

## ANALISIS SISTEM Pengereman PADA MOBIL MITSUBISHI L300 JENIS PICK-UP

**Mustofa & Awal Syahrani Sirajuddin**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako

Jl. Sukarno-Hatta Km.9 Tondo, Palu 94117

Email: [mustofa1970@yahoo.com](mailto:mustofa1970@yahoo.com) & [awsyahrani@yahoo.com](mailto:awsyahrani@yahoo.com)

### **Abstract**

*This research aims to analyze the parameters affecting the approach of analyzing both drum and disc brakes on Mitsubishi L300 vehicle of pick-up type. Supporting data was procured by measuring intensively the car brakes component in the Automotive engineering laboratory of Tadulako University and in the Duty Communication of District in Palu. Result of calculation indicates that rotation drum brake both CW and CCW affects the braking force (F). They are 643 and 2.828 kg, respectively. Associating with disc brakes, the tread of pedal brake influences oil pressure on brakes leading to force brakes on the axle. Permitting pedal force is about 19 kg. To pursue brakes analysis on the vehicle, simulation should be taken.*

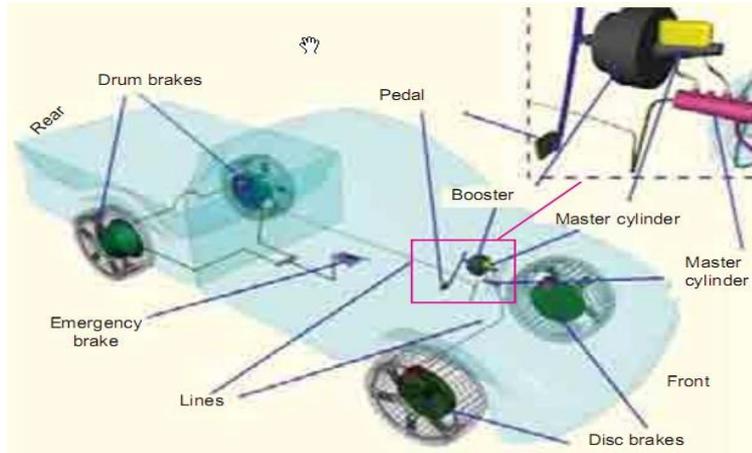
**Key words:** Vehicle brakes, self-locking, CW & CCW

### **Pendahuluan**

Kemampuan sistem pengereman suatu kendaraan menjadi vital untuk keselamatan berkendara. Semakin tinggi kemampuan laju alat transportasi darat tersebut semakin dituntut kerja rem yang optimal untuk memperlambat atau bahkan menghentikan perputaran rodanya. Kerja ini harus dipastikan bekerja dengan baik pada semua kondisi jalan dan pada fleksibilitas beban kendaraan yang berbeda-beda.

Disamping menggunakan perangkat pengereman baik jenis rem cakram maupun tromol, kendaraan dapat dikurangi kecepatannya dengan sistem pengereman mesin (*engine brake system*) seperti yang dijelaskan oleh Ressay (1992). Sependapat dengan itu, Siahaan dan Hen (2008) mengatakan bahwa *engine brake* bekerja dengan menurunkan gigi persenelling (*over gear*) ke posisi yang lebih rendah. Meskipun rem dengan mesin tidak sekuat dengan kerja perangkat rem tersebut, rem mesin cukup membantu perangkat rem itu.

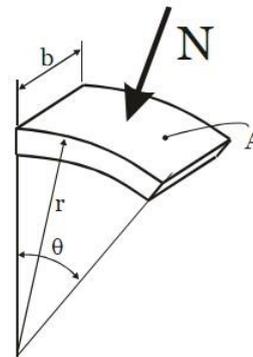
Pada umumnya mobil menggunakan jenis kaliper rem cakram atau cakram (*caliper disk brakes*) untuk roda-roda depan dan rem drum (*drum brakes*) pada roda-roda bagian belakang yang keduanya dioperasikan secara hidrolik. Ada beberapa jenis kendaraan roda empat yang menggunakan jenis rem tersebut. Salah satunya adalah yang terdapat pada mobil Mitsubishi L300 Pick-up. Pada artikel, Mustofa (2010) melaporkan hasil perhitungan hubungan antara gaya pedal rem dengan tekanan minyak rem yang mempengaruhi efektivitas rem mobil Suzuki Katana. Terlihat bahwa tekanan minyak rem dipengaruhi oleh variabel dan/atau variasi gaya pengereman. Untuk melihat lebih jauh faktor-faktor yang mendorong efektivitas pengereman baik pada rem cakram maupun jenis tromol, maka dilakukan penelitian lanjutan pada kendaraan Mitsubishi L300 type pick-up yang menggunakan rem jenis cakram pada roda depan dan rem tromol (drum) pada roda belakang seperti nampak pada gambar 1.



