

**PEMILIHAN REM UNTUK MOBIL *URBAN CONCEPT* JAYARAYA**

**TEAM UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**



**Abdul Ma'rup**

**5315131650**

Skripsi Ini Ditulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Dalam Mendapatkan

Gelar Sarjana Pendidikan

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2018**

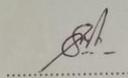
## LEMBAR PENGESAHAN

Judul : PEMILIHAN REM UNTUK MOBIL *URBAN CONCEPT* JAYARAYA  
*TEAM* UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

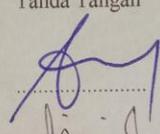
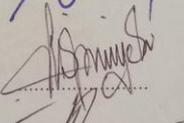
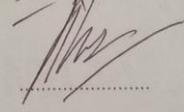
Nama : Abdul Ma'rup

No. Reg : 5315131650

### DOSEN PEMBIMBING

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Dr. Catur Setyawan K.,MT</u> NIP. 1971022320060401001		8/2 2018
<u>I Wyan Sugita,ST.,MT</u> NIP. 197911142012121001		8/2 2018

### DOSEN PENGUJI

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Ahmad Kholil,ST.,MT</u> NIP. 197908312005011001		9/2 2018
<u>Siska Titik Dwiwati,S.Si.,MT</u> NIP. 197812122006042002		7/2 2018
<u>Ragil Sukarno,ST.,MT</u> NIP. 197812122006042002		7/2 2018

Tanggal lulus : 05 Februari 2018

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta



## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Abdul Ma'ruf

No. Registrasi : 5315131650

Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 27 Mei 1994

Alamat : Jl. Kp. Pengarengan Rt. 006 Rw. 006 No. 35 Kel.  
Jatinegara Kec. Cakung, Jakarta Timur 13930

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi dengan judul "Pemilihan Rem Untuk Mobil *Urban Concept* Jaya Raya Team Universitas Negeri Jakarta" adalah karya tulis ilmiah yang saya buat.
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 ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Jakarta, Februari 2018

Yang Membuat Pernyataan



**Abdul Ma'ruf**

No. Registrasi 5315131650

## ABSTRAK

**Abdul Ma'ruf. Desain Rem Untuk Mobil *Urban Concept* Jaya Raya Team Universitas Negeri Jakarta: Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2018.**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hal-hal yang mempengaruhi sistem rem, mendesain sistem pengereman untuk mobil *urban concept* jayaraya team Universitas Negeri Jakarta, menganalisis pengaruh jenis piringan dan piston terhadap kekuatan pengereman, dan menentukan rem yang kuat dalam mengerem, baik dengan statis dikemiringan  $12^0$  maupun dengan keadaan dinamis di jalan lurus datar. Penelitian ini menggunakan jenis rem cakram *single* caliper, kampas rem yang digunakan adalah kampas rem original, system pengereman tidak menggunakan boster rem. Pengujian pada penelitian ini dilakukan di bidang miring pada jalan  $12^0$  dalam keadaan di rem dan di jalan lurus datar dengan kecepatan maksimum 30 km/jam lalu mengerem. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah menggunakan metode teknik analisis data secara langsung dan teknik analisis data secara tidak langsung. Berdasarkan hasil analisis data secara langsung dan analisis data secara tidak langsung didapatkan bahwa system pengereman dipengaruhi oleh diameter disk dan diameter piston, system pengereman variasi 1 (system pengereman motor dan disk motor diameter 296 mm) merupakan system pengereman yang cocok untuk mobil *urban concept* jayaraya team Universitas Negeri Jakarta, jenis piringan dan piston rem yang berdiameter besar dapat menghasilkan gaya pengereman yang besar sedangkan jenis piringan dan rem yang berdiameter kecil menghasilkan gaya pengereman yang kecil, pada system pengereman variasi 1 memiliki diameter disk 296 mm, luas penampang disk  $42.776 \text{ mm}^2$ , radius efektif dari caliper 13,668 mm, luas area piston master rem  $1,24 \text{ cm}^2$ , luas area piston caliper  $10,43 \text{ cm}^2$ , rasio tuas pedal 4,11 dan jari-jari ban 21,6 cm yang menghasilkan nilai gaya pengereman lebih besar dari gaya mobil *urban concept* baik dalam keadaan statis di jalan  $12^0$  maupun dalam keadaan dinamis pada kecepatan 30 km/jam di jalan lurus datar.

Kata kunci: system pengereman, desain rem, *urban concept*, *shell eco marathon*, metode analisis langsung dan tidak langsung.

**Abdul Ma'ruf. Desain Rem Untuk Mobil *Urban Concept* Jaya Raya Team Universitas Negeri Jakarta: Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2018.**

*This study aims to analyze the things that affect the brake system, designing the braking system for urban car concept jayabaya team of State University of Jakarta, analyzing the influence of disc and piston type to braking force, and determine the brakes are strong in braking, either by static at the slope 120 as well as with dynamic circumstances on a straight flat street. This study uses a type of single caliper disc brakes, brake lining is used is the original brake pad, braking system does not use brake booster. Tests in this study were conducted in the inclined area on the road 120 in the brake state and on a straight flat road with a maximum speed of 30 km / h and then braked. The method used in this research is to use the method of direct data analysis techniques and data analysis techniques indirectly. Based on the results of data analysis directly and data analysis indirectly found that the braking system is influenced by the diameter of the disk and piston diameter, braking system variation 1 (motor braking system and motor disc diameter 296 mm) is a braking system suitable for urban car concept jayabaya team Jakarta State University, large diameter disc and brake piston type can produce large braking force while small diameter disc and brake type produce a small braking force, in variation braking system 1 has a 296 mm disc diameter, 42,776 mm<sup>2</sup> disk area width, radius effective from caliper 13,668 mm, piston master brake area 1.24 cm<sup>2</sup>, piston caliper area area 10.43 cm<sup>2</sup>, pedal pedal ratio 4.11 and tire radius 21.6 cm which produce value braking force bigger than car style urban concept both in static condition on the street 120 and in dynamic state at speed 30 km / h in ja lan straight flat.*

*Keywords: braking system, brake design, urban concept, eco marathon shell, direct and indirect analysis method.*

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir skripsi ini dengan judul **“DESAIN REM UNTUK MOBIL URBAN CONCEPT JAYARAYA TEAM UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA”** disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk melengkapi dan memenuhi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Penulis dalam menulis skripsi ini menyadari sepenuhnya bahwa terlaksananya sampai kepada bentuk skripsi ini, telah banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari banyak pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Ahmad Kholil, ST, MT. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta
2. Dr. Catur Setyawan K., MT. selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam pembuatan skripsi ini.
3. Bapak I Wayan Sugita, ST., MT. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam pembuatan skripsi ini .
4. Bapak Dr. Eng. Agung Premono, MT. selaku Penasehat Akademis yang juga telah banyak membantu penulis.
5. Ayah dan Ibu yang selalu memberikan dukungan moral serta selalu mendoakan hingga penulis bisa menyelesaikan studi.
6. Rekan-rekan Batavia Team UNJ, khususnya kepada angkatan 2012 dan 2013 jurusan teknik mesin yang telah memberikan dukungan, semangat dan memberikan banyak ilmu serta pengalaman.
7. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Mesin, khususnya kepada angkatan 2013 yang telah memberikan dukungan motivasi serta membantu penulis.

Penulis sadar bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun, agar pada karya-karya yang akan datang lebih baik lagi.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Jakarta, Februari 2018

**Abdul Ma'ruf**  
No. Registrasi 5315131650

## DAFTAR ISI

<b>PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Pembatasan Masalah .....	3
1.4 Perumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	5
2.1 Sistem Pengereman .....	5
2.2 Klasifikasi Pengereman .....	7
2.2.1 Rem Tromol .....	7
2.2.2 Rem Cakram.....	9
2.3 Model Sirkuit Rem .....	16
2.4 Prinsip Rem Hidrolik.....	17
2.5 Jarak Pengereman.....	18
2.6 Waktu Pengereman.....	18
2.7 Peraturan Sistem pengereman Pada <i>Shell Eco Marathon</i> .....	20
2.7 Peraturan Sistem pengereman Pada <i>Shell Eco Marathon</i> .....	20
2.8 Pengujian Rem Pada Kondisi Statis .....	22
2.9 Pengujian Rem Pada Kondisi Dinamis .....	22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	24
3.1 Tempat dan Waktu .....	24
3.2 Alat dan Bahan Peneitian .....	24
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	25
3.3.1 Uraian Prosedur Penelitian.....	26
3.4 Teknik Pengumpulan data .....	40
3.4.1 Kalibrasi Timbangan .....	40

3.4.2 Menyamakan Ketinggian Timbangan .....	40
3.4.3 Pengukuran Berat Kendaraan .....	41
3.4.4 Menentukan Gaya Gesek Statis Kendaraan Pada Kemiringan Jalan 12 <sup>0</sup> dalam keadaan direm .....	41
3.4.5 Menentukan Perlambatan Kendaraan Untuk Mendapatkan Gaya Pada Kendaraan dalam Keadaan Dinamis .....	42
3.4.6 Menentukan Nilai Koefisien Gesek .....	43
3.4.7 Menentukan Nilai Rasio Tuas Pedal Rem.....	44
3.4.8 Menghitung Gaya yang dihasilkan dari Pedal Rem .....	44
3.4.9 Menghitung Gaya yang diterapkan oleh Kaki Pengemudi.....	45
3.4.10 Menghitung Luas Area Piston pada Master Rem dan pada Kaliper Rem .....	45
3.4.11 Menghitung Jari-jari Ban Kendaraan .....	47
3.4.12 Menghitung Gaya Pengereman dari Masing-masing Variasi Sitem Pengereman .....	47
3.5 Teknik Analisi data .....	48
3.5.1 Alasan Pemilihan Varian Konsep .....	49
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN</b> .....	50
4.1 Model Desain .....	50
4.1.1 Model Desain Sirkuit Rem .....	50
4.1.2 Hasil Pengukuran Disk dan Silinder Rem.....	51
4.1.2 Hasil Pengukuran Radius Aktif dari Kaliper.....	52
4.2 Analisis Data Penelitian .....	53
4.2.1 Penentuan Sudut Kemiringan Jalan 12 <sup>0</sup> dan Menghitung Gaya dari Kendaraan dalam Keadaan Statis (diam) .....	53
4.2.2 Uji Gaya Pengereman Pada Keadaan Statis di Kemiringan Jalan 12 <sup>0</sup> .....	53
4.2.3 Menentukan Perlambatan Kendaraan untuk Mendapatkan Gaya Dinamis Pada Kendaraan di Jalan Lurus Datar .....	61
4.2.4 Uji Gaya Pengereman Pada Keadaan Dinamis di Jalan Lurus Datar .....	62
4.2.5 Uji Jarak Pengereman Pada Kendaraan di Jalan Lurus Datar ..	69
4.3 Pembahasan .....	78
4.4 Aplikasi Hasil Penelitian .....	81
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	82
5.1 Kesimpulan .....	82
5.2 Saran .....	83

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	84
<b>LAMPIRAN</b> .....	85
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	99

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variasi Sistem Pengereman .....	31
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Disk Rem .....	51
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Master Silinder .....	51
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Radius Aktif dari Kaliper .....	52
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Gaya Pengereman di kemiringan jalan $12^0$ dengan variasi 1.....	54
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Gaya Pengereman di kemiringan jalan $12^0$ dengan variasi 2.....	55
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Gaya Pengereman di kemiringan jalan $12^0$ dengan variasi 3.....	57
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Gaya Pengereman di kemiringan jalan $12^0$ dengan variasi 4.....	59
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Gaya Pengereman di kemiringan jalan $12^0$ ...	60
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Gaya Pengereman di Jalan Lurus Datar dengan Variasi 1.....	62
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Gaya Pengereman di Jalan Lurus Datar dengan Variasi 2.....	64
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Gaya Pengereman di Jalan Lurus Datar dengan Variasi 3.....	66
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Gaya Pengereman di Jalan Lurus Datar dengan Variasi 4.....	68
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Jarak Pengereman di Jalan Lurus Datar dengan Variasi 1.....	70
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Jarak Pengereman di Jalan Lurus Datar dengan Variasi 2.....	72
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Jarak Pengereman di Jalan Lurus Datar dengan Variasi 3.....	74
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Jarak Pengereman di Jalan Lurus Datar dengan Variasi 4.....	76

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rangkaian Sistem Pengereman .....	7
Gambar 2.2 Rem Tromol .....	8
Gambar 2.3 Rangkaian Rem Cakram.....	10
Gambar 2.4 Tipe <i>Opposed</i> .....	11
Gambar 2.5 Tipe <i>Singel piston</i> .....	12
Gambar 2.6 Tuas / Pedal Rem.....	13
Gambar 2.7 Master Silinder .....	13
Gambar 2.8 Kaliper.....	14
Gambar 2.9 Kampas Rem .....	15
Gambar 2.10 Rem Cakram Bagian Kaliper .....	16
Gambar 2.11 Model Sirkuit Rem Menurut DIN 74000 .....	17
Gambar 2.12 Persyaratan Dimensi Rangka <i>Urban Concept</i> .....	21
Gambar 2.13 Ketentuan Uji Coba Rem <i>Urban Concept</i> Keadaan Statis.....	22
Gambar 2.14 Ketentuan Uji Coba Rem <i>Urban Concept</i> Keadaan Dinamis	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	25
Gambar 3.2 Alat Uji Pengereman .....	27
Gambar 3.3 Dimensi Disk Variasi 1 .....	31
Gambar 3.4 Dimensi Disk Variasi 2 .....	32
Gambar 3.5 Dimensi Disk Variasi 3 .....	32
Gambar 3.6 Dimensi Disk Variasi 4 .....	33
Gambar 3.7 Luas Penampang Disk Motor 296 mm.....	34
Gambar 3.8 Luas Penampang Disk Motor 230 mm.....	34
Gambar 3.9 Luas Penampang Disk Motor 160 mm.....	35
Gambar 3.10 Luas Penampang Disk Motor 140 mm.....	35
Gambar 3.11 Kampas Rem Motor dan Kampas Rem Sepeda .....	36
Gambar 3.12 Alur Gaya Pengereman .....	38
Gambar 3.13 Pemberat 5 kg.....	40
Gambar 3.14 Pengukuran Kerataan .....	40
Gambar 3.15 Pengukuran Berat Salah Satu Ban.....	41
Gambar 3.16 Tuas Pedal Rem.....	44
Gambar 3.17 Gaya yang dihasilkan dari Pedal Rem .....	44
Gambar 3.18 Piston Pada Master Rem Motor .....	46
Gambar 3.19 Piston Pada Master Rem Sepeda.....	46
Gambar 3.20 Ban Kendaraan .....	47
Gambar 4.1 Model Sirkuit .....	50
Gambar 4.2 Grafik Hasil Uji Gaya Pengereman Pada Keadaan Statis di Kemiringan Jalan 12 <sup>0</sup> dengan variasi 1 .....	54

Gambar 4.3 Grafik Hasil Uji Gaya Pengereman Pada Keadaan Statis di Kemiringan Jalan $12^0$ dengan variasi 2 .....	56
Gambar 4.4 Grafik Hasil Uji Gaya Pengereman Pada Keadaan Statis di Kemiringan Jalan $12^0$ dengan variasi 3 .....	57
Gambar 4.5 Grafik Hasil Uji Gaya Pengereman Pada Keadaan Statis di Kemiringan Jalan $12^0$ dengan variasi 4 .....	59
Gambar 4.6 Grafik Hasil Uji Gaya Pengereman Pada Keadaan Dinamis di Jalan Lurus Datar dengan variasi 1 .....	63
Gambar 4.7 Grafik Hasil Uji Gaya Pengereman Pada Keadaan Dinamis di Jalan Lurus Datar dengan variasi 2 .....	65
Gambar 4.8 Grafik Hasil Uji Gaya Pengereman Pada Keadaan Dinamis di Jalan Lurus Datar dengan variasi 3 .....	67
Gambar 4.9 Grafik Hasil Uji Gaya Pengereman Pada Keadaan Dinamis di Jalan Lurus Datar dengan variasi 4 .....	68
Gambar 4.10 Grafik Hasil Uji Jarak Pengereman Pada Keadaan Dinamis di Jalan Lurus Datar dengan variasi 1 .....	70
Gambar 4.11 Grafik Hasil Uji Jarak Pengereman Pada Keadaan Dinamis di Jalan Lurus Datar dengan variasi 2 .....	72
Gambar 4.12 Grafik Hasil Uji Jarak Pengereman Pada Keadaan Dinamis di Jalan Lurus Datar dengan variasi 3 .....	74
Gambar 4.13 Grafik Hasil Uji Jarak Pengereman Pada Keadaan Dinamis di Jalan Lurus Datar dengan variasi 4 .....	76
Gambar 4.14 Grafik Gabungan Hasil Uji Gaya Pengereman Pada Keadaan Statis di Kemiringan Jalan $12^0$ .....	78
Gambar 4.15 Grafik Gabungan Hasil Uji Gaya Pengereman Pada Keadaan Dinamis di Jalan Lurus Datar.....	78

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Model Desain Sirkuit Rem .....	85
Lampiran 2 Penentuan Sudut Kemiringan Jalan $12^0$ dan Menghitung Gaya dari Kendaraan dalam Keadaan Statis (diam) .....	86
Lampiran 3 Perhitungan Gaya Pengereman Pada Keadaan Statis di Kemiringan Jalan $12^0$ .....	93
Lampiran 4 Perhitungan Gaya Pengereman Pada Keadaan Dinamis di Jalan Lurus Datar .....	95

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

*Shell Eco Marathon* merupakan sebuah ajang internasional dimana masing-masing *team* dari setiap universitas antar negara merancang dan membangun kendaraan hemat energi dan mampu menempuh jarak terjauh dengan satu liter bahan bakar minyak dan sesuai dengan *rules* yang telah ditetapkan oleh panitia penyelenggara. *Event* ini sendiri diselenggarakan oleh salah satu perusahaan minyak terbesar dunia, yaitu *Shell*. Kompetisi ini sudah berlangsung selama kurang lebih dari 39 tahun. Ide awal terciptanya kompetisi ini bermula dari sekelompok ilmuwan *Shell* yang berada di laboratorium riset di Wood River, Illinois, Amerika Serikat tahun 1939 dengan mengadakan sebuah pertarungan, siapa diantara mereka yang dapat mengendarai kendaraan paling jauh dengan menggunakan bahan bakar sebanyak satu liter. Rekor yang tercipta pada saat itu sebesar 21,12 Km/L. Dasar ide tersebut yang menjadikan dasar kompetisi *Shell Eco Marathon* yang diadakan pertama kali tepatnya di Mallory Park, Inggris tahun 1977. Selama kurun waktu kurang lebih 30 tahun, efisiensi bahan bakar meningkat dengan tajam.<sup>1</sup>

*Shell Eco Marathon* mewajibkan setiap *team* membuat kendaraan sesuai dengan kriteria atau *rules* yang diberikan dari pihak panitia perlombaan *Shell Eco Marathon*. Terdapat dua kategori kendaraan yang diperlombakan, yaitu :

---

<sup>1</sup> *Shell* Indonesia, <http://www.shell.co.id/id/aboutshell/media-centre/news-and-media-release/2013/sembilan-tim-mahasiswa-menangkan-tantangan-merancang-kendaraan-masa-depan.html> diakses pada tanggal 7 Februari 2017, pukul 21.40 WIB.

1. *Prototype*, merupakan jenis kendaraan masa depan dengan desain khusus yang memaksimalkan aspek aerodinamika namun tidak mengesampingkan faktor keamanan.
2. *Urban Concept*, merupakan jenis kendaraan roda empat yang dirancang hampir menyerupai produk mobil- mobil sekarang ini, namun dengan dimensi yang lebih kecil.

Sebelum melakukan *race* kendaraan yang telah dibuat oleh masing-masing tim harus melewati beberapa rangkaian tes uji kelayakan kendaraan atau yang lebih dikenal dengan inspeksi kendaraan. Inspeksi dilakukan oleh tim panitia penyelenggara dengan melakukan pengujian pengereman, pengukuran dimensi kendaraan, sudut belok kendaraan dan pengujian *roll bar* sesuai dengan *rules*.

Pengujian pengereman disini, Sistem pengereman harus dibuat menggunakan sistem pengereman hidrolik menggunakan 4 disc, pedal rem memiliki penampang  $25 \text{ cm}^2$ . Cara kerja rem terpisah antara poros depan dan belakang (pola X). Kendaraan tidak boleh bergerak ketika ditempatkan pada lintasan dengan tanjakan kemiringan  $12^0$  dalam keadaan mengerem.<sup>2</sup>

Universitas Negeri Jakarta sebagai salah satu perguruan tinggi di Jakarta ikut berpartisipasi dalam perlombaan *Shell Eco Marathon Asia 2016*. Salah satu kategori yang diikuti yaitu kategori *Urban Concept*. Dalam perlombaan tersebut, perwakilan Universitas Negeri Jakarta belum dapat menorehkan prestasi.

Salah satu penyebab dari kegagalan itu adalah masalah di sistem pengereman. Sistem pengereman pada saat pengujian tidak dapat mengerem,

---

<sup>2</sup> *Rules* pengereman mobil urban Shell Eco Marathon 2016, h.50

sehingga mobil pun harus diperbaiki lagi agar bisa lolos uji kelayakan kendaraan pada sistem pengereman. Berdasarkan masalah ini maka penelitian ini mengambil judul: Pemilihan Rem untuk Mobil *Urban Concept* Jayaraya Team Universitas Negeri Jakarta.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Dari latar belakang masalah diatas maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut

1. Bagaimana memilih sistem pengereman untuk digunakan pada *Urban Concept* ?
2. Sistem rem apa yang kuat dalam mengerem untuk digunakan pada *Urban Concept* ?
3. Apa saja yang mempengaruhi sistem pengereman *Urban Concept* ?

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar pembahasan tidak meluas maka batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian ini menggunakan jenis Sistem Rem Cakram *singel* kaliper.
2. Pengujian penelitian menggunakan kampas rem original.
3. Merujuk kepada *rules Shell Eco Marathon* 2016.
4. Jalan yang dilalui kering, bersih dan rata.
5. Sistem pengereman tidak menggunakan boster rem.
6. Massa *driver* 70 kg dan massa *engine* 20 kg.

#### **1.4 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, indentifikasi masalah dan pembatasan masalah diatas, maka perumusan masalahnya bagaimana memilih rem untuk mobil *Urban Concept* ?

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis komponen rem yang mempengaruhi sistem pengereman.
2. Memilih sistem pengereman untuk mobil *urban concept* jayaraya team Universitas Negeri Jakarta.
3. Menganalisis pengaruh beberapa komponen rem terhadap kekuatan pengereman.
4. Menentukan rem yang kuat dalam mengerem, baik dengan keadaan statis di kemiringan jalan  $12^0$  maupun dengan keadaan dinamis di jalan lurus datar.

