



TUGAS AKHIR - TM 095502

**PERHITUNGAN ULANG SISTEM REM
HIDRAULIK MOBIL URBAN KONSEP
ETHANOL BASUDEWO**

**SERLY ARDIANTI
NRP. 2112 030 067**

**Dosen Pembimbing
Ir. Arino Anzip, M. Eng. Sc
19610714 198803 1 003**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016**



TUGAS AKHIR - TM 095502

**RECALCULATION HYDRAULIC BRAKE
SYSTEM OF URBAN CONCEPT BASUDEWO
ETHANOL CAR**

**SERLY ARDIANTI
NRP. 2112 030 067**

**Counselor Lecturer
Ir. Arino Anzip, M. Eng. Sc
19610714 198803 1 003**

**DIPLOMA III STUDY PROGRAM
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

“PERHITUNGAN ULANG SISTEM REM HIDRAULIK MOBIL URBAN KONSEP ETHANOL BASUDEWO”

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya

Pada

Bidang Studi Manufaktur
Program Studi Diploma III Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

SERLY ARDIANTI
NRP. 2112 030 067

Mengerahui dan Menyetujui
Dosen Pembimbing


Ir. Arino Anzip, M. Eng. Sc
NIP. 19610714 198803 1 003

SURABAYA,
JANUARI 2016

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan segala berkah, hidayah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi sebelum menyelesaikan pendidikan di Program Studi D3 Teknik Mesin FTI-ITS yang merupakan integrasi dari semua materi yang telah diberikan selama perkuliahan.

Adapun keberhasilan penulisan dalam penyusunan laporan ini tidak lepas dari berbagai pihak yang telah banyak memberikan bantuan, motivasi, masukan, saran dan dukungan. Untuk itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak **Sujianto** dan Ibu **Siti Asiah** serta mbak **Ratna Sujiati** tercinta atas kasih sayang, doa, dukungannya serta dukungan finansial yang tak ada henti - hentinya diberikan kepada penulis.
2. Bapak **Ir. Arino Anzip, MT** selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran serta bimbinganya kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan pengerjaan tugas akhirnya.
3. Bapak **Ir. Suhariyanto, M.Sc** selaku Ketua Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS.
4. Ibu **Liza Rusdiyana, ST, MT** selaku koordinator Tugas Akhir Progam Studi D3 Teknik Mesin FTI-ITS.
5. Bapak **Ir. Joko Sarsetiyanto, MT** selaku dosen pembimbing Tim Basudewo.
6. Bapak **Ir. Denny M.E.Soedjono, MT** selaku dosen wali selama kuliah di D3 Teknik Mesin FTI-ITS.
7. Semua **Dosen** dan **Karyawan** Program Studi D3 Teknik Mesin FTI-ITS.
8. Teman-teman yang telah membantu selama pengerjaan tugas akhir, **Ismail Maydiyanto, Andyani Dwi Setya, Faizal Yanuar Adiba, Zenni M.Shodik**, tanpa kalian buku ini tidak selesai.

9. Patner tugas akhir **Dadang, Andik, Hendra, dan Yeyen.**
10. Teman-teman tim Basudewo, **Kreshna, Zenni, Hanifudin, Gigih, Kadir, Jonancy, Prastika, Anin, Hendrik, Khoirudin, Juan, Indra, Sandro, Candra, dan Endi.**
11. **Andyani Dwi Setya, Jonancy Purbosari, Prastika dwi agustin,** yang telah menjadi sahabat.
12. Teman-teman **Angkatan 2012** seperjuangan Tugas Akhir ini, yang saling menyemangati.
13. Semua **rekan seperjuangan D3 Teknik Mesin** terima kasih atas bantuan yang diberikan.
14. Mas **Seno Ardianto,** terima kasih atas dukungan yang diberikan selama mengerjakan tugas akhir.
15. Terima kasih untuk **seseorang** yang telah menemani dan melewati hari bersama selama pengerjaan tugas akhir maupun saat revisi.
16. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, kami ucapkan terima kasih.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, maka dari itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis. Akhir kata penulis berdoa agar segala bantuan yang diberikan akan mendapat balasan dan rahmat dari Allah SWT. Dan semoga hasil dari laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat sebagaimana yang diharapkan. Amin

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Surabaya, Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
TITLE PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat	3
1.6. Sistematika Penulisan	3

BAB II DASAR TEORI

2.1 Definisi Rem	5
2.2 Tipe – Tipe Rem	6
2.2.1 BerdasarkanKonstruksi.....	6
2.2.1.1 Rem Tromol.....	6
2.2.1.2 Rem Cakram	9
2.2.2 Berdasarkan Tempatnya	11
2.2.2.1 Rem Roda.....	12
2.2.2.2 Rem <i>Propeller</i>	12
2.2.3 Berdasarkan Layanannya.....	12
2.2.3.1 <i>Foot Brake</i>	12
2.2.3.2 <i>Hand Brake</i>	13
2.2.4 Berdasarkan Mekanisme Penggeraknya	14
2.2.4.1 Rem Mekanik.....	14
2.2.4.2 Rem Hidraulik.....	15
2.2.4.3 Rem <i>Booster</i>	15
2.2.4.4 Rem Angin	18

2.3	Spesifikasi Mobil Basudewo.....	18
2.4	<i>Disk Brake</i>	19
2.4.1	Komponen Utama <i>Disk Brake</i>	19
2.4.1.1	<i>Caliper</i>	20
2.4.1.2	<i>Pad Rem</i>	20
2.4.1.3	<i>Rotor</i>	21
2.4.2	Sistem Kerja <i>Disk Brake</i>	21
2.5	Rem Hidraulik.....	22
2.5.1	Komponen Utama Rem Hidraulik.....	23
2.5.1.1	Pedal Rem.....	24
2.5.1.2	<i>Booster Rem</i>	24
2.5.1.3	<i>Master Silinder</i>	25
2.5.1.4	Katup P (<i>Propotioning Valve</i> atau Katup Pengimbang)	25
2.5.1.5	<i>Flexible Hose</i> (Selang Fleksible).....	26
2.5.1.6	Tuas Rem Parkir (Rem Tangan)	26
2.5.1.7	Rem Cakram (Piringan).....	27
2.5.1.8	Rem Tromol.....	27
2.5.2	Sistem Kerja Rem Hidraulik	28
2.6	Kinematika	29
2.6.1	Pergeseran, Kecepatan dan Percepatan.....	29
2.6.1.1	Pergeseran	29
2.6.1.2	Kecepatan	30
2.6.1.3	Percepatan	31
2.6.2	Gerak Dalam Satu Dimensi dengan Percepatan Konstan	32
2.6.2.1	Gerak Dalam Arah Sumbu X.....	32
2.7	Hukum Newton Tentang Gerak.....	34
2.7.1	Gerak dan Gaya	34
2.7.2	Hukum I Newton	34
2.7.3	Hukum II Newton	34
2.7.4	Hukum III Newton	37
2.7.5	Gerak Benda yang Dihubungkan dengan Katrol.....	39
2.7.6	Benda Bergerak Pada Bidang Miring.....	40
2.7.6.1	Gaya Gesek (<i>Fg</i>).....	40
2.8	Hukum Pascal	41

2.9 Selang Hidraulik	42
----------------------------	----

BAB III METODOLOGI

3.1. Diagaram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	49
3.2. Penjelasan Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir ...	50
3.2.1. Tahap Identifikasi	50
3.2.2. Tahap Pengambilan Data dan Analisis	50
3.2.3. Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran	50

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

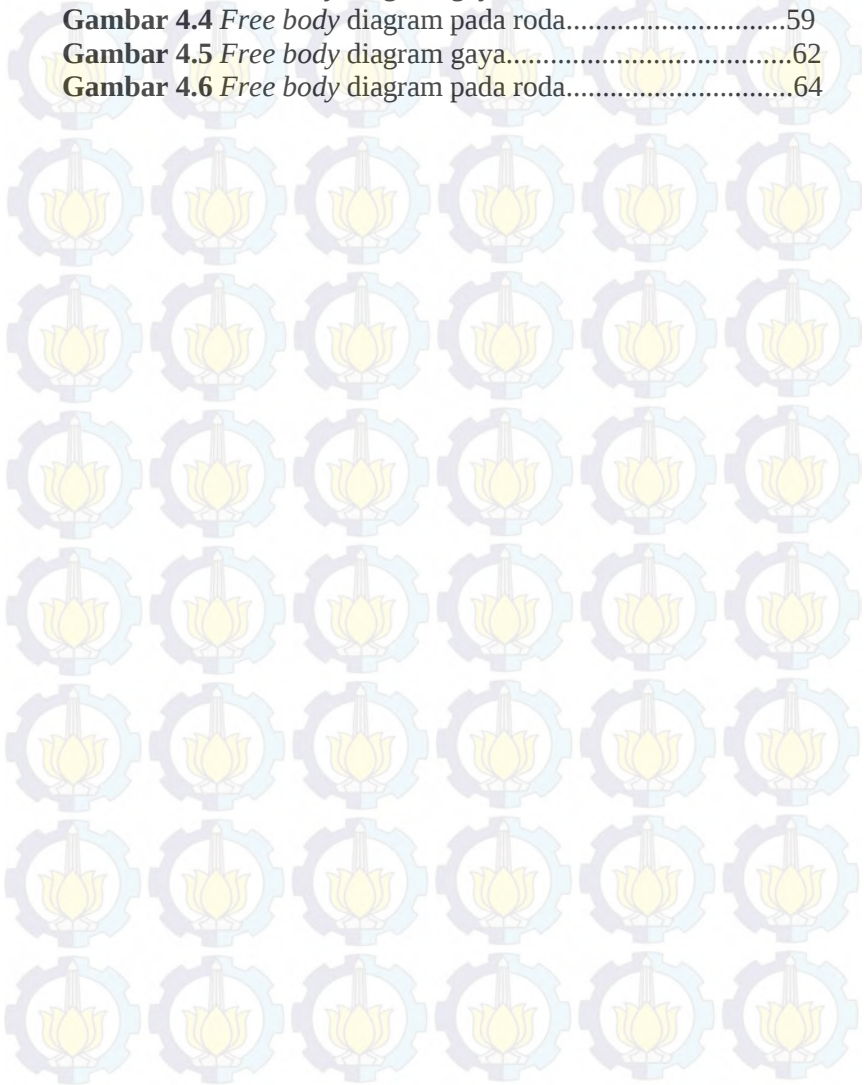
4.1 Spesifikasi dan Sistem Pengereman Mobil Basudewo.....	53
4.2 Analisis Perhitungan Sistem Pengereman.....	54
4.2.1 Perhitungan dengan Kondisi Jalan Lurus.....	54
4.2.1.1 Perhitungan Perlambatan	54
4.2.1.2 Perhitungan Gaya yang dibutuhkan untuk Menghentikan Mobil	57
4.2.1.3 Perhitungan Gaya yang dibutuhkan untuk Menghentikan Mobil pada Tiap-tiap Roda	58
4.2.1.4 Gaya yang dibutuhkan Piringan untuk Menghentikan Kendaraan	59
4.2.1.5 Gaya Tekan Pad Rem	59
4.2.1.6 Gaya Total Pengereman 4 Roda	60
4.2.1.7 Perhitungan Tekanan Hidraulik Pada Master Silinder	60
4.2.1.8 Perhitungan Gaya Pada Pedal Rem	61
4.2.1.9 Perhitungan Gaya Tekan Kaki	61
4.2.2 Perhitungan Pada Bidang Miring.....	62
4.2.2.1 Perhitungan Perlambatan	62
4.2.2.2Gaya yang dibutuhkan untuk Menghentikan Mobil Pada Tiap-tiap Roda	63
4.2.2.3 Gaya yang dibutuhkan Piringan untuk Menghentikan Mobil	63
4.2.2.4 Gaya Tekan Pad Rem	64
4.2.2.5 Gaya Total Pengereman 4 Roda	65

4.2.2.6 Perhitungan Tekanan Hidraulik Pada Master Silinder	65
4.2.2.7 Perhitungan Gaya Pada Pedal Rem	65
4.2.2.8 Perhitungan Gaya Tekan Kaki	66
4.2.3 Pemilihan Selang Yang Sesuai	66
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prinsip Kerja Rem	5
Gambar 2.2	Rem Tromol	6
Gambar 2.3	Cara Kerja Rem Tromol.....	7
Gambar 2.4	Rem Cakram.....	10
Gambar 2.5	Tipe Caliper Pada Cakram	11
Gambar 2.6	Cara Kerja Rem Kaki	13
Gambar 2.7	Rem Tangan	14
Gambar 2.8	Sistem Rem Mekanik	14
Gambar 2.9	Sistem Rem Hidraulik	15
Gambar 2.10	Brake Booster.....	16
Gambar 2.11	Brake Booster.....	17
Gambar 2.12	Rem Angin	18
Gambar 2.13	Mobil Basudewo	18
Gambar 2.14	Tipe Caliper.....	20
Gambar 2.15	Tipe Pad.....	20
Gambar 2.16	Rotor	21
Gambar 2.17	Rem Hidraulik	23
Gambar 2.18	Pedal.....	24
Gambar 2.19	Booster Rem	24
Gambar 2.20	Tipe Master Cilinder	25
Gambar 2.21	Katup P.....	25
Gambar 2.22	Flexible Hose	26
Gambar 2.23	Rem Tangan	26
Gambar 2.24	Rem Cakram	27
Gambar 2.25	Rem Tromol.....	28
Gambar 2.26	Skema Sistem Pengereman.....	31
Gambar 2.27	Cara Kerja Hukum II Newton.....	34
Gambar 2.28	Hukum Pascal.....	41
Gambar 2.29	Tegangan Tarik.....	45
Gambar 3.1	Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	49
Gambar 4.1	Disc Brake Basudewo	54

