

SKRIPSI

**ANALISIS GAYA Pengereman PADA MOBIL PICK UP
DENGAN VARIASI KECEPATAN DAN BEBAN KENDARAAN**

Oleh :

MUHAMMAD YUSRIL IHZA

D211 16 517



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

GOWA

2021

SKRIPSI

**ANALISIS GAYA Pengereman pada Mobil Pick Up dengan
Variasi Kecepatan dan Beban Kendaraan**

Oleh :

MUHAMMAD YUSRIL IHZA

D211 16 517

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada
Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
HASANUDDIN**

GOWA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan Mengikuti Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin pada Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

JUDUL :

ANALISIS GAYA Pengereman pada Mobil Pick Up dengan Variasi Kecepatan dan Beban Kendaraan

MUHAMMAD YUSRIL IHZA

D211 16 517

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Hari / tanggal : Rabu, 08 Desember 2021

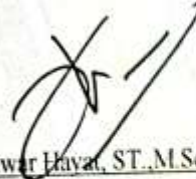
Dosen Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Ilyas Renreng, M.T

NIP. 19570914 198703 1 001

Dosen Pembimbing II



Azwar Hidayat, ST., M.Sc., Ph.D

NIP. 19840126 201212 1 002

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Ir. Jalaluddin, ST., MT.

NIP. 19720825 200003 1 001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda - tangan dibawah ini:

NAMA : MUHAMMAD YUSRIL IHZA
NIM : D211 16 517
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS GAYA Pengereman pada Mobil
Pick Up dengan variasi kecepatan dan
Beban kendaraan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Hasanuddin atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Makassar, 08 / 12 / 2021

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Yusril Ihza

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis hantarkan kehadirat Allah SWT, atas kehendak-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “**ANALISIS GAYA Pengereman pada Mobil Pick Up dengan variasi Kecepatan dan beban KENDARAAN**” yang terselesaikan dengan baik dan lancar, yang mana merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) bagi mahasiswa program S-1 di Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Dan tak lupa pula penulis haturkan Shalawat serta salam atas junjungan Nabi Muhammad SAW, panutan kita semua dalam menjalani kehidupan di dunia ini.

Penghargaan dan terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Ilyas Renreng, M.T selaku pembimbing pertama dan Bapak Azwar Hayat, ST.,M.Sc.,Ph.D selaku pembimbing kedua atas segala arahan, masukan, dan bimbingan yang luar biasa selama penyusunan tugas akhir.

Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya yang tercinta Ayahanda M. Djumaing Muding dan Ibunda Almarhumah Rahmawati Ibrahim juga kepada Kakak saya yang selalu memberikan do'a yang tak henti-hentinya kepada penulis, nasehat, semangat, hingga motivasi selama penulis menyelesaikan skripsi ini hingga akhir. Kepada Ibunda Almarhumah, doa senantiasa terucap dibibir ananda, semoga kebaikan dan amalan Ibunda diterima, serta diampuni segala dosa-dosa Ibunda oleh Allah SWT.
2. Yth. Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M.A. selaku Rektor Universitas Hasanuddin
3. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Yth. Bapak Dr. Ir. Eng. Jalaluddin, ST.,MT. selaku Ketua Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

5. Yth Bapak Prof. Dr. Ir. Onny Sutresman.,MT dan Bapak Dr. Muhammad Syahid, ST.,MT selaku penguji atas segala masukan dan arahan selama penyusunan tugas akhir ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis selama mengenyam pendidikan di kampus.
7. Seluruh Staf Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu segala urusan administrasi.
8. Saudara-saudara seperjuangan mahasiswa Departemen Teknik Mesin angkatan 2016 (COMPRESSOR) yang telah memberi bantuan, dukungan, kerjasama yang sudah dijalani selama ini dan kiranya kesuksesan selalu menyertai teman-teman sekalian.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dalam penulisan skripsi ini tentunya penulis menyadari bahwa masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kesalahan dalam penulisan skripsi ini, penulis memohon saran dan kritikan yang sifatnya membangun demi menyempurnakan skripsi ini.

Makassar, 08 Desember 2021



Penulis

ABSTRAK

Muhammad Yusril Ihza. *Analisis Gaya Pengereman Pada Mobil Pick Up Dengan Variasi Kecepatan Dan Beban Kendaraan* (dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Ilyas Renreng, M.T dan Azwar Hayat, ST.,M.Sc.,Ph.D).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa jarak, waktu, perlambatan, dan gaya pengereman yang dibutuhkan untuk mobil pick up yang bergerak sampai berhenti pada mobil pick up daihatsu gran max tipe 1.5 3W FH dengan variasi kecepatan kendaraan 30, 50, 70 km/jam dan variasi beban kendaraan 0, 350, 700 kg dimana berat kosong kendaraan yaitu 2100 kg sehingga beban kendaraan menjadi 2100, 2450, dan 2800 kg yang diberikan pada bak mobil pick up.

Pada penelitian ini yang didapatkan adalah analisa untuk jarak dan waktu pengereman yang dibutuhkan untuk mobil pick up yang bergerak sampai berhenti dengan variasi kecepatan dan beban kendaraan. Pada kecepatan kendaraan 30 km/jam dan beban kendaraan 2100 kg memperoleh nilai jarak dan waktu terendah yaitu 7,21 meter dengan waktu 2,40 detik, sedangkan untuk nilai jarak dan waktu tertinggi yaitu pada kecepatan kendaraan 70 km/jam dan beban kendaraan 2800 kg dengan jarak 91,72 meter dengan waktu 18,93 detik. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan dan semakin berat mobil pick up maka jarak berhenti pada mobil pick up akan semakin jauh dan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk berhenti total. Demikian pula hasil dari analisa didapatkan untuk perlambatan dan gaya pengereman yang dibutuhkan untuk mobil pick up yang bergerak sampai berhenti dengan variasi kecepatan dan beban kendaraan. Untuk perlambatan pengereman, pada kecepatan kendaraan 70 km/jam dan beban kendaraan 2100 kg memperoleh nilai perlambatan terendah yaitu 1,07 m/detik², sedangkan untuk nilai perlambatan tertinggi yaitu pada kecepatan kendaraan 30 km/jam dan beban kendaraan 2800 kg dengan nilai perlambatan 6,73 m/detik². Untuk gaya pengereman, pada kecepatan kendaraan 70 km/jam dan beban kendaraan 2100 kg memperoleh nilai gaya pengereman terendah yaitu 3016,71 N, sedangkan untuk nilai gaya pengereman tertinggi yaitu pada kecepatan kendaraan 30 km/jam dan beban kendaraan 2800 kg dengan nilai gaya pengereman 14150,92 N. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan mobil pick up maka nilai perlambatan pengereman dan nilai gaya pengereman atau penekanan pada pedal rem mobil pick up akan semakin kecil. Dan semakin berat mobil pick up maka nilai perlambatan pengereman dan nilai gaya pengereman atau penekanan pada pedal rem mobil pick up akan semakin besar untuk melakukan pengereman pada mobil pick up sampai berhenti total.

Kata kunci : jarak pengereman, waktu pengereman, perlambatan pengereman, gaya pengereman

ABSTRACT

Muhammad Yusril Ihza. Analysis of Braking Force On Pick Up Cars With Variations in Speed and Vehicle Load (supervised by Prof. Dr. Ir. Ilyas Renreng, M.T and Azwar Hayat, ST., M.Sc., Ph.D).

This study aims to analyze the distance, time, deceleration, and braking force needed for a pickup car that moves until it stops on a Daihatsu gran max type 1.5 3W FH pickup with vehicle speed variations of 30, 50, 70 km/hour and load variations. vehicle 0, 350, 700 kg where the empty weight of the vehicle is 2100 kg so that the vehicle load becomes 2100, 2450, and 2800 kg which is given to the pickup truck.

In this study, what was obtained was an analysis of the distance and braking time required for a pick-up car that moves until it stops with variations in speed and vehicle load. At a vehicle speed of 30 km/hour and a vehicle load of 2100 kg, the lowest distance and time values are 7.21 meters with a time of 2.40 seconds, while the highest distance and time values are at a vehicle speed of 70 km/hour and a vehicle load of 2800 kg. with a distance of 91.72 meters with a time of 18.93 seconds. It can be concluded that the higher the speed and the heavier the pick-up car, the longer the stopping distance for the pick-up car will take and it will take longer to stop completely. Likewise, the results of the analysis are obtained for the deceleration and braking force required for a pick-up car that moves until it stops with variations in speed and vehicle load. For braking deceleration, at a vehicle speed of 70 km/h and a vehicle load of 2100 kg, the lowest deceleration value is 1.07 m/s², while the highest deceleration value is at a vehicle speed of 30 km/h and a vehicle load of 2800 kg with a deceleration value of 6,73 m/sec². For the braking force, at a vehicle speed of 70 km/hour and a vehicle load of 2100 kg, the lowest braking force value is 3016.71 N, while the highest braking force value is at a vehicle speed of 30 km/hour and a vehicle load of 2800 kg with a braking force value. 14150.92 N. It can be concluded that the higher the speed of the pick-up car, the lower the value of braking deceleration and the value of the braking force or emphasis on the pick-up brake pedal. And the heavier the pick up car, the greater the value of braking deceleration and the value of the braking force or emphasis on the pick up car's brake pedal to brake the pick up car until it stops completely.

