

PEMBUATAN STAND REM CAKRAM PADA MINI TRUCK DENGAN MESIN PENGGERAK DIESEL 5 PK

Akhmad Pujiono

Progam Studi Teknik Mesin Otomotif Politeknik Muhammadiyah Pekalongan
Jl.Pahlawan No. 10 Gejlig-Kec. Kajen Kab. Pekalongan Telp/Faks : (0825) 385313
e-mail: puji@politeknikhpk.ac.id

ABSTRACT

The brakes have a very important role in vehicle engineering and transport engineering for security and safety in driving. Brakes are designed to reduce the speed (slow) and stop the vehicle or allow parking on a downhill road. This equipment is very important in a vehicle and serves as a guarantee for the safety and safe driving. Given the importance of the brake as in the description and in connection with the project of making the Mini Truck is done by one of my professors, as well as the material of my thesis, I intend to assist in the manufacture of brake systems (in particular brake discs) on the Mini Truck. Where the disc brakes used are disc brakes on the cars of Honda Accord 1981.

Keywords : Disc Brakes, Making Stand, Mini Truck

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, maka kemajuan di bidang otomotif berbagai alat diciptakan untuk mempermudah dan menambah kenyamanan manusia dalam memenuhi kebutuhan. Salah satu perangkat sistem yang ada pada kendaraan adalah sistem rem. Rem mempunyai peranan yang sangat penting dalam teknik kendaraan dan teknik transportasi demi keamanan dan keselamatan dalam berkendara.

Pada dasarnya rem mempunyai fungsi untuk memperlambat dan mengatur gerakan suatu putaran. Rem dirancang untuk mengurangi kecepatan (memperlambat) dan menghentikan kendaraan atau memungkinkan parkir pada tempat menurun. Peralatan ini sangat penting pada kendaraan dan berfungsi sebagai alat keselamatan dan menjamin untuk pengendalian yang aman (*New STEP 1, training manual*).

Mengingat betapa pentingnya rem seperti pada uraian diatas dan berhubung dengan adanya proyek pembuatan *Mini Truck* yang dilakukan oleh salah satu dosen saya, maka saya bermaksud membantu dalam pembuatan sistem rem (khususnya rem

cakram) pada *Mini Truck* tersebut. Serta sebagai bahan tugas akhir, maka penulis memilih judul "PEMBUATAN STAND REM CAKRAM PADA MINI TRUCK DENGAN MESIN PENGGERAK DIESEL 5PK". Dengan tujuan untuk menambah wawasan penulis tentang sistem rem cakram.

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian yang dipaparkan diatas, maka muncul permasalahan sebagai berikut :

1. Alat apa saja yang digunakan dalam pembuatan stand rem tersebut?
2. Apa saja kendala yang ditemukan pada saat pembuatan stand rem tersebut?

1.3 Batasan Masalah

Dikarenakan pengetahuan penulis yang terbatas, dan untuk memperjelas ruang lingkup pembuatan stand rem cakram pada *mini truck* dengan mesin penggerak diesel 5PK, maka penulis hanya membatasi pembahasan tentang fungsi dan cara kerja rem cakram, komponen-komponen rem cakram, bongkar pasang rem cakram, serta *diagnose* kerusakan pada rem cakram yang ada pada *Mini Truck* tersebut.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Gambaran Umum Tentang Sistem Rem

Rem dirancang untuk memenuhi fungsi mengurangi kecepatan (memperlambat) dan menghentikan laju kendaraan atau memungkinkan parkir pada tempat yang menurun. Sistem ini sangat penting pada kendaraan dan berfungsi sebagai alat keselamatan dan menjamin keamanan pengendara dalam berkendara.

2.2 Prinsip Dasar Sistem 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 kendaraan hingga berhenti. Rem mengubah energi kinetik (gerak) kembali menjadi energi panas untuk menghentikan kendaraan. Umumnya, rem bekerja disebabkan oleh adanya sistem gabungan penekanan melawan sistem gerak putar. Efek pengereman (*braking effect*) diperoleh dari adanya gesekan yang ditimbulkan antara dua objek.

