

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Kajian Pustaka

Rem dirancang untuk mengurangi kecepatan dan menghentikan kendaraan atau untuk memungkinkan pada tempat parkir yang menurun. Peralatan ini sangat penting pada kendaraan dan berfungsi sebagai talat keselamatan dan menjamin untuk pengendalian yang aman.

Dewasa ini menurut para ahli permobilan, rem adalah merupakan kebutuhan sangat penting untuk keamanan berkendara dan juga dapat berhenti ditempat manapun, dan dalam berbagai kondisi dapat berfungsi dengan baik.

(Anonim, 2003, 5,53).

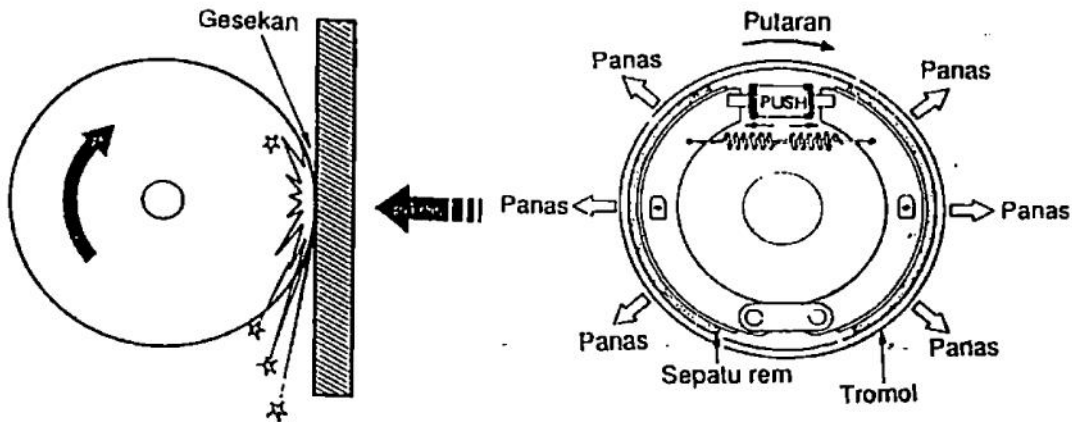
2.2. Landasan Teori

2.2.1. Prinsip Dasar Sistem Rem

Kendaraan yang berjalan tidak dapat berhenti dengan segera apabila mesin dibebaskan dan kendaraan akan cenderung bergerak. Maka kelemahan ini harus dikurangi dengan maksud untuk menurunkan laju kecepatan gerak kendaraan sampai berhenti. Pada dasarnya prinsip mesin adalah mengubah energi panas menjadi energi kinetik (gerak) untuk dapat menggerakkan kendaraan. Sebaliknya dengan prinsip dasar sistem rem yaitu dengan merubah energi gerak menjadi energi panas. Umumnya, rem bekerja disebabkan karena adanya sistem gabungan penekanan melawan sistem gerak putar. Efek pengereman (braking effect)

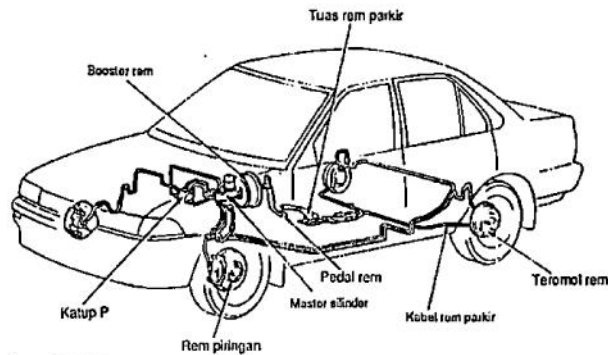
diperoleh dari adanya gesekan yang ditimbulkan antara dua objek atau benda.

(Anonim, 2003 : 5. 54).



Gambar 2.1. Prinsip kerja Rem
(Sumber : Anonim, 2003 :5.54)

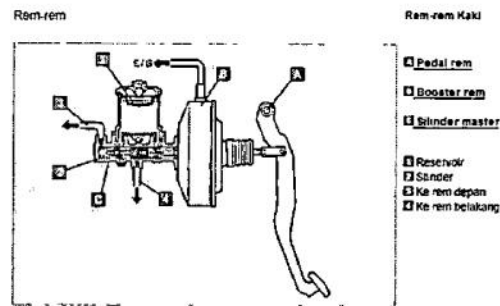
2.2.2. Komponen Sistem Rem



Gambar 2.2 Komponen sistem rem (Sumber : Anonim, 2003 :5.53)

- Pedal rem

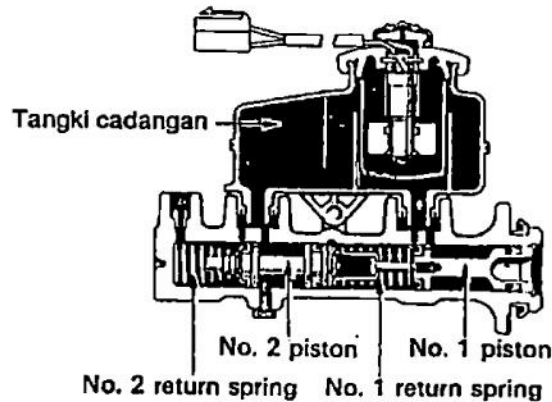
Merupakan mekanisme yang dirancang sedemikian rupa, digunakan untuk membangkitkan tekanan minyak rem yang ada pada master silinder rem dengan cara diinjak oleh pengemudi.