Keywords: braking distance, braking time, braking deceleration, braking force

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
NOMENKLATUR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH.....	5
2.2 Rem.....	9
2.2.1 Pengertian Umum Rem	9
2.2.2 Fungsi dan Syarat Rem.....	9
2.2.3 Prinsip Kerja Rem	10
2.2.4 Jenis-Jenis Rem.....	11
2.3 Sistem Rem Hidrolik	11
2.3.1 Pengertian Sistem Rem Hidrolik	11
2.3.2 Prinsip Kerja Sistem Rem Hidrolik	12
2.3.3 Komponen Sistem Rem Hidrolik Mobil	13

2.3.4 Jenis-Jenis Sistem Rem Hidrolik Mobil.....	18
2.4 Masalah Yang Sering Timbul Pada Sistem Rem Hidrolik Mobil.....	32
2.5 Standar Keamanan Jarak Dan Waktu Pengereman	33
2.6 Gaya Pengereman.....	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1 Waktu dan Tempat	38
3.2 Alat dan Bahan.....	38
3.2.1 Alat.....	38
3.2.2 Bahan.....	41
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	43
3.4 Metode Penelitian.....	44
3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan.....	44
3.4.2 Tahap Persiapan Sebelum Pengujian	44
3.4.3 Tahap Pengujian.....	46
3.4.4 Pengambilan Data	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	50
4.1 Jarak Pengereman.....	50
4.1.1 Hasil Pengambilan Data Untuk Jarak Pengereman.....	50
4.1.2 Perbandingan Hasil Eksperimental Jarak Pengereman Dengan Standar Perhitungan Menurut Sularso Dan Kiyokatsu Suga.	53
4.2 Waktu Pengereman.....	55
4.2.1 Hasil Pengambilan Data Untuk Jarak Pengereman.....	55
4.2.2 Perbandingan Hasil Eksperimental Jarak Pengereman Dengan Standar Perhitungan Menurut Sularso Dan Kiyokatsu Suga.	58
4.3 Perlambatan Pengereman.....	60
4.4 Gaya Pengereman.....	64
BAB V PENUTUP	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH	5
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Rem	10
Gambar 2. 3 Prinsip Kerja Sistem Rem Hidrolik.....	12
Gambar 2. 4 Komponen Rem Mobil	13
Gambar 2. 5 Booster Rem	14
Gambar 2. 6 Master Silinder	15
Gambar 2. 7 Proportioning Valve (Katup P)	16
Gambar 2. 8 Flexible Hose	16
Gambar 2. 9 Rem Tangan	17
Gambar 2. 10 Jenis-Jenis Piringan Cakram	19
Gambar 2. 11 Disc Pad	20
Gambar 2. 12 Jenis-Jenis Kaliper.....	21
Gambar 2. 13 Konstruksi Dan Operasi Rem Cakram	22
Gambar 2. 14 Penyetelan Rem.....	23
Gambar 2. 15 Tipe Rem Leading Trailing.....	24
Gambar 2. 16 Tipe Rem Two Leading	25
Gambar 2. 17 Tipe Rem Dual Two Leading	26
Gambar 2. 18 Tipe Rem Uni Servo.....	26
Gambar 2. 19 Tipe Rem Duo-Servo.....	27
Gambar 2. 20 Komponen Rem Tromol.....	28
Gambar 2. 21 Wheel Cylinder	28
Gambar 2. 22 Backing Plate	29
Gambar 2. 23 Penyetel Sepatu Rem.....	30
Gambar 2. 24 Pegas Pengembali.....	31
Gambar 2. 25 Tromol Rem	31
Gambar 2. 26 Gaya Penekanan Pada Pedal Rem	35
Gambar 3. 1 Meteran Roda Digital	38
Gambar 3. 2 Stopwatch	39
Gambar 3. 3 Timbangan Manual 100 Kg	39
Gambar 3. 4 Karung Beras 50 Kg.....	40
Gambar 3. 5 Sekop Pasir	40
Gambar 3. 6 Pasir	41
Gambar 3. 7 Bahan Bakar Minyak Jenis Pertalite	41
Gambar 3. 8 Pilox Warna Putih	42
Gambar 3. 9 Lintasan Untuk Pengujian Pengereman.....	45
Gambar 3. 10 Contoh Beban Kendaraan 700 Kg Sebanyak 20 Karung Pasir	46
Gambar 3. 11 Skema Pengujian Eksperimental Pengereman Pada Mobil Pick Up Sebelum Melakukan Pengereman.....	46

Gambar 3. 12 Skema Pengujian Eksperimental Pengereman Pada Mobil Pick Up Pada Saat Melakukan Pengereman	47
Gambar 3. 13 Skema Pengujian Eksperimental Pengereman Pada Mobil Pick Up Setelah Melakukan Pengereman.....	48
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Antara Beban Dan Kecepatan Kendaraan Dengan Jarak Pengereman	52
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Jarak Pengereman Pada Beban Kendaraan 0 Kg.....	54
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Antara Beban Dan Kecepatan Kendaraan Dengan Waktu Pengereman	57
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Waktu Pengereman Pada Beban Kendaraan 0 Kg.....	59
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Antara Beban Dan Kecepatan Kendaraan Dengan Perlambatan Pengereman	63
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Antara Beban Dan Kecepatan Kendaraan Dengan Gaya Pengereman	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Rem Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH.....	6
Tabel 2. 2 Spesifikasi Dimensi Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH ...	6
Tabel 2. 3 Spesifikasi Mesin Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH	7
Tabel 2. 4 Spesifikasi Suspensi Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH ..	7
Tabel 2. 5 Spesifikasi Transmisi Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH.	8
Tabel 2. 6 Spesifikasi Ban Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH.....	8
Tabel 2. 7 Standar Perhitungan Jarak Dan Waktu Pengereman Menurut (Sularso Dan Kiyokatsu Suga, 1997).....	34
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Jarak Pengereman Pada Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max Pada Variasi Kecepatan 30 km/jam	50
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Jarak Pengereman Pada Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max Pada Variasi Kecepatan 50 km/jam	51
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Jarak Pengereman Pada Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max Pada Variasi Kecepatan 70 km/jam	51
Tabel 4. 4 Standar Perhitungan Jarak Pengereman Menurut Sularso Dan Kiyokatsu Suga.....	53
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Waktu Pengereman Pada Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max Pada Variasi Kecepatan 30 km/jam	55
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Waktu Pengereman Pada Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max Pada Variasi Kecepatan 50 km/jam	56
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Waktu Pengereman Pada Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max Pada Variasi Kecepatan 70 km/jam	56
Tabel 4. 8 Standar Perhitungan Waktu Pengereman Menurut Sularso Dan Kiyokatsu Suga.....	58
Tabel 4. 9 Data Hasil Perlambatan Pengereman Pada Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max Pada Variasi Kecepatan 30 km/jam	61
Tabel 4. 10 Data Hasil Perlambatan Pengereman Pada Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max Pada Variasi Kecepatan 50 km/jam	61
Tabel 4. 11 Data Hasil Perlambatan Pengereman Pada Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max Pada Variasi Kecepatan 70 km/jam	62
Tabel 4. 12 Data Hasil Gaya Pengereman Pada Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max Pada Variasi Kecepatan 30 km/jam	65
Tabel 4. 13 Data Hasil Gaya Pengereman Pada Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max Pada Variasi Kecepatan 50 km/jam	65
Tabel 4. 14 Data Hasil Gaya Pengereman Pada Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max Pada Variasi Kecepatan 70 km/jam	66

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar A 1. Grafik Hubungan Kecepatan Mobil Dengan Jarak Pengereman Pada Beban Kendaraan 2100, 2450, Dan 2800 Kg	73
Gambar A 2. Grafik Hubungan Kecepatan Mobil Dengan Waktu Pengereman Pada Beban Kendaraan 2100, 2450, Dan 2800 Kg	74
Gambar A 3. Grafik Hubungan Kecepatan Mobil Dengan Perlambatan Pengereman Pada Beban Kendaraan 2100, 2450, Dan 2800 Kg.....	76
Gambar A 4. Grafik Hubungan Kecepatan Mobil Dengan Gaya Pengereman Pada Beban Kendaraan 2100, 2450, Dan 2800 Kg	77
Gambar B 1. Kondisi Kampas Rem Depan Dan Belakang Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH.....	79
Gambar B 2. Proses Pengereman, Tampak Dari Dalam	80
Gambar B 3. Proses Pengereman, Tampak Dari Luar	81
Gambar B 4. Pengambilan Data Untuk Jarak Pengereman	82
Gambar B 5. Pengambilan Data Untuk Waktu Pengereman	83

NOMENKLATUR

Simbol	Keterangan	Satuan
V_k	Kecepatan Kendaraan	km/jam dan m/detik
t	Waktu Pengereman	detik
S_t	Jarak Pengereman	meter
a	Perlambatan Pengereman	meter/detik ²
m	Massa Kendaraan	kg
F	Gaya Pengereman	N
V_t	Kecepatan Akhir Kendaraan	km/jam dan m/detik

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan taraf hidup manusia menuntut adanya peningkatan kuantitas, kualitas dari produk teknologi. Transportasi adalah salah satu bidang yang diusahakan untuk dapat dioperasikan dengan beban biaya operasi yang serendah mungkin dan tidak meninggalkan segi kenyamanan tetapi diusahakan juga meningkatkan kestabilan untuk mengurangi jumlah kecelakaan yang terjadi.

Pada era yang terus berkembang ini, semuanya dituntut dapat dikerjakan dengan cepat. Dalam bidang transportasi diharapkan pula berlaku sesuai dengan perkembangan yang terjadi. Untuk itu kualitas perilaku kendaraan perlu diketahui agar terhindar dari dampak yang tidak diinginkan. Oleh sebab itu sistem pengereman suatu kendaraan juga harus lebih disempurnakan sesuai dengan peningkatan kecepatan alat transportasi. Peningkatan faktor keamanan yang juga menjadi salah satu tujuan utama dari pada pengembangan teknologi saat ini. Banyak kecelakaan terjadi akibat kesalahan atau kekurangsempurnaan dari sistem rem (Rohmad Setiyono, 2015).

Hal lain yang menjadi latar belakang yaitu bahwa pengereman yang baik adalah pengereman yang dapat mencegah terjadinya lock atau terkuncinya roda. Karena pada keadaan up koefisien adhesi antara roda dan jalan akan menurun sehingga jarak pengereman akan menjadi lebih panjang. Belum lagi kalau up terjadi tidak bersamaan antara roda depan dan roda belakang (yang dimaksud roda

pada axle tengah dan belakang). Jika roda depan up lebih dulu maka kendaraan akan kehilangan kontrol dan jika roda belakang yang lock lebih dulu mengakibatkan kendaraan akan kehilangan kestabilan dan keadaan tersebut sangat membahayakan. Terjadinya lock yang tidak bersamaan antara roda depan dan roda belakang diakibatkan oleh tidak sesuainya distribusi tekanan rem yang diberikan dan yang dibutuhkan (Yudi Sanjaya, 2014).

Berdasarkan dari latar belakang inilah yang melandasi dilakukannya penelitian eksperimental yaitu **“Analisis Gaya Pengereman Pada Mobil Pick Up Dengan Variasi Kecepatan Dan Beban Kendaraan”**.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa jarak dan waktu pengereman yang dibutuhkan untuk mobil pick up yang bergerak sampai berhenti dengan variasi kecepatan dan beban kendaraan.
2. Berapa perlambatan dan gaya pengereman yang dibutuhkan untuk mobil pick up yang bergerak sampai berhenti dengan variasi kecepatan dan beban kendaraan.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisa jarak dan waktu pengereman yang dibutuhkan untuk mobil pick up yang bergerak sampai berhenti dengan variasi kecepatan dan beban kendaraan.

2. Menganalisa perlambatan dan gaya pengereman yang dibutuhkan untuk mobil pick up yang bergerak sampai berhenti dengan variasi kecepatan dan beban kendaraan.