#### **1.6 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Diharapkan dapat menjadi referensi tentang rem jenis mobil *Urban Concept*.
2. Diharapkan dari perbaikan sistem rem jenis mobil *Urban Concept* sebagai bahan pertimbangan dalam memilih sistem rem mobil *Urban Concept* serupa.
3. Untuk memperluas wawasan dan pengetahuan penulis.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Sistem Pengereman**

Tujuan 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 menghentikan kendaraan secara berkala. 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 pengendara. Fungsi rem pada kendaraan adalah untuk memperlambat dan menghentikan kendaraan dalam jarak dan waktu yang memadai dengan cara terkendali dan terarah.<sup>3</sup>

Kendaraan tidak dapat berhenti dengan segera apabila mesin dibebaskan (tidak dihubungkan) dengan pemindah daya, kendaraan 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.<sup>4</sup>

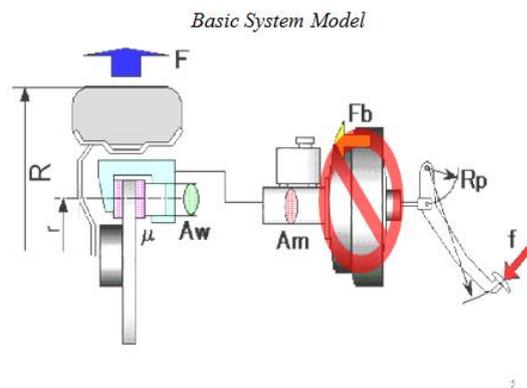
---

<sup>3</sup> Yanuar. Analisis Gaya Pada Rem Cakram Untuk Kendaraan Roda Empat (Jakarta: Teknik Mesin Universitas Gunadarma, 2010) h.8

<sup>4</sup> PT. Astra Honda Motor, Buku Pelatihan Mekanik Tingkat 2 (Jakarta: 2010) h.45

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

1. Dapat bekerja dengan baik dan cepat.
2. Bila muatan pada roda – roda sama besar, maka gaya pengeremannya harus sama besar pula, bila tidak harus sebanding dengan muatan yang diterima oleh roda – roda tersebut.
3. Dapat dipercaya mempunyai daya tekan yang cukup.
4. Rem itu harus mudah digunakan, diperiksa dan distel.



**Gambar 2.1 Rangkaian Sistem Pengereman**

System pengereman yang baik memiliki gaya pengereman yang lebih besar dari gaya kendaraan, berikut persamaan mencari gaya pengereman :

$$F = \frac{r}{R} \times 2 \times \mu \times \frac{A_w}{A_m} \times (R_p \times f) \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

- f : gaya yang diterapkan oleh kaki pengemudi
- Rp : rasio tuas pedal
- Fb : booster (tidak digunakan)
- Am : daerah dari master silinder
- Aw : luas piston caliper depan
- μ : koefisien gesekan dari lapisan kampas rem pada disk rem

- 2 : karena ada 2 lapisan dalam caliper
- r : radius efektif dari caliper
- R : jari-jari dari ban

## **2.2. Klasifikasi Pengereman**

Sistem pengereman pada sepeda motor diklasifikasikan sebagai berikut:

- Tipe Rem Tromol
- Tipe Rem Cakram<sup>5</sup>

### **2.2.1. Rem Tromol**

Rem tromol terdiri dari sepasang kampas rem yang terletak pada backplate yang tetap (tidak ikut berputar bersama tromol 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.<sup>6</sup>

Keuntungan dan kerugian rem tromol adalah sebagai berikut:

- Keuntungan

---

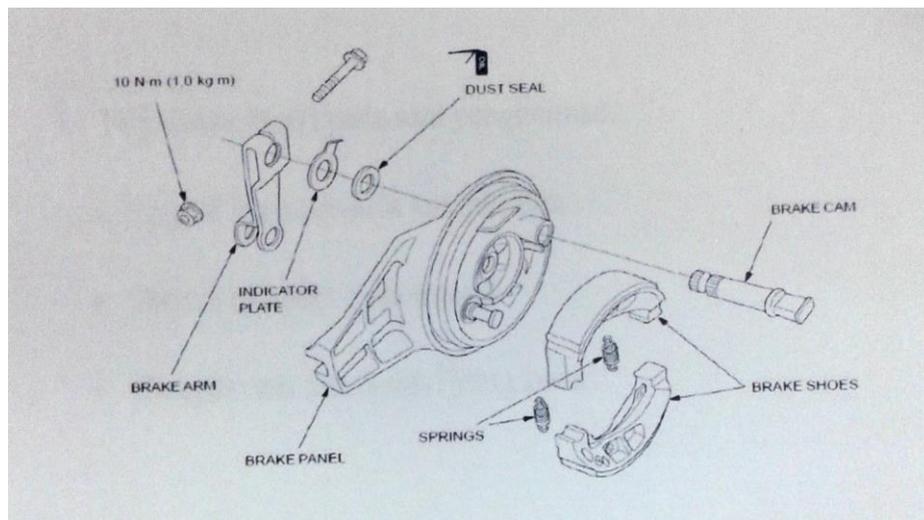
<sup>5</sup> Ibid, h.45

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

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

·Kekurangan

Rem tromol masih menerapkan sistem tertutup dalam prosesnya. Dengan sistem ini membuat partikel kotoran pada ruang tromol tersebut menggumpal didalam tromol. Jadi untuk perawatan membersihkannya harus membuka agar rem tromol dapat dibersihkan dari debu dan kotoran.<sup>8</sup>



**Gambar 2.2 Rem Tromol**

Gangguan yang biasa terjadi pada rem tromol adalah sebagai berikut:

1. Daya pengereman lemah

·Rem tidak disetel dengan benar

---

<sup>7</sup> AT Nugraha, Pengaruh Fraksi Berat  $al_2o_3$  Dan  $al-si$  Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Material Sepatu Rem Hasil Pengecoran Injeksi Bertekanan (Semarang:Teknik Mesin Universitas Diponegoro,2013)h.7

<sup>8</sup> Ibid,h.7

·Kampas rem dan tromol aus

·Kampas rem kotor<sup>9</sup>

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

·Terjadi keausan pada pegas pengembali

·Penyetelan rem kurang tepat<sup>10</sup>

3. Terjadinya bunyi pada saat pengereman.

·Terjadi keausan pada kampas rem

·Terjadi keausan pada tromol

·Kampas rem dan tromol yang kotor<sup>11</sup>

### **2.2.2. Rem Cakram**

Rem cakram atau piringan terdiri dari master rem, kaliper dan piringan. Piringan bisa dibuat padat atau dengan memakai lubang pendingin pada bagian tengahnya. Untuk menjepit piringan rem cakram

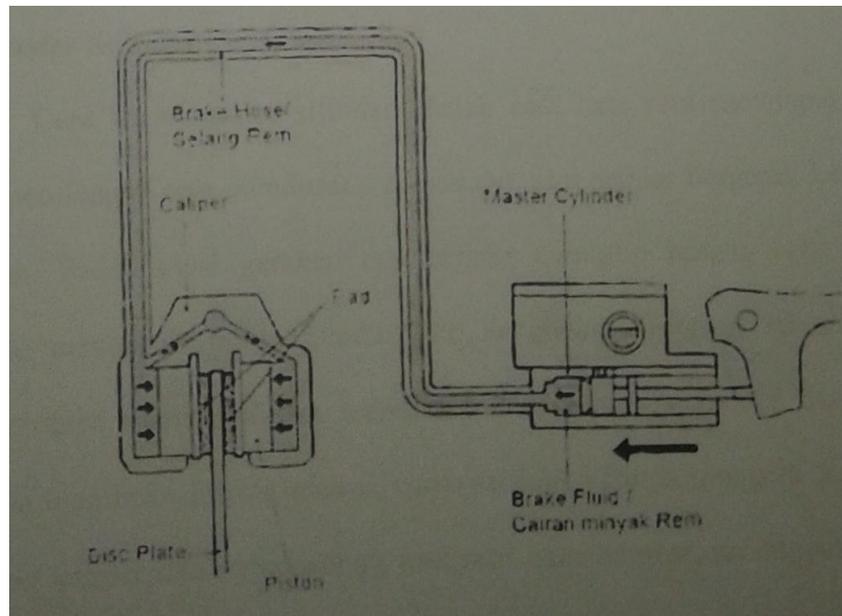
---

<sup>9</sup>RH Putra, Prediksi Umur Teknis Sistem Rem Tromol Pada Sepeda Motor (Studi Kasus Honda Sura X 125) (Semarang: Teknik Mesin Universitas Diponegoro,2013)h.26

<sup>10</sup> Ibid,h.26

<sup>11</sup> Ibid,h.26

menggunakan tekanan *hydraulic*, agar dapat menghasilkan tenaga yang cukup kuat dan efisien.<sup>12</sup>



**Gambar 2.3 Rangkaian Rem Cakram**

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

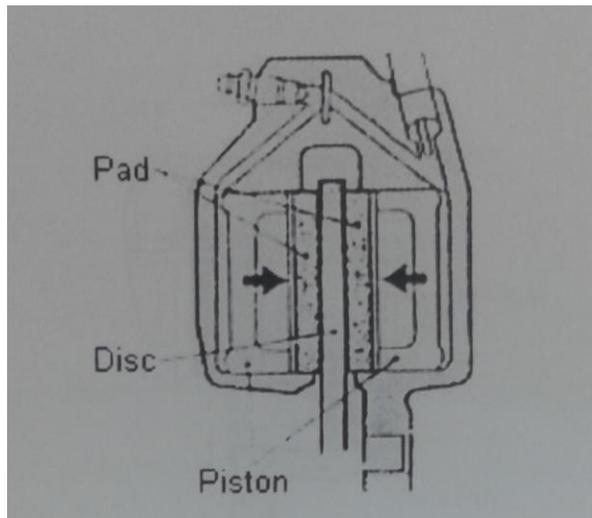
1. Tipe *Opposed Piston* (tipe tetap)

Rem tipe ini menggunakan 2 *piston* yang terletak disisi kanan dan kiri kaliper. Pada tiap-tiap *piston* tersebut terdapat *pad* rem yang akan bergesekkan dengan piringan. Kedua *piston* tersebut bekerja bersamaan jika mendapat tekanan hidrolis dari master silinder. *Pad* yang terletak didepan *piston* akan bergerak dan bergesekkan dengan piringan, jika sentuhannya baik maka tuas rem tidak dapat ditekan kembali. Bersamaan dengn itu *piston*, juga akan menyeret ring karet (*rubber ring*). Bila tekanan hidrolis hilang, posisi *piston* akan kembali dengan adanya

---

<sup>12</sup> PT Toyota Astra Motor, New Step 1 Training Manual (Jakarta:2003)h.557

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*.

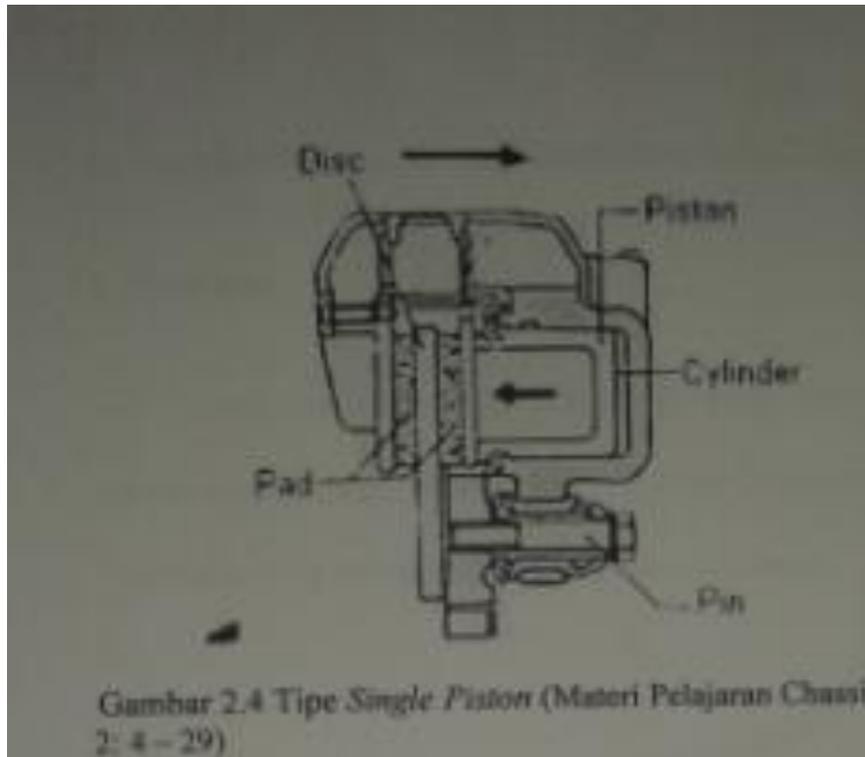


**Gambar 2.4 Tipe *Opposed***

## 2. Tipe *Single Piston* (tidak mengambang)

Rem tipe ini menggunakan 1 piston yang terletak disalah satu sisi samping kaliper yang tergantung pada penempatan rem piringan tersebut *pad* rem yang akan bergesekan dengan piringan. *Piston* tersebut bekerja jika mendapat tekanan hidrolik dari master silinder. *Pad* yang terletak didepan *piston* akan bergerak dan bergesekan dengan piringan, bersamaan dengan itu akan bekerja suatu tekanan yang sama besarnya pada *piston* sehingga menekan *pad* rem yang terletak di sisi lainnya dan ikut menekan piringan. Jika persentuhannya baik maka tuas rem

tidak dapat ditekan kembali. Tipe ini mempunyai keunggulan konstruksi yang mudah dan sederhana.<sup>13</sup>



**Gambar 2.5 Tipe Single Piston**

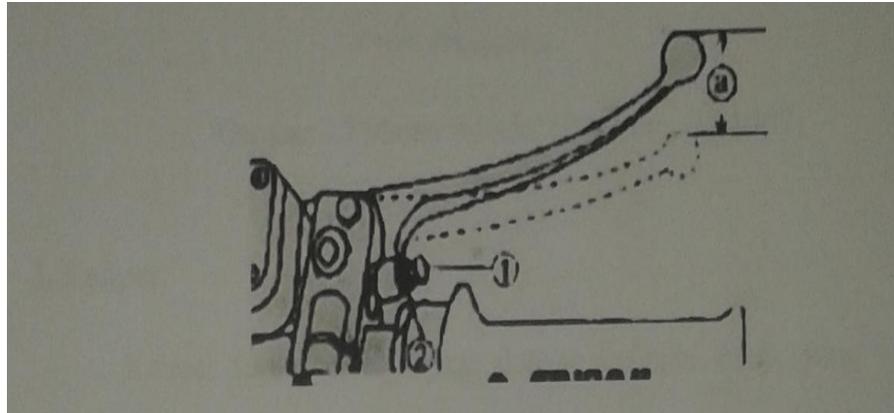
Komponen utama sistem pengereman rem cakram :

### **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.

---

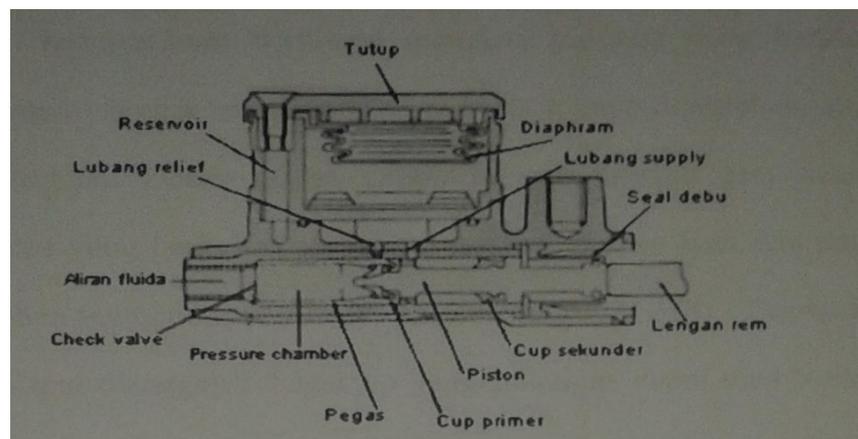
<sup>13</sup> Materi Pelajaran Chasis, Toyota Step 2: 4-29



**Gambar 2.6 Tuas Rem**

## 2. Master Silinder

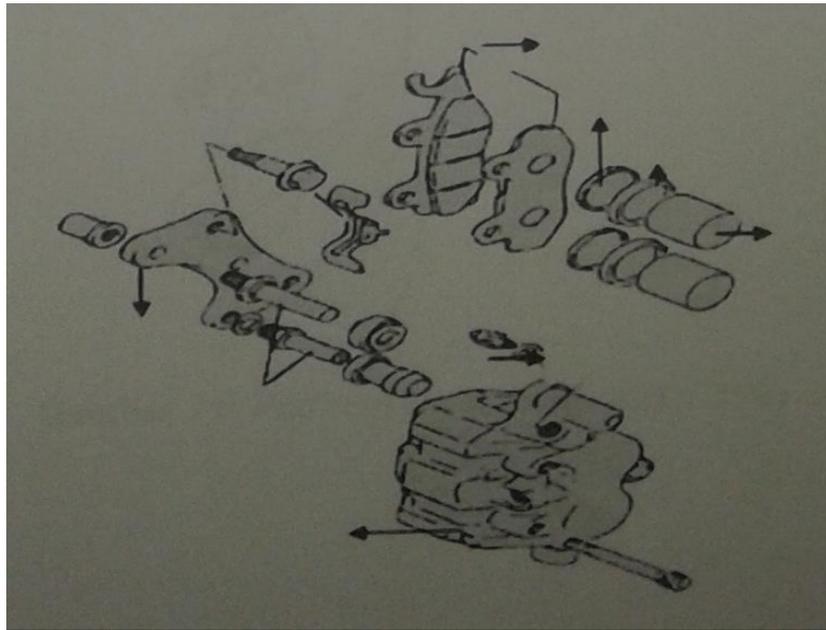
Cara kerja master silinder adalah saat tuas rem mendapat tekanan lengan rem mendorong *piston* dan *cup primer* menutup lubang relief untuk mencegah fluida kembali ke *reservoir*. Gerakan *piston* selanjutnya menimbulkan tekanan pada *pressure chamber* dan fluida membuka lubang *check valve* sehingga fluida mengalir dengan cakram sehingga fluida mengalir ke *piston* kaliper dan mendorong *pad* rem agar bergesekan dengan cakram hingga menimbulkan pengereman.



**Gambar 2.7 Master Silinder**

### 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.

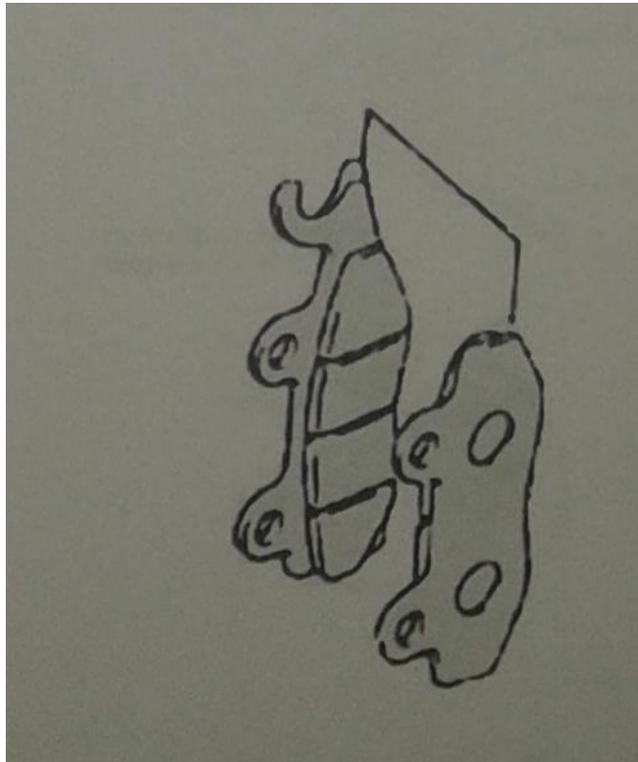


Gambar 2.8 Kaliper

### 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  $400^{\circ}\text{C}$ . 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.<sup>14</sup>



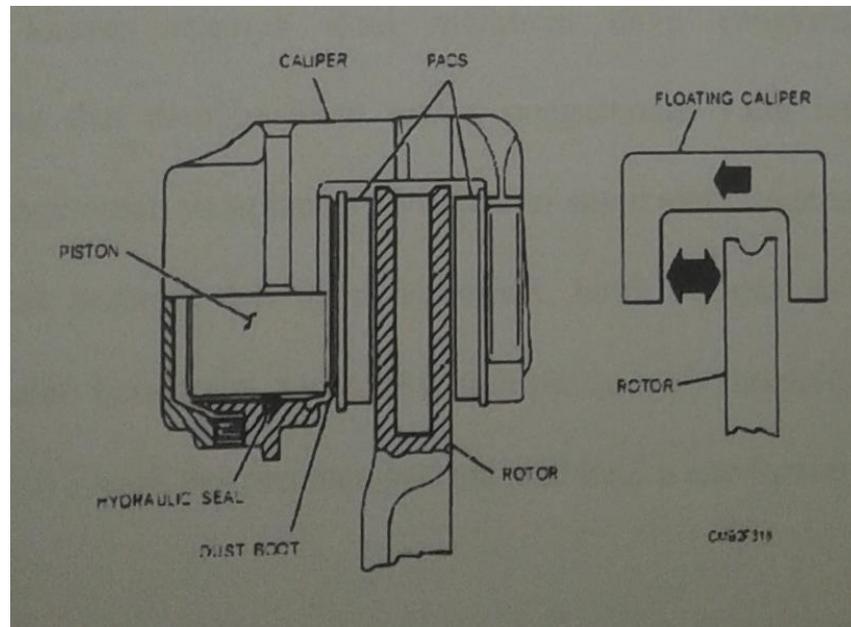
**Gambar 2.9 Kampas Rem**

Arah besar gaya yang sama. Gaya penekana 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

---

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

mm. Tekanan ini dipindahkan ke kaliper melalui selang rem dan menekan pada pad rem untuk menghasilkan gaya pengereman.



