

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI & KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1. Kajian Pustaka**

Rem cakram diciptakan pada tahun 1902 dan dipatenkan oleh pembuat mobil Birmingham Frederick William Lanchester. Desain aslinya punya dua cakram yang menempel satu sama lain untuk menghasilkan gesekan dan memperlambat mobilnya kebawah. Sampai tahun 1949 rem cakram tidak muncul pada sebuah mobil produksi sekalipun. Akhirnya pada tahun 1954 meluncurkan Citroen DS yang si pertama. semi-automatic gearbox, active headlights dan composite body panels (Banaran, 2010).

Sistem rem dirancang untuk memperlambat dan menghentikan kendaraan atau memungkinkan parkir pada tempat yang menurun. Peralatan ini sangat penting untuk keamanan berkendara dan juga berhenti ditempat manapun, dan dalam berbagai kondisi dapat berfungsi dengan baik dan aman. Energi kinetik yang hilang dari benda yang bergerak ini biasanya diubah menjadi panas karena gesekan (Restu, 2010).

Fungsi rem cakram adalah sebagai berikut (Andun *et.al*, 2005):

- a. Mengontrol laju kendaraan saat di jalan.
- b. Menghentikan kendaraan saat berhenti.
- c. Sebagai alat pengaman dan keselamatan bagi pengendara.

Syarat penggunaan rem adalah sebagai berikut (Andun *et.al*, 2005):

- a. Mempunyai daya pengereman yang baik.

b. Rem harus mudah diperiksa dan disetel.

c. Rem harus mudah dioperasikan.

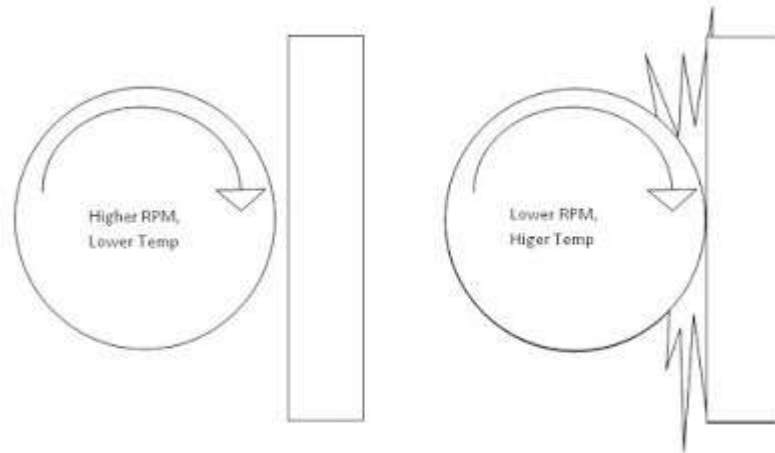
## **2.2. Landasan Teori**

### **Pengertian Rem Cakram (Dick Brake)**

Rem cakram adalah perangkat pengereman yang digunakan pada kendaraan *modern*. Rem ini bekerja dengan cara menjepit cakram yang biasanya dipasangkan pada roda kendaraan, untuk menjepit cakram digunakan *caliper* yang digerakan, oleh piston untuk mendorong sepatu rem ke cakram, rem jenis ini biasanya digunakan pada kereta api, sepeda motor, sepeda. Pada mobil balap bahan yang digunakan biasanya dari kramik agar tahan panas yang ditimbulkan selama proses pengereman (Setiawan, 2014)

#### **2.2.1. Prinsip Dasar Sistem Rem**

Sistem rem menggunakan prinsip perubahan energi dari energi gerak ke energi panas. Ini adalah kebalikan dari mesin, mesin kendaraan menggunakan perubahan energi dari panas pembakaran ke bentuk gerakan. Namun, saat gerakan itu disalurkan ke roda ada mekanisme lain yang memperlambat putaran roda dengan mengubahnya kembali ke bentuk energi panas. Ini karena energi tidak dapat dibuat dan dimusnahkan, sehingga untuk menghilangkan sebagian energi pada roda kendaraan, harus diubah ke bentuk lain. Bentuk perubahan energi yang paling memungkinkan adalah perubahan ke energi panas (Anoname, 1995).



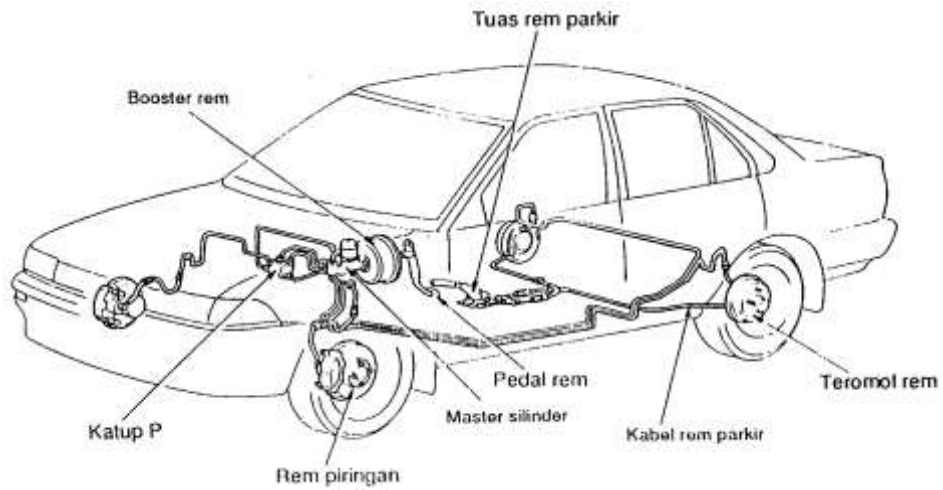
**Gambar 2.1. Prinsip Kerja Rem**

Sumber: Anonim. (1995). *New Step 1 Training Manual*

Untuk mengubah energi gerak ke energi panas, sistem pengereman menggunakan gesekan dua material akibatnya akan menyebabkan panas, Panas tersebut timbul karena energi gerak yang saling bergesekan yang menimbulkan energi panas.

Sistem pengereman bekerja apabila terdapat gesekan antara piringan yang terhubung dengan roda yang sedang berputar dengan kampas rem pada mobil. Gesekan tersebut dapat menghasilkan panas yang bisa melelehkan logam, sehingga harus ada penyesuaian material pada piringan dan kampas rem, Namun kalau dua benda ini terbuat dari bahan organik maka ketahanannya lemah sehingga akan cepat tergerus, karena apabila menggunakan bahan logam akan menimbulkan energi panas yang besar dan suara yang bising.