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan Tugas Akhir ini lebih terarah, maka penulis memberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan pada sistem rem hidrolis mobil pick up daihatsu gran max 1.5 3W FH
2. Penelitian ini dilakukan dengan variasi kecepatan 30, 50, dan 70 km/jam
3. Penelitian ini dilakukan dengan variasi beban kendaraan yaitu 0, 350, 700 kg dimana berat kosong kendaraan yaitu 2100 kg sehingga beban kendaraan menjadi 2100, 2450, dan 2800 yang diberikan pada bak mobil
4. Penelitian ini dilakukan dengan kondisi ban baru semua dan alat rem baik serta gaya angin diabaikan
5. Parameter output yang dilakukan pengukuran parameter jarak, waktu, perlambatan dan gaya pengereman pada mobil pick up
6. Kondisi permukaan jalan yaitu pada kondisi rata (aspal).

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai Tugas Akhir yang menjadi syarat kelulusan di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

2. Untuk bidang aspek akademik penelitian ini dapat menjadi acuan sistem pengereman dibidang otomotif, juga dapat dikembangkan ke dalam mata kuliah terkhusus konsentrasi maintenance/pemeliharaan.
3. Secara non akademis/praktis penelitian ini menjadi acuan untuk penilaian performa sistem rem mobil khususnya mobil pick up untuk muatan yang besar berdasarkan jarak pengereman yang bisa diukur secara komputasi untuk mobil-mobil saat ini.
4. Manfaat lain dari sisi praktisnya penelitian ini menjadi landasan dan acuan bagaimana performa sistem rem dapat dinilai dari jarak pengereman yang dapat diukur dan dapat menjadi teknologi yang diterapkan pada mobil dengan sistem komputasi seperti saat sekarang ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH

Mobil yang digunakan dalam pengujian tugas akhir ini yaitu mobil jenis minibus di Indonesia, saat peluncuran pertamanya pada tahun 2008. Mobil pick up ini berkapasitas 3 seater dibekali juga dengan transmisi 5-speed manual. Sistem kemudi sudah menggunakan power steering dan memiliki bodi monokok untuk peredaman yang kuat saat mengalami benturan. Mobil ini menggunakan sistem rem hidrolik dan untuk kampas rem depan dan belakang sebelum dilakukan pengujian diganti dengan yang baru (PT. Astra Daihatsu Motor, 2013).



Gambar 2. 1 Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH

Adapun Spesifikasi dari mobil pick up daihatsu gran max (PT. Astra Daihatsu Motor, 2013).

1. Rem

Tabel 2. 1 Spesifikasi Rem Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH

SPESIFIKASI TEKNIS	PICK UP				BLIND VAN		BOX	
	1.3		1.5		1.3	1.5	1.3	1.5
	STD	3W	STD	3W				
Depan/ Belakang/ Rem Parking	Tipe disc (cakram berventilasi) dengan booster/Tipe drums, leading & trailing **/Mekanikal pada roda belakang				Tipe disc (cakram berventilasi) dengan booster/Tipe drums, leading & trailing/Mekanikal pada roda belakang		Tipe disc (cakram berventilasi) dengan booster/Tipe drums, leading & trailing **/Mekanikal pada roda belakang	

2. Dimensi

Tabel 2. 2 Spesifikasi Dimensi Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH

SPESIFIKASI TEKNIS	PICK UP				BLIND VAN		BOX	
	1.3		1.5		1.3	1.5	1.3	1.5
	STD	3W	STD	3W				
DIMENSI								
Panjang x Lebar x Tinggi keseluruhan (mm)	4195 x 1665 x 1850	4195 x 1675 x 1890	4195 x 1665 x 1850	4195 x 1675 x 1890	4045 x 1665 x 1900		4285 x 1670 x 2070	
Jarak sumbu roda (mm)	2650				2650		2650	
Jarak pijak roda depan/belakang (mm)	1460/1440				1460/1440		1460/1440	
Tinggi dari tanah (mm)	175				165		175	
BAK / BOX BAGIAN DALAM								
Panjang (mm)	2350				-		2370	
Lebar (mm)	1585				-		1550	
Tinggi (mm)	300	360	300	360	-		1285	
BERAT								
Berat kosong kendaraan (kg)	1950		2100		2000		1950	2100

3. Mesin

Tabel 2. 3 Spesifikasi Mesin Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH

SPESIFIKASI TEKNIS	PICK UP				BLIND VAN		BOX	
	1.3		1.5		1.3	1.5	1.3	1.5
	STD	3W	STD	3W				
Tipe	K3 - DE, DOHC berpendingin air		3SZ - VE, DOHC VVTi berpendingin air		K3 - DE, DOHC berpendingin air	3SZ - VE, DOHC VVTi berpendingin air	K3 - DE, DOHC berpendingin air	3SZ - VE, DOHC VVTi berpendingin air
Kapasitas silinder (cc)	1298		1495		1298	1495	1298	1495
Jumlah silinder	4 Silinder segaris				4 Silinder segaris		4 Silinder segaris	
Jumlah katup	16				16		16	
Diameter x langkah	72,0 x 79,7		72,0 x 91,8		72,0 x 79,7	72,0 x 91,8	72,0 x 79,7	72,0 x 91,8
Tenaga maksimum (PS/rpm)	88/6000		97/6000		88/6000	97/6000	88/6000	97/6000
Torsi maksimum (Kg.m/rpm)	11,7/4400		13,7/4400		11,7/4400	13,7/4400	11,7/4400	13,7/4400
Sistem bahan bakar	Fuel Injection				Fuel Injection		Fuel Injection	
Jenis bahan bakar	Bensin Tanpa Timbal				Bensin Tanpa Timbal		Bensin Tanpa Timbal	
Kapasitas tangki bahan bakar (Liter)	43				43		43	

4. Suspensi

Tabel 2. 4 Spesifikasi Suspensi Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH

SPESIFIKASI TEKNIS	PICK UP				BLIND VAN		BOX	
	1.3		1.5		1.3	1.5	1.3	1.5
	STD	3W	STD	3W				
Depan	<i>Tipe Mac Pherson strut, dengan per keong</i>				<i>Tipe Mac Pherson strut, dengan per keong</i>		<i>Tipe Mac Pherson strut, dengan per keong</i>	
Belakang	<i>Rigid-axle dengan per daun</i>				<i>5-link, rigid-axle dengan per daun</i>		<i>Rigid-axle dengan per daun</i>	

5. Transmisi

Tabel 2. 5 Spesifikasi Transmisi Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH

SPESIFIKASI TEKNIS	PICK UP				BLIND VAN		BOX	
	1.3		1.5		1.3	1.5	1.3	1.5
	STD	3W	STD	3W				
Tipe	5-speed manual				5-speed manual		5-speed manual	
Rasio gigi	Gigi 1 : 4.059	Gigi 1 : 3.769		Gigi 1 : 4.059	Gigi 1 : 3.769	Gigi 1 : 4.059	Gigi 1 : 3.769	
	Gigi 2 : 2.390	Gigi 2 : 2.045		Gigi 2 : 2.390	Gigi 2 : 2.045	Gigi 2 : 2.390	Gigi 2 : 2.045	
	Gigi 3 : 1.457	Gigi 3 : 1.376		Gigi 3 : 1.457	Gigi 3 : 1.376	Gigi 3 : 1.457	Gigi 3 : 1.376	
	Gigi 4 : 1.000	Gigi 4 : 1.000		Gigi 4 : 1.000	Gigi 4 : 1.000	Gigi 4 : 1.000	Gigi 4 : 1.000	
	Gigi 5 : 0.838	Gigi 5 : 0.838		Gigi 5 : 0.838	Gigi 5 : 0.838	Gigi 5 : 0.838	Gigi 5 : 0.838	
	Gigi Mundur :4.128	Gigi Mundur : 4.128		Gigi Mundur : 4.128	Gigi Mundur : 4.128	Gigi Mundur : 4.128		
Rasio gigi akhir	5.125				5.125	4.875	5.125	

6. Ban

Tabel 2. 6 Spesifikasi Ban Mobil Pick Up Daihatsu Gran Max 1.5 3W FH

SPESIFIKASI TEKNIS	PICK UP				BLIND VAN		BOX	
	1.3		1.5		1.3	1.5	1.3	1.5
	STD	3W	STD	3W				
Ukuran	175 R13 - 8PR				165 R13 - 8PR		175 R13 - 8PR	
* Tersedia pilihan dengan <i>Power Steering</i>								
**Pada tipe 1,5 dilengkapi dengan LSPV (Load Sensing Proporting Valve)								

2.2 Rem

2.2.1 Pengertian Umum Rem

Kendaraan tidak dapat berhenti dengan segera apabila mesin dibebaskan (tidak dihubungkan) dengan pemindah daya, kendaraan cenderung tetap bergerak. Kelemahan ini harus dikurangi dengan maksud untuk menurunkan kecepatan gerak kendaraan hingga berhenti. Mesin mengubah energi panas menjadi energi kinetik (energi gerak) untuk menggerakkan kendaraan. Sebaliknya, rem mengubah energi kinetik kembali menjadi energi panas untuk menghentikan kendaraan. Umumnya, rem bekerja disebabkan oleh adanya sistem gabungan penekan melawan sistem gerak putar. Rem dirancang untuk mengurangi kecepatan (memperlambat) dan menghentikan kendaraan atau untuk memungkinkan parkir pada tempat yang menurun. Peralatan ini sangat penting pada kendaraan dan berfungsi sebagai alat keselamatan dan menjamin untuk pengendalian yang aman (New Step 1 Toyota: 275).

2.2.2 Fungsi dan Syarat Rem

Fungsi rem :

1. Mengontrol laju kendaraan saat di jalan.
2. Menghentikan kendaraan saat berhenti.
3. Sebagai alat pengaman dan keselamatan bagi pengendara.

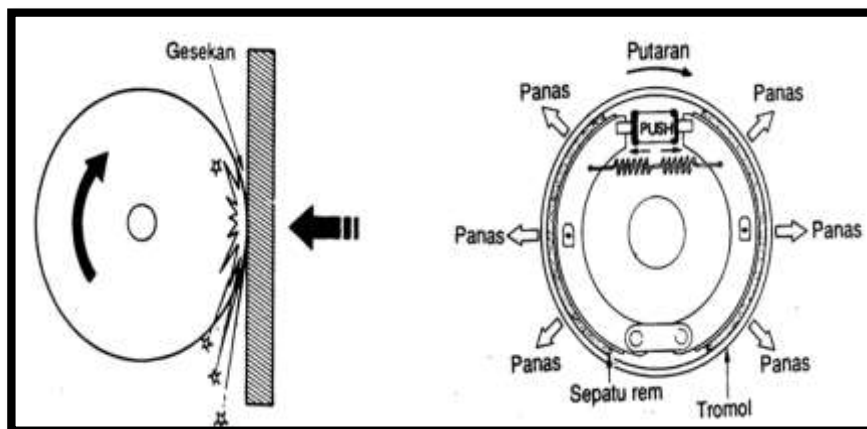
Syarat rem :

1. Mempunyai daya pengereman yang baik.
2. Rem harus mudah diperiksa dan disetel.

3. Rem harus mudah dioperasikan.

2.2.3 Prinsip Kerja Rem

Prinsip kerja rem yaitu pengereman terjadi karena gesekan antara ban dan jalan, gesekan akan bertambah sesuai dengan pembagian beban pada ban. Saat melakukan pengereman roda depan lebih dahulu melakukan pengereman dan disusul roda belakang, ini dikarenakan saat dilakukan pengereman maka titik pusat gravitasi kendaraan akan pindah kedepan disebabkan adanya gaya inersia dan karena adanya beban yang menyatu pada bagian depan. Dan pada pengertian lain rem dapat diartikan tenaga gerak putar roda dirubah oleh proses gesekan menjadi tenaga panas dan tenaga panas itu segera dibuang ke udara luar. Pengereman dilakukan dengan cara menekan sepatu rem yang tidak berputar terhadap tromol (*break drum*) yang berputar Bersama roda sehingga menghasilkan gesekan dan kendaraan melambat untuk berhenti (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1978).



Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Rem

Sumber : Dasar Perencanaan Dan Elemen Mesin (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1978).

2.2.4 Jenis-Jenis Rem

Pada umumnya rem yang digunakan pada kendaraan bermotor dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Penggolongan menurut cara pelayanan
 - a) Rem tangan
 - b) Rem kaki
2. Penggolongan menurut mekanisme
 - a) Rem mekanik
 - b) Rem hidrolik
 - c) Rem mekanik-hidrolik
 - d) Rem angin
3. Penggolongan menurut jenis gesekan
 - a) Rem Blok
 - b) Rem Drum
 - c) Rem Cakram
 - d) Rem Pita

2.3 Sistem Rem Hidrolik

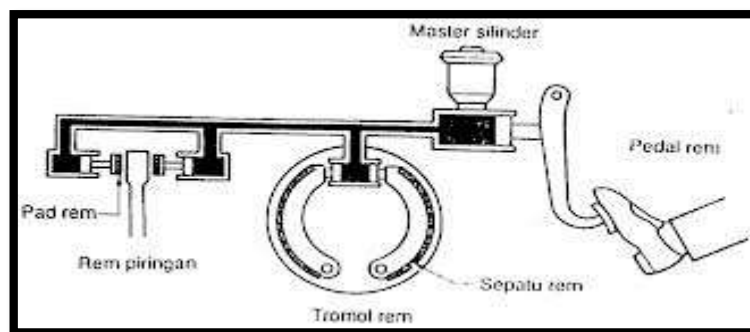
2.3.1 Pengertian Sistem Rem Hidrolik

Sistem rem hidrolik merupakan perubahan tenaga dari pedal rem di ubah ke suatu tekanan cairan di dalam silinder master. Tekanan ini kemudian ditransfer oleh pipa dan saluran ke unit rem pada masing-masing roda. Silinder roda mengubah tekanan ke suatu gaya yang dapat mengerakkan sepatu rem sehingga terjadi kontak atau bersinggungan

dengan silinder rem atau tromol rem. Sistem pengereman yang digunakan pada mobil pick up daihatsu gran max 1.5 3W FH yaitu sistem rem hidrolis.

2.3.2 Prinsip Kerja Sistem Rem Hidrolis

Sesuai namanya rem *hydraulic*/hidrolis merupakan sistem penyalur rem yang menggunakan cairan (*Hydro*). Cairan yang digunakan adalah sejenis fluida yang memiliki ketahanan tinggi. Sistem pengereman hidrolis bekerja berdasarkan hukum pascal yang berbunyi, “tekanan yang diberikan pada zat cair didalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan sama besar dan sama rata”.

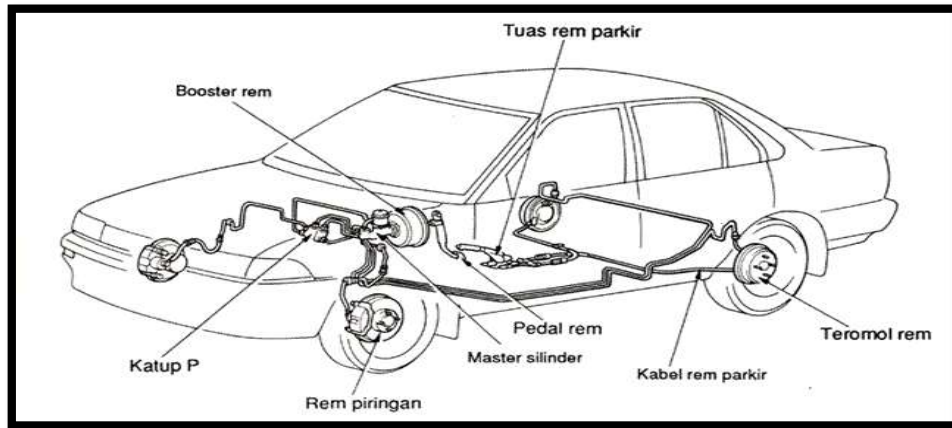


Gambar 2. 3 Prinsip Kerja Sistem Rem Hidrolis

Sumber : Analisis Kontruksi dan Sistem Kerja Master Silinder Serta *Booster* Rem pada Toyota Kijang Kf 50 (Surapto dan Hadi, 2006).

Hal ini menunjukkan ketika pedal rem ditekan, tekanan itu akan diteruskan ke aktuator rem dengan besar sesuai gaya penekanan pengguna terhadap pedal rem yang dapat menghasilkan gaya pengereman pada kendaraan.

2.3.3 Komponen Sistem Rem Hidrolik Mobil



Gambar 2. 4 Komponen Rem Mobil

Sumber : Analisis Kontruksi dan Sistem Kerja Master Silinder Serta *Booster* Rem pada Toyota Kijang Kf 50 (Surapto dan Hadi, 2006).

1. Pedal Rem

Pedal rem adalah komponen pada sistem rem yang dimanfaatkan oleh pengemudi untuk melakukan pengereman. Pedal rem harus mempunyai gerak bebas yang cukup. Tanpa gerak bebas ini, piston master silinder akan terdorong keluar mengakibatkan rem akan bekerja terus. Disamping itu harus ada jarak cadangan pedal rem saat ditekan.

2. *Booster* Rem

Booster rem berfungsi untuk meningkatkan silinder master, sebelum mencapai silinder roda. Peingkatan tekanan dalam sistem rem ditentukan oleh selisih tekanan antara kevakuman mesin dan tekanan atmosfer yang dikontrol oleh klep hidrolik. Tenaga penekanan pada pedal rem dari seorang pengemudi tidak cukup kuat untuk segera menghentikan kendaraan. *Booster* rem melipat gandakan daya pemekanan pedal,

sehingga daya pengereman yang lebih besar diperlukan. *Booster* dapat dipasang menjadi satu dengan master silinder (*type integral*) atau dapat juga dipasang secara terpisah dari master silinder itu sendiri.



Gambar 2. 5 *Booster* Rem

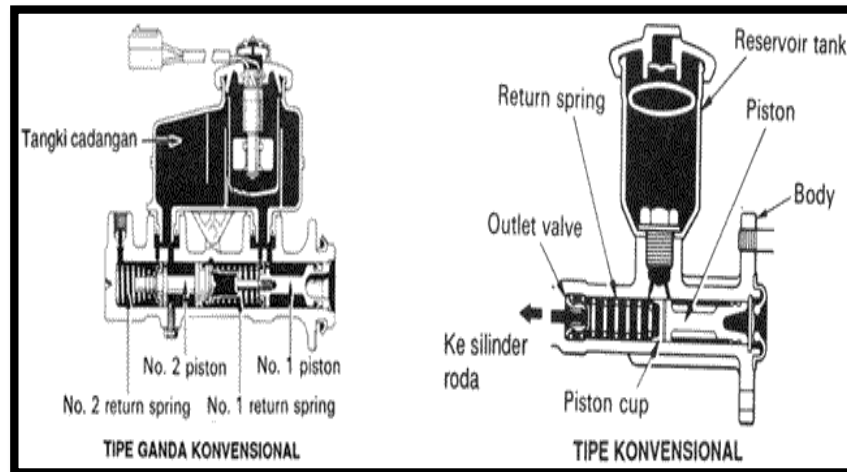
Sumber : Analisis Gaya pada Rem Cakram (*Disk Brake*) Pada Kendaraan Roda Empat
(Yanuar dkk, 2007).

Booster rem mempunyai diafragma yang bekerja dengan adanya perbedaan tekanan antara tekanan atmosfer dan kevakuman yang dihasilkan dari dalam *intake manifold* mesin. Master silinder di hubungkan dengan pedal dan memberan untuk memperoleh daya pengereman yang besar dari langkah pedal yang minimum. Untuk kendaran yang digerakkan oleh mesin diesel, *booster* remnya diganti dengan pompa vacum karena kevacuman yang terjadi pada *intake manifold* pada mesin diesel tidak cukup kuat.

3. Master Silinder

Master silinder berfungsi untuk mengubah gerak rem kedalam tekanan hidrolis. Master silinder terdiri dari *reservoir tank* yang berisi minyak rem,

demikian juga piston dan silinder yang mengakibatkan tekanan hidrolis. Ada dua tipe silinder, tipe tunggal dan tipe ganda (tandem) master silinder tipe ganda sering digunakan dari pada tipe tunggal bila salah satu rusak yang satu tetap berfungsi dengan baik.

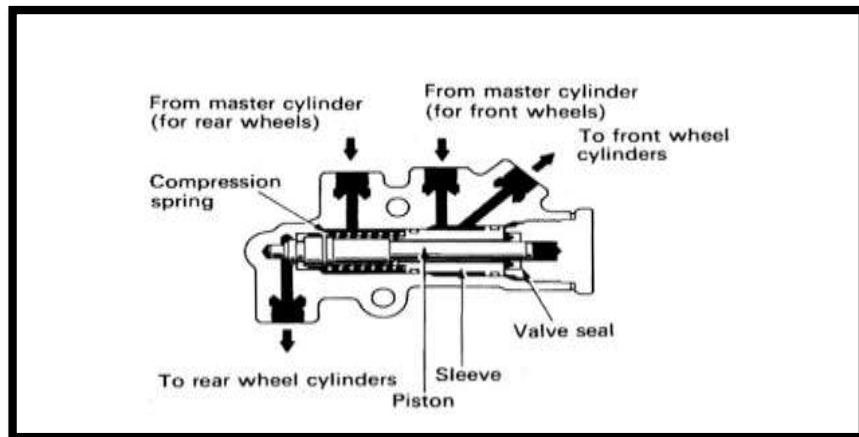


Gambar 2. 6 Master Silinder

Sumber : Analisis Gaya pada Rem Cakram (*Disk Brake*) Pada Kendaraan Roda Empat (Yanuar dkk, 2007).