Gambar 2.3 Pedal Rem (Anonim, 2013, 5)

- Master Silinder

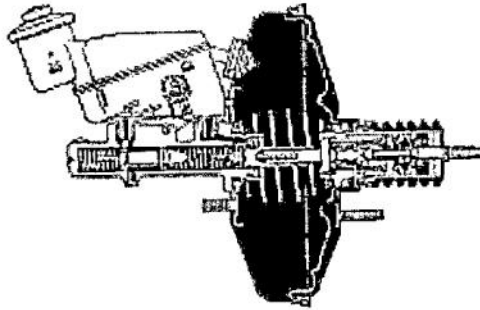
Mentransfer minyak rem yang telah dipompa ke rem roda depan dan roda belakang melalui pipa-pipa dan slang- slang dengan cara mengubah gerak pedal rem kedalam tekanan hidraulis. (Anonim, 2003, 5-56)



Gambar 2.4 Master Silinder (Sumber Anonom. 2003. 5.57)

- Booster rem

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



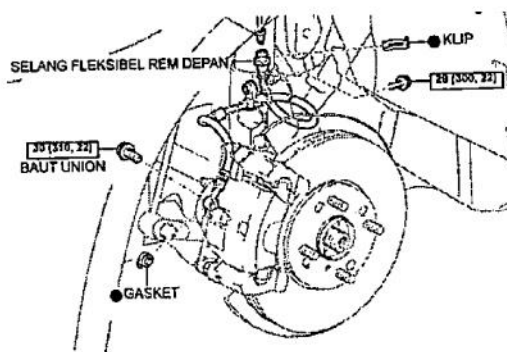
Gambar 2.5 Boster rem (Anonim 2013, 5)

- Pipa-pipa rem

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

- Slang fleksibel

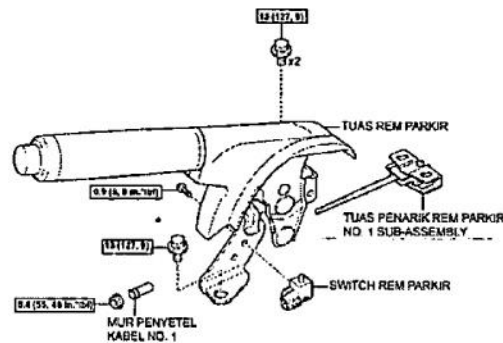
Selang fleksibel digunakan untuk menghubungkan pipa rem dengan silinder roda, diberi nama selang fleksibel karena konstruksinya yang dapat mengimbangi gerakan suspensi.



Gambar 2.6 Selang Fleksibel Depan (Sumber Anonim 2013. 5)

- Tuas rem tangan

Tuas rem tangan merupakan suatu mekanisme yang dirancang untuk mengaktifkan rem parkir melalui gerakan mekanis yang dihubungkan melalui batang penghubung dan kabel rem parkir.



Gambar 2.7 Tuas Rem Tangan

- Katup Pengimbang (Proportioning valve)

Dipergunakan untuk mengatur tekanan atau pembagi tenaga yang diberikan pada masing-masing rem depan dan belakang. Mengurangi tekanan maksimum pada rem belakang agar roda belakang agar tidak mengunci pada saat direm.

- Wheels silinder

Wheel cylinder terpasang pada brake drum cover setiap roda, apabila menerima fluida bertekanan dari master cylinder sehingga menyebabkan brake shoe mengembang melalui aksi dari piston dan push rod.

2.3. Mekanisme kerja

Mekanisme kerja rem adalah sebagai berikut :

2.3.1. Master silinder

Master silinder mengubah gerak pedal rem kedalam tekanan hidraulis.

Master silinder terdiri dari reservoir tank, piston dan silinder yang membangkitkan tekanan hidraulis.

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 hidraulisnya dipisahkan menjadi dua, masing-masing untuk roda depan dan belakang. Dengan demikian bila salah satu sistem tidak bekerja, maka sistem yang lainnya akan bekerja dengan baik.

Pada kendaraan penggerak roda belakang (FR), salah satu sistem rem hidraulis pada roda depan dan sistem yang satunya terletak pada roda belakang. Pada kendaraan penggerak roda depan (FF), terdapat beban tambahan pada roda depan. Untuk mengatasi hal tersebut maka digunakan sistem hidraulis split silang (diagonal split hydraulic system) yang terdiri dari satu set saluran rem untuk roda kanan depan dan kiri belakang, dan satu set saluran rem roda kiri depan dan kanan belakang, dengan demikian efisiensi pengereman akan tetap sama pada kedua sisi (tetapi dengan setengah daya penekanan normal) walaupun salah satu dari kedua sistem tersebut terjadi kerusakan.

