

**LAPORAN
PENELITIAN MANDIRI**



**ANALISIS KAPASITAS Pengereman MOTOR
YAMAHA RX KING 135 CC**

Oleh:

**PIETER W. TETELEPTA
NIP. 195603291977031001**

UNIVERSITAS PATTIMURA

April 2015

HALAMAN PENGESAHAN

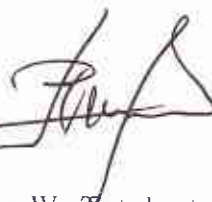
Judul Kegiatan : Analisis Kapasitas Pengereman Motor Yamaha RX King 135 cc

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Ir. Pieter W. Tetelepta, MT.
NIDN :
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Teknik Sistem Perkapalan
Nomor HP :
Surel (e-mail) :
Institusi Mitra (jika ada) :
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggungjawab : -
Waktu Pelaksanaan : 4 bulan
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 6.000.000
Biaya Keseluruhan : Rp. 6.000.000

Ambon, 02-04-2015

MENYERIKAH
TEKNOLOGI DAN P
PATRI
Mengetahui,
Ketua Lembaga Penelitian

Peneliti,



(Prof. Dr. Ir. Rafael M. Osok, M.Sc.)
NIP. 19601024 198803 1 001

(Ir. Pieter W. Tetelepta, MT.)
NIP. 195603291977031001

RINGKASAN

Terkadang konsumen membuat perubahan tanpa mempertimbangkan kinerja dari suatu rem. Kinerja pengereman dari kendaraan adalah waktu pengereman, jarak pengereman, perlambatan dan efisiensi pengereman. Modifikasi pengereman sangat diharapkan untuk memperhatikan kinerja pengereman yang dihubungkan dengan kinerja kendaraan. Hubungan yang sangat nyata ketika beban pengereman yang diberikan dengan kapasitas tertentu harus disesuaikan dengan kecepatan awal pengereman, sebab kapasitas yang besar dengan kecepatan tinggi memungkinkan kendaraan skid. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kapasitas pengereman antara rem tromol dan rem cakram pada berbagai variasi beban pengereman; dan menganalisa pengaruh kapasitas pengereman dan variasi kecepatan terhadap efisiensi rem tromol dan rem cakram. Dengan menggunakan metode analisi semi empiris dilakukan pengujian kapasitas pengereman pada motor RX King 135 CC. Mengacu pada hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kapasitas rem tromol lebih besar dari kapasitas rem cakram; serta kapasitas pengereman dan kecepatan sangat berpengaruh terhadap efisiensi pengereman.

Kata Kunci: Kapasitas Pengereman, Kecepatan, Rem Tromol dan Cakram

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBARAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SIMBOL	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Pengertian Rem	7
2.3 Prinsip Rem	8

2.4 Macam – Macam Rem	9
2.4.1 Rem Tromol	9
2.4.1.1 Cara Kerja Rem Tromol dan Kontruksinya.....	11
2.4.1.2 Klasifikasi Tipe Rem Tromol	13
2.4.1.3 Kelebihan Rem Tromol	15
2.4.1.4 Kekurangan Rem Tromol	15
2.4.2 Rem Cakram	16
2.4.2.1 Cara Kerja Rem Cakram	17
2.4.2.2 Klasifikasi Rem Cakram.....	18
2.4.2.3 Kelebihan Rem Cakram	20
2.4.2.4 Kekurangan Rem Cakram	20
2.5 Kendaraan Dengan Gerak Lurus	21
2.6 Percepatan dan Perlambatan Pada Kendaraan	23
2.7 Efisiensi dan Jarak Pengereman	24
2.8 Penguraian Pembebanan Pada Rem Tromol	26
2.9 Perhitungan Kapasitas Rem Tromol	31
2.9.1 Perhitungan Momen Pada Tuas Rem Tromol	31
2.9.2 Perhitungan Gaya Pengereman Tromol	33
2.10 Prinsip Rem Cakram	34
2.11 Perhitungan Kapasitas Rem Cakram	37
2.11.1 Perhitungan Gaya Normal Rem Cakram	37
2.11.2 Perhitungan Kapsitas Pengereman Total Dari Rem Cakram	38

III.	METODE PENELITIAN	39
3.1	Waktu Dan Lokasi Penelitian	39
3.2	Variabel Penelitian	39
3.3	Alat Dan Bahan Penelitian	39
3.3.1	Alat Penelitian	39
3.3.2	Bahan Penelitian	43
3.4	Metode Analisa Data	44
3.5	Metode Pengumpulan Data	44
3.5.1	Data Primer	44
3.5.2	Data Sekunder	45
3.6	Prosedur Penelitian	45
3.7	Diagram Alir	48
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1	Hasil	49
4.2	Pembahasan	54
V.	PENUTUP	60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	61
	DAFTAR PUSTAKA	62
	LAMPIRAN	63

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sepeda motor atau kendaraan roda dua merupakan alat transportasi yang sangat luas pemakaiannya, karena harga relatif murah dan mudah pengoperasiannya. Populasinya berkembang begitu pesat akhir-akhir ini, sejalan dengan bervariasinya pemanfaatan jenis kendaraan roda dua ini, antara lain sebagai angkutan orang, angkutan barang, kegiatan sport dan kegiatan promosi atau pemasaran suatu produk yang menjangkau jauh sampai ke pelosok desa (Suratman, 2002). Perkembangan dimaksud juga diikuti dengan adanya penyempurnaan sistim yang ada pada kendaraan roda dua, salah satunya adalah sistim pengereman.

Menurut Daryanto (2004) mengatakan bahwa rem merupakan bagian terpenting pada kendaraan saat kita berada di jalan yang padat/ramai maupun jalan yang kurang kendaraan, karena apabila sistim pengereman mengalami gangguan, maka dapat mengancam jiwa pengemudi dan pemakai jalan yang lainnya.

Terdapat dua jenis sistim pengereman yang berkembang untuk kendaraan yaitu sistim pengereman *lock* dan sistim anti *lock*. Sistim pengereman *lock* adalah sistim yang membuat roda berhenti berputar dengan memanfaatkan gaya gesek antara ban yang *lock* dengan jalan. Sedangkan sistim pengereman anti *lock* adalah sistim rem untuk menghentikan kendaraan yang dilakukan dengan cara mempertahankan roda tidak *lock* atau dalam keadaan slip tertentu dimana koefisien adhesi antara jalan dan ban sangat besar. Selain itu pengereman dapat juga dilakukan dengan mengatur putaran mesin. Kendaraan roda dua banyak menggunakan sistim pengereman lock yang diklasifikasikan menjadi rem cakram dan rem tromol (Sutantra 2001).

Rem cakram bekerja dengan cara sepatu rem 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. Untuk sistem pengereman yang menggunakan tromol rem (*brake drum*) dan sepatu rem (*brake shoe*), bekerja dengan cara memberikan gaya tekan pada pedal untuk menarik tangkai rem yang dihubungkan dengan tuas rem untuk membuka sepatu rem pada tomol.

Pengereman pada kendaraan roda dua sering mengalami modifikasi yaitu rem tromol dirubah menjadi rem cakram baik pada roda depan maupun roda belakang. Terkadang konsumen membuat perubahan tanpa mempertimbangkan kinerja dari suatu rem. Kinerja pengereman dari kendaraan adalah waktu pengereman, jarak pengereman, perlambatan dan efisiensi pengereman. Modifikasi pengereman sangat diharapkan untuk meperhatikan kinerja pengereman yang dihubungkan dengan kinerja kendaraan. Hubungan yang sangat nyata ketika beban pengereman yang diberikan dengan kapasitas tertentu harus disesuaikan dengan kecepatan awal pengereman, sebab kapasitas yang besar dengan kecepatan tinggi memungkinkan kendaraan skid.