2.3 Tipe Rem

2.3.1. Rem Kaki

Rem kaki (*foot brake*) digunakan untuk mengontrol kecepatan dan menghentikan perputaran roda. Rem kaki dikelompokkan menjadi dua : rem hidraulik (*hydraulic brake*) dan rem pneumatik (*pneumatic brake*).

2.3.2. Rem Parkir

Rem parkir (*parking brake*) terutama digunakan untuk parkir kendaraan. Mobil penumpang dan kendaraan niaga yang kecil mempunyai rem parkir tipe roda belakang, atau rem parkir eksklusif yang dihubungkan dengan roda-roda belakang, sedangkan untuk kendaraan niaga yang besar, menggunakan tipe *center brake* yang dipasang antara *propeller shaft* dan transmisi.

Rem ini berguna saat memarkirkan atau menghentikan kendaraan pada kondisi jalan menanjak ataupun kondisi jalan menurun. Hal tersebut dimungkinkan karena pengungkit atau tuas rem tangan yang digunakan dapat dikunci dalam penggunaannya, sehingga tidak perlu melakukan penekanan tuas rem terus menerus seperti pada saat menginjak pedal rem.

2.3.3. Rem Tambahan (auxiliary brake)

Rem tambahan (*auxiliary brake*) digunakan pada kombinasi rem biasa (kaki) yang digunakan pada truk diesel dan kendaraan berat lainnya. Proses pengereman dilakukan melalui injakan pedal rem dengan menutup saluran gas buang (*exhaust*) pada mesin.

2.4 Rem Hidrolik (Hydraulic Brake)

Sistem Rem Hidrolik merupakan sistem rem yang menggunakan media fluida cair sebagai media penghantar atau penyalur gerakan. Rem hidrolik bekerja berdasarkan hukum pascal yang menyebutkan bahwa : "*fluida kerja dalam ruang tertutup yang ditekan, tekanannya akan diteruskan sama besar ke segala arah*" Dengan demikian, tekanan yang timbul pada master silinder rem akan diteruskan ke silinder roda.

2.5 Komponen Rem Hidrolik

2.5.1. Master Silinder

Master silinder (*master cylinder*) mengubah gerak pedal rem ke dalam tekanan hidraulik. Master silinder terdiri dari *reservoir tank*, yang berisi minyak rem, demikian juga piston dan silinder yang membangkitkan tekanan hidrolis.

Master silinder dibagi dalam dua tipe, tipe tunggal dan tipe ganda. Master silinder tipe ganda banyak digunakan dibandingkan dengan tipe tunggal. Karena pada tipe ganda, sistem hidrauliknya dipisahkan menjadi dua, masing-masing untuk roda depan dan roda belakang. Dengan demikian bila salah satu sistem tidak bekerja, maka sistem lainnya akan tetap berfungsi dengan baik.

2.5.2. Boster Rem

Tenaga penekanan pada pedal rem dari seorang pengemudi tidak cukup kuat untuk segera dapat menghentikan kendaraan. Boster rem melipat gandakan daya penekanan pedal, sehingga daya pengereman yang lebih besar dapat diperoleh. *Boster* rem adalah komponen tambahan pada sistem rem, yang dapat dipasang menjadi satu dengan master silinder (tipe integral) atau dapat juga dipasangkan secara terpisah dari master silinder itu sendiri, tipe integral ini banyak digunakan pada kendaraan penumpang dan truk kecil.

2.5.3. Katup pengimbang (Proportioning Valve)

Kendaraan dihentikan dengan adanya gesekan antara ban dan jalan. Gesekan ini akan bertambah sesuai dengan adanya pembagian beban pada ban.

Biasanya kendaraan yang mesinnya terletak didepan, bagian depannya lebih berat daripada bagian belakangnya. Bila kendaraan direm, maka titik pusat gravitasi akan pindah kedepan, disebabkan adanya beban yang besar menyatu pada bagian depan.

Bila daya cengkram pengeremannya berlaku sama terhadap keempat rodanya, maka roda belakang akan terkunci (terjadi slip) ini disebabkan oleh daya pengereman yang terlalu besar.