**Gambar 2.10 Rem Cakram Bagian Caliper**

### **2.3. Model Sirkuit Rem**

Menurut standar DIN 74000, ada lima model sirkuit dari sistem rem seperti ditunjukkan pada gambar 2.3. Model sirkuit TT dan K telah menjadi suatu standar dasar dari sirkuit rem.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Prof. Ir. Nyoman Sutanta, M. Sc.,Ph.D, "Teknologi Otomotif", Institut Teknologi Sepuluh November, Edisi kedua: Desember 2009: 230-231

Tabel 9.1 Model sirkuit rem menurut DIN 74000

Simbol	Model Sirkuit Rem	Keterangan
TT		Sirkuit untuk poros depan dan belakang terpisah masing-masing poros direm dengan satu sirkuit
K		Sirkuit diagonal Roda depan dan roda belakang direm dengan sirkuit silang secara terpisah
HT		Sirkuit poros depan dan belakang terpisah dengan sirkuit poros depan. Satu sirkuit untuk poros depan dan belakang, satu sirkuit lain untuk poros depan
LL		Poros depan dan satu roda belakang dengan sirkuit terpisah. Satu sirkuit untuk poros depan dan roda belakang kanan, satu sirkuit lagi untuk poros depan dan roda belakang kiri.
HH		Dua sirkuit berbeda untuk poros depan dan belakang, satu sirkuit untuk poros depan/belakang, satu sirkuit lagi untuk poros depan/belakang.

**Gambar 2.11 Model Sirkuit rem menurut DIN 74000**

## 2.4 Prinsip Rem Hidrolik

Kata hidrolik berasal bahasa Yunani "*Hydor*" yang berarti air, ini terdiri dari semua benda atau zat dalam hubungannya dengan air. Fluida dipakai untuk memindahkan energi oli mineral secara umum banyak dipakai pada sistem ini, walau demikian minyak-minyak sintetis, air, atau emulsi air dan oli pada prinsipnya dapat juga dipakai, hanya dalam berbagai hal mempunyai keterbatasan-keterbatasan yang sangat berarti.

## **2.5 Jarak Pengereman**

Kinerja pengereman dari suatu kendaraan dapat ditunjukkan lebih jauh dengan sesuatu besaran yang disebut efisiensi pengereman. Efisiensi pengereman adalah didefinisikan sebagai perbandingan antara besar perlambatan maksimum yang dapat dicapai sebelum salah satu roda mencapai lock dengan besar koefisien adhesi jalan. Efisiensi pengereman menunjukkan sejauh mana kendaraan dapat memanfaatkan koefisien dari adhesi jalan yang tersedia selama pengereman. Artinya bahwa jika besar perlambatan maksimum kurang dari besar koefisien adhesi jalan maka besar efisiensi pengereman kurang dari 1,0 dan perlambatan yang dihasilkan lebih kecil dari perlambatan maksimum yang seharusnya dapat dicapai begitu pula jarak pengereman menjadi lebih panjang dari seharusnya.

Jarak pengereman adalah suatu parameter kinerja pengereman yang banyak dipakai untuk melihat secara keseluruhan kinerja dari pengereman suatu kendaraan.<sup>16</sup>

## **2.6 Waktu 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 pengemudi. 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. Tetapi jika suatu sistem rem telah bocor akan membuat daya cengkram pengereman tidak bekerja dengan baik dan menghasilkan waktu pengereman yang lebih lambat dan jarak pengereman yang jauh.

Gerak lurus berubah beraturan (GLBB) adalah gerak benda dalam lintasan garis lurus dengan percepatan tetap. Namun demikian, GLBB juga dapat berarti bahwa dari

---

<sup>16</sup> Prof. Ir. Nyoman Sutanta, M. Sc., Ph.D, "Teknologi Otomotif", Institut Teknologi Sepuluh November, Edisi kedua: Desember 2009: 230-231

waktu ke waktu kecepatan benda berubah, semakin lambat hingga akhirnya berhenti.<sup>17</sup>

Dalam hal ini benda mengalami perlambatan tetap.

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

$$v_t = v_0 + a.t \dots\dots\dots (2.2)$$

Persamaan kecepatan GLBB

$$s = v_0.t + \frac{1}{2} a.t^2 \dots\dots\dots (2.3)$$

Persamaan jarak GLBB

$$v_t^2 = v_0^2 + 2.a.s \dots\dots\dots (2.4)$$

Persamaan kecepatan sebagai fungsi jarak

Keterangan :

$v_0$  = Kecepatan Awal (m/s)

$v_t$  = Kecepatan Akhir (m/s)

$a$  = Perlambatan ( $m/s^2$ )

$t$  = selang waktu (s)

$s$  = Jarak yang ditempuh (m)

## 2.7 Peraturan Sistem Pengereman Pada *Shell Eco Marathon*

*Shell Eco marathon* menawarkan kepada pesertanya untuk merancang serta membangun mobil hemat energi dengan penampilan mobil berpenumpang roda empat pada umumnya, namun dengan ukuran yang lebih kecil. Dalam perlombaan *Shell Eco Marathon* kendaraan ini dikategorikan sebagai *Urban Concept*, dimana hanya ada satu orang yang diizinkan di dalam kendaraan.

---

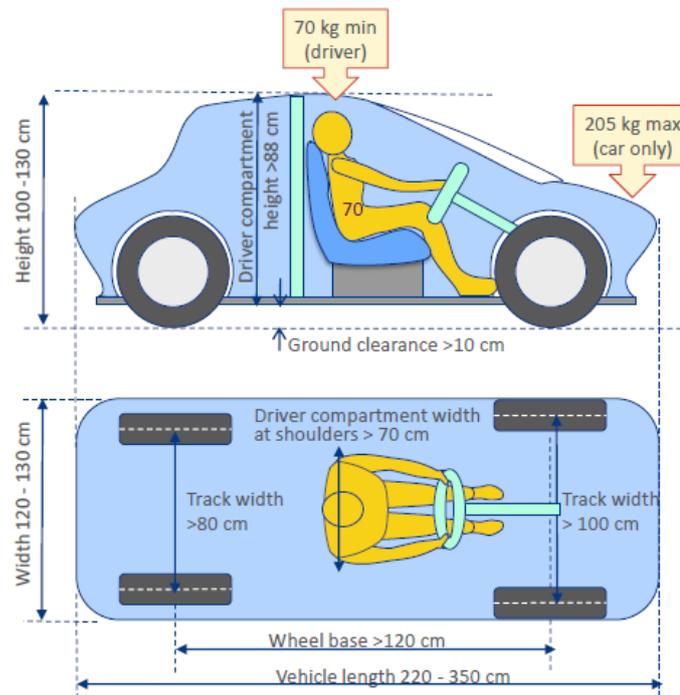
<sup>17</sup> Priyono, Modul Fisika (Jakarta:2013) h.24

Kategori Urban concept dirancang dan dibangun sesuai dengan spesifikasi atau peraturan *Shell Eco Marathon*, diantaranya<sup>18</sup>:

1. Bobot pengendara kategori *Urban Concept* adalah 70 kg ketika memakai perlengkapan mengemudi, termasuk alat komunikasi dan helm.
2. Ukuran (dimensi) kendaraan kelas Urban Concept
  - a. Tinggi keseluruhan kendaraan antara 100 cm hingga 130 cm.
  - b. Lebar keseluruhan kendaraan antara 120 cm hingga 130 cm.
  - c. Panjang keseluruhan kendaraan antara 220 cm hingga 350 cm.
  - d. Jarak antar roda pada satu sumbu (*Track width*) tidak boleh kurang dari 100 cm untuk roda depan dan 80 cm untuk roda belakang, diukur dari kedua titik kontak roda dengan lintasan.
  - e. Jarak minimal sumbu roda (*wheelbase*) adalah 120 cm.
  - f. Tinggi ruang kemudi tidak boleh kurang dari 88 cm dan lebar minimum 70 cm pada bahu pengemudi.
  - g. Jarak terendah komponen kendaraan dari lintasan (*ground clearance*) tidak boleh kurang dari 10 cm.
  - h. Berat total kendaraan tanpa pengemudi maksimal 205 kg.
  - i. Dan salah satu persyaratan khusus untuk kendaraan yang berlomba dikategori ini adalah “stop & go driving”.

---

<sup>18</sup> Shell Eco Marathon 2017 Official Rules Chapter 1, h. 22



**Gambar 2.12 Persyaratan dimensi rangka *urban concept*<sup>19</sup>**

### 3. Pengereman

- a. Kendaraan harus dilengkapi dengan sistem pengereman hidrolis menggunakan 4 disk, sebuah pedal rem yang memiliki penampang minimum  $25 \text{ cm}^2$ .
- b. Rem harus bekerja terpisah antara poros depan dan belakang menggunakan pola x (roda depan kiri berpasangan dengan roda belakang kanan, dan sebaliknya)
- c. Dimungkinkan untuk menggunakan sebuah master silinder dengan dua sirkuit (dua torak tangki).

<sup>19</sup> *Ibid*, h. 23

## 2.8 Pengujian Rem Pada Kondisi Statis

- a. Kemampuan pengereman akan diuji selama pemeriksaan kendaraan bersama pengemudi. Kendaraan tidak boleh bergerak ketika ditempatkan pada lintasan dengan tanjakan kemiringan 12 derajat dalam keadaan direm.
- b. Inspektur perlombaan melakukan pemeriksaan ulang sebelum start.



Gambar 2.13 Ketentuan Uji Coba Rem *Urban Concept* dalam keadaan statis<sup>20</sup>

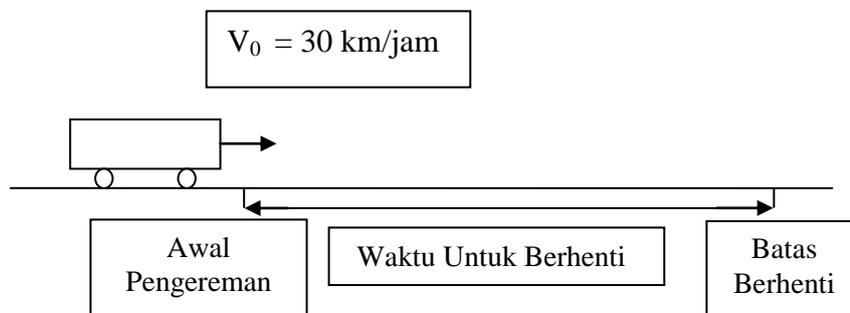
## 2.9 Pengujian Rem Pada Kondisi Dinamis

- a. Uji rem pada keadaan dinamis, kendaraan melaju dengan kecepatan maksimal 30 km/jam kemudian setelah melewati garis yang ditentukan kendaraan mengerem hingga kendaraan berhenti, rem yang baik yaitu rem yang memiliki gaya pengereman lebih besar dari pada gaya kendaraan.
- b. Pada pengujian rem dalam keadaan dinamis ini ada beberapa gaya yang diasumsikan tidak ada dan ada yang digunakan juga, seperti berikut ini :

---

<sup>20</sup> *Ibid*, hal.50

1. Gaya dorong kendaraan diasumsikan tidak ada (mesin menyala dan gas dilepas = 0 atau idle)
2. Gaya gesek kendaraan ke aspal diasumsikan sama dengan gaya pengereman pada kampas rem
3. Gaya gesek komponen yang bergerak diasumsikan tidak ada
4. Gaya yang bekerja adalah gaya gesek kampas rem ke disk
5. Gaya untuk berhenti kendaraan adalah gaya pengereman



**Gambar 2.14** Ketentuan Uji Coba Rem *Urban Concept* dalam keadaan dinamis<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> *Ibid*, hal.50

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

1. Tempat Penelitian dilakukan di Laboratorium Otomotif Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta
2. Waktu pelaksanaan Penelitian dimulai dari bulan September – Desember 2017

### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

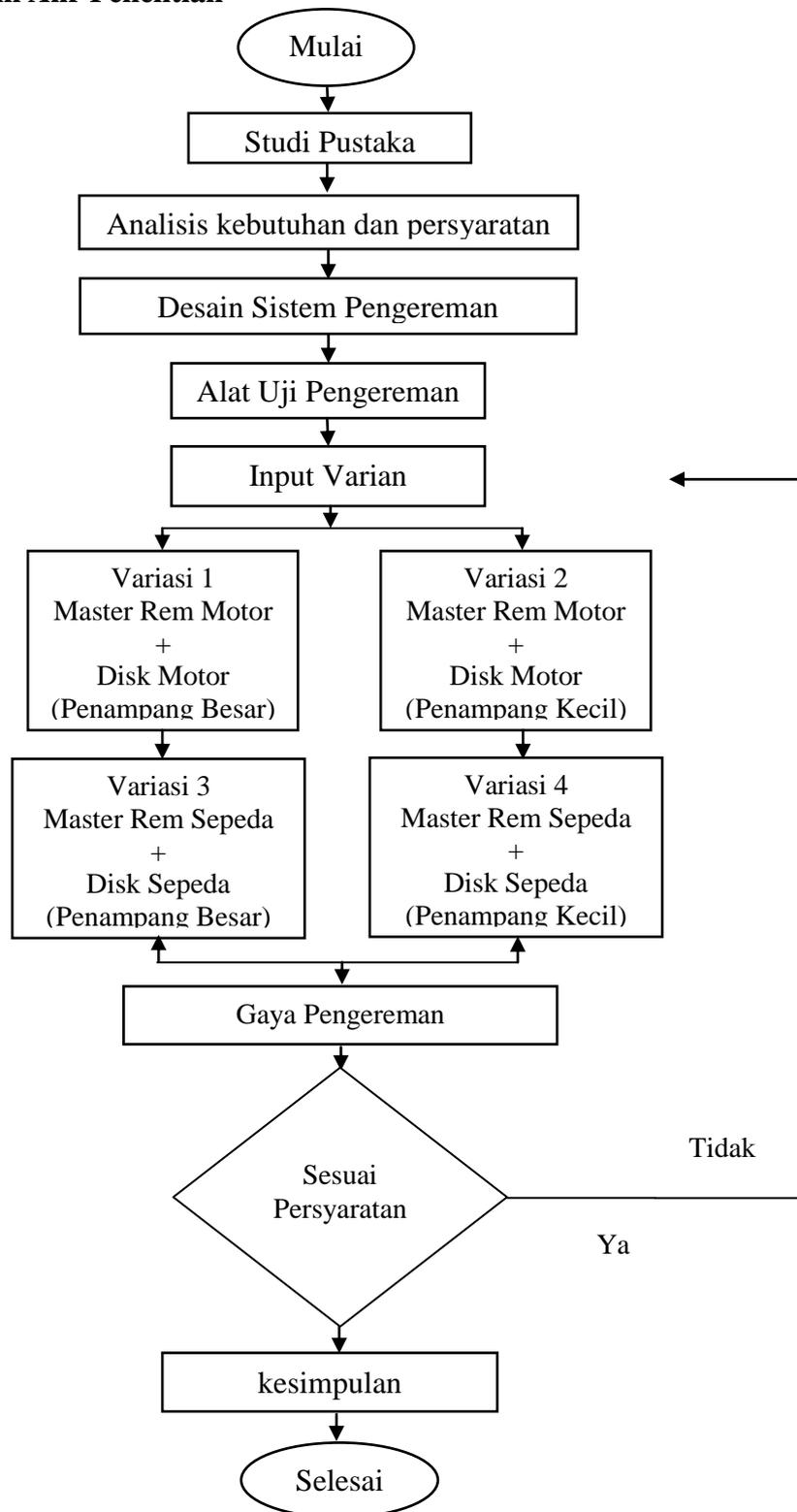
#### a. Alat

- 2 unit sistem rem ( rem motor & rem sepeda )
- 2 jenis Kampas rem ( kampas rem motor & kampas rem sepeda ) original
- 2 jenis disk rem dengan 4 buah diameter dan luas penampang yang Berbeda.
- Jangka sorong
- Timbangan
- Stopwatch

#### b. Bahan

- Alat pengujian
- Variasi sistem pengereman

### 3.3 Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian**

### **3.3.1 Uraian Prosedur Penelitian**

#### **1. Studi Literatur**

Pada tahapan ini peneliti mengkaji teori - teori yang berhubungan dengan sistem pengereman, mesin kendaraan dan teori penelitian eksperimen, dari berbagai sumber seperti skripsi, jurnal dan situs-situs di internet yang masih berhubungan dengan penelitian ini.

#### **2. Analisa Kebutuhan dan Persyaratan**

Analisa kebutuhan berupa menghitung besaran gaya mobil *urban concept* akibat pembebanan statis dan dinamis. Analisis persyaratan yaitu menghitung gaya pengereman terhadap kecepatan maksimum 30 km/jam.

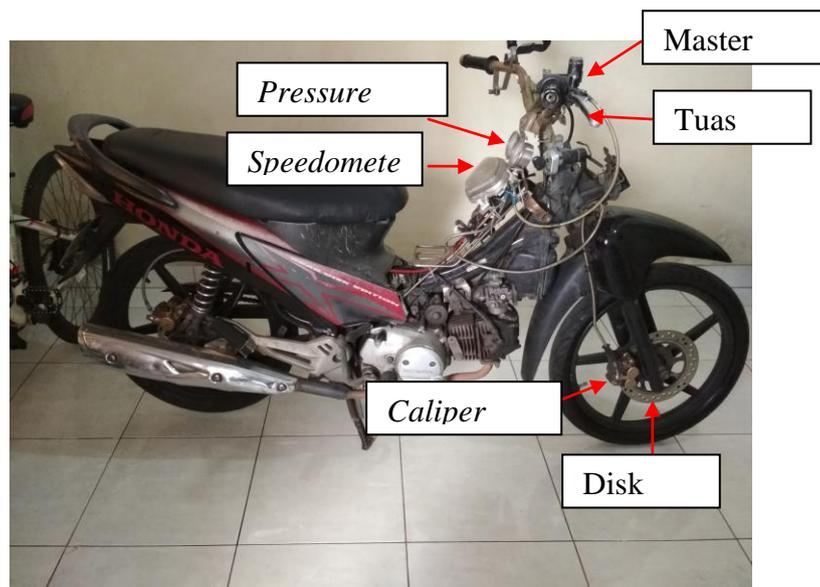
#### **3. Menentukan Desain Sistem Pengereman**

Dalam menentukan desain rem, peneliti menggunakan desain rem sesuai dengan standar aturan lomba *shell eco marathon* seperti pada sub bab 2.7 pasal 3 dan dalam penelitian ini, peneliti membuat variasi sistem rem dengan variable yang baru, seperti pada table 3.1 di sub bab 3.3.1 pasal 5. Tujuannya seperti yang peneliti sebutkan pada sub bab 1.5 .

#### **4. Alat Uji Pengereman**

Alat uji pengereman adalah alat sederhana sebagai simulasi pengereman untuk mengetahui waktu pengereman yang dihasilkan. Dengan menggunakan alat ini kami dapat mengetahui gaya pengereman dari variasi sistem rem cakram yang sudah peneliti tentukan. Pada alat uji

ini peneliti menggunakan sepeda motor yang massanya disamakan seperti massa mobil *Urban Concept* karena pada waktu pengambilan data pengujian mobil *Urban Concept* belum selesai dari proses perbaikannya. Pada alat uji ini peneliti menggunakan rem depan saja untuk mengeremnya jadi massa pada bagian ban depan adalah 182,8 kg dibagi 4 hasilnya adalah 45,7 kg karena caliper rem pada mobil *urban concept* terpasang pada 4 buah ban. Cara kerja alat ini adalah layaknya seperti sebuah kendaraan bermotor, kecepatan kendaraan dalam pengujian ini peneliti mengacu pada kecepatan maksimal yang terdapat di dalam peraturan lomba *Shell Eco Marathon* yaitu 30 km/jam, alat uji pengereman ini menggunakan perhitungan waktu manual untuk mengetahui waktu kendaraan mengerem sampai berhenti, alat uji ini juga terpasang pressure gage yang digunakan untuk mengetahui tekanan pada master rem dan *speedometer* untuk melihat kecepatan laju kendaraan.



**Gambar 3.2 Alat Uji Pengereman**

Spesifikasi alat uji pengereman, sebagai berikut :

- Tipe motor : 4 Langkah, SOHC, Silinder tunggal
- Panjang x Lebar x Tinggi : 1.918 mm x 709 mm x 1.101mm
- Berat Kendaraan : 106 kg
- Diameter x Langkah : 52,4 x 57,9 mm
- Diameter Ban : 70/90 – 17 m/c 38P
- Tromol rem roda : Honda Supra
- Rem cakram kaliper piston ganda: Honda Supra X 125 R CW
- Maksimal RPM : 9,30 Nm (0,95 kgf.m) / 4000 RPM
- Daya maksimal : 7,40 kw (10,1 PS) / 8000 RPM
- Hardware : Stop kontak

**Skema alat pengujian :**

1. Stop kontak berfungsi untuk on/off kan aliran listrik kendaraan
2. Motor mengubah arus listrik dari kunci kontak menjadi energi gerak
3. Energi gerak ini memutar puli yang ada di motor
4. diteruskan oleh v-belt/rantai menggerakkan puli yang ada di roda
5. sehingga roda berputar.
6. Setelah roda berputar kendaraan pun berjalan maju
7. Ketika kendaraan berjalan maju lihatlah kecepatan kendaraan dari speedometer, dan
8. Ketika mengerem kendaraan tariklah handle rem

### **Alur pengujian pengereman pada kemiringan jalan 12<sup>0</sup> :**

1. Mulai dilakukan dengan mempersiapkan semua alat dan bahan yang diperlukan untuk menjalankan alat uji tersebut.
2. Letakkan kendaraan yang berisi pengemudinya dalam keadaan mesin tidak menyala dikemiringan jalan 12<sup>0</sup> dalam keadaan direm.
3. Kemiringan jalan ini diketahui untuk mencari koefisien gesek statis kendaraan.
4. Tarik handle rem dengan tangan untuk mengetahui Tekanan master rem yang digunakan untuk mengetahui gaya yang diberikan oleh tangan pengemudi pada handle rem kendaraan.
5. Tekanan diketahui dari alat yang digunakan yaitu *pressure gage*
6. Gaya yang diberikan oleh tangan pengemudi pada handle rem kendaraan digunakan untuk mencari gaya pengereman.
7. Analisis dilakukan setelah data-data yang diperoleh dari hasil pengujian dan pengukuran.
8. Kesimpulan hasil analisis yang telah dilakukan.

### **Alur pengujian pengereman pada jalan lurus datar :**

1. Mulai dilakukan dengan mempersiapkan semua alat dan bahan yang diperlukan untuk menjalankan alat uji tersebut.
2. Setelah itu letakkan kendaraan yang berisi pengemudinya di jalan lurus datar, kemudian on kan kunci kontak yang digunakan untuk menghidupkan serta mematikan arus listrik ke motor dan lihatlah

kecepatan 10 km/jam, 20 km/jam, dan 30 km/jam pada *speedometer* ( $V_0$ ).