Berdasarkan uraian-uraian yang telah dikemukakan oleh penulis di atas, maka penulis ingin membandingkan sistim pengereman pada kendaraan roda dua yang menggunakan rem tromol yang dimodifikasi menjadi rem cakram pada roda belakang dalam suatu penulisan berjudul **“Pengaruh Kapasitas Pengereman Dan Variasi Kecepatan Terhadap Kinerja Rem Tromol Dan Rem Cakram Pada Motor Yamaha RX-KING 135 cc”**.

1.2 Rumusan Masalah

Rem adalah bagian yang terpenting dari suatu kendaraan. Rem diciptakan untuk mengontrol kecepatan dari kendaraan yang digunakan oleh pengendara. Menurut konstruksinya rem terbagi menjadi dua bagian yaitu rem cakram dan rem tromol, kedua rem ini mempunyai kelebihan maupun kekurangannya.

Gambaran kondisi aktual seperti yang diuraikan di atas mengantarkan pada rumusan masalah yaitu : Bagaimana perbandingan pengaruh beban pengereman yang terhitung melalui kapasitas pengereman pada berbagai kecepatan terhadap efisiensi rem tromol dan rem cakram?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut di atas, maka tujuan penelitian yang akan dicapai yaitu:

1. Mengetahui perbandingan kapasitas pengereman antara rem tromol dan rem cakram pada berbagai variasi beban pengereman
2. Menganalisa pengaruh kapasitas pengereman dan variasi kecepatan terhadap efisiensi rem tromol dan rem cakram

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi serta masukan bagi pengembangan teori dan konsep pengereman dalam kaitannya dengan otomotif, serta menambah pengetahuan terhadap pentingnya pengereman pada satu kendaraan.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan dari identifikasi permasalahan, maka dapat diambil lingkup batasan masalah yakni :

1. Motor yang digunakan adalah motor Yamaha RX-KING 135 cc.
2. Rem yang digunakan adalah tromol dan cakram
3. Kapasitas pengereman dihitung berdasarkan beban 4 kg, 6 kg, 8 kg dan 9 kg
4. Variasi kecepatan yang digunakan adalah 40 km/h, 50 km/h, 60 km/h dan 70 km/h.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Ian Hardianto Siahaan (2008) dalam penelitiannya menganalisa Kinerja Rem Tromol terhadap Kinerja Rem Cakram kendaraan roda dua pada Pengujian Stasioner. Pengujian sistem rem dilakukan pada perangkat rem tromol dan rem cakram standar pada model kendaraan roda dua yang ditentukan, yaitu: sepeda motor dengan kecepatan, dan tekanan pedal rem variabel. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa pada kecepatan kendaraan yang tinggi dan tekanan pedal rem masing 4 kg dan 6 kg, baru terlihat perbedaan yang signifikan pemakaian rem tromol dan rem cakram pada pengujian stasioner untuk mengetahui tingkatan safetynya.

Ahmad Multazam, dkk (2012) dalam penelitiannya menganalisa pengaruh variasi merek kampas rem tromol dan kecepatan sepeda motor honda supra x 125 cc terhadap keausan kampas rem. dari penelitian ini didapat bahwa keausan terkecil kampas rem terdapat pada kecepatan 40 km/jam dan beban pengereman 6 kg. Untuk merek Honda Genuine Parts keausannya adalah sebesar $1,574 \times 10^{-5}$ mm/detik, sedangkan merek Aspira keausannya $8,47 \times 10^{-5}$ mm/detik dan merek Komachi keausannya $3,500 \times 10^{-5}$ mm/detik, sedangkan keausan terbesar kampas rem terjadi pada kecepatan 60 km/jam dan beban pengereman 6 kg. Untuk merek Honda Genuine Parts adalah sebesar $2,373 \times 10^{-5}$ mm/detik, sedangkan merek Aspira keausannya $3,626 \times 10^{-5}$ mm/detik dan merek Komachi keausannya $3,701 \times 10^{-5}$ mm/detik.

Abd Mustalib Aunaka (2013) dalam penelitiannya menganalisa pengaruh kapasitas pengereman dan variasi kecepatan kendaraan terhadap kinerja pengereman motor supra-x 100 cc. dari hasil pengujian rem tromol dengan memvariasikan kecepatan kendaraan 30 km/h, 40 km/h, 50 km/h dan beban pengereman pada roda belakang yang dihitung melalui kapasitas

pengereman 9.859 N.m, 14.286 N.m dan 19.215 N.m memperlihatkan semakin besar kecepatan awal pengereman kendaraan pada kapasitas pengereman konstan semakin besar pula waktu yang dibutuhkan sampai kendaraan berhenti.

2.2 Rem dan Prinsip Kerjanya

Rem merupakan salah satu komponen mesin mekanik yang sangat vital keberadaannya. Adanya rem memberikan gaya gesek pada suatu massa yang bergerak sehingga berkurang kecepatannya atau berhenti. Pemakaian rem banyak ditemui pada sistem mekanik yang kecepatan gerakannya berubah-ubah seperti pada roda kendaraan bermotor, poros berputar, dan sebagainya (Chan, 2010).

Rem berfungsi untuk mengurangi kecepatan (memperlambat) dan menghentikan kendaraan serta memberikan kemungkinan dapat memparkir kendaraan ditempat yang menurun. Peranan rem sangat penting dalam sistem mesin, misalnya pada mesin mobil, sepeda motor, mesin cuci, dan sebagainya. Selain itu rem juga mempunyai kelemahan yaitu rem sering mengalami blong, hal ini diakibatkan karena pemeliharaan yang kurang rutin. (Admin 2011).

Secara umum sistim pengereman yang berkembang untuk kendararaan saat ini ada 2 jenis, yaitu :

1. Sistim Pengereman Jenis *Lock*

Yaitu sistim pengereman yang untuk menghentikan kendaraan. Dilakukan dengan cara membuat roda berhenti berputar (*lock*).

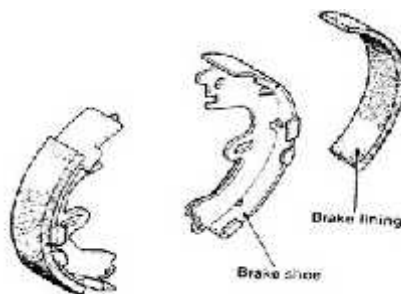
2. Sistim Pengereman Jenis *Anti Lock*

Yaitu sistem rem untuk menghentikan kendaraan yang dilakukan dengan cara mempertahankan roda tidak *lock* atau keadaan slip tertentu dimana koefisien

adhensi antara jalan dan ban adalah paling besar sehingga jarak berhenti kendaraan lebih pendek dan kendaraan masih tetap stabil.

Mesin merubah energi panas menjadi energi kinetis (energi gerak) untuk menggerakkan kendaraan. Sebaliknya rem merubah energi kinetis 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 obyek, (Anonim, 2011 dalam Rokhandy, 2012).

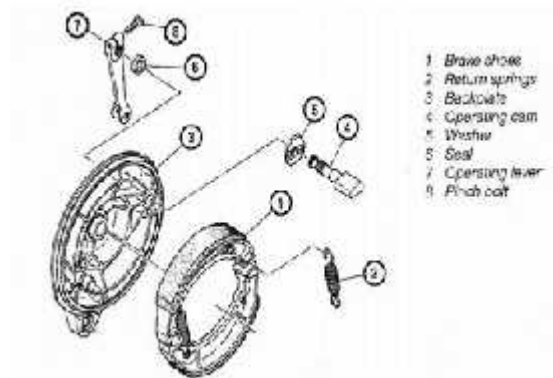
Rem ini terbuat dari besi tuang dan digabung dengan hub saat rem digunakan sehingga panas gesekan akan timbul dan gaya gesek dari *brake lining* dikurangi. *Drum brake* mempunyai sepatu rem (dengan *lining*) yang berputar berlawanan dengan putaran drum (*wheel hub*) untuk mengerem roda dengan gesekan. Pada sistem ini terjadi gesekan gesekan sepatu rem dengan tromol yang akan memberikan hasil energy panas sehingga bisa menghentikan putaran tromol tersebut. Rem jenis tromol disebut "*internal expansion lining brake*". Permukaan luar dari hub tersedia dengan sirip-sirip pendingin yang terbuat dari aluminium-alloy (paduan aluminium) yang mempunyai daya penyalur panas yang sangat baik. Bagian dalam tromol akan tetap terjaga bebas dari air dan debu kerana tromol mempunyai alur untuk menahan air dan debu yang masuk dengan cara mengalirkannya lewat alur dan keluar dari lubang aliran (Mitra, 2012).



