

**ANALISA GAYA SISTEM REM DEPAN DAIHATSU XENIA TIPE R TAHUN 2012****Qomaruddin<sup>1</sup>, Taufiq Hidayat<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus  
Gondangmanis, PO Box 53, Bae, Kudus 59352<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus  
Gondangmanis, PO Box 53, Bae, Kudus 59352

E-mail: qomaruddin71@gmail.com

**Abstrak**

Salah satu faktor penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas adalah faktor yang diakibatkan sistem rem yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Rem berfungsi mengurangi kecepatan atau menghentikan kendaraan melalui gesekan antara sepatu rem dengan tromol atau cakram dengan bantalan rem untuk memperlambat atau menghentikan roda. Dimensi dan jarak pedal rem ke fulcrum/tumpuan serta jarak dari pushrod ke fulcrum/tumpuan pada sistem pengereman di atas berpengaruh dalam menghasilkan gaya tekan pad rem dan gaya gesek. Semakin besar gaya pijak pedal menghasilkan pengereman gaya keluar pedal, tekanan hidrolis, sampai pada gaya gesek yang semakin besar. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui besaran gaya yang terjadi pada rem cakram Daihatsu Xenia Tipe R fabrikasi tahun 2012, dengan memvariasi pembebanan pedal 1 sampai 8 kgf. Nilai tekanan ternyata memberikan dampak gaya yang lebih tinggi dengan adanya gaya yang keluar dari pedal rem ( $F_k$ ), tekanan hidrolis ( $P_e$ ), gaya yang menekan pad rem ( $F_p$ ), dan gaya gesek pengereman ( $F_{\mu}$ ) akan semakin besar. Selain dimensi dan jarak pedal, dimensi silinder yang ada pada master silinder dan silinder pada roda juga berpengaruh pada gaya tekan pad rem dan gaya gesek.

**Kata kunci:** rem, gaya gesek, gaya pedal, tekanan hidrolis.

**1. PENDAHULUAN**

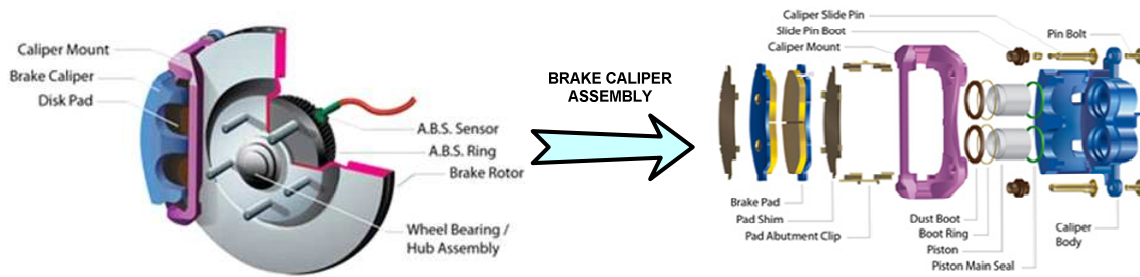
Kemampuan sistem pengereman pada kendaraan bermotor menjadi suatu yang sangat penting karena sistem pengereman menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas. Rem sendiri berfungsi mengurangi kecepatan atau menghentikan kendaraan melalui gesekan antara sepatu rem dengan tromol atau cakram dengan bantalan rem untuk memperlambat atau menghentikan roda.

Sistem pengereman adalah sebuah rangkaian peralatan dengan memakai tahanan gesek buatan yang diterapkan pada sebuah mesin berputar agar gerakan mesin berhenti. Rem menyerap energi kinetik dari bagian yang bergerak. Energi yang diserap oleh rem berubah dalam bentuk panas. Panas ini akan hilang dalam lingkungan udara supaya pemanasan yang hebat dari rem tidak terjadi.