3. Motor mengubah arus listrik dari kunci kontak menjadi energi gerak. Energi gerak ini memutar puli yang ada di motor diteruskan oleh v-belt/rantai menggerakkan puli yang ada di roda sehingga roda berputar.
4. Ketika kendaraan mengerem, Tarik handle rem dengan tangan untuk mengetahui tekanan master rem yang digunakan untuk mengetahui gaya yang diberikan oleh tangan pengemudi pada handle rem kendaraan.
5. Tekanan diketahui dari alat yang digunakan yaitu *pressure gage*
6. Gunakanlah stopwatch untuk melihat waktu pengereman, mulai dari kecepatan awal 10 km/jam, 20 km/jam, dan 30 km/jam ( $V_0$ ) lalu kendaraan mengerem hingga kendaraan berhenti.
7. Waktu yang diperoleh dari alat yang digunakan yaitu stopwatch itu untuk mencari perlambatan dan gaya pengereman.
8. Analisis dilakukan setelah data-data yang diperoleh dari hasil pengujian dan pengukuran.
9. Kesimpulan hasil analisis yang telah dilakukan.

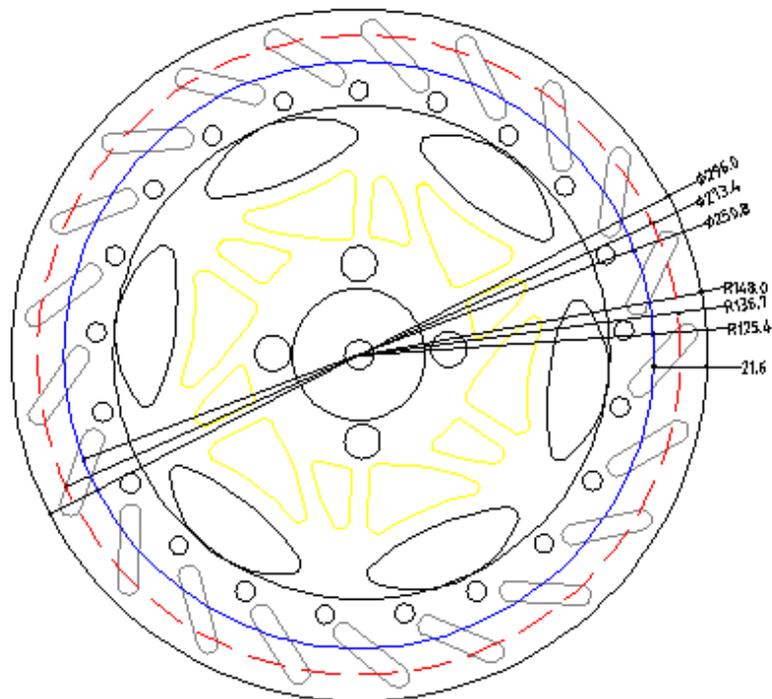
## **5. Variasi Sistem Pengereman**

Pada penelitian ini peneliti membuat 4 variasi sistem rem pada kaliper yang akan diterapkan pada rem cakram. Sebelum menerapkan desain rem yang telah dipilih pada sistem pengereman *Urban Concept*.

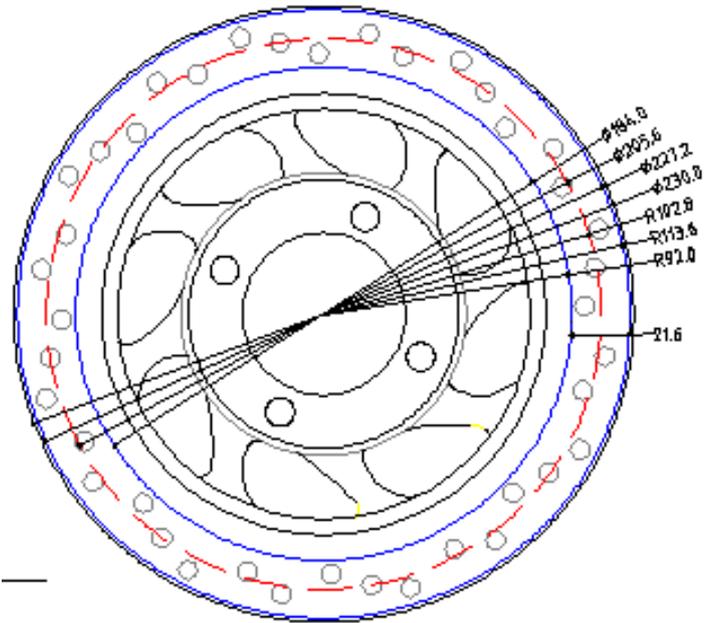
**Table 3.1 Variasi Sistem Pengereman**

Variasi	Master rem	Disk
1	Motor	Motor
2	Motor	Motor
3	Sepeda	Sepeda
4	Sepeda	Sepeda

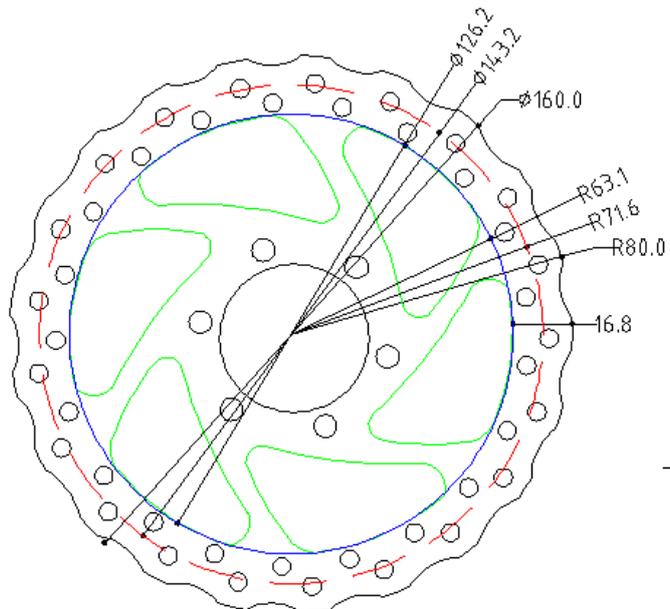
### 6. Pengukuran Diameter Disk



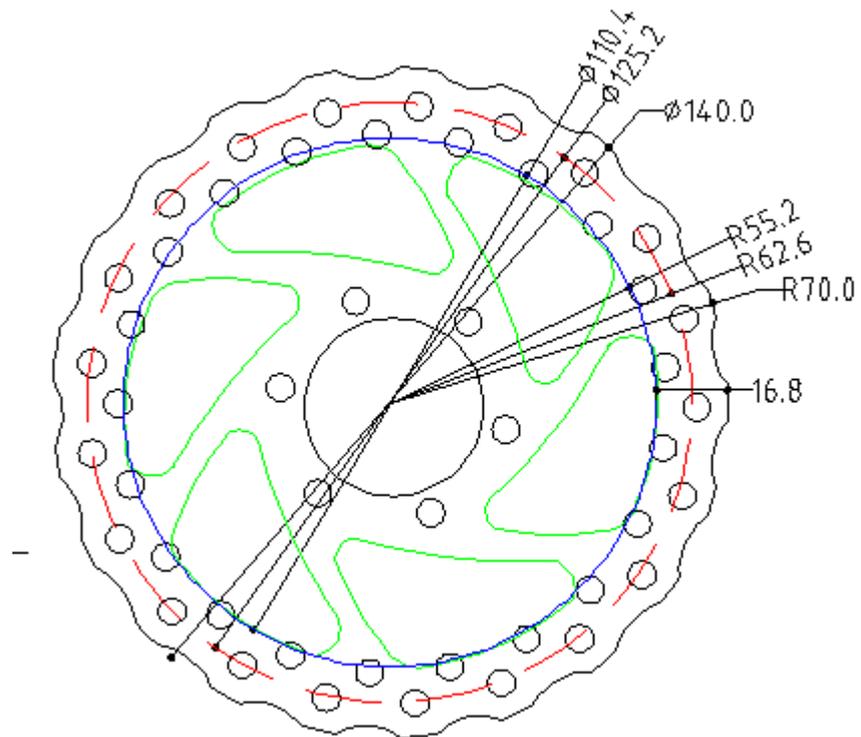
**Gambar 3.3 Dimensi Disk Variasi 1**



**Gambar 3.4 Dimensi Disk Variasi 2**



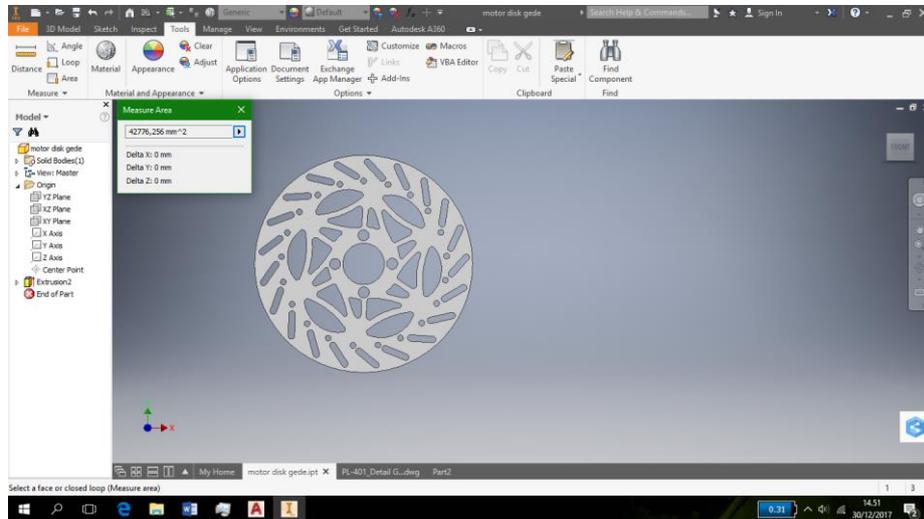
**Gambar 3.5 Dimensi Disk Variasi 3**



**Gambar 3.6 Dimensi Disk Variasi 4**

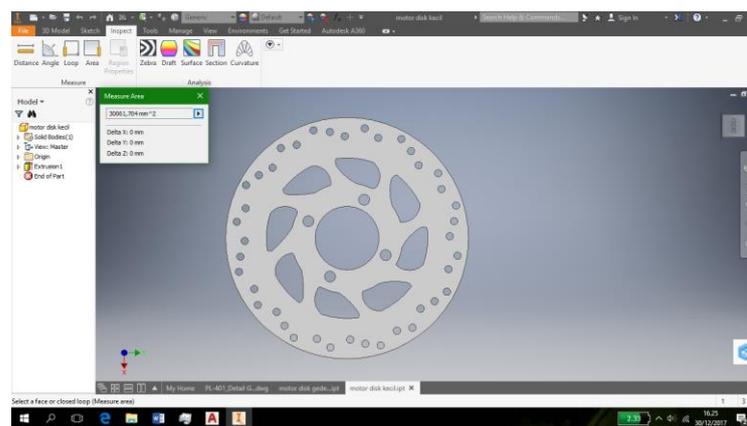
Pengukuran dimensi disk motor dan sepeda menggunakan jangka sorong. Pada gambar 3.3 terdapat gambar disk motor dengan ukuran diameter luar  $\varnothing 296$  mm dan pada gambar 3.4 terdapat disk motor dengan ukuran diameter luar  $\varnothing 230$  mm. Sedangkan pada gambar 3.5 terdapat gambar disk sepeda dengan ukuran diameter luar  $\varnothing 160$  mm dan pada gambar 3.6 terdapat disk sepeda dengan ukuran diameter luar  $\varnothing 140$  mm.

## 7. Pengukuran Luas Penampang Disk



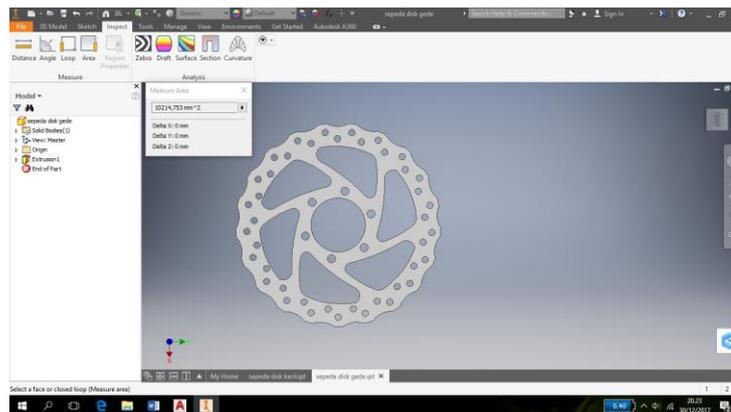
**Gambar 3.7** luas penampang disk Motor Ø296 mm

Pengukuran luas penampang disk Motor Ø296 mm menggunakan *software Autodesk Professional Inventor 2015* karena *software* ini dapat memudahkan peneliti dalam menentukan luas penampang pada disk rem dari pada *software Autodesk AutoCad 2007*. Luas penampang disk Motor Ø296 mm adalah  $42.776 \text{ mm}^2$ .



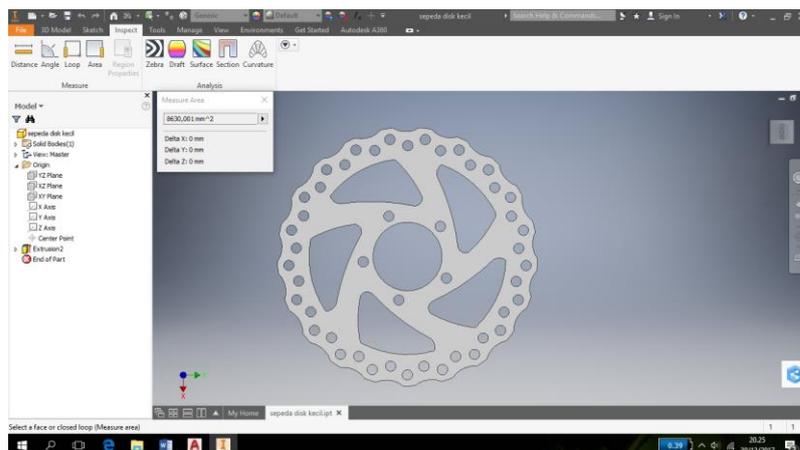
**Gambar 3.8** luas penampang disk motor Ø230 mm

Pengukuran luas penampang disk Motor  $\varnothing 230$  mm menggunakan *software Autodesk Professional Inventor 2015*. Luas penampang disk Motor  $\varnothing 230$  mm adalah  $30.062 \text{ mm}^2$ .



**Gambar 3.9** luas penampang disk sepeda  $\varnothing 160$  mm

Pengukuran luas penampang disk Motor  $\varnothing 160$  mm menggunakan *software Autodesk Professional Inventor 2015*. Luas penampang disk Motor  $\varnothing 160$  mm adalah  $10.215 \text{ mm}^2$ .



**Gambar 3.10** luas penampang disk sepeda  $\varnothing 140$  mm

Pengukuran luas penampang disk Motor  $\varnothing 140$  mm menggunakan *software Autodesk Professional Inventor 2015*. Luas penampang disk Motor  $\varnothing 140$  mm adalah  $8.630 \text{ mm}^2$ .

### **8. Pengukuran Radius Aktif dari Caliper**

Dalam menentukan radius aktif dari caliper peneliti melakukan pengukuran jarak lintasan kampas rem pada disk kemudian dengan menggunakan *Autodesk AutoCad 2007* peneliti dapat mengetahui nilai radius pada masing-masing disk, seperti pada gambar 3.3 kita dapat mengetahui jarak lintasan kampas rem pada disk motor  $\varnothing 296$  mm adalah 21,6 mm dan nilai radiusnya sebesar 13,668 cm, pada gambar 3.4 kita dapat mengetahui jarak lintasan kampas rem pada disk motor  $\varnothing 230$  mm adalah 21,6 mm dan nilai radiusnya sebesar 10,29 cm, pada gambar 3.5 kita dapat mengetahui jarak lintasan kampas rem pada disk sepeda  $\varnothing 160$  mm adalah 16,8 mm dan nilai radiusnya sebesar 7,16 cm, pada gambar 3.6 kita dapat mengetahui jarak lintasan kampas rem pada disk sepeda  $\varnothing 140$  mm adalah 16,8 mm dan nilai radiusnya pada sebesar 6,26 cm.

## 9. Pengukuran Dimensi Kampas Rem



(a)



(b)

**Gambar 3.11 (a) Kampas Rem Motor**

**(b) Kampas Rem Sepeda**

Setelah peneliti mengukur lebar dimensi kampas rem dengan menggunakan jangka sorong (sigmat) maka peneliti mendapatkan nilai ukuran dimensinya sebagai berikut : (a) lebar kampas rem motor = 21,6 mm dan (b) lebar kampas rem sepeda = 16,8 mm

## 10. Penentuan Sudut Kemiringan Jalan $12^0$ dan Menghitung Gaya Gesek Statis Kendaraan dikemiringan Jalan $12^0$ dalam Keadaan di Rem

Setelah pengukuran disk dan kanvas rem selesai, peneliti menentukan sudut kemiringan jalan, dalam hal ini peneliti mengikuti aturan pengujian rem dalam lomba *Sheel Eco Marathon* dan menghitung gaya statis kendaraan ( $F_s$ ) dalam keadaan direm dikemiringan jalan  $12^0$ , lalu peneliti menghitung nilai massa kendaraan ( $m$ ) dengan menimbang mobil *urban concept* kemudian peneliti mencari koefisien gesek dengan cara membagi antara sudut  $\sin \alpha$  dengan sudut  $\cos \alpha$  ( $\mu$ ) setelah itu mengalikan koefisien gesek dengan gaya normal kendaraan dibidang miring ( $m \cdot g \cdot \cos \alpha$ ).

## **11. Penentuan Kecepatan Awal dan Menghitung Resultan Gaya Pada**

### **Kendaraan Dalam Keadaan Berjalan (Dinamis) di Jalan Lurus Datar**

Disini peneliti mengambil ketentuan kecepatan awal kendaraan sesuai dengan aturan lomba *Shell Eco Marathon* yaitu kecepatan maksimumnya 30 km/jam. Lalu peneliti menghitung perlambatan ( $-a$ ) yang dihasilkan oleh variasi sistem pengereman setelah peneliti mendapatkan waktu ( $t$ ) dari kecepatan awal ( $v_0$ ) hingga kendaraan berhenti ketika mengerem ( $v_t$ ). Kemudian peneliti menghitung resultan gaya pada kendaraan dari masing – masing variasi pengereman setelah peneliti mendapatkan gaya gesek kampas rem dengan disk kendaraan dalam keadaan dinamis ( $F_{\text{gesek}}$ ) lalu dibagi massa kendaraan ( $m$ ) dikali gravitasi bumi ( $g$ ).

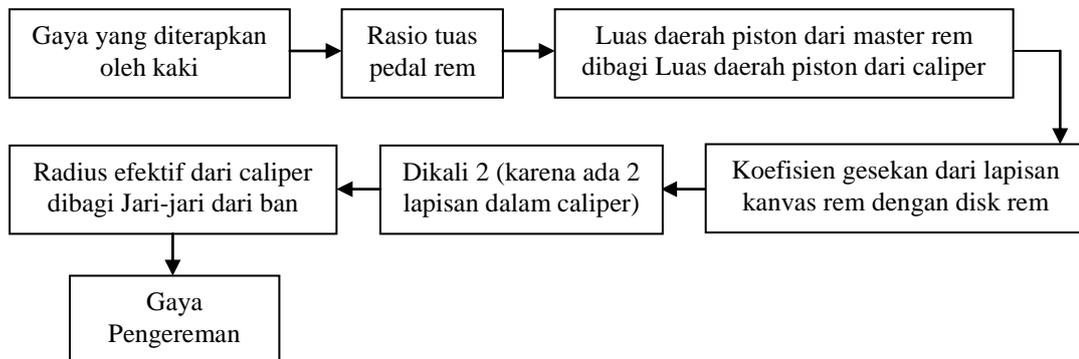
## **12. Penentuan Tekanan Master rem dan Menghitung Gaya yang**

### **Keluar dari Kaki Pengemudi**

Dalam penentuan tekanan master rem ( $P_e$ ) peneliti menghitung gaya yang keluar dari master rem ( $F_k$ ) dibagi dengan luas area piston master rem ( $A_m$ ) tetapi tekanan disini peneliti sudah tentukan sesuai regulasi lomba *Shell Eco Marathon* jadi peneliti mencari gaya yang keluar dari master rem ( $F_k$ ) dengan mengkalikan tekanan master rem ( $P_e$ ) dengan luas area piston master rem ( $A_m$ ).

Setelah mendapat nilai gaya yang keluar dari master rem ( $F_k$ ), peneliti mencari gaya yang diterapkan oleh kaki pengemudi ( $f$ ) dengan cara membagi gaya yang keluar dari master rem ( $F_k$ ) dengan rasio tuas pedal rem ( $R_p$ ).

### 13. Pengaluran Gaya Pengereman



**Gambar 3.12 Alur Gaya Pengereman**

Pengaluran gaya pengereman diatas, sebagai berikut :

1. peneliti harus mendapatkan besar gaya yang diterapkan oleh kaki pengemudi ( $F_k$ ) dengan cara membagi gaya yang keluar dari master rem ( $F_k$ ) dengan rasio tuas pedal rem ( $R_p$ )
2. rasio tuas pedal rem didapat setelah kita mengukur jarak dari pedal rem ke fulcrum/tumpuan ( $a$ ) lalu dibagi dengan ukuran jarak dari pushroad ke fulcrum/tumpuan ( $b$ )
3. peneliti mencari luas daerah piston dari master rem ( $A_m$ ) dengan cara mengukur diameter piston pada master rem ( $D$ ) dikali  $\frac{1}{4} \pi$  lalu luas daerah piston pada caliper ( $A_w$ ) peneliti dapatkan dengan cara mengukur diameter piston pada kaliper rem ( $D$ ) dikali  $\frac{1}{4} \pi$  juga, setelah itu peneliti membagi luas daerah piston dari master rem ( $A_m$ ) dengan luas daerah piston pada caliper ( $A_w$ )
4. peneliti mencari nilai koefesien gesek lapisan kanvas rem dengan disk rem dengan cara membagi antara nilai gaya gesek kendaraan ( $F_{gesek}$ ) dengan

berat kendaraan ( $W$ ) lalu kemudian dikali 2 karena terdapat 2 lapisan kaliper rem

5. peneliti harus mengetahui nilai radius efektif dari caliper ( $r$ ) kemudian nilai radius tersebut dibagi dengan jari-jari ban yang digunakan ( $R$ )
6. setelah semuanya diketahui maka peneliti dapat mengetahui besar gaya pengereman dari masing-masing variasi rem yang peneliti gunakan pada penelitian ini.

### **3.4 Teknik Pengumpulan Data**

#### **3.4.1 Kalibrasi Timbangan**

Sebelum pengukuran berat kendaraan, timbangan yang digunakan harus dikalibrasi terhadap timbangan acuan. Massa yang digunakan untuk kalibrasi sebesar 5 kg.