### 2.2.2. Komponen Sistem Rem Cakram

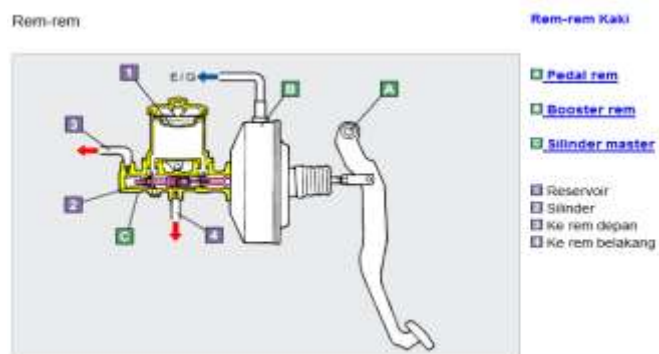


**Gambar 2.2 Komponen Sistem Rem**

Sumber: Anonim. (1995). *New Step 1 Training Manual*

#### a. Pedal rem

Merupakan mekanisme yang dirancang sedemikian rupa, digunakan untuk membangkitkan tekanan minyak rem yang ada pada master silinder rem dengan cara diinjak oleh pengemudi.

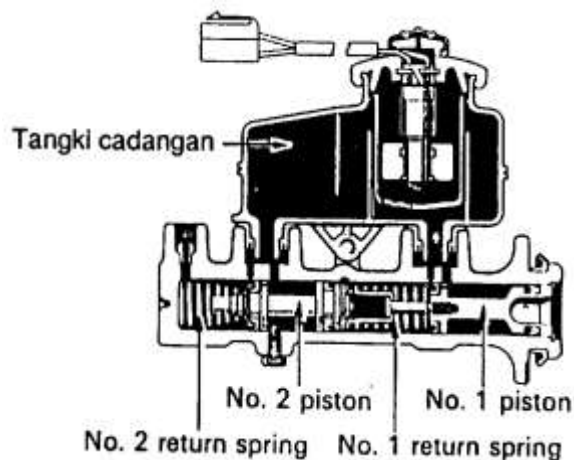


**Gambar 2.3 Pedal Rem**

Sumber: Anonim. (1995). *New Step 1 Training Manual*

## b. Master Silinder

Mentransfer minyak rem yang telah dipompa ke rem roda depan dan roda belakang melalui pipa-pipa dan slang - slang dengan cara mengubah gerak pedal rem kedalam tekanan hidraulis (Rahayu Hasti).

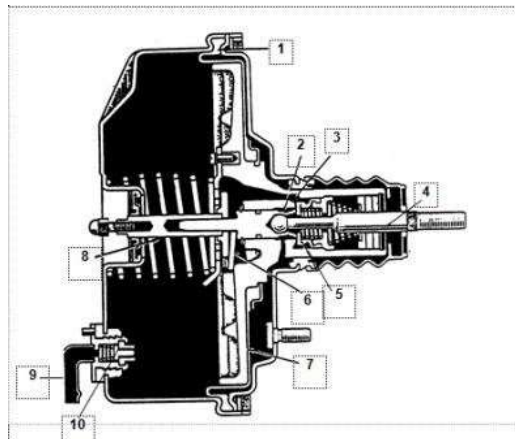


**Gambar 2.4 Master Silinder**

Sumber: Anonim. (1995). *New Step 1 Training Manual*

## c. *Booster Rem*

Alat ini berfungsi untuk mengurangi tenaga yang dibutuhkan pengemudi pada saat menekan pedal rem. Alat ini disebut juga sebagai pengganda tenaga pengereman. *Booster* rem bekerja berdasarkan kevacuman yang ada di intake manifold untuk membantu pengereman pengemudi.



**Gambar 2.5 Booster Rem**

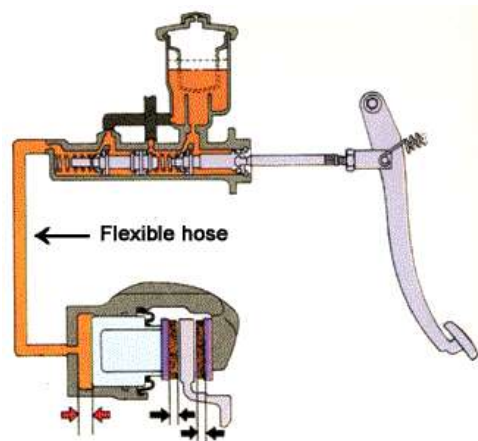
Sumber: Anonim. (1995). *New Step 1 Training Manual*

### **Komponen booster rem**

1. Karet Diafragma
2. Katup Udara
3. Katup Vakum
4. Tuas Pendorong
5. Katup Kontrol Vakum
6. Tuas Rekasi
7. Torak Boster
8. Tuas Pendorong
9. Saluran Vakum
10. Katup Satu Arah

#### d. Pipa-pipa Rem

Pipa-pipa rem berguna untuk menyalurkan minyak rem dari master silinder menuju wheel silinder yang ada di masing-masing roda.

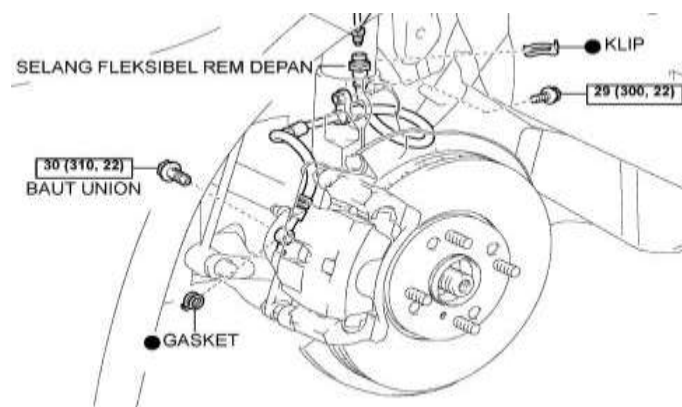


**Gambar 2.6 Pipa Rem**

Sumber : Perbaikan Sistem Rem ( Yulianto, 2005)

#### e. Slang *Fleksibel*

Selang *fleksibel* digunakan untuk menghubungkan pipa rem dengan silinder roda, diberi nama selang *fleksibel* karena konstruksinya yang dapat mengimbangi gerakan suspensi.



