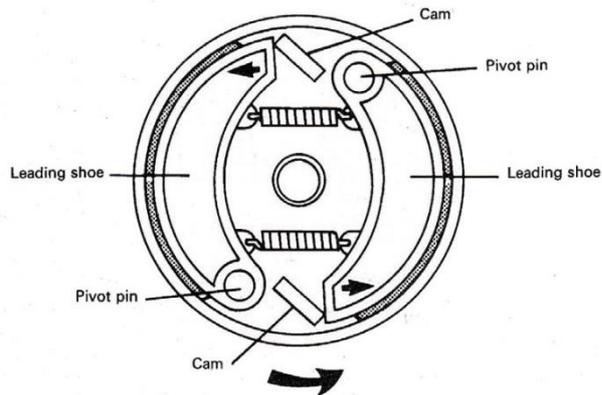
Gambar 2.22

Gambar Rem Tromol *Tipe Leading Trailing*

(Sumber : Modul TKR-19 Sistem Rem, Hal.8)

#### b. Tipe *Two Leading*

Tipe ini mempunyai dua wheel silinder yang masing-masing memiliki satu piston. Keuntungan tipe ini yaitu : Saat kendaraan maju kedua sepatu rem menjadi leading shoe sehingga daya pengereman baik. Kerugian tipe ini : Saat kendaraan mundur kedua sepatu rem menjadi trailing shoe sehingga daya pengereman kurang baik



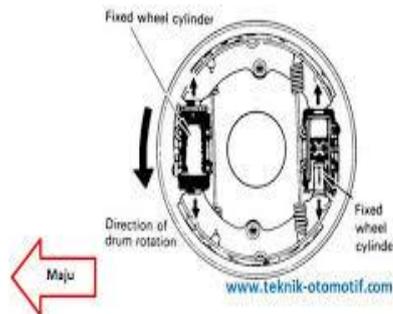
Gambar 2.23

Gambar Rem Tromol *Tipe Two Leading*

(Sumber : Jalius jama dkk. 2008. Teknik Sepeda Motor Jilid 3)

c. *Tipe Dual Two Leading*

Tipe ini mempunyai 2 silinder roda (wheel cylinder), yang masing-masing memiliki 2 buah piston, dan menghasilkan efek pengereman yang baik saat kendaraan maju maupun mundur.



Gambar 2.24

Gambar Rem Tromol *Tipe Dual Two Leading*

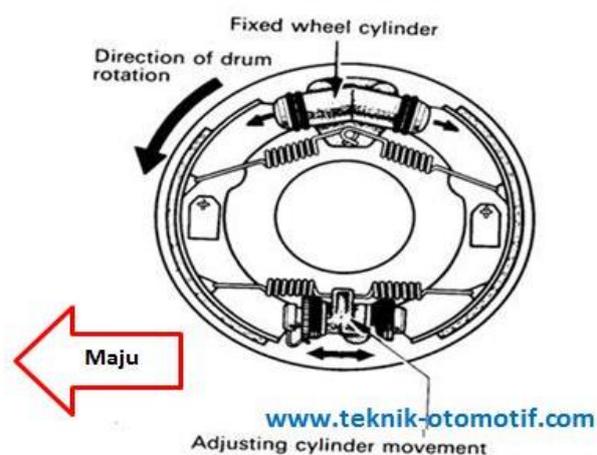
(Sumber : Jalius jama dkk. 2008. Teknik Sepeda Motor Jilid 3)

#### d. Tipe Uni-Servo

Tipe ini mempunyai 1 wheel cylinder dengan 1 piston. Keuntungan saat kendaraan maju kedua sepatu rem menjadi leading shoe sehingga daya pengereman baik. Kerugian saat kendaraan mundur kedua sepatu rem menjadi trailing shoe sehingga daya pengereman kurang baik.

#### e. Tipe Duo-Servo

Tipe ini merupakan penyempurnaan dari tipe uni - servo yang mempunyai 1 *wheel cylinder* dengan 2 piston. Gaya pengereman tetap baik tanpa terpengaruh oleh gerakan kendaraan.