**Gambar 1.** Komponen sistem rem kendaraan pick-up  
 Sumber: Khurmi & Gupta (2005)

**A. Rem Tromol**

Untuk memulai menganalisis sistem rem jenis tromol dapat di lihat pada Gambar 2, pada putaran rem searah jarum jam (CW) gaya normal (dN) yang bekerja pada permukaan gesek dan tegak lurus dengan dF. Lebih detail gaya-gaya tersebut terlihat pada gambar 2b.



**Gambar 2b.** Gaya normal

$$N = p \times A; N = p \times (b \times r \theta)$$

$$N = pbr.d\theta \text{ dengan,}$$

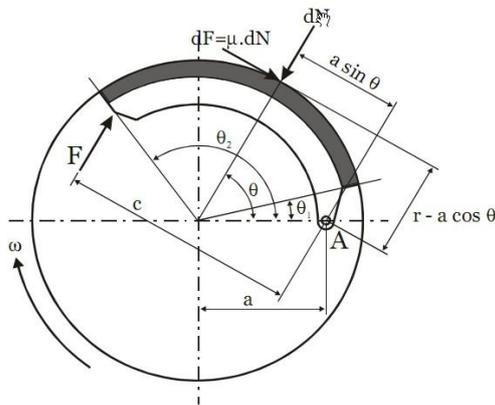
p = adalah tekanan pada kanvas rem pada setiap titik permukaan gesek, diambil yang maksimum, yaitu:

$$p = p_{maks} \frac{\sin \theta}{\sin \theta_{maks}}, \theta_{maks} = 90^\circ$$

Gaya gesek yang bekerja pada permukaan gesek adalah  $f = \mu N$  sehingga  $df = \mu.dN$ . Dari Gambar 2a juga diperoleh nilai momen,  $M_N$  akibat gaya normal, dN adalah:

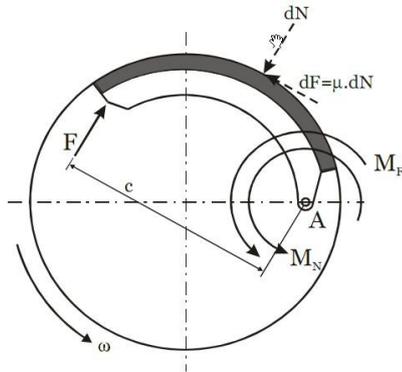
$$M_N = dN(a \sin \theta)$$

$$M_N = \frac{p_{maks} \cdot b \cdot r \cdot a}{(\sin \theta_{maks})} \left[ \frac{\theta}{2} - \frac{1}{4} \sin 2\theta \right]_{-\theta_1}^{\theta_2}$$



**Gambar 2a.** Skematik putaran rem drum CW

Satuan  $\theta$  dalam  $\frac{\theta}{2}$  adalah *radian*, sementara pada  $\sin 2\theta$  dalam besaran *derajat*.



**Gambar 3.** Skematik putaran rem drum CCW

Momen akibat gaya gesek pada bidang A pada Gambar 2b dirumuskan dengan;

$$M_F = \frac{\mu \cdot p_{maks} \cdot b \cdot r}{\sin \theta_{maks}} \left\{ \left[ -r \cos \theta \right]_{\theta_1}^{\theta_2} - a \left[ \frac{1}{2} \sin^2 \theta \right]_{\theta_1}^{\theta_2} \right\}$$

Sehingga untuk putaran tromol searah jarum jam (CW) dan berlawanan arah jarum jam (CCW) diperoleh besarnya gaya pengereman