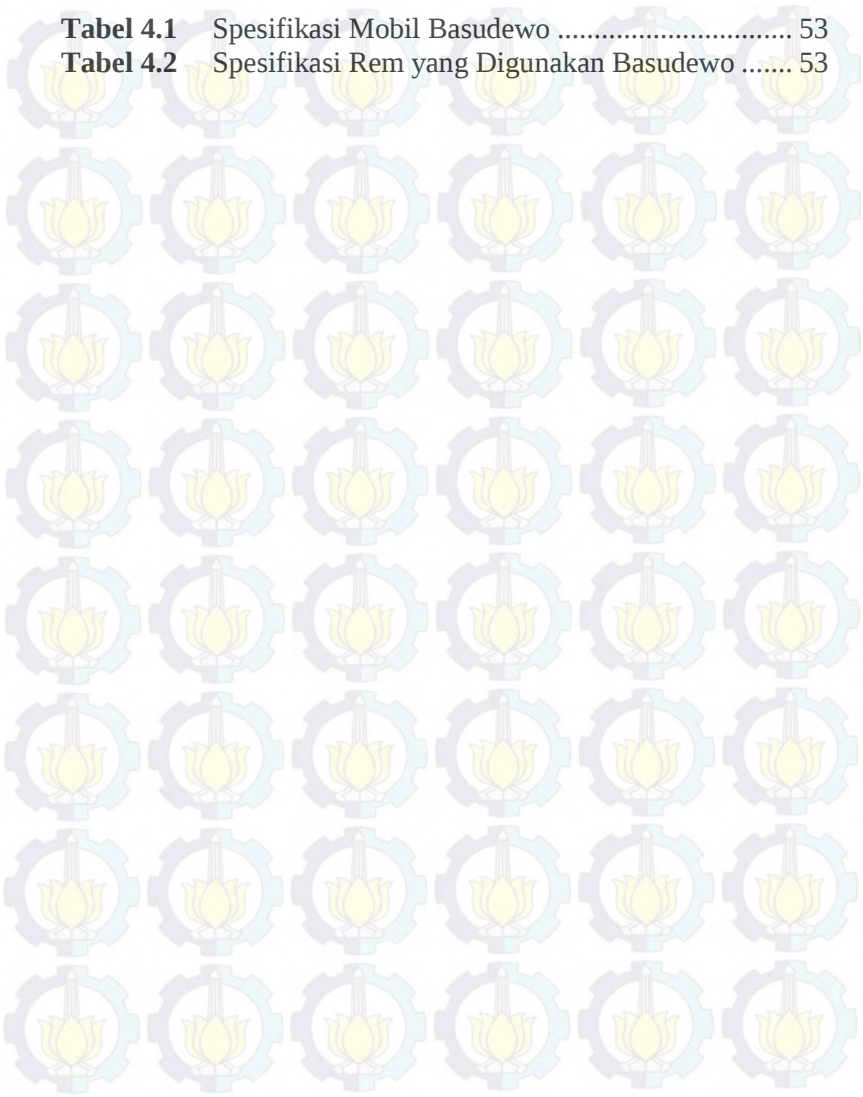
Gambar 4.2 <i>Free body diagram</i> perlambatan.....	56
Gambar 4.3 <i>Free body diagram</i> gaya.....	57
Gambar 4.4 <i>Free body diagram</i> pada roda.....	59
Gambar 4.5 <i>Free body diagram</i> gaya.....	62
Gambar 4.6 <i>Free body diagram</i> pada roda.....	64



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi Mobil Basudewo 53

Tabel 4.2 Spesifikasi Rem yang Digunakan Basudewo 53





BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mobil Basudewo adalah salah satu peserta yang mengikuti kompetisi mobil hemat energi yang diselenggarakan oleh Dirjen Dikti. Mobil ini mengikuti kompetisi dalam kategori *Urban Car*. Mobil ini menggunakan bahan bakar ethanol sebagai sumber energi *engine*. Pada kompetisi tahun 2014 mobil Basudewo menempati posisi ke-3 dengan konsumsi bahan bakar 100,1 km/liter.

Sistem pengereman menjadi salah satu bagian penting pada kendaraan bermotor karena pengereman adalah salah satu sistem keselamatan kendaraan tersebut. Sistem rem berfungsi untuk mengurangi kecepatan (memperlambat) dan menghentikan kendaraan serta memberikan kemungkinan dapat memparkir kendaraan ditempat yang menurun. Sistem pengereman yang baik juga meningkatkan kenyamanan pengemudi yang mengendalikan mobil Basudewo, untuk itu diperlukan suatu perancangan sistem rem yang tepat untuk suatu kendaraan.

Pada sistem pengereman mobil Basudewo yang sudah ada, masih memiliki permasalahan seperti kekuatan daya pada pengereman, disc brake serta pada sistem selangnya (mobil yang lama menggunakan pneumatik). Berbagai masalah diatas membuat sistem rem mobil Basudewo kurang sempurna sehingga perlu adanya perbaikan pada sistem pengeremannya.

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan perhitungan ulang sistem pengereman yang sesuai dengan mobil Basudewo. Kemudian dilakukan juga perhitungan untuk menentukan besarnya gaya pengereman yang dibutuhkan (F) pada kecepatan 40 km/jam dan jarak 6 meter serta perbandingan dengan sudut kemiringan 30° . Sehingga mobil Basudewo memiliki kestabilan yang baik dan memiliki efek baik pada peningkatan keseimbangan kendaraan dan performa kendaraan secara keseluruhan. Dengan adanya sistem rem yang baik diharapkan mobil ini mampu menjadi juara pada kompetisi yang akan datang.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam perancangan sistem pengereman mobil Basudewo muncul beberapa permasalahan, yaitu:

1. Menghitung tekanan hidrolik pada selang mobil Basudewo.
2. Membuat perbandingan gaya pengereman yang dibutuhkan untuk mengerem dengan jarak pengereman 6m dan kecepatan 40 km/jam dengan kondisi jalan lurus serta kondisi sudut kemiringan 30° .
3. Membuat perbandingan gaya tekan kaki yang dibutuhkan untuk menekan pedal dengan jarak pengereman 6 m dan kecepatan 40 km/jam pada kondisi jalan lurus serta kondisi sudut kemiringan 30° .

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui tekanan hidrolik pada selang mobil Basudewo.
2. Mengetahui perbandingan gaya pengereman yang dibutuhkan untuk mengerem dengan jarak pengereman 6m dan kecepatan 40 km/jam dengan kondisi jalan lurus serta kondisi sudut kemiringan 30° .
3. Dapat mengetahui perbandingan gaya tekan kaki yang dibutuhkan untuk menekan pedal dengan jarak pengereman 6 m dan kecepatan 40 km/jam pada kondisi jalan lurus serta kondisi sudut kemiringan 30° .

1.4. Batasan Masalah

Untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan pengujian sistem pengereman pada mobil Basudewo ini, diperlukan batasan-batasan dengan tujuan memudahkan dalam penitikberatan permasalahan dan agar pembahasan berlangsung dengan baik. Batasan-batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pengujian ini menggunakan sistem pengereman *disk brake* pada setiap roda.
2. Pada penelitian ini digunakan mobil ethanol Basudewo.
3. Rancang bangun sistem pengereman tidak dibahas.

4. *Losses* distribusi minyak rem diabaikan.
5. Kondisi pengereman meliputi:
 - Beban 1 penumpang (70 kg)
 - Menggunakan lintasan dengan kondisi jalan terburuk
 - Pengereman pada lintasan datar dan miring.

1.5. Manfaat

Manfaat yang didapat dari kegiatan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui cara merancang sistem pengereman pada mobil Basudewo
2. Mampu berkontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan pengetahuan dan teknologi, serta memungkinkan bentuk kerja sama dalam memanfaatkan teknologi yang tepat guna untuk membantu manusia.
3. Memperoleh data pengujian sistem pengereman sehingga nantinya bisa dirancang sistem yang lebih aman.
4. Dapat digunakan untuk referensi penelitian selanjutnya yang lebih mendalam.

1.6. Sistematika Penulisan

Laporan ini akan disusun dalam bentuk bab-bab dan beberapa sub bab sebagai tambahan keterangan. Bab-bab tersebut adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan tentang latar belakang pembuatan tugas akhir sistem pengereman mobil Basudewo, penggalian masalah yang ada pada sistem pengereman yang lama, melakukan pembatasan masalah pada kondisi kerja kendaraan, menentukan tujuan, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini berisi tentang dasar teori pada sistem pengereman mobil Basudewo yang digunakan sebagai pendukung perhitungan didalam tugas akhir ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan tentang bagaimana proses perencanaan dan simulasi sistem pengereman mobil Basudewo hingga didapat hasil yang baik.

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini terdapat uraian perencanaan dalam pembuatan sistem pengereman yang mencakup semua perhitungan dengan batasan masalah yang telah di tentukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan yang diuraikan hasil perencanaan dan perhitungan secara singkat serta saran untuk kedepan dalam pengembangan mobil Basudewo berdasarkan tujuan tugas akhir dan rumusan masalah yang dibuat.

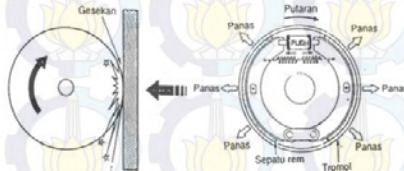
BAB II

DASAR TEORI

2.1. Definisi Rem

Rem dirancang untuk mengurangi kecepatan dan menghentikan kendaraan. Sistem ini harus terpasang pada setiap kendaraan karena berfungsi sebagai alat untuk menjamin keamanan. Selain itu, rem diharapkan bisa menghentikan mobil di tempat manapun dengan jarak dan waktu yang memadai secara terkendali dan terarah. Saat kendaraan bergerak, meskipun sudah tidak terhubung lagi dengan transmisi, kendaraan masih akan tetap bergerak pada jarak tertentu sebelum berhenti dengan sendirinya. Mesin merubah energi panas menjadi energi kinetik (energi gerak) untuk menggerakkan kendaraan. Sebaliknya, prinsip kerja rem adalah mengubah energi kinetik kembali menjadi energi panas untuk menghentikan kendaraan. Rem bekerja disebabkan oleh adanya gesekan antara gerak putar (*disc*) dengan penekanan (*pad*).

Sistem rem dari suatu kendaraan merupakan salah satu elemen terpenting dari suatu kendaraan, karena merupakan bagian terpenting untuk keamanan kendaraan. Sistem rem kendaraan harus mampu mengurangi kecepatan atau menghentikan kendaraan secara aman baik pada kondisi jalan lurus maupun belok pada segala kecepatan. Pada dasarnya besar ideal gaya rem yang dibutuhkan setiap kendaraan adalah berbeda. Begitu juga distribusi ideal gaya rem pada setiap roda untuk setiap kendaraan berbeda. Hal ini berarti bahwa sistem rem dari satu kendaraan tidak langsung memenuhi kebutuhan pengereman untuk kendaraan lain.



Gambar 2. 1 Prinsip Kerja Rem
(www.blogspot.com)

Sistem pengereman menghasilkan gaya pengereman pada kendaraan dengan mengubah energi kinetik dari kendaraan menjadi energi thermal dengan memanfaatkan gaya gesek, sehingga dibutuhkan beberapa persyaratan yaitu:

- *Brake system* tidak mempengaruhi gerak roda saat dipakai.
- *Brake system* harus bisa berfungsi dengan baik dalam keadaan *maximum speed* dan beban pada kendaraan.
- Pengoperasian rem harus mudah tanpa menimbulkan kelelahan pada pengemudi.
- Harus menghasilkan pengereman yang pasti dan mudah dalam mengecek dan mengontrol.
- Harus mempunyai *high realibility* dan *durability* dalam pengereman.

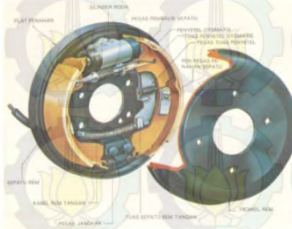
2.2. Tipe – Tipe Rem

2.2.1. Berdasarkan Konstruksi

Berdasarkan konstruksinya, jenis rem dibagi menjadi dua, yaitu rem tromol dan rem cakram.

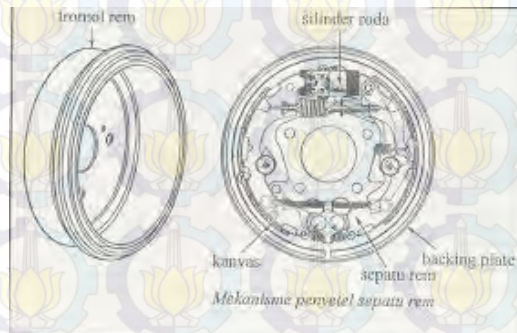
2.2.1.1. Rem Tromol

Rem tromol adalah salah satu konstruksi rem yang cara pengeremannya dengan menggunakan tromol rem (*drum brake*), sepatu rem (*brake shoe*), dan silinder roda (*wheel cylinder*). Pada dasarnya jenis rem tromol yang digunakan roda depan dan belakang tidak sama, hal ini dimaksudkan supaya sistem rem dapat berfungsi dengan baik.



Gambar 2. 2 Rem Tromol
(www.blogspot.com)

Cara kerja rem tromol yaitu Saat pengemudi menginjak pedal rem, master silinder menekan fluida kemudian fluida meneruskan tekanan ke silinder roda, silinder roda kemudian menekan sepatu rem yang akhirnya sepatu rem yang membawa kampas rem menekan tromol dan menimbulkan gesekan antara kampas rem dan tromol, gesekan inilah yang menyebabkan kendaraan melambat atau berhenti.



Gambar 2. 3 Cara Kerja Rem Tromol
(www.blogspot.com)

Adapun bagian-bagian utama rem tromol adalah sebagai berikut:

1. Silinder Roda (*Wheel cylinder*)

Wheel cylinder berfungsi untuk menekan *brake shoe* (sepatu rem) ke *brake drum* (Tromol rem). Didalam silinder roda terpasang satu atau dua buah piston beserta seal tergantung dari konstruksi rem tromolnya. Bila *brake pedal* diinjak, tekanan minyak rem dari *master silinder* disalurkan ke semua *wheel silinder*, tekanan didalam *wheel silinder* menekan piston kearah luar dan selanjutnya piston menekan *brake shoe* menggesek tromol sehingga roda berhenti. Bila *brake pedal* dilepas, maka *brake shoe* kembali ke posisi semula oleh tarikan pegas, roda bebas.

2. Sepatu Rem (*Brake shoe*)

Brake shoe berfungsi untuk menahan putaran *brake drum* melalui gesekan. Pada bagian luar *brake shoe* terbuat dari asbes dengan tembaga atau campuran plastik yang tahan panas.

3. Pegas pengembali (*Return Spring*)

Berfungsi untuk mengembalikan sepatu rem (*Brake shoe*) ke posisi semula pada saat tekanan silinder roda turun.

4. *Backing Plate*

Berfungsi sebagai tumpuan untuk menahan putaran drum sekaligus sebagaiudukan silinder roda. Rem tromol memiliki tipe yang berbeda-beda. Diantaranya adalah:

a. Tipe *Leading and Trailing*

Jenis ini hanya menggunakan satu silinder roda dengan dua piston di dalamnya. Sepatu kiri disebut *leading* dan sepatu kanan disebut *trailing*. Sepatu roda yang tidak berhubungan dengan silinder roda ditumpu oleh *anchor pin* sehingga tidak dapat bergerak. Gaya pengereman tipe ini sama kekuatannya pada saat maju atau mundur sehingga lebih cocok untuk rem roda belakang.

b. Tipe *Uniservo*

Konstruksi model ini dilengkapi dengan dua buah silinder di bagian atas sepatu primer dan sekunder. Bila pedal rem ditekan maka piston bergerak mendorong sepatu rem searah putaran tromol. Akibatnya timbul gesekan dan diteruskan ke sepatu sekunder. Gerakan sepatu *trailing* dijaga silinder roda dan tenaga rem yang dihasilkan besar. Bila putaran tromol terbalik, maka kedua sepatu rem akan menjadi *trailing* dan efek pengereman jelek. Kekuatan pengereman jenis ini lebih kuat pada saat maju dibanding mundur, sehingga lebih cocok untuk rem depan.

c. Tipe *Duoservo*

Tipe ini hampir sama dengan tipe *leading and trailing*, perbedaannya pada sepatu rem yang tidak berhubungan dengan silinder roda tidak diikat mati, atau diikat mengambang sehingga dapat bergerak. Seperti pada tipe *uniservo*, tekanan hidraulik yang diterima sepatu rem diteruskan ke sepatu rem yang lain. Kekuatan pengereman tipe ini sama kuatnya antara maju dan mundur, sehingga lebih cocok untuk rem belakang tetapi kekuatan pengeremannya lebih kuat dibanding tipe *leading and trailing*.

d. Tipe *Two Leading Single Action*

Konstruksi model ini pada bagian atas sepatu primer dan sekunder di pasang sebuah silinder roda dengan penyetel sepatu rem menjadi *leading* jika berputar sebaliknya maka kedua sepatu rem menjadi *trailing*.

e. Tipe *Two Leading Double Action*

Konstruksi model ini dilengkapi dengan dua buah silinder roda yang dipasang di atas dan di bawah sepatu primer dan sekunder. Pada model ini baik maju maupun mundur kedua sepatu menjadi *trailing*.