4. *Proportioning Valve* (Katup p)

Katup *proportioning* (katup p) diletakan antara saluran rem *master cylinder* dan *wheel cylinder* roda belakang. Alat ini berfungsi untuk mendapatkan tenaga pengereman yang sesuai untuk membedakan jarak pengereman roda depan dan belakang, agar roda belakang terhindar dari pengunci lebih awal saat pengereman darurat.

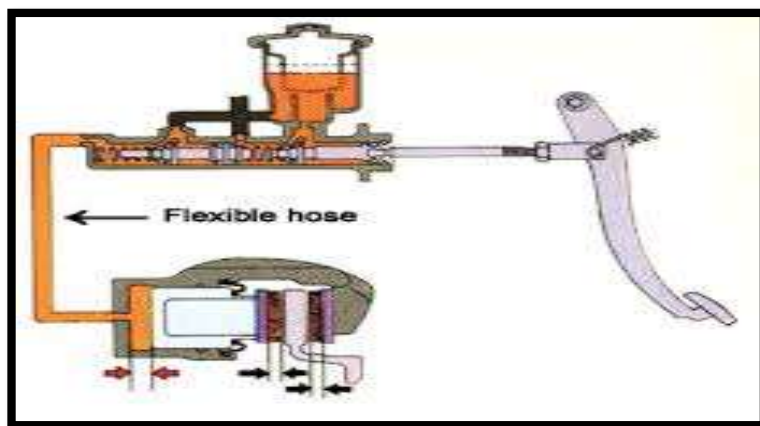


Gambar 2. 7 *Proportioning Valve (Katup P)*

Sumber : Analisis Gaya pada Rem Cakram (*Disk Brake*) Pada Kendaraan Roda Empat (Yanuar dkk, 2007).

5. *Flexible Hose* (Selang Fleksibel)

Flexible hose merupakan sistem rem yang digunakan untuk menyalurkan pipa rem dan rem roda, dan untuk mengimbangi gerak suspensi.

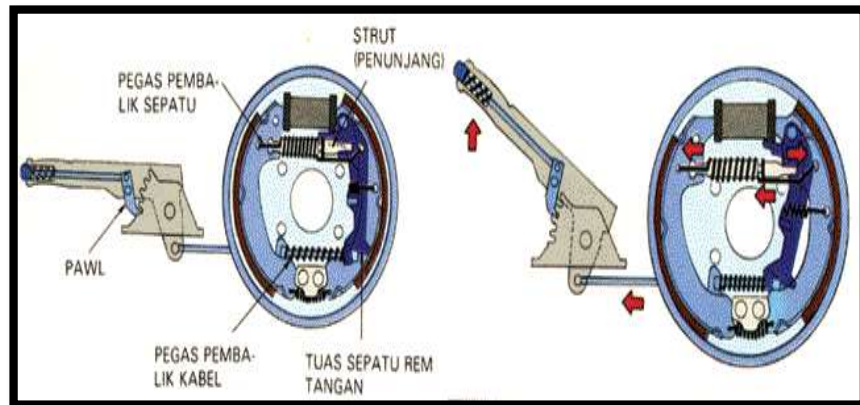


Gambar 2. 8 *Flexible Hose*

Sumber : Analisis Gaya pada Rem Cakram (*Disk Brake*) Pada Kendaraan Roda Empat (Yanuar dkk, 2007).

6. Rem tangan

Tuas rem dan kabel rem berfungsi untuk mengerem roda belakang melalui batang penghubung dan kabel yang digunakan untuk parkir kendaraan pada saat jalan menurun dan mendaki.



Gambar 2. 9 Rem Tangan

Sumber : Analisis Gaya pada Rem Cakram (*Disk Brake*) Pada Kendaraan Roda Empat (Yanuar dkk, 2007).

7. Rem cakram (*Disc Brake*)

Rem cakram dioperasikan secara mekanis dengan memakai kabel baja dan batang atau tangkai secara hidrolik dengan memakai tekanan cairan. Pada rem cakram, putaran roda dikurangi atau dihentikan dengan cara penjepitan cakram (*disc*) oleh dua bilah sepatu rem (*brake pads*).

8. Rem tromol (*Drum Brake*)

Rem tromol bekerja atas gesekan antara sepatu rem dan tromol roda yang ikut berputar dengan putaran roda kendaraan. Agar gesekan dapat

memperlambat kendaraan dengan baik maka, sepatu rem dibuat dengan koefisien yang tinggi.

2.3.4 Jenis-Jenis Sistem Rem Hidrolik Mobil

1. Rem Cakram (*Disc Brake*)

Rem cakram atau *disc brake* banyak dipakai di kendaraan bermotor berkecepatan tinggi. Terjadinya gaya pengereman pada rem cakram adalah akibat gesekan yang dilakukan oleh *pad* (bantalan) terhadap cakram (piringan) dengan cara menjepit.

a. Keuntungan

- Pengereman tetap stabil walaupun dilakukan berkali-kali pada kecepatan tinggi
- Piringan dapat menyerap panas dengan baik
- Ekspansi panas dan pemuaian panas yang terjadi karena gesekan tidak menyebabkan perubahan renggang antara cakram dan pad
- Konstruksi sederhana
- Jika piringan terkena air maka efek pengereman tetap konstan, hal ini disebabkan air yang menempel pada piringan akan terlempar keluar karena gaya sentrifugal.

b. Kerugian

- Diperlukan tenaga pengereman yang lebih besar
- Debu dan kotoran akan lebih mudah masuk karena sistem remnya terbuka
- *Pad* lebih cepat aus.

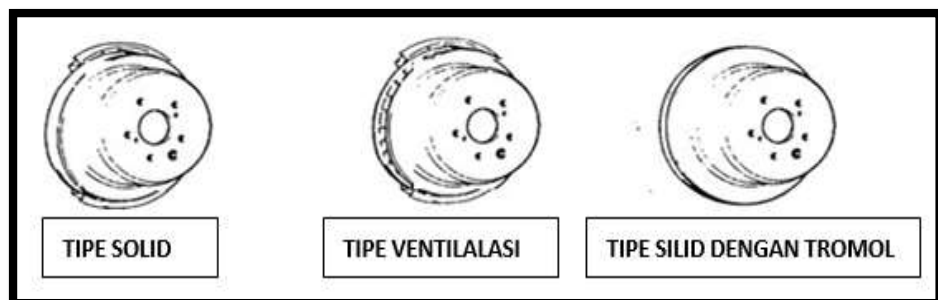
c. Jenis-jenis rem cakram

- 1) Pada tipe satu piston atau *floating caliper*, tekanan hidrolik master silinder akan mendorong ke arah kiri. Cakram bergerak berlawanan arah dengan gerak piston sehingga piringan akan terjepit.
- 2) Pada tipe dua piston, tenaga pengereman yang terjadi adalah saat tekanan hidrolik mendorong kedua piston sehingga piston mendorong pad untuk menjepit piringan atau cakram. Kerja dari tipe ini lebih akurat namun radiasi panasnya terbatas karena silinder rem berada diantara cakram dengan *velg* sehingga sulit tercapainya pendinginan oleh karena itu dibutuhkan komponen yang lebih banyak.

d. Komponen rem cakram

- 1) Cakram (piringan)

Terbuat dari besi tuang kelabu berbentuk lingkaran yang dipasang atau disatukan dengan roda sehingga apabila roda berputar maka cakram juga ikut berputar.

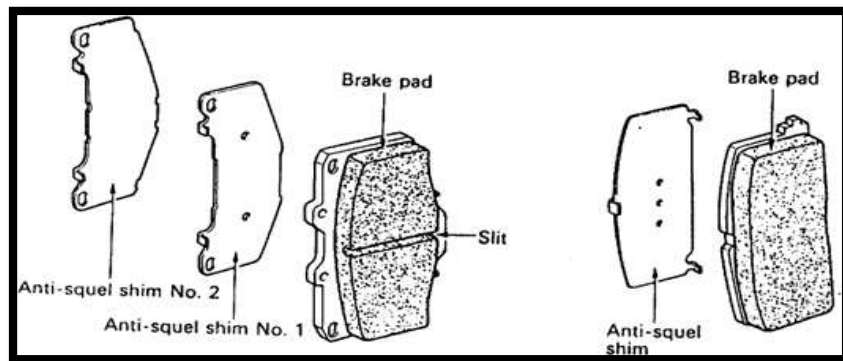


Gambar 2. 10 Jenis-Jenis Piringan Cakram

Sumber : Analisis Gaya pada Rem Cakram (*Disk Brake*) Pada Kendaraan Roda Empat (Yanuar dkk, 2007).

2) Pad rem

Pad rem (*disc pad*) terbuat dari campuran *metallic fiber* dan serbuk besi, yang disebut *semi-metallic disc pad*. Pada pad diberi celah untuk menunjukkan tebal Batasan pad yang diijinkan (mempermudah pemeriksaan). Pada beberapa pad terdapat *anti-squel shim* yang berfungsi untuk mencegah bunyi saat pengereman, dan *pad wear* indikator untuk menginformasikan keausan pad yang sudah tipis.



Gambar 2. 11 *Disc Pad*

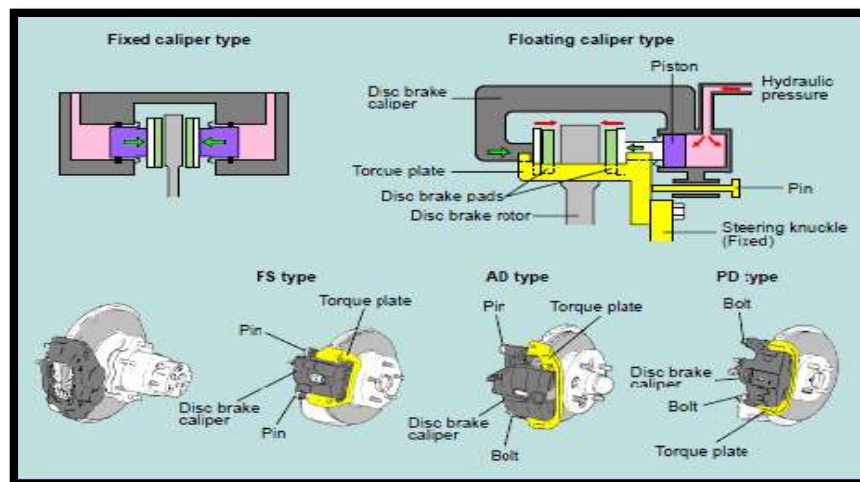
Sumber : Analisis Gaya Pada Rem Cakram (*Disk Brake*) Pada Kendaraan Roda Empat (Yanuar dkk, 2007).

