

**ANALISIS BENTUK MODEL PIRINGAN CAKRAM TERHADAP JARAK
DAN WAKTU Pengereman**



**DANDY MISWAR
5315134481**

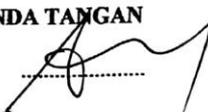
**Skripsi Ini Ditulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN VAKSIONAL TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

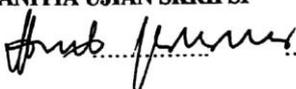
Judul : Analisis Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Jarak
Dan Waktu Pengereman
Nama : Dandy Miswar
No. Registrasi : 5315134481

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<u>Ahmad Kholil, ST., MT.</u> NIP. 197908312005011001 (Dosen Pembimbing I)		6/2 2018
<u>Dr. Darwin Rio Budi Svaka</u> NIP. 197604222006041001 (Dosen Pembimbing II)		6/2 2018

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

Dr. Eng. Agung Premono, MT.
NIP.197705012001121002
(Ketua)

 6/2 2018

Drs. Ratu Amalia Avianti, M.Pd.
NIP.196506161990032001
(Sekretaris)

 6/2-2018

Dr. Imam Basori, MT.
NIP.197906072008121003
(Dosen Ahli)

 6/2/2018

Tanggal Lulus : 2 Februari 2018

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dandy Miswar

No. Registrasi : 5315134481

Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 18 September 1995

Alamat : Jalan Pancawarga 3 RT 13/05 No. 12 Cipinang Besar Selatan,
Jatinegara, Jakarta Timur

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi yang berjudul **“Analisis Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Jarak dan Waktu Pengereman”**
2. Karya tulis ilmiah ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing.
3. Karya tulis ilmiah ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis tercantum sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Jakarta , Januari 2018

Yang Membuat Pernyataan



Dandy Miswar

5315134481

ABSTRAK

Dandy Miswar, *Analisis Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Jarak dan Waktu Pengereman*. Skripsi, Jakarta: Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Januari 2018

Peneliti melakukan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bentuk model piringan cakram terhadap jarak dan waktu pengereman.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Parameter yang di uji adalah jarak dan waktu pengereman. Dengan menggunakan alat uji pengereman sesuai dengan acuan SNI 4404:2008. Piringan cakram yang digunakan adalah model A (luas permukaannya $21665,149 \text{ mm}^2$ dan momen inersia massanya $0,741 \text{ kg.m}^2$), model B (luas permukaannya $12215,546 \text{ mm}^2$ dan momen inersia massanya $0,551 \text{ kg.m}^2$), model C (luas permukaannya $12124,12 \text{ mm}^2$ dan momen inersia massanya $0,548 \text{ kg.m}^2$), model D (luas permukaannya $8873,459 \text{ mm}^2$ dan momen inersia massanya $0,521 \text{ kg.m}^2$).

Hasil penelitian yang didapat adalah Model A memiliki jarak pengereman terbaik dan waktu pengereman tersingkat. Pada kecepatan 20 km/jam dengan tekanan pengereman 30 bar menghasilkan jarak pengereman 2,764 meter dan waktu pengereman 1,328 detik. Pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan pengereman 30 bar menghasilkan jarak pengereman 7,04 meter dan waktu pengereman 2,072 detik. Pada kecepatan 40 km/jam dengan tekanan pengereman 30 bar menghasilkan jarak pengereman 14,05 meter dan waktu pengereman 2,916 detik.

Kata Kunci : variasi bentuk model piringan, rem cakram, jarak dan waktu pengereman

ABSTRACT

Dandy Miswar, *Influence Analysis of Disk Disc Form For Distance and Braking Time. Thesis, Jakarta: Mechanical Engineering Education Study Program, Faculty of Engineering, Jakarta State University, January 2018*

The researcher did this to know the influence of variation of disk disc model form to distance and braking time.

The method used in this research is experimental method. The parameters in the test are the distance and the braking time. By using braking test equipment in accordance with the reference of SNI 4404: 2008. The disc disk used is model A (surface area 21665,149 mm² and its inertia mass moment is 0.741 kg. m²), model B (its surface area is 12215.546 mm² and its inertia mass is 0.551 kg. m²), model C (surface area 12124.12 mm² and its inertia mass moment is 0.548 kg. m²), model D (its surface area is 8873,459 mm² and its inertia mass is 0.521 kg. m²).

The results obtained are Model A has the best braking distance and the shortest braking time. At a speed of 20 km / h with a braking pressure of 30 bar produces a braking distance of 2.764 meters and a braking time of 1.328 seconds. At a speed of 30 km / h with a braking pressure of 30 bar produces a distance of 7.04 meters of braking and 2.072 seconds of braking time. At a speed of 40 km / h with a braking pressure of 30 bar produces a braking distance of 14.05 meters and a braking time of 2.916 seconds.

Keywords: variation of the shape of the disc model, disc brakes, distance and braking time

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat, Karunia dan Hidayah Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Analisa Pengaruh Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Jarak dan Waktu Pengereman”. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Teknik Mesin pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ahmad Kholil, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta dan juga selaku Dosen Pembimbing I.
2. Bapak Dr. Darwin Rio Budi Syaka selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan yang sangat baik, dan semangat kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Drs. H. Syamsuir selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan selama perkuliahan
4. Staff Laboratorium Otomotif Teknik Mesin UNJ yang telah banyak membantu saya dalam melaksanakan skripsi ini.

5. Ibu Elly Hakraini yang telah memberikan dukungan moril maupun materil dan doa yang terbaik.
6. Keluarga Teknik Mesin Kelas C Reguler 2013 yang selalu memberikan semangat dan dukungan serta selalu ada saat susah maupun senang.
7. Seluruh teman-teman Teknik Mesin UNJ, terutama angkatan 2013 yang telah memberikan semangat dan dukungan.
8. Seluruh pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang telah turut serta membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Untuk itu saya mohon maaf apabila terdapat kesalahan baik dari segi isi ataupun tulisan dan baik yang disengaja ataupun tidak disengaja. Akhir kata saya berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi diri saya sendiri dan umumnya bagi para pembaca.

Jakarta, Januari 2018

Penulis

Dandy Miswar

5315134481

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Rumusan Masalah	3
1.5. Tujuan Penelitian	3
1.6. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Sistem Pengereman	5
2.2. Klasifikasi Pengereman.....	6
2.3. Prinsip Rem Hidrolik	18
2.4. Waktu dan Jarak Pengereman	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	22
3.3. Diagram Alir Penelitian	24
3.4. Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data.....	32
3.5. Teknik Analisis Data	34
BAB IV HASIL PENELITIAN	
4.1. Deskripsi Hasil Penelitian	35
4.2. Data Hasil Penelitian.....	35
4.2.1. Hasil Pengujian Jarak Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Pada Kecepatan 20 km/jam	35
4.2.2. Hasil Pengujian Jarak Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Pada Kecepatan 30 km/jam	37
4.2.3. Hasil Pengujian Jarak Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Pada Kecepatan 40 km/jam	39

4.2.4. Hasil Pengujian Waktu Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Pada Kecepatan 20 km/jam.....	41
4.2.5. Hasil Pengujian Waktu Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Pada Kecepatan 30 km/jam	43
4.2.6. Hasil Pengujian Waktu Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Pada Kecepatan 40 km/jam	45
4.2.7. Hasil Pengujian Perlambatan Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram	47
4.3. Analisis Data Penelitian	48
4.3.1. Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram dan Pembahasan Terhadap Jarak Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam	48
4.3.2. Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram dan Pembahasan Terhadap Jarak Pengereman Pada Kecepatan 30 km/jam	51
4.3.3. Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram dan Pembahasan Terhadap Jarak Pengereman Pada Kecepatan 40 km/jam	53
4.3.4. Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram dan Pembahasan Terhadap Waktu Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam	55
4.3.5. Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram dan Pembahasan Terhadap Waktu Pengereman Pada Kecepatan 30 km/jam	57
4.3.6. Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram dan Pembahasan Terhadap Waktu Pengereman Pada Kecepatan 40 km/jam	59
4.3.7. Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram dan Pembahasan Terhadap Perlambatan Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam	

.....	61
4.3.8. Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram dan Pembahasan Terhadap Perlambatan Pengereman Pada Kecepatan	30 km/jam
.....	63
4.3.9. Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram dan Pembahasan Terhadap Perlambatan Pengereman Pada Kecepatan	40 km/jam
.....	65
4.4.Pembasan	67
4.4.Aplikasi Hasil Penelitian.....	68

BAB V KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran.....	70

DAFTAR PUSTAKA

RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil Uji Jarak Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam	37
Tabel 4.2. Hasil Uji Jarak Pengereman Pada Kecepatan 30 km/jam	39
Tabel 4.3. Hasil Uji Jarak Pengereman Pada Kecepatan 40 km/jam	41
Tabel 4.4. Hasil Uji Waktu Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam.....	43
Tabel 4.5. Hasil Uji Waktu Pengereman Pada Kecepatan 30 km/jam.....	45
Tabel 4.6. Hasil Uji Waktu Pengereman Pada Kecepatan 40 km/jam.....	47
Tabel 4.7. Hasil Uji Nilai Perlambatan Pengereman	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Rem Tromol	8
Gambar 2.2.	Bagian Utama Komponen Sistem Rem Cakram	9
Gambar 2.3.	Tipe Single Piston	11
Gambar 2.4.	Tipe Single Piston	12
Gambar 2.5.	Bagian-bagian Rem Cakram	12
Gambar 2.6.	Bagian-bagian Rem Cakram Tuas Rem	13
Gambar 2.7.	Master Silinder	14
Gambar 2.8.	Master Silinder Kaliper	14
Gambar 2.9.	Pad Rem	15
Gambar 2.10.	Piringan Cakram.....	16
Gambar 2.11.	Rem Cakram.....	16
Gambar 2.12.	Rem Cakram bagian Kaliper	36
Gambar 3.1.	Tempat Pengujian.....	21
Gambar 3.2.	Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.3.	Piringan Cakram Model A	24
Gambar 3.4.	Piringan Cakram Model B	25
Gambar 3.5.	Piringan Cakram Model C	25
Gambar 3.6.	Piringan Cakram Model D	26
Gambar 3.7.	Cara Menentukan Momen Inersia Massa.....	27
Gambar 3.8.	Alat Uji Pengereman	30
Gambar 3.9.	Diagram Alir Alat Pengujian.....	31
Gambar 3.10.	Sketsa Terjadinya Pengereman	33
Gambar 4.1.	Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Jarak Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam	49
Gambar 4.2.	Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Jarak Pengereman Pada Kecepatan 30 km/jam	52
Gambar 4.3.	Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Jarak Pengereman Pada Kecepatan 40 km/jam	54
Gambar 4.4.	Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Waktu Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam	57
Gambar 4.5.	Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Waktu Pengereman Pada Kecepatan 30 km/jam	59
Gambar 4.6.	Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Waktu Pengereman Pada Kecepatan 40 km/jam	61
Gambar 4.7.	Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Perlambatan Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam	64
Gambar 4.8.	Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Perlambatan Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam	66
Gambar 4.9.	Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Perlambatan Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Acuan Uji Pengereman Menurut SNI.....	73
---	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pada peristiwa yang sering kita dengar adanya kecelakaan yang terjadi di jalan pada kendaraan sepeda motor adalah akibat rem yang tidak bekerja dengan baik. Rem merupakan salah satu komponen pada kendaraan yang harus ada dan bekerja dengan baik karena menyangkut keselamatan pengendara dan orang lain.¹

Banyak masyarakat yang kurang menyadari bahwa kendaraan yang dimiliki pengemernya telah berkurang dan sudah tidak maksimal. Terkadang masih ada masyarakat yang menggunakan kendaraan bermotor tetapi kurang memahami tentang sistem pengereman, komponen rem dan cara merawat rem dengan benar serta cara memaksimalkan pengereman. Padahal hal ini sangat penting agar pengguna kendaraan dapat memaksimalkan sistem rem tersebut dan tetap aman dalam berkendara.

Ada banyak cara untuk memaksimalkan pengereman, diantaranya dengan memperhatikan bentuk model pada piringan cakram. Bentuk model piringan cakram diduga berpengaruh terhadap parameter pengereman yaitu pada waktu pengereman, perlambatan, dan jarak pengeremannya. Parameter

¹ Sukamto, Analisis Keausan Kampas Rem Pada Sepeda Motor (Yogyakarta: Teknik Mesin Universitas Janabadra, 2012) h.31

ini belum ada yang meneliti maka dengan alasan inilah peneliti untuk meneliti.

Untuk mengoptimalkan rem ada beberapa komponen yang harus diperhatikan; Sukamto, menganalisis keausan rem pada sepeda motor. Ambo Intang, menganalisis studi pengaruh tekanan pengereman dan kecepatan putar roda terhadap parameter pengereman pada rem cakram dengan berbasis variasi kanvas. Padahal proses pengereman yang merupakan perubahan energi mekanik menjadi panas, proses transfer panasnya dilakukan oleh piringan. Namun belum ada peneliti yang secara khusus meneliti mengenai piringan cakram.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini mengambil judul : “Analisis Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Jarak dan Waktu Pengereman.”

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian di latar belakang masalah, maka dapat dijabarkan beberapa masalah dalam penelitian ini yakni:

1. Jenis model permukaan apa yang baik atau optimal pada piringan cakram?
2. Apakah dengan variasi bentuk model piringan cakram mempengaruhi waktu dan jarak pengereman?
3. Jenis sepeda motor apa yang digunakan dalam penelitian ini?

4. Bagaimana cara mengambil data dalam proses pengujian?

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian yang akan dilakukan tidak terlalu menyimpang dan terlalu luas maka perlu adanya pembatasan masalah, antara lain:

1. Pengujian yang digunakan adalah variasi bentuk model piringan cakram.
2. Material piringan cakram diabaikan.
3. Kecepatan pengujian yang dilakukan adalah 20 km/jam, 30 km/jam, dan 40 km/jam.
4. Tekanan pengereman yang diberikan tiap kecepatan adalah 10 bar, 20 bar, dan 30 bar.
5. Pengujian dilakuakn dengan alat uji pengereman yaitu sepeda motor Supra X 125 R CW dengan menggunakan rem cakram belakang menurut SNI 4404:2008 untuk kategori kendaraan bermotor L3 menurut SNI 09-1825-2002.

1.4. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, dan pembatasan masalah di atas maka perumusan masalah yang diangkat adalah, “Apakah bentuk model piringan cakram berpengaruh terhadap jarak dan waktu pengereman?”

1.5. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui bentuk model piringan cakram manakah yang menghasilkan jarak pengereman terbaik?
2. Mengetahui bentuk model piringan cakram manakah yang memiliki waktu tersingkat?
3. Mengetahui bentuk model piringan cakram manakah yang menghasilkan nilai perlambatan terbaik?

1.6. Manfaat penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Pengembangan Akademis

1. Dengan penelitian ini penulis dapat menerapkan ilmu dan pengetahuan yang telah dipelajari sehingga dapat mengetahui secara teknis tentang pengereman pada sistem rem cakram.
2. Penulis dapat memberikan hasil penelitian yang telah dilakukan, dan diharapkan akan dapat menambah pengetahuan ilmu dibidang otomotif, khususnya tentang pengereman.

b. Pengembangan Industri

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada dunia industri otomotif, khususnya tentang sistem pengereman, yang pada akhirnya dapat bermanfaat untuk kemajuan dunia industri dan teknologi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Pengereman

Tujuana dipasang rem pada kendaraan untuk menuruti kemauan pengemudi dalam mengurangi kecepatan, berhenti atau memarkir kendaraan pada jalan yang mendaki, dengan kata lain melakukan kontrol terhadap kecepatan kendaraan untuk menghindari kecelakaan dan merupakan alat pengaman yang berguna untuk mengentikan kendaraan secara berskala. Menurut Daryanto (2004) mengatakan bahwa rem merupakan bagian terpenting pada kendaraan saat kita berada di jalan yang padat atau ramai maupun jalan yang kurang kendaraan.

Peralatan ini sangat penting pada kendaraan dan berfungsi sebagai alat keamanan dan menjamin keamanan pengendara. Fungsi rem pada kendaraan adalah untuk memperlambat dan menghentikan kendaraan dalam jarak dan waktu yang memadai dengan cara terkendali dan terarah.²

Kendaraan tidak dapat berhenti dengan segera apabila mesin dibebaskan (tidak dihubungkan) dengan pemindahan daya, kendaraan

² Yanuar. Analisis Gaya Pada Rem Cakram Untuk Kendaraan Roda Empat (Jakarta: Teknik Mesin Universitas Gunadarma, 2010) h.8

cenderung tetap bergerak. Kelemahan ini harus dikurangi yang bertujuan untuk menurunkan kecepatan gerak kendaraan hingga berhenti dengan menggunakan rem. Prinsip sistem pengereman adalah perubahan energi kinetik menjadi energi panas untuk menghentikan putaran roda kendaraan.³ Sistem rem yang baik adalah sistem rem yang jika dilakukan pengereman baik dalam kondisi apapun pengemudi tetap dapat mengendalikan arah dari laju kendaraannya.

Adapun rem yang digunakan untuk kendaraan harus memenuhi syarat – syarat sebagai berikut :

1. Dapat bekerja dengan cepat dan tepat
2. Kemampuan pengereman dapat dipercaya.
3. Gaya pengereman pada setiap roda harus sama.
4. Sederhana dan pemeliharaannya mudah.⁴

2.2. Klasifikasi Pengereman

Sistem pengereman pada sepeda motor diklasifikasikan sebagai berikut :

- Tipe Rem Cakram
- Tipe Rem Tromol⁵

2.2.1. Rem Tromol

Rem tromol terdiri dari sepasang kampas rem yang terletak pada backplate yang tetap (tidak ikut berputar bersama tromol

³ PT. Astra Honda Motor, Buku Pelatihan Mekanik Tingkat 2 (Jakarta: 2010) h.45

⁴ Bagyo Suchyo, Darmanto, dan Soemarsono, Otomotif Mesin Tenaga (Surakarta : Tiga Serangkai, 1997), h.144.

⁵ Ibid, h.45

roda). Pada rem tromol pengereman diperoleh dari kampas rem yang menekan tromol bagian dalam yang berputar bersamaan dengan roda. Pada saat tuas rem tidak ditekan sepatu rem dengan tromol tidak saling kontak, tetapi pada saat tuas rem ditekan lengan rem memutar cam pada sepatu rem sehingga kampas rem menjadi mengembang dan bergesekan dengan tromol yang mengakibatkan putaran tromol melambat dan berhenti. Gesekan antara kampas rem dan tromol dipengaruhi oleh temperatur kampas rem tersebut, gesekan akan berkurang dan gaya pengereman ikut menurun ketika kampas rem menjadi panas.⁶

Keuntungan dan kerugian rem tromol adalah sebagai berikut:

- Keuntungan

Rem tromol digunakan untuk kendaraan yang memerlukan kerja ekstra dalam pengereman. Contoh: kendaraan operasional seperti bis, truk, minibus, dsb. Jadi rem tromol dapat digunakan pada beban angkut yang berat.⁷

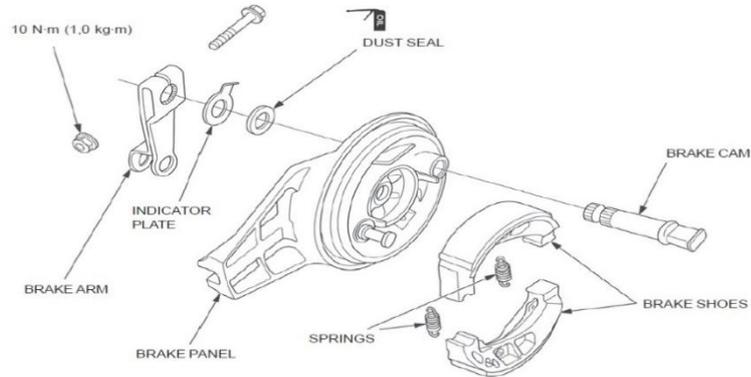
- Kekurangan

Rem tromol masih menerapkan sistem tertutup dalam prosesnya. Dengan sistem ini membuat partikel kotoran pada ruang tromol tersebut menggumpal didalam tromol. Jadi untuk

⁶ PT. Toyota Astra Motor, New Step 1 Training Manual (Jakarta: 2003) h.571

⁷ AT Nugraha, Pengaruh Fraksi Berat al_2O_3 Dan $al-si$ Terhadap Kekerasan Dan Stuktur Mikro Material Sepatu Rem Hasil Pengecoran Injeksi Bertekanan (Semarang: Teknik Mesin Universitas Diponegoro, 2013) h.7

perawatan membersihkannya harus membuka roda agar rem tromol dapat dibersihkan dari debu dan kotoran.⁸



Gambar 2.1 Rem Tromol⁹

Gangguan yang biasa terjadi pada rem tromol adalah sebagai berikut:

1. Daya pengereman lemah.

- Rem tidak disetel dengan benar
- Kampas rem dan tromol aus
- Kampas rem kotor.¹⁰

2. Pedal lambat atau terlalu keras untuk kembali pada posisi semula.

- Terjadi keausan pada sepatu rem dengan cam
- Terjadi kerenggangan berlebihan antara lengan rem dengan cam

⁸ Ibid, h.7

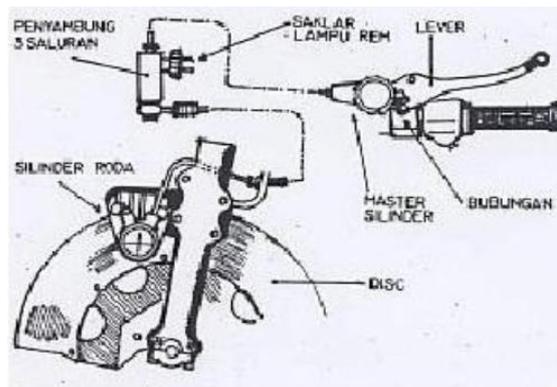
⁹ PT. Astra Honda Motor, Honda Technical Service (Jakarta: 2000) hal.129

¹⁰ RH Putra, Prediksi Umur Teknis Sistem Rem Tromol Pada Sepeda Motor (Studi Kasus Honda Supra X 125) (Semarang: Teknik Mesin Universitas Diponegoro, 2013) h.26

- Terjadi keausan pada pegas pengembali
 - Penyetelan rem kurang tepat.¹¹
3. Terjadinya bunyi pada saat pengereman.
- Terjadi keausan pada kampas rem
 - Terjadi keausan pada tromol
 - Kampas rem dan tromol yang kotor.¹²

2.2.2. Rem Cakram

Rem cakram atau rem piringan terdiri dari master rem, kaliper dan piringan. Piringan bisa dibuat padat atau dengan memakai lubang pendingin pada bagian tengahnya (Daryanto: 2004: 181). Untuk menjepit piringan rem cakram menggunakan tekanan *hydraulic*, agar dapat menghasilkan tenaga yang cukup kuat dan efisien.¹³



Gambar 2.2 Bagian Utama Komponen Sistem Rem Cakram

¹¹ Ibid, h.26

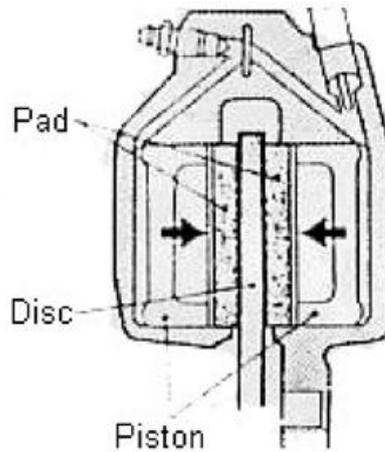
¹² Ibid, h.26

¹³ PT. Toyota Astra Motor, New Step 1 Training Manual (Jakarta: 2003) h.577

Piringan tersebut berputar bersama dengan roda dan berfungsi untuk menerima tekanan gesekan dari kampas rem. Rem cakram terdapat berbagai macam tipe, diantaranya adalah:

1) Tipe *Opposed Piston* (tipe tetap)

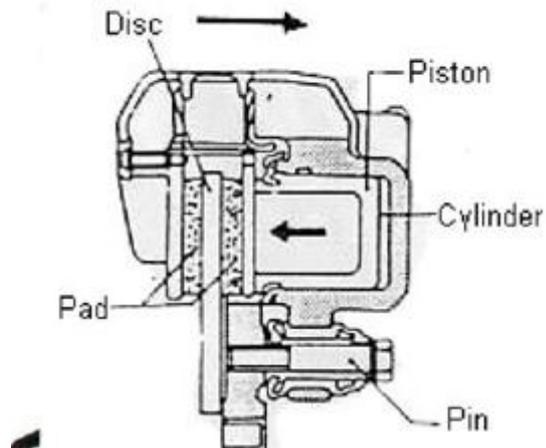
Rem tipe ini menggunakan 2 *piston* yang terletak di sisi kanan dan kiri kaliper. Pada tiap – tiap *piston* tersebut terdapat *pad* rem yang akan bergesekan dengan piringan. Kedua *piston* tersebut bekerja bersamaan jika mendapat tekanan hidrolis dari master silinder. *Pad* yang terletak di depan *piston* akan bergerak dan bergesekan dengan piringan, jika persentuhannya baik maka tuas rem tidak dapat ditekan kembali. Bersamaan dengan itu *piston* juga akan menyeret ring karet (*rubber ring*). Bila tekanan hidrolis hilang, posisi *piston* akan kembali dengan adanya tenaga reaksi dari ring karet sehingga akan kembali semula, akibatnya kerenggangan antara *pad* dan piringan selalu tetap terjaga. Keunggulan tipe ini sangat stabil dalam pengereman, tetapi mempunyai konstruksi yang lebih sulit dibandingkan dengan tipe *Single Piston* (Materi Pelajaran Chassis, Toyota Step 2: 4 – 29).