Gambar 2.25

Gambar Rem Tromol Tipe Duo – Servo

(Sumber : Jalius jama dkk. 2008. Teknik Sepeda Motor Jilid 3)

## **2.8. Sistem Rem**

Sistem rem dirancang untuk mengurangi kecepatan (memperlambat) dan menghentikan kendaraan atau memungkinkan parkir pada tempat yang menurun. Peralatan ini sangat penting untuk keamanan berkendara dan juga dapat berhenti ditempat manapun, dan dalam berbagai kondisi dapat berfungsi dengan baik dan aman.

## **2.9. Prinsip Rem**

Kendaraan tidak dapat berhenti segera apabila mesin dibebaskan (tidak dihubungkan) dengan pemindah daya, kendaraan cenderung tetap bergerak. Kelemahan ini harus dapat di kurangi dengan maksud menurunkan kecepatan gerakan hingga berhenti. Mesin merubah energi panas menjadi energi kinetik (energi gerak) untuk menggerakkan kendaraan. Sebaiknya, rem bekerja disebabkan oleh adanya sistem gabungan penekanan melawan system gerak putar. Efek pengereman (breaking effect) diperoleh dari adanya gesekan yang ditimbulkan antara dua objek.

## **2.9. Mekanisme kerja**

### **A. Master Silinder**

Master silinder mengubah gerak pedal rem kedalam tekanan hidraulis. Master silinder terdiri dari reservoir tank yang berisi minyak rem, demikian juga master silinder yang membangkitkan tekanan hidraulis. Ada

dua tipe silinder: tipe tunggal dan tipe ganda. Master silinder tipe ganda banyak digunakan dibandingkan tipe tunggal.



Gambar 2.26

Gambar Master Rem

(Sumber : Jalius jama dkk. 2008. Teknik Sepeda Motor Jilid 3)

## **B. Boster Rem**

Tenaga penekanan pada pedal rem dari seorang pengemudi tidak cukup kuat untuk segera menghentikan kendaraan. Boster rem melipat gandakan daya pemekanan pedal, sehingga daya pengereman yang lebih besar di perlukan.

Boster dapat dipasang menjadi satu dengan master silinder (type integral) atau dapat juga dipasang secara terpisah dari master silinder itu sendiri. Boster rem mempunyai diafragma (memberan) yang bekerja dengan adanya perbedaan tekanan antara tekanan atmosfer dan kevakuman yang dihasilkan dari dalam intake manifold mesin. Master silinder di

hubungkan dengan pedal dan memberan untuk memperoleh daya pengereman yang besar dari langkah pedal yang minimum.



Gambar 2.27

Gambar Boster Rem

(Sumber : Jalius jama dkk. 2008. Teknik Sepeda Motor Jilid 3)

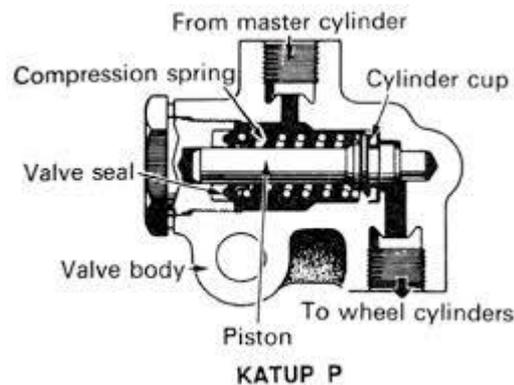
Bila boster rem tidak dapat berfungsi dikarenakan satu dan lain hal, boster rem dirancang sedemikian rupa sehingga hanya tenaga bosternya saja yang hilang dengan sendirinya rem akan memerlukan gaya penekanan pedal yang lebih besar, tetapi kendaraan dapat di rem normal tanpa bantuan boster. Untuk kendaraan yang digerakkan oleh mesin diesel, boster remnya diganti dengan pompa vacuum karena kevacuman yang terjadi pada intake manifold pada mesin diesel tidak cukup kuat.

Boster body dibagi menjadi bagian depan (ruang tekan tenaga) dan bagian belakang (ruang tekan variasi), dan masing-masing ruang dibatasi dengan memberan dan piston boster.

Mekanisme katup pengontrol (*control valve mechanis*). Termasuk katup udara, katup vakum, katup pengontrol dan sebagainya yang berhubungan dengan pedal rem melalui batang penggerak katup (*valve operating road*).