**Gambar 3.13 Pemberat 5 kg**

Penelitian ini menggunakan 4 buah timbangan. Salah satu timbangan dijadikan sebagai acuan.

### 3.4.2 Menyamakan Tinggi Timbangan

Ketinggian timbangan haruslah sama. Maka perlu penyesuaian tinggi. Hal tersebut diperlukan agar distribusi beban merata. Dari hal tersebut perlu diukur tingkat kerataan timbangan satu dengan yang lainnya.



**Gambar 3.14 Pengukuran Kerataan**

### 3.4.3 Pengukuran Berat Kendaraan

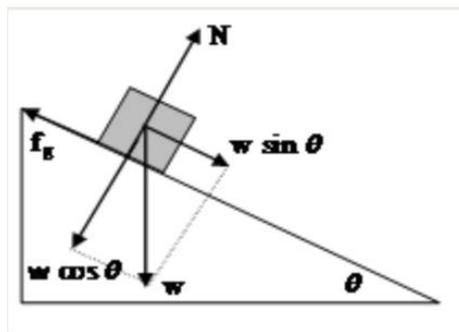
Pengukuran berat kendaraan dengan meletakkan timbangan disemua ban kendaraan. Kendaraan yang ditimbang disertai dengan pengemudi didalamnya. Dari metode dibawah ini, akan didapat berat total kendaraan.



**Gambar 3.15 Pengukuran Berat Salah Satu Ban**

### 3.4.4 Menentukan Gaya Gesek Statis Kendaraan Pada Kemiringan Jalan 12<sup>0</sup> dalam Keadaan di Rem

Kemiringan jalan sesuai peraturan lomba *Shell Eco Marathon* pada sub bab 2.8, oleh karena itu peneliti mencari nilai gaya statis kendaraan mobil *urban concept* pada Kemiringan jalan 12<sup>0</sup> agar peneliti mendapatkan sistem rem yang memiliki nilai gaya pengereman sama dengan atau lebih besar dari gaya statis kendaraan, peneliti melakukan perhitungan sebagai berikut:



Gambar 3.16 Diagram Benda Bebas di kemiringan jalan 12<sup>0</sup>

Rumusnya :

$$\Sigma F = m \cdot a$$

$$F_{\text{berat}} - F_{\text{gesek}} = m \cdot a$$

$$w \cdot \sin \alpha - \mu_k \cdot w \cdot \cos \alpha = m \cdot a$$

karena dalam keadaan diam :  $a = 0$

$$w \cdot \sin \alpha - \mu_k \cdot w \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\mu_s = \sin \alpha / \cos \alpha$$

$$\text{Jadi, } F_s = \mu_s \cdot w \cdot \cos \alpha$$

Keterangan :

$F_{\text{gesek}}$  : gaya gesek statis kendaraan dikemiringan jalan  $12^{\circ}$

$F_{\text{berat}}$  : gaya berat kendaraan dikemiringan jalan  $12^{\circ}$

$m$  : massa kendaraan

$g$  : gravitasi bumi ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )

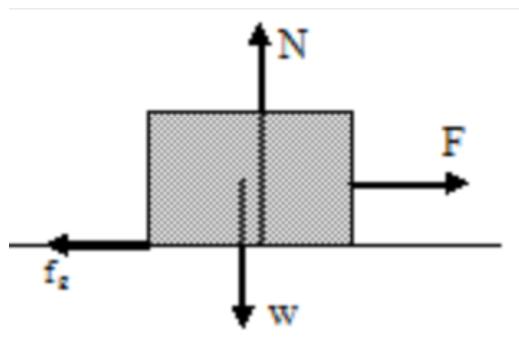
$\text{Cos } \alpha$  : sudut kemiringan

$\text{Sin } \alpha$  : sudut kemiringan

$\Sigma F$  : resultan gaya kendaraan

### 3.4.5 Menentukan Perlambatan kendaraan untuk mendapatkan Gaya Pada Kendaraan dalam Keadaan Dinamis

Sebagaimana peraturan lomba *sheel eco marathon* pada sub bab 2.9, jadi persamaan yang digunakan untuk mencari perlambatan yang dilakukan oleh mobil *urban concept* untuk mendapatkan gaya kendaraan dalam keadaan dinamis adalah sebagai berikut :



Gambar 3.17 Diagram Benda Bebas di jalan Lurus datar

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

$$0 = V_0 + a \cdot t$$

$$-a \cdot t = V_0$$

$$-a = V_0 / t$$

$$\Sigma F = m \cdot a$$

$$F - F_g = m \cdot a$$

$$F - \mu_k \cdot m \cdot g = m \cdot a$$

Pada saat diam :  $a = 0$

$$F - \mu_k \cdot m \cdot g = 0$$

$$F_k = \mu_k \cdot m \cdot g$$

Bergerak jika :  $F > \mu_k \cdot m \cdot g$

Diam jika :  $F < \mu_k \cdot m \cdot g$

Keterangan :

$V_0$  = kecepatan awal (km/s)

$t$  = waktu sampai mobil berhenti

$V_t = 0$  (karena kecepatan akhir 0 km/jam atau berhenti)

$-a$  = perlambatan

$m$  = massa kendaraan

$\Sigma F$  = resultan gaya kendaraan

### 3.4.6 Menentukan Nilai Koefisien Gesek

Dalam menentukan nilai koefisien gesek dari lapisan kampas rem pada disk, peneliti melihat dari data bahan kampas rem:

Tabel 3.6 Koefisien gesek dan tekanan rem.

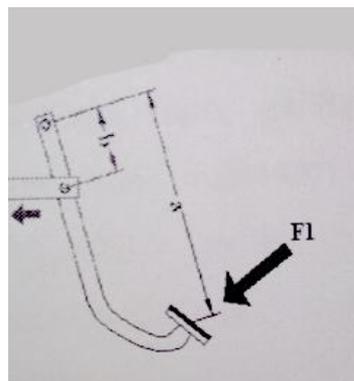
Bahan drum	Bahan gesek	Koefisien gesek $\mu$	Tekanan permukaan $p_r$ (kg/mm <sup>2</sup> )	Keterangan
Besi cor, baja cor, besi cor khusus	Besi cor	0,10-0,20	0,09-0,17	Kering
		0,08-0,12		Dilumasi
	Perunggu	0,10-0,20	0,05-0,08	Kering-dilumasi
	Kayu	0,10-0,35	0,02-0,03	Dilumasi
	Tenunan	0,35-0,60	0,007-0,07	Kapas, asbes
	Cetakan (pasta)	0,30-0,60	0,003-0,18	Damar, asbes, setengah logam
	Paduan sinter	0,20-0,50	0,003-0,10	Logam

Catatan: Jika kecepatan slip dan gaya tekan bertambah, maka  $\mu$  berkurang.

Gambar 3.18 Tuas Pedal Rem

Bahan kampas rem yang peneliti gunakan adalah *asbestos blocks of metal*, jadi peneliti dapat koefisien gesek dari lapisan kampas rem pada disk sebesar 0,30 – 0,60.

### 3.4.7 Menentukan Nilai Rasio Tuas Pedal Rem



Gambar 3.19 Tuas Pedal Rem

Dalam menghitung rasio tuas pedal rem, persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$R_p = a/b$$

Keterangan :

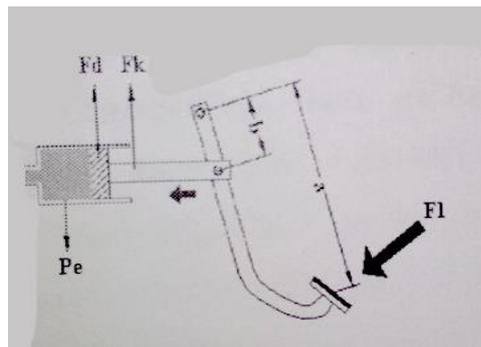
$R_p$  = rasio tuas pedal rem

$a$  = jarak dari pedal rem ke fulcrum/tumpuan.

$b$  = jarak dari pushrod ke fulcrum/tumpuan.

### 3.4.8 Menghitung Gaya yang dihasilkan dari Pedal Rem

Persamaan yang digunakan untuk mencari gaya yang dihasilkan dari pedal rem :



**Gambar 3.20 Gaya yang dihasilkan dari pedal rem**

$$P_e = F_k / A_m \dots\dots\dots (3.17)$$

$$F_k = P_e \cdot A_m$$

Keterangan :

$F_k$  = gaya yang dihasilkan dari pedal rem

$P_e$  = tekanan pada piston master rem

$A_m$  = luas area piston pada master rem

### 3.4.9 Menghitung Gaya yang diterapkan oleh kaki Pengemudi

Persamaan untuk menghitung gaya yang diterapkan oleh kaki pengemudi sebagai berikut :

$$F_k = f \cdot R_p \dots\dots\dots (3.17)$$

$$f = F_k / R_p$$

Keterangan ;

f = gaya yang diterapkan oleh kaki pengemudi

F<sub>k</sub> = gaya yang dihasilkan dari pedal rem

R<sub>p</sub> = rasio tuas pedal

### 3.4.10 Menghitung Luas Area Piston pada Master Rem dan Luas Area Piston pada Kaliper Rem

Setelah peneliti mengukur diameter piston pada area master rem dan pada area caliper rem, peneliti menghitung luasnya dengan Persamaan sebagai berikut :

Persamaan untuk mencari luas area piston pada master rem :

$$A_m = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$

Keterangan :

A<sub>m</sub> = Luas piston pada master rem

Π = 22/7 atau 3,14

D = Diameter piston

Persamaan untuk mencari luas area piston pada kaliper rem :

$$A_w = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$

Keterangan :

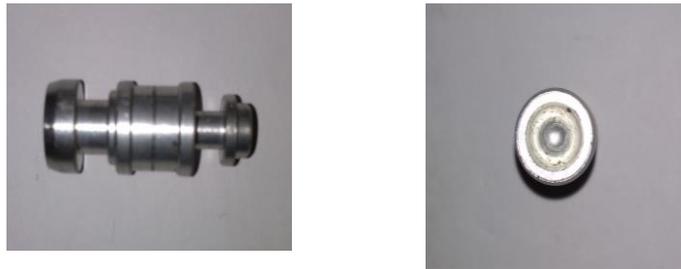
A<sub>w</sub> = luas piston pada caliper rem

$\Pi = 22/7$  atau 3,14

D = diameter piston pada caliper



**Gambar 3.21 piston pada master rem motor**



**Gambar 3.22 piston pada master rem sepeda**

### **3.4.11 Menghitung Jari-Jari Ban Kendaraan**

Persamaan untuk menghitung jari – jari dari ban kendaraan sebagai berikut :

$$R = \frac{1}{2} \cdot D$$

Keterangan :

R = jari – jari dari ban

D = diameter ban mobil



**Gambar 3.23 Ban Kendaraan**

### **3.4.12 Menghitung Gaya Pengereman dari Masing-masing Variasi Sistem Pengereman**

Setelah semuanya sudah dapat nilainya, kemudian peneliti menghitung gaya pengereman pada masing-masing variasi rem yang sudah peneliti buat untuk mengetahui desain rem yang kuat dan sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan :

$$F = \frac{r}{R} \times 2 \times \mu \times \frac{A_w}{A_m} \times (R_p \times f)$$

Keterangan :

Dengan menggunakan model dasar peneliti dapat menghitung F rem berlaku pada setiap roda kendaraan adalah :

f = gaya yang dikeluarkan dari pedal rem

R<sub>p</sub> = rasio tuas pedal

A<sub>m</sub> = daerah dari master silinder

A<sub>w</sub> = luas piston caliper depan

μ = koefisien gesek dari lapisan kampas rem pada disk

2 = ada 2 lapisan dalam caliper

r = radius efektif dari caliper

$R = \text{jari} - \text{jari ban.}$

### **3.5 Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik analisis data secara langsung dan teknik analisis data secara tidak langsung, dimana teknik analisis data secara langsung adalah semua variable yang diukur langsung pada saat penelitian dan teknik analisis data secara tidak langsung adalah semua variable yang nilainya didapat dari perhitungan dan digunakan untuk bahan pengamatan/analisa..<sup>22</sup> Setelah semua variable diukur dan nilainya sudah didapat dari perhitungan, maka semua variable itu diuji dengan menggunakan mobil jayaraya *Urban Concept* team Universitas Negeri Jakarta untuk mengetahui pengaruh beberapa variasi master rem cakram terhadap kekuatan kaliper rem menahan beban kendaraan pada sudut kemiringan jalan  $12^\circ$  dan pada saat mobil berjalan lalu mengerem pada bidang datar.

#### **3.5.1 Alasan Pemilihan Varian Konsep**

Pemilihan varian sistem pengereman dan disk rem karena setiap sistem pengereman dan disk rem memiliki luas panampang berbeda dan gaya pengereman yang berbeda juga dalam menerima beban gaya kendaraan

---

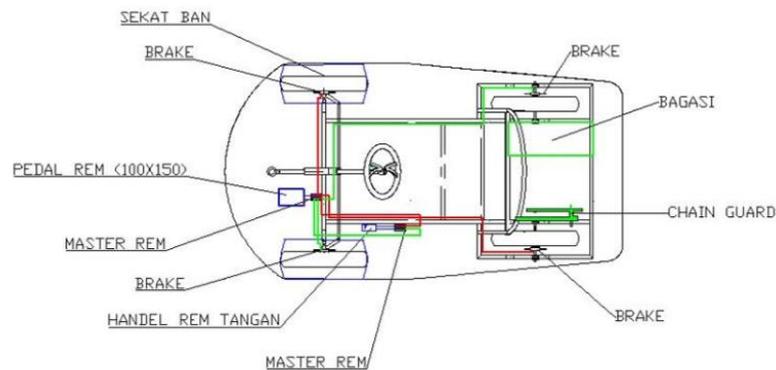
<sup>22</sup>Burhan Noerdin, *Analisi Gaya Pada Rem Cakram Untuk Kendaraan Roda Empat* (Jakarta:2011) hal.5

## BAB IV HASIL PENELITIAN

### 4.1 Model Desain

Dari hasil pengamatan dan pengukuran manual terhadap rangkaian system pengereman yang peneliti gunakan maka didapatkan data-data sebagai berikut :

#### 4.1.1 Model Desain Sirkuit Rem



**Gambar 4.1 Model Sirkuit**

Sesuai peraturan dalam lomba *sheel eco marathon* pada sub bab 2.7 pasal 3, maka peneliti menggunakan desain system pengereman sebagai berikut :

- a. Kendaraan dilengkapi dengan sistem pengereman hidrolik menggunakan 4 disk, sebuah pedal rem memiliki luas penampang 25 cm<sup>2</sup> dan rasio tuas pedal rem 4,11.
- b. Rem harus bekerja terpisah antara poros depan dan belakang menggunakan pola x (roda depan kiri berpasangan dengan roda belakang kanan, dan sebaliknya)

- c. Dimungkinkan untuk menggunakan sebuah master silinder dengan dua sirkuit (dua torak tangki).

#### 4.1.2 Hasil Pengukuran Disk dan Silinder Rem

Hasil pengukuran dengan menggunakan jangka sorong terhadap diameter disk dari disk motor dan sepeda dan juga hasil pengukuran silinder rem serta hasil pengukuran dengan menggunakan *software autocad 2007* terhadap luas penampang disk pada rangkaian rem adalah :

**Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Disk Rem**

Variasi	Master Rem	Disk	Diameter	Luas Penampang Disk
1	Motor	Motor	296 mm	42.776 mm <sup>2</sup>
2	Motor	Motor	230 mm	30.062 mm <sup>2</sup>
3	Sepeda	Sepeda	160 mm	10.215 mm <sup>2</sup>
4	Sepeda	Sepeda	140 mm	8.630 mm <sup>2</sup>

**Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Master Silinder**

No	Master rem	Diameter master silinder	Diameter silinder cakram
1	Sepeda	10 mm	20 mm
2	Motor	12,66 mm	25,78 mm

#### 4.1.3 Hasil Pengukuran Radius Aktif dari Kaliper

Dalam menentukan radius aktif dari kaliper peneliti melakukan pengukuran jarak lintasan kampas rem pada disk kemudian dengan menggunakan *Autodesk AutoCad 2007* seperti pada gambar 3.3 sampai gambar 3.6 peneliti dapat mengetahui nilai radius pada masing-masing disk, sebagai berikut :

**Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Radius Aktif dari Kaliper**

Disk	Diameter	Jarak Lintasan Kaliper	Radius
Motor	296 mm	21,6 mm	13,668 cm
Motor	230 mm	21,6 mm	10,28 cm
Sepeda	160 mm	16,8 mm	7,16 cm
Sepeda	140 mm	16,8 mm	6,26 cm

Tabel diatas menjelaskan, jarak lintasan kampas rem pada disk motor  $\varnothing 296$  mm adalah 21,6 mm dan nilai radiusnya sebesar 13,668 cm, jarak lintasan kampas rem pada disk motor  $\varnothing 230$  mm adalah 21,6 mm dan nilai radiusnya sebesar 10,29 cm, jarak lintasan kampas rem pada disk sepeda  $\varnothing 160$  mm adalah 16,8 mm dan nilai radiusnya sebesar 7,16 cm, jarak lintasan kampas rem pada disk sepeda  $\varnothing 140$  mm adalah 16,8 mm dan nilai radiusnya pada sebesar 6,26 cm.

## **4.2 Analisis Data Penelitian**

### **4.2.1 Penentuan Sudut Kemiringan Jalan 12<sup>0</sup> dan Menghitung Gaya dari Kendaraan dalam Keadaan Statis (diam)**

Dalam penentuan Sudut kemiringan jalan 12<sup>0</sup> peneliti mengikuti peraturan uji pengereman pada keadaan statis seperti pada sub bab 2.8, Menghitung gaya Statis pada kendaraan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}F_s &= \mu \cdot N \\&= \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha \\&= \sin \alpha / \cos \alpha \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha \\&= 0,2 / 0,9 \cdot 182,8 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,9 \\&= 358,65 \text{ N}\end{aligned}$$

Nilai gaya statis yang dihasilkan oleh mobil pada bidang miring ini, peneliti jadikan sebagai nilai kebutuhan gaya pada nilai yang diperoleh oleh gaya pengereman di sistem pengereman pada kemiringan jalan 12<sup>0</sup>.

### **4.2.2 Uji Gaya Pengereman Pada Keadaan Statis di Kemiringan Jalan 12<sup>0</sup>**

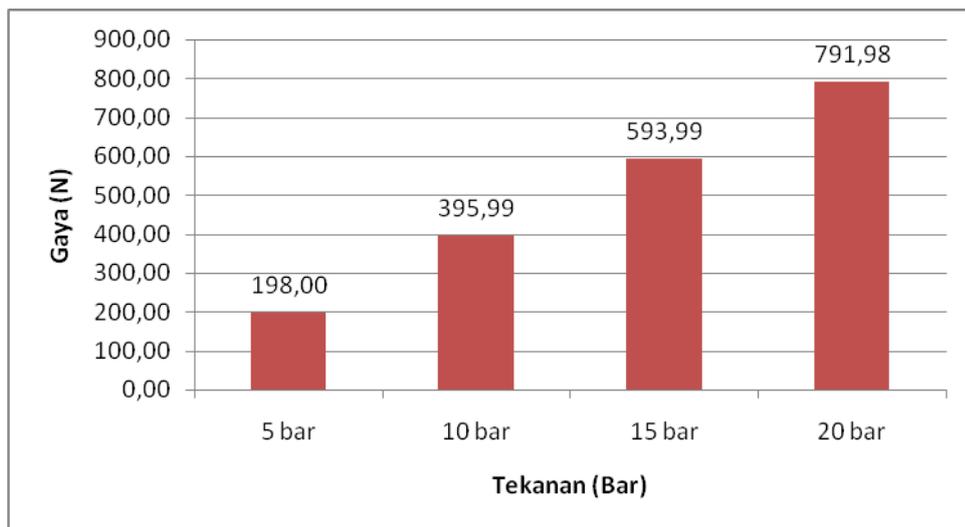
#### **a. Sistem Pengereman Variasi 1**

Hasil Uji gaya pengereman pada kendaraan dalam keadaan statis dikemiringan jalan 12<sup>0</sup> ini diperoleh dengan cara meletakkan alat uji pengereman pada kemiringan jalan 12<sup>0</sup> dalam keadaan direm. Tekanan pada master rem yang peneliti berikan sebesar 5 bar, 10 bar, 15 bar, 20 bar.

Pengujian ini menggunakan sistem pengereman motor dan disk motor berdiameter 296 mm, berikut hasil pengujiannya :

**Tabel 4.4 Hasil perhitungan gaya pengereman dengan Menggunakan sistem rem motor dan disk motor (diameter 296 mm)**

Variasi	Tekanan	Gaya Pengereman
Variasi 1	5 bar	198,00 N
	10 bar	395,99 N
	15 bar	593,99 N
	20 bar	791,98 N



**Gambar 4.2 Grafik hasil uji gaya pengereman variasi 1**

Dari gambar 4.2 grafik hasil uji pengereman dapat dilihat bahwa sistem pengereman variasi 1 dalam keadaan statis di kemiringan jalan  $12^{\circ}$  dengan variasi tekanan master rem yang ditentukan, didapat hasil gaya pengereman pada saat kendaraan diletakkan pada kemiringan jalan  $12^{\circ}$  dalam keadaan direm. Didapatkan pada tekanan 15 bar dan 20 bar

memiliki gaya pengereman yang lebih besar dari gaya statis kendaraan di kemiringan jalan  $12^{\circ}$ . (gaya statis kendaraan < gaya pengereman)

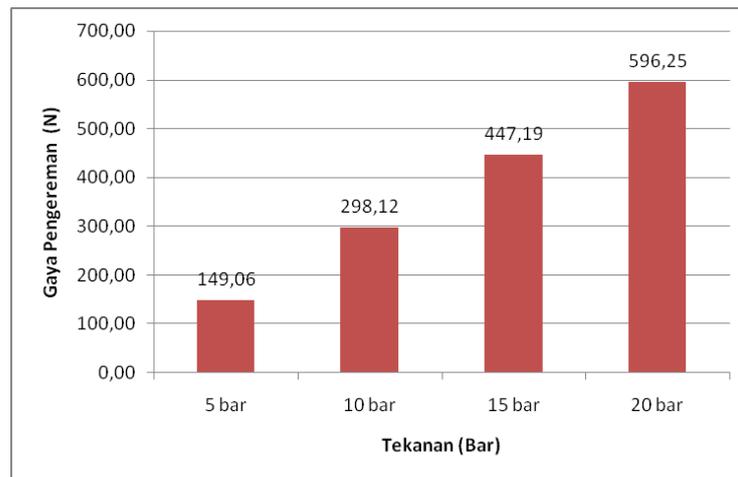
Pada tekanan master rem 5 bar menghasilkan gaya pengereman 198,00 N, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan gaya kendaraan 395,99 N, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan gaya kendaraan 593,99 N, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan gaya kendaraan 791,98 N.