Gambar 2.3 Tipe *Opposed Piston* (Materi Pelajaran Chassis, Toyota Step 2: 4 – 29)

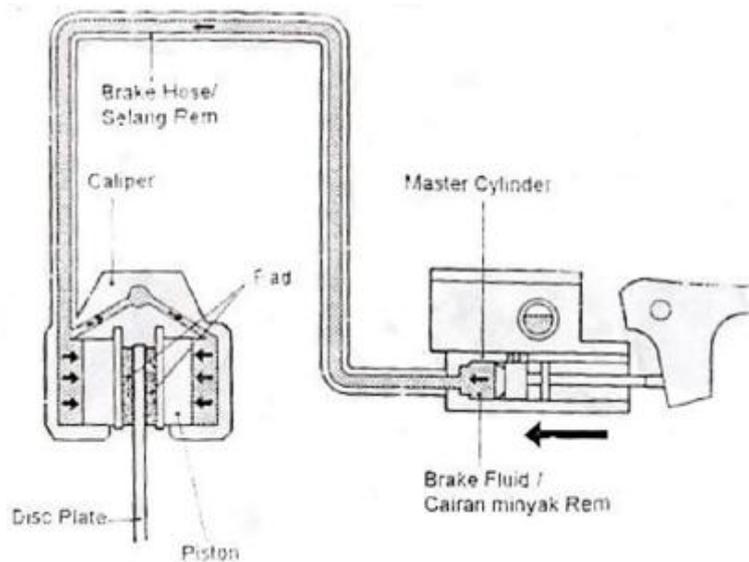
2) Tipe *Single Piston* (tipe mengambang)

Rem tipe ini menggunakan 1 *piston* yang terletak di salah satu sisi samping kaliper yang tergantung pada penempatan rem piringan tersebut. Pada *piston* tersebut terdapat *pad* rem yang akan bergesekan dengan piringan. *Piston* tersebut bekerja jika mendapat tekanan hidraulik dari master silinder. *Pad* yang terletak di depan *piston* akan bergerak dan bergesekan dengan piringan, bersamaan dengan itu akan bekerja suatu tekanan yang sama besarnya pada *piston* untuk mendorong rumah kaliper berlawanan arah dengan gerak *piston* sehingga menekan *pad* rem yang terletak di sisi lainnya dan ikut menekan piringan. Jika persentuhannya baik maka tuas rem tidak dapat ditekan kem bali. Tipe ini mempunyai keunggulan konstruksi yang mudah dan sederhana (Materi Pelajaran Chassis, Toyota Step 2: 4 – 29).



Gambar 2.4 Tipe *Single Piston* (Materi Pelajaran Chassis, Toyota Step 2: 4 – 29)

Sistem rem cakram mempunyai komponen – komponen penting yang saling berhubungan antara komponen satu dan komponen yang lainnya. Bila salah satu komponen mengalami kerusakan maka akan berpengaruh pada kerja sistem rem cakram tersebut. Komponen – komponen rem cakram yaitu : tuas rem, master silinder, kaliper, kampas rem dan piringann.

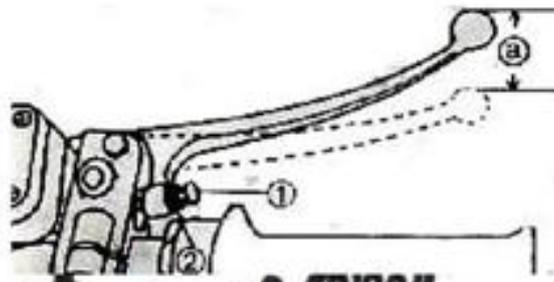


Gambar 2.5 Bagian – bagian Rem Cakram (Northop,2009:133)

3) Komponen Utama Sistem Pengereman Rem Cakram

1. Tuas rem

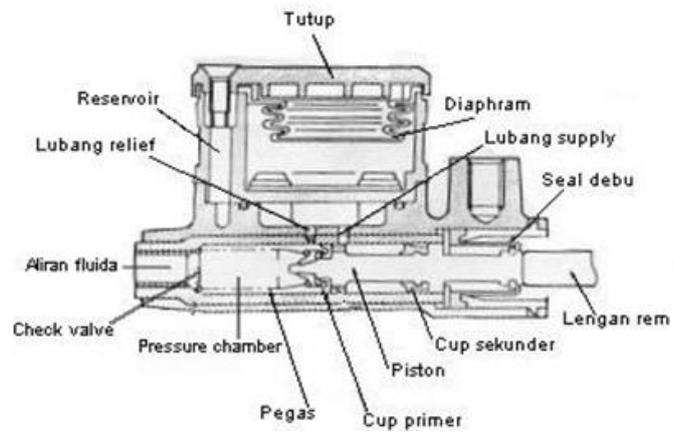
Tuas rem merupakan komponen pada sistem pengereman sepeda motor yang mendapat gaya tekan langsung dari luar dan berfungsi untuk menghentikan putaran roda depan.



Gambar 2.6 Bagian – bagian Rem Cakram Tuas rem (Daryanto, 2004: 189)

2. Master Silinder

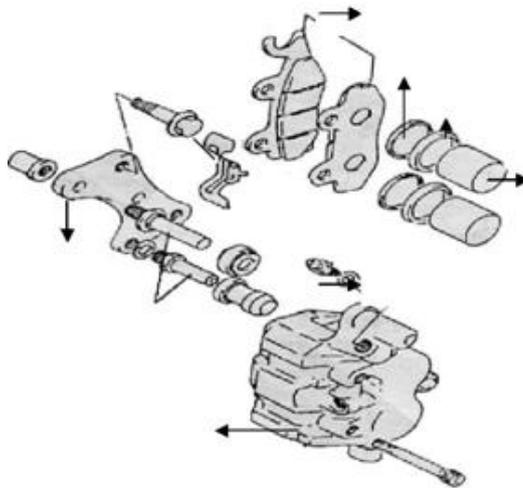
Cara kerja master silinder adalah saat tuas rem mendapat tekanan lengan rem mendorong *piston* dan *cup* primer bergerak ke depan. Pada awal gerakan *cup* primer menutup lubang relief untuk mencegah fluida kembali ke *reservoir*. Gerakan *piston* selanjutnya menimbulkan tekanan pada *pressure chamber* dan fluida membuka lubang *check valve* sehingga fluida mengalir ke *piston* kaliper dan mendorong *pad* rem agar bergesekan dengan cakram hingga menimbulkan pengereman (Materi Pelajaran Chassis, Toyota Step 2:4 – 29).



Gambar 2.7 Master Silinder (Daryanto, 2004:192)

3. Kaliper

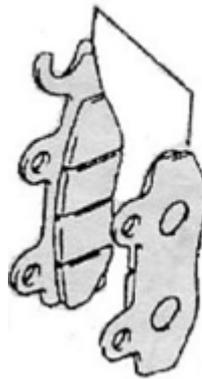
Kaliper sering disebut juga dengan *cylinder body*, yang berfungsi sebagai tempat *piston* dan dilengkapi dengan saluran minyak rem yang digunakan untuk menggerakkan *piston*. Kaliper berfungsi untuk meneruskan gaya tekan dari master silinder dengan perantara minyak rem.



Gambar 2.8 Master Silinder Kaliper (Suratman, 2002: 250)

4. Kampas Rem

Kampas rem berfungsi menekan piringan yang berputar bersama roda agar mendapatkan gaya gesek yang diperlukan untuk pengereman. Unsur utama dalam lapisan kampas rem adalah asbestos yang berfungsi menahan gesekan dengan baik dan dapat menahan temperatur ± 400 °C (Suratman, 2002: 250) . Pemberian alur dapat dianggap sebagai *fin* yang sekaligus dapat memberikan kontribusi berupa memungkinkannya aliran udara melewati permukaan kampas melalui alur tersebut. Dimana hal ini dapat menaikkan kemampuan membuang panas sehingga kenaikan temperatur panas akibat pengereman relatif lebih kecil. Pembuatan alur untuk mengeluarkan serbuk kampas akibat pengereman, sehingga tidak mengganggu pengereman ¹⁴



Gambar 2.9 *Pad* rem (Suratman, 2002: 250)

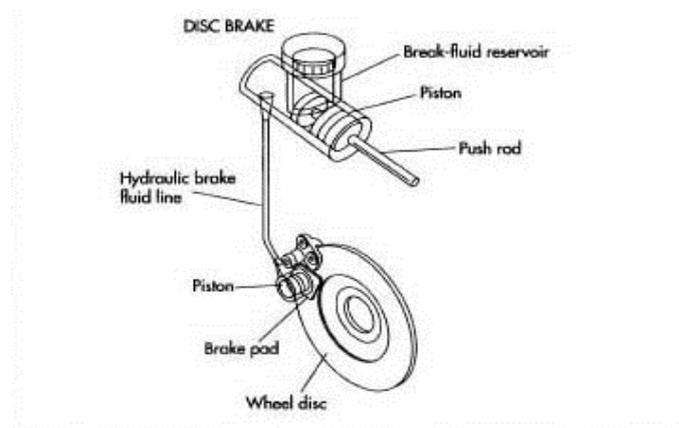
5. Piringan (cakram)

¹⁴ Lubi, Perancangan Kampas Rem Beralur Dalam Usaha Meningkatkan Kinerja Serta Umur Dari Kampas Rem (Surabaya: Teknik Mesin FTI-ITS, 2001) h.24

Cakram atau piringan berputar bersama dengan roda berfungsi sebagai penerima gesekan dari kampas rem saat pengereman dilakukan. Pada cakram terdapat lubang – lubang yang berfungsi sebagai pendinginan akibat gesekan antara kampas dan cakram serta mencegah *fading* atau kehilangan daya pengereman.



Gambar 2.10 Piringan Cakram

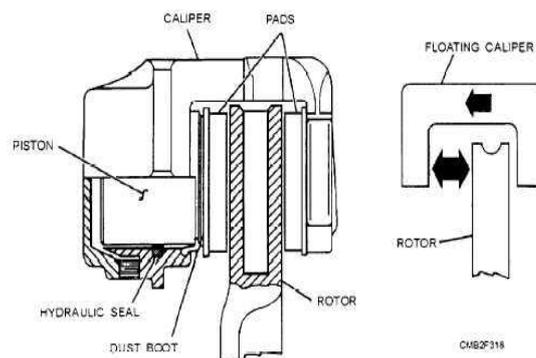


Gambar 2.11 Rem Cakram¹⁵

Pada dasarnya prinsip rem cakram menggunakan prinsip Hukum Pascal yaitu : bila gaya yang bekerja pada suatu

¹⁵ PT. Astra Honda Motor, Honda Technical Service (Jakarta: 2000) hal.128

penampangan 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. Fluida yang digunakan haruslah memenuhi kriteria berikut : tidak menimbulkan korosi pada pipa atau slang rem, tidak merusak karet-karet (seal) yang berada pada master rem atau pun pada kaliper, kekentalan (Viskositas) kecil dan tidak mudah menguap. Biasanya setiap pabrikan telah merekomendasikan minyak rem yang harus digunakan pada setiap motor hasil produksinya misalnya : dot 3 atau dot 4. Kerja rem cakram akan optimal apabila kebersihan dari kampas rem (brake pad) terjaga, menggunakan minyak rem yang direkomendasikan, permukaan cakram yang rata dan mempunyai tebal minimal 3,5 mm. Tekanan ini dipindahkan ke kaliper melalui selang rem dan menekan pada pad rem untuk menghasilkan gaya pengereman.



Gambar 2.12 Rem Cakram bagian *Caliper*

2.3. Prinsip Rem Hidrolik

Sistem rem yang banyak dipakai pada kendaraan bermotor adalah

rem hidrolik. System ini digunakan sebagai rem roda dari jenis tromol maupun piringan. Minyak rem sebagai fluida kerja yang digunakan harus mempunyai sifat tidak merusak komponen system dan tidak mudah menguap.

Prinsip kerja system rem hidrolik berdasarkan hokum pascal. Fluida kerja dalam ruang tertutup yang ditekan, tekanannya akan diteruskan sama besar ke segala arah.

Besarnya gaya pengereman dapat diatur sesuai dengan perbandingan antara diameter master silinder roda, berdasarkan persamaan:

$$F = Q \times \frac{a}{b} \times \frac{\frac{\pi}{4} Dw^2}{\frac{\pi}{4} Dm^2}$$

$$F = Q \times \frac{a}{b} \times \frac{Dw^2}{Dm^2}$$

Keterangan:

F = gaya pengereman

Q = gaya penekan

Dm = diameter master silinder

Dw = diameter silinder roda

a = panjang lengan pedal rem

b = jarak poros pedal rem dengan tuas master silinder

Rem hidrolik mempunyai banyak kelebihan, antara lain:

- a. Dapat meningkatkan gaya pengereman
- b. Penempatan pipa rem lebih fleksibel

c. Lebih cepat dalam meneruskan tekanan dari pedal rem ke sepatu rem.¹⁶

2.4. Waktu dan Jarak Pengereman

Waktu pengereman merupakan suatu perhitungan yang dihasilkan dari sistem rem yang bekerja pada kendaraan. Waktu pengereman sangatlah penting efeknya terhadap jarak pengereman dan keamanan pengendara. Jika suatu rem memiliki daya cengkram yang baik, maka butuh waktu pengereman yang singkat dan jarak pengereman yang pendek hingga kendaraan tersebut berhenti dari lajunya.¹⁷ Tetapi jika suatu rem telah habis bagian kanvas remnya akan membuat daya cengkram pengereman berkurang dan menghasilkan waktu pengereman yang lebih lambat dan jarak pengereman yang jauh. Kinerja dari suatu alat pengereman didasarkan pada jarak berhenti dari uji pengereman. Jarak berhenti adalah jarak yang dicapai oleh kendaraan dari saat ketika pengemudi memulai menggerakkan pengendali sistem pengereman sampai saat ketika kendaraan berhenti¹⁸.

Gerak lurus berubah beraturan (GLBB) adalah gerak benda dalam lintasan garis lurus dengan percepatan tetap. Jadi ciri utama GLBB adalah bahwa dari waktu ke waktu kecepatan benda berubah, semakin lama semakin cepat. Dengan kata lain gerak benda dipercepat. Namun demikian, GLBB juga dapat berarti bahwa dari waktu ke waktu kecepatan benda

¹⁶ Ibid h.145

¹⁷ Daswarman, (1999). *Sistem Kemudi, Rem, dan Suspensi Otomotif*. Padang : Universitas Negeri Padang. hal 107

¹⁸ Badan Standardisasi Nasional, (SNI 4404:2008). *Metoda Pengereman Kendaraan Bermotor Kategori L*. BSNI. hal 6

berubah, semakin lambat hingga akhirnya berhenti.¹⁹ Dalam hal ini benda mengalami perlambatan tetap.

Perhitungan waktu pengereman dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan GLBB sebagai berikut :

$$V_t = V_0 + a \cdot t$$

Persamaan kecepatan GLBB

$$s = V_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

Persamaan jarak GLBB

$$V_t^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot s$$

Persamaan kecepatan sebagai fungsi jarak

Dimana yang diketahui adalah sebagai berikut:

v_0 = kecepatan awal (m/s)

v_t = kecepatan akhir (m/s)

a = perlambatan (m/s^2)

t = selang waktu (s)

s = jarak yang ditempuh (m)²⁰

¹⁹ Zaenul Arifin, Modul Fisika (Jakarta: Gramedia, 2012) h.24

²⁰ Ibid, h.25

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Pelaksanaan Penelitian

Pengujian dilakukan di jalur sepeda BKT (banjir kanal timur) yang berlokasi di jalan Basuki Rahmat Cipinang Muara Jakarta Timur.

3.1.2 Kondisi Uji Berdasarkan SNI 4404:2008

Pengujian rem dilaksanakan dalam kondisi berikut:

- a. Pada awal uji ban harus dalam keadaan dingin dan pada tekanan untuk beban roda aktual ketika kendaraan stasioner.
- b. Untuk pengujian rem harus dalam keadaan dingin, rem dianggap dingin ketika suhu yang diukur pada cakram dibawah 100°C .
- c. Pengemudi harus duduk di tempat duduk dengan posisi normal dan harus menjaga pada posisi yang sama sepanjang pengujian.
- d. Area uji harus datar, kering dan mempunyai permukaan adhesi bagus.
- e. Pengujian harus dilakukan ketika tidak ada angin yang bisa mempengaruhi hasil uji.



Gambar 3.1 Tempat pengujian

3.1.3 Waktu Pelaksanaan Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari Oktober sampai Desember 2017.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

- Sepeda motor Honda Supra X 125 R
- *Pressure Gauge*
- Rol Meter
- *Stopwatch*

3.2.2 Bahan

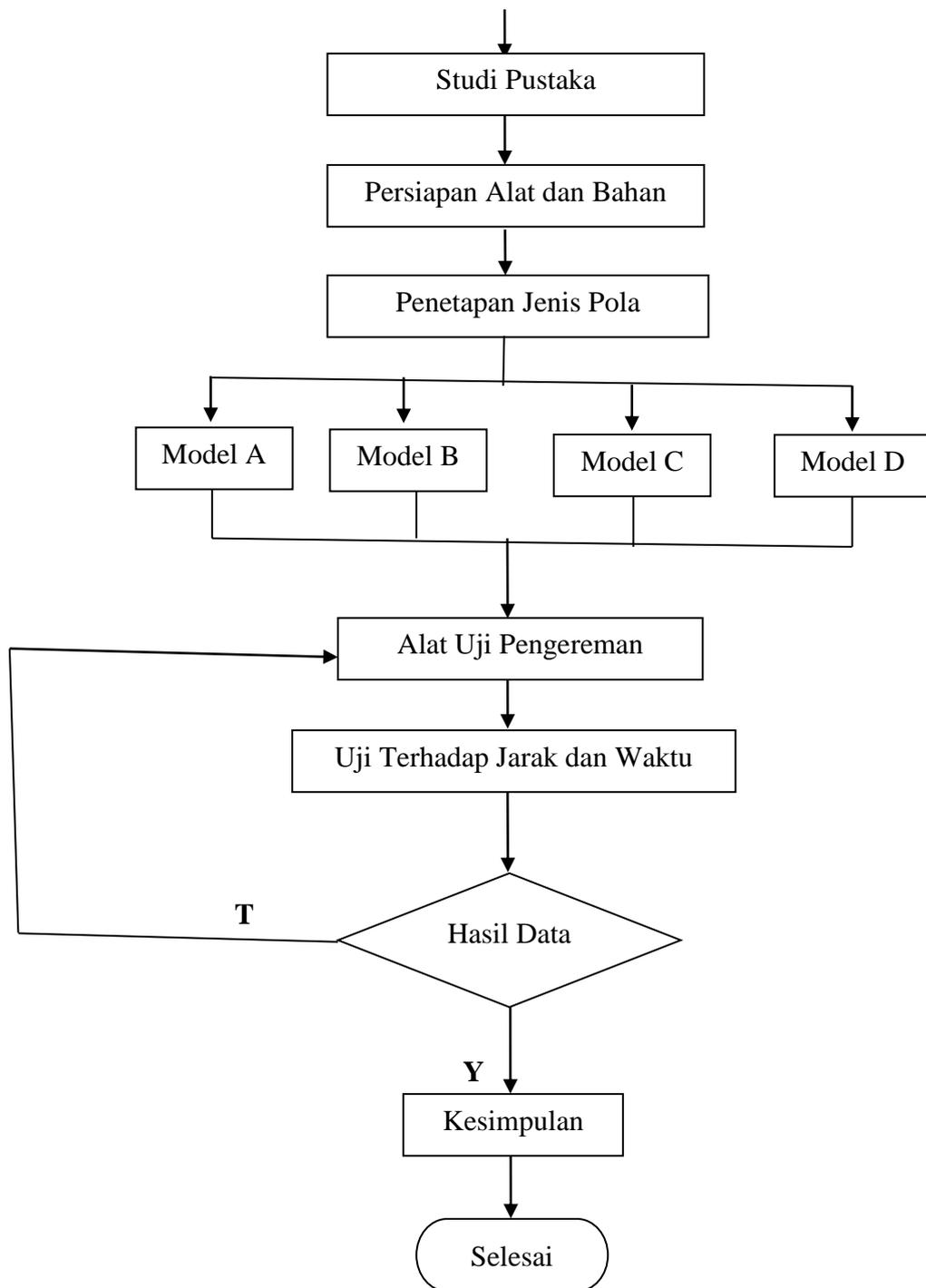
- Bentuk Variasi Piringan Cakram (4 buah)
- Kanvas Rem
- Minyak Rem
- Selang Rem

3.3 Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Eksperimen dalam definisinya adalah uji coba (*trial*) atau observasi khusus dengan tujuan untuk membuktikan dengan tepat setiap kondisi, sehingga kondisi yang meragukan dapat diperbaiki atau diatasi.²¹ Eksperimen dalam penelitian ini adalah melakukan suatu percobaan dengan beberapa jenis variasi bentuk model piringan cakram. Hasil peneliti yang diperoleh adalah mengumpulkan data menggunakan instrumen yang bersifat mengukur dalam pengujian. Hasilnya dianalisis untuk mengetahui dan membandingkan variasi bentuk model piringan cakram.