Sistem pengereman kendaraan dalam mengurangi dan menghentikan laju kendaraan terdiri dari pengereman mesin dengan cara mengurangi kecepatan (tidak bisa menghentikan kendaraan atau putaran mesin). Selanjutnya sistem pengereman dengan cara menginjak pedal rem yang berfungsi mengurangi atau menghentikan laju kendaraan. Selain menginjak pedal pengereman juga dapat dilakukan dengan menarik tuas rem (rem tangan) sebagai rem parkir atau maju pada jalanan berelevasi.

Kendaraan roda empat (mobil) pada umumnya menggunakan 2 jenis sistem rem. Jenis tersebut berupa jenis kaliper rem cakram atau cakram (*caliper disk brakes*) untuk roda-roda depan dan rem drum (*drum brakes*) pada roda-roda bagian belakang yang keduanya dioperasikan secara hidrolis. Rem cakram terdiri dari piringan yang dibuat dari logam, piringan logam ini akan dijepit oleh kanvas rem cakram (*brake pad*) yang didorong oleh sebuah torak yang ada dalam silinder roda. Sistem kerjanya berupa gesekan antara piringan (cakram) dengan balok rem (*pad*) yang melekat pada kaliper seperti pada gambar 1.

Tujuan dari penulisan ini adalah melihat pengaruh gaya penekanan pedal rem depan (cakram) terhadap gaya tekan master rem, gaya tekanan minyak rem, gaya yang menekan pad rem, serta nilai gaya gesek yang terjadi pada Daihatsu Xenia Tipe R fabrikasi tahun 2012.



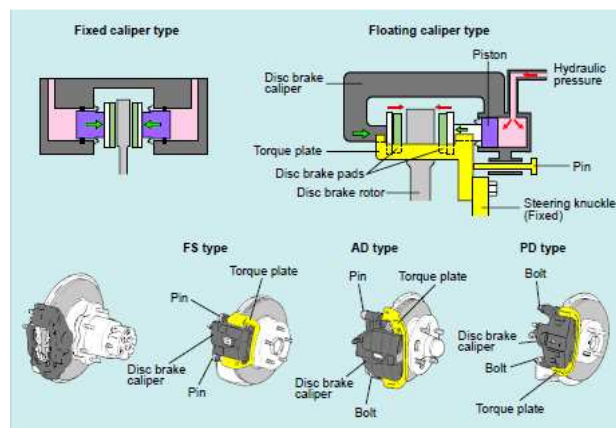
**Gambar 1.** Piringan (cakram) dengan susunan rangkaian balok rem (*discpad*).  
([www.tmwauto.com/DriverCentral/Brakes101](http://www.tmwauto.com/DriverCentral/Brakes101))

**2. METODOLOGI**

Gaya-gaya yang terjadi pada proses pengereman diperoleh dengan penghitungan yang besarnya gaya injakan pedal rem disesuaikan dengan batasan yang dirujuk dalam Sularso dan Suga (1997). Selama proses pengambilan data dilakukan secara sistematis melalui berbagai metode, diantaranya berupa studi literatur yang telah ada dan data aktual berupa melakukan pengukuran secara nyata.

Rem cakram adalah perangkat pengereman yang digunakan ada kendaraan modern. Rem ini bekerja dengan menjepit cakram yang biasanya dipasangkan pada roda kendaraan, untuk menjepit cakram digunakan *caliper* yang digerakkan oleh piston untuk mendorong sepatu rem (*brake pads*) ke cakram ([id.wikipedia.org/wiki/Rem\\_cakram](http://id.wikipedia.org/wiki/Rem_cakram)).