#### **b. Sistem Pengereman Variasi 2**

Hasil Uji gaya pengereman pada kendaraan dalam keadaan statis di kemiringan jalan  $12^{\circ}$  ini diperoleh dengan cara meletakkan alat uji pengereman pada kemiringan jalan  $12^{\circ}$  dalam keadaan direm. Tekanan pada master rem yang peneliti berikan sebesar 5 bar, 10 bar, 15 bar, 20 bar. Pengujian ini menggunakan sistem pengereman motor dan disk motor berdiameter 230 mm, berikut hasil pengujiannya :

**Tabel 4.5 Hasil perhitungan gaya pengereman dengan Menggunakan sistem rem motor dan disk motor (diameter 230 mm)**

Variasi	Tekanan	Gaya Pengereman
Variasi 2	5 bar	149,06 N
	10 bar	298,12 N
	15 bar	447,19 N
	20 bar	596,25 N



**Gambar 4.3 Grafik hasil uji gaya pengereman variasi 2**

Dari gambar 4.3 grafik hasil uji pengereman dapat dilihat bahwa sistem pengereman variasi 2 dalam keadaan statis di kemiringan jalan  $12^{\circ}$  dengan variasi tekanan master rem yang ditentukan, didapat hasil gaya pengereman pada saat kendaraan diletakkan pada kemiringan jalan  $12^{\circ}$  dalam keadaan direm. Didapatkan pada tekanan 15 bar dan 20 bar memiliki gaya pengereman yang lebih besar dari gaya statis kendaraan di kemiringan jalan  $12^{\circ}$ . (gaya statis kendaraan < gaya pengereman).

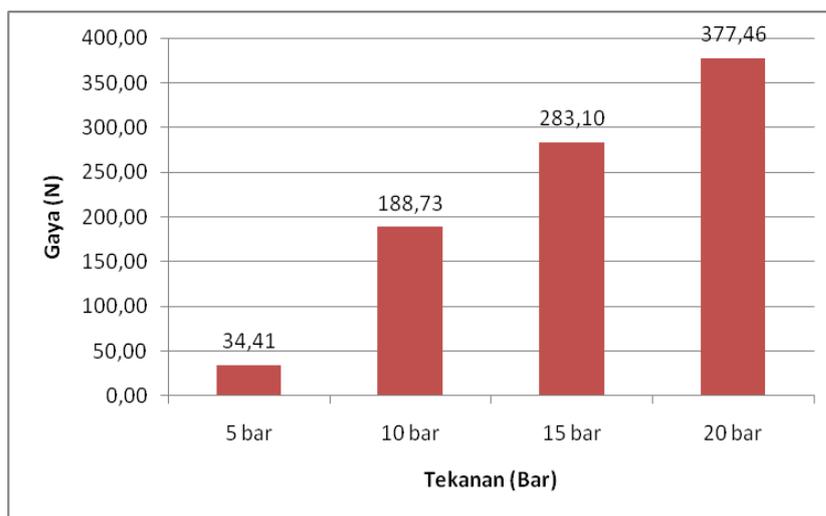
Pada tekanan master rem 5 bar menghasilkan gaya pengereman 149,00 N, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan gaya kendaraan 298,12 N, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan gaya kendaraan 447,19 N, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan gaya kendaraan 596,25 N.

### c. Sistem Pengereman Variasi 3

Hasil Uji gaya pengereman pada kendaraan dalam keadaan statis di kemiringan jalan  $12^{\circ}$  ini diperoleh dengan cara meletakkan alat uji pengereman pada kemiringan jalan  $12^{\circ}$  dalam keadaan direm. Tekanan pada master rem yang peneliti berikan sebesar 5 bar, 10 bar, 15 bar, 20 bar. Pengujian ini menggunakan sistem pengereman sepeda dan disk sepeda berdiameter 160 mm, berikut hasil pengujiannya :

**Tabel 4.6 Hasil perhitungan gaya pengereman dengan Menggunakan sistem rem sepeda dan disk sepeda (diameter 160 mm)**

Variasi	Tekanan	Gaya Pengereman
Variasi 3	5 bar	34,41
	10 bar	188,73
	15 bar	283,10
	20 bar	377,46



**Gambar 4.4 Grafik Hasil uji gaya pengereman variasi 3**

Dari gambar 4.4 grafik hasil uji pengereman dapat dilihat bahwa sistem pengereman variasi 3 dalam keadaan statis di kemiringan jalan  $12^0$  dengan variasi tekanan master rem yang ditentukan, didapat hasil gaya pengereman pada saat kendaraan diletakkan pada kemiringan jalan  $12^0$  dalam keadaan direm. Didapatkan pada tekanan 20 bar memiliki gaya pengereman yang lebih besar dari gaya statis kendaraan di kemiringan jalan  $12^0$ . (gaya statis kendaraan < gaya pengereman).

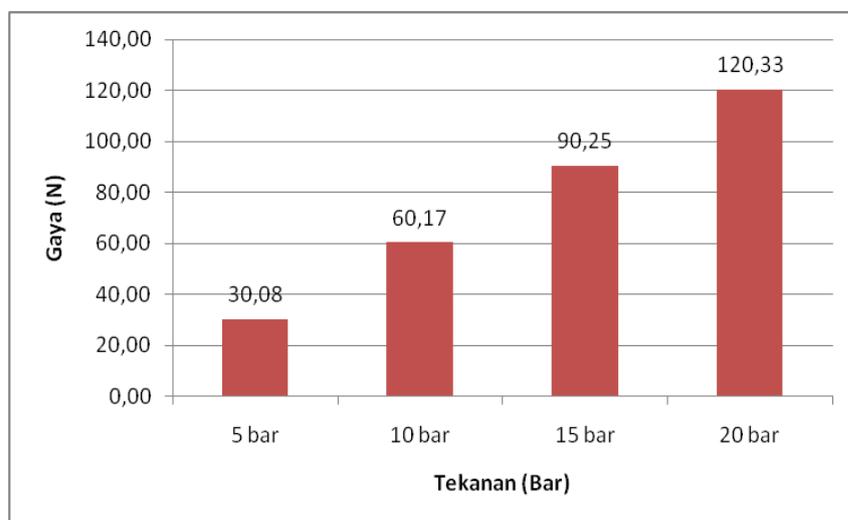
Pada tekanan master rem 5 bar menghasilkan gaya pengereman 34,41 N, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan gaya kendaraan 188,73 N, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan gaya kendaraan 283,10 N, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan gaya kendaraan 377,46 N.

#### **d. Sistem Pengereman Variasi 4**

Hasil Uji gaya pengereman pada kendaraan dalam keadaan statis di kemiringan jalan  $12^0$  ini diperoleh dengan cara meletakkan alat uji pengereman pada kemiringan jalan  $12^0$  dalam keadaan direm. Tekanan pada master rem yang peneliti berikan sebesar 5 bar, 10 bar, 15 bar, 20 bar. Pengujian ini menggunakan sistem pengereman sepeda dan disk sepeda berdiameter 140 mm, berikut hasil pengujiannya :

**Tabel 4.7 Hasil perhitungan gaya pengereman dengan Menggunakan sistem rem sepeda dan disk sepeda (diameter 140 mm)**

Variasi	Tekanan	Gaya Pengereman
Variasi 4	5 bar	30,08
	10 bar	60,17
	15 bar	90,25
	20 bar	120,33



**Gambar 4.5 Grafik hasil uji gaya pengereman variasi 4**

Dari gambar 4.5 grafik hasil uji pengereman dapat dilihat bahwa sistem pengereman variasi 4 dalam keadaan statis di kemiringan jalan  $12^{\circ}$  dengan variasi tekanan master rem yang ditentukan, didapat hasil gaya pengereman pada saat kendaraan diletakkan pada kemiringan jalan  $12^{\circ}$  dalam keadaan direm. Pada sistem pengereman variasi 4 ini memiliki gaya pengereman yang kurang dari gaya statis kendaraan dikemiringan jalan  $12^{\circ}$ . (gaya statis kendaraan < gaya pengereman)

Pada tekanan master rem 5 bar menghasilkan gaya pengereman 22,28 N, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan gaya kendaraan

44,57 N, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan gaya kendaraan 66,85 N, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan gaya kendaraan 89,13 N.

**Tabel 4.8 Hasil Pengujian Gaya Pengereman di Kemiringan Jalan 12°**

Tekanan Variasi	5 bar	10 bar	15 bar	20 bar
1	198,00 N	395,99 N	593,99 N	791,98 N
2	149,06 N	298,12 N	447,19 N	596,25 N
3	34,41 N	188,73 N	283,10 N	377,46 N
4	30,08 N	60,17 N	90,25 N	120,33 N

Dari data table 4.8 hasil pengujian pada alat uji pengereman, terdapat di tekanan 15 bar dan 20 bar pada sistem pengereman variasi 1 dan pada sistem pengereman variasi 2 memiliki gaya pengereman yang lebih besar dari gaya statis kendaraan di kemiringan jalan 12° dan pada sistem pengereman variasi 3 hanya pada tekanan 20 bar yang memiliki gaya pengereman yang lebih besar dari gaya statis kendaraan dikemiringan jalan 12° (gaya statis kendaraan < gaya pengereman) tetapi pada sistem pengereman variasi 4 gaya pengeremannya lebih kecil dari pada gaya statis kendaraan, oleh karena itu system pengereman variasi 3 dan 4 tidak bisa digunakan untuk mobil *urban concept*.

### 4.2.3 Menentukan Perlambatan Kendaraan Untuk Mendapatkan Gaya Dinamis Pada Kendaraan di Jalan Lurus Datar

Dalam mencari nilai perlambatan pada mobil, peneliti mengambil kecepatan antara 10 km/jam, 20 km/jam, 30 km/jam karena dalam peraturan lomba *Shell Eco Marathon* maksimum kecepatan kendaraan adalah 30 km/jam. Jadi disini peneliti mengambil harga kecepatan 30 km/jam dan Tekanan pada master rem adalah antara 5 bar sampai 20 bar. Disini juga peneliti mengambil harga  $P = 20$  bar dan peneliti juga mangambil harga waktu  $(t) = 1$  menit untuk mencari nilai gaya dinamis yang dibutuhkan. Jadi nilai gaya pengereman harus lebih besar dari gaya dinamis kendaraan.

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

$$0 = 30 \text{ km/jam} + a \times 1 \text{ s}$$

$$-1 \text{ s} \times a = 8,33 \text{ m/s}$$

$$a = 8,33 \text{ m/s} / - 1 \text{ s}$$

$$= - 8,33 \text{ m/s}^2$$

$$\Sigma F = m \cdot a$$

$$= 182,8 \text{ kg} \cdot 8,33 \text{ m/s}^2$$

$$= 1.523,33 \text{ N}$$

Nilai gaya pengereman yang dihasilkan oleh mobil pada jalan lurus dengan keadaan dinamis, peneliti jadikan sebagai nilai kebutuhan gaya pengereman pada nilai yang diperoleh oleh gaya pengereman di sistem pengereman pada jalan lurus datar. Jadi nilai gaya pengereman harus lebih

besar dari gaya dinamis kendaraan dan semakin lama nilai percepatan yang dilakukan maka semakin kecil gaya pengeremannya. Hasil perlambatan dan gaya dinamis kendaraan bisa dilihat pada bagian lampiran penelitian ini.

#### **4.2.4 Uji Gaya Pengereman Pada Keadaan dinamis di jalan Lurus**

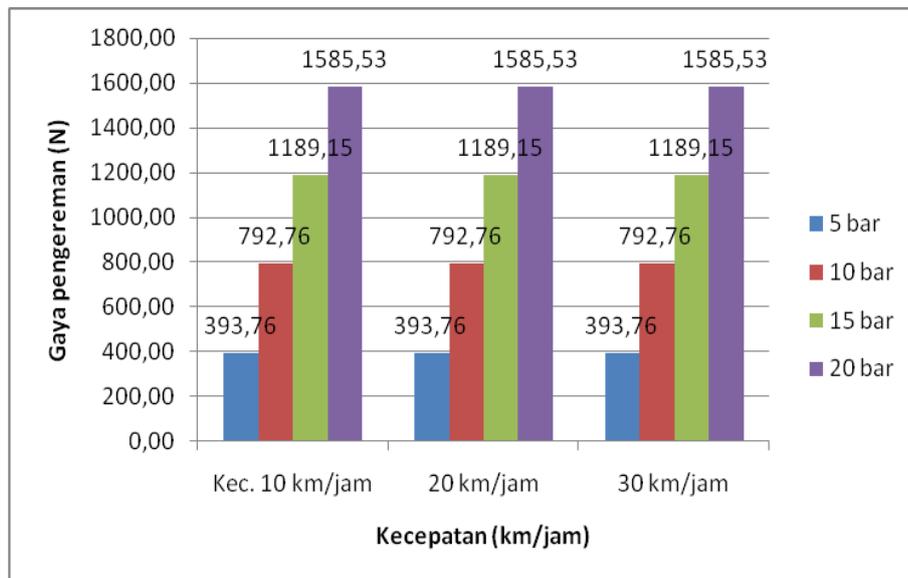
##### **Datar**

##### **a. Sistem Pengereman Variasi 1**

Hasil uji gaya pengereman ini diperoleh dengan cara menjalankan alat uji pengereman dengan kecepatan 10 km/jam, 20 km/jam dan 30 km/jam. Tekanan pada master rem yang peneliti berikan sebesar 5 bar, 10 bar, 15 bar, 20 bar. Pengujian ini menggunakan sistem pengereman motor dan disk motor berdiameter 296 mm, berikut hasil pengujiannya :

**Tabel 4.9 Hasil perhitungan gaya pengereman dengan Menggunakan sistem rem motor dan disk motor (diameter 296 mm)**

Variasi	Tekanan	Kec. 10 km/jam	20 km/jam	30 km/jam
Variasi 1	5 bar	393,76 N	393,76 N	393,76 N
	10 bar	792,76 N	792,76 N	792,76 N
	15 bar	1189,15 N	1189,15 N	1189,15 N
	20 bar	1585,53 N	1585,53 N	1585,53 N



**Gambar 4.6 Grafik hasil uji gaya pengereman variasi 1**

Dari gambar 4.6 grafik hasil uji pengereman dapat dilihat bahwa sistem pengereman variasi 1 di jalan lurus datar dengan variasi kecepatan yang ditentukan, didapat hasil gaya pengereman pada saat kendaraan berjalan lalu mengerem. Didapatkan pada tekanan 20 bar di kecepatan yang ditentukan oleh peneliti memiliki gaya pengereman yang lebih besar dari gaya kendaraan di kecepatan yang ditentukan oleh peneliti juga. (gaya dinamis kendaraan < gaya pengereman)

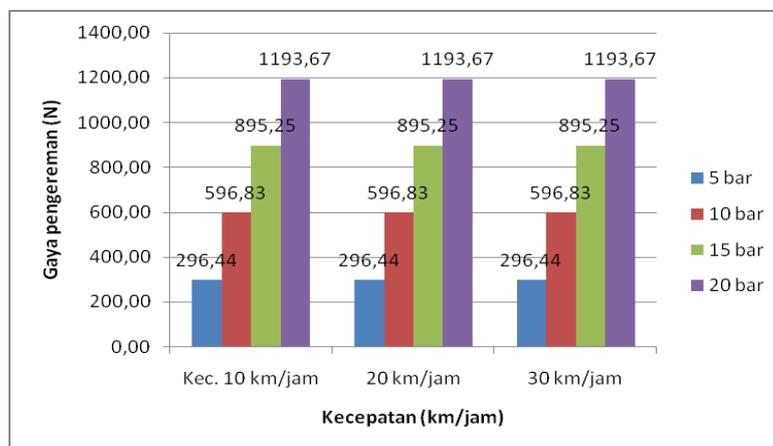
Pada kecepatan 10 km/jam, 20 km/jam, 30 km/jam dan tekanan master rem 5 bar menghasilkan gaya pengereman 393,76 N, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan gaya pengereman 792,76 N, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan gaya pengereman 1.189,15 N, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan gaya pengereman 1.585,53 N.

## b. Sistem Pengereman Variasi 2

Hasil Uji gaya pengereman ini diperoleh dengan cara menjalankan alat uji pengereman dengan kecepatan 10 km/jam, 20 km/jam dan 30 km/jam. Tekanan pada master rem yang peneliti berikan sebesar 5 bar, 10 bar, 15 bar, 20 bar. Pengujian ini menggunakan sistem pengereman motor dan disk motor berdiameter 230 mm, berikut hasil pengujiannya :

**Tabel 4.10 Hasil perhitungan gaya pengereman dengan Menggunakan sistem rem motor dan disk motor (diameter 230 mm)**

Variasi	Tekanan	Kec. 10 km/jam	20 km/jam	30 km/jam
Variasi 2	5 bar	296,44 N	296,44 N	296,44 N
	10 bar	596,83 N	596,83 N	596,83 N
	15 bar	895,25 N	895,25 N	895,25 N
	20 bar	1193,67 N	1193,67 N	1193,67 N



**Gambar 4.7 Grafik hasil uji gaya pengereman variasi 2**

Dari gambar 4.7 grafik hasil uji pengereman dapat dilihat bahwa sistem pengereman variasi 2 dijalan lurus datar dengan variasi kecepatan yang ditentukan, didapat hasil gaya pengereman pada saat kendaraan berjalan lalu mengerem. Didapatkan pada tekanan 20 bar dikecepatan yang

ditentukan oleh peneliti memiliki gaya pengereman yang lebih besar dari gaya kendaraan dikecepatan yang ditentukan oleh peneliti juga. (gaya dinamis kendaraan < gaya pengereman)

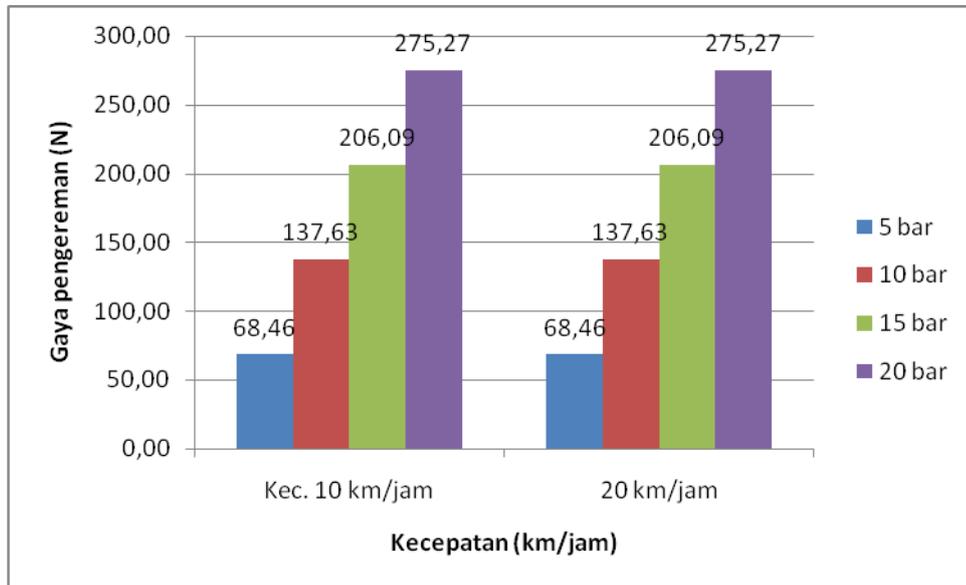
Pada kecepatan 10 km/jam, 20 km/jam, 30 km/jam dan tekanan master rem 5 bar menghasilkan gaya pengereman 296,44 N, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan gaya pengereman 596,83 N, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan gaya pengereman 895,25 N, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan gaya pengereman 1193,67 N.

### c. Sistem Pengereman Variasi 3

Hasil Uji gaya pengereman ini diperoleh dengan cara menjalankan alat uji pengereman dengan kecepatan 10 km/jam dan 20 km/jam. Tekanan pedal master rem yang peneliti berikan sebesar 5 bar, 10 bar, 15 bar, 20 bar. Pengujian ini menggunakan sistem pengereman sepeda dan disk sepeda berdiameter 160 mm, berikut hasil pengujiannya :

**Tabel 4.11 Hasil perhitungan gaya pengereman dengan Menggunakan sistem rem sepeda dan disk sepeda (diameter 160 mm)**

Variasi	Tekanan	Kec. 10 km/jam	20 km/jam
Variasi 3	5 bar	68,46 N	68,46 N
	10 bar	137,63 N	137,63 N
	15 bar	206,09 N	206,09 N
	20 bar	275,27 N	275,27 N



**Gambar 4.8 Grafik Hasil uji gaya pengereman variasi 3**

Dari gambar 4.8 grafik hasil uji pengereman dapat dilihat bahwa sistem pengereman variasi 3 di jalan lurus datar dengan variasi kecepatan yang ditentukan, didapat hasil gaya pengereman pada saat kendaraan berjalan lalu mengerem. Pada sistem pengereman variasi 3 ini gaya pengereman lebih kecil dari gaya kendaraan, oleh karena itu sistem pengereman variasi 3 ini tidak dapat digunakan pada kendaraan. (gaya dinamis kendaraan < gaya pengereman)

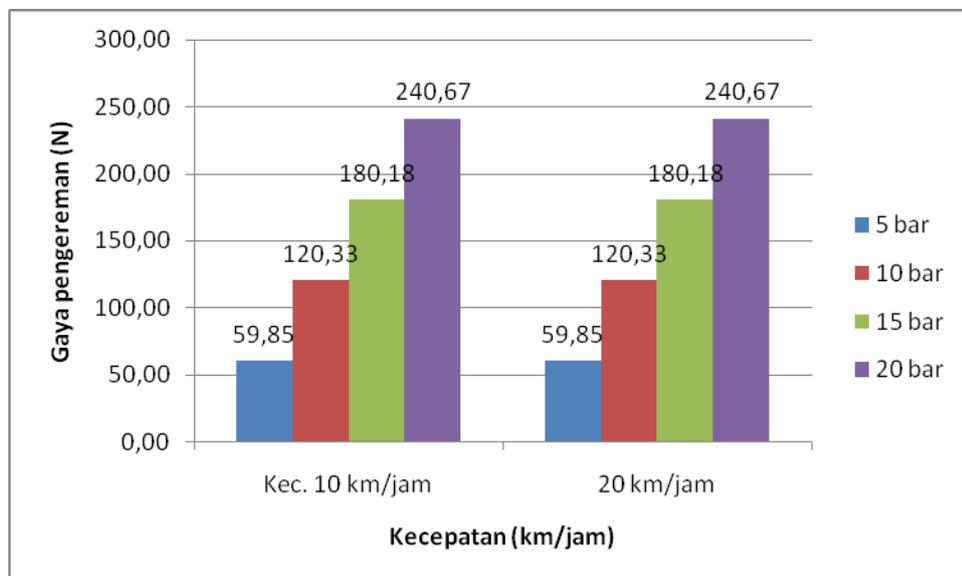
Pada kecepatan 10 km/jam, 20 km/jam, 30 km/jam dan tekanan master rem 5 bar menghasilkan gaya pengereman 68,46 N, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan gaya pengereman 137,63 N, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan gaya pengereman 206,09 N, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan gaya pengereman 275,27 N.