2.2.1.2. Rem Cakram

Cara kerja rem cakram berbeda dengan cara kerja rem tromol, walaupun secara prinsip, keduanya menggunakan gaya yang sama untuk mengurangi kecepatan yaitu gaya gesek. Pada sistem rem cakram, gaya gesek yang digunakan untuk mengurangi kecepatan adalah gaya gesek antara kampas rem (*brake pad*) dengan piringan rem (*disc brake rotor*).

Rem piringan efektif karena rotor piringannya terbuka terhadap aliran udara yang dingin dan karena rotor piringan tersebut dapat membuang air dengan segera. Karena itulah gaya pengereman yang baik dapat terjamin walau pada kecepatan tinggi. Sebaliknya berhubungan tidak adanya *self servo effect*, maka

Gambar 2. 4 Rem Cakram
(www.blogspot.com)

Gambar 2. 4 Rem Cakram
(www.blogspot.com)

Pada saat mobil bergerak maka piringan rem akan mengikuti pergerakan roda. Karena keduanya disatukan dengan poros yang sama maka kecepatan berputar piringan rem dan roda adalah sama. Menghentikan pergerakan piringan roda sama dengan menghentikan pergerakan roda. Proses pengereman diawali pada saat kita menekan pedal rem. Kemudian gaya tersebut akan diteruskan mulai dari pedal rem melalui jalur rem hingga mencapai piston pada kaliper rem. Piston tersebut akan mendorong kampas rem hingga bergesekan dengan piringan rem. Dengan konstruksi pada kaliper maka kampas rem di sisi lain juga akan bergerak hingga bergesekan dengan piringan rem. Sehingga kedua kampas rem tersebut menjepit piringan rem. Gaya gesek yang terjadi akan menghambat putaran dari piringan rem dan sekaligus akan mengurangi kecepatan putar dari roda, sehingga kecepatan terus berkurang dan akhirnya roda berhenti.

Celah rem atau celah antara piringan rem dan kampas rem akan disesuaikan secara otomatis oleh penutup piston (karet) jadi tidak perlu di setel dengan tangan. Pada saat pedal rem di lepas maka piston akan kembali ke posisi

semula sebelum ditekan karena karet akan kembali ke bentuk semula seperti sebelum pedal rem ditekan.

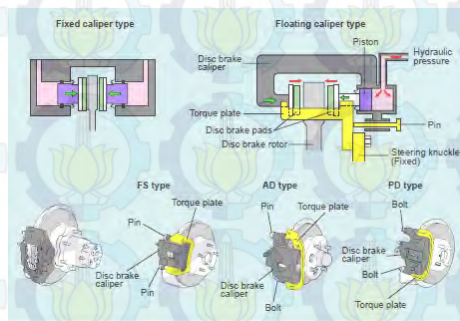
Caliper rem cakram memiliki tipe-tipe sebagai berikut:

1. Fixed Type (Double Piston)

Sebuah tipe *fixed caliper* mempunyai sepasang piston untuk mendorong rotor rem cakram pada kedua sisinya.

2. Tipe Floating Caliper

Sebuah tipe *floating caliper* tertempel pada piston hanya pada satu sisi dari *caliper*. Piston berperan sebagai pembuat tekanan hidrolik, dan apabila bantalan rem cakram ditekan, *caliper* akan bergerak ke arah yang berbeda dari piston, dan mendorong rotor rem cakram dari kedua sisinya. Akibatnya, *caliper* akan menghentikan perputaran roda. Ada beberapa jenis *floating caliper*, tergantung dari metode menempelkan *caliper* ke piringan putar. Jenis yang pertama adalah *full floating caliper*. Dan yang kedua adalah *semi floating caliper*.



Gambar 2. 5 Tipe Caliper Pada Cakram
(www.blogspot.com)

2.2.2. Berdasarkan Tempatnya

Berdasarkan tempatnya rem di bagi menjadi rem roda dan rem *propeller*.

2.2.2.1. Rem Roda

Rem roda merupakan rem yang di tempatkan pada roda belakang maupun roda depan yaitu proses pengereman (penghentian atau pengurangan kecepatan) dilakukan dengan menahan roda agar tidak berputar. Berdasarkan tempatnya, pada rem roda ini baik rem tromol maupun rem cakram bisa di pasang pada rem roda ini. Pada rem tromol, daya pengereman diperoleh dari sepatu rem yang menekan dinding tromol bagian dalam yg berputar bersama-sama dengan roda.

Biasanya terdapat di bagian roda belakang kendaraan mobil walaupun ada juga yang terdapat di roda depan.

2.2.2.2. Rem Propeller

Rem *propeller* merupakan proses pengereman yang dilakukan dengan menghambat poros penggerak belakang kendaraan. Rem jenis ini ditempatkan didepan poros *propeller*.

2.2.3. Berdasarkan Layanannya

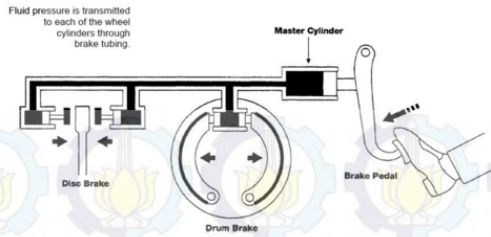
Berdasarkan layanannya, rem dibedakan menjadi 2 yaitu *foot brake* dan *hand brake*.

2.2.3.1. Foot Brake

Rem kaki digunakan untuk mengontrol kecepatan dan menghentikan kendaraan dengan cara memijak atau menginjaknya.

Rem kaki (*foot brake*) dikelompokkan menjadi dua tipe yaitu rem hidrolik (*hydraulic brake*) dan rem pneumatik (*pneumatic brake*).

Rem hidrolik mempunyai keuntungan lebih respon (lebih cepat) dan konstruksi lebih sederhana, sedangkan rem pneumatik menggunakan kompresor yang menghasilkan udara bertekanan untuk menambah daya pengereman.

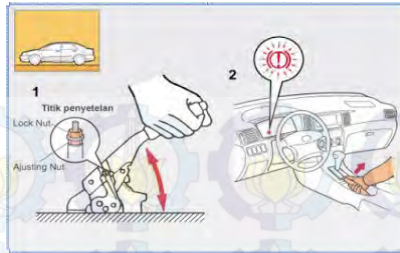


Gambar 2. 6 Cara Kerja Rem Kaki
(www.blogspot.com)

2.2.3.2. *Hand Brake*

Rem tangan adalah sebuah sistem pengereman pada kendaraan bermotor, khususnya kendaraan roda empat maupun lebih. Rem Parkir umumnya berfungsi untuk menahan mobil bergerak dalam posisi kemiringan jalan yang miring, terutama dalam keadaan menaik maupun menurun. Fungsi rem parkir ini dapat digunakan sebagai pengganti rem utama jika mobil dalam kondisi berhenti yang cukup lama, semisal dalam kondisi kemacetan atau saat parkir. Setiap mobil, truk, maupun bus, dilengkapi dengan rem parkir dengan tuas dan cara kerja yang bervariasi, bergantung pada model mobil dan juga bobot kendaraan.

Meskipun rem tangan digunakan pada saat mobil berhenti, akan tetapi durasi penggunaan rem ini juga harus kita perhatikan. Pada mobil yang diparkir cukup lama (beberapa hari) penggunaan rem tangan ini tidak direkomendasikan karena dapat merusak *disk brake* terutama untuk daerah yang memiliki kelembaban tinggi atau mobil habis melewati genangan air yang dapat menimbulkan kerak pada cakram maupun tromol mobil. Menggunakan rem tangan direkomendasikan pada durasi antara 5 menit sampai 1 hari, lebih dari satu hari lebih baik mobil diganjal dengan kayu misalnya saat ditinggal pergi ke luar kota.



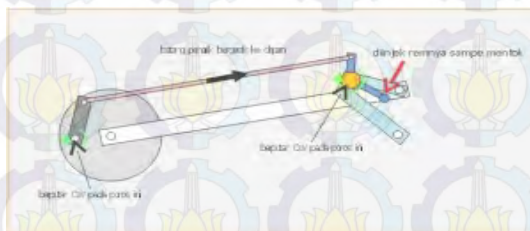
Gambar 2. 7 Rem Tangan
(www.blogspot.com)

2.2.4. Berdasarkan Mekanisme Penggerakannya

Berasarkan mekanisme penggerakannya, rem dibagi menjadi:

2.2.4.1. Rem Mekanis

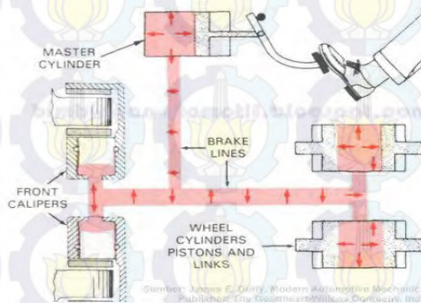
Sistem rem mekanik ini merupakan sistem rem yang paling sederhana dan tidak terlalu banyak memakai komponen. Sistem Rem ini umumnya digunakan untuk kendaraan kecil. Komponen terpenting dalam sistem rem jenis mekanik ini yaitu sepatu rem, tuas dan kawat/seling. Sistem rem mekanik lebih mudah dalam perawatan dan perbaikan karena konstruksi yang sederhana. Gerakan dorong dari tuas akan diteruskan ke sepatu rem dengan menggunakan kawat/seling, semakin kuat/panjang tuas bergerak maka semakin kuat sepatu rem menekan tromol atau lintasan.



Gambar 2. 8 Sistem Rem Mekanik
(www.blogspot.com)

2.2.4.2. Rem Hidraulik

Sistem rem hidraulik merupakan sistem rem yang menggunakan media fluida cair sebagai media penghantar/penyalur gerakan. Sistem rem hidrolik ini sangat rumit dan perlu perawatan yang berkala karena komponen-komponen rawan terhadap kerusakan, apabila terjadi kerusakan/kebocoran pada selang atau sambungan-sambungan penyalur fluida maka akan mengganggu siklus aliran atau kerja dari sistem rem hidrolik. Komponen terpenting dalam sistem rem hidrolik yaitu sepatu rem, master cylinder, actuator cylinder, dan tuas. Sistem rem hidrolik ini bekerja yaitu apabila tuas pedal rem diinjak maka tuas akan meneruskan gerakan ke master cylinder, didalam master cylinder terjadi perubahan dari energi kinetik menjadi tekanan pada minyak rem yang kemudian diteruskan menuju actuator cylinder melewati selang/pipa-pipa tekanan tinggi, setelah tekanan sampai di actuator cylinder kemudian gaya tekan dirubah kembali menjadi gerakan/kinetik oleh actuator cylinder untuk menggerakkan sepatu rem untuk menekan tromol/ disc supaya terjadi proses pengereman.

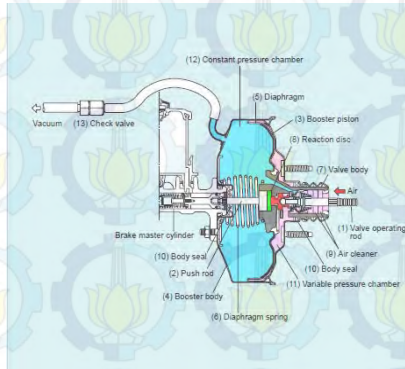


Gambar 2. 9 Sistem Rem Hidraulik
(www.blogspot.com)

2.2.4.3. Rem Booster

Brake booster adalah alat yang memakai perbedaan antara *engine vacum* dan tekanan atmosfer untuk menghasilkan tenaga yang kuat (pendorong daya)

yang proporsional pada tenaga penekan pedal untuk mengoperasikan rem. Brake booster menggunakan vacuum yang dihasilkan pada beragam intake (pompa vacuum pada kasus mesin diesel).



Gambar 2. 10 Brake Booster
(www.blogspot.com)

Booster rem dapat dipasang menjadi satu dengan master silinder (tipe integral) atau dapat juga dipasangkan secara terpisah dari master silinder itu sendiri. Tipe integral ini banyak digunakan pada kendaraan penumpang dan truk kecil.

Booster rem mempunyai diaphragm (membran) yang bekerja dengan adanya perbedaan tekanan antara tekanan atmosfer dan kevakuman yang dihasilkan dalam intake manifold. Master silinder dihubungkan dengan pedal dan membran untuk memperoleh daya pengereman yang besar dari langkah pedal yang minimum.

Untuk kendaraan berjenis diesel, booster remnya diganti dengan pompa vakum karena kevakuman yang terjadi pada intake manifold pada mesin diesel tidak cukup kuat.

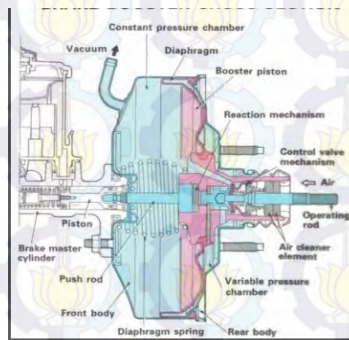
Booster body dibagi menjadi bagian depan (ruang tekanan tetap/*constant pressure chamber*) dan bagian belakang (ruang tekanan variasi/ *variable pressure*

chamber), dan masing-masing ruang dibatasi dengan membran dan piston booster.

Mekanisme katup pengontrol (*Control valve mekanisme*) berfungsi untuk mengatur tekanan didalam ruang tekan variasi. Termasuk katup udara (*air valve*), katup vacum (*vacuum valve*). katup pengontrol dan sebagainya yang berhubungan dengan pedal rem melalui batang penggerak katup (*valve operating rod*).