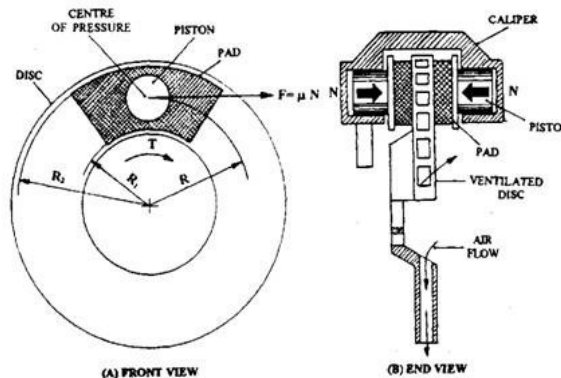
Pedal rem yang ditekan mendorong piston yang ada dilanjutkan dengan tekanan piston mendorong minyak rem dengan meneruskan tekanan ke silinder roda yang terdapat pada roda kendaraan melalui pipa-pipa minyak rem. Tekanan minyak rem pada silinder roda menyebabkan piston pada mendorong silinder roda, selanjutnya putaran roda yang terhubung cakram semakin berkurang atau terhenti (gambar 2).



**Gambar 2.** Kerja cakram (<http://www.kitapunya.net/2014/04/tipe-tipe-caliper-rem-cakram.html>)

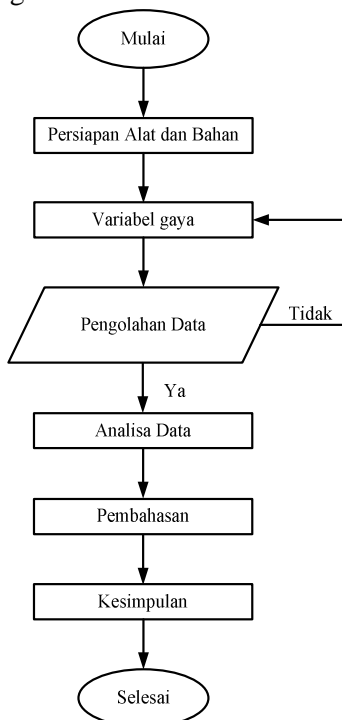
Karakteristik dari cakram hanya mempunyai sedikit aksi energi sendiri (*self energizing action*), daya pengereman itu sedikit dipengaruhi oleh fluktuasi koefisien gesek yang menghasilkan kestabilan tinggi (gambar 4). Selain itu, karena permukaan bidang gesek selalu terkena udara, radiasi panasnya terjamin baik, ini dapat mengurangi dan menjamin dari terkena air.

Rem cakram mempunyai batasan pembuatan pada bentuk dan ukuran. Ukuran *disc pad* agak terbatas dan ini berkaitan dengan aksi *self energizing limited*. Sehingga perlu tambahan tekanan hidraulik yang lebih besar untuk mendapatkan gaya pengereman yang efisien. Pad juga akan lebih cepat aus daripada sepatu rem pada rem tromol. Tetapi konstruksi yang sederhana mudah pada perawatan serta penggantian pad.



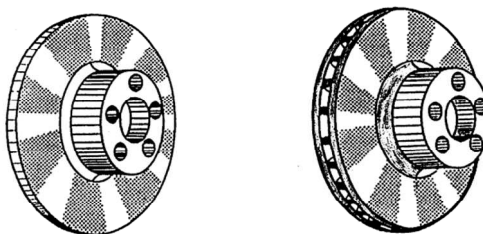
**Gambar 4.**Daya pengereman yang dipengaruhi oleh koefisien gesek(Sumber: *what-when-how.com*)

Penelitian ini memiliki alur sebagaimana berikut:



**Gambar 5.**Diagram alur penelitian.

Jenis cakram (*disc*) terdapat 2 jenis, cakram *tipe solid (fixed)* digunakan untuk mobil kecil sampai sedang, harga murah.kemampuan pendingin cukup. Sedangkan cakram tipe ventilasi digunakan untuk mobil kecil sampai besar, mempunyai kemampuan pendinginan yang baik sehingga kondisi rem selalu terjaga.Akan tetapi harga cenderung lebih mahal (gambar 6).