### C. Katup Pengimbang

Kendaraan dihentikan dengan adanya gesekan antara ban dan ditambah jalan. Gesekan ini akan sesuai adanya pembagian beban pada roda. Biasanya kendaraan yang mesinnya terletak didepan, bagian depannya lebih berat dibandingkan dengan bagian belakangnya, bila kendaraan direm, maka titik pusat gravitasi akan pindah kedepan (bergerak maju) disebabkan adanya gaya inertia, dan karena adanya beban yang besar menyatu pada bagian depan.



Gambar 2.28

Gambar Katup Pengimbang

(Sumber : Jalius jama dkk. 2008. Teknik Sepeda Motor Jilid 3)

Bila daya cengkeram pengeremannya berlaku sama terhadap keempat rodanya, maka roda belakang akan terkunci (menyebabkan slip antara ban dan permukaan jalan) ini disebabkan oleh daya pengereman terlalu besar dengan terkuncinya roda belakang gesekan akan menurun, dan roda belakang seperti ekor ikan (bergerak kekanan dan kekiri dan sukar terkontrol) dan ini sangat berbahaya. Dengan alasan tersebut, diperlukan alat pembagi tenaga sehingga dapat diberikan pengereman yang lebih besar untuk roda depan dari pada roda belakang atas tersebut disebut katup pengembali (*proportioning valve*) atau bias disebut katup P. Alat ini bekerja secara otomatis menurunkan tekanan hidraulis pada silinder roda belakang dengan demikian daya pengereman (daya cengkeram) pada roda belakang akan berkurang.

Di samping katup P, efek yang sama akan diperoleh dari load silinder and *proportioning valve* (LSPV) yang merubah tekanan awal split point dari roda-roda belakang sesuai Dengan beban, *proportioning and by pass valve* (P dan BV) yang meneruskan tekanan master silinder langsung ke silinder roda tanpa melalui katup P bila system rem dapat tidak berfungsi, katup *deceleration sensing proportioning valve* (DSPV) yang membedakan tekanan awal split point sesuai dengan, deselerasi selama pengereman dan perlengkapan lainnya.

## **2.9.1. KOMPONEN REM**

### **A. Komponen Rem**

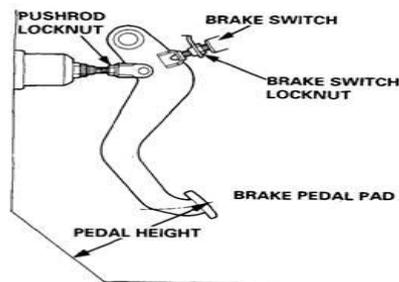
1. Pedal rem
2. Boster rem
3. Master silinder
4. Katup P
5. Flexible hose
6. Tuas rem parkir/rem tangan
7. Cakram
8. Tromol

### **B. Pengertian dan Fungsi Pedal Rem**

Pedal Rem adalah komponen pada sistem rem yang dimanfaatkan oleh pengemudi untuk melakukan pengereman. Fungsi pedal rem memegang peranan yang penting didalam sistem rem. Tinggi pedal harus dalam tinggi yang ditentukan. Jika terlalu tinggi, diperlukan waktu yang lebih banyak bagi pengemudi untuk menggerakkan dari pedal gas ke pedal rem, yang mengakibatkan pengereman akan terlambat. Sebaliknya jika tinggi pedal terlalu rendah, akan membuat jarak cadangan yang kurang yang akan mengakibatkan gaya pengereman yang tidak cukup.

Pedal Rem juga harus mempunyai gerak bebas yang cukup. Tanpa gerak bebas ini, piston master silinder akan selalu

terdorong keluar dimana mengakibatkan rem akan bekerja terus dikarenakan adanya tekanan hidrolis yang terjadi pada sistem rem. Disamping itu, harus terdapat jarak cadangan pedal yang cukup pada waktu pedal rem ditekan; kalau tidak akan terdapat



Gambar 2.29

Gambar Pedal Rem

(Sumber : Jalius jama dkk. 2008. Teknik Sepeda Motor Jilid 3)

### C. Pengertian Booster Rem dan Fungsinya

Boster rem merupakan satu komponen pada sistem yang dipasangkan menjadi satu dengan master silinder dan setelah pedal rem, yang berfungsi untuk mengurangi tenaga yang diperlukan pengemudi dalam pengereman.