Mulai

²¹ Suwanda, Desain Eksperimen Untuk Penelitian Ilmiah (Bandung: 2011) hal 1.

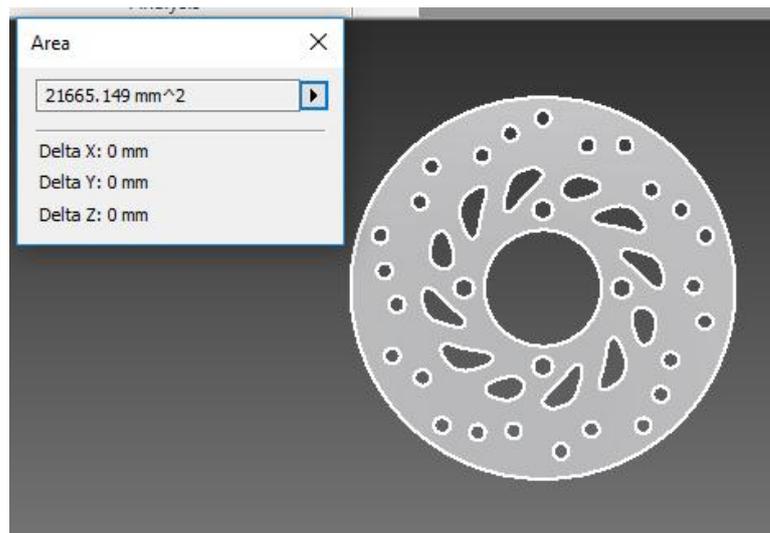


Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

Penjelasan diagram alir analisis variasi bentuk model piringan cakram terhadap jarak dan waktu pengereman, sebagai berikut:

1. Mulai dengan melakukan studi pustaka untuk memperoleh informasi data dan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan masalah yang dihadapi, juga sebagai acuan dalam penelitian ini.
2. Mempersiapkan alat dan bahan dalam penelitian ini.
3. Menetapkan jenis pola bentuk piringan cakram yang akan diteliti.
4. Melakukan pengukuran untuk mengetahui luas permukaan piringan cakram menggunakan *software Autodesk Profesional Inventor 2015*.

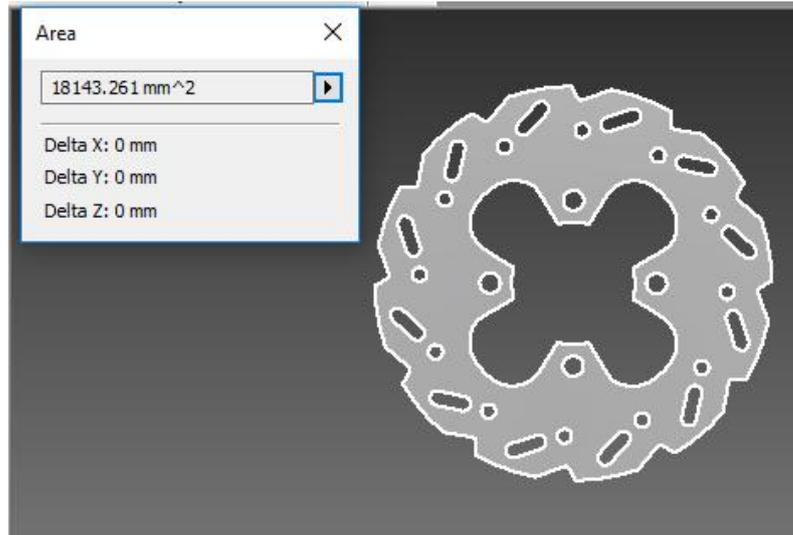
a. Model A



Gambar 3.3 Piringan Cakram Model A

Luas Permukaannya $21.665,149 \text{ mm}^2$

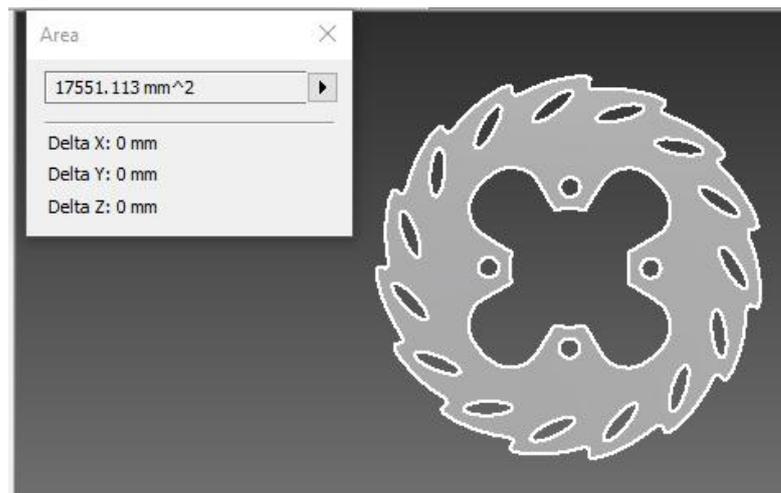
b. Model B



Gambar 3.4 Piringan Cakram Model B

Luas Permukaannya 18.143,261 mm^2

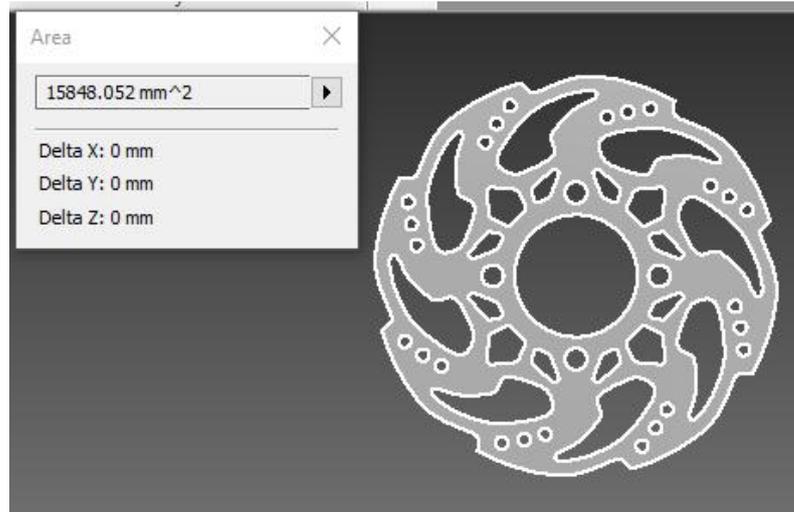
c. Model C



Gambar 3.5 Piringan Cakram Model C

Luas Permukaannya 17.551,113 mm^2

d. Model D

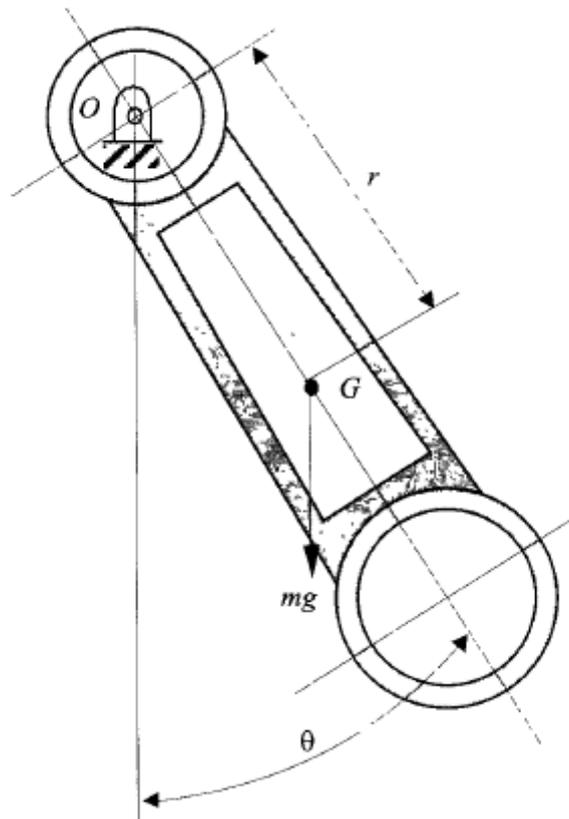


Gambar 3.6 Piringan Cakram Model D

Luas Permukaannya $15.848,052 \text{ mm}^2$

5. Kemudian melakukan analisa pada masing-masing bentuk model piringan cakram untuk mengetahui massa dan momen inersia massa.

Cara untuk menentukan momen inersia massa adalah dengan percobaan, seperti terlihat pada gambar 3.7 di bawah. Misal kita akan menentukan momen inersia massa melalui suatu *connecting rod*, yang beratnya mg , jaraknya dari pusat massa body sampai engsel O dan pusat beratnya di titik G. *Connecting rod* tersebut kita tumpu di O dan diayunkan dengan simpangan sudut yang kecil.



Gambar 3.7 Cara menentukan Momen Inersia Massa

Dengan pengamatan kita dapat menentukan waktu untuk satu ayunan penuh adalah T detik, maka persamaannya :

$$\frac{m \cdot g \cdot r}{I_O} \cdot T = 2\pi$$

$$T = 2\pi \frac{I_O}{m \cdot g \cdot r}$$

Harga T dapat ditentukan dengan percobaan, maka harga I_O adalah :

$$I_O = m \cdot g \cdot r \frac{T^2}{4\pi^2}$$

Dimana yang diketahui adalah sebagai berikut:

$$I_O = \text{momen inersia massa (kg} \cdot \text{m}^2\text{)}$$

m = massa benda (kg)

g = gaya gravitasi (m/s^2)

r = jarak dari pusat massa body sampai engsel O (m)

T = waktu untuk satu ayunan (detik)²²

a. Model A

- Massa benda adalah 0,645 kg
- T = 7,15 detik

$$\begin{aligned} I_O &= m \cdot g \cdot r \cdot \frac{T^2}{2\pi} \\ &= 0,645 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,09 \text{ m} \cdot \frac{7,15 \text{ detik}^2}{2 \cdot 3,14} \\ &= 0,57 \text{ kg} \cdot m^2 \cdot s^2 (1,30 \text{ s}^2) \\ &= 0,741 \text{ kg} \cdot m^2 \end{aligned}$$

Momen Inersia benda adalah 0,741 $kg \cdot m^2$

b. Model B

- Massa benda adalah 0,462 kg
- T = 7,29 detik

$$\begin{aligned} I_O &= m \cdot g \cdot r \cdot \frac{T^2}{2\pi} \\ &= 0,462 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,09 \text{ m} \cdot \frac{7,29 \text{ detik}^2}{2 \cdot 3,14} \\ &= 0,408 \text{ kg} \cdot m^2 \cdot s^2 (1,35 \text{ s}^2) \\ &= 0,551 \text{ kg} \cdot m^2 \end{aligned}$$

Momen Inersia benda adalah 0,551 $kg \cdot m^2$

c. Model C

²² Dita Satyadarma (2005), Dinamika Teknik. Depok : Universitas Gunadarma. hal 257.

- Massa benda adalah 0,455 kg
- $T = 7,33$ detik

$$\begin{aligned}
 I_0 &= m \cdot g \cdot r \cdot \frac{T^2}{2\pi} \\
 &= 0,455 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,09 \text{ m} \cdot \frac{7,33 \text{ detik}^2}{2 \cdot 3,14} \\
 &= 0,402 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^2 (1,362 \text{ s}^2) \\
 &= 0,548 \text{ kg} \cdot \text{m}^2
 \end{aligned}$$

Momen Inersia benda adalah $0,548 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

d. Model D

- Massa benda adalah 0,421 kg
- $T = 7,43$ detik

$$\begin{aligned}
 I_0 &= m \cdot g \cdot r \cdot \frac{T^2}{2\pi} \\
 &= 0,421 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,09 \text{ m} \cdot \frac{7,43 \text{ detik}^2}{2 \cdot 3,14} \\
 &= 0,372 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^2 (1,40 \text{ s}^2) \\
 &= 0,521 \text{ kg} \cdot \text{m}^2
 \end{aligned}$$

Momen Inersia benda adalah $0,521 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

6. Pada alat uji ini, peneliti menggunakan sepeda motor. Cara kerja alat ini adalah layaknya seperti sebuah kendaraan bermotor, kecepatan kendaraan dalam pengujian ini peneliti menggunakan kecepatan 20 km/jam, 30 km/jam, dan 40 km/jam. Alat uji pengereman menggunakan perhitungan waktu manual menggunakan stopwatch untuk mengetahui

waktu roda berhenti mulai dari injakan rem di injak dengan tekanan yang telah ditetapkan yaitu 10 bar, 20 bar dan 30 bar.



Gambar 3.8 Alat Uji Pengereman

Spesifikasi alat uji pengereman, sebagai berikut :

- Tipe motor : Supra X 125 R CW
- Tipe mesin : 4 langkah SOHC, silinder tunggal
- Diameter x langkah : 52,4 mm x 57,9 mm
- Panjang x Lebar x tinggi : 1.889 mm x 702 mm x 1.094 mm
- Diameter ban depan : 70/90 – 17 M/C 38P
- Diameter ban belakang : 80/90 – 17 M/C 44ZP
- Rem depan : Rem dengan cakram hidrolik piston ganda
- Rem belakang : Rem dengan cakram hidrolik piston tunggal
- Daya maksimal : 7500 RPM
- Kecepatan maksimal : 160 km/jam

- Hardware : stop kontak

7. Melaksanakan uji pengereman terhadap jarak dan waktu pengereman untuk mengetahui pengaruh variasi bentuk model piringan cakram terhadap jarak dan waktu pengereman.
8. Menganalisis hasil pengujian untuk mendapatkan kesimpulan dalam pengujian yang dilakukan, kemudian dilakukan kembali ketahap berikutnya.

3.4 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data

3.4.1 Mekanisme Pengujian Pengereman Berdasarkan SNI 4404:2008 :

- a. Kinerja dari suatu peralatan pengereman didasarkan pada jarak berhenti dari uji pengereman dan/atau rata-rata perlambatan yang terjadi sepenuhnya (*mean fully developed deceleration/MFDD*). Kinerja tersebut akan ditentukan dengan pengukuran jarak berhenti dari kecepatan awal tertentu dan/atau pengukuran MFDD.
- b. Jarak berhenti adalah jarak yang dicapai oleh kendaraan dari saat ketika pengemudi memulai menggerakkan pengendali sistem pengereman sampai saat ketika kendaraan berhenti.
- c. Kecepatan kendaraan awal adalah kecepatan saat pengemudi menggerakkan pengendali sistem pengereman, kecepatan awal tidak boleh kurang dari 98 persen dari kecepatan yang ditentukan untuk uji pengereman.

- d. Kecepatan awal uji untuk pengetesan rem belakang adalah 70% dari kecepatan maksimum kendaraan atau 80 km/jam, diambil yang lebih rendah.
- e. Pengujian dilaksanakan pada kecepatan yang sudah ditentukan.
- f. Dalam pengujian tidak boleh terjadi roda mengunci (*locked*), kendaraan menyimpang dari jalur dan tidak boleh ada getaran yang tidak normal.
- g. Selama pengujian, gaya yang dikendalikan pada kendali rem untuk mendapatkan kinerja yang dimaksud tidak boleh melebihi gaya maksimum yang diperbolehkan untuk kendaraan uji.

3.4.2 Pengujian Cakram

Pada pengujian cakram ini dilakukan dengan cara memasang benda uji (piringan cakram) dan *pressure gauge* sebagai tekanan pengereman, tekanan pengereman yang digunakan dalam pengujian ini yaitu 10 bar, 20 bar, dan 30 bar. Setelah keduanya terpasang maka jalankan kendaraan sepeda motor, atur kecepatan sepeda motor dengan kecepatan yang telah ditentukan yaitu 20 km/jam, 30 km/jam, dan 40 km/jam. Setelah kendaraan sepeda motor mencapai kecepatan yang diinginkan maka injakan rem di injak dengan tekanan pengereman yang ditentukan bersamaan dengan pengoperasian *stopwatch* sampai sistem kendaraan sepeda motor berhenti, mencatat berapa waktu yang ditunjukkan pada saat

kendaraan sepeda motor berhenti dan mencatat berapa jarak berhenti pada kendaraan mulai melakukan awal pengereman hingga kendaraan berhenti. Melakukan pengulangan percobaan sampai dengan lima kali pada satu jenis cakram. Kemudian melakukan pengulangan pengujian dengan empat jenis cakram yang berbeda.

3.5 Teknik Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan dari proses pengujian kemudian akan dianalisis untuk memperoleh hasil akhir yang akan digunakan sebagai tingkat pembeda dari satu sampel dengan sampel lainnya yang ditunjukkan dari indikator-indikator penelitian yang telah ditetapkan. Langkah selanjutnya adalah dengan menganalisis hasil penelitian tersebut dari segi teoritis yang akan memperkuat berbagai argumen dan hipotesis yang telah diajukan dalam penelitian.

Dalam menganalisis data pengereman terhadap jarak dan waktu pengereman, alat yang digunakan adalah sepeda motor Honda Supra X 125 R CW. Dalam pengujian ini peneliti mengambil data secara maksimal. Peneliti mengatur kecepatan sepeda motor yang dibutuhkan dan melakukan pengereman pada kecepatan yang telah sesuai, sehingga dapat mengetahui jarak dan waktu pengereman terjadi.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1. Deskripsi Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi bentuk model piringan cakram terhadap waktu dan jarak pengereman pada kendaraan motor di jalan.

Pengujian dilakukan pada sistem pengereman dengan rem belakang saja menurut SNI 4404:2008 untuk katogeri L3 menurut SNI 09-1825-2002 menggunakan motor Honda Supra X 125 DD dengan berat 103 kg ditambah dengan berat pengendara 75 kg. Model caliper cakram untuk pengujian yaitu model *single* piston untuk rem belakang.

Standar pengereman dalam pengujian ini menurut SNI 4404:2008 untuk katogeri L3 menurut SNI 09-1825-2002 dengan menggunakan persamaan “ $S < 0,1 \times V + V^2/ 75$ ”, dimana S adalah jarak dan V adalah kecepatan. Kecepatan yang digunakan adalah 20 km/jam, 30 km/jam, dan 40 km/jam.