2.3.2. Booster rem dan konstruksi

Tenaga penekanan pada pedal rem dari seorang pengemudi tidak cukup kuat untuk segera dapat menghentikan kendaraan. Booster rem melipat gandakan daya penekanan pedal, sehingga daya pengereman yang lebih besar dapat diperoleh.

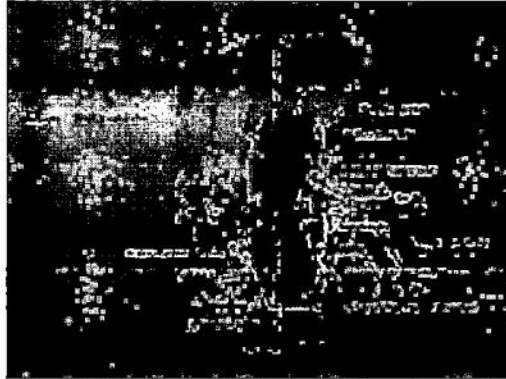
Booster rem dapat dipasang menjadi satu dengan master silinder (tipe integral) atau dapat juga dipasangkan secara terpisah dari master silinder.

Booster rem mempunyai diaphragma yang bekerja dengan adanya perbedaan tekanan antara tekanan atmosfer dan kevakuman yang dihasilkan dari dalam intake manifold mesin. Master silinder dihubungkan dengan pedal dan membran untuk memperoleh daya pengereman yang besar dari langkah pedal yang minimum.

Brake booster terdiri dari komponen-komponen berikut.

- a. Batang pengoperasian katup
- b. Batang pendorong (push rod)
- c. Piston pendorong (booster piston)
- d. Badan Boster (Booster Body)
- e. Diaphragma
- f. Pegas diaphragma
- g. Badan katup
- h. Cakram reaksi (Reaction Disc)
- i. Pembersih udara

- j. Penutup badan
- k. Ruang tekanan variabel
- l. Ruang tekanan konstan
- m. Katup cek (Check valve)



Gambar 2.8 komponen Boster rem (Anonim, 2005, 4-4)

2.4. Pengoperasian

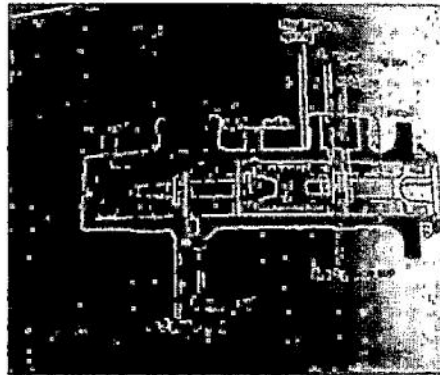
2.4.1. Pengoperasian normal Master silinder

- 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 kekeanan oleh tenaga dari pegas pendorong No.2 tetapi ditahan supaya tidak terlalu jauh oleh baut *stopper*.

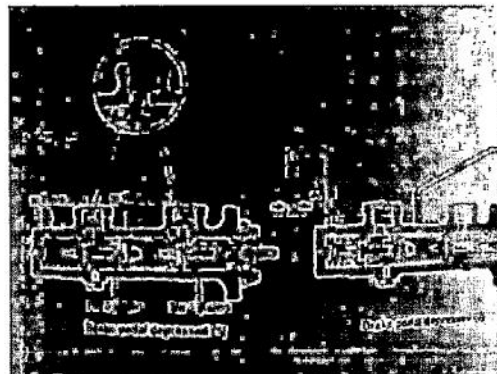
(Anonim, 2005, 1-4)



Gambar 2.9 Pengoperasian normal (Anonim, 2005, 1-4)

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. (Anonim, 2005, 2-4)

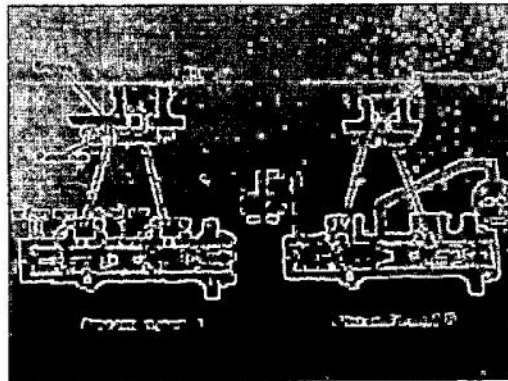


Gambar 2.10 pedal rem ditekan (Anonim, 2005, 2-4)

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 2.11 pedal rem dilepas (Anonim, 2005, 2-4)

2.4.2. Pengoperasian Boster rem

a. Rem tidak dipergunakan

Katup udara dihubungkan kebatang operasi katup, dan ditarik kekanan oleh pegas pembalik katup udar. Katup pengontrol didorong kekiri oleh pegas katup pengontrol. Ini akan menyebabkan katup udara bersentuhan dengan katup pengontrol karenanya, udara atmosfer yang

mengalir melalui elemen pembersih udara dicegah memasuki ruang tekanan variabel.