Dengan alasan tersebut, diperlukan alat pembagi tenaga sehingga dapat diberikan pengereman yang lebih besar untuk roda depan daripada roda belakang. Alat tersebut dinamakan “Katup Pengimbang” (*proportioning valve*) atau biasa disebut katup P. Alat ini bekerja secara otomatis menurunkan tekanan hidraulis pada silinder roda belakang. Dengan demikian daya pengereman pada roda belakang akan berkurang.

2.6 Rem Cakram

Rem cakram (*Disc Brake*) pada dasarnya terdiri dari besi tuang (*Disc*) yang berputar dengan roda dan bahan gesek (*Disc Pad*) yang mendorong dan menjepit cakram. Daya pengereman dihasilkan oleh adanya gesekan antara *disc pad* dan cakram (*disc*).

Karakteristik dari cakram hanya mempunyai sedikit aksi energi sendiri (*self energizing action*), daya pengereman itu sedikit dipengaruhi oleh fluktuasi koefisien gesek yang menghasilkan kestabilan tinggi. Selain itu, karena permukaan bidang gesek selalu terkena udara, radiasi panasnya terjamin baik.

Rem cakram mempunyai batasan pembuatan pada bentuk dan ukurannya. Ukuran disc pad agak terbatas, dan ini berkaitan dengan aksi *self energizing limited*, sehingga perlu tambahan tekanan hidraulis yang lebih besar untuk mendapatkan daya pengereman yang efisien.

2.7 Komponen Utama Pada Rem Cakram

2.7.1. Piringan

Umumnya cakram atau piringan (*disc rotor*) dibuat dari besi tuang dalam bentuk biasa (*solid*) dan berlubang-lubang untuk ventilasi.

Tipe cakram lubang terdiri dari pasangan piringan yang berlubang untuk menjamin pendinginan yang baik, kedua-duanya untuk mencegah *fading* dan menjamin umur pad lebih panjang atau tahan lama.

2.7.2. Pad Rem

Kampas rem atau pad (*disc pad*) biasa dibuat dari campuran metalic fiber dan sedikit serbuk besi. Tipe ini disebut dengan “*Semi Metallic Disc Pad*”.

Pada pad diberi garis celah untuk menunjukkan tebal pad (batas yang diizinkan). Dengan demikian dapat mempermudah pengecekan keausan pad.

Pada beberapa pad, penggunaan *metallic plate* (*anti-squel shim*) dipasangkan pada sisi piston dari pad untuk mencegah bunyi saat berlaku pengereman.

2.7.3. Kaliper

Kaliper juga disebut dengan *cylinder body*, memegang piston dan dilengkapi dengan saluran dimana minyak rem disalurkan kesilinder.

Kaliper dikelompokan sebagai berikut menurut jenis pemasangannya :

2.7.3.1. Tipe Floating Caliper (Single Piston)

Caliper tipe floating dapat digolongkan sebagai berikut :

1). Tipe Semi-Floating (Tipe PS)

Kaliper tipe semi-floating menerima tenaga pengereman yang dibangkitkan dari pad bagian luar. Kaliper dipasangkan dengan bantuan dua buah torque plate. Apabila rem bekerja maka bodi bergerak masuk dengan adanya gerakan piston. Tekanan pengeremannya yang berlaku pada pad bagian luar diterima oleh kaliper dan meneruskan momen ke pin pada arah putaran. Kekuatan reaksi pad bagian dalam diterima langsung oleh plate.

2). Tipe Full-floating

Pada kaliper tipe *full-floating*, kemampuan pengeremannya dibangkitkan oleh kedua pad dengan *torque plate*. Tipe ini dapat digolongkan pada beberapa macam :

a). Tipe F

Tipe F mempunyai kaliper yang ditunjang oleh *torque plat* sedemikian rupa, sehingga memungkinkan dapat meluncur. *Arm* akan maju dari kaliper untuk memindahkan gerak piston untuk menekan pad bagian luar. Tipe ini digunakan pada disc brake bagian belakang untuk beberapa model kendaraan.