**Gambar 2.6 Selang *Fleksibel* Depan**

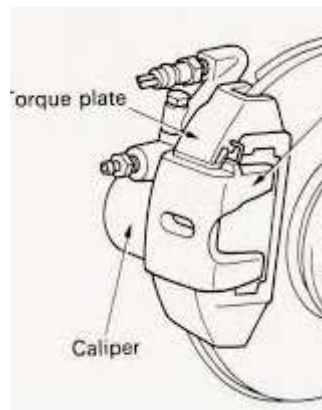
Sumber: Anonim. (1995). *New Step 1 Training Manual*





## **h. Caliper**

Caliper adalah komponen rem *disc* yang berguna untuk menerima dan meneruskan gaya pengereman, Pada caliper terdapat piston yang menerima tekanan dari minyak rem yang akan bergerak maju untuk memberikan daya tekan pada rem, tipe rem cakram yaitu: *type fixed caliper (double piston)* dan *type floating caliper*

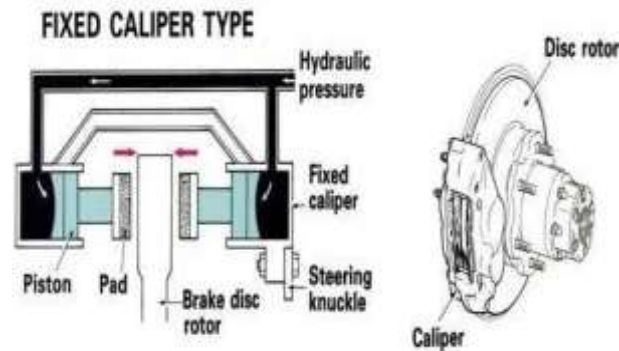


**Gambar 2.9 Caliper**

Sumber: Anonim. (1995). *New Step 1 Training Manual*

### **1. Caliper Type *Double Piston (Fixed Caliper)***

Kaliper jenis ini dipasang tepat pada *axel* atau *strut*. Daya pengereman ini didapat bila *pad* piston secara *hidraulis* pada kedua ujung piringan atau cakram, *Fixed caliper* adalah dasar disain yang sangat baik dan di jamin dapat bekerja lebih akurat. Karena keterbatasan radiasi panas menyebabkan sulit tercapai pendinginan karena slinder rem berada diantar cakram dan velg.

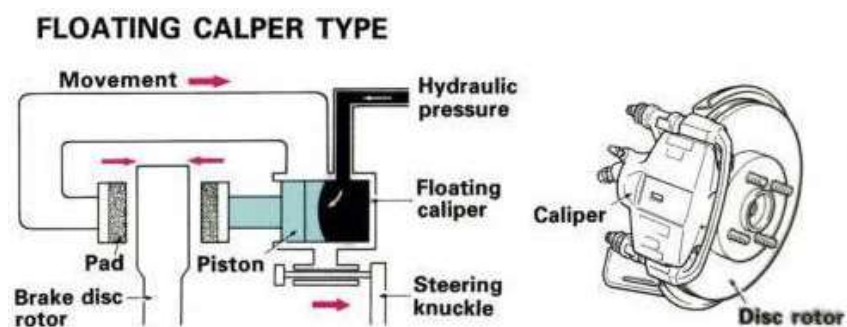


**Gambar 2.10. Kaliper Type Fixed Caliper (Double Piston)**

Sumber: Perbaikan sistem rem (Yulianto, 2005)

## 2. Caliper Type Single Piston (Floating Caliper)

Type seingle piston hanya ditempatkan pada satu sisi Caliper saja, Tekanan *hidraulis* dari master silinder mendorong piston (A) dan selanjutnya menekan pada *disc* cakram.

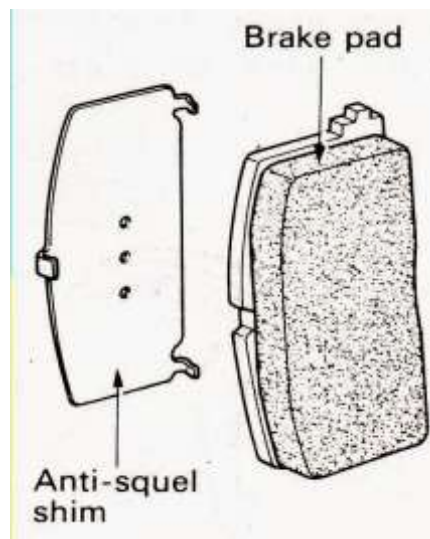


**Gambar 2.11. Kaliper Type Floating Caliper (SinglePiston)**

Sumber : Perbaikan sistem rem (Yulianto, 2005)

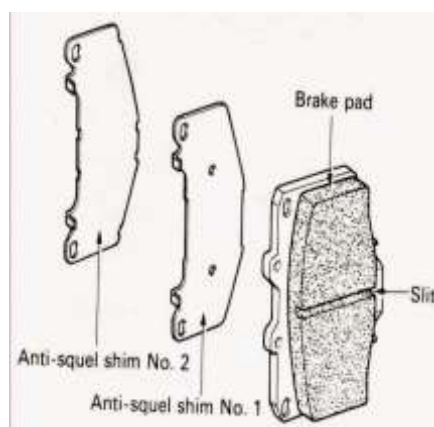
### i. Pad Rem

*Pad* rem adalah komponen yang menekan dan bergesekan dengan *disc*, *Pad* rem ini dipasang pada kaliper rem dan dapat bergerak maju mundur di saat piston pada kaliper menekan. *Pad* rem lebih sering dikenal dengan sebutan *kanvas* rem (Yulianto, 2005).



**Gambar 2.12. *Pad* Rem Tanpa Celah**

Sumber: Perbaikan sistem rem (Yulianto, 2005)



**Gambar 2.13. *Pad* Rem dengan Celah**

Sumber: Perbaikan sistem rem (Yulianto, 2005)

### **2.3. Mekanisme Kerja Sistem Rem**

Mekanisme kerja sistem rem cakram bisa dilihat pada tahap-tahap berikut ini:

#### **2.3.1. Master Silinder**

Master silinder mengubah gerak pedal rem kedalam tekanan hidrolik. Master silinder terdiri dari reservoir tank, piston dan silinder yang membangkitkan tekanan hidrolik. Ada dua tipe silinder : Tipe tunggal dan Tipe ganda (Tandem) Tipe tunggal : Tipe *plunger*, Tipe konvensional dan Tipe *portless* adapun yang tipe ganda adalah : Tipe ganda konvensional dan Tipe konvensional.