Pada kondisi ini katup hampa udara dari badan katup dipisahkan dari katup pengontrol untuk membuka jalan antara saluran A dan saluran B. Karena akan selalu ada hampa udara diruang tekanan konstan, akan ada pula hampa udara diruang tekanan variabel pada saat ini. sebagai akibatnya, piston didorong kekanan oleh pegas diaphragma.



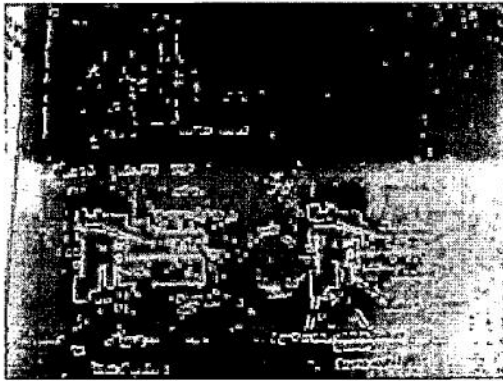
Gambar 2.12 posisi boster pada saat tidak digunakan (Anonim, 2005, 1-1)

b. Rem digunakan

Ketika pedal rem ditekan, batang pengoperasian katup mendorong katup udara, sehingga menyebabkan katup udara bergerak kekiri. Katup pengontrol, yang didorong melawan katup udara oleh pegas katup pengontrol, juga bergerak kekiri sampai berhubungan dengan katup hampa udara. Ini menutup bukaan antara saluran A dan B.

Ketika katup udara bergerak lebih jauh kekiri, ia bergerak menjauhi katup pengontrol. Kondisi ini membuat udara atmosfer memasuki ruang tekanan variabel melalui saluran B (setelah melewati elemen pembersih udara). Perbedaan tekanan antara ruang tekanan

konstan dan ruang tekanan variabel bergerak kekiri. Ini, pada akhirnya, menyebabkan akram reaksi menggerakkan batang pendorong booster kekiri dan menambah tenaga pengereman.

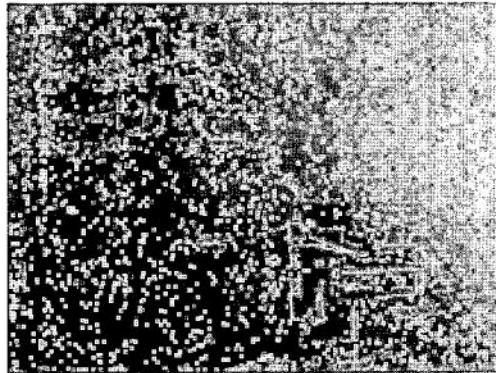


Gambar 2.13 pada saat boster rem digunakan (Anonim, 2005, 1-1)

c. Kondisi menahan

Bila pedal rem ditekan setengah, batang pengoperasian katup dan katup udara akan berhenti bergerak tapi piston akan bergerak kekiri karena ada perbedaan tekanan. Katup pengontrol tetap dihubungkan dengan katup hampa udara oleh pegas katup pengontrol, tapi ia bergerak bersama dengan piston.

Karena katup pengontrol bergerak kekiri dan berhubungan dengan katup udara, udara atmosfer dicagah untuk memasuki ruangan tahanan variabel, sehingga tekanan pada ruangan variabel stabil. Akibatnya ada perbedaan tekanan yang konstan antara ruang tekanan konstan dan ruang tekanan variabel. Karenanya piston akan berhenti bergerak dan mempertahankan tenaga pengereman yang sedang berlangsung.

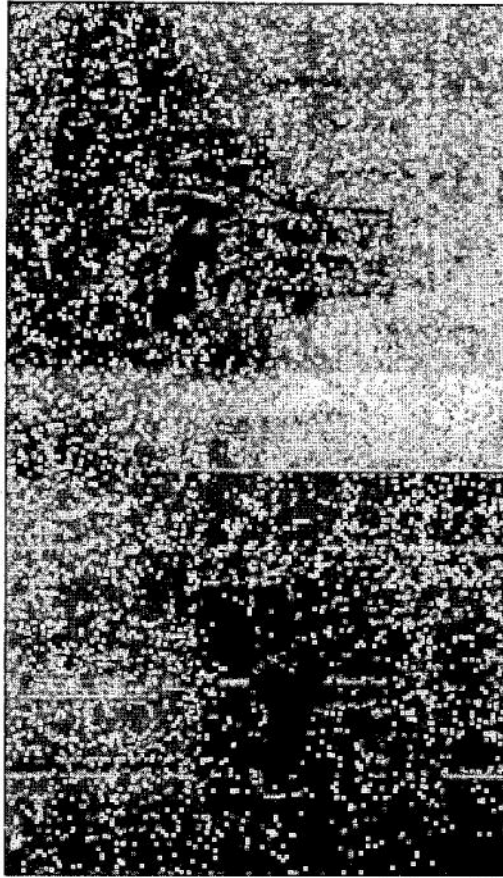


Gambar 2.14 Boster dalam kondisi menahan (Anonim, 2005, 1-1)