4.2. Data Hasil Penelitian

4.2.1 Hasil Pengujian Jarak Pengereman Variasi Bentuk Model

Piringan Cakram Pada Kecepatan 20 km/jam

Pada pengujian ini menggunakan empat variasi bentuk model piringan cakram dengan kecepatan 20 km/jam agar mendapatkan

jarak pengeremannya. Hasil pengujian yang dilakukan, seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Uji Jarak Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam

Kecepatan (km/jam)	Piringan	Tekanan (bar)	Jarak (meter)	Jarak Rata-rata (meter)
20	Model A	10	8.98	8.944
			8.86	
			9.02	
			8.9	
			8.96	
		20	5.88	5.856
			5.72	
			5.92	
			5.82	
			5.94	
		30	2.72	2.764
			2.84	
	2.74			
	2.82			
	2.7			
	Model B	10	10.82	10.796
			10.68	
			10.76	
			10.84	
			10.88	
20		7.78	7.756	
		7.62		
		7.82		
		7.72		
		7.84		
30		4.42	4.464	
		4.54		
	4.44			
	4.52			
	4.4			
Model C	10	12.88	12.856	
		12.72		
		12.92		
		12.82		
		12.94		

		20	9.58	9.544
			9.46	
			9.62	
			9.5	
			9.56	
		30	6.28	6.244
			6.16	
			6.32	
			6.2	
			6.26	
	Model D	10	14.78	14.816
			14.74	
			14.82	
			14.88	
			14.86	
		20	11.32	11.364
			11.44	
			11.34	
			11.42	
			11.3	
30	7.88	7.916		
	7.84			
	7.92			
	7.98			
	7.96			

4.2.2 Hasil Pengujian Jarak Pengereman Variasi Bentuk Model

Piringan Cakram Pada Kecepatan 30 km/jam

Pada pengujian ini menggunakan empat variasi bentuk model piringan cakram dengan kecepatan 30 km/jam agar mendapatkan jarak pengeremannya. Hasil pengujian yang dilakukan, seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji Jarak Pengereman Pada Kecepatan 30 km/jam

Kecepatan (km/jam)	Piringan	Tekanan (bar)	Jarak (meter)	Jarak Rata-rata (meter)	
30	Model A	10	16.76	16.772	
			16.82		
			16.72		
			16.86		
			16.7		
		20	11.84	11.9	
			11.98		
			11.92		
			11.96		
			11.8		
		30	7.04	7.12	
				6.96	
	7				
	7.04				
	Model B	10	19.98	19.952	
			19.88		
			20.02		
			19.92		
			19.96		
		20	14.812	14.84	
				14.76	
				14.92	
				14.72	
		30	9.68	14.82	
9.64					
9.72					
9.76					
9.6					
Model C	10	9.68	22.672		
		22.68			
		22.72			
		22.58			
		22.64			
	20	17.492	22.74		
			17.48		
			17.54		
				17.42	

			17.56		
			17.46		
		30	12.36	12.312	
			12.26		
			12.4		
			12.3		
			12.24		
	Model D	10	25.74	25.688	
					25.68
					25.64
					25.78
					25.6
			20	20.18	20.188
				20.24	
				20.12	
				20.18	
				20.22	
			30	14.62	14.64
				14.68	
				14.58	
				14.6	
				14.72	

4.2.3 Hasil Pengujian Jarak Pengereman Variasi Bentuk Model

Piringan Cakram Pada Kecepatan 40 km/jam

Pada pengujian ini menggunakan empat variasi bentuk model piringan cakram dengan kecepatan 40 km/jam agar mendapatkan jarak pengeremannya. Hasil pengujian yang dilakukan, seperti pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Uji Jarak Pengereman Pada Kecepatan 40 km/jam

Kecepatan (km/jam)	Piringan	Tekanan (bar)	Jarak (meter)	Jarak Rata-rata (meter)
40	Model A	10	27.74	27.78
			27.82	
			27.86	
			27.7	
			27.78	
		20	20.92	20.91
			20.82	
			20.96	
			20.85	
			21	
		30	14.02	14.05
			13.98	
			14.05	
			14.08	
			14.12	
	Model B	10	32.04	32.08
			32.08	
			32	
			32.16	
			32.12	
		20	24.66	24.62
			24.62	
			24.58	
			24.54	
24.7				
30		17.18	17.172	
		17.26		
	17.08			
	17.2			
	17.14			
Model C	10	35.76	35.78	
		35.82		
		35.84		
		35.7		
		35.78		
	20	28.26	28.22	

			28.18	
			28.14	
			28.3	
			28.22	
		30	20.6	20.64
			20.64	
			20.54	
			20.7	
			20.72	
	Model D	10	39.86	39.888
			39.94	
			39.84	
			39.98	
			39.82	
		20	31.74	31.7
			31.66	
			31.62	
			31.78	
			31.7	
		30	23.56	23.51
			23.45	
			23.42	
			23.6	
	23.52			

4.2.4 Hasil Pengujian Waktu Pengereman Variasi Bentuk Model

Piringan Cakram Pada Kecepatan 20 km/jam

Pada pengujian ini menggunakan empat variasi bentuk model piringan cakram dengan kecepatan 20 km/jam agar mendapatkan waktu pengeremannya. Hasil pengujian yang dilakukan, seperti pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Uji Waktu Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam

Kecepatan (km/jam)	Piringan	Tekanan (bar)	Waktu (detik)	Waktu Rata-rata (detik)
20	Model A	10	3.45	3.55
			3.52	
			3.56	
			3.6	
			3.62	
		20	2.45	2.438
			2.43	
			2.48	
			2.42	
			2.41	
		30	1.24	1.328
			1.28	
			1.36	
			1.36	
			1.4	
	Model B	10	4.24	4.308
			4.28	
			4.32	
			4.36	
			4.34	
		20	3.08	3.124
			3.14	
			3.12	
			3.18	
3.1				
30		1.9	1.936	
		1.88		
		1.96		
		1.94		
		2		
Model C	10	4.95	4.95	
		4.98		
		4.92		
		4.96		
		4.94		
	20	3.74	3.764	
		3.78		

			3.76	
			3.72	
			3.82	
		30	2.56	2.58
			2.6	
			2.62	
			2.54	
			2.58	
	Model D	10	5.66	5.664
			5.62	
			5.68	
			5.64	
			5.72	
		20	4.38	4.42
			4.46	
			4.42	
			4.48	
			4.36	
		30	3.22	3.184
			3.12	
			3.18	
			3.16	
			3.24	

4.2.5 Hasil Pengujian Waktu Pengereman Variasi Bentuk Model

Piringan Cakram Pada Kecepatan 30 km/jam

Pada pengujian ini menggunakan empat variasi bentuk model piringan cakram dengan kecepatan 30 km/jam agar mendapatkan waktu pengeremannya. Hasil pengujian yang dilakukan, seperti pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Uji Waktu Pengereman Pada Kecepatan 30

km/jam

Kecepatan (km/jam)	Piringan	Tekanan (bar)	Waktu (detik)	Waktu Rata-rata (detik)
30	Model A	10	4.34	4.408
			4.38	
			4.42	
			4.44	
			4.46	
		20	3.22	3.24
			3.26	
			3.3	
			3.18	
			3.24	
		30	2.02	2.072
			2.04	
			2.04	
			2.12	
			2.14	
	Model B	10	5.12	5.172
			5.2	
			5.14	
			5.18	
			5.22	
		20	3.98	3.936
			3.88	
			3.96	
			3.94	
3.92				
30		2.74	2.704	
		2.76		
		2.68		
		2.64		
		2.7		
Model C	10	5.84	5.824	
		5.86		
		5.78		
		5.82		
		5.82		
	20	4.56	4.584	
		4.52		

			4.62		
			4.58		
			4.64		
		30	3.32	3.336	
			3.28		
			3.36		
			3.34		
			3.38		
	Model D	10	6.54	6.552	
					6.62
					6.56
					6.52
					6.52
			20	5.22	5.228
				5.26	
				5.18	
				5.26	
				5.22	
			30	3.86	3.896
				3.9	
				3.84	
				3.92	
		3.96			

4.2.6 Hasil Pengujian Waktu Pengereman Variasi Bentuk Model

Piringan Cakram Pada Kecepatan 40 km/jam

Pada pengujian ini menggunakan empat variasi bentuk model piringan cakram dengan kecepatan 40 km/jam agar mendapatkan jarak pengeremannya. Hasil pengujian yang dilakukan, seperti pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji Waktu Pengereman Pada Kecepatan 40

km/jam

Kecepatan (km/jam)	Piringan	Tekanan (bar)	Waktu (detik)	Waktu Rata-rata (detik)
40	Model A	10	5.32	5.388
			5.34	
			5.38	
			5.44	
			5.46	
		20	4.14	4.152
			4.16	
			4.12	
			4.22	
			4.12	
		30	2.9	2.916
			2.92	
			2.94	
			2.86	
			2.96	
	Model B	10	6.14	6.164
			6.12	
			6.18	
			6.22	
			6.16	
		20	4.78	4.82
			4.84	
			4.82	
			4.86	
4.8				
30		3.46	3.48	
		3.48		
		3.52		
		3.5		
		3.44		
Model C	10	6.82	6.832	
		6.84		
		6.88		
		6.86		
		6.76		
	20	5.44	5.464	
		5.42		

			5.48		
			5.46		
			5.52		
		30	4.1	4.104	
			4.14		
			4.08		
			4.16		
			4.04		
	Model D	10	7.54	7.568	
					7.52
					7.62
					7.56
					7.6
			20	6.12	6.096
				6.08	
				6.12	
				6.1	
				6.06	
			30	4.56	4.62
				4.62	
				4.68	
				4.6	
				4.64	

4.2.7 Hasil Pengujian Perlambatan Pengereman Variasi Model

Piringan Cakram

Pada pengujian ini dilakukan untuk menentukan nilai perlambatan suatu pengereman pada kecepatan 20 km/jam, 30 km/jam, dan 40 km/jam dengan tiap-tiap masing kecepatan diberi beban pada injakan dengan tekanan 10 bar, 20 bar, dan 30 bar. Berikut ini adalah nilai perlambatan pada variasi model piringan cakram, seperti pada table 4.7.

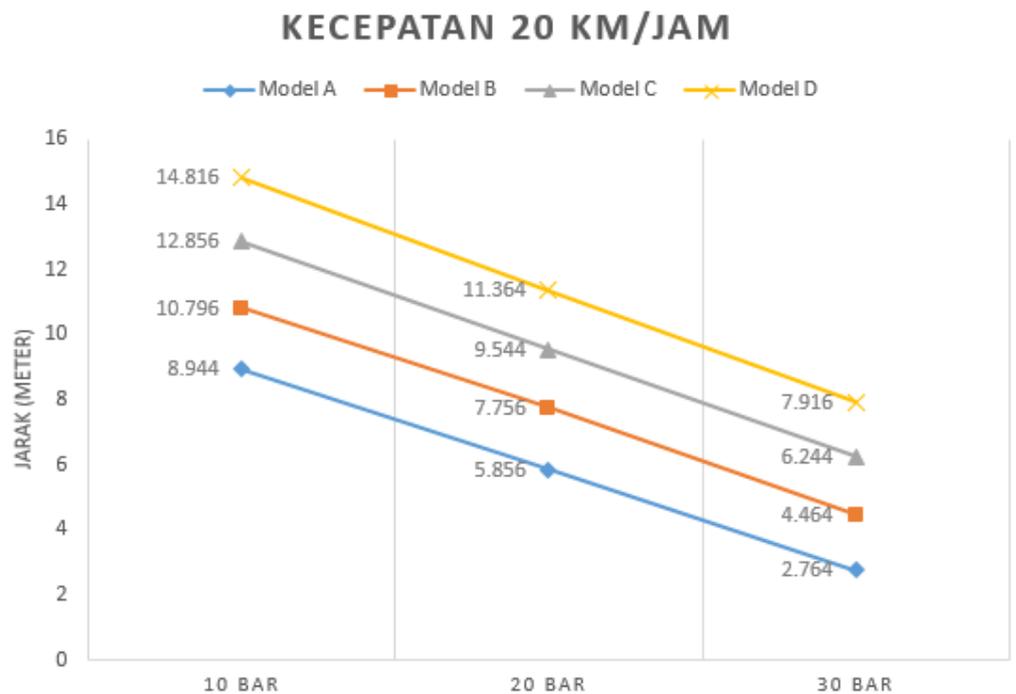
Tabel 4.7 Hasil Uji Nilai Perlambatan Pengereman

Kecepatan (m/s)	Tekanan (bar)	Perlambatan (m/s ²)			
		Model A	Model B	Model C	Model D
20	10	-1.566	-1.291	-1.122	-0.982
	20	-2.28	-1.78	-1.476	-1.257
	30	-4.187	-2.869	-2.155	-1.748
30	10	-1.89	-1.611	-1.43	-1.272
	20	-2.571	-2.115	-1.818	-1.593
	30	-4.02	-3.078	-2.495	-2.138
40	10	-2.062	-1.803	-1.627	-1.468
	20	-2.676	-2.305	-2.032	-1.823
	30	-3.81	-3.194	-2.708	-2.405

4.3. Analisa Data Penelitian

Data-data pengujian dihasilkan dapat dilihat pada grafik-grafik di bawah ini.

4.3.1 Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Jarak Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam



Gambar 4.1 Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Jarak Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam

Pada gambar 4.1 diatas menunjukkan bahwa variasi bentuk model piringan cakram terhadap kecepatan 20 km/jam dengan tekanan pengereman yang ditentukan, didapatkan hasil jarak pengereman yang terbaik pada bentuk piringan cakram dengan model A dikarenakan memiliki luas permukaan dan momen inersia terbesar yaitu $21665,149 \text{ mm}^2$ dan $0,741 \text{ kg. m}^2$, kemudian disusul dengan model B luas permukaan dan momen inersianya $12215,546 \text{ mm}^2$ dan $0,551 \text{ kg. m}^2$, model C luas permukaan dan momen inersianya $12124,12 \text{ mm}^2$ dan $0,548 \text{ kg. m}^2$, model D luas permukaan dan momen inersinya $8873,459 \text{ mm}^2$ dan $0,521 \text{ kg. m}^2$.

Piringan cakram dengan bentuk model A pada kecepatan 20 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki jarak pengereman 8,944 meter, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki jarak pengereman 5,856 meter, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki jarak pengereman 2,764 meter.

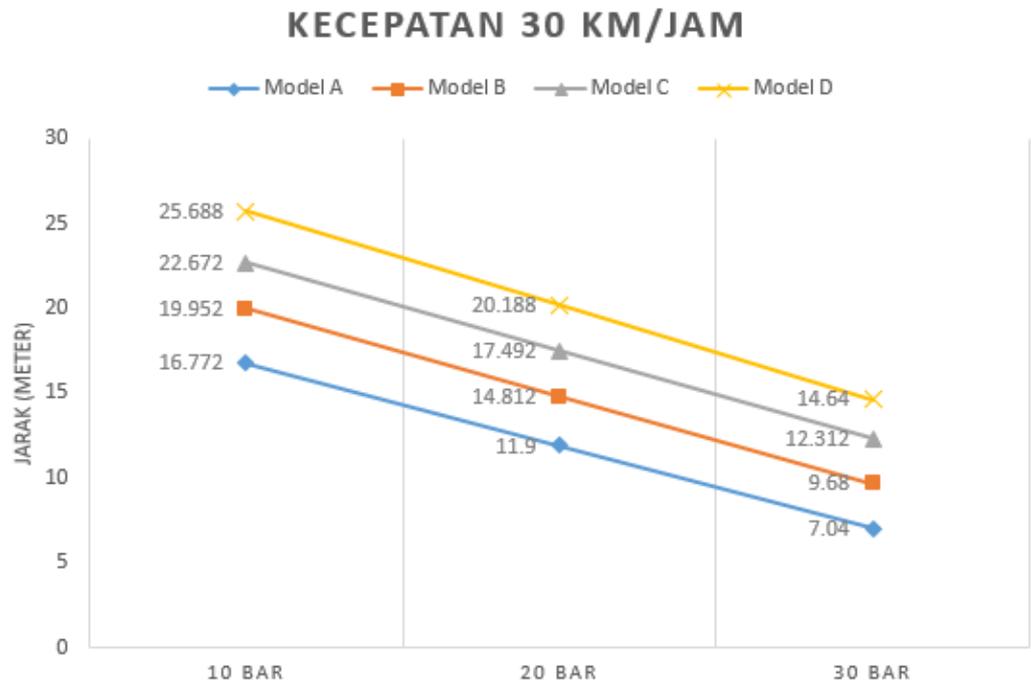
Piringan cakram dengan bentuk model B pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki jarak pengereman 10,796 meter, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki jarak pengereman 7,756 meter, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki jarak pengereman 4,464 meter.

Piringan cakram dengan bentuk model C pada kecepatan 20 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki jarak pengereman 12,856 meter, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki jarak pengereman 9,544 meter, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki jarak pengereman 6,244 meter.

Piringan cakram dengan bentuk model D pada kecepatan 20 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki jarak pengereman 14,816 meter, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki jarak pengereman 11,364 meter, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki jarak pengereman 7,916 meter.

Standar pengereman menurut SNI 4404:2008 untuk kategori L3 menurut SNI 09-1825-2002 pada system pengereman dengan rem belakang saja menunjukkan pada kecepatan 20 km/jam minimal jarak berhenti yang di tempuh adalah kurang dari 0,968 meter, maka semua variasi model piringan cakram tidak sesuai dengan standar pengereman karena jarak berhentinya lebih dari 0,968 meter.

4.3.2 Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Jarak Pengereman Pada Kecepatan 30 km/jam



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Jarak Pengereman Pada Kecepatan 30 km/jam

Pada gambar 4.2 diatas menunjukkan bahwa variasi bentuk model piringan cakram terhadap kecepatan 30 km/jam dengan tekanan pengereman yang ditentukan, didapatkan hasil jarak pengereman yang terbaik pada bentuk piringan cakram dengan model A dikarenakan memiliki luas permukaan dan momen inersia terbesar yaitu $21665,149 \text{ mm}^2$ dan $0,741 \text{ kg. m}^2$, kemudian disusul dengan model B luas permukaan dan momen inersianya $12215,546 \text{ mm}^2$ dan $0,551 \text{ kg. m}^2$, model C luas permukaan dan momen

inersianya $12124,12 \text{ mm}^2$ dan $0,548 \text{ kg. m}^2$, model D luas permukaan dan momen inersinya $8873,459 \text{ mm}^2$ dan $0,521 \text{ kg. m}^2$.

Piringan cakram dengan bentuk model A pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki jarak pengereman 16,722 meter, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki jarak pengereman 11,9 meter, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki jarak pengereman 7,04 meter.

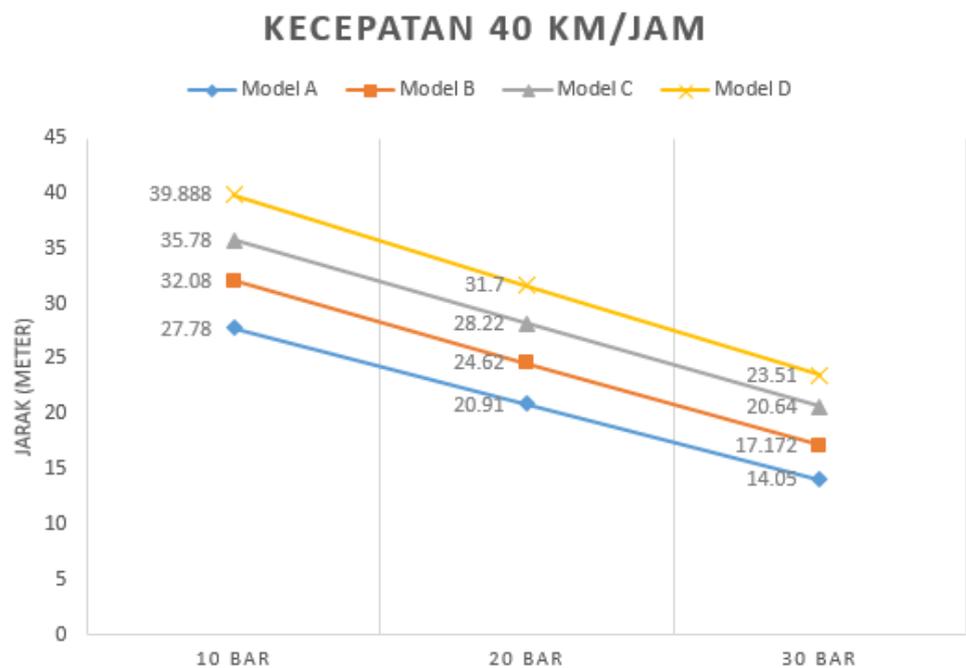
Piringan cakram dengan bentuk model B pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki jarak pengereman 19,952 meter, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki jarak pengereman 14,812 meter, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki jarak pengereman 9,68 meter.

Piringan cakram dengan bentuk model C pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki jarak pengereman 22,672 meter, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki jarak pengereman 17,492 meter, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki jarak pengereman 12,312 meter.

Piringan cakram dengan bentuk model D pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki jarak pengereman 25,688 meter, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki jarak pengereman 20,188 meter, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki jarak pengereman 14,64 meter.

Standar pengereman menurut SNI 4404:2008 untuk kategori L3 menurut SNI 09-1825-2002 pada system pengereman dengan rem belakang saja menunjukkan pada kecepatan 30 km/jam minimal jarak berhenti yang di tempuh adalah kurang dari 1,758 meter, maka semua variasi model piringan cakram tidak sesuai dengan standar pengereman karena jarak berhentinya lebih dari 1,758 meter.

4.3.3 Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Jarak Pengereman Pada Kecepatan 40 km/jam



Gambar 4.3 Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Jarak Pengereman Pada Kecepatan 40 km/jam

Pada gambar 4.3 diatas menunjukkan bahwa variasi bentuk model piringan cakram terhadap kecepatan 40 km/jam dengan tekanan pengereman yang ditentukan, didapatkan hasil jarak pengereman yang terbaik pada bentuk piringan cakram dengan

model A dikarenakan memiliki luas permukaan dan momen inersia terbesar yaitu $21665,149 \text{ mm}^2$ dan $0,741 \text{ kg. m}^2$, kemudian disusul dengan model B luas permukaan dan momen inersianya $12215,546 \text{ mm}^2$ dan $0,551 \text{ kg. m}^2$, model C luas permukaan dan momen inersianya $12124,12 \text{ mm}^2$ dan $0,548 \text{ kg. m}^2$, model D luas permukaan dan momen inersinya $8873,459 \text{ mm}^2$ dan $0,521 \text{ kg. m}^2$.

Piringan cakram dengan bentuk model A pada kecepatan 40 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki jarak pengereman 27,78 meter, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki jarak pengereman 20,91 meter, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki jarak pengereman 14,05 meter.

Piringan cakram dengan bentuk model B pada kecepatan 40 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki jarak pengereman 32,08 meter, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki jarak pengereman 24,62 meter, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki jarak pengereman 17,172 meter.

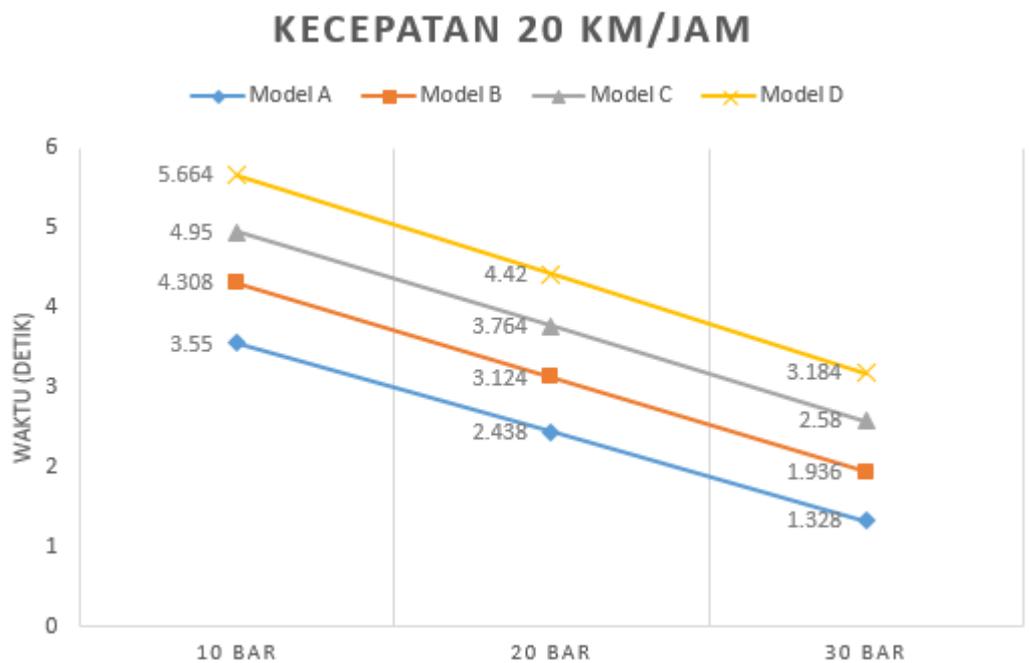
Piringan cakram dengan bentuk model C pada kecepatan 40 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki jarak pengereman 35,78 meter, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki jarak pengereman 28,22 meter, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki jarak pengereman 20,64 meter.

Piringan cakram dengan bentuk model D pada kecepatan 40 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki jarak

pengereman 39,888 meter, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki jarak pengereman 31,7 meter, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki jarak pengereman 23,51 meter.