Brake booster terdiri dari komponen-komponen berikut ini:

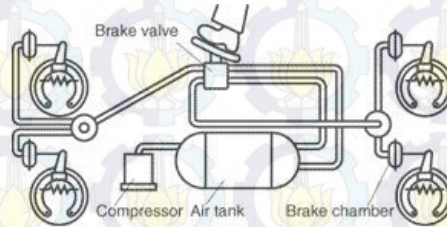
- a. Batang pengoperasian katup
- b. Batang pendorong (*Push rod*)
- c. Piston pendorong (*Booster piston*)
- d. Badan booster (*Booster body*)
- e. Diafragma
- f. Pegas Diafragma
- g. Badan katup (*Valve body*)
- h. Cakram reaksi (*Reaction disc*)
- i. Pembersih udara (*Air cleaner*)
- j. Penutup badan (*Body seal*)
- k. Ruang tekanan variable (*Variable Pressure Chamber*)
- l. Ruang tekanan konstan (*Constant Pressure Chamber*)
- m. Katup cek (*Check valve*)



Gambar 2. 11 Brake Booster
(www.blogspot.com)

2.2.4.4. Rem Angin

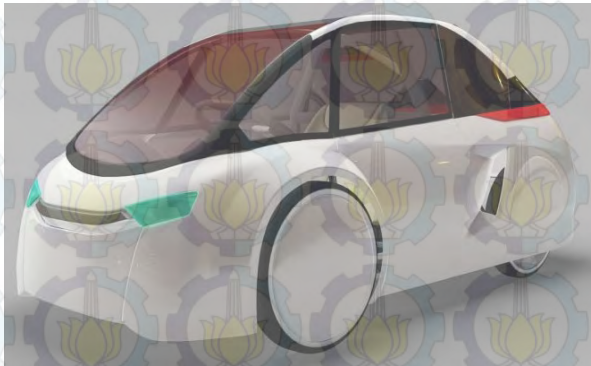
Full air brake atau sering di sebut sistem rem (FAB) adalah rem angin yang memanfaatkan tekanan udara untuk menekan sepatu rem. Di sini pedal rem berperan hanya membuka dan menutup katup rem (*Brake valve*). dan mengatur aliran udara bertekanan yang keluar dari tangki udara (*Air Tank*).



Gambar 2. 12 Rem Angin
(www.blogspot.com)

Rem angin ini memiliki beberapa komponen untuk mendukung kerja dari suatu komponen lainnya, yaitu *air tank*, *air kompresor*, *brake valve*, *relay valve*, *brake cember*, *cam shaft*, *air dryer*, *regulator*.

2.3. Spesifikasi Mobil Basudewo



Gambar 2. 13 Mobil Basudewo
(www.blogspot.com)

Spesifikasi umum pada mobil Basudewo adalah sebagai berikut:

Jarak sumbu roda	: 1612,5 mm
Panjang rangka total	: 2300 mm
Lebar rangka total	: 700 mm
Tinggi rangka total	: 1000 mm
Jarak terendah ke tanah	: 123 mm
Diameter roda	: 575,8 mm
Track roda depan	: 1280 mm
Track roda belakang	: 925 mm

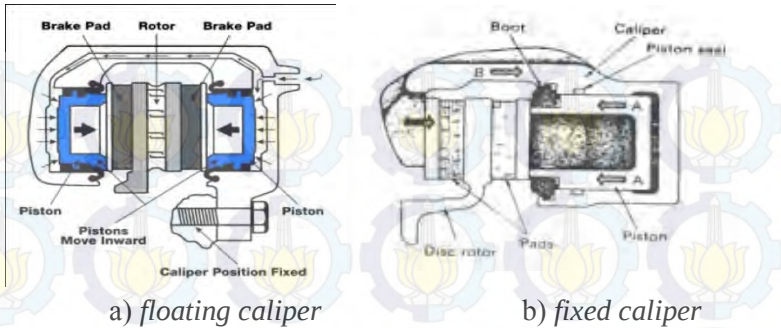
2.4. Disc Brake

Sistem pengereman pada mobil Basudewo menggunakan *disc brake* (rem cakram) tipe *floating caliper* yang terpasang pada setiap roda komponennya secara hidrolis. Rem cakram dioperasikan secara mekanis dengan memakai kabel baja dan batang/tangkai secara hidrolis dengan memakai tekanan cairan. Pada rem cakram, putaran roda dikurangi atau dihentikan dengan cara penjepitan cakram oleh dua buah sepatu rem (*brake pas*). Rem cakram mempunyai sebuah plat disc yang terbuat dari *stainless steel* (baja) yang akan berputar bersamaan dengan roda. Saat rem digunakan *plat disc* tercekam dengan gaya bantalan piston yang bekerja secara hidrolis. Ketika *hydraulic brake* dengan *disc* mempunyai radiasi terhadap panas baik karena berputar dan bergesekan dengan udara, hal ini akan menghasilkan pengereman yang tetap baik walaupun dipakai secara berulang-ulang pada kecepatan tinggi.

2.4.1. Komponen Utama Disc Brake

Komponen utama dari pengereman tipe *disc brake* adalah sebagai berikut:

2.4.1.1. Caliper



Gambar 2. 14 Tipe Caliper
(www.blogspot.com)

Caliper pada disc brake di klasifikasikan kedalam tipe *fixed caliper* (*opposite piston disc brake*) dan *floating caliper*. *Fixed caliper* menghasilkan gaya pengereman ketika silinder pada tiap sisi caliper menekan *brake pads* ke *disc*. Sedangkan *floating caliper* menghasilkan gaya pengereman ketika seluruh bagian caliper bergerak karena silinder terpasang hanya pada satu sisi saja.

2.4.1.2. Pad Rem



Gambar 2. 15 Tipe Pad
(www.blogspot.com)

Pad (*disc pad*) biasa terbuat dari campuran *metallic fiber* dan sedikit serbuk besi. Tipe ini disebut dengan “*semi metallic disc pad*” pada pad diberi gasi celah untuk menunjukkan tebal pad (batas yang diizinkan), dengan demikian dapat mempermudah pengecekan keausan pad. Pada beberapa pad, penggunaan *metallic plate* (disebut dengan *anti-squel shim*) dipasangkan pada sisi piston dari pad untuk mencegah bunyi saat berlaku pengereman.

2.4.1.3. Rotor



Gambar 2. 16 Rotor
(www.blogspot.com)

Rotor (piringan) menyediakan permukaan untuk bergesekan antara pad dan rotor. Secara umum terdiri dari dua tipe yakni solid rotor dan vente rotor (berlubang). Untuk mobil yang mempunyai beban ringan atau berukuran kecil menggunakan solid rotor, sedangkan vente rotor digunakan untuk kendaraan lebih berat dan menghasilkan panas tinggi saat pengereman.

2.4.2. Sistem Kerja *Disc Brake*

Pada tipe hidrolik ini pemindah gerak handel menjadi gerak pad, maka digunakanlah minyak rem. Ketika handel rem ditekan, piston didalam silinder akan terdorong dan menekan minyak rem keluar silinder. Melalui selang rem, tekanan ini diteruskan oleh minyak rem untuk mendorong piston yang berada didalam silinder *caliper*.

Akibatnya piston pada *caliper* mendorong pad untuk menjepit cakram, sehingga terjadi aksi pengereman.

Saat tangkai rem atau pedal digerakkan, master silinder mengubah gaya yang digunakan kedalam tekanan cairan. Master silinder ini terdiri dari sebuah reservoir yang berisi cairan minyak rem dan sebuah silinder yang mana tekanan cair diperoleh. Reservoir biasanya dibuat dari plastik atau besi tuang atau *aluminium alloy* dan tergabung dengan silinder. Ujung dari pada master silinder dipasang tutup karet untuk memberikan seal yang baik dengan silindernya, dan pada ujung yang lain juga diberikan tutup karet untuk mencegah kebocoran cairan.

Saat tangki rem ditekan, piston mengatasi kembalinya spring dan bergerak lebih jauh. Tutup piston pada ujung piston menutup port kembali dan piston bergerak lebih jauh. Tekanan cairan dalam master silinder meningkat dan cairan akan memaksa *caliper* lewat hose dari rem (*brake hose*). Saat tangki rem dilepaskan/dibebaskan, piston tertekan kembali ke reservoir lewat port kembali (lubang kembali).

Adapun keuntungan dari menggunakan rem cakram (*disc brake*) adalah sebagai berikut:

- a. Menghasilkan radiasi panas yang baik karena panas *disc* yang timbul diserap oleh udara.
- b. Menghasilkan performa pengereman yang stabil.
- c. Langkah *brake* pedal jarang sekali berubah karena *disc* tidak mudah mengalami deformasi karena panas.
- d. Jika rem basah, maka air tersebut akan dipercikkan keluar dengan gaya sentrifugal.
- e. Mudah dalam pemeriksaan dan perawatan.

2.5. Rem Hidraulik

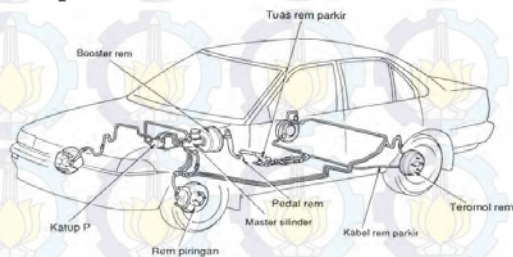
Sistem rem hidraulik adalah sistem rem yang mekanisme pemindahan selang dari pengemudi menggunakan media fluida (cairan/minyak). Pada hidraulik rem, pengoperasiannya dilakukan pada rem pedal yang mengirimnya ke hidraulik unit.

Kemudian, tekanan hidrolik dihasilkan dengan berpedoman pada prinsip hukum pascal untuk pengereman. Ketika gaya pengereman dikirimkan ke setiap roda sama, maka gaya pengereman pada setiap roda pun akan sama dan sistem akan bekerja dengan baik walaupun hanya dengan sedikit usaha. Meskipun, fungsi pengereman akan benar-benar hilang ketika sistem hidroliiknya rusak.

Rem hidrolik merupakan suatu konstruksi dari sistem pengereman modern yang menggunakan cairan untuk membantu sistem pengereman. Cairan dari rem hidrolik atau yang kita kenal sebagai *brake fluid* atau cairan rem akan ditempatkan pada suatu wadah. Ketika kita menekan tuas rem, maka master rem akan mendorong cairan rem tersebut, kemudian cairan rem akan turun ke kaliper rem melalui selang rem.

Kemudian ketika cairan sudah berada pada kaliper, maka cairan tersebut kemudian akan mendorong piston pada kaliper rem, yang akan membuat kampas rem pada kaliper akan terdorong dan bergesekan dengan piringan cakram ataupun *brake line* pada roda suatu kendaraan. Sistem inilah yang saat ini sudah banyak dan juga umum digunakan pada berbagai jenis kendaraan, terutama kendaraan bermotor.

2.5.1. Komponen Utama Rem Hidrolik



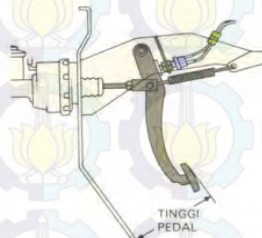
Gambar 2. 17 Rem Hidrolik
(www.blogspot.com)

Komponen utama dalam sistem rem hidrolik antara lain:

2.5.1.1. Pedal Rem

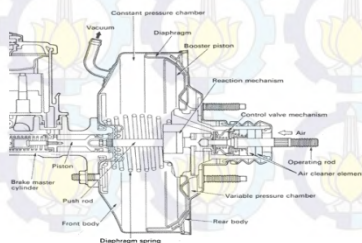
Pedal rem merupakan komponen pada sistem rem yang di dimanfaatkan oleh pengemudi untuk melakukan pengereman.

Fungsi pedal rem memegang peranan yang penting didalam sistem rem. Tinggi pedal harus dalam tinggi yang ditentukan. Jika terlalu tinggi, diperlukan waktu yang lebih banyak bagi pengemudi untuk menggerakkan dari pedal gas ke pedal rem, yang mengakibatkan pengereman akan terlambat. Sebaliknya jika tinggi pedal terlalu rendah, akan membuat jarak cadangan yang kurang yang akan mengakibatkan gaya pengereman yang tidak cukup. Pedal Rem juga harus mempunyai gerak bebas yang cukup. Tanpa gerak bebas ini, piston master silinder akan selalu terdorong keluar dimana mengakibatkan rem akan bekerja terus dikarenakan adanya tekanan hidrolis yang terjadi pada sistem rem.



Gambar 2. 18 Pedal
(www.blogspot.com)

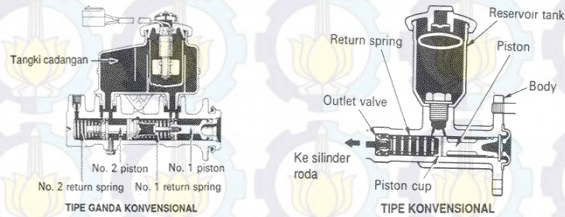
2.5.1.2. Booster rem



Gambar 2. 19 Booster Rem
(www.blogspot.com)

Booster rem merupakan satu komponen pada sistem yang dipasangkan menjadi satu dengan master silinder dan setelah pedal rem, yang berfungsi untuk mengurangi tenaga yang diperlukan pengemudi dalam pengereman.

2.5.1.3. Master Silinder



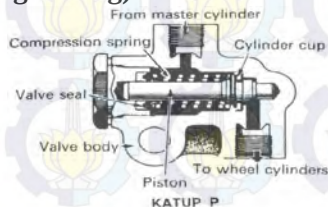
Gambar 2. 20 Tipe Master Silinder
(www.blogspot.com)

Master silinder berfungsi untuk mengubah gerak pedal rem ke dalam tekanan hidrolis. Master silinder terdiri dari resevoir tank yang beri minyak rem, demikian juga piston dan silinder yang membangkitkan tekanan hidrolis.

Master silinder ada 2 tipe yaitu :

- Tipe Tunggal: Tipe plunger, Tipe konvensional dan tipe portless;
- Tipe Ganda: Tipe ganda konvensional dan tipe double konvensional.

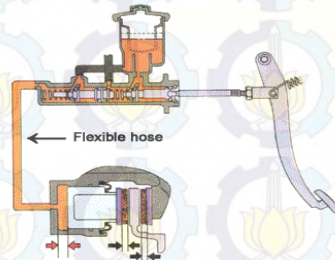
2.5.1.4. Katup P (Proportioning Valve/Katup Pengimbang)



Gambar 2. 21 Katup P
(www.blogspot.com)

Berhubung rem depan membutuhkan tenaga pengereman yang lebih besar dari rem belakang sehubungan dengan pemindahan berat kendaraan yang terjadi pada waktu melakukan pengereman yang kuat.

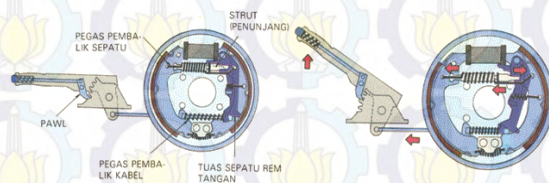
2.5.1.5. *Flexible hose/selang fleksible*



Gambar 2. 22 Flexible Hose
(www.blogspot.com)

Flexible hose menghubungkan pipa rem dan rem roda untuk mengimbangi gerakan suspensi. Pipa rem berfungsi untuk menyalurkan minyak rem dari master silinder ke rem.

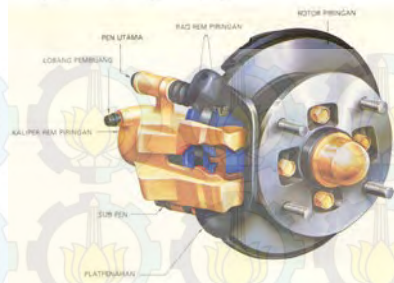
2.5.1.6. *Tuas rem parkir/rem tangan*



Gambar 2. 23 Rem Tangan
(www.blogspot.com)

Rem tangan dan kabel rem tangan berfungsi untuk mengerem roda belakang secara mekanis melalui batang penghubung dan kabel. Juga untuk parkir kendaraan pada jalan turun / mendaki.