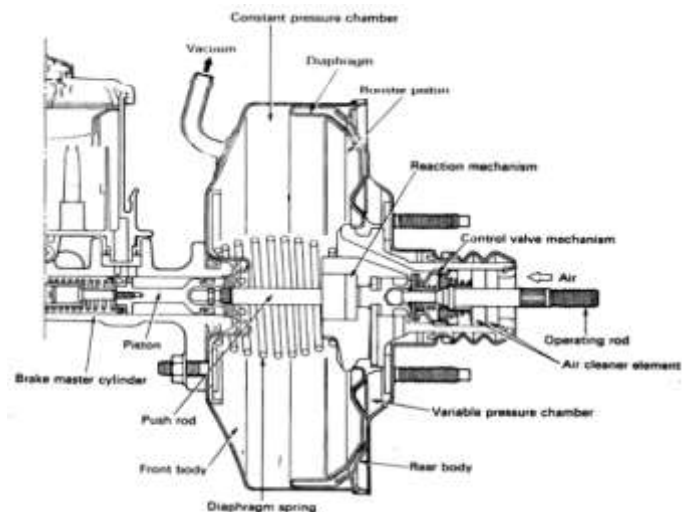
Pada master silinder tipe tandem, sistem hidroliknya terbagi menjadi dua bagian, masing-masing untuk roda depan dan belakang. Hal ini berguna apabila salah satu sistem tidak bekerja tetapi sistem lain bekerja dengan baik.

#### **2.3.2. Booster Rem & Konstruksi**

Tenaga penekanan pada pedal rem dari seorang pengemudi tidak cukup kuat untuk segera dapat menghentikan kendaraan, *Booster* rem bekerja dengan mengandakan daya tekan pada pedal, sehingga menyebabkan daya pengereman lebih besar diperoleh, *Booster* rem dapat dipasang menjadi satu dengan master silinder (tipe integral) atau dapat juga dipasangkan secara terpisah dari master silinder, Master silinder dihubungkan dengan pedal dan membran untuk memperoleh daya pengereman yang besar dari langkah pedal yang minimum.

Berikut adalah komponen-komponen *Brake Booster*:

1. Batang pengoperasian katup
2. Batang pendorong (*Push rod*)
3. Piston pendorong (*Booster Piston*)
4. Badan *Booster* (*Booster Body*)
5. *Diaphragm*
6. Pegas *diaphragma*
7. Badan katup
8. Cakram reaksi (*Reaction Disc*)
9. Pembersih udara
10. Penutup badan
11. Ruang tekanan variable
12. Ruang tekanan konstan
13. *Check valve*



**Gambar 2.14** Komponen *Booster Rem*

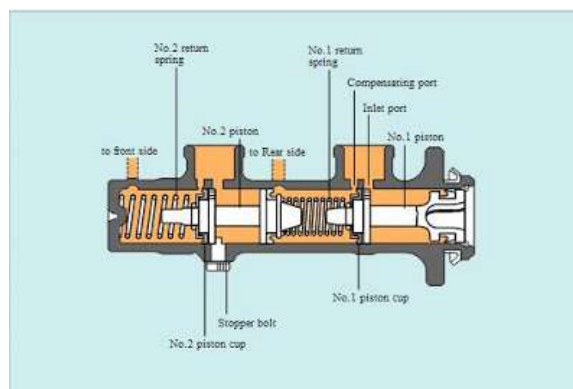
Sumber: NEW STEP 1, Training Manual, Jakarta: Toyota Astra Motor

## 2.4. Pengoperasian

### 2.4.1. Pengoperasian Normal Master silinder

#### a. Ketika Rem Tidak Digunakan

Piston cup dari piston No.1 dan No.2 berbeda pada inlet port dan compensating port, dan memberikan ruang antara silinder utama dan tangki reservoir. Piston No.2 didorong kekanan oleh tenaga dari pegas pendorong No.2 tetapi ditahan supaya tidak terlalu jauh oleh baut stopper.

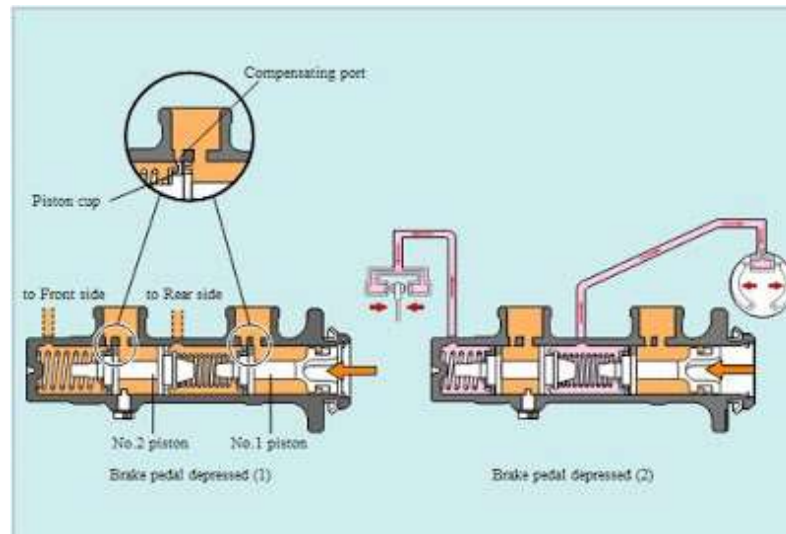


**Gambar 2.15 Pengoperasian Normal**

Sumber: Perbaikan sistem rem (Yulianto, 2005)

#### b. Ketika Pedal Rem Ditekan.

Piston No.1 bergerak kekiri dan *piston cup* menyegel *compensating port* untuk menutup saluran antara silinder dan tangki *reservoir*. Saat piston didorong lebih jauh, tekanan hidrolik didalam silinder utama naik, Tekanan ini ditunjukkan untuk silinder roda belakang. Karena tekanan hidrolik yang sama juga mendorong piston No.2, piston No.2 bekerja dengan cara yang sama seperti piston No.1 dan berfungsi pada silinder roda depan (Rahayu Hasti, 2015)