Standar pengereman menurut SNI 4404:2008 untuk kategori L3 menurut SNI 09-1825-2002 pada system pengereman dengan rem belakang saja menunjukkan pada kecepatan 40 km/jam minimal jarak berhenti yang di tempuh adalah kurang dari 2,756 meter, maka semua variasi model piringan cakram tidak sesuai dengan standar pengereman karena jarak berhentinya lebih dari 2,756 meter.

4.3.4 Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Waktu Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam



Gambar 4.4 Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Waktu Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam

Pada gambar 4.4 diatas menunjukkan bahwa variasi bentuk model piringan cakram terhadap kecepatan 20 km/jam dengan tekanan pengereman yang ditentukan, didapatkan hasil waktu pengereman yang terbaik pada bentuk piringan cakram dengan model A dikarenakan memiliki luas permukaan dan momen inersia terbesar yaitu $21665,149 \text{ mm}^2$ dan $0,741 \text{ kg. m}^2$, kemudian disusul dengan model B luas permukaan dan momen inersianya $12215,546 \text{ mm}^2$ dan $0,551 \text{ kg. m}^2$, model C luas permukaan dan momen inersianya $12124,12 \text{ mm}^2$ dan $0,548 \text{ kg. m}^2$, model D luas permukaan dan momen inersinya $8873,459 \text{ mm}^2$ dan $0,521 \text{ kg. m}^2$.

Piringan cakram dengan bentuk model A pada kecepatan 20 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki waktu pengereman 3,55 detik, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki waktu pengereman 2,438 detik, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki waktu pengereman 1,328 detik.

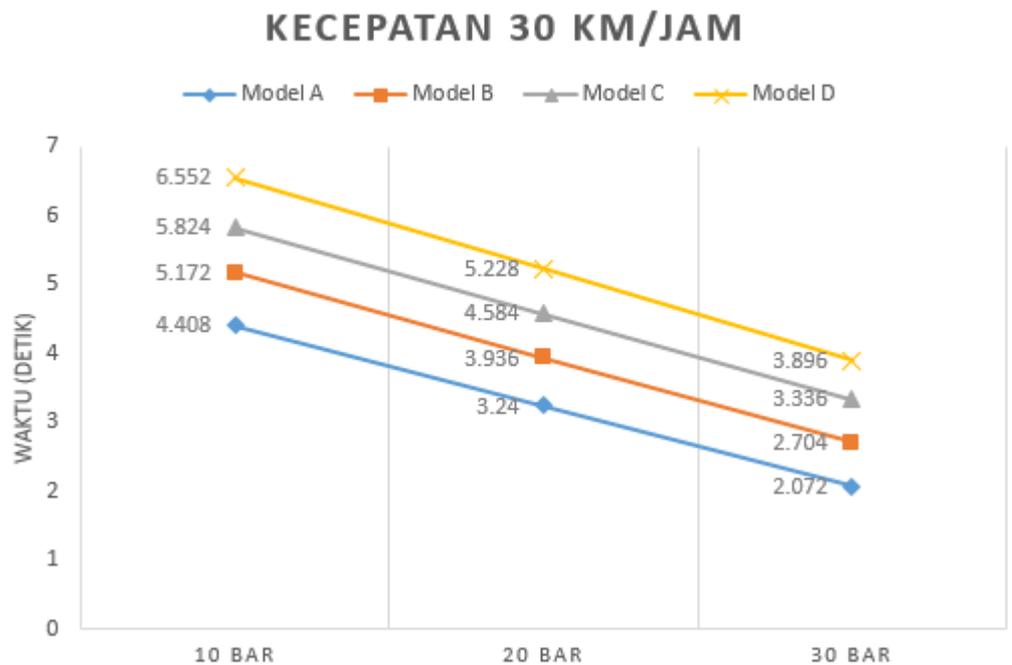
Piringan cakram dengan bentuk model B pada kecepatan 20 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki waktu pengereman 4,308 detik, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki waktu pengereman 3,124 detik, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki waktu pengereman 1,936 detik.

Piringan cakram dengan bentuk model C pada kecepatan 20 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki waktu pengereman 4,95 detik, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki

waktu pengereman 3,764 detik, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki waktu pengereman 2,58 detik.

Piringan cakram dengan bentuk model D pada kecepatan 20 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki waktu pengereman 5,664 detik, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki waktu pengereman 4,42 detik, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki waktu pengereman 3,184 detik.

4.3.5 Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Waktu Pengereman Pada Kecepatan 30 km/jam



Gambar 4.5 Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Waktu Pengereman Pada Kecepatan 30 km/jam

Pada gambar 4.5 diatas menunjukkan bahwa variasi bentuk model piringan cakram terhadap kecepatan 30 km/jam dengan

tekanan pengereman yang ditentukan, didapatkan hasil waktu pengereman yang terbaik pada bentuk piringan cakram dengan model A dikarenakan memiliki luas permukaan dan momen inersia terbesar yaitu $21665,149 \text{ mm}^2$ dan $0,741 \text{ kg. m}^2$, kemudian disusul dengan model B luas permukaan dan momen inersianya $12215,546 \text{ mm}^2$ dan $0,551 \text{ kg. m}^2$, model C luas permukaan dan momen inersianya $12124,12 \text{ mm}^2$ dan $0,548 \text{ kg. m}^2$, model D luas permukaan dan momen inersinya $8873,459 \text{ mm}^2$ dan $0,521 \text{ kg. m}^2$.

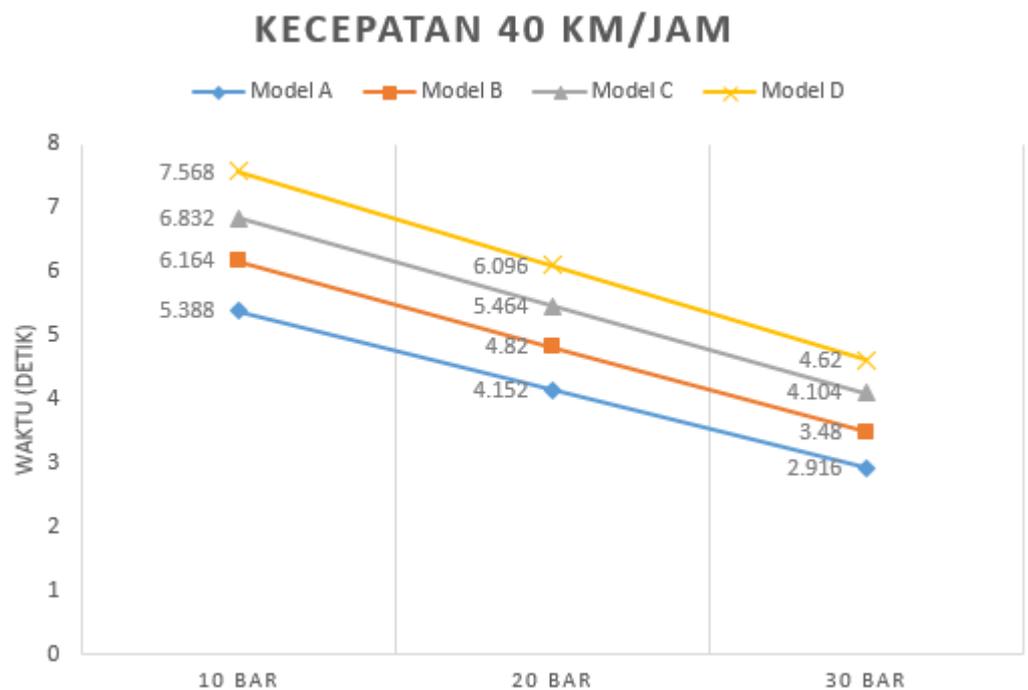
Piringan cakram dengan bentuk model A pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki waktu pengereman 4,408 detik, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki waktu pengereman 3,24 detik, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki waktu pengereman 2,072 detik.

Piringan cakram dengan bentuk model B pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki waktu pengereman 5,172 detik, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki waktu pengereman 3,936 detik, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki waktu pengereman 2,704 detik.

Piringan cakram dengan bentuk model C pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki waktu pengereman 5,824 detik, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki waktu pengereman 4,584 detik, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki waktu pengereman 3,336 detik.

Piringan cakram dengan bentuk model D pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki waktu pengereman 6,552 detik, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki waktu pengereman 5,228 detik, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki waktu pengereman 3,896 detik.

4.3.6 Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Waktu Pengereman Pada Kecepatan 40 km/jam



Gambar 4.6 Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Waktu Pengereman Pada Kecepatan 40 km/jam

Pada gambar 4.6 diatas menunjukkan bahwa variasi bentuk model piringan cakram terhadap kecepatan 40 km/jam dengan tekanan pengereman yang ditentukan, didapatkan hasil waktu pengereman yang terbaik pada bentuk piringan cakram dengan model

A dikarenakan memiliki luas permukaan dan momen inersia terbesar yaitu $21665,149 \text{ mm}^2$ dan $0,741 \text{ kg. m}^2$, kemudian disusul dengan model B luas permukaan dan momen inersianya $12215,546 \text{ mm}^2$ dan $0,551 \text{ kg. m}^2$, model C luas permukaan dan momen inersianya $12124,12 \text{ mm}^2$ dan $0,548 \text{ kg. m}^2$, model D luas permukaan dan momen inersinya $8873,459 \text{ mm}^2$ dan $0,521 \text{ kg. m}^2$.

Piringan cakram dengan bentuk model A pada kecepatan 40 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki waktu pengereman 5,388 detik, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki waktu pengereman 4,152 detik, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki waktu pengereman 2,916 detik.

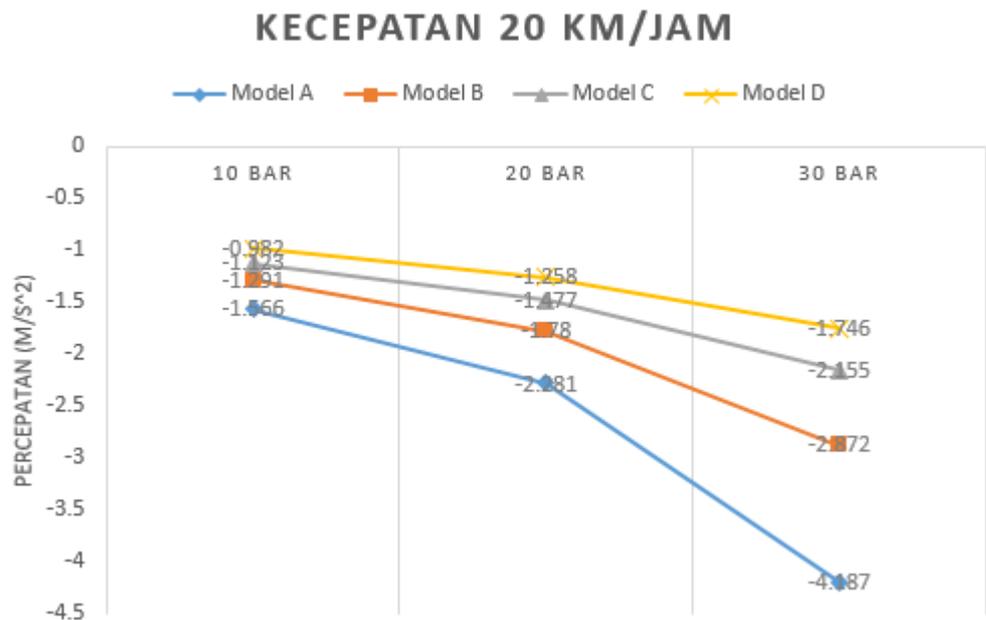
Piringan cakram dengan bentuk model B pada kecepatan 40 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki waktu pengereman 6,164 detik, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki waktu pengereman 4,82 detik, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki waktu pengereman 3,48 detik.

Piringan cakram dengan bentuk model C pada kecepatan 40 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki waktu pengereman 6,832 detik, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki waktu pengereman 5,464 detik, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki waktu pengereman 4,104 detik.

Piringan cakram dengan bentuk model D pada kecepatan 40 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki waktu

pengereman 7,568 detik, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki waktu pengereman 6,096 detik, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki waktu pengereman 4,62 detik.

4.3.7 Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Perlambatan Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam



Gambar 4.7 Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Perlambatan Pengereman Pada Kecepatan 20 km/jam

Pada gambar 4.7 diatas menunjukkan bahwa variasi bentuk model piringan cakram terhadap kecepatan 20 km/jam dengan tekanan pengereman yang ditentukan, didapatkan hasil perlambatan pengereman yang terbaik pada bentuk piringan cakram dengan model A dikarenakan memiliki luas permukaan dan momen inersia terbesar yaitu $21665,149 \text{ mm}^2$ dan $0,741 \text{ kg. m}^2$, kemudian disusul dengan

model B luas permukaan dan momen inersianya $12215,546 \text{ mm}^2$ dan $0,551 \text{ kg. m}^2$, model C luas permukaan dan momen inersianya $12124,12 \text{ mm}^2$ dan $0,548 \text{ kg. m}^2$, model D luas permukaan dan momen inersinya $8873,459 \text{ mm}^2$ dan $0,521 \text{ kg. m}^2$.

Piringan cakram dengan bentuk model A pada kecepatan 20 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki perlambatan pengereman $-1,566 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki perlambatan pengereman $-2,28 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki percepatan pengereman $-4,187 \text{ m/s}^2$.

Piringan cakram dengan bentuk model B pada kecepatan 20 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki perlambatan pengereman $-1,291 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki perlambatan pengereman $-1,78 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki perlambatan pengereman $-2,869 \text{ m/s}^2$.

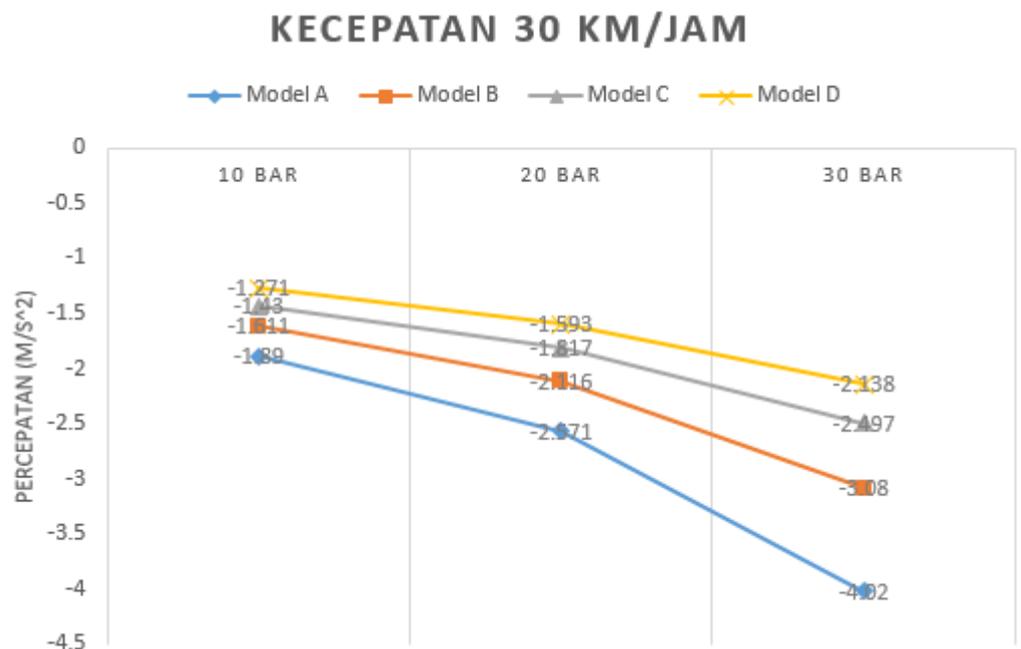
Piringan cakram dengan bentuk model C pada kecepatan 20 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki perlambatan pengereman $-1,122 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki perlambatan pengereman $-1,476 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki perlambatan pengereman $-2,155 \text{ m/s}^2$.

Piringan cakram dengan bentuk model D pada kecepatan 20 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki perlambatan pengereman $-0,982 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 20 bar

memiliki perlambatan pengereman $-1,257 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki perlambatan pengereman $-1,748 \text{ m/s}^2$.

Dari data yang telah didapatkan berdasarkan hasil pengujian, perlambatannya ini semua tidak memenuhi syarat karena berdasarkan peraturan pemerintah Republik Indonesia nomor 55 tahun 2012 tentang kendaraan nilai perlambatan paling sedikit -5 m/s^2 , agar memenuhi syarat tekanan pengereman harus lebih dari 30 bar.

4.3.8 Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Perlambatan Pengereman Pada Kecepatan 30 km/jam



Gambar 4.8 Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Perlambatan Pengereman Pada Kecepatan 30 km/jam

Pada gambar 4.8 diatas menunjukkan bahwa variasi bentuk model piringan cakram terhadap kecepatan 30 km/jam dengan

tekanan pengereman yang ditentukan, didapatkan hasil perlambatan pengereman yang terbaik pada bentuk piringan cakram dengan model A dikarenakan memiliki luas permukaan dan momen inersia terbesar yaitu $21665,149 \text{ mm}^2$ dan $0,741 \text{ kg. m}^2$, kemudian disusul dengan model B luas permukaan dan momen inersianya $12215,546 \text{ mm}^2$ dan $0,551 \text{ kg. m}^2$, model C luas permukaan dan momen inersianya $12124,12 \text{ mm}^2$ dan $0,548 \text{ kg. m}^2$, model D luas permukaan dan momen inersinya $8873,459 \text{ mm}^2$ dan $0,521 \text{ kg. m}^2$.

Piringan cakram dengan bentuk model A pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki perlambatan pengereman $-1,89 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki perlambatan pengereman $-2,571 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki perlambatan pengereman $-4,02 \text{ m/s}^2$.

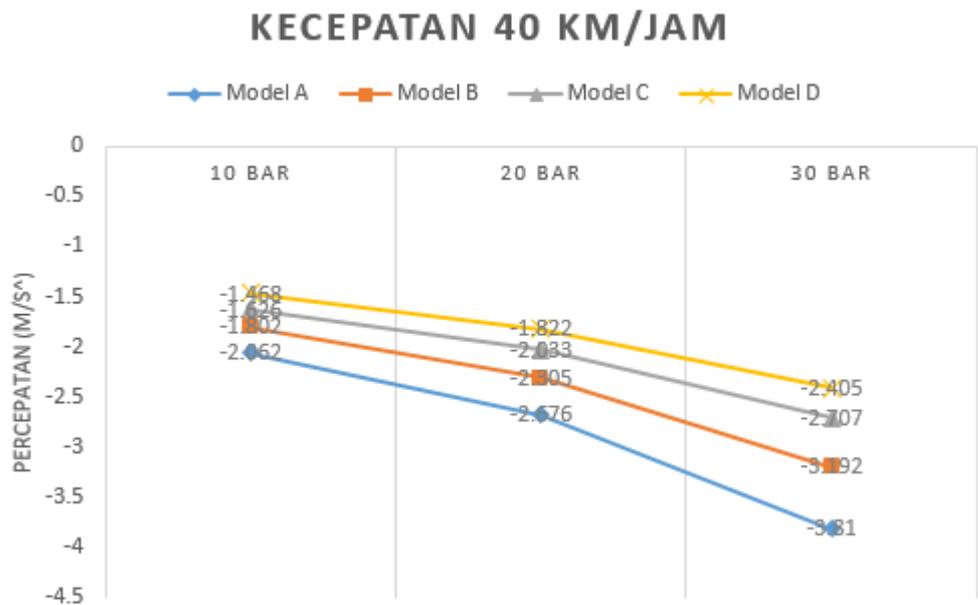
Piringan cakram dengan bentuk model B pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki perlambatan pengereman $-1,611 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki perlambatan pengereman $-2,115 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki perlambatan pengereman $-3,078 \text{ m/s}^2$.

Piringan cakram dengan bentuk model C pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki perlambatan pengereman $-1,43 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki perlambatan pengereman $-1,818 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki perlambatan pengereman $-2,495 \text{ m/s}^2$.

Piringan cakram dengan bentuk model D pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki perlambatan pengereman $-1,272 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki perlambatan pengereman $-1,593 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki perlambatan pengereman $-2,138 \text{ m/s}^2$.

Dari data yang telah didapatkan berdasarkan hasil pengujian, perlambatannya ini semua tidak memenuhi syarat karena berdasarkan peraturan pemerintah Republik Indonesia nomor 55 tahun 2012 tentang kendaraan nilai perlambatan paling sedikit -5 m/s^2 , agar memenuhi syarat tekanan pengereman harus lebih dari 30 bar.

4.3.9 Analisa Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Perlambatan Pengereman Pada Kecepatan 40 km/jam



Gambar 4.9 Hasil Pengujian Pengereman Variasi Bentuk Model Piringan Cakram Terhadap Perlambatan Pengereman Pada Kecepatan 40 km/jam

Pada gambar 4.9 diatas menunjukkan bahwa variasi bentuk model piringan cakram terhadap kecepatan 40 km/jam dengan tekanan pengereman yang ditentukan, didapatkan hasil perlambatan pengereman yang terbaik pada bentuk piringan cakram dengan model A dikarenakan memiliki luas permukaan dan momen inersia terbesar yaitu $21665,149 \text{ mm}^2$ dan $0,741 \text{ kg. m}^2$, kemudian disusul dengan model B luas permukaan dan momen inersianya $12215,546 \text{ mm}^2$ dan $0,551 \text{ kg. m}^2$, model C luas permukaan dan momen inersianya $12124,12 \text{ mm}^2$ dan $0,548 \text{ kg. m}^2$, model D luas permukaan dan momen inersinya $8873,459 \text{ mm}^2$ dan $0,521 \text{ kg. m}^2$.

Piringan cakram dengan bentuk model A pada kecepatan 40 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki perlambatan pengereman $-2,062 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki perlambatan pengereman $-2,676 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki perlambatan pengereman -3.81 m/s^2 .

Piringan cakram dengan bentuk model B pada kecepatan 40 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki perlambatan pengereman $-1,803 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki perlambatan pengereman $-2,305 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki perlambatan pengereman $-3,194 \text{ m/s}^2$.

Piringan cakram dengan bentuk model C pada kecepatan 40 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki perlambatan pengereman $-1,627 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 20 bar

memiliki perlambatan pengereman $-2,032 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki perlambatan pengereman -2.708 m/s^2 .

Piringan cakram dengan bentuk model D pada kecepatan 40 km/jam dengan tekanan pengereman 10 bar memiliki perlambatan pengereman $-1,468 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 20 bar memiliki perlambatan pengereman $-1,823 \text{ m/s}^2$, dengan tekanan pengereman 30 bar memiliki perlambatan pengereman $-2,405 \text{ m/s}^2$.