d. Dorongan maksimum

Bila pedal rem ditekan seluruhnya kebawah, katup udara akan bergerak seluruhnya menjauh dari katup pengontrol. Pada kondisi ini, ruang tekanan variabel diisi seluruhnya dengan udara atmosfer, dan perbedaan tekanan antara ruang tekanan konstan dan ruang tekanan variabel dibuat maksimum. Ini membuat efek dorong maksimum bekerja pada piston.

Bahkan bila tenaga tambahan diberikan pada pedal rem, efek dorong pada piston tetap tidak akan berubah, dan tenaga tambahan akan diberikan hanya pada tongkat pendorong booster dan akan dikirimkan sebagaimana adanya kesilinder utama.



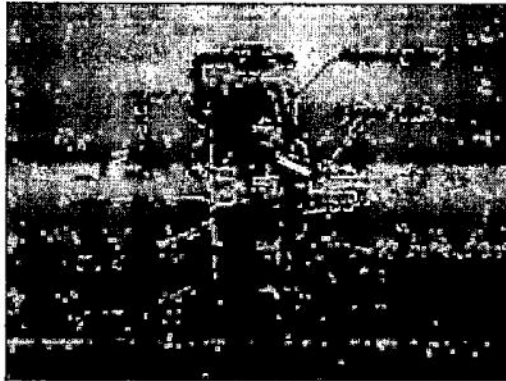
Gambar 2.15 Booster pada saat menerima dorongan maksimum (Anonim, 2005, 1-1)

e. Kondisi tidak hampa udara

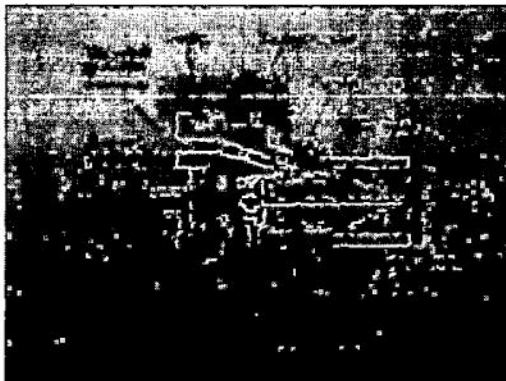
Bila seluruh vakum gagal diberikan pada *break booster* atas sebab apapun, maka tidak akan ada perbedaan tekanan antara ruang tekanan konstan dan ruang tekanan variabel (karena keduanya akan diisi oleh udara atmosfer). Saat *brake booster* ada pada posisi *off*, piston dikembalikan kekanan oleh pegas diaphragma.

Namun saat pedal rem ditekan, batang pengoperasian katup bergerak kekiri dan mendorong katup udara, cakram reaksi dan tongkat pendorong booster. Ini menyebabkan silinder utama piston memberikan tenaga pengereman pada rem. Pada saat yang sama katup udara mendorong kunci *stopper* katup yang dimasukkan ke badan katup. Sehingga, piston juga akan mengatasi pegas

diaphragma dan bergerak kekiri. Maka dengan itu rem tetap akan fungsional bahkan ketika pada saat tidak ada hampa udara yang diberikan oleh *brake booster*. Namun, karena *brake booster* tidak bekerja, pedal rem akan terasa berat.



Gambar 2.16 brak ebooster dengan kondisi tidak hampa udara (Anonim, 2005, 1-1)



Gambar 2.17 brak ebooster dengan kondisi tidak hampa udara (Anonim, 2005, 1-1)

2.4.3. Pengecekan fungsi

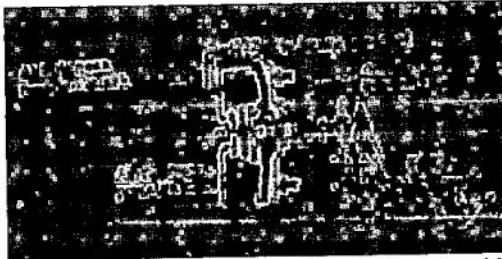
Brake Booster menggunakan perbedaan antara *engine vacuum* dan tekanan atmosfer untuk menghasilkan *power boost*. Karenanya, fungsi *brake booster* dapat dicek dengan melakukan instruksi berikut.

A. Pengecekan fungsi *airtightness*

Untuk menghasilkan *power boost*, *vacuum* didalam *break booster* harus dpertahankan, ruang tekanan konstan dan ruang tekanan

variabel ditutup seluruhnya oleh katup *vacuum*, dan udara haru mengalir dari katup udara.