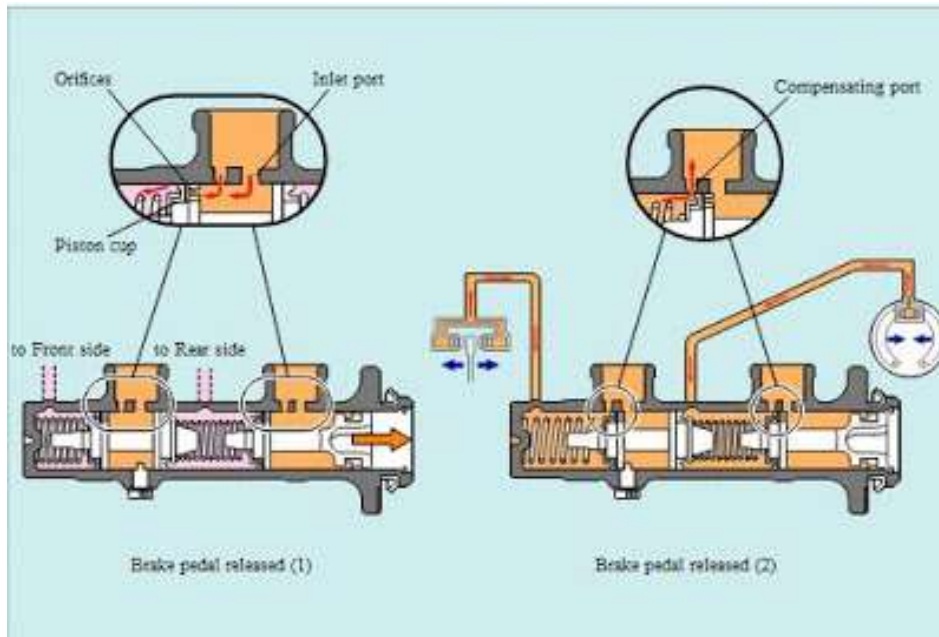


**Gambar 2.16 Pedal Rem Ditekan**

Sumber: Perbaikan sistem rem (Yulianto, 2005)

### c. Ketika Pedal Rem Dilepas

Piston dikembalikan ke posisi semula oleh tekanan hidraulik dan tenaga pegas pembalik. Namun, karena cairan rem tidak langsung kembali dari silinder roda, tekanan hidraulik didalam silinder utama untuk sementara turun (terbentuk hampa udara). Sebagai akibatnya, cairan rem didalam tangki *reservoir* mengalir kesilinder utama melalui port pintu masuk, melalui banyak lubang yang ada pada lubang piston, dan disekitar garis keliling dari *piston cup*. Setelah piston kembali keposisi semula, cairan rem yang secara bertahap kembali dari silinder roda kesilinder utama mengalir ke tangki reservoir melalui *compensating port*. *Compensating port* juga menyerap perubahan temperatur. Ini menjaga agar tekanan hidraulik tidak naik pada saat rem tidak digunakan.



**Gambar 2.17 Pedal Rem Dilepas**

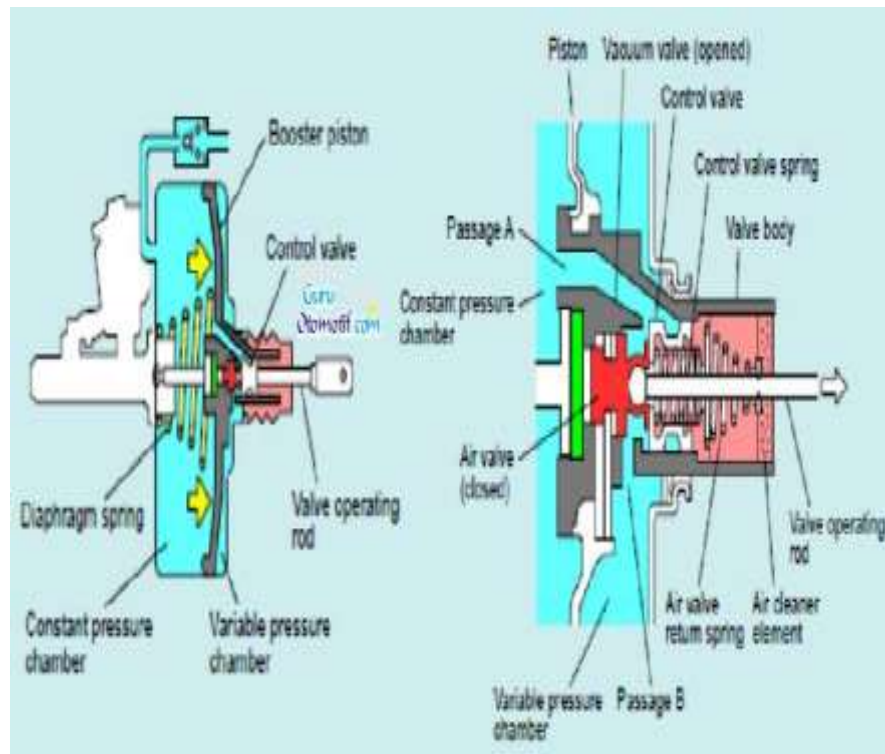
Sumber: Perbaikan sistem rem (Yulianto, 2005)

## 2.4.2. Pengoperasian *Booster* Rem

### a. Rem tidak digunakan

Katup udara langsung dihubungkan ke batang operasi katup, kemudian ditarik kekanan oleh pegas pembalik katup udara, dan Katup pengontrol didorong ke kiri oleh pegas katup pengontrol, Kondisi membuat katup jadi hampa udara, selanjutnya badan katup dipisahkan dari katup pengontrol untuk membuka jalan udara saluran A dan saluran B, akan ada ruang hampa udara pada tekanan variabel pada saat ini. menyebabkan: piston terdorong kekanan oleh pegas diaphragma (Yulianto, 2005).