Dari data yang telah didapatkan berdasarkan hasil pengujian, perlambatannya ini semua tidak memenuhi syarat karena berdasarkan peraturan pemerintah Republik Indonesia nomor 55 tahun 2012 tentang kendaraan nilai perlambatan paling sedikit -5 m/s^2 , agar memenuhi syarat tekanan pengereman harus lebih dari 30 bar.

4.4. Pembahasan

Jika dilihat secara keseluruhan dari grafik hasil uji jarak dan waktu pengereman, piringan cakram model A yang memiliki jarak pengereman terbaik dan waktu pengereman tersingkat karena gesekan yang diberikan pada kampas lebih sedikit disebabkan luas penampangnya besar sehingga menghasilkan umur pada kampas lebih panjang.

4.5. Aplikasi Hasil Penelitian

Berdasarkan peraturan pemerintah Republik Indonesia agar memenuhi syarat standar pengeremannya harus menggunakan dua rem supaya nilai perlambatannya memenuhi standar pengereman jangan menggunakan satu rem kemudian gunakanlah piringan cakram model A karena piringan cakram model A yang terbaik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Model A menghasilkan jarak pengereman terbaik pada kecepatan 20 km/jam dengan tekanan 30 bar : 2,764 meter, pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan 30 bar : 7,04 meter, pada kecepatan 40 km/jam dengan tekanan tekanan 30 bar : 14,05 meter karena model A mempunyai luas permukaan yang terbesar menyebabkan gesekan yang diberikan pada kampas lebih sedikit sehingga menghasilkan umur pada kampas lebih panjang.
2. Model A memiliki waktu pengereman tersingkat pada kecepatan 20 km/jam dengan tekanan 30 bar : 1,328 detik, pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan 30 bar : 2,072 detik, pada kecepatan 40 km/jam dengan tekanan 30 bar : 2,916 detik karena model A mempunyai luas permukaan yang terbesar menyebabkan gesekan yang diberikan pada kampas lebih sedikit sehingga menghasilkan umur pada kampas lebih panjang.
3. Model A menghasilkan nilai perlambatan pengereman pada kecepatan 20 km/jam dengan tekanan 30 bar : $-4,187 \text{ m/s}^2$, pada kecepatan 30 km/jam dengan tekanan 30 bar : $-4,02 \text{ m/s}^2$, pada kecepatan 40 km/jam dengan tekanan 30 bar : $-3,81 \text{ m/s}^2$ terbaik karena model A mempunyai luas permukaan yang terbesar menyebabkan gesekan yang diberikan pada kampas lebih sedikit sehingga menghasilkan umur pada kampas lebih panjang.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka penulis menyarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan dua rem yang tekanan pengeremannya bervariasi depan dan belakang.

DAFTAR PUSTAKA

- Drs Daryanto. 2004. Teknik Sepeda Motor. Bandung: Yrama Widya.
- Nugraha, AT.2013. Pengaruh Fraksi Berat al_2O_3 Dan $al-si$ Terhadap Kekerasan Dan Stuktur Mikrom Material Sepatun Rem Hasil Pengecoran Injeksi Bertekanan. Semarang: Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
- PT. Astra Honda Motor.2010. Buku Pelatihan Mekanik Tingkat 2. Jakarta : PT. Astra Honda Motor – Astra Honda Training Center.
- PT. Astra Honda Motor.2000. Honda Technical Service. Jakarta : PT. Astra Honda Motor – Astra Honda Training Center.
- PT. Toyota Astra Motor.2003. New Step 1 Training Manual. Jakarta : PT. Toyota – Astra Motor Training Center.
- Putra, RH.2013. Prediksi Umur Teknis Sistem Rem Tromol Pada Sepeda Motor (Studi Kasus Honda Supra X 125) Semarang: Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
- Siahaan, Ian Hardianto.2008. Kinerja Rem Tromol Terhadap Kinerja Rem Cakram Kendaraan Roda Dua Pada Pengujian Stasioner. Surabaya: Teknik Mesin Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Sonawan, Hery.2014. Perancangan Elemen Mesin. Bandung : Alfabeta.
- Sukamto. 2012. Analisis Keausan Kampas Rem Pada Sepeda Motor. Yogyakarta: Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Janabadra.
- Sularso.2013. Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin. Bandung : Pradnya Paramita.
- Suwanda, Hary. 2011.Desain Eksperimen Untuk Penelitian Ilmiah. Bandung : Alfabeta.
- Yanuar. 2010. Analisis Gaya Pada Rem Cakram Untuk Kendaraan Roda Empat. Jakarta : Teknik Mesin Universitas Gunadarma.
- Satyadarma, Dita. 2005. Dinamika Teknik. Depok : Universitas Gunadarma.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DANDY MISWAR lahir di Jakarta, 18 September 1995. Merupakan anak keempat dari empat bersaudara dari keluarga Bapak Bujang Iswandi (Alm) dan Ibu Elly Hakraini. Bertempat tinggal di Jalan Pancawarga III No.12A RT.013/RW05, Cip. Bes. Selatan., Jatinegara Jakarta Timur.

Tempat yang telah ditempuh adalah SD Negeri 08 Pagi pada tahun ajar 2001/2002 – 2006/2007. Kemudian melanjutkan pendidikan ke Pondok Pesantren Daar El-Qolam Tangerang pada tahun ajar 2008/2009 – 2009/2010. Kemudian melanjutkan pendidikan ke MAN 9 Jakarta pada tahun ajar 2010/2011 – 2012/2013, Melanjutkan Pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri pada tahun 2013 mengikuti SBMPTN Tertulis dan diterima di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.

Selama melaksanakan kuliah di UNJ pernah mengikuti organisasi BEM Fakultas Teknik dan pernah melakukan kegiatan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PPPTMGB Lemigas di Cipulir Jakarta Selatan selama satu bulan pada periode Juli 2016 – Agustus 2016 dan mengikuti Praktek Ketrampilan Mengajar (PKM) di SMK Negeri 1 Jakarta Pusat selama empat bulan pada periode Agustus 2016 – Desember 2016.

LAMPIRAN

Menghitung perlambatan pada pengereman

Model A

Kecepatan 20 km/jam

- Tekanan 10 bar

Diketahui : $V_0 = 20 \text{ km/jam} = 5,56 \text{ m/s}$

$$t = 3,55 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots\dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 5,56 \text{ m/s} + a. 3,55 \text{ s}$$

$$a = \frac{-5,56 \text{ m/s}}{3,55 \text{ s}}$$

$$= -1,566 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 20 bar

Diketahui : $V_0 = 20 \text{ km/jam} = 5,56 \text{ m/s}$

$$t = 2,438 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots\dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 5,56 \text{ m/s} + a. 2,438 \text{ s}$$

$$a = \frac{-5,56 \text{ m/s}}{2,438 \text{ s}}$$

$$= -2,28 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 30 bar :

Diketahui : $V_0 = 20 \text{ km/jam} = 5,56 \text{ m/s}$

$$t = 1,328 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 5,56 \text{ m/s} + a. 1,328 \text{ s}$$

$$a = \frac{-5,56 \text{ m/s}}{1,328 \text{ s}}$$

$$= -4,187 \text{ m/s}^2$$

Kecepatan 30 km/jam

- Tekanan 10 bar

Diketahui : $V_o = 30 \text{ km/jam} = 8,33 \text{ m/s}$

$$t = 4,408 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 8,33 \text{ m/s} + a. 4,408 \text{ s}$$

$$a = \frac{-8,33 \text{ m/s}}{4,408 \text{ s}}$$

$$= -1,89 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 20 bar

Diketahui : $V_o = 30 \text{ km/jam} = 8,33 \text{ m/s}$

$$t = 3,24 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 8,33 \text{ m/s} + a. 3,24 \text{ s}$$

$$a = \frac{-8,33 \text{ m/s}}{3,24 \text{ s}}$$

$$= -2,571 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 30 bar :

Diketahui : $V_0 = 30 \text{ km/jam} = 8,33 \text{ m/s}$

$$t = 2,072 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 8,33 \text{ m/s} + a. 2,072 \text{ s}$$

$$a = \frac{-8,33 \text{ m/s}}{2,072 \text{ s}}$$

$$= -4,02 \text{ m/s}^2$$

Kecepatan 40 km/jam

- Tekanan 10 bar

Diketahui : $V_0 = 40 \text{ km/jam} = 11,11 \text{ m/s}$

$$t = 5,388 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 11,11 \text{ m/s} + a. 5,388 \text{ s}$$

$$a = \frac{-11,11 \text{ m/s}}{5,388 \text{ s}}$$

$$= -2,062 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 20 bar

Diketahui : $V_0 = 40 \text{ km/jam} = 11,11 \text{ m/s}$

$$t = 4,152 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 11,11 \text{ m/s} + a. 4,152 \text{ s}$$

$$a = \frac{-11,11 \text{ m/s}}{4,152 \text{ s}}$$

$$= -2,676 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 30 bar :

Diketahui : $V_0 = 40 \text{ km/jam} = 11,11 \text{ m/s}$

$$t = 2,916 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 11,11 \text{ m/s} + a. 2,916 \text{ s}$$

$$a = \frac{-11,11 \text{ m/s}}{2,916 \text{ s}}$$

$$= -3,81 \text{ m/s}^2$$

Model B

Kecepatan 20 km/jam

- Tekanan 10 bar

Diketahui : $V_0 = 20 \text{ km/jam} = 5,56 \text{ m/s}$

$$t = 4,308 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 5,56 \text{ m/s} + a. 4,308 \text{ s}$$

$$a = \frac{-5,56 \text{ m/s}}{4,308 \text{ s}}$$

$$= -1,291 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 20 bar

Diketahui : $V_0 = 20 \text{ km/jam} = 5,56 \text{ m/s}$

$$t = 3,124 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 5,56 \text{ m/s} + a. 3,124 \text{ s}$$

$$a = \frac{-5,56 \text{ m/s}}{3,124 \text{ s}}$$

$$= -1,78 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 30 bar :

Diketahui : $V_o = 20 \text{ km/jam} = 5,56 \text{ m/s}$

$$t = 1,936 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots\dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 5,56 \text{ m/s} + a. 1,936 \text{ s}$$

$$a = \frac{-5,56 \text{ m/s}}{1,936 \text{ s}}$$

$$= -2,896 \text{ m/s}^2$$

Kecepatan 30 km/jam

- Tekanan 10 bar

Diketahui : $V_o = 30 \text{ km/jam} = 8,33 \text{ m/s}$

$$t = 5,172 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots\dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 8,33 \text{ m/s} + a. 5,172 \text{ s}$$

$$a = \frac{-8,33 \text{ m/s}}{5,172 \text{ s}}$$

$$= -1,611 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 20 bar

Diketahui : $V_o = 30 \text{ km/jam} = 8,33 \text{ m/s}$

$$t = 3,936 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 8,33 \text{ m/s} + a. 3,936 \text{ s}$$

$$a = \frac{-8,33 \text{ m/s}}{3,936 \text{ s}}$$

$$= -2,115 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 30 bar :

Diketahui : $V_o = 30 \text{ km/jam} = 8,33 \text{ m/s}$

$$t = 2,704 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 8,33 \text{ m/s} + a. 2,704 \text{ s}$$

$$a = \frac{-8,33 \text{ m/s}}{2,704 \text{ s}}$$

$$= -3,078 \text{ m/s}^2$$

Kecepatan 40 km/jam

- Tekanan 10 bar

Diketahui : $V_o = 40 \text{ km/jam} = 11,11 \text{ m/s}$

$$t = 6,164 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 11,11 \text{ m/s} + a. 6,164 \text{ s}$$

$$a = \frac{-11,11 \text{ m/s}}{6,164 \text{ s}}$$

$$= -1,803 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 20 bar

Diketahui : $V_0 = 40 \text{ km/jam} = 11,11 \text{ m/s}$

$$t = 4,82 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 11,11 \text{ m/s} + a. 4,82 \text{ s}$$

$$a = \frac{-11,11 \text{ m/s}}{4,82 \text{ s}}$$

$$= -2,305 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 30 bar :

Diketahui : $V_0 = 40 \text{ km/jam} = 11,11 \text{ m/s}$

$$t = 3,48 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 11,11 \text{ m/s} + a. 3,48 \text{ s}$$

$$a = \frac{-11,11 \text{ m/s}}{3,48 \text{ s}}$$

$$= -3,194 \text{ m/s}^2$$

Model C

Kecepatan 20 km/jam

- Tekanan 10 bar

Diketahui : $V_0 = 20 \text{ km/jam} = 5,56 \text{ m/s}$

$$t = 4,95 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 5,56 \text{ m/s} + a. 4,95 \text{ s}$$

$$a = \frac{-5,56 \text{ m/s}}{4,95 \text{ s}}$$

$$= -1,122 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 20 bar

Diketahui : $V_0 = 20 \text{ km/jam} = 5,56 \text{ m/s}$

$$t = 3,764 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 5,56 \text{ m/s} + a. 3,764 \text{ s}$$

$$a = \frac{-5,56 \text{ m/s}}{3,764 \text{ s}}$$

$$= -1,476 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 30 bar :

Diketahui : $V_0 = 20 \text{ km/jam} = 5,56 \text{ m/s}$

$$t = 2,58 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 5,56 \text{ m/s} + a. 2,58 \text{ s}$$

$$a = \frac{-5,56 \text{ m/s}}{2,58 \text{ s}}$$

$$= -2,155 \text{ m/s}^2$$

Kecepatan 30 km/jam

- Tekanan 10 bar

Diketahui : $V_0 = 30 \text{ km/jam} = 8,33 \text{ m/s}$

$$t = 5,824 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 8,33 \text{ m/s} + a. 5,824 \text{ s}$$

$$a = \frac{-8,33 \text{ m/s}}{5,824 \text{ s}}$$

$$= -1,43 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 20 bar

Diketahui : $V_o = 30 \text{ km/jam} = 8,33 \text{ m/s}$

$$t = 4,584 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots\dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 8,33 \text{ m/s} + a. 4,584 \text{ s}$$

$$a = \frac{-8,33 \text{ m/s}}{4,584 \text{ s}}$$

$$= -1,818 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 30 bar :

Diketahui : $V_o = 30 \text{ km/jam} = 8,33 \text{ m/s}$

$$t = 3,336 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots\dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 8,33 \text{ m/s} + a. 3,336 \text{ s}$$

$$a = \frac{-8,33 \text{ m/s}}{3,336 \text{ s}}$$

$$= -2,495 \text{ m/s}^2$$

Kecepatan 40 km/jam

- Tekanan 10 bar

Diketahui : $V_o = 40 \text{ km/jam} = 11,11 \text{ m/s}$

$$t = 6,832 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 11,11 \text{ m/s} + a. 6,832 \text{ s}$$

$$a = \frac{-11,11 \text{ m/s}}{6,832 \text{ s}}$$

$$= -1,627 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 20 bar

Diketahui : $V_o = 40 \text{ km/jam} = 11,11 \text{ m/s}$

$$t = 5,464 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 11,11 \text{ m/s} + a. 5,464 \text{ s}$$

$$a = \frac{-11,11 \text{ m/s}}{5,464 \text{ s}}$$

$$= -2,032 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 30 bar :

Diketahui : $V_o = 40 \text{ km/jam} = 11,11 \text{ m/s}$

$$t = 4,104 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 11,11 \text{ m/s} + a. 4,104 \text{ s}$$

$$a = \frac{-11,11 \text{ m/s}}{4,104 \text{ s}}$$

$$= -2,708 \text{ m/s}^2$$

Kecepatan 20 km/jam

- Tekanan 10 bar

Diketahui : $V_0 = 20 \text{ km/jam} = 5,56 \text{ m/s}$

$$t = 5,664 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots\dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 5,56 \text{ m/s} + a. 5,664 \text{ s}$$

$$a = \frac{-5,56 \text{ m/s}}{5,664 \text{ s}}$$

$$= -0,982 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 20 bar

Diketahui : $V_0 = 20 \text{ km/jam} = 5,56 \text{ m/s}$

$$t = 4,42 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots\dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 5,56 \text{ m/s} + a. 4,42 \text{ s}$$

$$a = \frac{-5,56 \text{ m/s}}{4,42 \text{ s}}$$

$$= -1,257 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 30 bar :

Diketahui : $V_0 = 20 \text{ km/jam} = 5,56 \text{ m/s}$

$$t = 3,184 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots\dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 5,56 \text{ m/s} + a. 3,184 \text{ s}$$

$$a = \frac{-5,56 \text{ m/s}}{3,184 \text{ s}}$$

$$= -1,748 \text{ m/s}^2$$

Kecepatan 30 km/jam

- Tekanan 10 bar

Diketahui : $V_0 = 30 \text{ km/jam} = 8,33 \text{ m/s}$

$$t = 6,552 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots\dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 8,33 \text{ m/s} + a. 6,552 \text{ s}$$

$$a = \frac{-8,33 \text{ m/s}}{6,552 \text{ s}}$$

$$= -1,272 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 20 bar

Diketahui : $V_0 = 30 \text{ km/jam} = 8,33 \text{ m/s}$

$$t = 5,228 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots\dots ?$

Dijawab : $V_t = V_0 + a.t$

$$0 = 8,33 \text{ m/s} + a. 5,228 \text{ s}$$

$$a = \frac{-8,33 \text{ m/s}}{5,228 \text{ s}}$$

$$= -1,593 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 30 bar :

Diketahui : $V_0 = 30 \text{ km/jam} = 8,33 \text{ m/s}$

$$t = 3,896 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots\dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 8,33 \text{ m/s} + a. 3,896 \text{ s}$$

$$a = \frac{-8,33 \text{ m/s}}{3,896 \text{ s}}$$
$$= -2,138 \text{ m/s}^2$$

Kecepatan 40 km/jam

- Tekanan 10 bar

Diketahui : $V_o = 40 \text{ km/jam} = 11,11 \text{ m/s}$

$$t = 7,568 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots\dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 11,11 \text{ m/s} + a. 7,568 \text{ s}$$

$$a = \frac{-11,11 \text{ m/s}}{7,568 \text{ s}}$$
$$= -1,468 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 20 bar

Diketahui : $V_o = 40 \text{ km/jam} = 11,11 \text{ m/s}$

$$t = 6,096 \text{ s}$$

Ditanya : $a = \dots\dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 11,11 \text{ m/s} + a. 6,096 \text{ s}$$

$$a = \frac{-11,11 \text{ m/s}}{6,096 \text{ s}}$$
$$= -1,823 \text{ m/s}^2$$

- Tekanan 30 bar :

Diketahui : $V_o = 40 \text{ km/jam} = 11,11 \text{ m/s}$

$$t = 4,62 \text{ s}$$

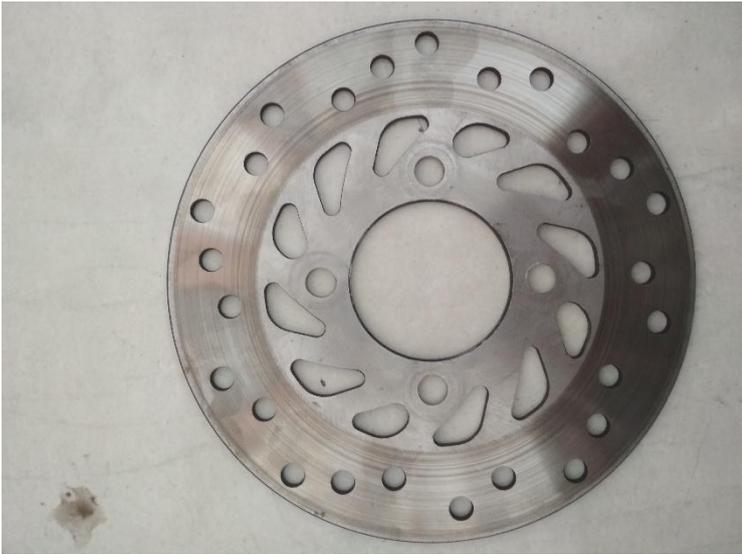
Ditanya : $a = \dots ?$

Dijawab : $V_t = V_o + a.t$

$$0 = 11,11 \text{ m/s} + a. 4,62 \text{ s}$$

$$a = \frac{-11,11 \text{ m/s}}{4,62 \text{ s}}$$

$$= -2,405 \text{ m/s}^2$$



Gambar 1. Piringan Cakram Model A



Gambar 2. Piringan Cakram Model B



Gambar 3. Piringan Cakram Model C



Gambar 4. Piringan Cakram Model D

SPEKIFIKASI HONDA SUPRA-X 125 R

ENGINE	
Tipe Mesin	4 Langkah, SOHC
Diameter x Langkah	52,4 mm x 57,9 mm
Volume Silinder	124,8 cc
Daya Maksimum	9,3 PS / 7.500 rpm
Torsi Maksimum	1.03 kgf.m / 4.000 rpm
Perbandingan Kompresi	9,0 : 1
Tipe kopling	Otomatis, sentrifugal
Sistem Pelumasan	Basah
Sistem Starter	Electric starter & kick starter
Sistem Pendinginan	Pendingin Udara
Kapasitas Oli	Total: 0,7 Liter
Sistem Bahan Bakar	Karburator
Tipe Transmisi	Rotary, 4 Kecepatan (N-1-2-3-4-N)

ELECTRICITY	
Battery / Aki	12 V – 3,5 Ah
Sistem Pengapian	DC – CDI

Tipe Busi

(ND) U20EPR9 / (NGK) CPR6EA-9



LAMPIRAN

(Acuan Uji Pengereman Menurut SNI)

SNI

SNI 4404:2008

Standar Nasional Indonesia

Metoda pengereman kendaraan bermotor kategori L





Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Persyaratan	4
5 Pengujian dan kinerja pengereman	6
6 Persyaratan untuk kendaraan kategori L1 dan L3 yang dilengkapi peralatan anti lock	14
Lampiran	16



Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) “Metoda pengereman kendaraan bermotor kategori L” merupakan revisi SNI 09-4404-1997, “Cara uji pengereman sepeda motor” dan mengacu sebagian dari UN-ECE No.78, *Economic Commission for Europe (ECE) Regulation No. 78, tentang Uniform Provisions Concerning the Approval of Vehicles of Category L Vehicles with Regard to Braking*, Edisi 02/S3 Tanggal 28 Pebruari 2003.

Standar ini disusun dalam rangka pembinaan industri otomotif dan industri komponen kendaraan bermotor dalam negeri, perlindungan konsumen, dan persiapan masuk ke pasar global.