**A. Cakram tipe solid (fixed)      B. Cakram tipe ventilasi**

**Gambar 6.**Jenis cakram (*disc*)(Sumber: *New Step 1 Training*).

Guna untuk memenuhi kebutuhan tenaga pengereman, pada rem cakram dilengkapi dengan sistem *hydraulic*, agar dapat menghasilkan tenaga yang cukup kuat.Sistem *hydraulic* terdiri dari master silinder, silinder roda, reservoir untuk tempat oli

rem dan komponen penunjang lainnya. Adapun parameter atau dimensi yang mempengaruhi kerja rem sebagaimana berikut (Sularso dan Suga, 1997):

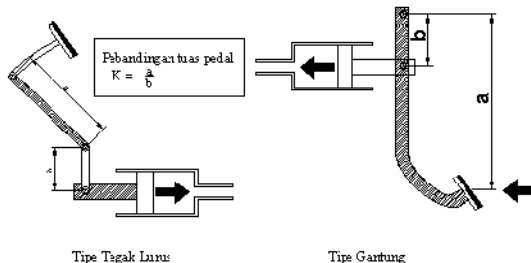
1. Menghitung perbandingan gaya pada pedal ( $K$ ) didapat dari persamaan.

$$K = \frac{a}{b} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

a = jarak dari pedal rem ke *fulcrum*/ tumpuan

b = jarak dari pushrod ke *fulcrum* / tumpuan



Gambar 7. Tipe pedal rem(Sumber: New Step 1 Training).

2. Persamaan yang digunakan untuk mencari gaya yang keluar dari pedal rem ( $FK$ ) :

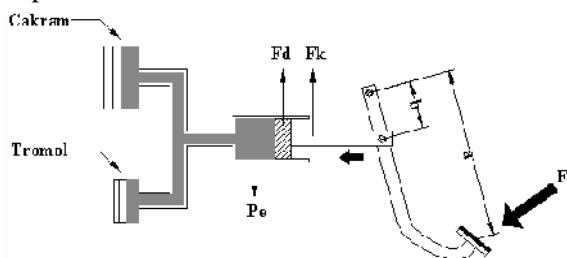
$$FK = F \frac{a}{b} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

$FK$  = Gaya yang dihasilkan dari pedal rem (kgf).

$F$  = Gaya yang menekan pedal rem (kgf). )

$\frac{a}{b}$  = Perbandingan tuas pedal rem.



Gambar 8. Gaya tekanan pedal ke master silinder(Sumber: New Step 1 Training).

3. Persamaan tekanan hidrolik ( $Pe$ ) yang dibangkitkan pada master silinder yaitu :

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (3)$$

$$Pe = \frac{FK}{\frac{1}{4} \pi \times d^2} \rightarrow Pe = \frac{FK}{0,785 \text{ dm}^2} = \dots (\text{kg/cm}^2)$$

Dimana :

$Pe$  = Tekanan hidrolik ( $\text{kg/cm}^2$ ).

$Fk$  = Gaya yang dihasilkan dari pedal rem (kgf).

$dm$  = Diameter silinder pada master silinder (cm).

4. Persamaan untuk mencari gaya yang menekan pad Rem ( $Fp$ ) yaitu :

$$Fp = Pe \times 0,785 (d^2) \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

$Fp$  = Gaya yang menekan pad rem (kgf).

$D$  = Diameter silinder roda (cm).