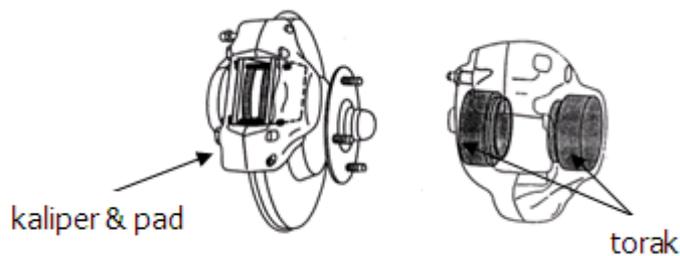
(F) masing-masing, sebagai gabungan persamaan (1) dan (2) adalah;

$$F = \frac{M_N - M_F}{c} \quad \text{dan} \quad F = \frac{M_N + M_F}{c}$$

dengan c adalah panjang lengan dari titik A dengan gaya F pada Gambar 2a. Jika nilai  $M_F > M_N$ , maka rem bisa terkunci sendiri (*self-locking*) sebagai akibat dari variabel a yang semakin kecil dan koefisien gesek material gesek yang bertambah besar. Untuk menghindarinya, selama perawatan perhatian harus diberikan kepada dimensi a dan pemilihan material gesek. Kasus ini terjadi pada putaran tromol CW. Pada kasus CCW di Gambar 3, *self-locking* tidak akan terjadi sebagai akibat tertariknya lengan a menjauh dari gaya F, sehingga dalam setiap perencanaan putaran ini lebih aman dan lebih disukai.

## B. Rem Cakram

Rem cakram bekerja dengan adanya gesekan antara piringan (cakram) dengan balok rem (pad) yang melekat pada kaliper seperti pada gambar 4.



**Gambar 4.** Rem cakram dan komponennya  
Sumber: Anonim (2011)

Ketika pedal rem diinjak pada gambar 1, tekanan cairan rem mendorong torak ke balok rem dan menjepit cakram. Ketika pedal rem dilepas, dua torak pada gambar 4 dikembalikan pada posisi semula oleh

sil secara otomatis. Torak terdapat pada dua sisi kaliper. Pada Gambar 1 juga menggambarkan bahwa torak akan digerakkan oleh tekanan minyak yang didistribusikan dari master rem/silinder, karena tekanan itu torak

akan menggerakkan brake pad untuk menjepit piringan cakram akibatnya efek pengereman terjadi (roda ban berhenti berputar atau terjadi perlambatan).

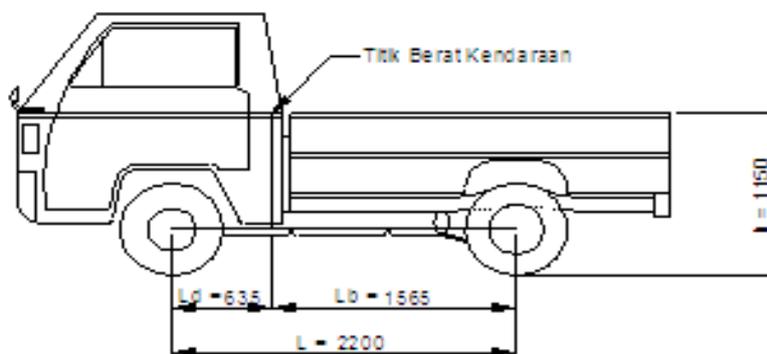
1. Tekanan minyak rem  $p_w$  (kg/cm<sup>2</sup>)

Tekanan minyak rem cakram dapat diperbesar atau diperkecil dengan gaya injakan pedal rem yang menggerakkan piston silinder dalam master rem. Sularso dan Suga (1997) menyatakan hubungan antara gaya injakan pedal

rem (Q) dengan tekanan minyak rem dirumuskan sebagai berikut:

$$p_w = 2,37Q - 4,49 \text{ jika gaya injakan pedal rem } Q \leq 21,3 \text{ (kg)}$$

Nilai Q pada batas aman adalah antara 15 sampai 30 (kg), pada analisis ini dipilih 15 kg. Selanjutnya perhitungan beban dinamis pada roda-roda depan kendaraan Mitsubishi L300 pada rumus-rumus di bawah ini dengan melihat parameter-parameter pada gambar 5.