Gambar 2.1. Sepatu rem Dan Kanvas rem

2.3 Cara Kerja Rem Tromol dan Rem Cakram

Rem tromol merupakan sistem rem yang telah menjadi metode pengereman standar yang digunakan sepeda motor kapasitas kecil pada beberapa tahun belakangan ini. Alasannya adalah karena rem tromol sederhana dan murah. Konstruksi rem tromol umumnya terdiri dari komponen-komponen seperti: sepatu rem (brake shoe), tromol (drum), pegas pengembali (return springs), tuas penggerak (lever),udukan rem tromol (backplate), dan cam/nok penggerak. Cara pengoperasian rem tromol pada umumnya secara mekanik yang terdiri dari; pedal rem (brake pedal) dan batang (rod) penggerak. Konstruksi dan cara kerja rem tromol seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



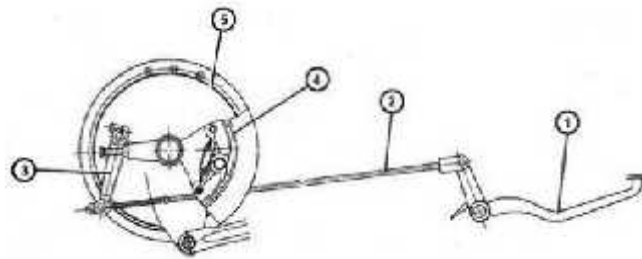
Gambar 2.2. Kontruksi Rem Tromol

Pada saat kabel atau batang penghubung (tidak ditarik), sepatu rem dan tromol tidak saling kontak. Tromol rem berputar bebas mengikuti putaran roda. Tetapi saat kabel rem atau batang penghubung ditarik, lengan rem atau tuas rem memutar cam/nok pada sepatu rem sehingga sepatu rem menjadi mengembang dan kanvas rem (pirodo)nya bergesekan dengan tromol. Akibatnya putaran tromol dapat ditahan atau dihentikan, dan ini juga berarti menahan atau menghentikan putaran roda.

Rem tromol terbuat dari besi tuang dan digabung dengan hub saat rem digunakan sehingga panas gesekan akan timbul dan gaya gesek dari brake lining dikurangi. *Drum brake* mempunyai sepatu rem (dengan lining) yang berputar berlawanan dengan putaran drum

(wheel hub) untuk mengerem roda dengan gesekan. Pada sistem ini terjadi gesekan gesekan sepatu rem dengan tromol yang akan memberikan hasil energi panas sehingga bisa menghentikan putaran tromol tersebut. Rem jenis tromol disebut “internal expansion lining brake”. Permukaan luar dari hub tersedia dengan sirip-sirip pendingin yang terbuat dari aluminium-alloy

(paduan aluminium) yang mempunyai daya penyalur panas yang sangat baik. Bagian dalam tromol akan tetap terjaga bebas dari air dan debu karena tromol mempunyai alur untuk menahan air dan debu yang masuk dengan cara mengalirkannya lewat alur dan keluar dari lubang aliran (Adiwibowo,2013).



Gambar 2.3. Cara Kerja Rem Tromol

1. *Brake Pedal* (pedal rem)
2. *Operating Rod* (batang penghubung)
3. *Brake Lever* (tuas rem)
4. *Brake Shoe* (sepatu rem),
5. *Drum* (tromol)

Rem cakram hidrolis bisa dikatakan menjadi peranti standar pengereman sepeda motor saat ini. Bahkan acap rem belakang pun menganut hal yang sama. Pada artikel kali ini membahas tentang rem cakram. Dalam rem cakram memiliki beberapa komponen yaitu : *Master Cylinder Assy*, *Caliper*, *Rotor (disc brake)*, *Tuas rem*, dan *Minyak rem*. Dimana pada saat tuas rem ditekan (1) maka komponen pada master cylinder akan menekan cairan fluida/minyak rem (2) pada saat minyak rem ini tertekan sehingga brake pad akan menekan rotor (*disc brake*), untuk terjadi proses pengereman kondisi tersebut bergantung juga terhadap

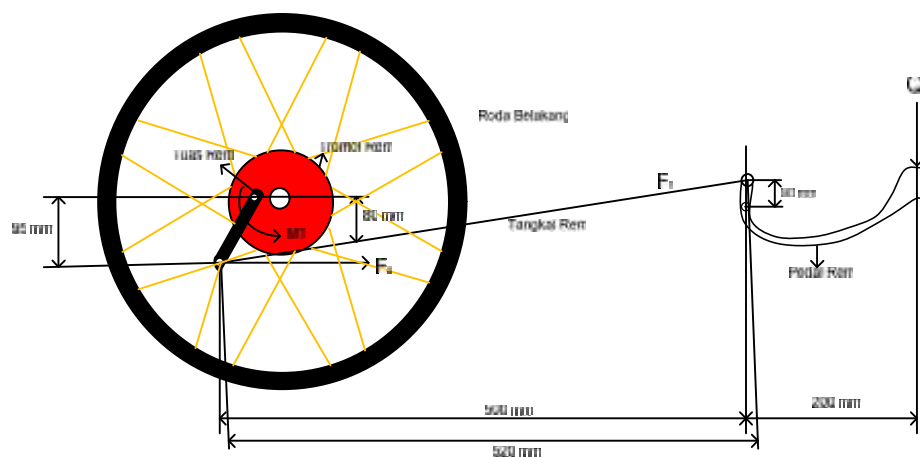
gaya tekan yang diberikan pengendara terhadap tuas rem, semakin keras maka gaya pengereman akan tinggi (Girifumi, 2011).



Gambar 2.8. Cara Kerja Rem Cakram

2.3 Perhitungan Kapasitas Rem Tromol

2.3.1 Perhitungan Momen Pada Tuas Rem Tromol



Gambar 2.12. Diagram Distribusi Gaya Pengereman
(Sumber : penelitian 2014)

Keterangan gambar :

Q = gaya pada pedal rem

Q_1 = gaya reaksi pada engsel

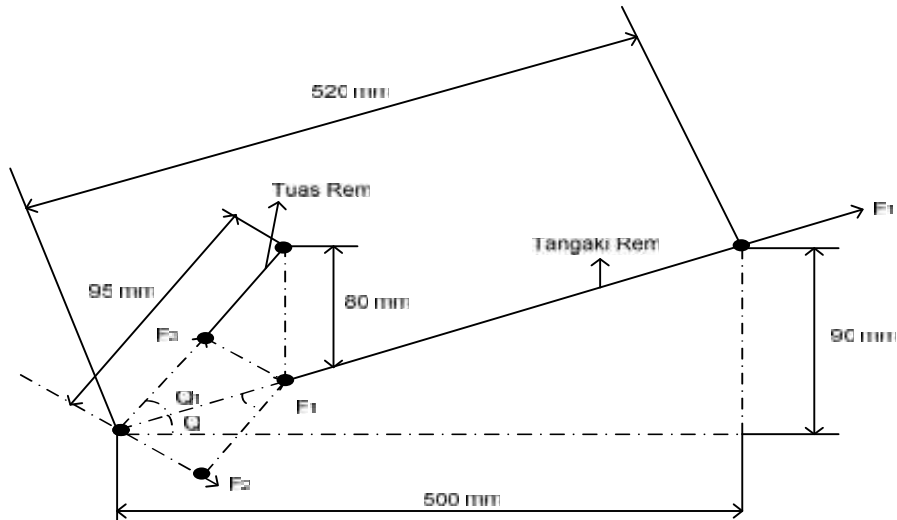
F_1 = gaya tarik tuas rem

F_2 = gaya tegak lurus tuas rem terhadap komponen

F_3 = gaya tegak lurus tangkai rem

F_4 = gaya sejajar tuas rem

M_T = gaya sejajar tuas rem



Gambar 2.12. Diagram Benda Beban Distribusi Gaya Pengereman Untuk Pembesaran Sudut Q Dan Q_1 .