2.5.1.7. Rem Cakram/Rem Piringan



Gambar 2. 24 Rem Cakram
(www.blogspot.com)

Rem cakram untuk memberi gaya pengereman kepada roda depan.

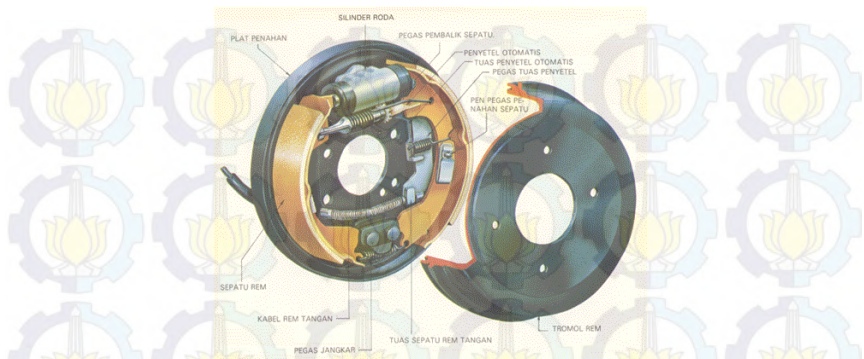
Rem piringan walaupun banyak jenis rem piringan prinsip kerjanya adalah bahwa sepasang pad yang tidak berputar menjepit rotor piringan yang berputar menggunakan tekanan hidrolis, menyebabkan terjadinya gesekan yang dapat memperlambat atau menghentikan kendaraan. Rem piringan efektif karena rotor piringannya terbuka terhadap aliran udara yang dingin dan karena rotor piringan tersebut dapat membuang air dengan segera. Karena itulah gaya pengereman yang baik dapat terjamin walau pada kecepatan tinggi. Sebaliknya berhubung tidak adanya *self servo effect*, maka dibutuhkan gaya pedal yang lebih besar dibandingkan dengan rem tromol. Karena alasan inilah booster rem biasanya digunakan untuk membantu gaya pedal.

2.5.1.8. Rem Tromol

Rem tromol memberikan tenaga pada roda belakang baik secara hidrolis maupun mekanis.

Fungsi Rem Tromol menggunakan sepasang sepatu yang menahan bagian dalam dari tromol yang berputar bersama-sama dengan roda, untuk menghentikan kendaraan. Walaupun terdapat berbagai cara pengaturan sepatu rem,

jenis leading dan trailing yang paling banyak dipakai pada kendaraan penumpang dan kendaraan komersial.



Gambar 2. 25 Rem Tromol
(www.blogspot.com)

Rem tromol tahan lama karena adanya tempat gesekan yang lebar diantara sepatu dan tromol, tetapi penyebaran panas agak lebih sulit dibanding dengan rem piringan karena mekanismenya yang agak tertutup. Karena itu rem tromol hanya dipakai pada roda-roda belakang yang tidak begitu banyak memerlukan tenaga pengereman.

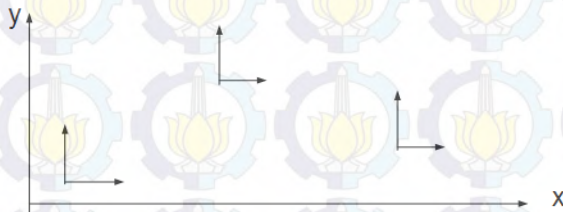
2.5.2. Sistem Kerja Rem Hidraulik

Kata hidraulik berasal dari 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. Prinsip dasar kerja sistem hidraulik, fluida cair berfungsi sebagai penerus gaya. Minyak mineral adalah jenis fluida cair yang umum dipakai.

2.6. Kinematika

Kinematika adalah bagian dari mekanika yang mempelajari tentang gerak tanpa memperhatikan apa atau siapa yang menggerakkan benda tersebut. Bila gaya penggerak ikut diperhatikan maka apa yang dipelajari merupakan bagian dari dinamika.

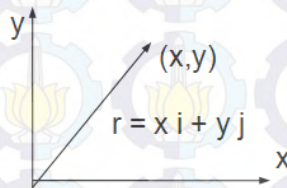
Gerak disebut gerak translasi bila selama bergerak sumbu kerangka acuan yang melekat pada benda (x',y',z') selalu sejajar dengan kerangka acuannya sendiri (x,y,z) .



2.6.1. Pergeseran, Kecepatan dan Percepatan

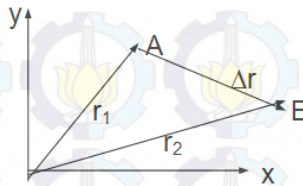
2.6.1.1. Pergeseran

Posisi dari suatu partikel di dalam suatu sistem koordinat dapat dinyatakan dengan vektor posisi $\mathbf{r} = x \mathbf{i} + y \mathbf{j}$.



Partikel bergerak dari posisi pertama $\mathbf{r}_1$ ke posisi kedua $\mathbf{r}_2$ melalui lintasan sembarang (tidak harus lurus). Pergeseran merupakan suatu vektor yang menyatakan perpindahan partikel dari posisi pertama ke posisi kedua melalui garis lurus.

Pergeseran didefinisikan :
 $\Delta \mathbf{r} = \mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1$



2.6.1.2. Kecepatan

Kecepatan didefinisikan sebagai partikel bergerak dengan suatu lintasan tertentu. Pada saat t_1 partikel pada posisi $\mathbf{r}_1$ dan pada t_2 partikel pada posisi $\mathbf{r}_2$. Kecepatan adalah pergeseran partikel per satuan waktu.

a. Kecepatan rata-rata

$$V_{rata-rata} = \frac{\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1}{t_2 - t_1}$$

b. Kecepatan sesaat

Bila selang waktu pengukuran Δt mendekati harga nol maka diperoleh kecepatan sesaat.

$$V_s = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t}$$

$$V_s = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$$

Dalam 2 dimensi $\mathbf{r}$ dapat dinyatakan sebagai $\mathbf{r} = x \mathbf{i} + y \mathbf{j}$ maka diperoleh kecepatan

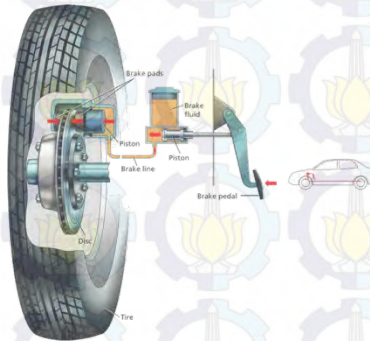
$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$$

$$V = \frac{dx}{dt} i + \frac{dy}{dt} j$$

$$= V_x i + V_y j$$

Dalam 1 dimensi dimana gerak dari partikel hanya dalam satu arah saja (misalkan dalam arah sumbu x) maka $v_y = 0$. Maka percepatan partikel dalam 1 dimensi (sumbu x) adalah:

$$V = V_x i$$



Gambar 2.26 Skema Sistem Pengereman
(www.blogspot.com)

2.6.1.3. Percepatan

Selama pergeseran tersebut kecepatan partikel dapat mengalami perubahan. Perubahan kecepatan per satuan waktu disebut percepatan.

a. Percepatan rata-rata

Percepatan rata-rata adalah perubahan kecepatan dalam selang waktu Δt .

$$a_r = \frac{\Delta V}{\Delta t} \rightarrow \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$

b. Percepatan sesaat

Bila selang waktu Δt mendekati nol maka diperoleh harga sesaat dari percepatan.

$$a_s = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\Delta t \rightarrow 0$$

$$a_s = \frac{dv}{dt}$$

Dalam 2 dimensi, v dapat dinyatakan sebagai $v = v_x i + v_y j$ maka diperoleh percepatan

$$\begin{aligned} a &= \frac{dv}{dt} \\ &= \frac{dv_x}{dt} i + \frac{dv_y}{dt} j \\ &= a_x i + a_y j \end{aligned}$$

Dalam 1 dimensi dimana gerak dari partikel hanya dalam satu arah saja (misalkan dalam arah sumbu x) maka $a_y = 0$.

Maka percepatan partikel dalam 1 dimensi (sumbu x) adalah

$$a = a_x i$$

Apabila partikel bergerak dengan percepatan konstan, maka $a_r = a_s = a$.

2.6.2. Gerak Dalam Satu Dimensi dengan Percepatan Konstan

2.6.2.1. Gerak dalam Arah Sumbu x .

Gerak satu dimensi berarti partikel bergerak dalam satu arah saja, misalkan dalam arah sumbu x .

$$\begin{array}{ll} \text{pergeseran} & : r = x i \\ \text{kecepatan} & : v = v_x i \\ \text{percepatan} & : a = a_x i \end{array}$$

Karena arah gerak sudah ditentukan maka dalam perumusan tentang gerak partikel hanya menyangkut tentang besarnya saja.

a. Percepatan konstan : $a_r = a_s = a$

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$$a = \frac{v_x - v_o}{t}$$

Diperoleh persamaan $v_x = v_1 + a_t$

a_t menyatakan pertambahan kecepatan pada selang waktu tersebut.

b. Percepatan konstan = perubahan v konstan.

Dari statistik dapat diperoleh $v_r = \frac{(v_o + v)}{2}$

Bila v_r menyatakan pertambahan posisi dalam selang waktu t , maka posisi partikel menjadi

$$x = x_o + v_r t$$

Dengan mensubstitusikan $v_r = \frac{(v_o + v)}{2}$ diperoleh

$$x = x_o + \frac{1}{2} \times (v_o + v) t$$

Bila persamaan (2.1) disubstitusikan ke (2.2) diperoleh:

$$x = x_o + \frac{1}{2} \times (v_o + v_o + a_t) t$$

$$x = x_o + v_o t + \frac{1}{2} \times a_t^2 \dots\dots\dots (2.3)$$

dan bila $t = \frac{(v_x + v_o)}{a}$ yang disubstitusikan diperoleh

$$x = x_o + \frac{1}{2} (v_o + v_x) t$$

$$x = x_o + \frac{1}{2}(v_o + v_x)(v_o - v_x) \cdot \frac{a}{a} \dots \dots \dots (2.4)$$

$$v_x^2 = v_o^2 + 2 a (x + x_o) \dots \dots \dots (2.4)$$

2.7. Hukum Newton Tentang Gerak

2.7.1. Gerak dan Gaya

Gaya merupakan suatu tarikan atau dorongan yang dapat menimbulkan perubahan gerak. Dengan demikian jika benda ditarik/didorong dan sebagainya maka pada benda bekerja gaya dan keadaan gerak benda dapat dirubah. Gaya adalah penyebab gerak. Gaya termasuk besaran vektor, karena gaya ditentukan oleh besar dan arahnya.

2.7.2. Hukum I Newton

Jika resultan dari gaya-gaya yang bekerja pada sebuah benda sama dengan nol ($F = 0$), maka benda tersebut :

- Jika dalam keadaan diam akan tetap diam, atau
- Jika dalam keadaan bergerak lurus beraturan akan tetap bergerak lurus beraturan.

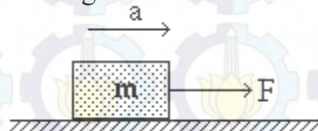
Keadaan tersebut di atas disebut juga Hukum Kelembaman.

Kesimpulan : $F = 0$ dan $a = 0$

Karena benda bergerak translasi, maka pada sistem koordinat Cartesius dapat dituliskan $\sum F_x = 0$ dan $\sum F_y = 0$.

2.7.3. Hukum II Newton

Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada suatu benda berbanding lurus dan searah dengan gaya itu dan berbanding terbalik dengan massa benda.



Gambar 2.27 Cara Kerja Hukum II Newton
(www.blogspot.com)

$$a \propto \frac{F}{m}$$

$$F \propto m \cdot a$$

$$F \propto k \cdot m \cdot a$$

dalam SI konstanta $k = 1$ maka : $F = m \cdot a$

Satuan:

BESARAN	NOTASI	MKS	CGS
Gaya	F	Newton (N)	Dyne
Massa	m	Kg	Gram
Percepatan	a	m/det ²	cm/det ²

1. Massa Dan Berat

Berat suatu benda (w) adalah besarnya gaya tarik bumi terhadap benda tersebut dan arahnya menuju pusat bumi, (vertikal ke bawah).

Hubungan massa dan berat :

$$w = m \cdot g$$

w = gaya berat.

m = massa benda.

g = percepatan gravitasi.

Satuan :

BESARAN	NOTASI	MKS	CGS
Gaya berat	W	Newton (N)	Dyne
Massa	M	Kg	Gram
Gravitasi	G	m/det ²	cm/det ²

Perbedaan massa dan berat :

- Massa (m) merupakan besaran skalar di mana besarnya di sembarang tempat untuk suatu benda yang sama selalu tetap.
- Berat (w) merupakan besaran vektor di mana besarnya tergantung pada tempatnya (percepatan gravitasi pada tempat benda berada).

Hubungan antara satuan yang dipakai :

$$1 \text{ newton} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{det}^2$$

$$1 \text{ dyne} = 1 \text{ gr} \cdot \text{cm}/\text{det}^2$$

$$1 \text{ newton} = 105 \text{ dyne}$$

$$1 \text{ kgf} = g \text{ newton} \quad (g = 9,8 \text{ m}/\text{det}^2 \text{ atau } 10 \text{ m}/\text{det}^2)$$

$$1 \text{ gf} = g \text{ dyne} \quad (g = 980 \text{ cm}/\text{det}^2 \text{ atau } 1000 \text{ cm}/\text{det}^2)$$

$$1 \text{ smsb} = 10 \text{ smsk}$$

$$\text{smsb} = \text{satuan massa statis besar.}$$

$$\text{smsk} = \text{satuan massa statis kecil.}$$

Pengembangan :

- a. Jika pada benda bekerja banyak gaya yang horizontal maka berlaku :



$$\sum F = m \cdot a$$

$$F_1 + F_2 + F_3 = m \cdot a$$

Arah gerak benda sama dengan F_1 dan F_2 jika $F_1 + F_2 > F_3$

Arah gerak benda sama dengan F_3 jika $F_1 + F_2 < F_3$
(tanda $a = -$)

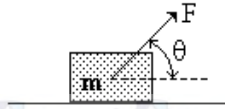
- b. Jika pada beberapa benda bekerja banyak gaya yang horizontal maka berlaku :



$$\sum F = \sum m \cdot a$$

$$F_1 + F_2 + F_3 = (m_1 + m_2) \cdot a$$

- c. Jika pada benda bekerja gaya yang membentuk sudut θ dengan arah mendatar maka berlaku :



$$F \cos \theta = m \cdot a$$

2.7.4. Hukum III Newton

Bila sebuah benda A melakukan gaya pada benda B, maka benda juga akan melakukan gaya pada benda A yang besarnya sama tetapi berlawanan arah.

Gaya yang dilakukan A pada B disebut : *gaya aksi*.

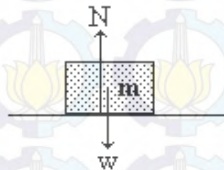
Gaya yang dilakukan B pada A disebut : *gaya reaksi*.
maka ditulis :

$$F_{\text{aksi}} = - F_{\text{reaksi}}$$

Hukum Newton III disebut juga Hukum Aksi - Reaksi.