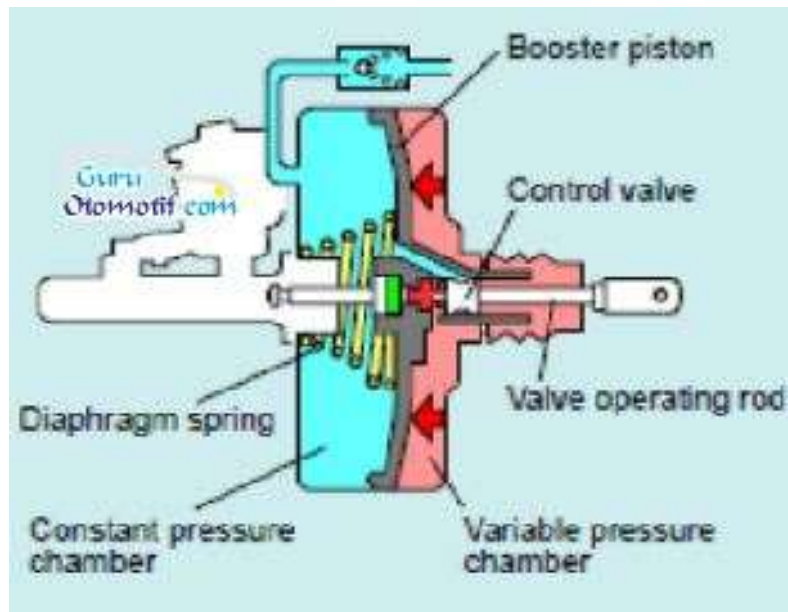


**Gambar 2.18 Posisi *Booster* Pada Saat Tidak Digunakan**

Sumber: Perbaikan sistem rem (Yulianto, 2005)

### **b. Rem digunakan**

Ketika katup udara bergerak ke arah kiri, mengakibatkan katup akan bergerak menjauh katup pengontrol, Pada kondisi membuat udara atmosfer biasa masuk kedalam ruang tekanan variabel. Perbedaan ruang tekanan ini, menyebabkan cakram bereaksi terhadap batang pendorongnya (*booster*) ke arah kiri dan daya tekan pengereman akan bertambah (Yulianto, 2005).

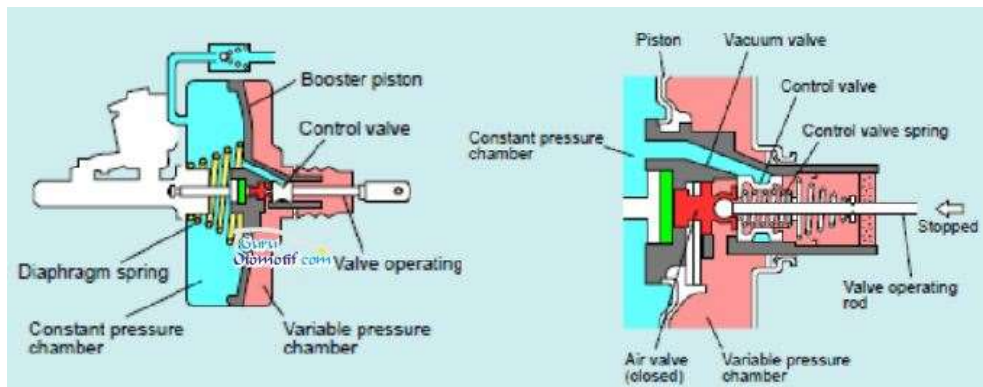


**Gambar 2.19 Pada Saat *Booster* Rem Digunakan**

Sumber : Perbaikan sistem rem (Yulianto, 2005)

### **c. Kondisi Menahan**

Apabila pedal rem ditekan setengah, menyebabkan batang pengoperasian katup dan katup udara tidak bergerak, tetapi piston secara perlahan akan bergerak ke kiri karena adanya perbedaan tekanan udara. Katup pengontrol tetap dihubungkan dengan katup yang hampa udara oleh pegas katup, Karena katup pengontrol bergerak ke arah kiri dan bertemu katup udara, udara atmosfer akan tidak bisa masuk ke dalam ruangan tekanan variabel, hal ini menimbulkan tekanan pada ruangan variabel akan menjadi stabil. Akibatnya terdapat perbedaan tekanan antara ruang tekanan konstan dan ruang tekanan udara pada variabel. Menyebabkan piston akan berhenti bergerak dan tetap berada pada posisi mempertahankan tenaga pengereman yang sedang berlangsung saat itu.

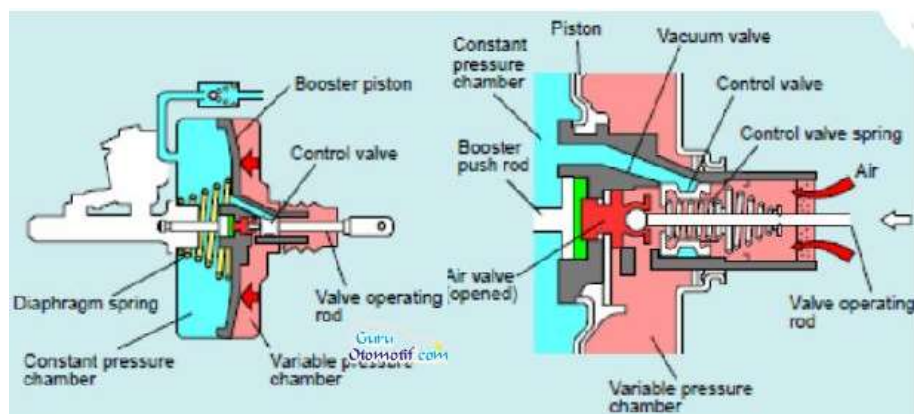


**Gambar 2.20 Booster Dalam Kondisi Menahan**

Sumber: Perbaikan sistem rem (Yulianto, 2005)

#### **d. Dorongan Maksimum**

Apabila pedal rem ditekan sepenuhnya kebawah, katup udara akan bergerak sepenuhnya menjauh dari arah katup pengontrolnya, Kondisi membuat ruang tekanan variabel diisi udara, Hal tersebut membuat dorong pada piston untuk bekerja maksimum, Apabila tenaga agak ditambah di pedal rem, dorong pada piston akan tetap, tenaga yang telah ditambahkan akan diberikan tongkat pendorong *booster* dan dikirimkan kesilinder utama (Yulianto, 2005).