- Booster rem yaitu karena adanya kevakuman dari intake manifold.
- Komponen – komponen boster rem :
  1. Piston.
  2. Diaphragm spring.
  3. Push rod.

4. Diaphragma.
5. Air cleaner element.
6. Vacuum.

#### **D. Pengertian dan Fungsi Master Silinder**

Master Silinder mengubah gerak pedal rem ke dalam tekanan hidrolis. Master silinder terdiri dari reservoir tank yang berisi minyak rem, demikian juga piston dan silinder yang membangkitkan tekanan hidrolis.

Master silinder ada 2 type yaitu :

1. Tipe Tunggal : Tipe plunger, Tipe konvensional dan tipe portles;
2. Tipe Ganda : Tipe ganda konvensional dan tipe double konvensional.

#### **E. Pengertian dan Fungsi *Flexible hose/slang flexible***

*Flexible hose/slang flexible* menghubungkan pipa rem dan rem roda untuk mengimbangi gerakan suspensi. Pipa rem berfungsi untuk menyalurkan minyak rem dari master silinder ke rem.



Gambar 2.30

Gambar *Flexibe Hose*/Slang Flesibel

(Sumber : Dokumentasi Sendiri)

#### **F. Fungsi Tuas rem parkir/rem tangan**

Fungsi Tuas rem parkir/rem tangan dan kabel rem tangan berfungsi untuk mengerem roda belakang secara mekanis melalui batang penghubung dan kabel. Juga untuk parkir kendaraan pada jalan turun/menanjak.

#### **G. Rem Cakram/Rem Piringan**

untuk memberi gaya pengereman kepada roda depan. Rem piringan walaupun banyak jenis rem piringan prinsip kerjanya adalah bahwa sepasang pad yang tidak berputar menjepit rotor piringan yang berputar menggunakan tekanan hidrolis, menyebabkan terjadinya gesekan yang dapat memperlambat atau menghentikan kendaraan. Rem piringan efektif karena rotor piringannya terbuka terhadap aliran

udara yang dingin dan karena rotor piringan tersebut dapat membuang air dengan segera. Karena itulah gaya pengereman yang baik dapat terjamin walau pada kecepatan tinggi. Sebaliknya berhubung tidak adanya *self servo effect*, maka dibutuhkan gaya pedal yang lebih besar dibandingkan dengan rem tromol. Karena alasan inilah boster rem biasanya digunakan untuk membantu gaya pedal.

Bagian - bagian rem piringan :

1. Pen Utama dipasang pada plat penahan memberi tempat bagi kaliper dan memungkinkan silinder bergerak mundur maju di dalam bushing. Pen diberi perapat untuk mencegah masuknya debu dan air.
2. Pada Rem Piringan menjepit rotor piringan dengan menggunakan piston pada silinder guna menciptakan gesekan yang menyebabkan terjadinya pengereman.
3. Rotor Piringan dipasang pada hub as, berputar bersama roda.
4. Lubang Pembuang untuk membuang udara yang masuk kedalam kedalam saluran udara.
5. Kaliper Rem Piringan melindungi piston dalam silinder dan menekan pad terhadap rotor piringan tatkala piston terdorong oleh tekanan hidrolis.
6. Sub Pen yang terpasang pada plat torque, bersama - sama dengan pen utama, memberi tempat kepada silinder dan memungkinkan silinder bergerak mundur maju melalui bushing.

7. Plat Penahan terpasang pada bagian dari as, menunjang gerakan silinder yang terjadi pada saat pad menjepit rotor piringan.

## **H. Fungsi Rem Tromol**

Fungsi Rem Tromol memberikan tenaga pada roda belakang baik secara hidrolis maupun mekanis. Fungsi Rem Tromol menggunakan sepasang sepatu yang menahan bagian dalam dari tromol yang berputar bersama - sama dengan roda, untuk menghentikan kendaraan. Walaupun terdapat berbagai cara pengaturan sepatu rem, jenis leading dan trailing yang paling banyak dipakai pada kendaraan penumpang dan kendaraan komersial.