**Gambar 5.** Dimensi Mitsubishi L300 type pick-up

a. Beban dinamis roda  $W_d$ (kg)

$$W_d = W_D + W.e.(h/L)$$

dengan:

- $W_D$  : beban roda depan (kg)
- $W$  : beban total kendaraan (kg)
- $h$  : jarak tinggi titik berat mobil dari permukaan jalan (mm)
- $e$  : konstanta perlambatan (0,5 – 0.8) sebagai faktor keamanan jika terjadi pengereman mendadak yang mengakibatkan beban roda belakang terdorong ke depan.
- $L$  : jarak gandar antara roda depan dan belakang (mm)

Nilai-nilai ( $W_D$ ),  $W_B$  dan  $W$  diperoleh dengan menggunakan alat pengukur

beban di Dinas Perhubungan Palu Timur, nilai  $h$  dihitung berdasarkan titik berat kendaraan datum 2D sumbu-x dan sumbu-y, sementara nilai  $L_d$ ,  $L_b$  dan  $L$  diukur sebagai jarak antara dua titik sumbu roda belakang dengan roda depan.

b. Gaya rem yang diperlukan roda pada diameter luar ban  $B_{ID}$  (kg)

$$B_{ID} = e.W_d$$

c. Luas penampang silinder hidrolis rem  $A_w$  (cm<sup>2</sup>)

$$A_w = \left(\frac{\pi}{4}\right).d_w^2 / 100$$

dengan:

$d_w$  : diameter piston silinder (mm)

$$B_d = 2 \cdot (FER) \cdot p_w \cdot A_w \left( \frac{r_B}{R} \right)$$

d. Faktor efektivitas rem roda (FER)

$$(FER) = 2 \cdot \mu$$

dengan:

$\mu$  : koefisien gesek lapisan kanvas rem dengan asbes dipilih = 0.38

Satu gandar pada kendaraan mempunyai 2 roda dengan jari-jari  $R$ , gaya rem pada diameter luar roda adalah:

e. Gaya rem yang diperlukan pada gandar  $B_d$  (kg)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

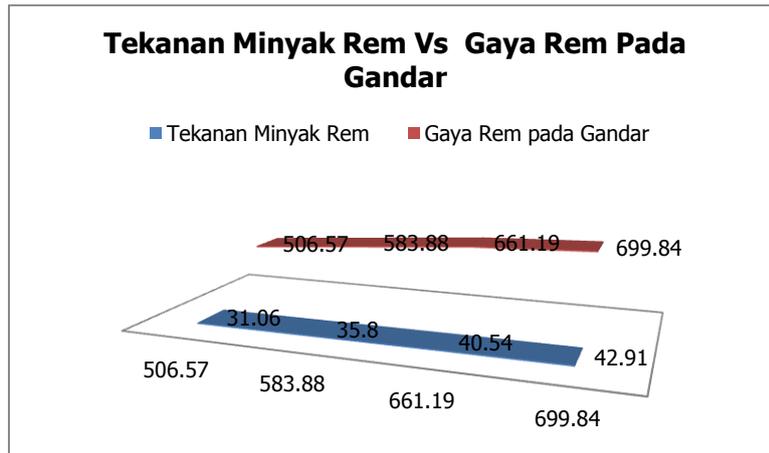
### 1. Jenis Tromol

Dari hasil pengukuran atas variabel dan koefisien yang diperlukan pada perhitungan besarnya momen normal, momen gesek dan gaya pengereman ( $M_N$ ,  $M_F$  dan  $F$ ) diperoleh nilai  $M_N = 2.685.150$  Nmm;  $M_F = 1.690.711,2$  Nmm pada nilai  $c = 157.5$  mm, maka untuk kasus CW nilai gaya pengereman ( $F$ ) sebesar 643 kg dan  $F = 2.828$  kg pada CCW. Terlihat bahwa arah perputaran tromol searah jarum jam lebih baik dibandingkan dengan yang berlawanan.

### 2. Jenis Cakram

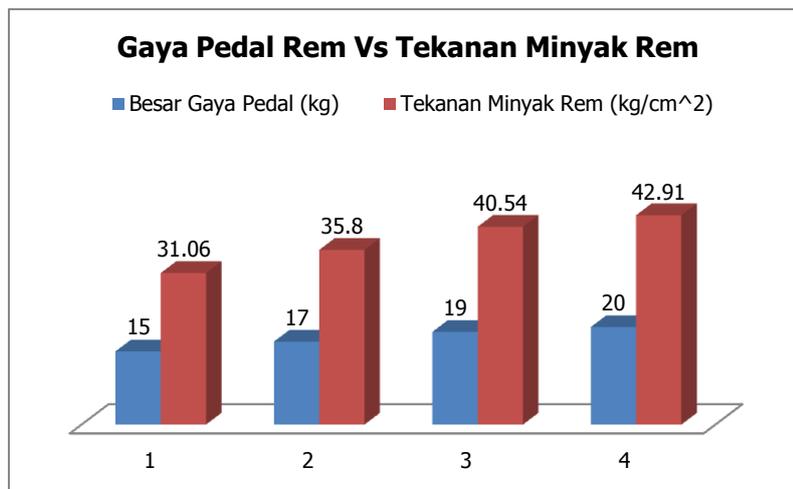
**Tabel 1.** Hasil Pengukuran Dan Perhitungan Rem Cakram Pada Mitsubishi L300