b). Tipe FS

Kaliper tipe ini dipasang menggunakan dua pin (main pin dan sub pin) pada torque plat yang di bautkan pada kaliper itu sendiri. Kaliper dan dua pin digerakan sebagai satu unit oleh piston. Reaksi tenaga (*reaction force*) dari iner dan outer pad diterima oleh torque plat dan demikian momen (*torque*) tidak diteruskan ke pin. Selanjutnya, bagian yang meluncur (*sliding section*) pada kaliper (main dan sub pin) disembunyikan seluruhnya. Hal ini merupakan desain yang dapat menambah pada bagian ini.

c). Tipe AD

Main pin pada tipe ini adalah *press-fitted* pada torque plat bersama dengan sub pin yang di bautkan. *Stainles steep plat* (suatu shim untuk mengurangi bunyi *squel plat*) dipasang pada plat yang bersentuhan untuk mencegah suara yang kurang enak dan keausan pad. Tipe ini digunakan pada rem dalam kendaraan ukuran menengah.

d). Tipe PD

Tipe PD pada dasarnya sama dengan tipe AD kecuali pada main dan sub pin saja yang dibuat pada *torque plat*. Tipe PD ini pada rem depan kendaraan penumpang yang ukurannya kecil.

2.7.3.2. Tipe *Fixed Caliper (Double Piston)*

Kaliper dipasangkan tepat pada axle atau strut, pemasangan kaliper dilengkapi dengan sepasang piston. Daya pengereman didapat bila pad ditekan piston secara hidrolik pada kedua ujung piringan atau cakram.

Fixed caliper adalah dasar disain yang sangat baik dan dijamin dapat bekerja lebih akurat. Namun demikian radiasi panasnya terbatas karena silinder rem berada antara cakram dan *velg*, menyebabkan sulitercapainya pendinginan.

2.8 Kelebihan dan Kekurangan Rem Cakram

2.8.1 Kelebihan

- 1). Cepat menghentikan Laju atau Pakem.
- 2). Radiasi Panas Baik.
- 3). Kontruksi sederhana.

2.8.2 Kekurangan

- 1). Mudah terkena kotoran.
- 2). Kinerja pengereman kasar.
- 3). Mempunyai *self energizing action* yang kecil.

2.9 Minyak Rem

2.9.1. Fungsi Minyak Rem

1). Sebagai Penghantar Tekanan

Minyak atau cairan fluida sebagai mediator harus mempunyai tingkat ketahanan yang tinggi terhadap tekanan, artinya dapat menerima dan menyalurkan tekanan yang diterima dengan baik.

2). Sebagai pelumasan

Pada waktu pengereman berlangsung, bagian yang bergerak pada master silinder dan silinder roda seperti piston, pegas kompresi (menarik dan mendorong cairan di dalam master) mengalami gesekan. Apabila gesekan itu terjadi tanpa lapisan pendukung, maka akan terjadi keausan. Sebagai pelumas, minyak rem juga melapisi komponen tadi untuk memperkecil gesekan yang terjadi.

3). Sebagai Pendingin

Minyak rem memiliki titik didih yang tinggi sehingga dapat meredam dan menyerap panas yang dihasilkan pada saat proses pengereman berlangsung.

2.9.2. Syarat Yang Harus Dimiliki Minyak Rem

1). Memiliki kekentalan yang tepat

Minyak yang digunakan pada rem disesuaikan dengan kebutuhan rem itu sendiri. Minyak rem yang terlalu kental menimbulkan hambatan gesek yang besar, sehingga aliran minyak rem menjadi lambat dan pengereman pun menjadi lambat. Bila terlalu encer maka tidak dapat menyalurkan tekanan dengan baik.

2). Tingkat kekentalan stabil

Minyak rem yang baik memiliki viskositas yang tidak berubah karena perubahan suhu sehingga tidak mengganggu kinerja dari sistem rem tersebut.

- 3). Titik didih tinggi
Minyak rem harus memiliki titik didih yang tinggi, artinya tahan terhadap temperatur tinggi yang dihasilkan dari akibat pengereman yang berlanngsung.
- 4). Titik beku rendah
Minyak rem harus bertahan pada suhu dibawah normal agar tidak mudah membeku.
- 5). Tidak merusak komponen
Minyak rem harus bebas dari unsur-unsur yang dapat merusak komponen serta dapat melindungi bagian-bagian yang bergerak.