3) Kaliper

Kaliper adalah rumah piston. Piston berperan sebagai pembuat tekanan hidrolik, dan apabila bantalan rem cakram ditekan, kaliper akan bergerak ke arah yang berbeda dari piston, dan mendorong rotor rem cakram dari kedua sisinya. Akibatnya,

kaliper akan menghentikan perputaran roda. Ada beberapa jenis *floating caliper*, tergantung dari metode menempelkan kaliper ke piringan putar. Tipe-tipe dari kaliper yaitu :

- Tipe kaliper tetap (*fixed caliper*) sebuah tipe *fixed caliper* mempunyai sepasang piston untuk mendorong rotor rem cakram pada kedua sisinya.
- Tipe kaliper mengambang (*floating caliper*) sebuah tipe *floating caliper* tertempel pada piston hanya pada satu sisi dari kaliper.



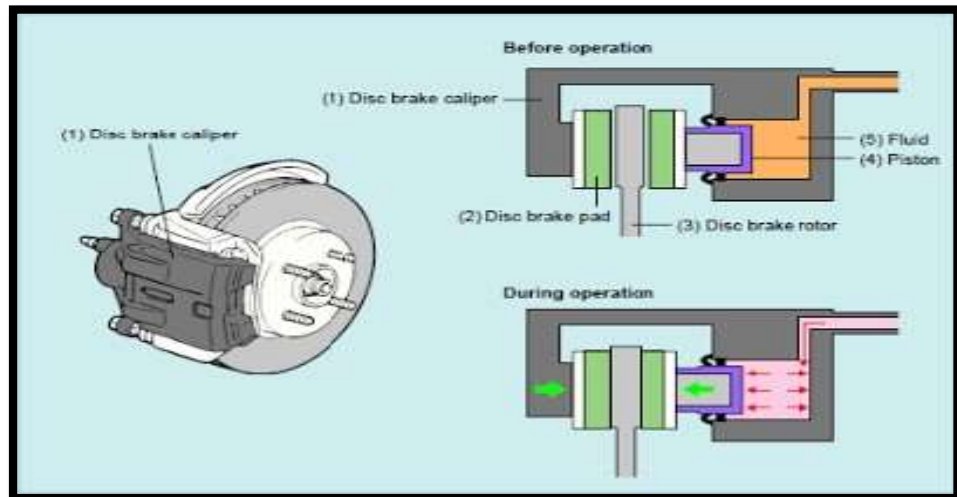
Gambar 2. 12 Jenis-Jenis Kaliper

Sumber : Analisis Gaya Pada Rem Cakram (*Disk Brake*) Pada Kendaraan Roda Empat (Yanuar dkk, 2007).

e. Cara Kerja Rem Cakram

Rem cakram mendorong piston dengan menggunakan tekanan hidrolik yang dikirim melalui jalur rem dari master silinder untuk membuat bantalan rem cakram menjepit kedua sisi rotor rem cakram

dan menghentikan ban berputar. Karena rotor rem cakram dan bantalan rem cakram saling menggesek, maka terjadi panas akibat gesekan, tetapi karena rotor rem cakram dan badan rem terbuka, panas friksi yang terjadi dapat dengan mudah menguap.



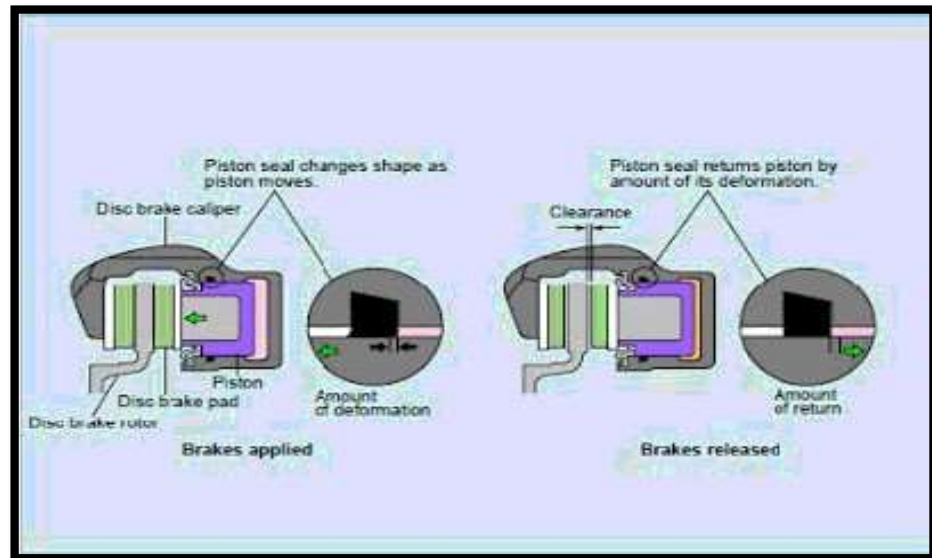
Gambar 2. 13 Konstruksi Dan Operasi Rem Cakram

Sumber : Analisis Gaya Pada Rem Cakram (*Disk Brake*) Pada Kendaraan Roda Empat (Yanuar dkk, 2007).

f. Penyetelan Rem (*Brake Adjustment*)

Karena celah rem disesuaikan secara otomatis oleh penutup piston (karet), sehingga celah rem tidak perlu disesuaikan dengan tangan. Ketika pedal rem ditekan, maka tekanan hidrolis akan menggerakkan piston dan mendorong bantalan rem cakram melawan rotor rem cakram. Pada saat ini, piston bergerak sambil menyebabkan penutup piston berubah bentuk, dan 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. 14 Penyetelan Rem

Sumber : Analisis Gaya Pada Rem Cakram (*Disk Brake*) Pada Kendaraan Roda Empat (Yanuar dkk, 2007).

2. Rem Tromol (*Drum Brake*)

Rem tromol adalah salah satu konstruksi rem yang cara pengereman kendaraan dengan menggunakan tromol rem, sepatu rem dan silinder roda, pada dasarnya rem digunakan depan belakang tidak sama pengereman bekerja dengan baik (Mustofa dan Sirajuddin Awal Syarani, 2011).

A. Kelebihan

Kelebihannya dari rem tromol posisinya tertutup tromol dan tidak dapat dimasuki kotoran dari luar. Oleh sebab itu rem tromol banyak digunakan pada perangkat rem, kelebihan lainnya adalah kinerja rem tromol lebih lembut dan penampang kanvas rem dibuat lebih lebar sehingga banyak digunakan pada kendaraan berat.

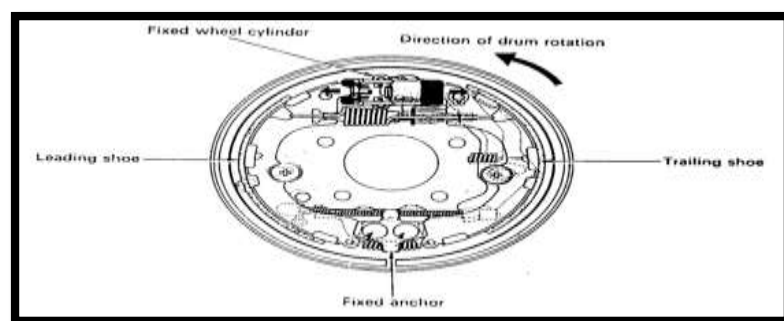
B. Kekurangan

Kekurangan dari rem tromol adalah tidak seluruhnya kampas menempel pada tromol roda yang mengakibatkan daya pengereman pada tromol 70% saja. Dan kekurangan lainnya adalah jika terendam air tidak dapat berfungsi dengan baik karena koefisien gesek berkurang.

C. Tipe Rem Tromol

1) Tipe *leading trailing*

Pada tipe ini terdapat satu *wheel* silinder dengan dua piston yang akan mendorong bagian atas dari tromol rem. *Leading shoe* lebih cepat aus dari pada *trailing shoe*

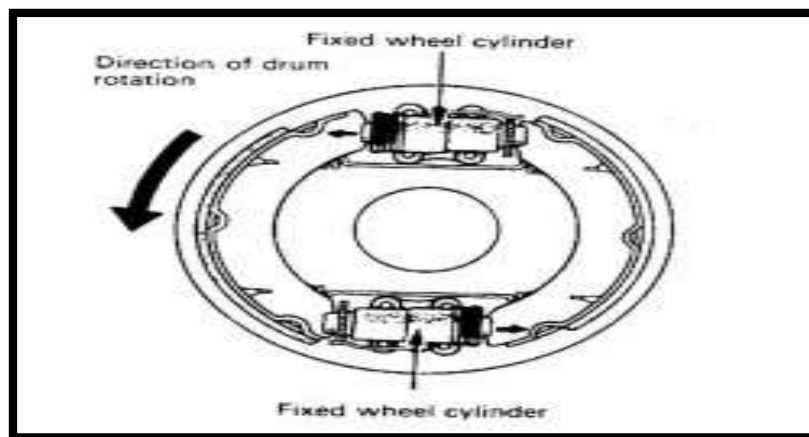


Gambar 2. 15 Tipe Rem *Leading Trailing*

Sumber : Analisis Sistem Pengereman Pada Mobil Mitsubishi L300 jenis Pick-up (Mustofa dan Sirajuddin Awal Syarani, 2011).

2) Tipe *Two Leading*

Tipe ini mempunyai dua *wheel* silinder yang masing-masing memiliki satu piston.



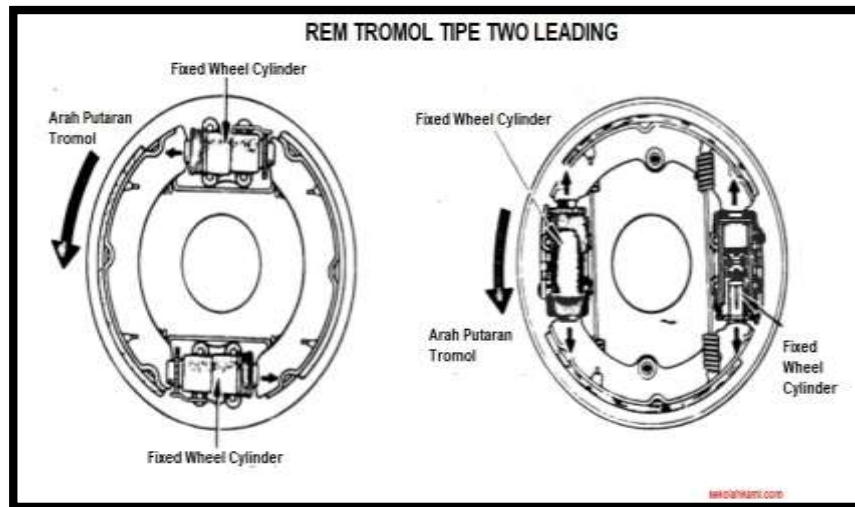
Gambar 2. 16 Tipe Rem *Two Leading*

Sumber : Analisis Sistem Pengereman Pada Mobil Mitsubishi L300 jenis Pick-up (Mustofa dan Sirajuddin Awal Syarani, 2011).