1. Pasangan Aksi Reaksi

Pada sebuah benda yang diam di atas lantai berlaku :



$$w = - N$$

Dimana:

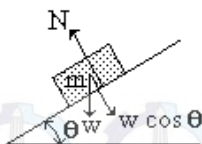
w = gaya berat benda memberikan gaya aksi pada lantai.

N = gaya normal (gaya yang tegak lurus permukaan tempat di mana benda berada).

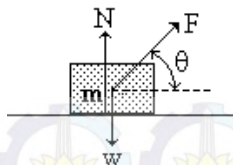
Hal ini bukan pasangan Aksi - Reaksi.

(tanda (-) hanya menjelaskan arah berlawanan)

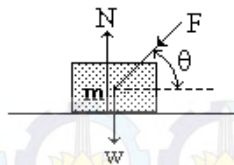
Macam - macam keadaan (besar) gaya normal.



$$N = w \cos \theta$$

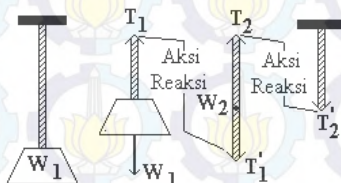


$$N = w - F \sin \theta$$



$$N = w + F \sin \theta$$

2. Pasangan aksi - reaksi pada benda yang digantung



Balok digantung dalam keadaan diam pada tali vertikal. Gaya w_1 dan T_1 bukanlah pasangan aksi - reaksi, meskipun besarnya sama, berlawanan arah dan segaris kerja. Sedangkan yang merupakan pasangan aksi - reaksi adalah gaya T_2 dan T'_2 .

3. Hubungan Tegangan Tali terhadap Percepatan

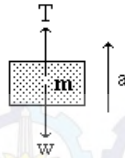
- a. Bila benda dalam keadaan diam, atau dalam keadaan bergerak lurus beraturan maka :



$$T = m \cdot g$$

T = gaya tegangan tali.

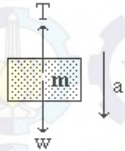
- b. Benda bergerak ke atas dengan percepatan a maka :



$$T = m \cdot g + m \cdot a$$

$T = \text{gaya tegangan tali.}$

c. Benda bergerak ke bawah dengan percepatan a maka :

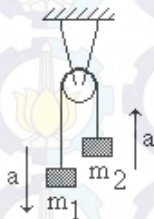


$$T = m \cdot g - m \cdot a$$

$T = \text{gaya tegangan tali.}$

2.7.5. Gerak Benda yang Dihubungkan dengan Katrol

Dua buah benda m_1 dan m_2 dihubungkan dengan katrol melalui sebuah tali yang diikatkan pada ujung-ujungnya. Apabila massa tali diabaikan, dan tali dengan katrol tidak ada gaya gesekan, maka akan berlaku persamaan-persamaan :



Tinjau benda m_1

$$T = m_1 \cdot g - m_1 \cdot a$$

Tinjau benda m_2

$$T = m_2 \cdot g + m_2 \cdot a$$

Sistem akan bergerak ke arah m_1 dengan percepatan a .

Karena gaya tegangan tali di mana-mana sama, maka persamaan 1 dan persamaan 2 dapat digabungkan :

$$m_1 \cdot g - m_1 \cdot a = m_2 \cdot g + m_2 \cdot a$$

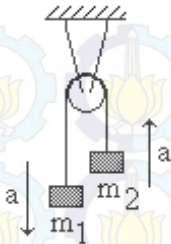
$$m_1 \cdot a + m_2 \cdot a = m_1 \cdot g - m_2 \cdot g$$

$$(m_1 + m_2) \cdot a = (m_1 - m_2) \cdot g$$

$$a = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2)} g$$

Persamaan ini digunakan untuk mencari percepatan benda yang dihubungkan dengan katrol.

Cara lain untuk mendapatkan percepatan benda pada sistem katrol dapat ditinjau keseluruhan sistem :



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

$$w_1 - T + T - T + T - w_2 = (m_1 + m_2) \cdot a$$

Sistem akan bergerak ke arah m_1 dengan percepatan a .

Oleh karena itu semua gaya yang terjadi yang searah dengan arah gerak sistem diberi tanda positif, yang berlawanan diberi tanda negatif.

Karena T di mana-mana besarnya sama maka T dapat dihilangkan.

$$w_1 - w_2 = (m_1 + m_2) \cdot a$$

$$(m_1 - m_2) \cdot g = (m_1 + m_2) \cdot a$$

$$a = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2)} g$$

2.7.6. Benda Bergerak pada Bidang Miring



2.7.6.1. Gaya Gesek (F_g)

Gaya gesekan antara permukaan benda yang bergerak dengan bidang tumpu benda akan menimbulkan gaya gesek yang arahnya senantiasa berlawanan dengan arah gerak benda.

Ada dua jenis gaya gesek yaitu :

- Gaya gesek statis (f_s) : bekerja pada saat benda diam (berhenti) dengan persamaan :

$$f_s = N \cdot \mu_s$$

- b. Gaya gesek kinetik (f_k) : bekerja pada saat benda bergerak dengan persamaan :

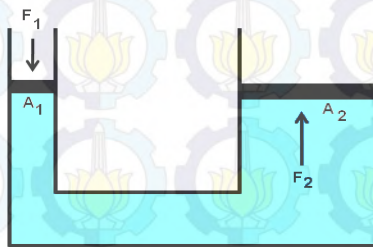
$$f_k = N \cdot \mu_k$$

Nilai $f_k < f_s$.

2.8. Hukum Pascal

Tak terbayangkan jika sistem rem pada mobil tidak menggunakan Hukum Pascal. Pengendara mobil akan memerlukan tenaga besar untuk menghentikan laju mobilnya. Akan tetapi, dengan menerapkan Hukum Pascal pada sistem rem mobil, pengemudi hanya perlu memberikan gaya kecil untuk mengurangi laju kendaraannya. Gaya ini berupa injakan kaki pada pedal rem. Gambar dibawah ini menunjukkan skema sistem rem pada mobil. Gaya diberikan pengemudi pada pedal rem. Gaya ini diteruskan oleh minyak melalui pipa sehingga memberikan gaya yang lebih besar pada rem yang terdapat di ban mobil. Dengan demikian, laju mobil dapat dikurangi.

Jika suatu fluida yang dilengkapi dengan sebuah penghisap yang dapat bergerak maka tekanan di suatu titik tertentu tidak hanya ditentukan oleh berat fluida di atas permukaan air tetapi juga oleh gaya yang dikerahkan oleh penghisap. Berikut ini adalah gambar fluida yang dilengkapi oleh dua penghisap dengan luas penampang berbeda. Penghisap pertama memiliki luas penampang yang kecil (diameter kecil) dan penghisap yang kedua memiliki luas penampang yang besar (diameter besar)



Gambar 2.28 Hukum Pascal
(www.blogspot.com)

Sesuai dengan hukum Pascal bahwa tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan sama besar ke segala arah, maka tekanan yang masuk pada penghisap pertama sama dengan tekanan pada penghisap kedua.

Tekanan dalam fluida dapat dirumuskan dengan persamaan di bawah ini.

$$P = F : A$$

sehingga persamaan hukum Pascal bisa ditulis sebagai berikut.

$$P_1 = P_2$$

$$F_1 : A_1 = F_2 : A_2$$

dengan P = tekanan (pascal), F = gaya (newton), dan A = luas permukaan penampang (m^2).

Ada berbagai macam satuan tekanan. Satuan SI untuk tekanan adalah newton per meter persegi (N/m^2) yang dinamakan pascal (Pa). Satu pascal sama dengan satu newton per meter persegi. Dalam sistem satuan Amerika sehari-hari, tekanan biasanya diberikan dalam satuan pound per inci persegi (lb/in^2). Satuan tekanan lain yang biasa digunakan adalah atmosfer (atm) yang mendekati tekanan udara pada ketinggian laut. Satu atmosfer didefinisikan sebagai 101,325 kilopascal yang hampir sama dengan 14,70 lb/in^2 . Selain itu, masih ada beberapa satuan lain diantaranya cmHg, mmHg, dan milibar (mb).

$$1 \text{ mb} = 0.01 \text{ bar}$$

$$1 \text{ bar} = 105 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cm Hg} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa} = 0,01 \text{ bar}$$

$$1 \text{ atm} = 101,325 \text{ kPa} = 14,70 \text{ lb/in}^2$$

Untuk menghormati Torricelli, fisikawan Italia penemu barometer (alat pengukur tekanan), ditetapkan satuan dalam torr, dimana 1 torr = 1 mmHg.

2.8 Selang Hidraulik

Dalam sistem hidraulik, fluida mengalir melalui sistem distribusi yang terdiri dari konduktor dan alat kelengkapannya, yang membawa cairan dari reservoir melalui komponen operasi dan kembali ke reservoir. Karena daya ditransmisikan diseluruh sistem dengan cara ini dilakukan (konduktor dan perlengkapan

yang digunakan untuk menghubungkan komponen sistem), maka harus dirancang dengan baik agar semua sistem berfungsi dengan baik.

Selang Hidraulik dibagi menjadi 4, yaitu:

- Steel pipes
- Steel tubing
- Plastic tubing
- Flexible hoses

Pilihan jenis konduktor untuk digunakan terutama tergantung pada tekanan sistem operasi dan tingkat aliran, disamping itu seleksi tergantung pada kondisi jenis cairan, suhu operasi, getaran, dan ada tidaknya gerakan relatif antara komponen terhubung.

Pada umumnya, pipa baja memberikan fleksibilitas pipa yang lebih besar dan membutuhkan kelengkapan dari pipa. Namun pipa lebih murah dari pada pipa baja. Tubing plastic digunakan untuk peningkatan penggunaan industri karena tidak mahal dan sirkuit dapat dengan mudah terhubung karena fleksibel. Selang fleksibel digunakan terutama untuk menghubungkan komponen yang mengalami gerakan relatif, terbuat dari sebagian besar elastomer (seperti karet) senyawa dan mampu menangani tekanan sampai 12.000 psi.

Diharapkan Konduktor stainless steel dan perlengkapan yang digunakan jika sangat korosif. Namun sangat mahal dan harus digunakan hanya jika diperlukan. Konduktor tembaga tidak boleh digunakan dalam sistem hidraulik karena tembaga membawa oksidasi minyak petroleum. Zinc, magnesium, dan kamium konduktor tidak boleh digunakan, karena cepat terkorosi oleh cairan air glikol. Konduktor galvanis juga harus dihindari karena permukaan galvanis memiliki kecenderungan untuk mengelupas kedalam cairan hidraulik. Saat menggunakan pipa baja, perlengkapan hidraulik harus terbuat dari baja kecuali untuk inlet, dimana besi lunak dapat digunakan.

Konduktor dan alat kelengkapannya harus dirancang dengan keselamatan manusia. Tidak hanya cukup menahan tekanan tetapi juga harus mampu menahan tekanan seketika akibat kejut hidraulik yang kuat. Setiap kali katup kontrol tiba-tiba tertutup

maka cairan mengalir dengan cepat dan memiliki tekanan besar energi kinetik. Ini menghasilkan gelombang kejut yang tingkat tekanan bisa sampai empat kali nilai sistem. Penghentian tiba-tiba aktuator dan percepatan berat juga menyebabkan lonjakan tekanan. Tekanan yang tinggi ini diperhitungkan sesuai keselamatan.

1. Ukuran konduktor untuk kebutuhan aliran rate

konduktor harus memiliki luas penampang cukup besar untuk menangani kebutuhan aliran-rate tanpa menghasilkan kecepatan fluida yang berlebihan. setiap kali kita berbicara tentang kecepatan fluida dalam suatu konduktor, kita mengacu pada kecepatan rata-rata sejak kecepatan yang sebenarnya tidak konstan selama penampang pipa. kecepatan adalah nol pada dinding pipa (partikel cairan melekat permukaan pengontakan karena viskositas) dan mencapai nilai maksimum pada garis tengah pipa. kecepatan rata-rata didefinisikan sebagai laju aliran volume dibagi dengan pipa luas penampang.

$$v = v_{avg} = \frac{Q}{A}$$

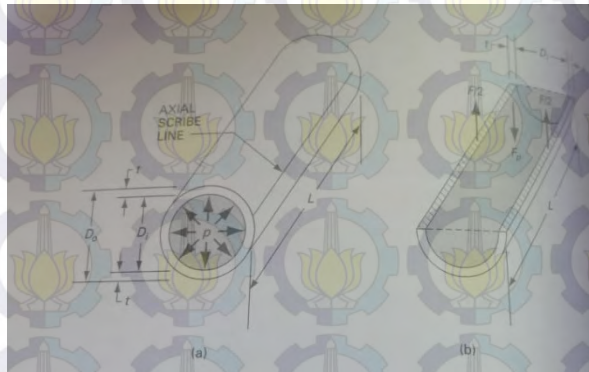
dengan kata lain, kecepatan rata-rata adalah kecepatan yang bila dikalikan dengan daerah pipa sama dengan laju aliran volume, itu juga dipahami bahwa diameter dengan sendirinya selalu berarti diameter dalam dan bidang pipa adalah bahwa daerah yang sesuai dengan pipa diameter dalam. maksimum yang disarankan kecepatan untuk garis hisap pompa 4 ft/s (1,2 m/s) untuk mencegah tekanan hisap terlalu rendah dan menghasilkan kavitasi pompa. Maksimum yang disarankan kecepatan untuk jalur pembuangan pompa adalah 20 ft/s (6,1 m/s) untuk mencegah aliran turbulen dan kerugian yang berlebihan yang sesuai dan suhu cairan yang tinggi.

2. Tegangan tarik (tekanan konduktor)

konduktor harus cukup kuat untuk mencegah ledakan karena tegangan tarik yang berlebihan (juga disebut tegangan melingkar) di dinding konduktor di bawah tekanan fluida operasi. Besarnya tegangan tarik ini, yang harus ditopang oleh bahan konduktor,

dapat ditentukan dengan mengacu pada gambar. pada gambar (a), kita melihat tekanan fluida (p) bertindak normal terhadap permukaan dalam pipa melingkar yang memiliki panjang. Pipa memiliki diameter luar, diameter dalam, dan ketebalan dinding, karena tekanan fluida bertindak normal ke pipa di dalam permukaan, kekuatan tekanan dibuat yang mencoba untuk memisahkan satu setengah pipa dari setengah lainnya.

Gambar (b) menunjukkan kekuatan tekanan untuk mendorong ke bawah pada bagian bawah pipa. untuk mencegah bagian bawah pipa memisahkan dari bagian atas, bagian atas menarik ke atas dengan total gaya tarik. satu-setengah dari kekuatan ini ($f/2$) bekerja pada luas penampang (TL) dari masing-masing dinding, seperti yang ditunjukkan pada gambar.