#### d. Sistem Pengereman Variasi 4

Hasil Uji gaya pengereman ini diperoleh dengan cara menjalankan alat uji pengereman dengan kecepatan 10 km/jam dan 20 km/jam. Tekanan maksimal pada master rem yang peneliti berikan sebesar 5 bar, 10 bar, 15 bar, 20 bar. Pengujian ini menggunakan sistem pengereman sepeda dan disk sepeda berdiameter 140 mm, berikut hasil pengujiannya :

**Tabel 4.12 Hasil perhitungan gaya pengereman dengan Menggunakan sistem rem sepeda dan disk sepeda (diameter 140 mm)**

Variasi	Tekanan	Kec. 10 km/jam	20 km/jam
Variasi 4	5 bar	59,85 N	59,85 N
	10 bar	120,33 N	120,33 N
	15 bar	180,18 N	180,18 N
	20 bar	240,67 N	240,67 N



**Gambar 4.9 Grafik hasil uji gaya pengereman variasi 4**

Dari gambar 4.9 grafik hasil uji pengereman dapat dilihat bahwa sistem pengereman variasi 4 di jalan lurus datar dengan variasi kecepatan

yang ditentukan, didapat hasil gaya pengereman pada saat kendaraan berjalan lalu mengerem. Pada sistem pengereman variasi 4 ini nilai gaya pengereman lebih kecil dari nilai gaya kendaraan, oleh karena itu sistem pengereman variasi 4 ini tidak dapat digunakan pada kendaraan. (gaya dinamis kendaraan < gaya pengereman)

Pada kecepatan 10 km/jam, 20 km/jam, 30 km/jam dan tekanan master rem 5 bar menghasilkan gaya pengereman 59,85 N, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan gaya pengereman 120,33 N, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan gaya pengereman 180,18 N, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan gaya pengereman 240,67 N.

#### **4.2.5 Uji Jarak Pengereman Pada Keadaan dinamis dijalan Lurus**

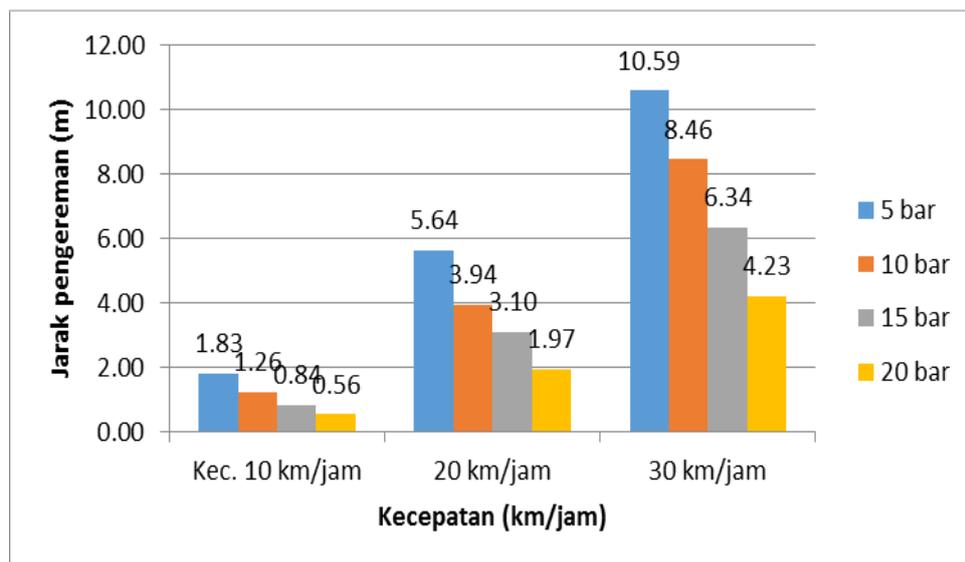
##### **Datar**

##### **a. Sistem Pengereman Variasi 1**

Pengujian ini hanya untuk mendapatkan data hasil uji jarak pengereman dengan kecepatan 10 km/jam, 20 km/jam dan 30 km/jam menggunakan alat uji pengereman, berikut ini adalah hasil pengujian jarak pengereman dengan sistem pengereman motor dan disk motor berdiameter 296 mm, seperti pada table 4.13

**Tabel 4.13 Hasil perhitungan jarak pengereman dengan Menggunakan sistem rem motor dan disk motor (diameter 296 mm)**

Variasi	Tekanan	Kec. 10 km/jam	20 km/jam	30 km/jam
Variasi 1	5 bar	1,83 m	5,64 m	10,59 m
	10 bar	1,26 m	3,94 m	8,46 m
	15 bar	0,84 m	3,10 m	6,34 m
	20 bar	0,56 m	1,97 m	4,23 m



**Gambar 4.10 Grafik hasil uji jarak pengereman variasi 1**

Dari gambar 4.10 grafik hasil uji pengereman dapat dilihat bahwa sistem pengereman variasi 1 di jalan lurus datar dengan variasi kecepatan yang ditentukan, didapat hasil perlambatan pengereman pada saat kendaraan mengerem. Didapatkan pada tekanan 20 bar dikecepatan yang ditentukan oleh peneliti memiliki perlambatan pengereman yang paling baik dari pada tekanan 5 bar, 10 bar dan 15 bar.

Pada kecepatan 10 km/jam dan tekanan master rem 5 bar menghasilkan jarak pengereman 1,83 m, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan jarak pengereman 1,26 m, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan jarak pengereman 0,84 m, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan jarak pengereman 0,56 m.

Pada kecepatan 20 km/jam dan tekanan master rem 5 bar menghasilkan jarak pengereman 5,64 m, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan jarak pengereman 3,94 m, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan jarak pengereman 3,10 m, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan jarak pengereman 1,97 m.

Pada kecepatan 30 km/jam dan tekanan master rem 5 bar menghasilkan jarak pengereman 10,59 m, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan jarak pengereman 8,46 m, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan jarak pengereman 6,34 m, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan jarak pengereman 4,23 m.

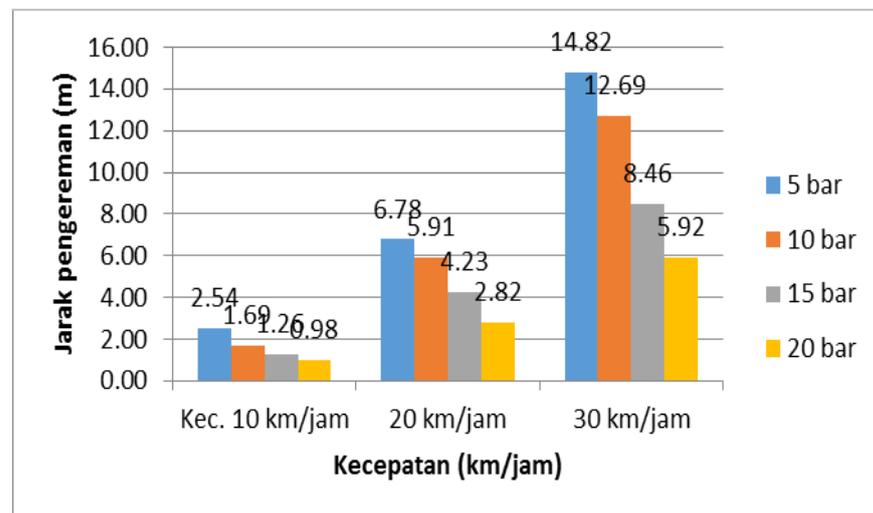
#### **b. Sistem Pengereman Variasi 2**

Pengujian ini hanya untuk mendapatkan data hasil uji jarak pengereman dengan kecepatan 10 km/jam, 20 km/jam dan 30 km/jam menggunakan alat uji pengereman, berikut ini adalah hasil pengujian jarak pengereman dengan sistem pengereman motor dan disk motor berdiameter 230 mm, seperti pada table 4.14

**Tabel 4.14 Hasil perhitungan jarak pengereman dengan**

**Menggunakan sistem rem motor dan disk motor (diameter 230 mm)**

Variasi	Tekanan	Kec. 10 km/jam	20 km/jam	30 km/jam
Variasi 2	5 bar	2,54 m	6,78 m	14,82 m
	10 bar	1,69 m	5,91 m	12,69 m
	15 bar	1,26 m	4,23 m	8,46 m
	20 bar	0,98 m	2,82 m	5,92 m



**Gambar 4.11 Grafik hasil uji jarak pengereman variasi 2**

Dari gambar 4.11 grafik hasil uji pengereman dapat dilihat bahwa sistem pengereman variasi 2 di jalan lurus datar dengan variasi kecepatan yang ditentukan, didapat hasil perlambatan pengereman pada saat kendaraan mengerem. Didapatkan pada tekanan 20 bar di kecepatan yang ditentukan oleh peneliti memiliki perlambatan pengereman yang baik dari pada tekanan 5 bar, 10 bar dan 15 bar.

Pada kecepatan 10 km/jam dan tekanan master rem 5 bar menghasilkan jarak pengereman 2,54 m, pada tekanan master rem 10 bar

menghasilkan jarak pengereman 1,69 m, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan jarak pengereman 1,26 m, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan jarak pengereman 0,98 m.

Pada kecepatan 20 km/jam dan tekanan master rem 5 bar menghasilkan jarak pengereman 6,78 m, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan jarak pengereman 5,91 m, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan jarak pengereman 4,23 m, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan jarak pengereman 2,82 m.

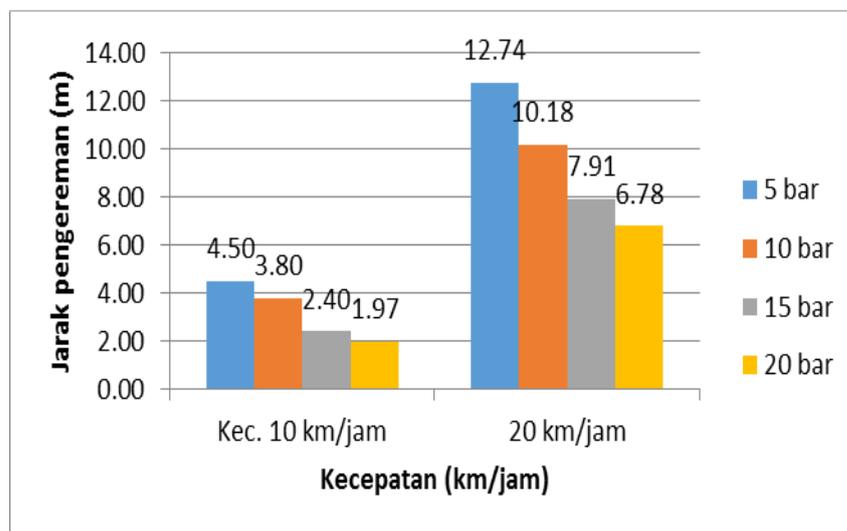
Pada kecepatan 30 km/jam dan tekanan master rem 5 bar menghasilkan jarak pengereman 14,82 m, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan jarak pengereman 12,69 m, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan jarak pengereman 8,46 m, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan jarak pengereman 5,92 m.

### **C . Sistem Pengereman Variasi 3**

Hasil jarak pengereman ini diperoleh dengan cara menghitung dengan rumus jarak pengereman setelah peneliti mendapatkan gaya pengereman. kecepatan awalnya 10 km/jam dan 20 km/jam. Tekanan maksimal pedal master rem yang peneliti berikan sebesar 5 bar, 10 bar, 15 bar, 20 bar. Pengujian ini menggunakan sistem pengereman sepeda dan disk sepeda berdiameter 160 mm, berikut ini adalah hasil pengujian jarak pengereman dengan sistem pengereman sepeda dan disk sepeda berdiameter 160 mm, seperti pada table 4.15

**Tabel 4.15 Hasil perhitungan jarak pengereman dengan Menggunakan sistem rem sepeda dan disk sepeda (diameter 160 mm)**

Variasi	Tekanan	Kec. 10 km/jam	20 km/jam
Variasi 3	5 bar	4,50 m	12,74 m
	10 bar	3,80 m	10,18 m
	15 bar	2,40 m	7,91 m
	20 bar	1,97 m	6,78 m



**Gambar 4.12 Grafik hasil uji jarak pengereman variasi 3**

Dari gambar 4.12 grafik hasil uji pengereman dapat dilihat bahwa sistem pengereman variasi 3 di jalan lurus datar dengan variasi kecepatan yang ditentukan, didapat hasil perlambatan pengereman pada saat kendaraan mengerem. Didapatkan pada tekanan 20 bar di kecepatan yang ditentukan oleh peneliti memiliki perlambatan pengereman yang baik dari pada tekanan 5 bar, 10 bar dan 15 bar. Tetapi karena nilai gaya pengereman kurang dari gaya kendaraan maka sistem pengereman variasi 3 tidak dapat digunakan oleh kendaraan.

Pada kecepatan 10 km/jam dan tekanan master rem 5 bar menghasilkan jarak pengereman 4,50 m, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan jarak pengereman 3,80 m, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan jarak pengereman 2,40 m, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan jarak pengereman 1,97 m.

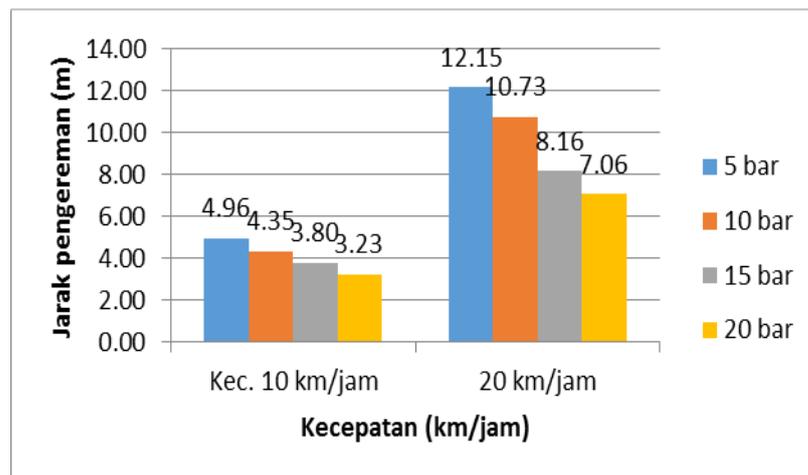
Pada kecepatan 20 km/jam dan tekanan master rem 5 bar menghasilkan jarak pengereman 12,74 m, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan jarak pengereman 10,18 m, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan jarak pengereman 7,91 m, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan jarak pengereman 6,78 m.

#### **d. Sistem Pengereman Variasi 4**

Hasil jarak pengereman ini diperoleh dengan cara menghitung dengan rumus jarak pengereman setelah peneliti mendapatkan gaya pengereman. kecepatan awalnya 10 km/jam dan 20 km/jam. Tekanan maksimal pedal master rem yang peneliti berikan sebesar 5 bar, 10 bar, 15 bar, 20 bar. Pengujian ini menggunakan sistem pengereman sepeda dan disk sepeda berdiameter 140 mm, berikut ini adalah hasil pengujian jarak pengereman dengan sistem pengereman motor dan disk motor berdiameter 140 mm, seperti pada table 4.16

**Tabel 4.16 Hasil perhitungan jarak pengereman dengan Menggunakan sistem rem sepeda dan disk sepeda (diameter 140 mm)**

Variasi	Tekanan	Kec. 10 km/jam	20 km/jam
Variasi 4	5 bar	4,96 m	12,15 m
	10 bar	4,35 m	10,73 m
	15 bar	3,80 m	8,16 m
	20 bar	3,23 m	7,06 m



**Gambar 4.13 Grafik hasil uji jarak pengereman variasi 4**

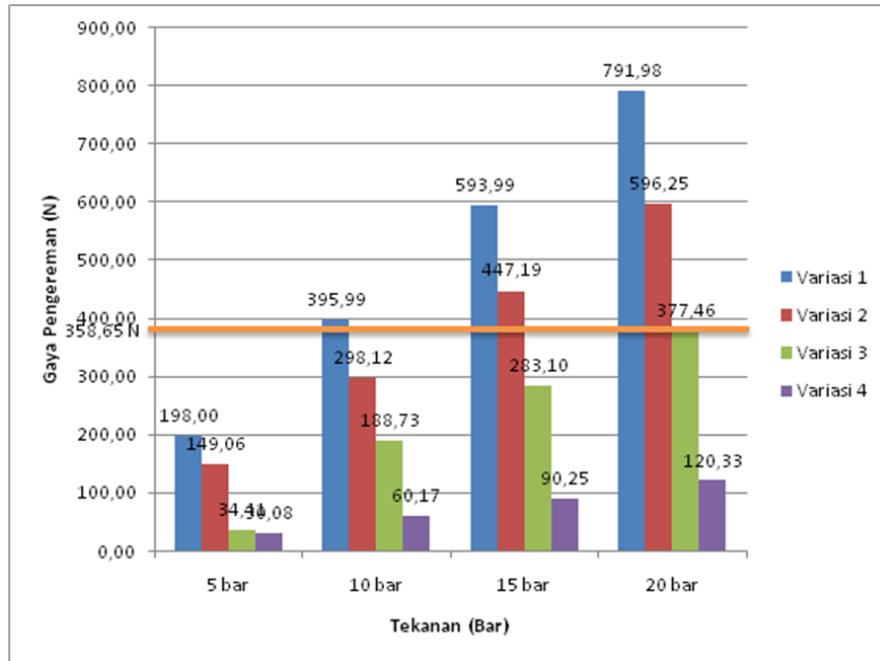
Dari gambar 4.13 grafik hasil uji pengereman dapat dilihat bahwa sistem pengereman variasi 4 di jalan lurus datar dengan variasi kecepatan yang ditentukan, didapat hasil perlambatan pengereman pada saat kendaraan mengerem. Didapatkan pada tekanan 20 bar di kecepatan yang ditentukan oleh peneliti memiliki perlambatan pengereman yang baik dari pada tekanan 5 bar, 10 bar dan 15 bar. Tetapi karena nilai gaya pengereman kurang dari nilai gaya kendaraan maka sistem pengereman variasi 4 tidak dapat digunakan oleh kendaraan.

Pada kecepatan 10 km/jam dan tekanan master rem 5 bar menghasilkan jarak pengereman 4,96 m, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan jarak pengereman 4,35 m, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan jarak pengereman 3,80 m, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan jarak pengereman 3,23 m.

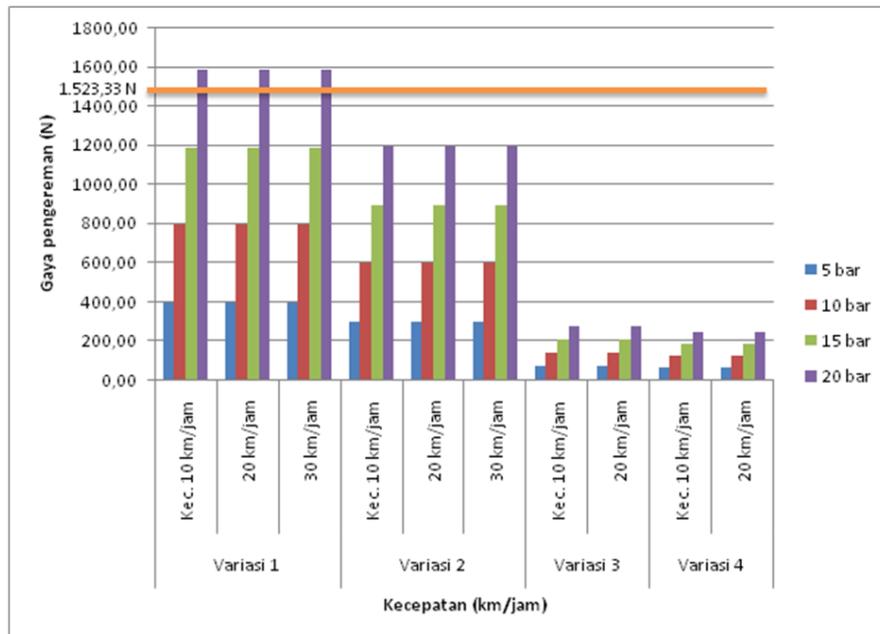
Pada kecepatan 20 km/jam dan tekanan master rem 5 bar menghasilkan jarak pengereman 12,5 m, pada tekanan master rem 10 bar menghasilkan jarak pengereman 10,73 m, pada tekanan master rem 15 bar menghasilkan jarak pengereman 8,16 m, pada tekanan master rem 20 bar menghasilkan jarak pengereman 7,06 m.

Dari data yang telah didapat berdasarkan pengujian pada alat uji pengereman terdapat perbaikan pada sistem pengereman mobil *Urban Concept* setelah sistem pengereman diganti dengan sistem pengereman variasi 1 dan sistem pengereman variasi 2. Jenis sistem pengereman variasi 1 dan sistem pengereman variasi 2 menghasilkan nilai gaya pengereman yang lebih besar dari nilai gaya dinamis mobil ketika mobil melaju dengan kecepatan sesuai dengan aturan lomba *shell eco marathon* di jalan lurus datar dan memiliki jarak pengereman lebih pendek pada keadaan dinamis di jalan lurus datar juga. Sedangkan sistem pengereman variasi 3, sistem pengereman variasi 4 menghasilkan nilai gaya pengereman yang lebih kecil dari nilai gaya kendaraan dalam keadaan dinamis di jalan lurus datar dan menghasilkan jarak pengereman lebih jauh dibandingkan sistem pengereman variasi 1 dan sistem pengereman variasi 2.

### 4.3 Pembahasan



Gambar 4.14 Grafik gabungan gaya pengereman pada keadaan statis dikemiringan jalan 12<sup>0</sup>



Gambar 4.15 Grafik gabungan gaya pengereman pada keadaan dinamis dijalan lurus datar

Dari hasil penelitian yang ditunjukkan pada grafik, maka dapat dilihat adanya perubahan nilai gaya pengereman terhadap tekanan pada master rem ( $A_m$ ) yang diberikan pada masing – masing variasi rem. Pengujian ini dilakukan dengan dua tahap yaitu pada saat kendaraan dalam keadaan statis dikemiringan jalan  $12^0$  dan pada saat kendaraan dalam keadaan dinamis di jalan lurus datar, dengan tekanan pada master rem sebesar 5 bar, 10 bar, 15 bar dan 20 bar dan pada saat kendaraan dalam keadaan dinamis, diberikan pada masing – masing variasi rem dengan kecepatan berubah – ubah yaitu dari 10 km/jam, 20 km/jam dan 30 km/jam.