2.9.3. Klasifikasi Minyak Rem

Minyak rem berdasarkan titik didihnya diklasifikasikan dalam empat kategori : DOT 3, DOT 4, DOT 5 dan DOT 5.1

DOT merupakan singkatan dari *Departement Of Transportation (USA)*. *Department Of Transportation (USA)* ini menentukan tingkat klasifikasi minyak rem. Semakin tinggi angka yang mengikutinya maka semakin tinggi pula titik didihnya.

TIPE	Dry Boiling Point	Wet Boiling Point
DOT 3	205°C	140°C
DOT 4	230°C	155°C
DOT 5	260°C	180°C
DOT 5.1	270°C	190°C

2.10 Penerapan Hukum Pascal

Rem hidrolik pada mobil menerapkan prinsip kerja hukum Pascal, dengan menerapkan hukum pascal tersebut pengemudi hanya perlu memberikan gaya kecil untuk mengurangi laju kendaraan. Hukum *pascal* adalah hukum yang berbicara tentang tekanan fluida pada ruang tertutup. Jika sebuah kantong plastik yang berisi air dilubangi dengan jarum di beberapa tempat, airnya akan memancar keluar. Pancaran tersebut akan semakin kuat jika bagian atas plastik ditekan (diperas). Hal ini menunjukkan bahwa tekanan tersebut diteruskan ke segala arah dalam air. Terbukti, pancaran air yang terjadi semakin kuat.

Pernyataan di atas pertama kali dikemukakan oleh *Blaise Pascal*. Setelah melakukan percobaan dengan alat penyemprotan (penyemprot *Pascal*), dia menyatakan bahwa tekanan yang diberikan

pada zat cair dalam ruang tertutup diteruskan ke segala arah sama besar. Selanjutnya, pernyataan tersebut dikenal sebagai hukum *pascal*. Salah satu penerapan hukum pascal yaitu pada rem hidrolik.

3. METODE PEMBUATAN REM CAKRAM



3.1. Alat

1. Dongkrak
2. Jackstand
3. Kunci Ring 10-17 mm
4. Kunci Kombinasi 8-17 mm
5. Jangka Sorong
6. Kuas
7. Kain Lap (Majun)
8. Amplas
9. Penggaris
10. Bak Penampung

3.2. Bahan

1. Rem Cakram Honda Accord
2. Boster Rem Honda Accord
3. Pedal Rem
4. Minyak Rem
5. Pipa Rem

3.3. Pembongkaran dan Pemeriksaan Rem Cakram

Sebelum merakit cakram pada kendaraan, sebelumnya lakukan pembongkaran dan pemeriksaan pada komponen cakram, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Lepas *Pad* rem dari *caliper*, lalu ukur ketebalan *pad* menggunakan penggaris.