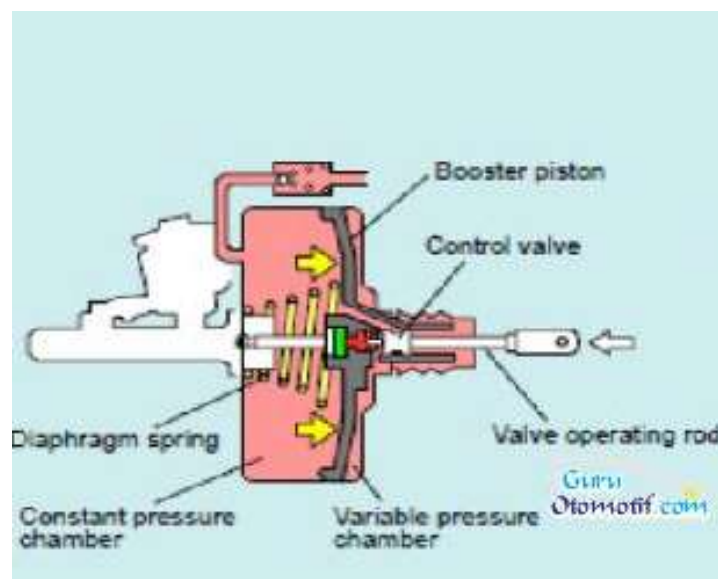


**Gambar 2.21 Booster Pada Saat Menerima Dorongan Maksimum**

Sumber: Perbaikan sistem rem (Yulianto, 2005)

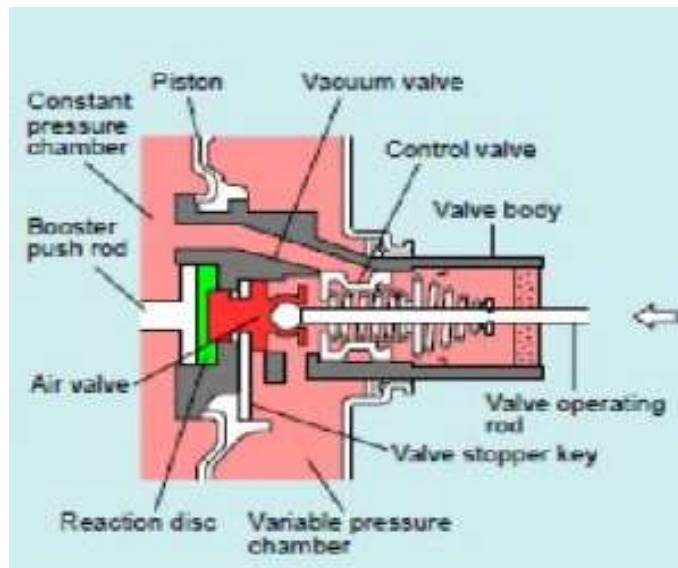
#### e. Kondisi Tidak Hampa Udara

Apabila seluruh vakum gagal diberikan pada *break booster*, maka tidak akan menimbulkan perbedaan tekanan antara ruang tekanan konstan dan ruang tekanan variabel karena keduanya sudah terisi oleh udara atmosfer, tekanan pada piston akan dikembalikan oleh pegas diaphragma saat Brake Booster pada posisi off. Ketika pedal rem ditekan, batang pengoperasian katup akan bergerak ke arah kiri dan akan menimbulkan dorongan katup udara. Hal ini dapat mengakibatkan silinder utama piston memberi daya tekanan pengereman pada rem, dengan ini rem tetap akan fungsional.



**Gambar 2.22 Brake Booster Dengan Kondisi Tidak Hampa Udara**

Sumber: Perbaikan sistem rem (Yulianto, 2005)



**Gambar 2.23 Brake Booster Dengan Kondisi Tidak Hampa Udara**

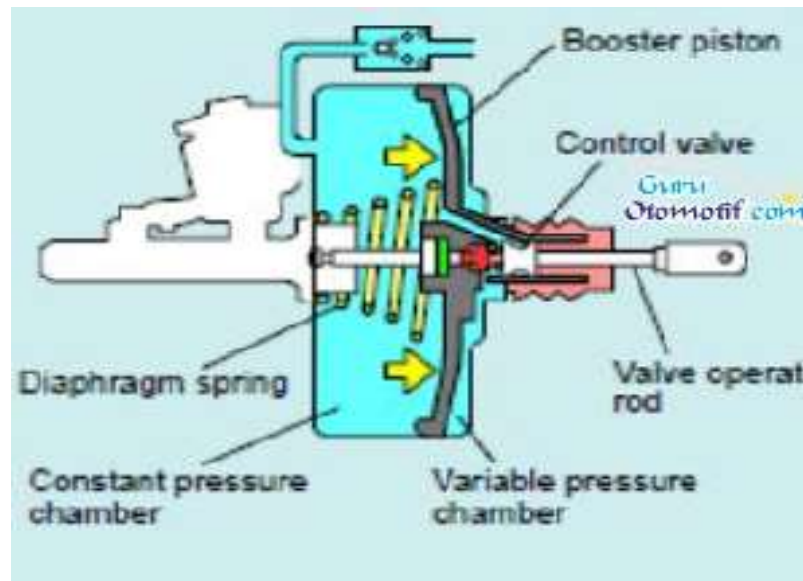
Sumber: Perbaikan sistem rem (Yulianto, 2005)

### 2.4.3. Pengecekan Fungsi Brake Booster

#### A. Pengecekan fungsi *air tightness*

Apabila ingin menghasilkan *power boost*, *vacuum* yang terletak didalam *break booster* harus tetap dipertahankan, ruang tekanan konstan dan ruang tekanan variabel tertutup seluruhnya oleh katup *vacuum*, udara juga harus mengalir dari katup udara.

- a) Matikan mesin sesaat setelah menghidupkan selama 1 sampai dengan 2 menit.
- b) Saat melakukannya tekan pedal rem 2 kali atau lebih, Apabila posisi pedal lebih tinggi dari pada posisi sebelumnya katup *vacuum* akan tertutup, dari hal ini dapat ditentukan bahwa *airtightness* adalah normal.



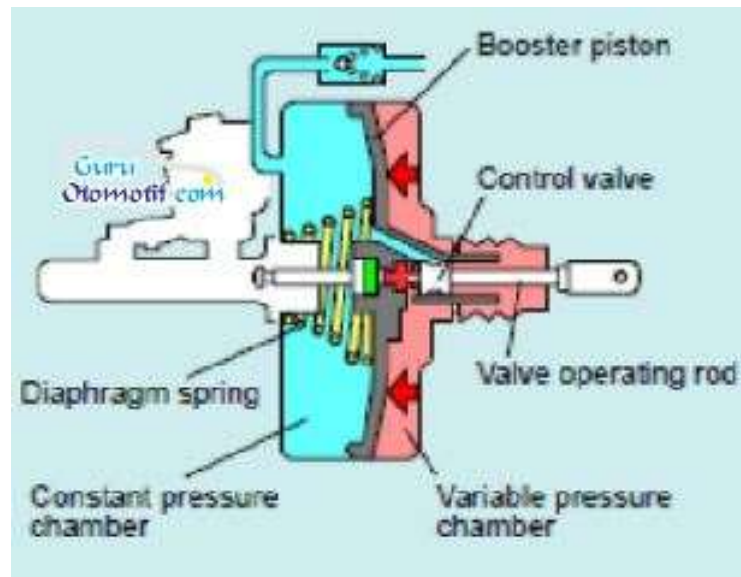
**Gambar 2.24 Pengecekan Fungsi *Air tightness***