- a. Keuntungannya saat kendaraan maju kedua sepatu rem menjadi *leading shoe* sehingga daya pengereman baik
- b. Kerugiannya saat kendaraan mundur kedua sepatu rem menjadi *trailing shoe* sehingga daya pengereman kurang baik.

3) Tipe *dual two leading*

Tipe ini mempunyai 2 silinder roda (*wheel cylinder*), yang masing-masing memiliki 2 buah piston, dan menghasilkan efek pengereman yang baik saat kendaraan maju maupun mundur

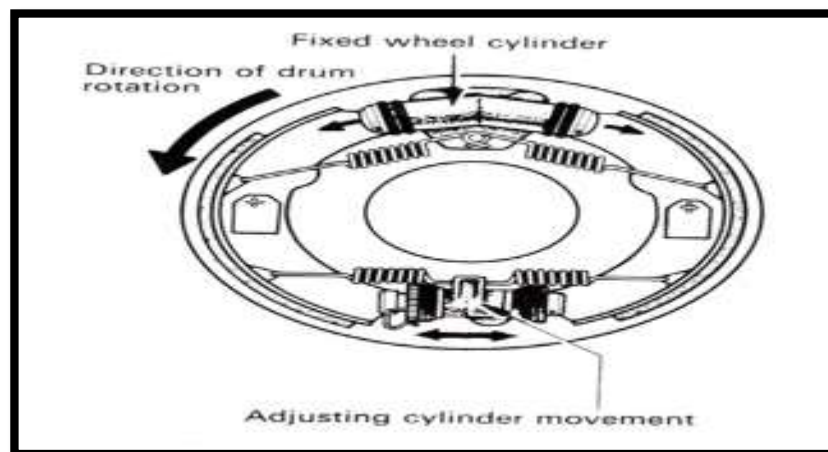


Gambar 2. 17 Tipe Rem *Dual Two Leading*

Sumber : Analisis Sistem Pengereman Pada Mobil Mitsubishi L300 jenis Pick-up (Mustofa dan Sirajuddin Awal Syarani, 2011).

4) Tipe *uni-servo*

Tipe ini mempunyai 1 *wheel cylinder* dengan 1 piston



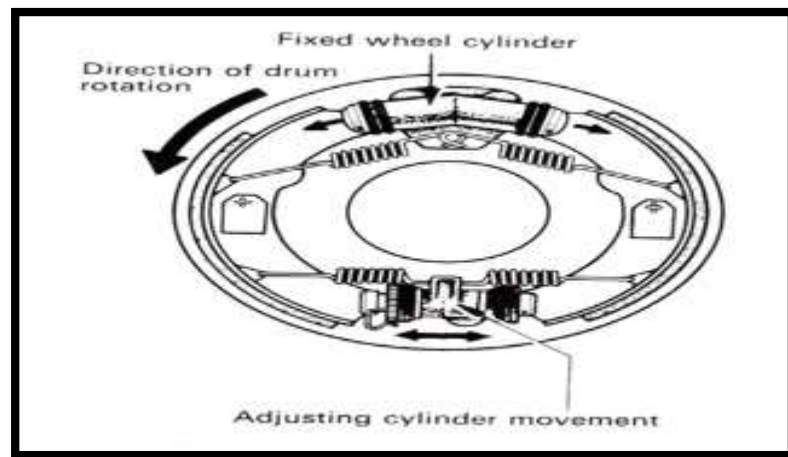
Gambar 2. 18 Tipe Rem *Uni Servo*

Sumber : Analisis Sistem Pengereman Pada Mobil Mitsubishi L300 jenis Pick-up (Mustofa dan Sirajuddin Awal Syarani, 2011).

- a. Keuntungannya saat kendaraan maju kedua sepatu rem menjadi *leading shoe* sehingga daya pengereman baik
- b. Kerugiannya saat kendaraan mundur kedua sepatu rem menjadi *trailing shoe* sehingga daya pengereman kurang baik

5) Tipe *duo-servo*

Tipe ini merupakan penyempurnaan dari tipe *uni-servo* yang mempunyai 1 *wheel cylinder* dengan 2 piston. Gaya pengereman tetap baik tanpa terpengaruh oleh gerakan kendaraan.

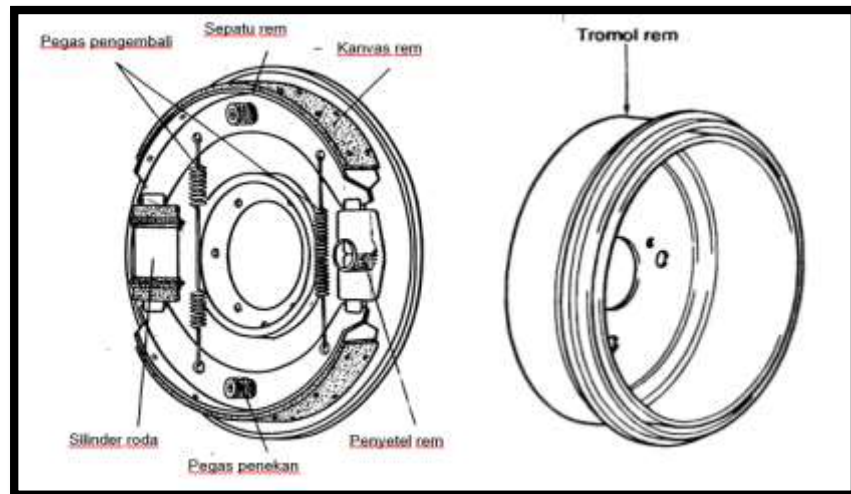


Gambar 2. 19 Tipe Rem *Duo-Servo*

Sumber : Analisis Sistem Pengereman Pada Mobil Mitsubishi L300 jenis Pick-up (Mustofa dan Sirajuddin Awal Syarani, 2011).

D. Komponen-Komponen Rem Tromol

Silinder roda (*wheel cylinder*), *backing plate*, penyetel sepatu rem, kampas rem, sepatu rem, pegas pengembali dan tromol rem. (Muhammad Bayu Prakoso dkk, 2015).

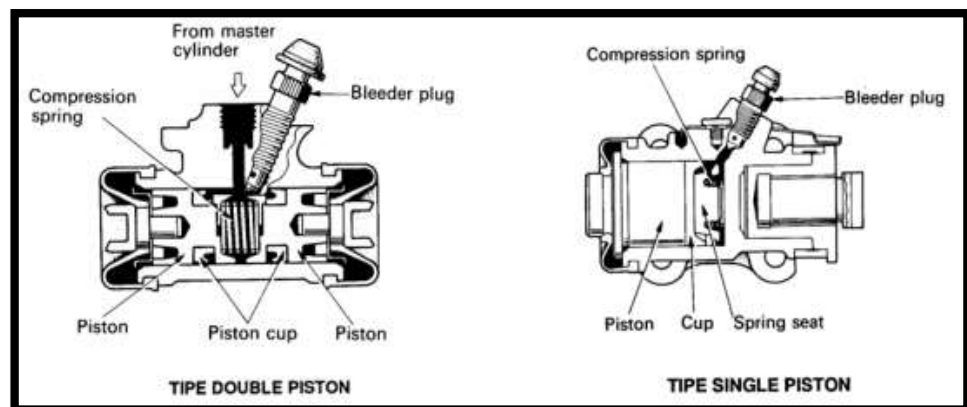


Gambar 2. 20 Komponen Rem Tromol

Sumber : Analisa *Brake Shoe* Mobil Avanza Veloz 1,5 Toyota, Akibat Sistem Pengereman. (Muhammad Bayu Prakoso dkk, 2015).

1) Silinder roda (*wheel cylinder*)

Fungsi dari silinder roda (*wheel cylinder*) adalah untuk menekan *brake shoe* (sepatu rem) ke *brake drum* (tromol rem).

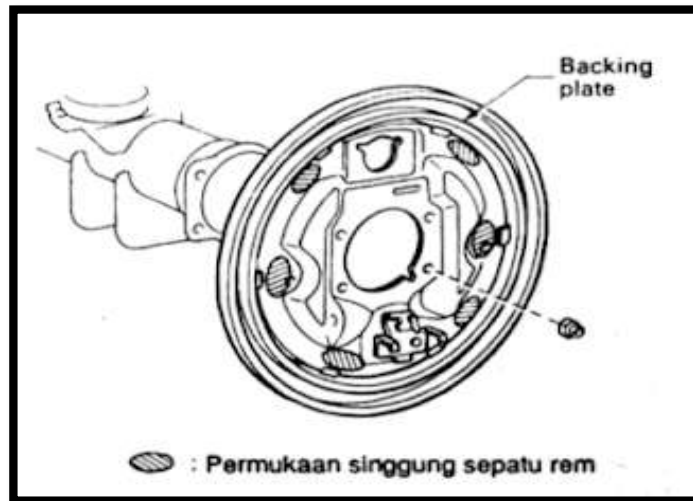


Gambar 2. 21 Wheel Cylinder

Sumber : Analisa *Brake Shoe* Mobil Avanza Veloz 1,5 Toyota, Akibat Sistem Pengereman. (Muhammad Bayu Prakoso dkk, 2015).

2) Backing Plate

Backing plate adalah komponen yang terbuat dari baja pres. Berfungsi sebagai tumpuan untuk menahan putaran drum sekaligus sebagai dudukan silinder roda.

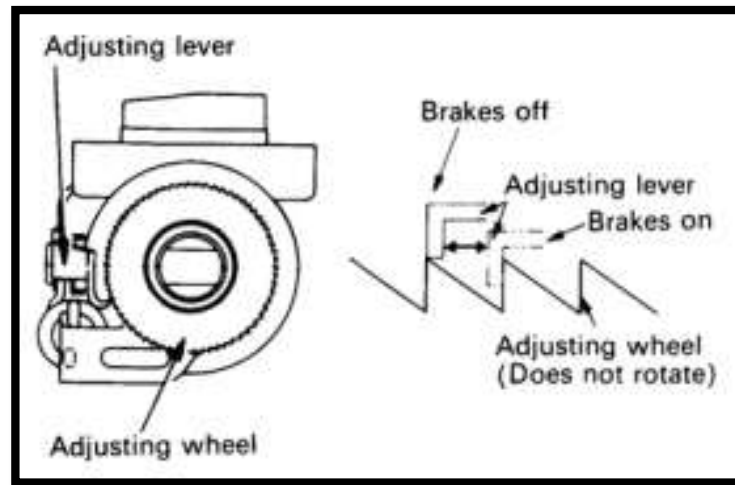


Gambar 2. 22 *Backing Plate*

Sumber : Analisa *Brake Shoe* Mobil Avanza Veloz 1,5 Toyota, Akibat Sistem Pengereman. (Muhammad Bayu Prakoso dkk, 2015).

3) Penyetel Sepatu Rem

Penyetel sepatu rem berfungsi untuk menyetel kerenggangan antara sepatu rem (kampus rem) dengan tromol rem. Celah sepatu rem harus disetel dengan pengembangan dan kerenggangan yang di ijinkan.