Q (kg)	$p_w$ (kg/cm <sup>2</sup> )	W (kg)	$W_c$ (kg)	$W_s$ (kg)	L (mm)	h (mm)	R (mm)	r (mm)	e	$d_w$ (mm)	Wd (kg)	BID (kg)	$\mu$	(FER)	BdD (kg)	Aw (mm <sup>2</sup> )
15	31.06														506.6	
17	35.8														583.9	
19	40.54	1280	760	520	2200	1150	320	150	0.6	5.4	1161	456	0.38	0.76	661.2	22.9
20	42.91														699.8	



**Gambar 6.** Grafik tekanan minyak rem Vs gaya rem pada gandar

Gambar 6 menunjukkan grafik terhadap besarnya tekanan minyak rem, hubungan gaya injakan pedal rem yang mana hubungannya adalah linier.



**Gambar 7.** Grafik pengaruh gaya injakan pedal rem terhadap tekanan minyak rem

Pada gambar 7 juga memperlihatkan hubungan antara tekanan minyak rem dan gaya rem yang diperlukan pada gandar yang diteruskan ke roda-roda depan kendaraan tersebut.

Pada gambar yang sama terbaca juga bahwa pada tekanan minyak rem

antara 31 sampai 40.54 (kg/cm<sup>2</sup>) terjadi kenaikan yang berbanding lurus dengan gaya rem pada gandarnya. Tapi angka ini sedikit mulai berubah ketika tekanan bertambah ke sekitar 42 (kg/cm<sup>2</sup>) pada gaya injakan pedal rem sebesar 20 kg. Gejala ini kemungkinan disebabkan angka batas tekanan pedal rem

terhadap rem cakram mendekati angka maksimum (21.3 kg) yang direkomendasikan Sularso dan Suga (1997), sehingga kurang aman dan tidak mulus perubahan tekanan minyak remnya dibandingkan pada angka 15-19 kg pada tabel 1 di atas.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini setelah melihat perbedaan sistem kerja rem tromol dan cakram pada kendaraan Mitsubishi L300 type pick-up, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Gaya pengereman yang berlawanan arah jarum jam (CCW) lebih besar daripada yang searah (CW) pada jenis rem tromol.
2. Nilai  $M_F$  tidak boleh lebih kecil dari  $M_N$  pada tromol untuk menghindari terkunci sendiri remnya (*self-locking*).
3. Analisis sistem rem tromol dan cakram memiliki tinjauan pendekatan yang berbeda.
4. Perhitungan parameter-parameter yang berpengaruh terhadap rem cakram lebih kompleks dibandingkan dengan jenis tromol sebagai akibat kuantitas nilai koefisien pada cakram.
5. Batas maksimum gaya injakan pedal rem di bawah 21.3 kg pada rem cakram.

## SARAN

Untuk mendapatkan hasil perbedaan sistem pengereman antara tromol dan cakram, sebaiknya dilakukan simulasi dengan variasi kecepatan kendaraan. Disamping itu, kondisi mobil dalam keadaan normal dan berfungsi baik komponen-komponennya. Perlu dukungan dana untuk melakukan simulasi unjuk kerja sistem pengereman tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2011, Rem cakram, [Online], diakses 2 Mei 2011, <http://xlusi.com/rem-cakram.html>
- Khurmi, RS & Gupta, JK, 2005, *A Text Book of Machine Design* (S1 Units), Eurasia Publishing House (PVT), New Delhi, India.
- Mustofa, Naharuddin & Basri, 2010, Studi Kaitan Parameter Pengereman dengan Beban Dinamis pada Kendaraan (studi kasus), *Jurnal Mekanikal*, Vol. 1 No. 1 hal 1-9, UNTAD, Palu.
- Ressang, A, 1992, *Catatan Kuliah Motor Bakar*, FTM, UNHAS, Makassar.
- Siahaan, IH., & Sen, HY., 2008, *Kinerja Rem Tromol Terhadap Kinerja Rem Cakram Kendaraan Roda Dua Pada Pengujian Stationer*, TEKNOSIM, Yogyakarta.
- Sularso & Suga, K, 1997, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.