ketebalan *pad* = 8mm

Ketebalan minimal = 1,00 mm

Kondisi = Baik

- b. Lepas *piston* dari *caliper*, cuci seluruh caliper dengan minyak rem kemudian semprotkan udara kompresor ke dalam lubang baut dimana selang fleksibel terpasang dan piston akan keluar, lakukan dengan hati – hati.
 - c. Melepas *seal piston*
Kondisi *seal piston* yang sudah tidak baik, dapat mengakibatkan kebocoran pada *cylinder caliper* dan dapat mengganggu kinerja rem, maka *seal piston* harus diganti.
 - d. Amplas permukaan luar *piston* dengan amplas halus untuk menghilangkan karat, begitu juga dengan bagian dalam *cylinder*. Setelah selesai, cuci *piston* dan *caliper* menggunakan air dan semprot dengan kompresor.
 - e. Ukur ketebalan *disc* dan periksa permukaan *disc* apakah bergaris – garis (pada permukaan yang halus). Bila hal ini terjadi adalah normal, tetapi apabila garis-garis tersebut agak dalam atau seluruh permukaan bergaris-garis, gantilah *disc* dengan yang baru.
Ketebalan *disc* (piringan) = 16,30 mm
Ketebalan minimal = 15 mm
kesimpulan = Terdapat garis-garis pada permukaan *disc*, namun *disc* masih bisa digunakan.
- 3.4. Perakitan atau pemasangan rem cakram
1. Pasang *boster* dan pedal rem pada kendaraan.
 2. Pasang pipa rem, dengan menggunakan kain majun, bengkokkan dan bentuklah sedemikian rupa pipa rem mengikuti rangka dari kendaraan, hati-hati saat membengkokkan pipa rem, jangan sampai membuat sudut, karena bisa mengakibatkan penyumbatan saluran rem, bahkan bisa mengakibatkan kebocoran.
 3. Sebelum merakit rem cakram, perhatikan hal-hal berikut :
 - a. Semua parts harus benar-benar bersih sebelum di pasang
 - b. Jangan menggunakan *thinner* atau cairan lainnya, gunakan minyak rem.
 4. Berikut adalah langkah-langkah merakit rem cakram :
 - a. Sebelum memasang *piston* dan *seal piston* ke *cylinder*, lumasi dahulu dengan minyak rem
 - b. Pasang *seal* pada *cylinder*
 - c. Pasang *piston* ke dalam *cylinder*
 - d. Pasang *pads* pada *caliper*.
 - e. Pasang *caliper* pada cakram.
- f. Pasang selang fleksibel dan kencangkan baut-bautnya sesuai dengan spesifikasinya.
 - g. Pasang roda.
- 3.5. Membuang gelembung udara (*membreeding*) dari saluran rem hidrolis.
- a. Pekerjaan ini dilakukan oleh dua orang, yaitu asisten duduk di tempat kemudi dan mekanik bersiap-siap membuka baut tutup sumbat.
 - b. Tambahkan minyak rem ke *recevoir*, tinggi permukaan minyak dibawah permukaan batas *max*.
 - c. Buka tutup sumbat pembuang udara, pasang selang plastik pada sumbat pembuang, sedangkan ujung yang satu lagi dimasukkan ke dalam tempat penampung minyak yang bersih.
 - d. Asisten menekan pedal rem beberapa kali dan memberi aba-aba pada teknisi saat pedal rem sedang di tekan.
 - e. Teknisi membuka sumbat pembuang kira-kira ¼ putaran, membuang udara kemudian menutup sumbat sementara asisten memompa pedal berulang-ulang.
 - f. Ulangi prosedur 4 dan 5 sampai tidak ada lagi gelembung udara yang keluar dari selang.
 - g. Periksa tinggi minyak rem tangki cadangan *master cylinder* selama melakukan pekerjaan tersebut. Jangan biarkan *recervoir* kosong. Atur tinggi permukaan minyak rem dengan menambah minyak rem sampai garis *MAX* pada *recervoir*.
 - h. Lepaskan selang dari sumbat pembuang dan pasang kembali tutupnya.
 - i. Buang udara dari *cylinder* roda yang lain dengan cara yang sama.
- 3.6. Pengujian
- Dalam hal ini, pengujian hanya dilakukan dengan cara memutar roda lalu injak pedal rem,
- Bila terjadi pengereman, maka pengujian berhasil. Namun apabila tidak terjadi proses pengereman, maka perlu dilakukan pengecekan kembali, lalu dilakukan kembali proses *membreeding*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan pada Tugas Akhir ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Alat yang digunakan dalam pembuatan stand rem ini antara lain :
 - a. Dongkrak
 - b. Jakstand
 - c. Kunci Ring (10-17 mm)
 - d. Kunci Kombinasi (8-17 mm)
 - e. Jangka Sorong
 - f. Kain Lap (Majun)
 - g. Amplas
 - h. Penggaris
 - i. Bak Penampung
2. Dalam proses pembuatan stand rem cakram pada *mini truck* ditemukan kendala-kendala sebagai berikut :
 - a. Komponen-komponen rem banyak yang sudah rusak dikarenakan menggunakan komponen bekas.
 - b. Karena menggunakan komponen rem cakram dari mobil Honda Accord tahun 1983 (mobil sedan), pencarian komponennya cukup sulit dan tergolong mahal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1996. New Step 1 Training Manual. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor
- Modul, 2007, "Perakitan Dan Pemasangan Sistem Rem", Yudhistira, Surakarta
- <https://kadasyouth.files.wordpress.com>
- <https://hannanahan.wordpress.com/2011/10/20>