Gambar 2. 23 Penyetel Sepatu Rem

Sumber : Analisa *Brake Shoe* Mobil Avanza Veloz 1,5 Toyota, Akibat Sistem Pengereman. (Muhammad Bayu Prakoso dkk, 2015).

4) Kampas Dan Sepatu Rem (*Brake Shoe*)

Kampas rem terbuat dari bahan campuran asbes dan tembaga atau campuran plastik. Komponen ini di pasangkan pada sepatu rem dengan cara di lem atau dikeeling. Sepatu rem (*brake shoe*) berfungsi untuk menahan putaran ke brake drum melalui gesekan. Pada bagian luar sepatu rem terbuat dari asbes dengan tembaga atau campuran plastik yang tahan panas.

5) Pegas Pengembali

Pegas pengembali (*return spring*) berfungsi untuk mengembalikan sepatu rem ke posisi semula pada saat tekanan silinder roda turun

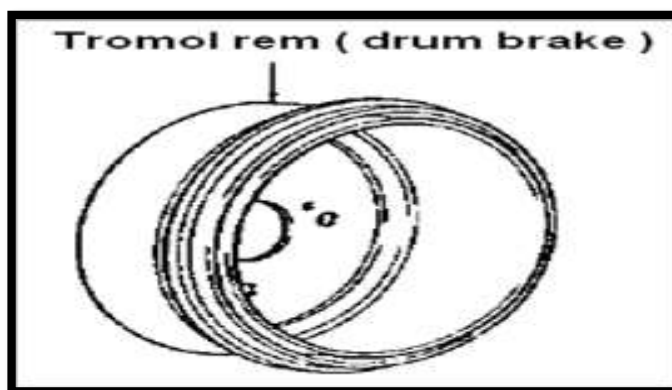


Gambar 2. 24 Pegas Pengembali

Sumber : Analisa *Brake Shoe* Mobil Avanza Veloz 1,5 Toyota, Akibat Sistem Pengereman. (Muhammad Bayu Prakoso dkk, 2015).

6) Tromol Rem

Tromol rem berputar bersama-sama dengan roda. Tromol rem di pasang sedikit celah renggang dengan maksud, jika pedal rem di injak maka kampas rem akan menekan tromol lebih kuat.



Gambar 2. 25 Tromol Rem

Sumber : Analisa *Brake Shoe* Mobil Avanza Veloz 1,5 Toyota, Akibat Sistem Pengereman. (Muhammad Bayu Prakoso dkk, 2015).

E. Cara Kerja Rem Tromol

1. Pada saat pedal rem di injak

Apabila pedal rem diinjak maka tuas master silinder akan mendorong piston dan minyak rem didalam master akan terdorong oleh piston ke dalam pipa saluran tinggi. Minyak rem didalam pipa diteruskan ke silinder roda. Pada silinder roda, piston mendorong kampas sehingga terjadi pengereman.

2. Saat pedal rem dilepas

Apabila pedal dilepas maka pushrod bergerak mundur dan piston akan ikut bergerak mundur mengikuti *pushrod*. Karena *pushrod* tidak mampu mengalahkan tenaga pegas maka volume dalam ruang silinder membesar dan tekanan mengecil akibatnya pada sepatu rem akan kembali seperti semula (Muhammad Sabri dan Ardhian Fauza, 2018).

2.4 Masalah Yang Sering Timbul Pada Sistem Rem Hidrolik Mobil

Masalah yang sering muncul pada sistem rem adalah sebagai berikut:

1. Hilangnya Efisiensi Rem

Efisiensi rem dapat hilang atau berkurang disebabkan oleh:

- a) Masuknya kotoran atau oli kedalam rem sehingga menyebabkan licinnya break lining dengan demikian pengereman tidak akan berlangsung dengan sempurna. Untuk mengatasinya dilakukan penggantian sepatu rem atau membersihkan dengan sabun agar sepatu rem dan *break lining* dapat bersih dari oli

b) *Break lining* sudah aus sehingga perlu segera untuk diganti dengan yang baru.

2. Rem Merekat (Lengket)

a) Pegas yang terdapat pada sepatu rem sudah lemah atau rusak sehingga tidak dapat kembali pada posisinya setelah pedal rem dilepas. Untuk mengatasinya perlu diganti dengan yang baru

b) Sepatu rem rusak karena terkena minyak rem atau *grease*.

3. Panas Yang Berlebihan

Over heating atau panas yang berlebihan dapat timbul karena melekatnya sepatu rem pada dinding tromol atau karena pengereman yang terlalu lama, misalnya pada saat menuruni bukit.

2.5 Standar Keamanan Jarak Dan Waktu Pengereman

Memperhatikan jarak aman untuk mengerem memang diperlukan, apalagi untuk mengukur ketepatan pengereman mobil. Banyak faktor yang mempengaruhi jarak mengerem, mulai dari kecepatan, kondisi jalan, kondisi mobil, bahkan lingkungan mengemudi. Jarak pengereman atau disebut juga dengan jarak henti, adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan dari waktu pengereman penuh sampai kendaraan berhenti bergerak. Meskipun terlihat sederhana, namun mengemudi dalam kecepatan tertentu hingga membanting rem dan mengukur jarak memiliki proses yang cukup rumit sampai menjadi jarak aman untuk mengerem. Adapun standar perhitungan jarak dan waktu pengereman yang terlihat pada **Tabel 2.7**.

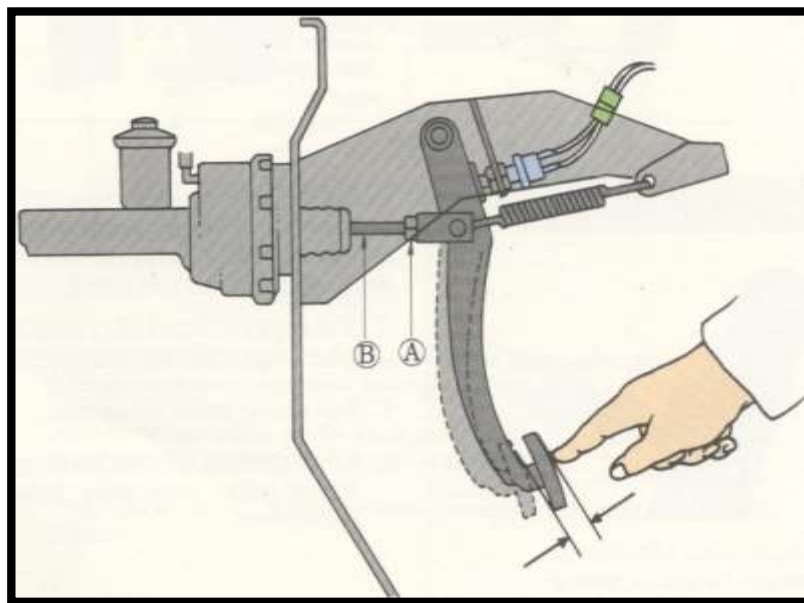
Tabel 2. 7 Standar Perhitungan Jarak Dan Waktu Pengereman Menurut (Sularso Dan Kiyokatsu Suga, 1997)

No.	Kecepatan (km/jam)	Kecepatan (m/s)	Waktu (s)	Jarak (m)
1	10	2,78	0,40	0,56
2	20	5,56	0,81	2,25
3	30	8,33	1,21	5,06
4	40	11,11	1,62	8,99
5	50	13,89	2,02	14,05
6	60	16,68	2,40	20,24
7	70	19,46	2,81	27,56

2.6 Gaya Pengereman

Gaya di dalam ilmu fisika adalah interaksi apapun yang dapat menyebabkan sebuah benda bermassa mengalami perubahan gerak, baik dalam bentuk arah, maupun konstruksi geometris. Dengan kata lain, sebuah gaya dapat menyebabkan sebuah objek dengan massa tertentu untuk mengubah kecepatannya (termasuk untuk bergerak dari keadaan diam), atau berakselerasi, atau untuk terdeformasi. Gaya memiliki besaran (magnitude) dan arah, sehingga merupakan kuantitas vektor. Satuan SI yang digunakan untuk mengukur gaya adalah Newton (dilambangkan dengan N). Gaya sendiri dilambangkan dengan simbol F , khusus untuk gaya gesek, dilambangkan dengan f_s atau f_k tergantung kondisinya (Asraf dan Kurniawan, 2021).

Jumlah energi yang dapat dibangkitkan pada saat proses pengereman tergantung dari energi kinetik (energi gerak) kembali menjadi energi panas untuk menghentikan kendaraan. Untuk mendapatkan jumlah energi pengereman yang maksimum, maka harus dilakukan analisa dan perhitungan terhadap gaya penekanan pada pedal rem yang terjadi pada mobil pick up daihatsu gran max 1.5 3W FH. Sebelum mendapatkan nilai gaya pengereman dilakukan terlebih dahulu pengujian untuk mendapatkan jarak dan waktu pengereman. Mobil yang pertama kali bergerak memiliki energi kinetik. Kemudian energi kinetik ini diubah menjadi usaha pengereman sampai berhenti.



Gambar 2. 26 Gaya Penekanan Pada Pedal Rem

Sumber : Analisis Gaya Pada Rem Cakram (*Disk Brake*) Pada Kendaraan Roda Empat

(Yanuar dkk, 2007).

Awalnya mobil bergerak, berarti usaha yang dilakukan sama dengan energi kinetik yang dialaminya. Kemudian energi kinetik ini diubah menjadi usaha pengereman sampai berhenti.

$W = \text{Energi kinetik}$

$$W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_k^2 \quad \dots\dots(1)$$

Dimana:

$m = \text{Massa Kendaraan (kg)}$

$V_k = \text{Kecepatan Kendaraan (m/detik)}$

Untuk bisa mendapatkan gaya pengereman, maka kita harus menggunakan persamaan usaha yang lain dan mengandung jarak.

$$W = F \cdot St \quad \dots\dots(2)$$

Dimana:

$F = \text{Gaya Pengereman (N)}$

$St = \text{Jarak Tempuh/Jarak Pengereman (m)}$

Kita sudah mendapatkan dua persamaan usaha dan keduanya bisa digabungkan sehingga gaya pengereman diperoleh :

$$W = W$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot V_k^2 = F \cdot St \quad \dots\dots(3)$$

Saat kendaraan melakukan pengereman, maka akan terjadi perlambatan pada kendaraan tersebut. Untuk menghitung perlambatan pengereman pada

kendaraan dapat dihitung dengan persamaan dari (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1997).

$$a = \frac{V_k^2}{2 \cdot St} \dots\dots(4)$$

Dimana:

St = Jarak pengereman (m)

V_k = Kecepatan kendaraan/mobil (m/detik)

a = Perlambatan pengereman (m/detik²)