Gambar 2.29 Tegangan Tarik
(www.blogspot.com)

Karena tekanan kekuatan dan gaya tarik total harus sama besarnya, maka:

$$F = F_p = pA$$

Dimana A adalah luas proyeksi setengah pipa permukaan melengkung dinding rendah ke bidang horizontal. Dengan demikian, A sama dengan daerah dari rectangle lebar, dan panjang. Seperti ditunjukkan dalam gambar (b) karenanya:

$$F = pA = p(LD_i)$$

Tegangan tarik pada material pipa sama dengan gaya tarik dibagi dengan vinding luas penampang menahan gaya tarik, ini juga disebut tegangan tarik karena gaya (f) adalah gaya tarik (menarik didaerah dimana ia bertindak).

$$\text{tensile stress} = \frac{\text{force pulling on the pipe wall area}}{\text{pipe wall area over which force acts}}$$

Substitusi:

$$\sigma = \frac{F}{2_t L} = \frac{pA}{2_t L} = \frac{p(LD_i)}{2_t L} = \frac{pD_i}{2t}$$

Seperti dapat dilihat dari persamaan diatas, tegangan tarik meningkat dengan meningkatnya tekanan fluida dan juga sebagai pipa diameter meningkat. Selain itu, meningkat pula tegangan tarik sebagai ketebalan dinding menurun, dan mengukur tinggi pipa tidak memiliki efek pada tegangan tarik.

3. Burst Pressure and Working Pressure

Tekanan ledakan (BP) adalah tekanan fluida yang akan menyebabkan pipa meledak. Hal ini terjadi ketika tegangan tarik (σ) sama dengan kekuatan tarik (s) dari material pipa. Kekuatan tarik material sama dengan tegangan tarik dimana pecah material. Perhatikan bahwa garis aksial juru ditampilkan pada pipa permukaan dinding luar pada gambar (a). Menunjukkan dimana pipa akan mulai retak dan dengan demikian pecah jika tegangan tarik mencapai kekuatan tarik dari material pipa. Pecah ini akan terjadi ketika tekanan fluida (p) mencapai BP tekanan meledak. Dengan demikian, dari persamaan diatas tekanan burst adalah :

$$BP = \frac{2_t S}{D_i}$$

Tekanan fluida beroperasi maksimum dan didefinisikan sebagai tekanan meledak dibagi oleh faktor keselamatan.

$$WP = \frac{BP}{FS}$$

Faktor keamanan menjamin integritas konduktor dengan menentukan tingkat aman maksimum tekanan kerja. Standart industri merekomendasikan faktor keselamatan berdasarkan tekanan operasi yang sesuai.

FS = 8 for pressures from 0 to 1000 psi

FS = 6 for pressures from 1000 to 2500 psi

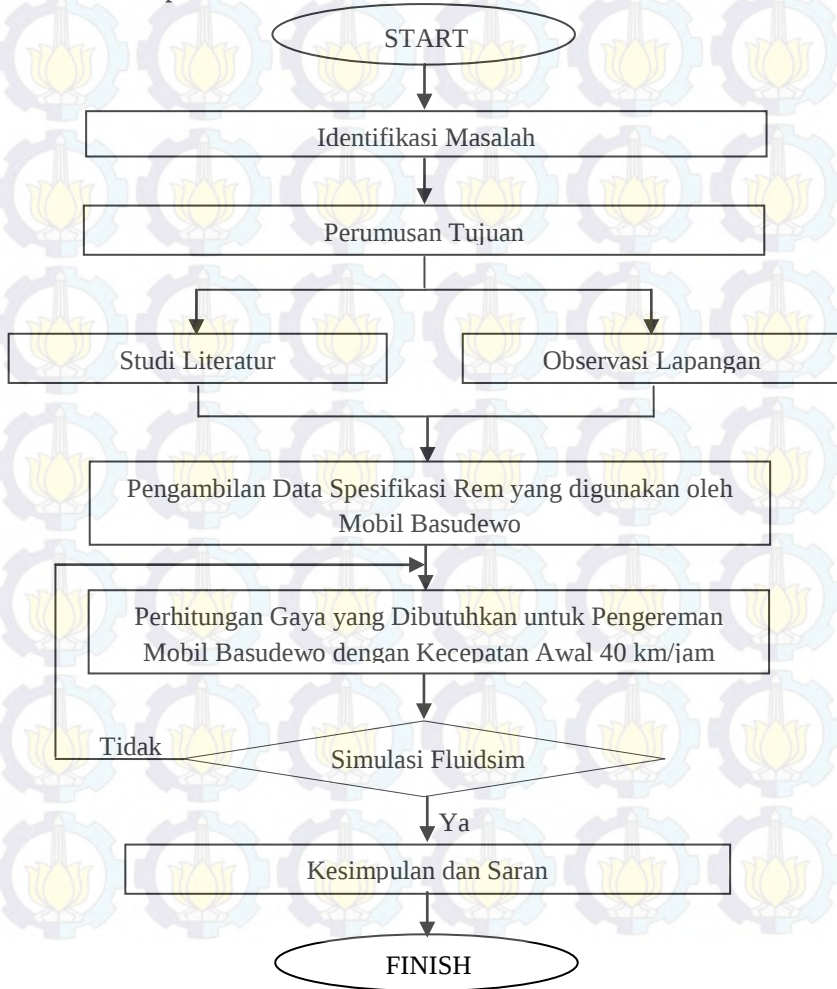
FS = 4 for pressures above 2500 psi.



BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Berikut ini adalah metode penelitian yang dipakai dalam proses perhitungan sistem rem hidraulik pada mobil urban concept ethanol Basudewo:



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

3.2 Penjelasan Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Proses dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini melalui beberapa tahap, diantaranya sebagai berikut :

3.2.1 Tahap Identifikasi

Pada tahapan awal identifikasi dilakukan pengamatan terhadap masalah yang dirumuskan menjadi tujuan dari penelitian. Studi literatur meliputi mencari dan mempelajari bahan pustaka yang berkaitan dengan *Braking System and Braking Equipments*. Studi literatur ini diperoleh dari berbagai sumber *text book* maupun modul yaitu teknologi otomotif teori dan aplikasinya oleh I Nyoman Sutantra, *Automotive Handbook 2nd edition*” oleh Bosch, Teknologi Otomotif edisi ke 2 oleh Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc.,Ph.D dan Dr. Ir. Bambang Sampurno, MT, Analisis Gaya Pada Rem Cakram (*Disc Brake*) Untuk Kendaraan Roda Empat oleh Dr. Ir. Yanuar, Msc., M.Eng, Dita Satyadarma, ST., MT, Burhan Noerdin. Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin oleh Sularso dan Kiyokatsu Suga, dan beberapa sumber lain seperti jurnal ilmiah dan beberapa penelitian terdahulu. Kemudian dilakukan pengamatan lapangan secara langsung mobil Basudewo. Observasi meliputi identifikasi spesifikasi komponen-komponen pada sistem pengereman mobil Basudewo.

3.2.2 Tahap Pengambilan Data dan Analisis

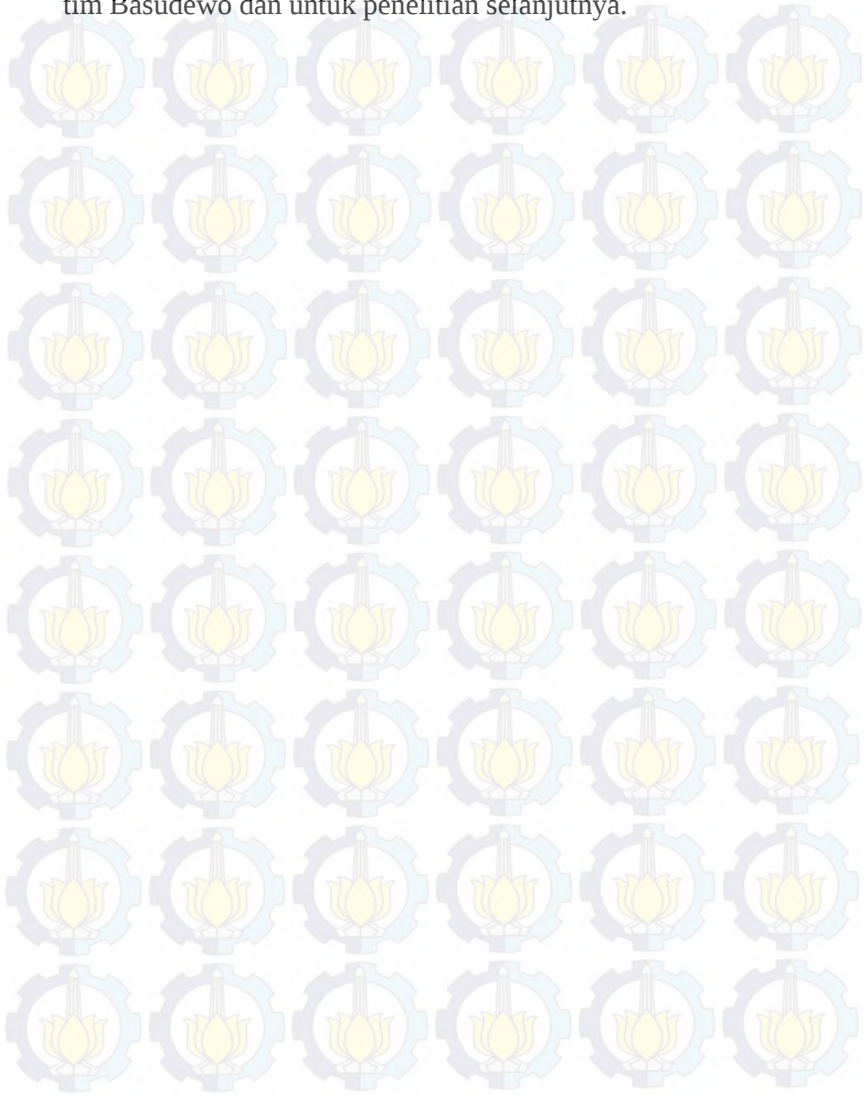
Dari studi literatur dan observasi mengenai sistem pengereman pada mobil Basudewo, dilakukan pengambilan data spesifikasi rem yang digunakan oleh mobil Basudewo.

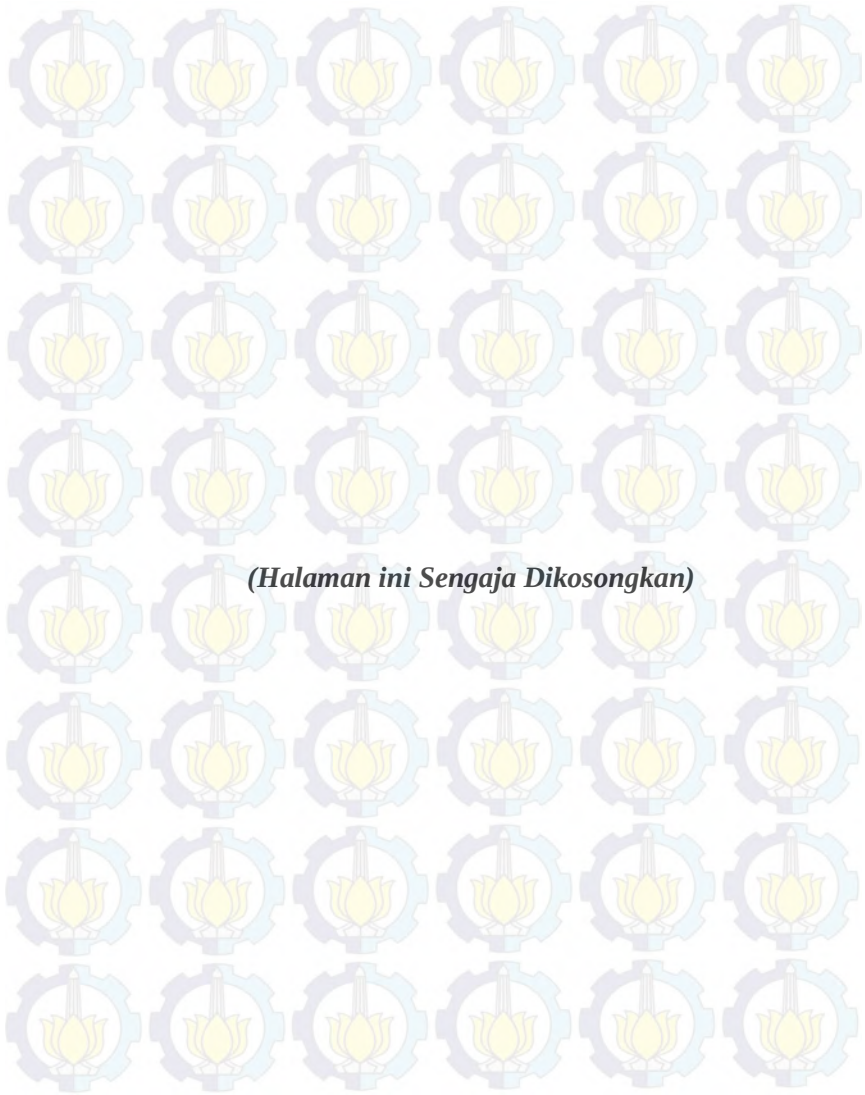
Setelah melakukan pengambilan data yang diperlukan, kemudian dilakukan perhitungan sistem pengereman hidrolik pada *disc brake* mobil Basudewo untuk mencari gaya yang dibutuhkan untuk pengereman dengan kecepatan awal 40 km/jam.

3.2.3 Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran

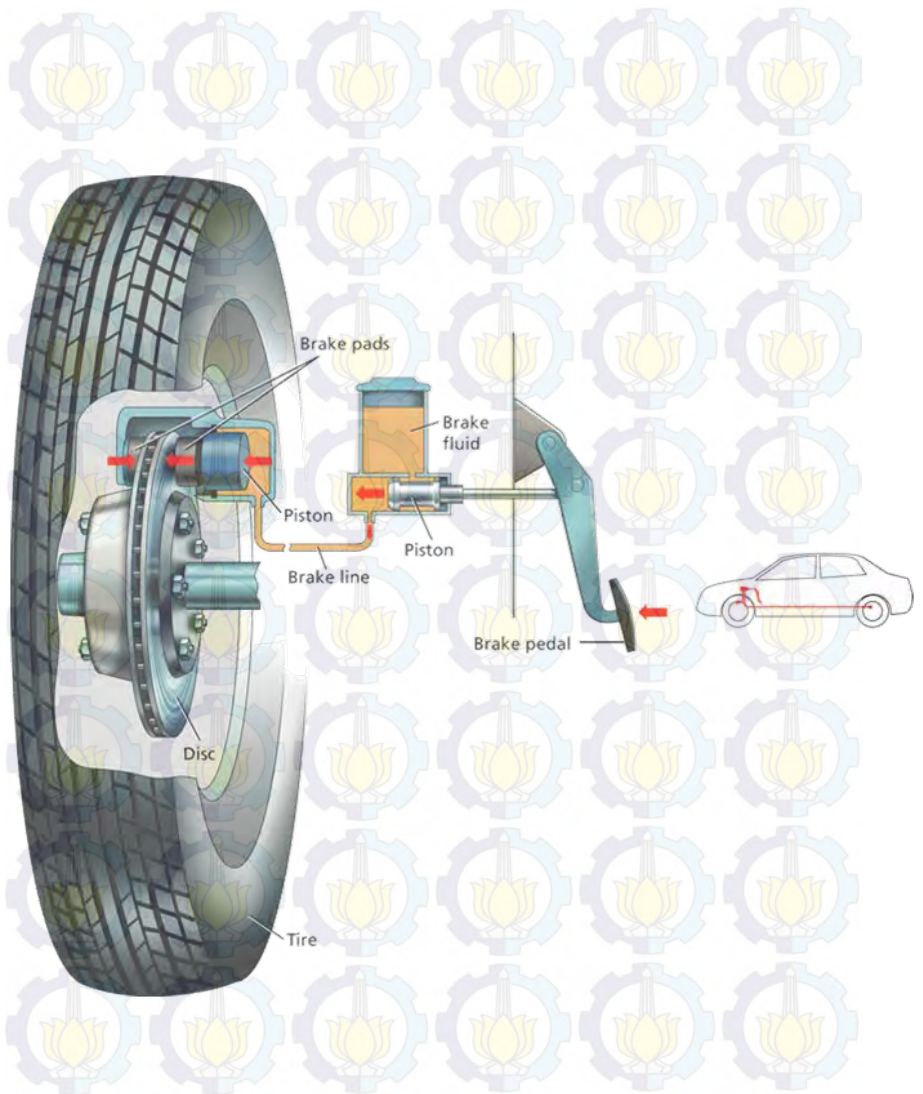
Tahapan ini merupakan ujung dari perhitungan dan analisis sistem pengereman hidrolik pada *disc brake* mobil Basudewo, yaitu dengan menarik kesimpulan yang didapat dari

hasil mencari gaya yang dibutuhkan untuk pengereman dengan kecepatan awal 40 km/jam. Kemudian memberikan saran untuk tim Basudewo dan untuk penelitian selanjutnya.