Akibat beban injakan pada pdal rem (Q), menyebabkan momen yang berpusat pada engsel penghubung antara pedal rem dan tangkai rem. Akibat dari momen ini terjadi gaya reaksi (F_1) pada tangkai rem (lihat gambar 2.11).

$$(Q_1 \times 200) + (F_1 \times 90) = 0$$

$$F_1 = Q_1 \frac{200}{90} \dots\dots\dots (2.1)$$

Terhadap tuas rem gaya F_1 sebenarnya adalah gaya tarik (lihat gambar 14), dan merupakan resultan komponen F_2 (gaya tegak lurus tuas rem) dan F_4 (gaya sejajar tuas rem).

F_2 dapat dihitung sebagai berikut :

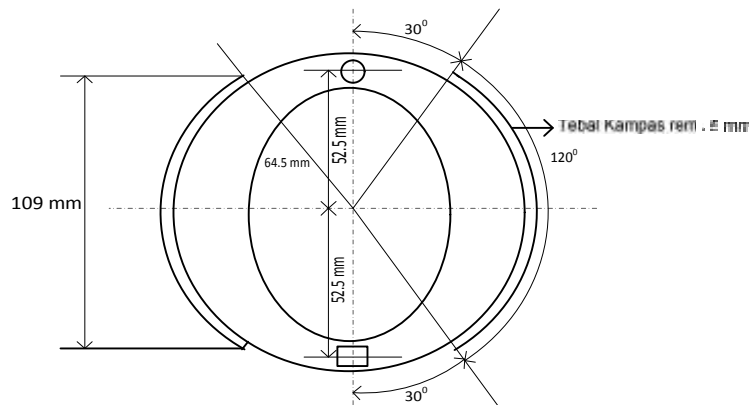
$$F_2 = F_1 \sin Q_1 = Q_1 \frac{200}{90} \frac{80}{\sqrt{95^2 + 80^2}} \cdot 90 \dots\dots\dots (2.2)$$

Gaya F_2 pada persamaan (19) menyebabkan adanya momen pada tuas rem dengan lengan momen 95 mm (jarak antara engsel tangkai rem – tuas rem dan engsel penggerak rem), lihat gambar 2.11 dan 2.12.

$$MT = F_2 \cdot 95 = Q_1 \frac{200}{90} \frac{80}{\sqrt{95^2 + 80^2}} \cdot 95 \dots\dots\dots (2.3)$$

2.3.2 Perhitungan Gaya Pengereman Tromol

Gaya pengereman atau gaya gesek rem pada sepatu rem depan (F_R) dan sepatu rem belakang (F_{RB}) terjadi akibat adanya momen torsi yang diberikan oleh tuas rem kepada engsel penggerak sepatu rem yang dapat dihitung sebagai berikut :



Gambar 2.13. Diagram Benda Bebas Gaya Pengereman Pada Sepatu Depan Dan Belakang
(Sumber : penelitian 2014)

4

Peristiwa pengereman terjadi akibat adanya gaya gesek antara sepatu rem dengan tromol rem. Gaya gesek ini mempunyai lengan ,omen terhadap titik tempuh kedua sepatu rem. Sehingga gerakan pengereman menyebabkan adanya momen gesekan dari sepatu rem yang dapat dihitung sebagi berikut :

$$M_f = \frac{f \cdot Pa \cdot b \cdot r}{\sin Qa} \cdot \left\{ (-r \cos Q_2 + r \cos Q_1) - \left(\frac{a}{2} \sin^2 Q_2 - \frac{a}{2} \sin^2 Q_1 \right) \right\} \dots\dots (2.4)$$

Keterangan persamaan :

f = koefisien gesek bahan rem

r = jari –jari tromol rem

b = lebar sepatu rem

$$F_{RD} = F_{RB} = F_R$$

Dengan demikian tekanan permukaan untuk sepatu depan dan belakang adalah

- o Sepatu depan

$$PaD = \frac{0.105.F_{RD}}{1.198 \times 10^{-4} + 6.263 \times 10^{-5}} \dots\dots\dots (2.5)$$

- o Sepatu belakang

$$PaB = \frac{0.105.F_{RB}}{1.198 \times 10^{-4} - 6.263 \times 10^{-5}} \dots\dots\dots (2.6)$$

2.3.4 Kapasitas Pengereman Total Rem Tromol

Kapasitas pada masing – masing sepatu rem yaitu rem depan dan rem belakang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

- o Untuk sepatu rem depan

$$T_D = \frac{f.P_{aD}.b_r^2}{\sin \alpha} [-\cos \alpha_2 - (-\cos \alpha_1)] \dots\dots\dots (2.7)$$

- o Untuk sepatu rem belakang

$$T_B = \frac{f.P_{aB}.b_r^2}{\sin \alpha} [-\cos \alpha_2 - (-\cos \alpha_1)] \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan demikian kapasitas pengereman total didapat dari :

$$T = T_D + T_B \dots\dots\dots (2.9)$$

2.4 Prinsip Rem Cakram

Pada dasarnya prinsip rem cakram menggunakan prinsip Hukum Pascal yaitu: bila gaya yang bekerja pada suatu penampang dari fluida, gaya tersebut akan diteruskan ke segala arah dengan besar gaya yang sama. Gaya penekanan pedal rem akan diubah menjadi tekanan fluida oleh *piston* dari master silinder. Tekanan ini dipindahkan ke kaliper melalui selang rem dan menekan pada *pad* rem untuk menghasilkan gaya pengereman.

Untuk mendapatkan data – data hubungan yang diinginkan, maka dilakukan langkah-langkah pengolahan data sebagai berikut :

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

$$K = \frac{a}{b} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan persamaan :

- a = jarak dari pedal rem ke fulcrum / tumpuan
- b = jarak dari pudhrod ke fulcrum / tumpuan

2. Persamaan yang digunakan untuk mencari gaya yang keluar dari pedal rem (Fk)

$$Fk = Q \frac{a}{b} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan persamaan :

- Fk = gaya yang dihasilkan dari pedal rem (kg)
- Q = gaya yang menekan pedal rem (kg)
- $\frac{a}{b}$ = perbandingan tuas rem

3. Persamaan untuk menghitung tekanan hidrolik (P_e) yang bangkitkan pada master silinder yaitu :

$$P_e = \frac{FK}{1/4 \cdot f \cdot d_s^2} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan persamaan :

P_e = tekanan hidrolik (kg/cm)

FK = gaya yang dihasilkan dari pedal rem (kg)

d_m = diameter silinder pada master silinder (mm)

4. Persamaan untuk mencari gaya yang menekan pedal rem (F_p) yaitu :

$$FP = p_e \times \frac{f}{4} (D_s^2) \dots\dots\dots (2.31)$$

Keterangan persamaan :

FP = gaya yang menekan pad rem (kg)

D_s = diameter silinder roda (mm)

P_e = tekanan minyak rem (kg/mm²)

5. Pesamaan untuk mencari kapasitas rem pada rem cakram .

$$T = \int_{d/2}^{D/2} 2f \cdot fp^2 \cdot dr = f \cdot f \cdot p_a \cdot d \int_{d/2}^{D/2} r \cdot dr$$

$$= \frac{f \cdot f \cdot p_a \cdot d}{8} (D^2 - d^2) \dots\dots\dots (2.13)$$

$$Fp = \int_{d/2}^{D/2} 2f \cdot p_r \cdot d_r = f \cdot p_a \cdot d \int_{d/2}^{D/2} dr$$