- a) Matikan mesin setelah menghidupkannya selama 1 sampai 2 menit. *Vacuum* akan dibiarkan memasuki *break booster*
- b) Tekan pedal rem beberapa kali. Saat melakukan ini, bila posisi pedal lebih tinggi 2 atau 3 kali daripada posisi pertama, katup cek atau katup *vacuum* tertutup, dari hal ini dapat ditentukan bahwa airtighness adalah normal.



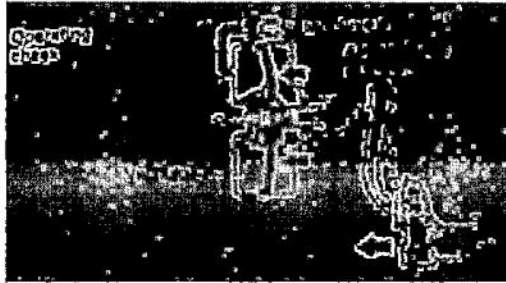
Gambar 2.18 pengecekan fungsi airtighness (Anonim, 2005, 1-1)

B. Pengecekan pengoperasian

Bila mesin dihidupkan sementara tidak ada *vacuum* di *brake booster*, katup *vacuum* tertutup, dan katup udara terbuka, *vacuum* akan dibiarkan masuk keruang tekanan konstan. Kondisi pedal rem pada saat ini dapat digunakan untuk mengecek operasi *power boost*.

- a) Dalam kondisi mesin mati, tekan pedal rem beberapa kali. Udara akan masuk keruang tekanan konstan.
- b) Hidupkan mesin dengan kondisi pedal rem ditekan. *Vacuum* akan dihasilkan dan perbedaan tekanan akan dihasilkan antara ruang tekanan konstan dan ruang tekanan

variabel. Bila pedal rem turun dari yang sebelumnya pada saat ini, dapat ditentukan bahwa *power boost* yang normal telah dihasilkan.

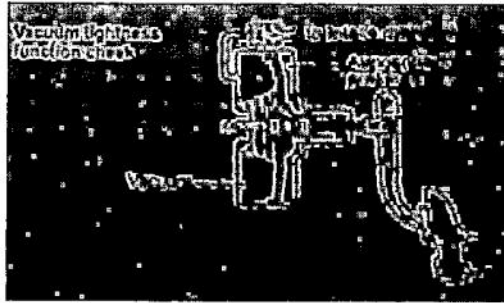


Gambar 2.19 pengecekan pengoperasian (Anonim, 2005, 1-1)

C. Pengecekan fungsi *load airtighness*

Bila mesin dimatikan dengan kondisi pedal rem ditekan, kondisi pedal dapat digunakan untuk mengecek kebocoran *vacuum* dari ruang tekanan konstan.

- a) Tekan pedal rem saat mesin hidup
- b) Matikan mesin sementara pedal rem ditekan. Pada kondisi ditahan, perbedaan tekanan antara ruang tekanan konstan dan ruang tekanan variabel akan konstan. Kemudian, bila tidak ada perbedaan pada tinggi pedal rem tetap ditekan selama kurang lebih 30 detik, dapat disimpulkan bahwa katup cek dan katup *vacuum* tertutup dengan normal dan tidak ada masalah dengan ruang tekanan konstan.



Gambar 2.20 pengecekan fungsi *load airtightness* (Anonim, 2005, 1-1)

2.4.4. Rem cakram (Disc brake)

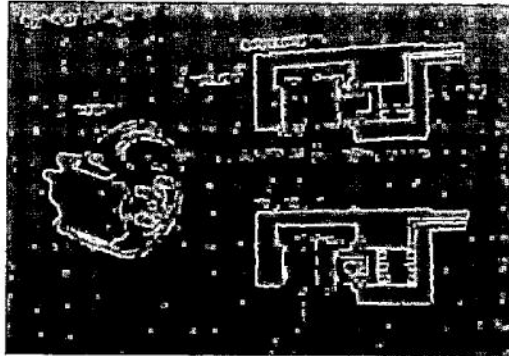
1. Konstruksi

Rem cakram terdiri dari komponen- komponen berikut.

- a) *Caliper* rem cakram (*Disc brake caliper*)
- b) Bantalan rem cakram (*Disc brake pad*)
- c) Rotor rem cakram (*Disc brake rotor*)
- d) Piston
- e) Cairan pelumas (*Fluid*)

2. Pengoperasian

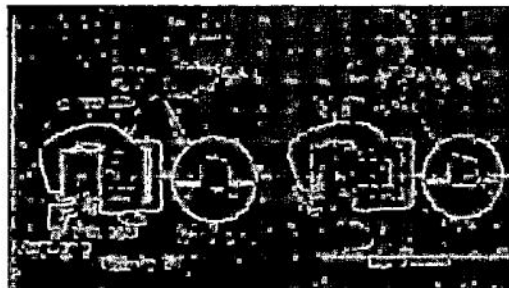
Rem cakram mendorong piston dengan menggunakan tekanan hidrolik yang dikirim melalui jalur rem dari *master cylinder* untuk membuat bantalan rem cakram menjepit kedua sisi rotor rem cakram dan menghentikan roda berputar. Karena rotor rem cakram dan bantalan rem cakram saling menggesek, terjadi panas akibat friksi tadi. Tetapi, karena rotor rem cakram dan badan rem terbuka, panas friksi yang terjadi dapat dengan mudah menguap.