Lampiran 1



Hytel®-Lined PVC



Co-Extruded Tubing of Hytel & PVC



- Made from FDA-compliant ingredients; suitable for food contact
- Does not contain plasticizers
- Hytel liner resists high temperatures and oils, making it ideal for hot beverage vending machine applications
- Low permeability to refrigerant gases, hydrocarbons and moisture
- Superior barrier and dielectric characteristics — well suited for welding applications
- Odorless, tasteless, and inert
- Good weathering properties — resists U.V. exposure, ozone, gases, moisture and temperatures
- Low adherence of particulates — ideal for air sampling
- Ethylene Oxide (EtO) and autoclave sterilizable
- Hytel liner is REACH compliant



Notes

HYTEL-LINED PVC TUBING is designed to offer the flexibility and durability of PVC tubing with a liner of inert Hytel, made by DuPont, for additional resistance to oils, high temperatures and gas permeability. A patented process molecularly bonds liner and cover to make a virtually inseparable product. This cost-saving co-extrusion permits HYTEL-LINED PVC to be substituted for all-Hytel tubing in many applications.

The Hytel polyester liner offers internal resistance to chemical attack, abrasion and contamination, along with a high degree of resistivity to the adherence of particulates, making HYTEL-LINED PVC exceptionally suited for use in air sampling applications.

HYTEL-LINED PVC TUBING's black PVC cover offers excellent resistance to abrasion and oils, as well as ultraviolet exposure. The pliable PVC also provides a degree of shock resistance and insulates the tubing from electronic interference.

HYTEL-LINED PVC TUBING is made of FDA-sanctioned ingredients for use with food contact surfaces. The tubing is certified for CFR Title 21 Section 177.1550 and CFR Title 21 Section 177.2600. It may be subjected to ethylene oxide and autoclave sterilization processes.

Physical Properties**

	Hytel Liner	PVC Cover
Hardness, Shore D	55	
Hardness, Shore A		80
Tensile Strength, psi	6000	2000
Elongation at Break, %	500	360
Brittle Temperature, °F	-148	-25.6
Max. Operating Temp., °F	160	160
Color	Light Blue	Black

**Values listed are typical for the material used in manufacture, except where noted, and are meant only as a guide to aid in design. Field testing should be performed to find the actual values for your application.

PART NO.	ID (IN.)	OD (IN.)	WALL (IN.)	STANDARD LENGTH (FT.)	LBS. PER 100 FT.
413 0091	.170	1/4	.040	500	3.0
413 0133	1/4	3/8	1/16	500	4.2
413 0217	3/8	1/2	1/16	500	6.0

Sold by standard coil length only. Add length suffix to part number when ordering.
Example: 500 ft. of .170" ID x 1/4" OD tubing is part number 413 0091-500.
BOLD indicates the critical dimension for fittings application.

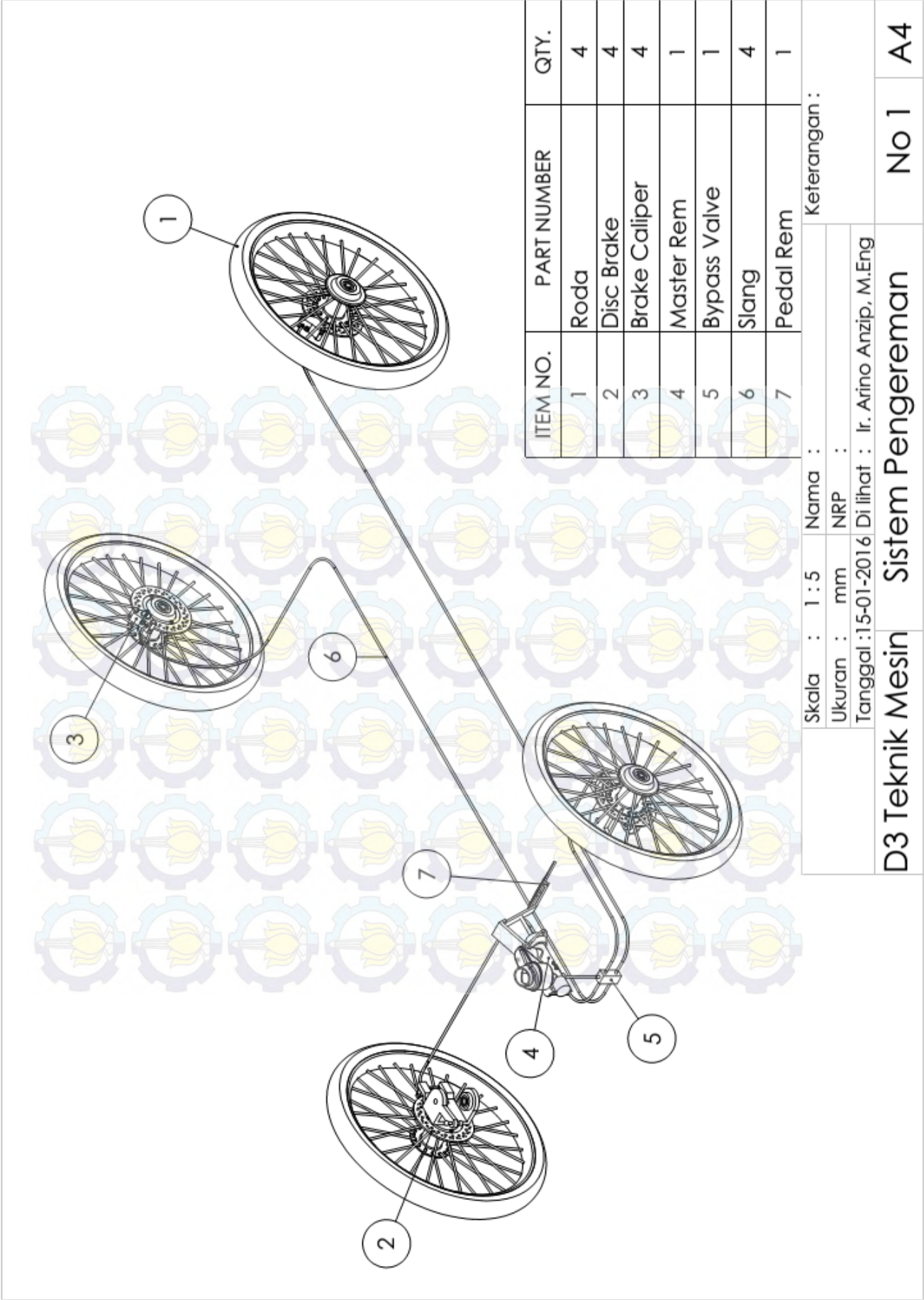
Recommended Fittings & Clamps

- Thermobarb® barbed fittings
- Newloc® push-to-connect fittings
- Oetiker® ear type clamps
- Kwik Clamp™ nylon double bond hose clamps
- Worm gear clamps

Custom Services

- Cut
- Overbraid
- Size
- And More

Call for more information
800-506-3924



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa data, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

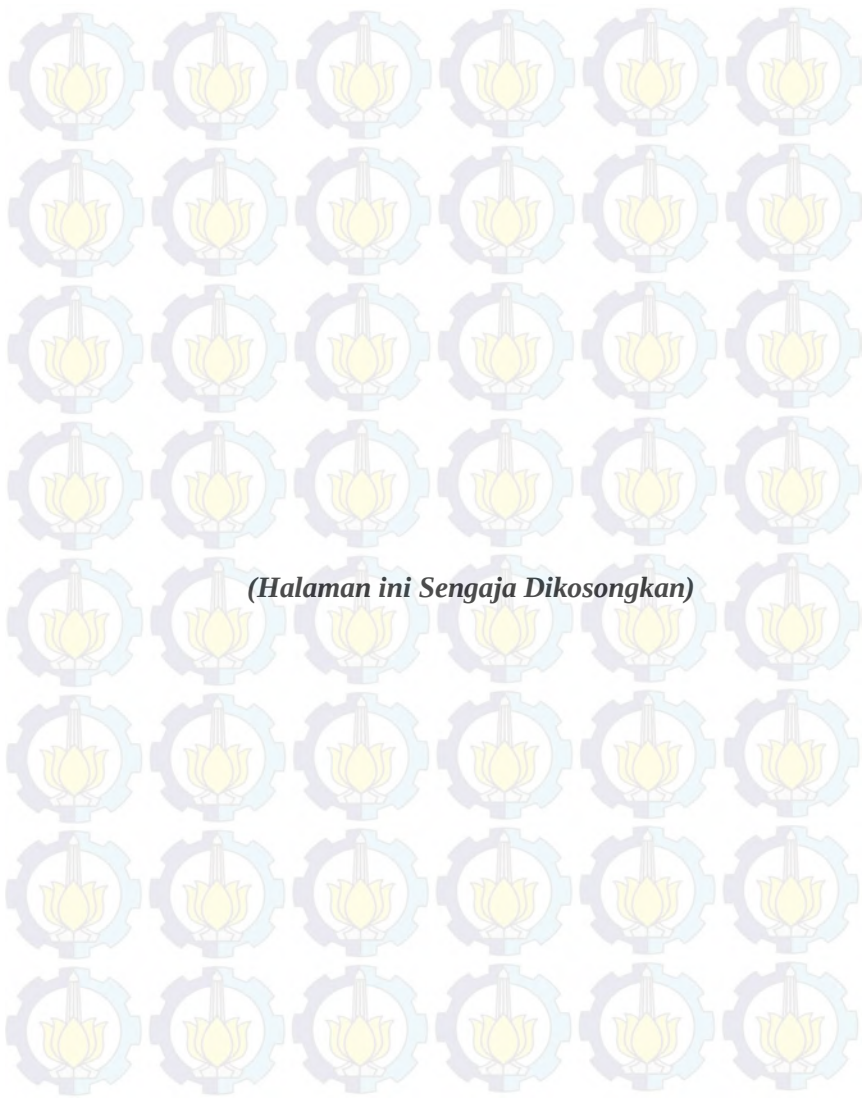
1. Tekanan hidraulik pada selang mobil Basudewo sebesar 470,58823 psi.
2. Gaya yang dibutuhkan untuk mengerem pada keadaan jalan lurus sebesar 1776,72 N sedangkan pada keadaan jalan miring (kemiringan 30^0) sebesar 7782,72 N.
3. Gaya tekan kaki yang dibutuhkan untuk mengerem pada keadaan jalan lurus sebesar 21,41 kgf sedangkan pada keadaan jalan miring (kemiringan 30^0) sebesar 94,1 kgf.

5.2. Saran

Dalam upaya meningkatkan dan memperbaiki performa sistem pengereman, maka pihak Basudewo perlu memperhatikan dalam pemilihan rem maupun piringannya serta pembuatan pedalnya, karena panjang pendek pedal akan mempengaruhi pengereman yang terjadi.

Pada perhitungan sistem pengereman mobil Basudewo ini belum sepenuhnya sempurna. Hal ini dikarenakan masih banyak parameter-parameter yang tidak diikutkan dalam perhitungan.

Semoga penelitian-penelitian pada sistem pengereman mobil Basudewo yang lain mampu memberikan hasil yang lebih akurat. Selain itu, semoga tugas akhir ini mampu dijadikan referensi kepada peneliti lain, serta memberikan manfaat pada pihak Team Basudewo untuk mengetahui kondisi pengereman yang optimal.



(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

Bosch “*Automotive Handbook 2nd edition*”.

Robert, Scharff, New York. 1989. “*Complete Brake System*”. Now Including, Technician`s, Shop Manual.

I Nyoman Sutantra. 2005. “*Teknologi Otomotif-Teori dan Aplikasinya*”. Edisi pertama. Guna Widya. Surabaya.

Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc.,Ph.D dan Dr. Ir. Bambang Sampurno, MT. 2010. “*Teknologi Otomotif*”. Edisi Kedua Guna Widya. Surabaya.

Dr. Ir. Yanuar, Msc., M.Eng, Dita Satyadarma, ST., MT, Burhan Noerdin. “*Analisis Gaya Pada Rem Cakram (Disk Brake) Untuk Kendaraan Roda Empat*”. Universitas Gunadarma.

Toyota.. “*New Step 2 Chasis group*”. PT. Toyota Astra Motor, Jakarta 1995.

Sularso dan Kiyokatsu Suga, “*Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*”, Pradnya Paramita, Jakarta 1991.

http: www.google.com; 26 November 2015.



(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Kota Bojonegoro pada tanggal 25 September 1993, dari pasangan Bapak Sujianto dan Ibu Siti Asiah. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Jenjang pendidikan formal yang pernah ditempuh adalah RA Al-Hidayah Simorejo-Kanor-Bojonegoro, MI-Sholbiyah Simorejo-Kanor-Bojonegoro, SMP Negeri 1 Kanor-Bojonegoro, SMK Negeri 4 Bojonegoro.

Pada tahun 2012 penulis mengikuti ujian masuk Program Diploma III ITS dan diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan NRP 2112 030 067. Penulis mengambil bidang keahlian Manufaktur sesuai dengan kelas yang diikuti.

Penulis aktif dalam mengikuti berbagai pelatihan *leadership* dan organisasi. Pelatihan yang pernah diikuti oleh penulis, antara lain: Pra LKMM TD FTI-ITS, LKMM TD FTI-ITS, PJTD (Pelatihan Jurnalistik Tingkat Dasar), PKTI (Pelatihan Karya Tulis Ilmiah). Organisasi yang pernah diikuti oleh penulis, yaitu: Himpunan Mahasiswa D3 Teknik Mesin 2013-2014 (staff HUMAS)

Alamat email: Serly_Ardian@yahoo.com