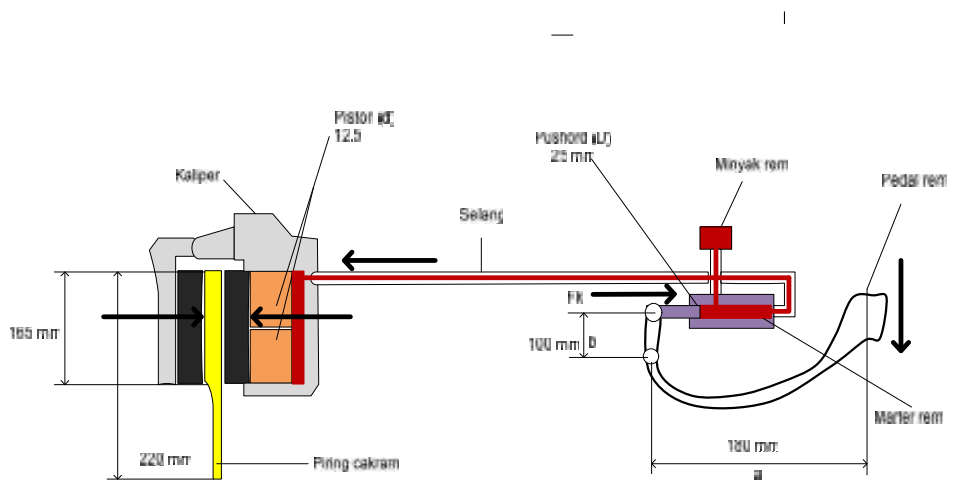
$$= \frac{f \cdot p_a \cdot d}{2} (D - d) \dots\dots\dots (2.14)$$

Dengan memasukan F ke T maka kapasitas rem dapat dihitung sebagai berikut :

$$T = \frac{Fp}{4} (D + d) \dots\dots\dots (2.15)$$

2.5 Perhitungan Kapasitas Rem Cakram

2.5.1 Perhitungan Gaya Normal Rem Cakram



Gambar 2.14. Distribusi Gaya Pengereman Cakram
Sumber : penelitian (2014)

Untuk menghitung perbandingan gaya normal rem cakram didapat dari persamaan:

$$Fp = \left(Q \frac{a}{b} \cdot \frac{D_s^2}{d_s} \right) \times 2 \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan persamaan :

- Q = beban pengereman
- a = Jarak pedal rem
- b = Jarak engsel rem
- D = Diameter pushrod
- d = Diameter piston

2.5.2 Perhitungan Kapasitas Pengereman Total Dari Rem Cakram

Untuk menghitung kapasitas pengereman dari rem cakram maka rumus yang dipakai adalah

$$T = \frac{F_p \cdot f}{4} (D + d) \times 2 \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan persamaan:

f = koefisien gesek beban rem

D = diameter silinder pushrod

d = diameter piston

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam waktu 1 bulan yang meliputi :

1. Proses Persiapan Kendaraan Motor RX King MX 135 cc
2. Pengujian Dilakukan di lab otomotif fakultas teknik universitas pattimura.

3.2. Variabel Penelitian

Adapun variabel penelitian yang dipakai yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

1. Variabel bebas adalah Kapasitas Pengereman yang dihitung melalui beban pengereman 4 kg, 6 kg, 8 kg, dan 9 kg
2. Variabel terikat adalah efisiensi pengereman

3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Kendaraan dengan spesifikasi
Tipe mesin 2 Tak, air coller
Perbandingan kompresi : 6,9 :1
Sistem pengapian : CDI
2. Stopwatch
3. Tool set
4. Meter Rol
5. Rem Tromol
6. Rem cakram.

3.4. Metode Analisa

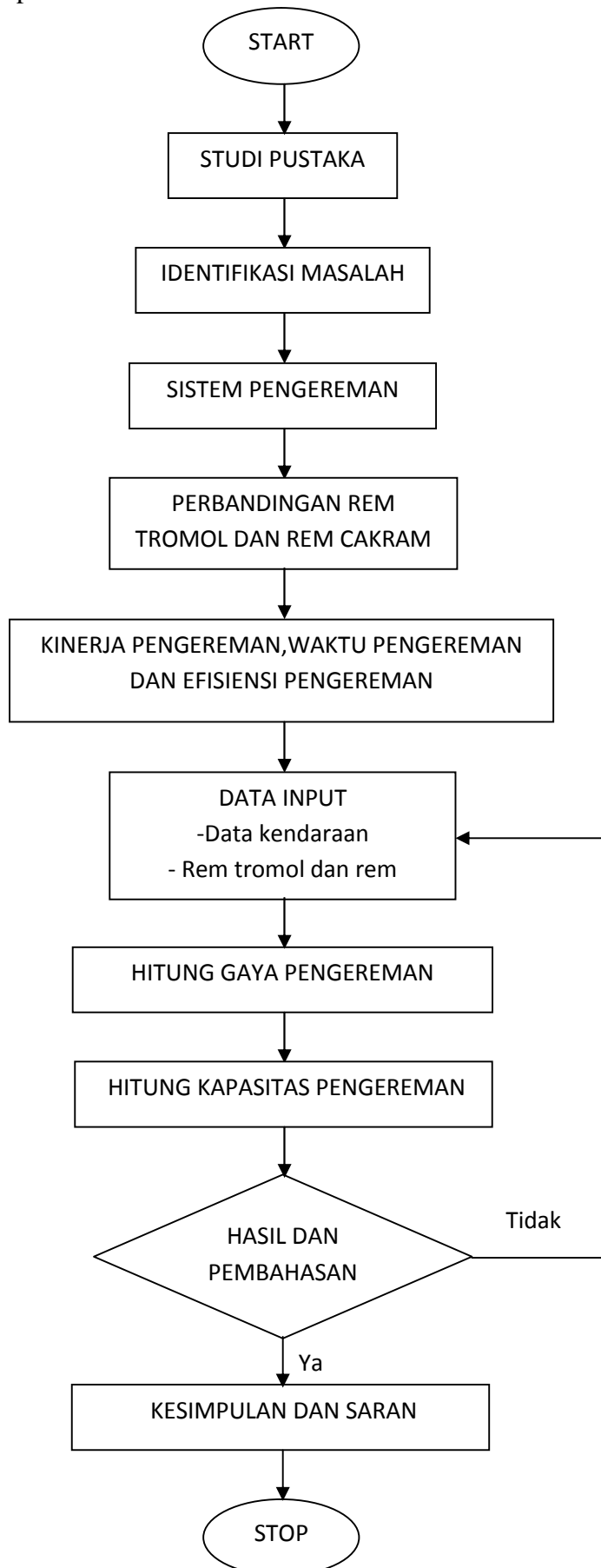
Untuk menganalisa hasil eksperimen maka digunakan metode analisi semi empiris. Data yang diperoleh dari hasil eksperimen digunakan untuk menghitung kapasitas pengereman pada motor RX KING 135 cc.

3.5. Prosedur penelitian

Adapun langkah-langkah dalam penelitian penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan data, yang selanjutnya digunakan untuk untuk menghitung kapasitas pengereman adalah :

1. Mempersiapkan kendaraan yang akan dipakai dalam penelitian, terutama sistim transmisi, sistim pengereman.
2. Membuat media untuk penempatan beban
3. Menimbang beban
4. Hidupkan dan jalankan kendaraan pada jarak tertentu sehingga ada kesempatan untuk mendapatkan kecepatan 40 km/h
5. Lakukan ulang percobaan ini dengan menggunakan variasi beban yang lain.

3.6. Diagram alir penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Data Hasil Penelitian Rem Tromol

Hasil pengujian pada rem tromol dengan beban pengereman 4 kg, 6 kg, 8 kg, dan 9 kg dengan variasi kecepatan 40 km/h, 50 km/h, 60 km/h, dan 70 km/h pada motor Yamaha RX-King 135 cc.