$Pe$  = Tekanan minyak rem ( $\text{kg/cm}^2$ )

5. Gaya Gesek Pengereman ( $F\mu$ ).

Untuk menghitung gaya gesek yang ditimbulkan oleh rem menggunakan persamaan yaitu :

$$F\mu = \mu \times Fp \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

$F\mu$  = Gaya gesek pengereman (kgf)

$\mu$  = koefisien gesek

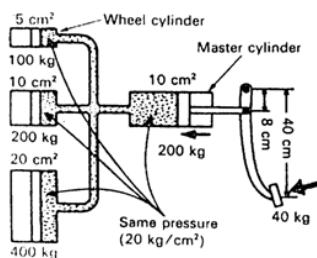
$Fp$  = Gaya yang menekan pad (kgf)

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengukuran secara manual dari rangkaian komponen rem maka didapatkan data perhitungan sistem rem depan Daihatsu Xenia (berdasarkan spesifikasi dan hasil pengukuran) sebagaimana berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Daihatsu Xenia tipe R 2012

No.	Spesifikasi	Dimensi
1.	Panjang kendaraan (P)	4,120 mm (162.2 in)
2.	Lebar kendaraan (L)	1,630 mm (64.2 in)
3.	Tinggi kendaraan (T)	1,695 mm (66.7 in)
4.	Berat kosong (W)	1,130 kg (2,491 lb)
5.	Jarak pedal ke <i>fulcrum</i> (a)	40 cm
6.	Jarak pushrod ke <i>fulcrum</i> (b)	8 cm



Gambar 9. Jarak pedal dan *pushrod* ke *fulcrum*. (Sumber: New Step 1 Training).

**3.1. Hasil pengolahan data.**

Hasil pengukuran manual dari master silinder dan silinder roda pada rangkaian rem sebagai berikut (tabel 2):

Tabel 2. Pengukuran master silinder Daihatsu Xenia tipe R 2012

No.	Komponen yang diukur	Dimensi
1.	Diameter master silinder	9,5 mm (0,374 in)
2.	Diameter silinder cakram	38,1 mm (1,5 in)

**a. Perbandingan pedal rem**

$$K = \frac{a}{b} \rightarrow K = \frac{40}{8} = 5$$

Dimana :

a = jarak dari pedal rem ke *fulcrum* / tumpuan = 40 cm

b = jarak dari pushrod ke *fulcrum* / tumpuan = 8 cm

**b. Gayayang keluar dari pedal rem ( $FK$ )**

Pengukuran yang telah dilakukan pada pedal rem, jarak dari pedal rem ke *fulcrum*/tumpuan sebesar 40 cm dan jarak dari pushrod ke *fulcrum* / tumpuan 8 cm, sesuai dengan hasil di atas maka perbandingan pedal remnya sebesar 5. Hitungan selanjutnya berupa gaya yang menekan pedal adalah antara 5 Kgf sampai dengan 40 Kgf.

$$FK = F \frac{a}{b} \rightarrow FK = 5 \times 5 = 25 \text{ Kgf.}$$

**c. Tekanan hidrolik (Pe)**

Hasil tekanan hidrolik (Pe) yang dihasilkan dari master silinder pada rangkaian rem yang menggunakan sistem hidrolik menggunakan rumus berikut:

$$Pe = \frac{FK}{\frac{1}{4} \pi \times d^2} \rightarrow Pe = \frac{FK}{0,785 \text{ dm}^2} = \dots (\text{kg/cm}^2)$$

$$Pe = \frac{25}{0,785 \times 0,95^2} = \dots (\text{kg/cm}^2)$$

$$Pe = \frac{25}{0,785 \times 0,9025} = 0,352 (\text{kg/cm}^2)$$

**d. Gaya yang menekan pad rem (Fp)**

Rumus yang digunakan dalam menghitung pad rem:

$$Fp = 0,352 \times 0,785 (38,1^2) = 401,11 \text{ Kgf.}$$

**e. Gaya Gesek Pengereman (Fμ).**

Gaya gesek pengereman dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut:

$$F\mu = \mu \cdot Fp$$

Fμ = Gaya gesek pengereman (kgf)

μ = koefisien gesek (0,3-0,6 pada cetakan/pasta, Sularso dan Suga, 1997).