Dari UN-ECE No. 78 tersebut, bagian-bagian yang tidak diambil yaitu:

1. *Application for approval*
2. *Approval*
3. *Modifications of vehicle type or braking device and extension of approval*
4. *Conformity of production*
5. *Transitional provisions*
6. *Penalties for non-conformity of production*
7. *Production definitely discontinued*
8. *Names and addresses of technical services responsible for conducting approval tests and of administrative departments*

Apabila dikemudian hari terdapat keraguan dalam penafsiran SNI ini, maka harus dikembalikan pada naskah asli dari UN-ECE No 78. Bila nantinya standar ini akan diberlakukan wajib, maka untuk produk yang telah memiliki sertifikat persetujuan berdasarkan UN-ECE No.78 adalah setara dengan Persyaratan Standar Nasional Indonesia ini.

Perumusan standar ini dilaksanakan oleh Panitia Teknis 43-01, Rekayasa kendaraan jalan raya dan telah dibahas dalam Rapat Konsensus pada tanggal 15 Desember 2005 yang dihadiri wakil-wakil dari produsen, konsumen, asosiasi, lembaga penelitian, perguruan tinggi dan instansi terkait lainnya.

Metoda pengereman kendaraan bermotor kategori L

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan metoda pengereman kendaraan bermotor roda dua atau tiga dari tipe-tipe yang dijelaskan pada butir 3 standar ini.

Standar ini tidak mencakup:

- Kendaraan dengan rancangan kecepatan tidak melebihi 25 km/jam;
- Kendaraan untuk penderita cacat.

2 Acuan normatif

SNI 09-1825-2002, *Sistem penggolongan /pengklasifikasian kendaraan bermotor.*

Economic Commission for Europe (ECE) Regulation No. 78, Uniform Provisions Concerning the Approval of Vehicles of Category L Vehicles with Regard to Braking, Edisi 02/S3 Tanggal 28 Pebruari 2003.



3 Istilah dan definisi

3.1 tipe kendaraan

sebuah kategori kendaraan bermotor yang tidak berbeda dalam aspek penting seperti:

3.1.1 kategori kendaraan

seperti ditentukan dalam SNI 09-1825-2002, *Sistem penggolongan/ pengklasifikasian kendaraan bermotor*

3.1.2 massa maksimum yang ditentukan dalam butir 3.13

3.1.3 distribusi massa pada poros-poros

3.1.4 kecepatan maksimum yang dirancang

3.1.5 perbedaan tipe dari perangkat pengereman

3.1.6 jumlah dan susunan poros

3.1.7 tipe mesin

3.1.8
jumlah dan rasio persneling/gigi

3.1.9

rasio gigi akhir

3.1.10

dimensi ban

3.2**peralatan pengereman**

gabungan beberapa komponen yang fungsinya untuk mengurangi kecepatan kendaraan secara bertahap, atau menjadi berhenti, atau menjaga tetap tak bergerak saat berhenti; fungsi-fungsi ini ditentukan pada butir 4.1.2. Perlengkapan ini terdiri dari pengendali, transmisi dan rem itu sendiri

3.3**pengendali (*Control*)**

komponen yang digerakkan langsung oleh pengemudi untuk mentransmisikan tenaga yang diperlukan saat pengereman atau pengendalian. Tenaga tersebut bisa merupakan tenaga langsung dari pengemudi, atau tenaga lain yang dikendalikan oleh pengemudi, atau gabungan tenaga keduanya

3.4**transmisi**

gabungan komponen-komponen mulai dari pengendali (*control*) sampai dengan rem dan terhubung secara fungsional. Apabila tenaga pengereman diperoleh dari atau dibantu oleh sumber tenaga lain tetapi masih dikendalikan oleh pengemudi, maka sumber tenaga (*reserve of energy*) tersebut juga merupakan bagian dari transmisi

3.5**rem (*brake*)**

bagian dari alat pengereman dimana dihasilkan gaya yang melawan pergerakan kendaraan

3.6**perbedaan tipe dari perangkat pengereman**

tipe perangkat pengereman berbeda jika ada perbedaan dalam aspek penting seperti:

3.6.1

komponen-komponen yang mempunyai karakteristik berbeda

3.6.2

komponen yang dibuat dari material-material yang mempunyai karakteristik berbeda, atau komponen yang berbeda dalam bentuk maupun ukuran

3.6.3

pemasangan (*assembly*) yang berbeda dari komponen-komponen

3.7**komponen-komponen alat pengereman**

satu komponen atau lebih yang bila dirakit akan menjadi suatu peralatan pengereman

3.8

3.8.1

dalam hal kendaraan kategori L1 dan L3:

sistem pengereman dimana paling sedikit terdapat dua rem pada roda yang berbeda, digerakkan secara kombinasi yang dioperasikan dengan satu pengendali dalam hal kendaraan kategori L2 dan L5

sistem pengereman yang dioperasikan pada semua roda;

3.8.2

dalam hal kendaraan kategori L4:

sistem pengereman yang dioperasikan paling sedikit pada roda depan dan belakang. Untuk peralatan pengereman yang bekerja secara serempak pada roda belakang dan roda kereta samping (*side car*), dianggap sebagai satu rem belakang

3.9

pengereman yang *progressive* dan bertahap (*graduated*) berarti pengereman dilakukan dalam batas normal, baik pada saat mengerem atau pada saat melepas rem

3.9.1

pengemudi dapat menambah atau mengurangi gaya rem pada saat kapanpun dengan mengoperasikan pengendali rem

3.9.2

gaya pengereman berubah secara proporsional sesuai dengan gaya yang dioperasikan pada pengendali, dan

3.9.3

gaya pengereman dapat dengan mudah diatur dengan cukup presisi

3.10

kecepatan maksimum yang dirancang

kecepatan dimana kendaraan tidak dapat melebihinya, pada jalan datar dan tanpa pengaruh luar, dengan memperhitungkan batas-batas khusus yang ditentukan pada rancangan dan konstruksi kendaraan

3.11

kendaraan terbebani (*Laden*)

kendaraan dengan muatan mencapai "massa maksimum"-nya

3.12

kendaraan tanpa beban (*Unladen*)

kendaraan itu sendiri, ditambah pengemudi dan peralatan atau instrumen uji yang diperlukan

3.13

massa maksimum

massa maksimum yang diijinkan yang ditetapkan oleh pabrik kendaraan (massa ini boleh lebih tinggi dari "massa maksimum yang diijinkan" oleh pemerintah)

3.14

rem basah (*wet brake*)

rem yang diperlakukan sesuai dengan butir 5.1.5

4 Persyaratan

4.1 Umum

4.1.1 Peralatan pengereman

4.1.1.1 Peralatan pengereman harus dirancang, dibuat dan dipasang sehingga kendaraan dapat digunakan secara normal meskipun terkena getaran, juga harus memenuhi ketentuan pada standar ini.

4.1.1.2 Peralatan pengereman harus didesain, dibuat dan dipasang sehingga dapat terlindungi dari kemungkinan timbulnya karat dan pengeroposan.

4.1.1.3 Kampas rem (*linings*) tidak boleh mengandung bahan asbes.

4.1.2 Fungsi peralatan pengereman

Peralatan pengereman yang ditetapkan dalam butir 3.2 harus memenuhi fungsi-fungsi sebagai berikut:

4.1.2.1 Pengereman utama (*servicing braking*)

Pengereman utama harus memungkinkan untuk mengendalikan pergerakan kendaraan dan menghentikan dengan aman, cepat dan efektif, berapapun kecepatan dan bebannya, pada jalan tanjakan maupun turunan. Juga harus memungkinkan untuk melepaskan pengereman. Pengemudi harus dapat melakukan pengereman ini dari tempat duduk pengemudi tanpa memindahkan tangan-tangannya dari stir.

4.1.2.2 Pengereman sekunder (jika dipasang)

Pengereman sekunder harus dapat untuk menghentikan kendaraan dalam jarak yang layak bila terjadi kegagalan pengereman utama (*service braking*). Juga harus memungkinkan untuk melepaskan pengereman. Pengemudi harus dapat melakukan pengereman ini dari tempat duduk pengemudi dengan minimal satu tangannya masih memegang stir. Untuk ketentuan ini, diasumsikan bahwa tidak ada lebih dari satu kegagalan pengereman utama yang dapat terjadi pada saat yang sama.

4.1.2.3 Rem parkir (jika dipasang)

Rem parkir harus memungkinkan untuk mempertahankan kendaraan berhenti pada kondisi tanjakan dan turunan bahkan pada saat ditinggal pengemudi, komponen rem yang bekerja harus terkunci dengan alat yang menggunakan sistem mekanik. Pengemudi harus dapat melakukan tindakan pengereman ini dari tempat duduk pengemudi.

4.2 Karakteristik perlengkapan pengereman

4.2.1 Setiap kendaraan kategori L1 dan L3 harus dilengkapi dengan 2 peralatan pengereman utama (*service braking*), dengan kendali dan transmisi terpisah (*independent*), setidaknya satu di roda depan dan lainnya di rodabelakang.

4.2.1.1 Dua peralatan pengereman utama tersebut boleh merupakan sebuah rem sistem *common* tetapi bila terjadi kegagalan pada satu peralatan pengereman tidak boleh mempengaruhi kinerja rem yang lainnya. Bagian-bagian tertentu seperti rem itu sendiri, silinder rem dan piston (kecuali *seal*), *push rod* dan perangkat cam rem (*cam assemblies of*

the brakes), harus tidak mudah rusak, dapat diakses dengan mudah dalam perawatan dan mempunyai tingkat keamanan yang cukup.

4.2.1.2 Alat pengereman parkir tidak diwajibkan

4.2.2 Setiap kendaraan kategori L4 harus dilengkapi dengan alat pengereman, bila peralatan ini mampu bekerja mencapai level kinerja pada kondisi uji kendaraan dengan kereta samping (*sidecar*), maka tidak diperlukan rem pada roda kereta samping tersebut; rem parkir juga tidak wajib.

4.2.3 Setiap kendaraan kategori L2 harus dilengkapi:

4.2.3.1 Dengan masing-masing dua peralatan rem utama yang independen yang secara bersamaan menggerakkan rem-rem pada semua roda, atau

4.2.3.2 Dengan satu peralatan rem utama yang beroperasi pada semua roda dan sebuah alat pengereman sekunder (darurat) yang bisa berupa rem parkir.

4.2.3.3 Sebagai syarat tambahan, setiap kendaraan kategori L2 harus dilengkapi dengan sebuah rem parkir yang bekerja pada satu roda atau lebih. Rem parkir dapat merupakan salah satu dari peralatan rem utama yang disebutkan pada butir 4.2.3.1, tetapi harus independen dari rem yang bekerja pada poros atau poros-poros lainnya.

4.2.4 Setiap kendaraan kategori L5 harus dilengkapi:

4.2.4.1 Dengan sebuah peralatan rem utama yang dikendalikan dengan pedal kaki yang beroperasi pada seluruh roda, dan sebuah peralatan pengereman sekunder (darurat) yang bisa merupakan rem parkir, dan

4.2.4.2 Dengan sebuah peralatan pengereman parkir yang bekerja pada roda-roda pada sedikitnya satu poros. Kendali rem parkir harus terpisah dari kendali rem utama.

4.2.5 Peralatan pengereman harus bekerja pada permukaan yang terhubung dengan roda-roda secara kokoh.

4.2.6 Komponen-komponen dari peralatan pengereman, yang terpasang pada kendaraan, harus kencang untuk menjamin agar fungsinya tidak gagal pada kondisi pengoperasian normal.

4.2.7 Peralatan pengereman harus dapat beroperasi dengan mudah dalam kondisi pelumasan dan penyetelan yang tepat.

4.2.7.1 Bila rem aus, harus dapat dengan mudah di-stel, baik dengan menggunakan penyetelan manual maupun otomatis. Rem harus dapat disetel pada posisi operasi yang efisien sampai kampas rem (*brake lining*) aus sampai ke titik penggantian.

4.2.7.2 Peralatan kendali, komponen transmisi dan komponen rem harus memiliki jarak bebas sehingga ketika rem menjadi panas dan kampas rem telah mencapai derajat keausan maksimum yang diijinkan, pengereman harus tetap efektif tanpa perlu penyetelan.

4.2.7.3 Ketika komponen-komponen alat pengereman disetel secara benar, maka pada saat beroperasi, komponen tersebut tidak boleh menyentuh apapun kecuali bagian yang memang harus bersentuhan.

4.2.8 Pada peralatan pengereman dengan transmisi hidrolik, tempat yang berisi cairan cadangan (minyak rem) harus dirancang dan dibuat sehingga level dari cairan cadangan tersebut dapat dilihat dengan mudah.

5 Pengujian dan kinerja pengereman

5.1 Pengujian pengereman

5.1.1 Umum

5.1.1.1 Kinerja dari suatu peralatan pengereman didasarkan pada jarak berhenti dari uji pengereman dan/atau rata-rata perlambatan yang terjadi sepenuhnya (*mean fully developed deceleration / MFDD*). Kinerja tersebut akan ditentukan dengan pengukuran jarak berhenti dari kecepatan awal tertentu dan/atau pengukuran MFDD.

5.1.1.2 Jarak berhenti adalah jarak yang dicapai oleh kendaraan dari saat ketika pengemudi memulai menggerakkan pengendali sistem pengereman sampai saat ketika kendaraan berhenti.

Kecepatan kendaraan awal, v_1 , adalah kecepatan saat pengemudi menggerakkan pengendali sistem pengereman; kecepatan awal tidak boleh kurang dari 98 persen dari kecepatan yang ditentukan untuk uji pengereman.

Mean fully developed deceleration, (d_m), dihitung sebagai penurunan kecepatan rata-rata pada jarak yang dicapai dalam interval v_b ke v_e menurut rumus berikut:

$$d_m = \frac{v_b^2 - v_e^2}{25,92 (s_e - s_b)} \quad \text{m/s}^2$$

dimana:

d_m = MFDD (*mean fully developed deceleration*)

v_1 = seperti didefinisikan di atas

v_b = kecepatan kendaraan pada 0,8 v_1 , km/jam

v_e = kecepatan kendaraan pada 0,1 v_1 , km/jam

s_b = jarak yang dicapai antara v_1 dan v_b , m

s_e = jarak yang dicapai antara v_1 dan v_e , m

Kecepatan dan jarak akan diukur dengan alat yang mempunyai akurasi $\pm 1\%$ pada kecepatan yang ditentukan untuk uji. Nilai " d_m " bisa didapat dengan metoda lain selain pengukuran kecepatan dan jarak; tetapi akurasi " d_m " harus dalam *range* $\pm 3\%$.

5.1.2 Pengujian kinerja pengereman kendaraan dilakukan dalam kondisi sebagai berikut:

5.1.2.1 Massa kendaraan harus dijelaskan dalam laporan uji; untuk setiap jenis pengujian.

5.1.2.2 Uji dilaksanakan pada kecepatan dan dengan cara yang sudah ditentukan untuk setiap tipe uji; jika kecepatan maksimum kendaraan tidak sesuai dengan kecepatan yang ditentukan, maka pengujian dilaksanakan dalam kondisi khusus (tersedia alternatif pengujian).

5.1.2.3 Dalam pengujian tidak boleh terjadi roda mengunci (*locked*), kendaraan menyimpang dari jalur dan tidak boleh ada getaran yang tidak normal.

5.1.2.4 Selama pengujian, gaya yang dikenakan pada kendali rem untuk mendapatkan kinerja yang dimaksud tidak boleh melebihi gaya maksimum yang diperbolehkan untuk kategori kendaraan uji.

5.1.3 Kondisi uji

5.1.3.1 Pengujian rem utama dilaksanakan dalam kondisi berikut:

5.1.3.1.1 Pada awal uji atau seri pengujian lainnya, ban harus dalam keadaan dingin dan pada tekanan untuk beban roda aktual ketika kendaraan stationer.

5.1.3.1.2 Untuk pengetestan pada kondisi bermuatan, kendaraan dibebani dengan massa yang terdistribusi sesuai dengan yang ditentukan pembuat kendaraan.

5.1.3.1.3 Untuk pengujian tipe-0, rem harus dalam keadaan dingin, rem dianggap dingin ketika suhu yang diukur pada cakram atau pada luar tromol dibawah 100° C.

5.1.3.1.4 Pengemudi harus duduk di tempat duduk dengan posisi normal dan harus menjaga pada posisi yang sama sepanjang pengujian.

5.1.3.1.5 Area uji harus datar, kering dan mempunyai permukaan adhesi bagus.

5.1.3.1.6 Pengujian harus dilakukan ketika tidak ada angin yang bisa mempengaruhi hasil uji.

5.1.4 Uji tipe-0 (untuk rem utama)

5.1.4.1 Umum

Ambang batas minimum untuk tiap kategori kendaraan: kendaraan harus memenuhi baik untuk jarak berhenti maupun *mean fully developed deceleration (MFDD)*, tetapi tidak harus mengukur kedua parameter.

5.1.4.2 Uji tipe-0 dengan engine tidak terhubung (*disconnected*)

Uji dilaksanakan pada kecepatan yang ditentukan untuk masing-masing kategori kendaraan. Bila kendaraan mempunyai dua rem utama yang dapat dioperasikan secara terpisah, maka alat pengereman diuji secara terpisah. Kinerja minimum untuk tiap alat pengereman untuk tiap kategori kendaraan harus dicapai;

5.1.4.2.1 Kendaraan dengan transmisi manual atau otomatis yang hubungan ke *gearbox*-nya dapat dilepas secara manual, pengujian dilaksanakan dengan *gearbox* tidak terhubung dan/atau engine tidak terhubung dengan melepas hubungan melalui kopling.

5.1.4.2.2 Pada kendaraan dengan tipe transmisi otomatis lainnya, pengujian dilaksanakan dengan kondisi operasi normal.

5.1.4.3 Uji tipe-0 dengan mesin terhubung untuk kendaraan kategori L3, L4 dan L5.

Pengujian dilaksanakan pada kondisi kendaraan tak terbebani pada berbagai kecepatan, yang terendah: 30% dari kecepatan maksimum kendaraan dan tertinggi: 80% dari kecepatan maksimum kendaraan atau 160 km/jam, dipilih mana yang lebih rendah. Kinerja maksimum dan keadaan kendaraan pada saat pengujian harus dicatat pada laporan uji.

Apabila kendaraan mempunyai dua alat pengereman utama yang dioperasikan secara terpisah, kedua alat pengereman tersebut harus diuji bersama secara serempak, dengan kondisi kendaraan tanpa beban.

5.1.4.4 Uji tipe-0 dengan mesin tak terhubung, dengan kondisi rem basah

Uji ini diperuntukkan untuk kendaraan kategori L1, L2, L3 dan L4 (dengan pengecualian yang tercantum dalam butir 5.1.5.1). Prosedur uji sama dengan untuk uji tipe-0 dengan mesin tak terhubung, kecuali pada ketentuan pembasahan rem seperti dijelaskan dalam butir 5.1.5 standar ini.

5.1.5 Ketentuan khusus untuk pengujian dengan rem basah.

5.1.5.1 Rem tertutup: tidak perlu dilakukan seri pengujian tipe-0 pada kendaraan yang dilengkapi dengan rem tromol konvensional atau rem cakram tertutup penuh dimana tidak terjadi penetrasi air pada kondisi pengendaraan normal.

5.1.5.2 Uji dengan rem basah harus dilakukan dengan kondisi yang sama dengan uji rem kering. Tidak boleh ada penyetelan atau perubahan sistem pengereman selain memasang perlengkapan untuk membasahi rem.

5.1.5.3 Peralatan untuk membasahi rem harus terus membasahi rem selama uji dijalankan dengan debit 15 liter/jam untuk tiap rem. Bila satu roda ada dua rem cakram maka dianggap sebagai dua rem.

5.1.5.4 Untuk jenis rem cakram yang terbuka penuh atau terbuka sebagian, air yang disemprotkan diarahkan pada disk sehingga air bisa didistribusikan pada seluruh permukaan cakram dan tersapu oleh sepatu rem (*brake pad*).

5.1.5.4.1 Untuk jenis cakram rem yang terbuka secara penuh, air harus diarahkan pada permukaan cakram 45° sebelum sepatu rem (lihat Gambar 1).

5.1.5.4.2 Untuk cakram rem yang terbuka sebagian, air harus diarahkan pada permukaan cakram dengan 45° sebelum penutup disk.

5.1.5.4.3 Air harus diarahkan pada permukaan cakram dengan sebuah penyemprot dengan nozzle tunggal secara terus-menerus dengan arah tegak lurus permukaan cakram. Posisinya adalah antara titik terdalam sampai dengan titik pada jarak 2/3 dari lebar cakram yang tersapu oleh kampas rem, diukur dari sisi luar cakram (lihat Gambar 1).

5.1.5.5 Untuk cakram rem tertutup penuh, dimana ketentuan butir 5.1.5.1 tidak dipakai, air harus diarahkan pada kedua sisi penutup atau pengarah (*baffle*), pada titik dan cara yang sesuai dengan yang dijelaskan pada butir 5.1.5.4.1 dan butir 5.1.5.4.3 standar ini. Apabila posisi nozzle tepat pada lobang ventilasi atau inspeksi, penyemprotan air harus dikenakan pada posisi 90° sebelum lobang tersebut.

5.1.5.6 Apabila titik yang ditentukan berdasarkan butir 5.1.5.3 dan butir 5.1.5.4 terhalang sehingga tidak memungkinkan untuk menyemprotkan air, maka penyemprotan dilakukan pada titik pertama dimana memungkinkan untuk dilakukan penyemprotan meskipun lebih dari 45° dari kampas rem.

5.1.5.7 Untuk rem tromol yang tidak memenuhi ketentuan butir 5.1.5.1, air disemprotkan pada sisi-sisi alat pengereman (yaitu pada bagian yang stasioner (pada *brake panel*) dan pada tromol yang berputar). Posisinya adalah pada jarak 2/3 dari garis keliling luar tromol ke pusat roda (*hub*).

5.1.5.8 Mengingat adanya persyaratan pada butir sebelumnya dan persyaratan dimana nozzle tidak boleh berada pada posisi kurang dari 15° dengan lubang ventilasi atau inspeksi pada *brake panel*, alat penyemprotan harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga didapatkan penyemprotan yang optimal dan kontinyu.

5.1.5.9 Sebagai awalan pengujian, untuk memastikan pembasahan air yang benar, kendaraan harus dikendarai lebih dahulu dengan kondisi:

- dengan peralatan pembasahan seperti yang ditentukan pada standar ini;
- kecepatan uji yang ditentukan;
- tanpa pengoperasian alat pengereman;
- dengan jarak tidak kurang dari 500 m sebelumnya ke titik dimana uji akan dilaksanakan.