Tabel 4.1 Data Hasil Penelitian Pengereman Rem Tromol

Variasi Kecepatan (v) (km/h)	Waktu Saat Kendaraan Sampai di Garis Akhir (t) (s)				Jarak Pengereman (s) (m)
	Beban (F) 4 kg	Beban (F) 6 kg	Beban (F) 8 kg	Beban (F) 9 kg	
40	5.71	5.86	9.44	10.94	5
50	4.83	4.94	8.88	7.89	
60	4.59	4.42	6.74	6.05	
70	3.83	4.19	5.31	5.54	

4.1.2 Hasil Perhitungan Momen Pada Tuas Rem

Perhitungan momen pada tuas rem dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.20) dimana gaya F_2 menyebabkan adanya momen pada tuas rem dengan lengan momen (jarak antara engsel tangkai rem – tuas rem dan engsel penggerak rem) lihat gambar 2.11 dan 2.12

Table 4.2 Perhitungan Momen Pada Tuas Rem

Kode Variasi	Q (kg)	MT (kg.mm)
I	4	543.937
II	6	815.905
III	8	1087.874
IV	9	1223.858

4.1.3 Hasil Perhitungan Gaya Pengereman

Perhitungan Gaya pengereman dilakukan berdasarkan persamaan (2.22) dimana gaya gesek rem pada sepatu rem depan (F_R) dan sepatu rem belakang (F_{RB}) terjadi akibat adanya momen torsi yang diberikan oleh tuas rem kepada engsel penggerak sepatu rem.

Table 4.3 Perhitungan Gaya Pengereman

Kode Variasi	MT (kg.mm)	Jari – jari rem (mm)	F_R (kg)	F_R (N)
I	543.937	6	90.656	889.335
II	815.905	6	135.984	1334.003
III	1087.874	6	181.312	1778.671
IV	1223.858	6	203.976	2001.005

4.1.4 Hasil Perhitungan Momen Gesek Pada Sepatu Rem

Perhitungan momen gesek pada sepatu rem digunakan persamaan (2.23) dan (2.24) Peristiwa pengereman terjadi akibat adanya gaya gesek antara sepatu rem dengan tromol rem. Gaya gesek ini mempunyai lengan ,momen terhadap titik tempuh kedua sepatu rem. Sehingga gerakan pengereman menyebabkan adanya momen gesekan dari sepatu rem

Table 4.4 Perhitungan Tekanan Permukaan Pada Sepatu Depan Dan Sepatu Belakang

Kode Variasi	$F_{RD} = F_{RB} = F_R$ (N)	PaD (N/m ²)	PaB (N/m ²)
I	889.335	511868.524	1633377.208
II	1334.003	767803.075	2450066.731
III	1778.671	1023737.625	3266756.253
IV	2001.005	1151704.901	3675101.015

4.1.5 Hasil Kapasitas Pengereman Total

Perhitungan Kapasitas pengereman total dilakukan berdasarkan persamaan (2.25 dan 2.26)

Table 4.5 Perhitungan Kapasitas Pengereman Sepatu Depan Dengan Sepatu Belakang

Kode Variasi	PaD (N/m ²)	PaB (N/m ²)	TD (N.m)	TB (N.m)
I	511868.524	1633377.208	40.248	128.431
II	767803.075	2450066.731	60.371	192.645
III	1023737.625	3266756.253	80.495	256.861
IV	1151704.901	3675101.015	90.557	288.969

Dengan demikian kapasitas pengereman total adalah jumlah dari kapasitas pengereman sepatu depan dengan belakang dapat dihitung dengan persamaan (2.27)

Tabel 4.6 Perhitungan Kapasitas Pengereman Total Rem Tromol

Kode Variasi	T (N.m)
I	168.679
II	253.016
III	337.356
IV	379.526

4.1.6 Hasil Pengujian Rem Tromol

Pada pengujian rem tromol dilakukan dengan pengujian jalan untuk beban pengereman 4 kg, 6 kg, 8 kg dan 9 kg sebanyak 5 kali dengan variasi kecepatan yang berbeda-beda yaitu 40 km/h, 50 km/h, 60 km/h dan 70 km/h dengan jarak pengereman yang tetap (konstan) yaitu 5 m.

Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Rem Tromol

No.	Beban Pengereman (F) (Kg)	Kapasitas Pengereman (T) (N.m)	Kecepatan Kendaraan (V) (km/H)	Kecepatan kendaraan (V) (m/dek)	Waktu Pengereman (t) (s)	Jarak Pengereman (S) (m)	Perlambatan (a) (m/s ²)	Efisiensi Pengereman (η_p) (%)
1	4	168.679	40	11.111	5.71	5	1.946	26.448
			50	13.889	4.83		2.876	39.083
			60	16.667	4.59		3.631	49.352
			70	19.444	3.83		5.077	69.003
2	6	253.016	40	11.111	5.86	5	1.896	25.771
			50	13.889	4.94		2.812	38.213
			60	16.667	4.42		3.771	51.250
			70	19.444	4.19		4.641	63.074
3	8	337.356	40	11.111	9.44	5	1.177	15.998
			50	13.889	8.88		1.564	21.258
			60	16.667	6.74		2.473	33.609
			70	19.444	5.31		3.662	49.770
4	9	379.526	40	11.111	10.94	5	1.016	13.804
			50	13.889	7.89		1.760	23.925
			60	16.667	6.05		2.755	37.442
			70	19.444	5.54		3.510	47.704

4.1.7 Data Hasil Penelitian Rem Cakram

Hasil pengujian pada rem tromol dengan beban pengereman 4 kg, 6 kg, 8 kg, dan 9 kg dengan variasi kecepatan 40 km/h, 50 km/h, 60 km/h, dan 70 km/h pada motor Yamaha RX-King 135 cc.

Tabel 4.8 Data Hasil Penelitian Pengereman Rem Cakram

Variasi Kecepatan (v) (km/h)	Waktu Saat Kendaraan Sampai di Garis Akhir (t) (s)				Jarak Pengereman (s) (m)
	Beban (F) 4 kg	Beban (F) 6 kg	Beban (F) 8 kg	Beban (F) 9 kg	
40	5.18	5.21	7.69	8.32	5
50	4.46	4.28	6.87	6.23	
60	4.12	3.86	5.15	4.79	
70	3.25	3.61	4.06	4.18	

4.1.8 Hasil Gaya Normal Pada Rem Cakram

Perhitungan gaya normal rem cakram didapat dihitung dengan menggunakan persamaan dari persamaan (2.35)

Tabel 4.9 Perhitungan Hasil Gaya Normal Pada Rem

Q (kg)	Fp (kg)	Fp (N)
4	57.6	565.056
6	86.4	847.584
8	115.2	1130.112
9	129.6	1271.376

4.1.9 Hasil Kapasitas Pengereman Total Dari Rem Cakram

Perhitungan kapasitas pengereman dilakukan berdasarkan persamaan (2.36)

Tabel 4.10. Hasil Kapasitas Pengereman Total Dari Rem Cakram

Kode Variasi	Fp (N)	T (N.m)
I	565.056	38.071
II	847.584	57.106
III	1130.112	76.141
IV	1271.376	85.659

4.1.10 Hasil Pengujian Rem Cakram

Pengujian dilakukan dengan memvariasikan kecepatan dan beban pengerema, 40 km/h, 50 km/h, 60 km/h dan 70 km/h dengan beban pengereman 4 kg, 6 kg, 8 kg, dan 9 kg .