Fp = Gaya yang menekan pad (kgf)

$$F\mu = 0,3 \times 401,11 = 120,33 \text{ Kgf.}$$

**3.2. Pembahasan**

Hasil pengolahan data di atas selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam analisa agar diperoleh gambaran yang jelas. Penggunaan rem pada umumnya tidaklah sama dalam menekan pedal sehingga perlu adanya variasi pengaruh gaya tekan pedal rem pada waktu pengereman.

Persamaan yang digunakan pada waktu pengolahan data kemudian diterapkan dalam gaya penekanan pedal yang direncanakan antara 5 kgf sampai dengan 40kgf (tabel 3).

**Tabel 3. Pengukuran master silinder Daihatsu Xenia tipe R 2012**

No.	F (Kgf)	Fk (Kgf)	Pe (kg/cm <sup>2</sup> )	Fp (Kgf)	Fμ (Kgf)
1	1	5	7,057537	80,42161	24,12648
2	2	10	14,11507	160,8432	48,25296
3	3	15	21,17261	241,2648	72,37945
4	4	20	28,23015	321,6864	96,50593
5	5	25	35,28768	402,108	120,6324
6	6	30	42,34522	482,5296	144,7589
7	7	35	49,40276	562,9512	168,8854
8	8	40	56,46029	643,3729	193,0119

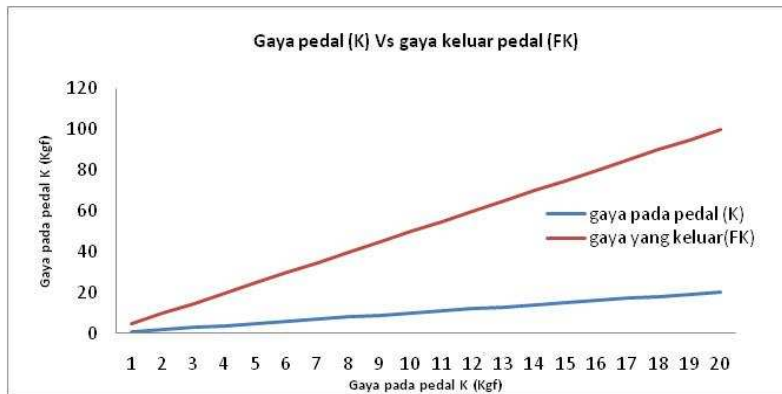
**3.3. Pengolahan data**

Berdasarkan hasil–hasil pengolahan dan pengambilan data yang peroleh dari semua percobaan dapat dilihat pada tabel dan grafik sebagai berikut:

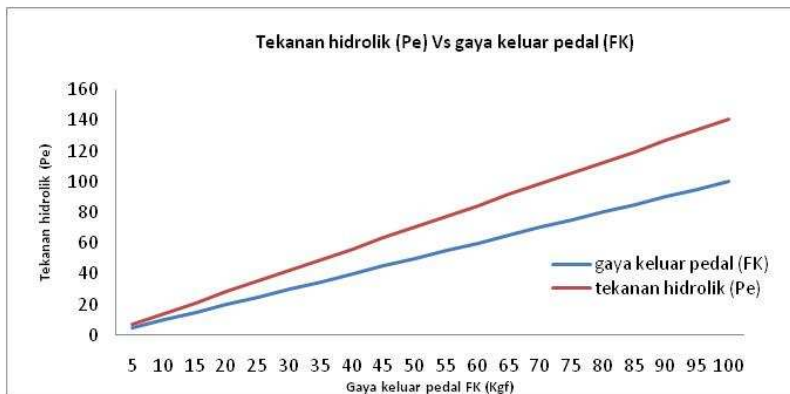
Dari gambar 9, terlihat perbandingan yang signifikan karena dengan gaya yang tidak terlalu besar menghasilkan gaya keluar yang beberapa kali lebih besar. Hal ini disebabkan bantuan pedal

rem, jarak pedal rem ke *fulcrum*/tumpuan serta jarak dari pushrod ke *fulcrum*/tumpuan sangat berpengaruh.