Rem Tromol tahan lama karena adanya tempat gesekan yang lebar diantara sepatu dan tromol, tetapi penyebaran panas agak lebih sulit dibanding dengan rem piringan karena mekanismenya yang agak tertutup. Karena itu rem tromol hanya dipakai pada roda belakang yang tidak begitu banyak memerlukan tenaga pengereman.

Bagian - bagian rem tromol :

1. Plat penahan dipasang pada rumah as belakang bertugas menahan silinder roda dan sepatu rem bagian yang tidak berputar.
2. Silinder roda menekan sepatu rem pada tromol dengan tekanan hidrolis master silinder.
3. Pegas pembalik sepatu menarik sepatu rem ke posisi semula untuk membebaskannya dari tromol sesaat injakan pedal dilepaskan.

4. Sepatu rem ditekan terhadap bagian dalam tromol.
5. Pen pegas penahan sepatu.
6. Tromol rem yang dipasang pada poros as, berputar bersama - sama roda.
7. Tuas sepatu rem tangan menekan sepatu pada tromol.
8. Tuas penyetel.

## 2.10. Rumus Perhitungan

### 2.10.1. Sistem Kemudi

Adapun rumus yang harus di pergunakan pada sistem kemudi rancangan Mobil Hemat Energi “Oscar”

1. Sudut Manuver

$$R = \frac{t_r}{2} + \frac{L}{\sin \delta} \dots\dots \text{ ( Sumber : Pahlevi dan Wasiwitono, 2014)}$$

Dimana  $R = \textit{Turning radius}$  ( meter )

$t_r = \textit{Track widtch}$  ( meter )

$L = \textit{Whell base}$  ( meter )

$\delta = \textit{Steering angle}$

2. Radius Putaran

$$R = \frac{L}{\delta t - L t - L r} + 57,3 \dots\dots\dots \text{ ( Sumber : Gillispie. Thomas. 1994 )}$$

Dimana :  $R = \textit{Radius Putar}$  (m)

$\delta t$  = Sudut belok

$L_t$  = Lebar roda depan (m)

$L_r$  = Lebar roda belakang (m)

### 2.10.2. Sistem Rem

Adapun rumus yang harus dipergunakan pada sistem rem rancangan Mobil Hemat Energi “Oscar” :

1. Menentukan Tekanan Minyak

$$P_w = 0,92 \cdot Q + 26,4 \text{ untuk } Q > 21,3 \text{ Kg} \dots\dots\dots (\text{Sularso 1991;87})$$

Dimana :  $P_w$  = Tekanan Minyak (kg/cm<sup>2</sup>)

$Q$  = Tekanan Pedal (kg)

2. Menentukan Kecepatan Putar

$$v = V \times \frac{100}{360} \dots\dots\dots (\text{Sularso 1997;93})$$

Dimana :  $V$  = Kecepatan (m/s<sup>2</sup>)

3. Menentukan waktu rem

$$V_t = V_0 + (\alpha \cdot t) \dots\dots\dots (\text{Sularso 1991;93})$$

Dimana :  $V_0$  = Kecepatan awal ( m/s )

$V_t$  = Kecepatan akhir ( m/s )

$\alpha$  = Perlambatan / percepatan

$t$  = Waktu ( s )

4. Tekanan Pada Silinder Hidrolik

$$P_h = \frac{P_w}{d_w} \dots\dots\dots (Sularso 1991;93)$$

Dimana :  $P_w$  = Tekanan Minyak (Kg)

$d_w$  = Diameter Silinder Hidrolik (mm)

5. Tekanan Pada Master Silinder

$$P_m = 8 \cdot PPH \dots\dots\dots (Sularso 1991;91)$$

Dimana :  $P_m$  = Tekanan Master Silinder

$PPH$  = Gaya Untuk Menekan Piston (kg)

6. Daya Untuk Menekan Piston

$$PP_m = \frac{PPh}{\Delta h} \dots\dots\dots (Sularso 1991;93)$$

$$A_h = \frac{\pi}{4} \cdot Ph$$