Gambar 2.21 Konstruksi rem kaki tipe *Disc Brake* (Anonm,2005, 1-6)

3. Penyesuaian rem (Brake adjustment)

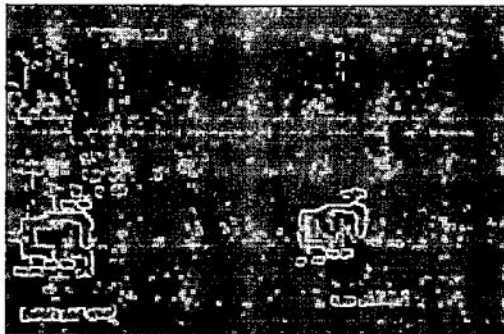
Karena celah rem disesuaikan secara otomatis oleh penutup piston (karet), celah rem tidak perlu disesuaikan dengan tangan. Ketika pedal rem ditekan, tekanan hidraulik menggerakkan piston dan mendorong bantalan rem cakram melawan rotor rem cakram. Pada saat ini piston bergerak sambil menyebabkan penutup piston berubah bentuk. Saat pedal rem dilepaskan, penutup piston kembali ke bentuk semula, sehingga menggerakkan piston menjauhi bantalan rem cakram. Karenanya, walaupun bantalan rem cakram sudah aus dan piston bergerak, jumlah kembalinya piston selalu sama, sehingga celah antara bantalan rem cakram dan rotor rem cakram dipertahankan pada jarak yang konstan.



Gambar 2.22 Brake Adjustment (Anonim, 2005, 2-6)

4. Penurunan cairan

Jumlah cairan rem pada tangki *reservoir* rem menurun karena keausan dari bantalan rem cakram atau rem cakram *lining*. Karenanya, kondisi keausan dari bantalan rem cakram atau rem cakram *lining* dapat dihitung dengan mengecek tingkat cairan di tangki *reservoir*. Karena diameter piston yang besar, keausan dari bantalan rem cakram berakibat pada penurunan tingkat cairan / pelumas yang tajam di tangki *reservoir*.



Gambar 2.23 Proses penurunan cairan pelumas (Anonim,2005, 3-6)

5. Indikator keausan bantalan

Ketika bantalan rem cakram aus dan perlu diganti, indikator keausan bantalan rem cakram menghasilkan suara lengkingan tinggi untuk memberi peringatan pada pengemudi.

- a) Saat ketebalan bantalan berkurang, indikator keausan bantalan, yang terdapat pada piringan belakang bantalan, berhubungan dengan rotor rem cakram dan mengeluarkan suara lengkingan saat mobil berjalan.
- b) Ada rem indikator keausan bantalan tipe sensor, ketika sensor tersebut aus bersama rem cakram, sirkuit sensor terbuka. ECU akan mendeteksi sirkuit yang terbuka tadi dan memberi peringatan kepada pengemudi.



Gambar 2.24 Indikator keausan bantalan (Anonim, 2005, 4-6)

2.4.5. Rem tromol (Drum brake)

1. Konstruksi

Rem tromol (Drum brake) terdiri dari komponen-komponen berikut.

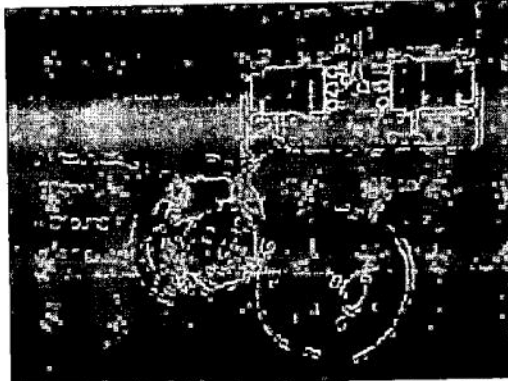
- 1) Wheel cylinder
- 2) Brake shoe
- 3) Brake lining
- 4) Return spring
- 5) Brake drum
- 6) Piston
- 7) Piston cup

2. Pengoperasian

Drum brake menghentikan ban dari berputar dengan menggunakan tekanan hidraulik yang dikirimkan dari *master cylinder* pada *wheel cylinder* untuk menekan brake shoe atas tromol rem, yang berputar bersama dengan ban. Saat tekanan hidraulik pada *wheel cylinder* hilang,

tenaga dari pegas pembalik menekan *brake shoe* dari permukaan dalam tromol dan mengembalikannya ke posisi aslinya.