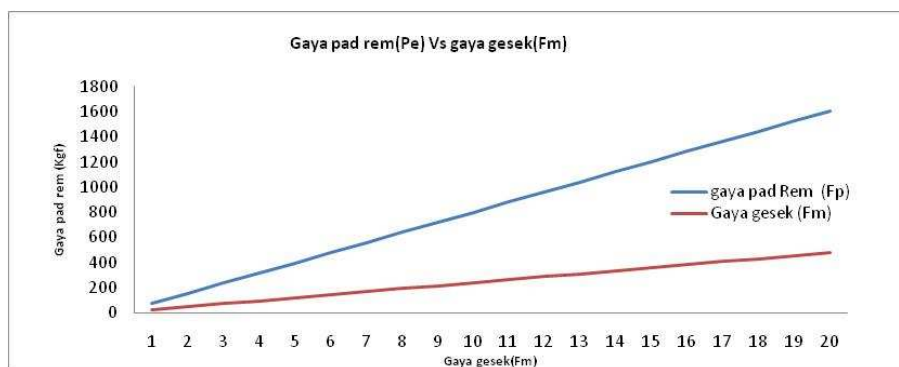
Nilai tekanan ternyata memberikan dampak gaya yang lebih tinggi dengan adanya gaya yang keluar dari pedal rem. Nilai ini juga adanya pengaruh dari dimensi silinder yang ada pada silinder roda seperti gambar 10.



Gambar 9. Gaya pedal K dengan Gaya keluar pedal (FK).



Gambar 10. Gaya keluar pedal (FK) dengan tekanan hidrolik.



Gambar 11. Gaya pad rem (Pe) dengan Gaya gesek (Fm).

Dari hasil penelitian yang ditunjukkan pada gambar grafik 11, maka dapat dilihat adanya perubahan gaya pad rem terhadap gaya gesek yang terjadi  $F_{\mu}$  (Kgf) yang diberikan. Pengukuran ini dilakukan dalam delapan kali analisa. Sehingga hasil yang didapat dari pengukuran tersebut dibuat suatu grafik hubungan antara beban injakan sampai gaya gesek yang terjadi yang ditunjukkan pada gambar 11. Dari grafik tersebut dapat dilihat adanya suatu peningkatan nilai gaya gesek seiring dengan bertambahnya beban injakan.

#### 4. KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah buat untuk penelitian ini dapat disimpulkan :

1. Semakin besar gaya pijak pedal menghasilkan pengereman gaya keluar pedal, tekanan hidrolik, sampai pada gaya gesek yang semakin besar.
2. Dimensi dan jarak pedal rem ke *fulcrum*/tumpuan serta jarak dari pushrod ke *fulcrum*/tumpuan pada sistem pengereman di atas berpengaruh dalam menghasilkan gaya tekan pad rem dan gaya gesek.
3. Dimensisilinder yang ada pada master silinder dan silinder pada roda juga berpengaruh pada gaya tekan pad rem dan gaya gesek.

#### DAFTAR PUSTAKA

Astra Daihatsu, (2012)., *Manual Book Daihatsu Xenia Tipe R, 2012.*, PT. Astra Daihatsu Motor, Jakarta

Sularso dan Suga,K. (2001)., *“Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin”*, Pradnya Paramita, Jakarta.

Astra Toyota., (1995)., *“New Step 1 Training Manual”*. : PT. Toyota Astra Motor, Jakarta.

Astra Toyota.,(1995)., *“New Step 2 Chasis group”*. : PT. Toyota Astra Motor, Jakarta 1995.

[www.tmwauto.com/DriverCentral/Brakes101](http://www.tmwauto.com/DriverCentral/Brakes101)

[www.kitapunya.net/2014/04/tipe-tipe-caliper-rem-cakram.html](http://www.kitapunya.net/2014/04/tipe-tipe-caliper-rem-cakram.html)