Sumber : Perbaikan sistem rem (Yulianto, 2005)

### **B. Pengecekan Pengoperasian**

Apabila mesin dinyalakan sementara tidak ada terdapat *vacuum* di *Brake Booster*, katup *vacuum* tertutup, dan katup udara terbuka, *vacuum* akan lebih dibiarkan untuk masuk keruang tekanan konstan. Berikut cara pengecekan pengoperasian:

- a) Dalam keadaan mesin mati, tekan pedal rem beberapa kali. Udara akan masuk kedalam ruangan tekanan konstan.
- b) Dalam kondisi mesin hidupan pedal rem ditekan. *Vacuum* akan dihasilkan dan akan muncul tekanan berbeda yang dihasilkan antara ruang tekanan konstan dan ruang tekanan variabel.



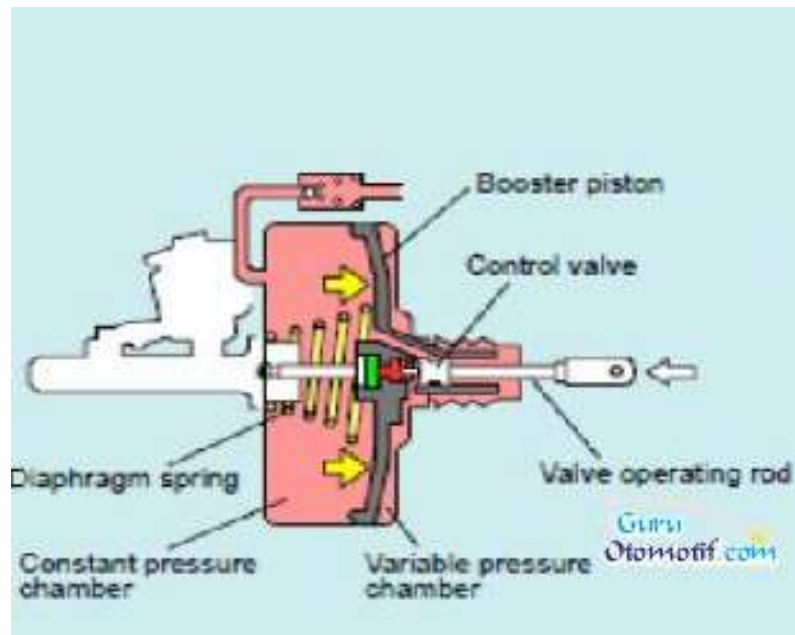
**Gambar 2.25 Pengecekan Pengoperasian**

Sumber: Perbaikan sistem rem (Yulianto, 2005)

### **C. Fungsi Load Airtightness**

Apabila mesin telah dimatikan dengan kondisi pedal rem ditekan, kondisi untuk mengecek apakah terdapat kebocoran *vacuum* diruang tekanan konstan.

- a) Menekan pedal rem saat mesin telah dinyalakan.
- b) Matikan mesin sementara dan rem tetap ditekan. Pada kondisi rem ditahan, perbedaan tekanan akan terlihat pada ruang tekanan konstan dan ruang tekanan variabel. Bila tidak ada perbedaan yang terlihat jelas pada tinggi pedal rem tetap ditekan selama kurang lebih 30 detik, dapat disimpulkan tidak ada masalah dengan ruang tekanan konstan.



**Gambar 2.26** Pengecekan Fungsi *Load Airtiness*

Sumber : Perbaikan sistem rem (Yulianto, 2005)

#### **2.4.4. Rem Cakram ( *Disc Brake* )**

##### **1. Komponen-komponen rem cakram ( *Disc Brake* )**

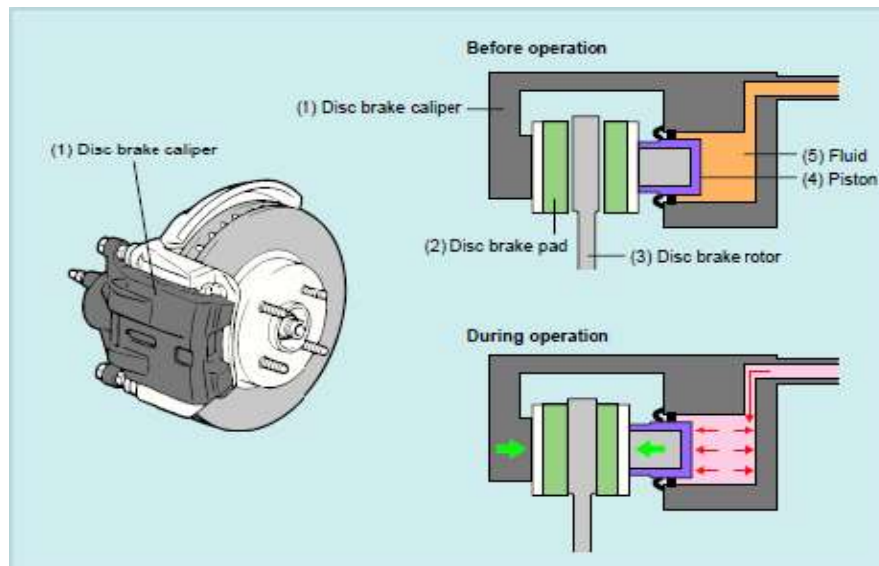
- a) *Caliper ( Disc Brake caliper )*
- b) Kampas rem cakram ( *Disc Brake pad* )
- c) Piringan rem cakram ( *Disc Brake rotor* )
- d) Piston Caliper
- e) Minyak rem ( *Fluid* )

##### **2. Cara Kerja Rem**

Pada saat pedal rem di injak, pedal rem akan menekan piston master rem dan mendorong minyak rem (fluida). tekanan hidrolik yang dikirim melalui jalur



*master cylinder*, akan menggerakkan piston caliper dan kemudian brake pad menjepit kedua sisi rotor rem cakram dan menghentikan putaran roda.



**Gambar 2.27 Cara Kerja Rem Tipe *Disc Brake***

Sumber : Yulianto, Perbaikan Sistem Rem.2005