5.1.6 Uji tipe-I (*fade test*)

5.1.6.1 Ketentuan khusus

5.1.6.1.1 Rem utama kendaraan kategori L3, L4 dan L5 harus diuji berhenti berulang, kendaraan berada dalam kondisi terbebani, sesuai dengan persyaratan pada tabel di butir 5.2. Untuk kendaraan yang dilengkapi dengan sistem pengereman kombinasi, bisa dilakukan pengujian pengereman tipe-I ini dengan kondisi sistem pengereman yang ada.

5.1.6.1.2 Uji tipe-I terdiri dari tiga bagian:

5.1.6.1.2.1 Uji tipe-0 seperti dicantumkan pada butir 5.2.1.2 atau butir 5.2.2.1 sebanyak satu kali.

5.1.6.1.2.2 Sepuluh (10) kali uji berhenti yang dilakukan sesuai dengan persyaratan pada butir 5.1.6.2.

5.1.6.1.2.3 Satu kali Uji tipe-0, dilaksanakan pada kondisi yang sama dengan butir 5.1.6.1.2.1 (khususnya besarnya gaya kendali harus sedekat mungkin dengan uji pertama, dimana nilai rata-rata gaya tersebut tidak boleh lebih besar dari rata-rata gaya aktual yang digunakan pada pengujian pertama pada butir 5.1.6.1.2.1). Pengujian ini harus segera dilakukan setelah uji sesuai butir 5.1.6.1.2.2 dengan tenggang waktu kurang dari satu menit dari uji pada butir 5.1.6.1.2.2.

5.1.6.2 Persyaratan uji

5.1.6.2.1 Kendaraan dan rem yang akan diuji bebas embun dan rem harus dalam keadaan dingin; rem dianggap dingin bila suhu terukur pada cakram atau pada bagian luar tromol dibawah 100 °C.

5.1.6.2.2 Kecepatan awal uji

5.1.6.2.2.1 Untuk pengetesan rem depan

70% dari kecepatan maksimum kendaraan atau 100 km/jam, diambil yang lebih rendah.

5.1.6.2.2.2 Untuk pengetesan rem belakang

70% dari kecepatan maksimum kendaraan atau 80 km/jam, diambil yang lebih rendah.

5.1.6.2.2.3 Untuk sistem pengereman gabungan (*combined braking system*)

70% dari kecepatan maksimum kendaraan atau 100 km/jam, diambil yang lebih rendah.

5.1.6.2.3 Jarak antara perhentian pertama dan awal pengereman berikutnya adalah 1000 meter.

5.1.6.2.4 Penggunaan *gear box* dan/atau kopling

5.1.6.2.4.1 Untuk kendaraan dengan transmisi manual atau transmisi otomatis yang dapat dilepas hubungan ke mesinnya dapat dilepas secara manual, memakai gigi tertinggi. Pada saat akan melakukan pengereman, kopling harus terhubung. Ketika kecepatan kendaraan turun mencapai 50% dari kecepatan awal, kopling harus dilepas.

5.1.6.2.4.2 Untuk kendaraan dengan transmisi otomatis penuh, uji tersebut dilaksanakan pada kondisi operasi biasa. Untuk mencapai kecepatan awal, digunakan gigi yang sesuai.

5.1.6.2.5 Setiap setelah berhenti, kendaraan harus segera di-akselerasi secepat mungkin agar bisa mencapai kecepatan uji awal pada uji berikutnya. Jika memungkinkan, kendaraan berputar balik lebih dahulu.

5.1.6.3 Kinerja sisa

Pada akhir uji tipe-I kinerja sisa alat pengereman utama diuji lagi dengan uji tipe-0 dengan kondisi yang sama dengan butir 5.1.6.1.2.1 (khususnya besarnya gaya kendali harus sedekat mungkin dengan uji pertama, dimana nilai rata-rata gaya tersebut tidak boleh lebih besar dari rata-rata gaya aktual yang digunakan pada pengujian pertama pada butir 5.1.6.1.2.1), dengan mesin/kopling tak terhubung (kondisi suhu boleh berbeda).

Sisa kinerja tidak boleh:

- perlambatan (*deceleration*): kurang dari 60 % dari perlambatan yang dicapai selama uji tipe-0,
- jarak berhenti: dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$S_2 \leq 1,67 S_1 - 0,67 aV$$

dimana:

S_1 = jarak berhenti yang dicapai pada uji tipe-0;

S_2 = jarak berhenti pada uji kinerja sisa;

a = 0,1;

V = kecepatan awal pada permulaan pengereman seperti didefinisikan butir 5.2.1.1 atau butir 5.2.2.1 standar ini.

5.2 Kinerja alat pengereman

5.2.1 Ketentuan mengenai uji peralatan pengereman pada roda depan atau belakang saja.

5.2.1.1 Kecepatan awal

$V = 40 \text{ km/jam}^{*/}$ untuk kategori L1 and L2,

$V = 60 \text{ km/jam}^{*/}$ untuk kategori L3 and L4.

CATATAN */ Kendaraan yang kecepatan maksimum (V maks) lebih rendah dari 45 km/jam pada kategori L1 dan L2, atau 67 km/jam pada kategori L3 dan L4, diujikan pada kecepatan sama dengan

0.9 V maks.

5.2.1.2 Untuk keperluan pengujian tipe-I (kendaraan kategori L3 dan L4), hasil uji jarak pemberhentian, MFDD, gaya kendali yang digunakan, harus dicatat.

5.2.1.2.1 Pengereman dengan rem depan saja

Tabel 1 - Pengereman dengan rem depan saja

Kategori	Jarak berhenti (S) (m)	MFDD (m/s) ²
L1	$S < 0,1 \times V + V^2/90$	3,4
L2	$S < 0,1 \times V + V^2/70$	2,7 ^{**/}
L3	$S < 0,1 \times V + V^2/115$	4,4 ^{**/}
L4	$S < 0,1 \times V + V^2/95$	3,6

CATATAN ^{**/} Jika ambang batas pengujian dengan satu rem tidak dapat dicapai karena keterbatasan adhesi, maka pengujian dilakukan dengan menggunakan kedua rem dengan kondisi kendaraan terbebani, dengan ambang batas: L2: 4,4 m/s² dan L3: 5,8 m/s².

5.2.1.2.2 Pengereman dengan rem belakang saja

Tabel 2 - Pengereman dengan rem belakang saja

Kategori	Jarak berhenti (S) (m)	MFDD (m/s) ²
L1	$S < 0,1 \times V + V^2/70$	2,7
L2	$S < 0,1 \times V + V^2/70$	2,7 ^{**/}
L3	$S < 0,1 \times V + V^2/75$	2,9 ^{**/}
L4	$S < 0,1 \times V + V^2/95$	3,6

CATATAN ^{**/} Jika ambang batas pengujian dengan satu rem tidak dapat dicapai karena keterbatasan adhesi, maka pengujian dilakukan dengan menggunakan kedua rem dengan kondisi kendaraan terbebani, dengan ambang batas: L2: 4,4.m/s² and L3: 5,8 m/s².

5.2.1.3 Kinerja pengereman dengan kondisi kendaraan tanpa beban

Uji kendaraan pengemudi sendirian tidak diperlukan jika dengan penghitungan berdasarkan distribusi berat pada masing-masing poros memenuhi MFDD paling sedikit 2,5 m/s² atau jarak berhenti $S < 0,1 \times V + V^2/65$ yang dicapai oleh masing-masing.

5.2.2 Ketentuan untuk kendaraan yang paling sedikit mempunyai satu alat pengereman kombinasi. Untuk uji tipe-I (kendaraan kategori L3, L4, dan L5), hasil jarak berhenti, MFDD dan gaya kendali yang digunakan harus dicatat.

5.2.2.1 Kecepatan awal

$V = 40 \text{ km/jam}^{*/}$ untuk kategori L1 dan L2,

$V = 60 \text{ km/jam}^{*/}$ untuk kategori L3, L4 dan L5.

CATATAN ^{**/} Kendaraan dengan kecepatan maksimum (V maks) lebih rendah dari 45 km/jam untuk kategori L1 dan L2, atau 67 km/jam untuk kategori L3, L4 dan L5, diuji pada kecepatan 0,9 V maks.

5.2.2.2 Kendaraan diuji dengan kondisi terbebani dan tanpa beban.

5.2.2.2.1 Pengereman dengan sistem rem kombinasi

Tabel 3 - Pengereman dengan sistem rem kombinasi

Kategori	Jarak berhenti (S) (m)	MFDD (m/s ²)
L1, L2	$S < 0,1 \times V + V^2/115$	4,4
L3	$S < 0,1 \times V + V^2/132$	5,1
L4	$S < 0,1 \times V + V^2/140$	5,4
L5	$S < 0,1 \times V + V^2/130$	5,0

5.2.2.2.2 Pengereman sekunder dengan peralatan pengereman darurat, untuk semua kategori.

jarak berhenti harus:

$$S < 0,1 \times V + V^2/65 \text{ (mean fully developed deceleration (MFDD)): } 2,5 \text{ m/s}^2$$

5.2.3 Kinerja peralatan pengereman parkir (jika dipakai)

Alat pengereman parkir (termasuk rem parkir yang dikombinasikan dengan sebuah alat pengereman lain) harus mampu untuk menahan kendaraan dalam kondisi terbebani yang diam pada tanjakan atau turunan dengan *gradien* 18%.

5.2.4 Gaya yang digunakan untuk kendali rem utama

Kendali tangan	<200 N
Kendali kaki	<350 N (L1, L2, L3, L4) <500 N (L5)

Kendali rem parkir (jika memakai rem parkir):

dengan kendali manual	<400 N
dengan kendali kaki	<500 N

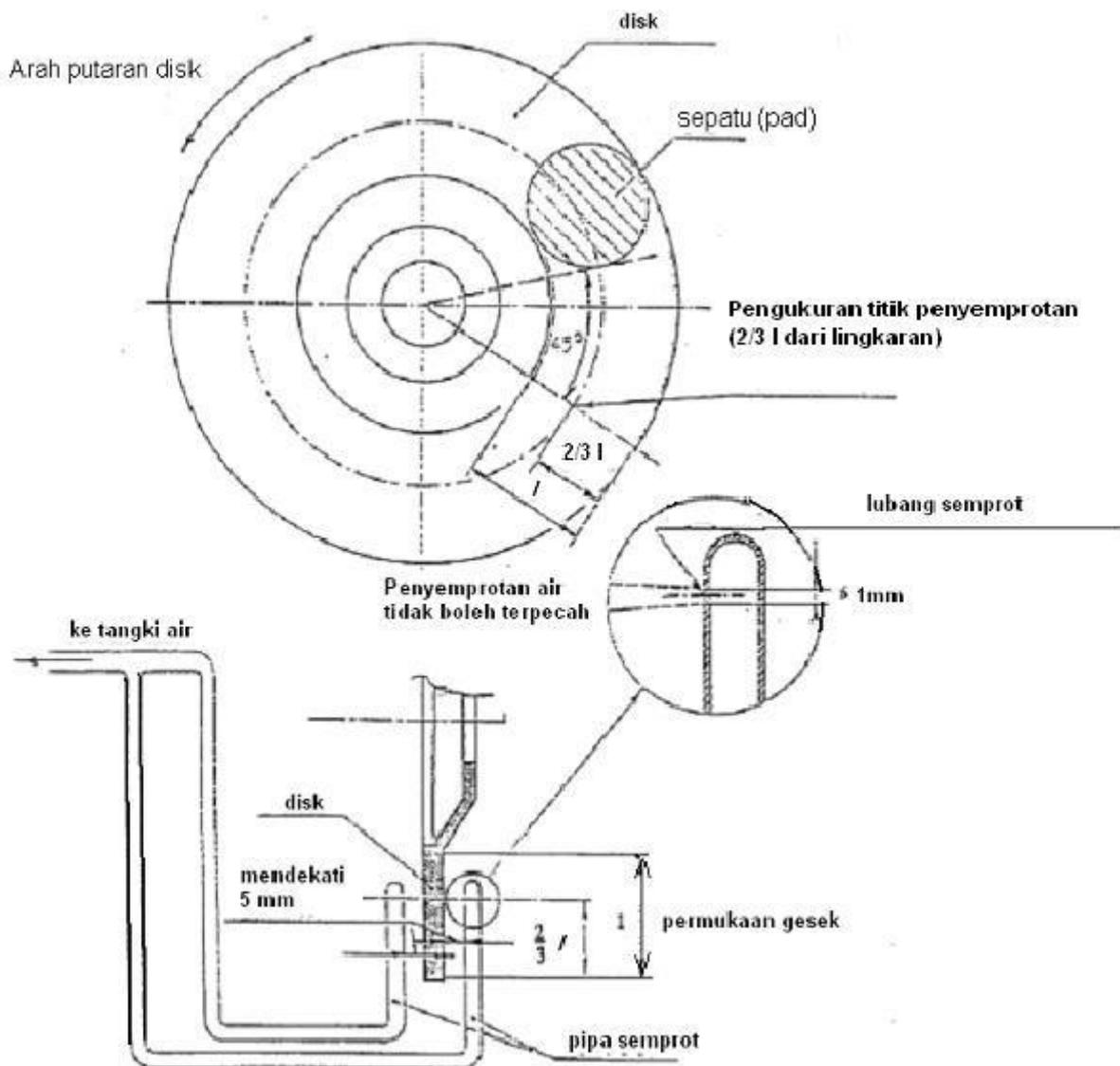
Untuk kasus tuas rem tangan, titik penerapan gaya manual pada posisi 50 mm dari ujung tuas.

5.2.5 Kinerja (minimum dan maksimum) yang harus dicapai dengan rem basah.

5.2.5.1 Perlambatan rata-rata dengan rem basah yang terjadi antara 0,5 detik sampai 1,0 detik setelah pengereman paling sedikit 60 % dari yang dicapai dengan rem kering pada gaya kendali yang sama.

5.2.5.2 Gaya kendali yang digunakan, yang dilakukan secepat mungkin, besarnya harus ekuivalen dengan yang dibutuhkan untuk mencapai angka perlambatan 2,5 m/s² dengan rem kering.

5.2.5.3 Dalam uji tipe-0 dengan rem basah, tidak boleh ada perlambatan melampaui 120 % dari yang dicapai pada uji rem kering.



Gambar 1 - Matoda penggunaan air

6 Persyaratan untuk kendaraan kategori L1 dan L3 yang dilengkapi peralatan *anti-lock*

6.1 Umum

6.1.1 Ketentuan ini mengatur kinerja minimum sistem pengereman yang dilengkapi dengan peralatan *anti-lock* pada kendaraan kategori L1 dan L3. Ini bukan berarti peralatan *anti-lock* wajib dipasang pada semua kendaraan, tetapi jika peralatan ini dipasang pada kendaraan, maka harus memenuhi persyaratan berikut.

6.1.2 Saat ini peralatan *anti-lock* biasanya terdiri dari sebuah atau beberapa sensor, sebuah atau beberapa pengendali dan sebuah atau beberapa *modulator*. Peralatan lain dengan rancangan yang berbeda bisa dianggap sebagai peralatan *anti-lock* dalam pengertian standar ini jika alat tersebut mampu mencapai kinerja yang paling tidak sama dengan yang dijelaskan dalam standar ini.

6.2 Definisi

6.2.1 Peralatan *anti-lock*

Sebuah komponen dari sistem pengereman utama yang secara otomatis mengatur derajat slip, pada arah putaran roda, pada satu atau beberapa roda kendaraan selama pengereman.

6.2.2 Sensor

Sebuah komponen yang dirancang untuk mengidentifikasi dan mengirimkan informasi mengenai kondisi putaran roda atau kondisi dinamis kendaraan ke pengendali (*controller*).

6.2.3 Pengendali (*controller*)

sebuah komponen yang dirancang untuk mengevaluasi data yang dikirim oleh sensor dan mengirimkan sinyal ke *modulator*.

6.2.4 Modulator

Sebuah komponen yang dirancang untuk mengatur besarnya gaya pengereman sesuai sinyal yang diterima dari pengendali.

6.3 Sifat dan karakteristik sistem

6.3.1 Kerusakan pada suplai listrik ke peralatan dan/atau pada kabel ke pengendali elektronik harus memberikan sinyal kepada pengemudi dengan sinyal peringatan optik, yang harus terlihat walaupun pada siang hari. Juga harus mudah bagi pengemudi untuk memeriksa bahwa peralatan tersebut berfungsi. *Electronic controller* dan sistem pengendali (*drive system*) harus diuji untuk beberapa kemungkinan kegagalan.

6.3.2 Bila terjadi kegagalan pada peralatan *anti-lock*, kinerja pengereman kendaraan dengan kondisi terbebani tidak boleh kurang dari yang disyaratkan pada butir 5.2.1.2.1 atau butir 5.2.1.2.2 (mana yang lebih rendah).

6.3.3 Peralatan *anti-lock* tidak boleh terpengaruh oleh medan elektromagnetik.

6.3.4 Peralatan *anti-lock* harus selalu terjaga kinerjanya ketika rem digunakan.

6.4 Penggunaan adhesi (*Adhesion Utilization*)

6.4.1 Umum

6.4.1.1 Untuk kendaraan kategori L3, sistem pengereman yang dilengkapi dengan peralatan *anti-lock* akan diterima bila kondisi $\epsilon \geq 0,70$ dimana epsilon menunjukkan adhesi yang digunakan, seperti dijelaskan pada lampiran.

6.4.1.2 Koefisien *adhesion utilization epsilon* diukur pada permukaan jalan dengan koefisien adhesi tidak lebih dari 0,45 dan tidak kurang dari 0,8.

6.4.1.3 Pengujian dilakukan dengan kondisi kendaraan tanpa beban.

6.4.1.4 Prosedur uji untuk menentukan koefisien adhesi (K) dan rumus untuk menghitung penggunaan adhesi (epsilon) dijelaskan pada lampiran.

6.5 Pemeriksaan tambahan

Pemeriksaan tambahan berikut dilaksanakan dengan kondisi kendaraan tanpa beban.

6.5.1 Roda mana saja yang dikendalikan dengan peralatan *anti-lock* tidak boleh terkunci (*locked*) ketika secara tiba-tiba dikenakan gaya penuh pada alat pengendalinya, pada dua jenis permukaan jalan yang ditentukan dalam butir 6.4.1.2, pada kecepatan awal lebih dari 0,8 V_{maks} tetapi tidak lebih dari 80km/jam.

Gaya penuh berarti gaya maksimum yang dijelaskan pada butir 5.2.4. Pada permukaan adhesi yang rendah ($< 0,35$) kecepatan awal boleh dikurangi untuk alasan keselamatan: dalam hal tertentu, nilai K dan kecepatan awal dicatat pada laporan uji.

6.5.2 Ketika satu roda yang dikendalikan oleh peralatan *anti-lock* melewati sebuah permukaan adhesi tinggi ke permukaan adhesi rendah seperti yang dijelaskan pada butir 6.4.1.2, dengan gaya penuh dikenakan pada alat kendali, roda tidak boleh terkunci. Kecepatan pada saat pengereman, dengan alat *anti-lock* yang berputar penuh pada permukaan adhesi tinggi, melintas dari satu permukaan ke yang lain sekitar 0,5 V_{maks} tetapi tidak lebih dari 50 km/jam.

6.5.3 Ketika kendaraan melewati permukaan adhesi rendah ke permukaan adhesi tinggi seperti dijelaskan butir 6.4.1.2 dengan gaya penuh dikenakan pada alat pengendali, nilai perlambatan harus lebih tinggi dan kendaraan tidak boleh menyimpang dari jalur awalnya. Kecepatan pada saat pengereman, dengan alat *anti-lock* yang berputar penuh pada permukaan adhesi tinggi, melintas dari satu permukaan ke yang lain sekitar 0,5 V_{maks} tetapi tidak lebih dari 50 km/jam.

6.5.4 Apabila kendaraan menggunakan peralatan pengereman independen dimana keduanya dilengkapi dengan peralatan *anti-lock*, maka pengujian seperti diatur pada butir 6.5.1, butir 6.5.2 dan butir 6.5.3 dilakukan juga dengan menggunakan kedua peralatan pengereman tersebut secara bersama-sama. Stabilitas kendaraan harus tetap terjaga.

6.5.5 Dalam pengujian sesuai butir 6.5.1, butir 6.5.2, butir 6.5.3 dan butir 6.5.4, penguncian roda atau roda slip masih bisa diijinkan asal saja stabilitas kendaraan tidak terpengaruh. Penguncian roda masih diijinkan pada kecepatan kendaraan dibawah 10 km/jam.

LAMPIRAN

1 Penentuan koefisien adhesi (K)

1.1 Koefisien adhesi dihitung dari nilai pengereman maksimum (*maksimum braking rate*), tanpa terjadi penguncian roda (*locked*), dengan peralatan *anti-lock* dilepas dan pengereman pada kedua rodanya dilakukan secara serentak.

1.2 Uji pengereman dilakukan dengan kecepatan awal sekitar 60 km/jam (bila kendaraan tidak dapat mencapai 60 km/jam, kecepatan awal sekitar 0,9 Vmaks), dengan kondisi kendaraan tanpa beban (kecuali beban instrumen uji dan/atau perlengkapan keselamatan). Sepanjang pengujian rem harus digunakan gaya kendali yang konstan.

1.3 Beberapa seri pengujian dilakukan dengan menggunakan berbagai gaya rem depan dan belakang sampai mencapai titik kritis sebelum roda terkunci, agar bisa didapat nilai pengereman maksimum.

1.4 Nilai pengereman (Z) ditentukan dengan menggunakan waktu yang diperlukan untuk menurunkan kecepatan kendaraan dari 40 km/jam menjadi 20 km/jam, dengan menggunakan rumus:

$$Z = \frac{0.56}{t}$$

dimana **t** diukur dalam detik.

Untuk kendaraan yang tidak dapat mencapai 50 km/jam, nilai pengereman ditentukan dengan menghitung waktu yang diperlukan untuk menurunkan kecepatan kendaraan dari 0,8 V maks (0,8 V maks sampai 20), dimana V maks diukur dalam km/jam.

Nilai maksimum dari Z adalah = K

2 Penentuan penggunaan adhesi (Epsilon)

2.1 Penggunaan adhesi dihitung dari hasil bagi nilai pengereman maksimum yang didapat dari pengujian dengan peralatan *anti-lock* dioperasikan (Zmaks) dan nilai pengereman maksimum yang didapat dengan *anti-lock* dilepas (Zm). Pengujian terpisah dilakukan untuk tiap roda yang dilengkapi dengan peralatan *anti-lock*.

2.2 Zmaks ditentukan dari rata-rata tiga pengujian seperti pada butir 1.4 (waktu yang diperlukan untuk menurunkan kecepatan kendaraan).

2.3 Penggunaan adhesi dihitung dengan rumus:

$$\Sigma = \frac{Z_{maks}}{Z_m}$$