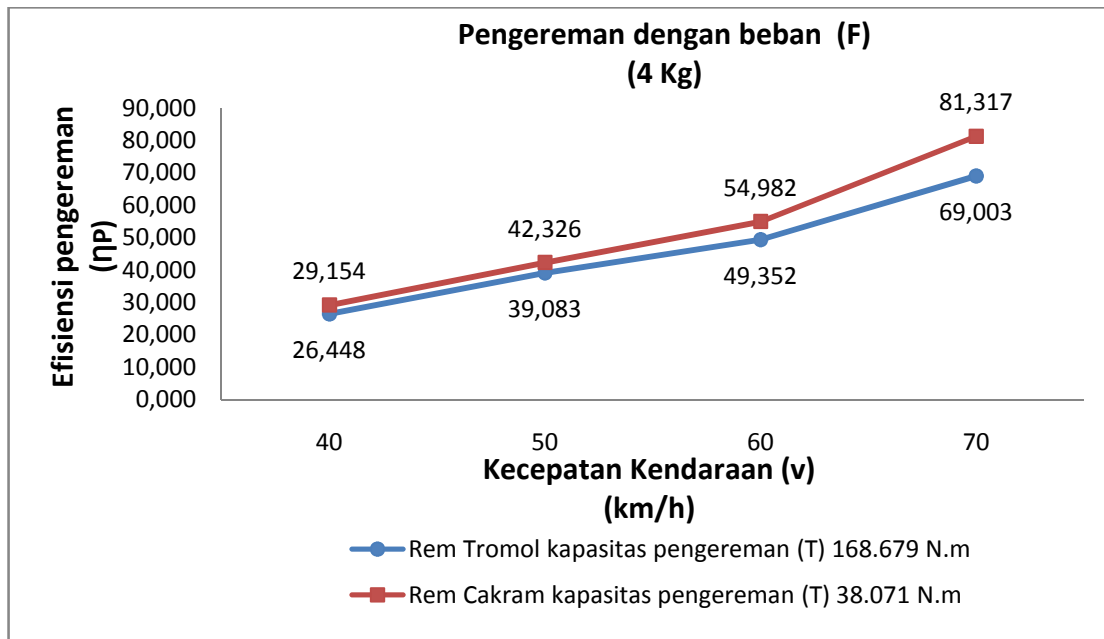
Tabel 4.11. Data Hasil Pengujian Rem Cakram

No	Beban Pengereman (F) (Kg)	Kapasitas Pengereman (T) (N.m)	Kecepatan Kendaraan (V) (km/H)	Kecepatan kendaraan (V) (m/dek)	Waktu Pengereman (t) (s)	Jarak Pengereman (S) (m)	Perlambatan (a) (m/s ²)	Efisiensi Pengereman (η_p) (%)
1	4	38.071	40	11.11	5.18	5	2.145	29.154
			50	13.89	4.46		3.114	42.326
			60	16.67	4.12		4.045	54.982
			70	19.44	3.25		5.983	81.317
2	6	57.106	40	11.11	5.21	5	2.133	28.986
			50	13.89	4.28		3.245	44.106
			60	16.67	3.86		4.318	58.686
			70	19.44	3.61		5.386	73.208
3	8	76.141	40	11.11	7.69	5	1.445	19.638
			50	13.89	6.87		2.022	27.478
			60	16.67	5.15		3.236	43.986
			70	19.44	4.06		4.789	65.094
4	9	85.659	40	11.11	8.32	5	1.335	18.151
			50	13.89	6.23		2.229	30.300
			60	16.67	4.79		3.479	47.291
			70	19.44	4.18		4.652	63.225

4.2 Pembahasan

Hasil pengujian dengan memvariasikan kecepatan kendaraan (v) dengan menggunakan rem tromol dan rem cakram terlihat adanya peningkatan nilai efisiensi pada beban pengereman yang sama untuk kedua jenis rem.

4.2.1 Pengujian kapasitas pengereman dan variasi kecepatan pada beban 4 kg

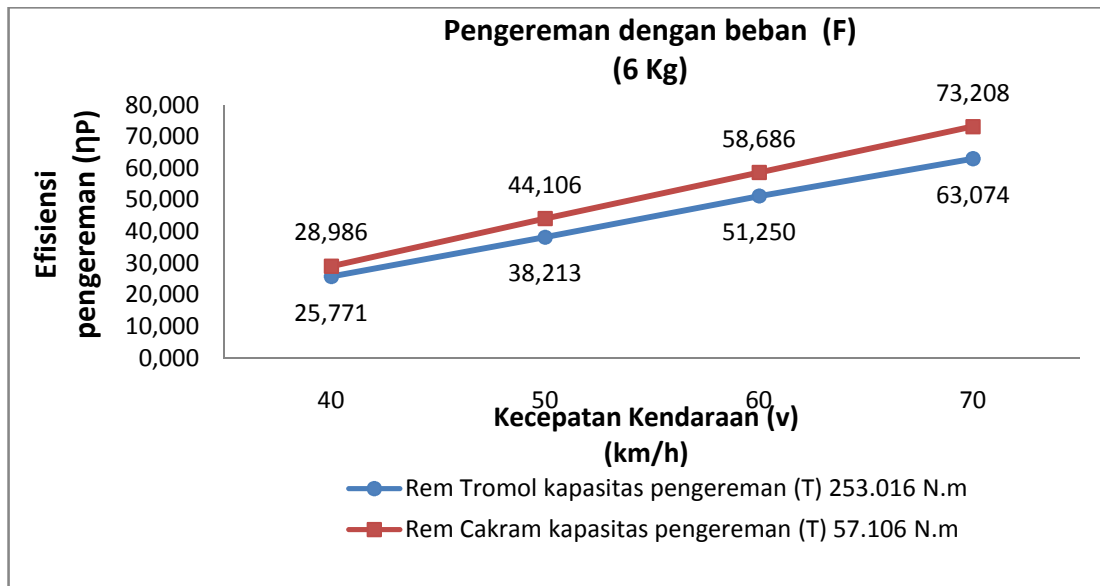


Gambar 4.1 grafik kapasitas pengereman dan variasi kecepatan pada beban 4 kg

Grafik 4.1 menjelaskan bahwa pengujian pada rem tromol dengan kapasitas pengereman 168.679 N.m dengan kecepatan 40 km/h mempunyai nilai efisiensi pengereman yang kecil = 26.448 . Sedangkan pada kecepatan 70 km/h mempunyai efisiensi pengereman yang besar = 69.003.

Untuk pengujian pada rem cakram dengan kapasitas pengereman 38.071 N/m dengan kecepatan 40 terlihat bahwa nilai efisiensi pengereman = 29.154 sabilknya dengan kecepatan 70 nilai efisiensi pegeremannya besar = 81.317.

4.2.2 Pengujian kapasitas pengereman dan variasi kecepatan pada beban 6 kg

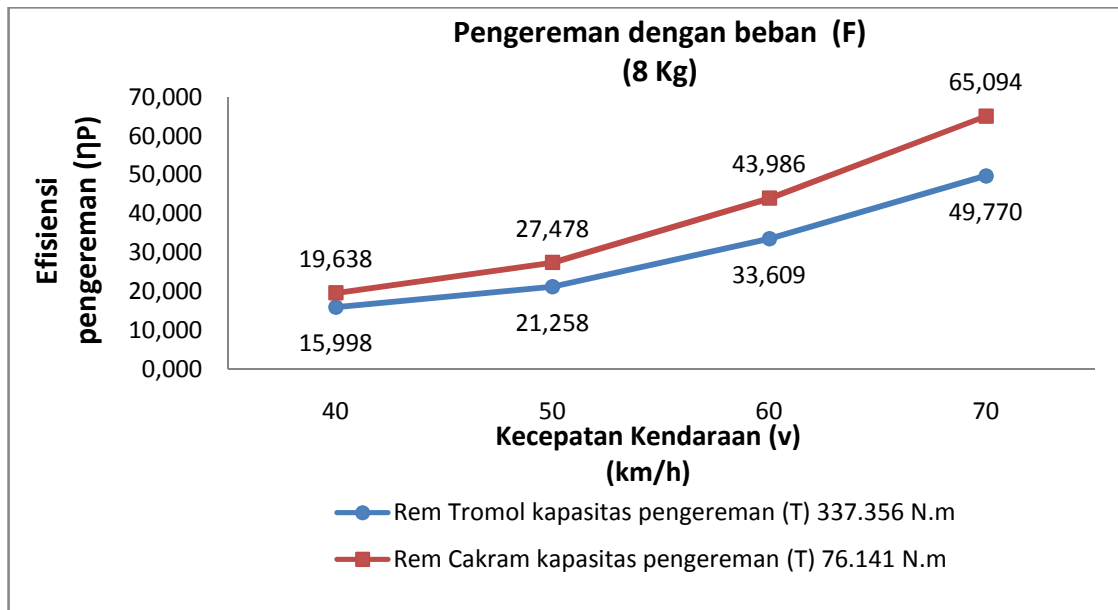


Gambar 4.2 grafik kapasitas pengereman dan variasi kecepatan pada beban 6 kg

Grafik 4.2 ini mempunyai kurva yang berbeda dengan grafik 1 . pada grafik ini mempunyai keseluruhan kenaikan efisiensi pengereman . hal ini juga disebabkan oleh kecepatan kendaraan dan beban pengereman yang diberikan.