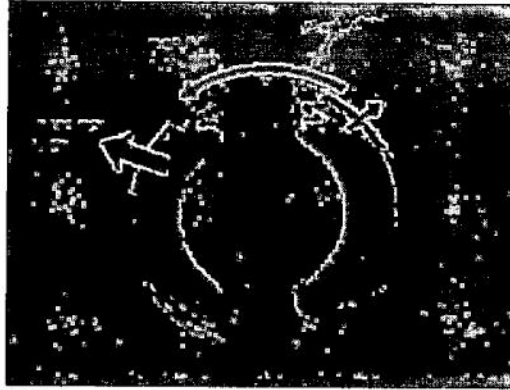
Karena *brake shoe* dikelilingi oleh tromol rem, akan sulit bagi panas yang dihasilkan untuk dilepaskan.



Gambar 2.25 konstruksi rem tromol (Anonim, 2005, 1-4)

3. *Leading shoe* dan *Trailing shoe*

Ketika tekanan hidraulik dikenakan pada Wheel cylinder, shoe pada kedua sisi tromol ditekan melawan bagian dalam tromol dengan tenaga yang sama dengan tenaga hidraulik yang dipakai oleh piston. Seperti yang diperlihatkan pada gambar dibawah. Tenaga hasil kompresi berbeda yang dihasilkan di shoe sebelah kanan dan kiri. Tenaga friksi menyebabkan shoe pada sisi kiri menggigit kedalam tromol searah dengan rotasi, sementara shoe pada sisi kanan menerima tenaga penolakan dari rotation drum, yang menurunkan tenaga kompresi.



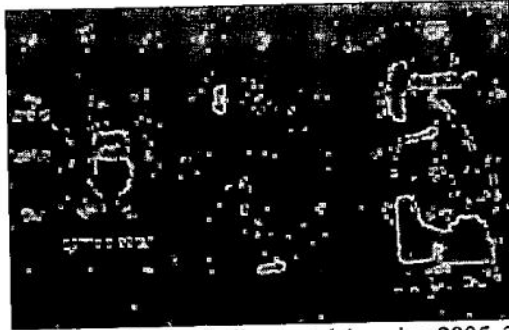
Gambar 2.26 *Leading shoe* dan *Trailing shoe* (Anonim, 2005, 2-4)

Aksi yang menaikkan tenaga friksi dengan menggigit kedalam tromol disebut dengan fungsi *self energizing*, dan shoe yang menerima fungsi disebut dengan *leading shoe*, dan shoe yang tidak menerima fungsi disebut dengan *trailing shoe*.

4. Clearance Adjustment

1) Tipe auto adjustment

Garis yang disematkan pada permukaan brake shoe menjadi aus karena penggunaan rem. Celah antara tromol dan garis harus secara berkala disesuaikan untuk menjaga hentakan tekanan pedal yang benar. Rem tipe auto adjustment secara otomatis menyesuaikan celah. Tipe tersebut bekerja saat rem parkir sedang digunakan atau saat pengereman, dan pada kondisi tersebut sebuah adjuster diputar oleh tuas adjust untuk menyesuaikan celah.



Gambar 2.27 Tipe auto adjustment (Anonim, 2005, 3-4)

2) Tipe manual adjustment

Ukur diameter dalam brake drum. Putar adjuster untuk menyesuaikan diameter luar brake shoe hingga menjadi tepat 1mm lebih kecil dari diameter dalam tromol. Dengan menggunakan obeng, putar sekrup adjusting dan lebarkan shoe hingga tromol mengunci.

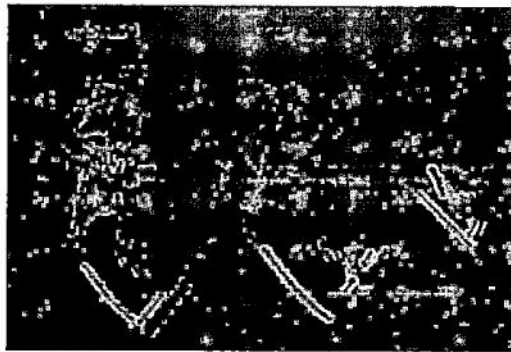


Gambar 2.28 Tipe manual adjustment (Anonim, 2005, 3-4)

2.4.6. Penyesuaian tinggi pedal rem

Gunakan penggaris untuk mengukur ketinggian pedal rem. Bila ukurannya diluar ukuran yang disarankan, sesuaikan ketinggian pedal. Hentakan diperlukan untuk mendapatkan tenaga pengereman yang benar. Sesuaikan rem sehingga rem tidak bekerja bila pedal ditekan. Dengan mesin berhenti, tekan pedal rem beberapa kali untuk mematikan brake booster. Kemudian,

dengan perlahan tekan pedal dengan jari dan ukur pedal free play dengan penggaris. Ukur jarak seperti ditunjukkan Free play pedal: 1. 0,5 sampai 2,0 mm (0,020 sampai 0,007 mm.), Ketinggian pedal rem dari lantai: 6. 150,9 mm (15,090 cm.).



Gambar 2.29 Penyesuaian pedal rem (Anonim, 2005, 4-4)