Sehingga hasil yang didapat dari perhitungan tersebut dibuat suatu grafik gabungan antara tekanan master rem dan gaya pengereman. Dari grafik tersebut dapat kita lihat gaya pengereman yang sesuai dengan kebutuhan agar dapat menahan gaya baik statis maupun dinamis pada mobil *urban concept*.

Berdasarkan grafik gabungan nilai gaya pengereman pada kendaraan dalam keadaan statis di kemiringan jalan  $12^0$  nilai terbaik gaya pengereman didapat pada sistem pengereman variasi 1, sistem pengereman variasi 2, sistem pengereman variasi 3 nilai gaya pengeremannya lebih besar dari gaya statis mobil *urban concept* dalam keadaan statis dikemiringan jalan  $12^0$ . dimana kebutuhannya adalah gaya statis kendaraan (358,65 N) < gaya pengereman, pada sistem pengereman variasi 1 nilai terbaik ada pada tekanan 10 bar master rem dengan gaya

pengereman 395,99 N, tekanan 15 bar master rem dengan gaya pengereman 593,99 N dan tekanan 20 bar master rem dengan gaya pengereman 791,98 N. Nilai terbaik pada sistem pengereman variasi 2 ada pada tekanan 15 bar master rem dengan gaya pengereman 447,19 N, tekanan 20 bar master rem dengan gaya pengereman 596,25 N. Nilai terbaik pada sistem pengereman variasi 3 ada pada tekanan 20 bar master rem dengan gaya pengereman 377,46 N.

Kemudian, berdasarkan grafik gabungan nilai gaya pengereman pada kendaraan dalam keadaan dinamis, nilai terbaik gaya pengereman didapat pada sistem pengereman variasi 1, nilai gaya pengereman lebih besar dari gaya dinamis mobil *urban concept* di jalan lurus datar dan jarak pengeremannya lebih pendek dari pada jarak pengereman pada variasi 2,3 dan 4 di kecepatan maksimal 30 km/jam dan tekanan master rem 20 bar, dimana gaya kebutuhan pada kecepatan 30 km/jam dan tekanan master rem 20 bar adalah gaya dinamis kendaraan (1.523,33 N) < gaya pengereman, pada sistem pengereman variasi 1 di kecepatan 30 km/jam dan tekanan master rem 20 bar memiliki nilai gaya pengereman 1.585,53 N dengan jarak pengeremannya 4 meter.

Sistem pengereman variasi 1 terdiri atas master rem dengan luas area silinder  $1,24 \text{ cm}^2$ , caliper rem dua piston dengan luas area satu piston  $5,21 \text{ cm}^2 \times 2 = 10,43 \text{ cm}^2$ , disk rem berdiameter 296 mm, luas penampang disk  $42.776 \text{ mm}^2$ , radius efektif dari caliper 136,7 mm, dan jari – jari ban 216 mm dan rasio tuas pedal 4,11. Sehingga system pengereman variasi 1

memiliki nilai gaya pengereman baik dalam keadaan statis dikemiringan jalan  $12^0$  maupun dalam keadaan dinamis di jalan lurus dan memiliki jarak pengereman terbaik juga diantara system pengereman variasi yang lain di kecepatan 30 km/jam .

Sedangkan Sistem pengereman variasi 2 terdiri sama seperti sistem pengereman variasi 1, tetapi yang berbeda adalah disk remnya berdiameter 230 mm, luas penampang disknya  $30.062 \text{ mm}^2$ , radius efektif dari caliper 102,9 mm, Sehingga sistem pengereman variasi 2 memiliki nilai gaya pengereman yang lebih besar juga dari gaya statis kendaraan dikemiringan jalan  $12^0$  tetapi dalam keadaan dinamis di jalan lurus system pengereman ini, gaya pengeremannya tidak mencapai nilai gaya dinamis yang dibutuhkan oleh mobil pada kecepatan 30 km/jam dan memiliki jarak pengeremannya lebih jauh dibandingkan pada sistem pengereman variasi 1.

#### **4.4 Aplikasi Hasil Penelitian**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dalam penerapannya dapat dikembangkan dan digunakan alternatif sistem pengereman variasi yang lainnya. Dalam aplikasinya dapat memberikan informasi hasil penelitian yang dilakukan terhadap gaya pengereman dan jarak pengereman pada masing – masing sistem pengereman variasi 1, 2 , 3, 4 dimobil *urban concept*. hal ini bertujuan supaya mencari sistem pengereman dengan variasi disk rem yang dapat digunakan pada mobil *urban concept*.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan atas uji coba sistem pengereman variasi 1, 2, 3, 4 didapatkan desain sistem pengereman untuk mobil *urban concept* jaya raya *team* Universitas Negeri Jakarta, sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian diketahui bahwa sistem pengereman dipengaruhi oleh beberapa komponen sistem pengereman, diantaranya adalah diameter disk, diameter piston master silinder rem dan diameter piston kaliper rem.
2. Pada penelitian ini peneliti memilih, sistem pengereman untuk mobil *urban concept* jayaraya *team* Universitas Negeri Jakarta dapat menggunakan variasi 1 yaitu sistem pengereman motor dan disk motor diameter 296 mm.
3. Kekuatan pengereman pada sistem pengereman dipengaruhi oleh beberapa komponen rem, diantaranya Jenis piringan dan piston master silinder rem, piston caliper rem yang berdiameter besar dapat menghasilkan gaya pengereman yang besar sedangkan Jenis piringan dan piston master silinder rem, piston caliper rem yang berdiameter kecil menghasilkan gaya pengereman yang kecil.
4. Sistem pengereman variasi 1 berdiameter disk 296 mm, luas penampang disk  $42.776 \text{ mm}^2$ , radius efektif dari caliper 13,668 cm, luas area piston master rem  $1,24 \text{ cm}^2$ , luas area piston caliper  $10,43 \text{ cm}^2$ , rasio tuas pedal 4,11, jari-jari ban 21,6 cm yang menghasilkan nilai gaya pengereman lebih

besar dari gaya mobil *urban concept* baik dalam keadaan statis dikemiringan jalan  $12^{\circ}$  maupun dalam keadaan dinamis pada kecepatan maksimal 30 km/jam di jalan lurus datar.

## **5.2 Saran**

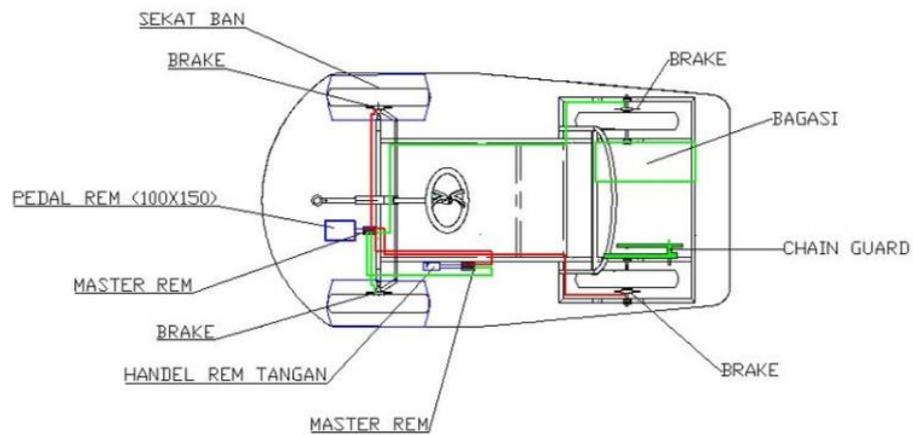
Untuk lebih mengembangkan penelitian ini, maka penulis memberikan saran agar dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh variasi diameter disk dan luas penampangannya, menggunakan ukuran ban yang lebih kecil pada kendaraannya dan menggunakan rasio tuas pedal 5.

## DAFTAR PUSTAKA

- PT. Astra Honda Motor, Buku Pelatihan Mekanik Tingkat 2. Jakarta: 2010
- PT. Toyota Astra Motor, New Step 1 Training Manual. Jakarta: 2003
- AT Nugraha, *Pengaruh Fraksi Berat  $al_{203}$  Dan  $al-si$  Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Material Sepatu Rem Hasil Pengecoran Injeksi Bertekanan*. Semarang: Teknik Mesin Universitas Diponegoro, 2013
- RH Putra, *Prediksi Umur Teknis Sistem Rem Tromol Pada Sepeda Motor, Studi Kasus Honda Sura X 125*. Semarang: Teknik Mesin Universitas Diponegoro, 2013
- Lubi, *Perancangan Kampas Rem Beralur Dalam Usaha Meningkatkan Kinerja Serta Umur Dari Kampas Rem*. Surabaya: Teknik Mesin FTI-ITS, 2001
- Suntantra, I Nyoman. *Teknologi Otomotif*. Surabaya: Guna Widya, 2010.
- Priyono, *Modul Fisika*. Jakarta: 2013
- Shell Eco Marathon 2017 Official Rules Chapter 1*
- Shell Indonesia, <http://www.shell.co.id/id/aboutshell/media-centre/news-and-media-release/2013/sembilan-tim-mahasiswa-menangkan-tantangan-merancang-kendaraan-masa-depan.html> diakses pada tanggal 7 Februari 2017, pukul 21.40 WIB.
- Khurmi, R.S. & Gupta, J.K. *A TextBook of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House.
- Ilmu Sains, <http://www.sainsmini.blogspot.co.id> diakses pada tanggal 12 November 2017, pukul 14.10 WIB.
- Harianja Uniks, <http://www.uniksharianja.com> diakses pada tanggal 28 November 2017, pukul 16.10 WIB.
- Yanuar dkk, *Analisis Gaya Pada Rem Cakram (DISK BRAKE) Untuk Kendaraan Roda Empat*. Jakarta: Universitas Guna Darma, 2010.
- Ikhwan Syarifudin, *Analisa Jarak Pengereman Mobil Urban Bala Manter Politeknik Tegal*. Tegal: 2016.

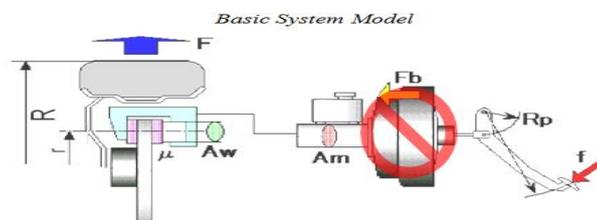
# Lampiran 1

## 1. Model Desain Sirkuit Rem



Pola X, roda depan kiri berpasangan dengan roda belakang kanan, dan sebaliknya. Pada gambar, warna hijau dan merah sebagai aliran fluida.

## 2. Rangkaian Sistem Pengereman



Keterangan :

$f$  : gaya yang diterapkan oleh kaki pengemudi

$R_p$  : rasio tuas pedal

$F_b$  : booster (tidak digunakan)

$A_m$  : daerah dari master silinder

$A_w$  : luas piston caliper depan

$\mu$  : koefisien gesekan dari lapisan kampas rem pada disk rem

2 : karena ada 2 lapisan dalam caliper

$r$  : radius efektif dari caliper

$R$  : jari-jari dari ban

## Lampiran 2

### 1. Penentuan Sudut Kemiringan Jalan $12^0$ dan Menghitung Gaya

#### Dari Kendaraan dalam Keadaan Statis (diam)

$$\begin{aligned}F_s &= \mu \cdot N \\&= \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha \\&= \sin\alpha / \cos\alpha \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha \\&= 0,2 / 0,9 \cdot 182,8 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,9 \\&= 358,65 \text{ N}\end{aligned}$$

### 2. Menentukan Perlambatan Kendaraan untuk mendapatkan Gaya

#### dinamis pada kendaraan

$$\begin{aligned}v_t &= v_0 + a \cdot t \\0 &= 30 \text{ km/jam} + a \cdot 1 \text{ s} \\-1 \text{ s} \cdot a &= 8,33 \text{ m/s} \\a &= 8,33 \text{ m/s} / -1 \text{ s} \\&= -8,33 \text{ m/s}^2 \\ \Sigma F &= m \cdot a \\&= 182,8 \text{ kg} \cdot 8,33 \text{ m/s}^2 \\&= 1.523,33 \text{ N} \\v_t^2 &= v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s \\0 &= 30 \text{ km/jam} + 2 \cdot -8,33 \text{ m/s}^2 \cdot s \\16,66 \text{ m/s}^2 \cdot s &= 70,56 \text{ m/s}^2 \\s &= 70,56 \text{ m/s}^2 / 16,66 \text{ m/s}^2 \\&= 4,23 \text{ meter}\end{aligned}$$

**3. Menentukan Nilai Koefisien Gesek kampas rem pada caliper  
Pada keadaan statis dikemiringan jalan 12<sup>0</sup> dan pada keadaan  
Dinamis dijalan lurus datar**

Bahan kampas rem yang peneliti gunakan adalah *asbestos blocks of metal*, jadi peneliti dapat koefisien gesek dari lapisan kampas rem pada disk sebesar 0,30 – 0,60.

**4. Menentukan Rasio Pedal Rem**

Dari hasil pengukuran yang peneliti lakukan terhadap pedal rem pada rangkaian rem mobil *urban concept* yaitu jarak dari pedal rem ke fulcrum / tumpuan (a) =18,5cm dan jarak dari pushrod ke fulcrum / tumpuan (b) = 4,5 cm, maka rasio pedal remnya adalah :

$$\begin{aligned} R_p &= a / b \\ &= 18,50 \text{ cm} / 4,50 \text{ cm} \\ &= 4,11 \end{aligned}$$

**5. Menghitung Luas Area Piston Master Rem dan Luas Area  
Piston Kaliper Rem**

ukuran diameter piston pada master rem motor sebesar 12,60 mm (1,26 cm), ukuran diameter piston pada master rem sepeda sebesar 10 mm (1 cm). Ukuran diameter piston kaliper rem motor sebesar 25,78 mm (2,578 cm), ukuran diameter piston kaliper rem sepeda sebesar 21 mm (2,1

cm). Maka peneliti dapat menentukan luas area piston master rem dan luas area piston kaliper rem sebagai berikut :

a. Luas area piston master motor

$$\begin{aligned}A_m &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= 0,785 \cdot 1,26^2 \\ &= 1,24 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

b. Luas area piston master sepeda

$$\begin{aligned}A_m &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= 0,785 \cdot 1^2 \\ &= 0,785 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

a. Luas area piston kaliper rem motor

$$\begin{aligned}A_w &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= 0,785 \cdot 2,578^2 \\ &= 5,21 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Karena peneliti menggunakan kaliper 2 piston pada silinder kaliper motor maka luas silinder dikali 2. Jadi luas silinder kaliper motor yang peneliti gunakan adalah  $10,43 \text{ cm}^2$

b. Luas area piston kaliper rem sepeda

$$\begin{aligned}A_w &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= 0,785 \cdot 2,1^2 \\ &= 3,46 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

## **6. Menghitung Gaya yang dihasilkan dari Pedal Rem**

Dalam mencari gaya yang dihasilkan dari pedal rem, peneliti sudah menentukan tekanan dari master rem, tekanannya itu mulai dari 5 bar sampai 20 bar, namun disini peneliti mengambil harga  $P = 20$  bar dan luas area master rem motor sebesar  $1,24 \text{ cm}^2$ , luas area master rem sepeda sebesar  $0,785 \text{ cm}^2$ . Oleh karena itu peneliti bias mendapatkan gaya yang dihasilkan dari pedal rem sebagai berikut :

a. Pada master rem motor

$$P_e = F_k / A_m$$

Karena  $1 \text{ bar} = 10 \text{ N/cm}^2$ , maka  $20 \text{ bar} = 200 \text{ N/cm}^2$

$$\begin{aligned} F_k &= P_e \cdot A_m \\ &= 200 \text{ N/cm}^2 \cdot 1,24 \text{ cm}^2 \\ &= 248 \text{ N} \end{aligned}$$

b. Pada master rem sepeda

$$P_e = F_k / A_m$$

Karena  $1 \text{ bar} = 10 \text{ N/cm}^2$ , maka  $20 \text{ bar} = 200 \text{ N/cm}^2$

$$\begin{aligned} F_k &= P_e \cdot A_m \\ &= 200 \text{ N/cm}^2 \cdot 0,785 \text{ cm}^2 \\ &= 157 \text{ N} \end{aligned}$$

## 7. Menghitung Gaya Kaki yang diterapkan dari kaki pengemudi

Dari hasil pengukuran yang peneliti lakukan terhadap pedal rem pada rangkaian rem yaitu jarak dari pedal rem ke fulcrum / tumpuan (a) = 18,5 cm dan jarak dari pushrod ke fulcrum / tumpuan (b) = 4,5 cm, maka rasio pedal remnya adalah 4,11. Sedangkan tekanan pada master rem mulai

dari 5 bar sampai 20 bar. Disini peneliti mengambil harga  $P_e = 20$  bar. ( 1 bar =  $10 \text{ N/cm}^2$  )

a. Pada master rem motor

$$F_k = f \cdot a/b$$

$$f = F_k / a/b$$

$$= 248 \text{ N} / 4,11$$

$$= 60 \text{ N}$$

a. Pada master rem sepeda

$$F_k = f \cdot a/b$$

$$f = F_k / a/b$$

$$= 157 \text{ N} / 4,11$$

$$= 38 \text{ N}$$

## 8. Jari – jari ban

Ban yang digunakan oleh mobil *urban concept* adalah ban motor yang mempunyai ukuran diameter 17 inci atau sama dengan 431,8 mm, oleh karena itu jari – jari ban didapat dengan menggunakan rumus :

$$R = \frac{1}{2} \cdot \text{Diameter}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 431,8 \text{ mm}$$

$$= 215,9 \text{ mm} = 21,6 \text{ cm}$$

## 9. perhitungan gaya pengereman dari beberapa variasi

a. Pada saat kendaraan dalam keadaan statis dikemiringan jalan  $12^\circ$  :

1. Variasi 1

$$F = r / R \cdot 2 \cdot \mu \cdot A_w / A_m \cdot (R_p \cdot f)$$

$$= 13,668 \text{ cm} / 21,6 \text{ cm} \cdot 2 \cdot 0,30 \cdot 10,43 \text{ cm}^2 / 1,24 \text{ cm}^2 \cdot (4,11 \cdot 60,4 \text{ N})$$

$$= 792 \text{ N}$$

## 2. Variasi 2

$$F = r / R \cdot 2 \cdot \mu \cdot A_w / A_m \cdot (R_p \cdot f)$$

$$= 10,29 \text{ cm} / 21,6 \text{ cm} \cdot 2 \cdot 0,30 \cdot 10,43 \text{ cm}^2 / 1,24 \text{ cm}^2 \cdot (4,11 \cdot 60,4 \text{ N})$$

$$= 596,25 \text{ N}$$

## 3. Variasi 3

$$F = r / R \cdot 2 \cdot \mu \cdot A_w / A_m \cdot (R_p \cdot f)$$

$$= 7,16 \text{ cm} / 21,6 \text{ cm} \cdot 2 \cdot 0,30 \cdot 3,46 \text{ cm}^2 / 0,785 \text{ cm}^2 \cdot (4,11 \cdot 60,4 \text{ N})$$

$$= 377,46 \text{ N}$$

## 4. Variasi 4

$$F = r / R \cdot 2 \cdot \mu \cdot A_w / A_m \cdot (R_p \cdot f)$$

$$= 6,26 \text{ cm} / 21,6 \text{ cm} \cdot 2 \cdot 0,30 \cdot 3,46 \text{ cm}^2 / 0,785 \text{ cm}^2 \cdot (4,11 \cdot 60,4 \text{ N})$$

$$= 120,33 \text{ N}$$

Pada saat kendaraan dalam Keadaan dinamis di jalan lurus datar :

## 1. Variasi 1

$$F = r / R \cdot 2 \cdot \mu \cdot A_w / A_m \cdot (R_p \cdot f)$$

$$= 13,668 \text{ cm} / 21,6 \text{ cm} \cdot 2 \cdot 0,60 \cdot 10,43 \text{ cm}^2 / 1,24 \text{ cm}^2 \cdot (4,11 \cdot 60,4 \text{ N})$$

$$= 1585,53 \text{ N}$$

## 2. Variasi 2

$$F = r / R \cdot 2 \cdot \mu \cdot A_w / A_m \cdot (R_p \cdot f)$$

$$= 10,29 \text{ cm} / 21,6 \text{ cm} \cdot 2 \cdot 0,60 \cdot 10,43 \text{ cm}^2 / 1,24 \text{ cm}^2 \cdot (4,11 \cdot 60,4 \text{ N})$$

$$= 1193,67 \text{ N}$$

### 3. Variasi 3

$$\begin{aligned} F &= r / R \cdot 2 \cdot \mu \cdot A_w / A_m \cdot (R_p \cdot f) \\ &= 7,16 \text{ cm} / 21,6 \text{ cm} \cdot 2 \cdot 0,60 \cdot 3,46 \text{ cm}^2 / 0,785 \text{ cm}^2 \cdot (4,11 \cdot 38,2 \text{ N}) \\ &= 275,27 \text{ N} \end{aligned}$$

### 4. Variasi 4

$$\begin{aligned} F &= r / R \cdot 2 \cdot \mu \cdot A_w / A_m \cdot (R_p \cdot f) \\ &= 6,26 \text{ cm} / 21,6 \text{ cm} \cdot 2 \cdot 0,60 \cdot 3,46 \text{ cm}^2 / 0,785 \text{ cm}^2 \cdot (4,11 \cdot 38,2 \text{ N}) \\ &= 240,67 \text{ N} \end{aligned}$$

## RIWAYAT HIDUP



Abdul Ma'rup, dilahirkan di Jakarta 27 Mei 1994. Peneliti menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di MI AL-Lathifiyah Jakarta Timur pada tahun 2007. Pada tahun yang sama, peneliti melanjutkan di MTS AL-Lathifiyah Jakarta Timur kemudian lulus pada tahun 2010. Setelah itu, dilanjutkan ke MAN 20 Jakarta pada tahun 2010 dan lulus pada tahun 2013. Pada tahun yang sama, peneliti melanjutkan pendidikan ke perguruan tinggi di Universitas Negeri Jakarta Program Studi Pendidikan Teknik Mesin.

Peneliti menyelesaikan studi di Universitas Negeri Jakarta melalui jalur skripsi dengan judul “Pemilihan Rem Untuk Mobil *Urban Concept* Jayaraya Team Universitas Negeri Jakarta” pada tahun 2018.