Hasil pengujian rem tromol dengan kapasitas 253.016 N/m dengan kecepatan 40 km/h mempunyai efisiensi pengereman yang kecil = 25.771 sebaliknya dengan kecepatan 70 km/h nilai efisiensi pengereman meningkat = 63.074 sedangkan pengujian rem cakram dengan kapasitas pengereman 57.106 N/m dengan kecepatan 40 menghasilkan efisiensi pengereman 28.986 . untuk efisiensi yang lebih besar = 73.208 terjadi pada kecepatan 70 km/h.

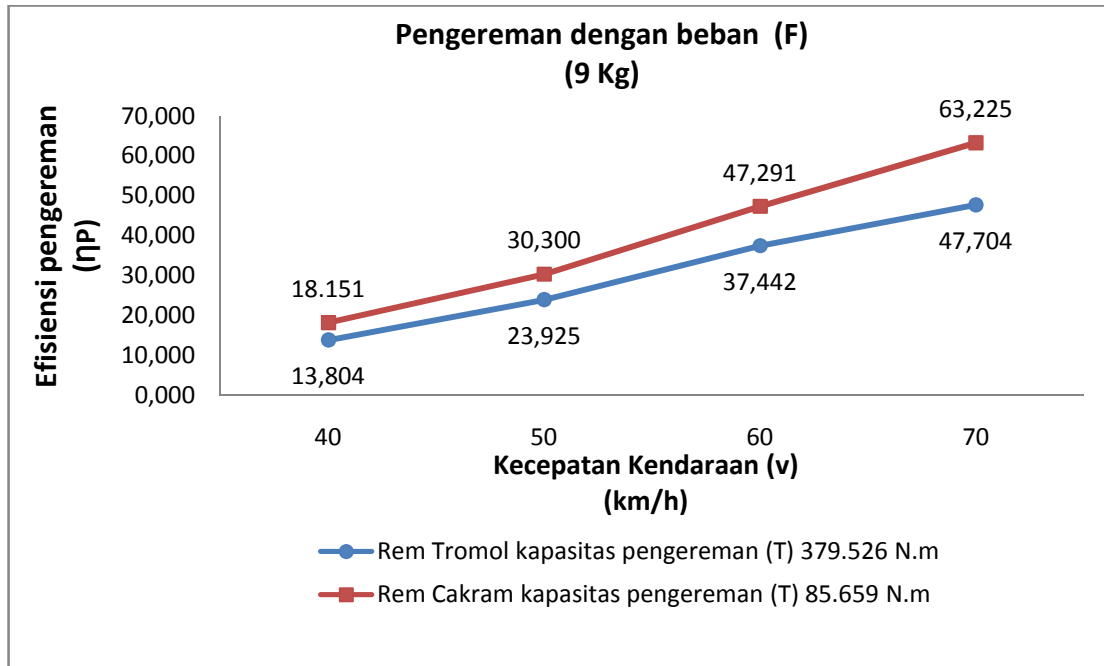
4.2.3 Pengujian kapasitas pengereman dan variasi kecepatan pada beban 8 kg



Gambar 4.3 grafik kapasitas pengereman dan variasi kecepatan pada beban 8 kg

Grafik 4.3 menunjukkan bahwa efisiensi pengereman pada beban 8 kg dengan kapasitas pengereman 337.356 (untuk tromol) dan 76.141 (rem cakram) mempunyai kurvan cenderung naik, hal ini di sebabkan karna beban pengereman yang lebih besar dan kecepatan pengereman yang lebih besar. terlihat kecepatan 40 km/h efisiensi pengereman pada rem tromol dan rem cakram lebih kecil yaitu 15.998 dan 19.638 sedangkan pada kecepatan 70 km/h efisiensi pengeremanya sangat besar yaitu 49.770 dan 65.094.

2.2.4 Pengujian kapasitas pengereman dan variasi kecepatan pada beban 9 kg



Gambar 4.4 grafik kapasitas pengereman dan variasi kecepatan pada beban 9 kg

Pengujian yang terakhir digunakan dengan beban pengereman sebesar 9 kg untuk kapasitas pengereman untuk rem tromol 379.526 dengan kecepatan 40 km/h mempunyai efisiensi pengereman 13.804 sedangkan pada kecepatan 70 km/h nilai efisiensi pengereman semakin besar 47.704.

Pengujian rem cakram digunakan kapasitas pengereman sebesar 85.659 N.m dengan kecepatan 40 km/h diperoleh efisiensi pengereman yang kecil 18.151 sedangkan kecepatan 70 km/h mempunyai nilai efisiensi pengereman yang lebih besar yaitu 63.225.

Dari keempat grafik di atas dapat dilihat bahwa efisiensi pengereman rem cakram lebih besar dari pada rem tromol sehingga pada pengereman dengan beban 4 kg , 6 kg, 8 kg, dan 9 kg efisiensi yang terbesar adalah rem cakram. Dengan semakin naiknya kecepatan kendaraan maka semakin tinggi juga efisiensi pengereman kendaraan tersebut. Demikian juga dengan semakin naiknya beban pengereman maka semakin naik pula efisiensi pengereman. Rem tromol memiliki kapasitas pengereman lebih besar dari rem cakram untuk semua beban yang divariasikan. Walaupun rem cakram mempunyai kapasitas kecil namun mempunyai kemampuan pengereman lebih baik dibandingkan dengan rem tromol.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dengan memvariasikan beban pengereman dan kecepatan awal kendaraan yang telah diuraikan, maka dihasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil kalkulasi melalui penguraian beban rem pada pedal sampai pada komponen bergesekan mendapatkan kapasitas rem tromol lebih besar dari kapasitas rem cakram. Beban 4 kg kapasitas rem tromol 168,679 N.m dan rem cakram 38,071 N.m, beban 6 kg kapasitas rem tromol 253,016 N.m dan rem cakram 57,106 N.m, beban 8 kg kapasitas rem tromol 337,356 N.m dan rem cakram 76,141 N.m serta beban 9 kg kapasitas rem tromol 379,526 N.m dan rem cakram 85,659 N.m.
2. Kapasitas pengereman dan kecepatan sangat berpengaruh terhadap efisiensi pengereman. Hasil pengujian dengan menggunakan beban pengereman yang konstan mendapatkan kapasitas rem cakram mempunyai efisiensi lebih tinggi dari kapasitas rem tromol. Dengan demikian kapasitas yang dihasilkan oleh rem cakram mempunyai kemampuan untuk menyerap beban inersia komponen berputar lebih baik dari rem tromol. Ketika memvariasikan kecepatan awal 40 km/h s/d 70 km/h diperoleh, semakin besar kecepatan awal kendaraan yang diterapkan pada rem tromol dan rem cakram, terjadi peningkatan efisiensi. Peningkatan ini disebabkan koefisien a/g semakin meningkat pada kecepatan awal kendaraan yang lebih tinggi. Ketika beban ditingkatkan pada kecepatan awal kendaraan konstan, maka kapasitas rem tromol maupun kapasitas rem cakram mengalami penurunan efisiensi pengereman. Penurunan ini disebabkan oleh, tidak dioperasikan rem roda depan, sehingga semua beban inersia komponen berputar dari kendaraan hanya diserap oleh rem roda belakang.

5.1 Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan mengenai pengujian rem tromol dan rem cakram maka saran yang dapat diberikan yaitu :

1. Perlu adanya perawatan terhadap bagian-bagian rem.
2. Pengendara harus memperhatikan laju kendaraan agar tetap terjaga dengan baik terutama pada sistem pengereman.