

**TUGAS AKHIR**  
**PEMBUATAN SISTEM PENEREMAN PADA *FORKLIFT***  
**MINI KAPASITAS 200 Kg UNTUK USAHA KECIL**  
**MENENGAH (UKM)**

Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

**Disusun oleh:**

**MUHAMMAD AFRI YUDA**  
**1407230187**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

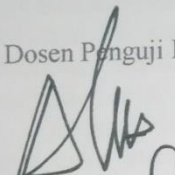
Nama : Muhammad Afri Yuda  
NPM : 1407230187  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Pembuatan sistem pengereman Pada *Forklift* Mini  
Kapasitas 200 Kg Untuk Usaha Kecil Menengah (UKM)  
Bidang ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

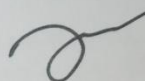
Medan, 11 Maret 2019

Mengetahui dan menyetujui:

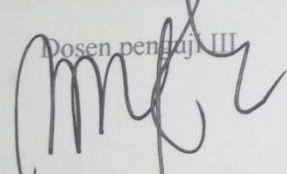
Dosen Penguji I

  
Sudirman Lubis, S.T., M.T

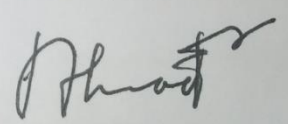
Dosen penguji II

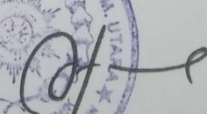
  
Bekti Suroso, S.T., M.Eng

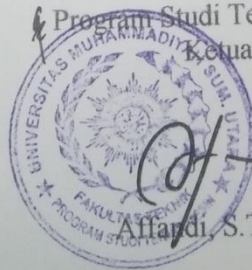
Dosen penguji III

  
Muhammad Yani, S.T., M.T

Dosen penguji IV

  
Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,  
  
Affandi, S.T., M.T



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Afri Yuda  
Tempat /Tanggal Lahir : Medan. 29 April 1995  
NPM : 1407230187  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“Pembuatan Sistem Pengereman Pada Forklift Mini Kapasitas 200 Kg Untuk Usaha Kecil Menengah (UKM)”**,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

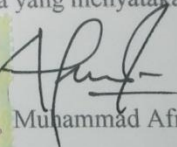
Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 11 Maret 2019

Saya yang menyatakan,



  
Muhammad Afri Yuda

## ABSTRAK

*Forklift* sekarang ini banyak dibutuhkan untuk pengoperasian pemindahan barang di gudang. Setiap perusahaan besar seperti perusahaan manufaktur hampir secara keseluruhan memiliki *forklift*. Namun pada saat ini perkembangan teknologi jelas terlihat pada bidang usaha kecil menengah (UKM), dampak dari usaha kecil menengah ini banyak kita rasakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti usaha toko swalayan. Terdesak dari hal tersebut manusia berusaha menciptakan *forklift* dengan skala kecil. Dengan penggunaan alat ini diharapkan dapat mengurangi biaya jasa pengangkatan barang pada usaha kecil menengah. Salah satu sistem yang penting pada *forklift* adalah sistem pengereman, sistem pengereman berfungsi agar kendaraan dapat mengerem karena laju kendaraan tidak tetap. Dalam tugas akhir ini penulis akan menciptakan sistem pengereman berbeda dengan *forklift* yang asli, maka penulis akan membahas tentang salah satu bagian dari *Forklift* mini yaitu, dengan judul Pembuatan Sistem pengereman pada *forklift* mini kapasitas 200 kg untuk usaha kecil menengah (UKM). Tujuan dari penulisan tugas akhir ini ialah Untuk membuat bagian-bagian sistem pengereman dan menguji sistem pengereman yang telah dibuat pada. Bagian komponen-komponen dari sistem pengereman yang akan dibuat yaitu, piringan cakram, dudukan caliper, pedal rem, dan poros roda, sedangkan untuk komponen kaliper rem, master rem, kanpas rem dan selang rem yaitu merupakan komponen yang sudah jadi (komponen sepeda motor). Pengujian sistem pengereman *forklift* ini dilakukan dengan 3 tahap kecepatan dan 3 tahapan kecepatan pengereman, dimulai dari garis awal *forklift* start, bergerak jalan hingga akhir *forklift* berhenti. Maka didapat hasil kecepatan pertama  $v = 2,5$  m/s, kecepatan kedua  $v = 3,8$  m/s dan kecepatan ketiga  $v = 5,18$  m/s. Untuk hasil kecepatan pengereman pada *forklift* didapat hasil kecepatan pengereman pertama hasil 0,6 m/s 2,16 km/jam, kecepatan pengereman kedua hasil 0,6 m/s 2,16 km/jam dan kecepatan pengereman ketiga hasil 1,75 m/s 2,7 km/jam. Dengan melihat hasil dari pengujian sistem pengereman pada *forklift* mini ini, maka rem pada *forklift* aman dan layak untuk digunakan.

Kata kunci : Sistem pengereman, Rem cakram, *Forklift* mini 200 kg

## ABSTRACT

*Forklifts are currently needed for the operation of moving goods in warehouses. Every large company like a manufacturing company almost entirely owns a forklift. However, at present the technological development is clearly seen in the field of small and medium enterprises (SMEs), we feel the impact of small medium businesses in our daily lives, such as supermarkets. Urged from this, humans try to create small-scale forklift. With the use of this tool, it is expected to reduce the cost of lifting goods in small and medium businesses. One important system on the forklift is the braking system, the braking system functions so that the vehicle can brake because the speed of the vehicle is not fixed. In this final project the author will create a different braking system with the original forklift, then the author will discuss about one part of the Forklift mini, namely, with the title Making braking system on a mini forklift capacity of 200 kg for small and medium enterprises (SMEs). The purpose of this thesis is to make parts of the braking system and test the braking system that has been made on. Parts of the braking system that will be made are, disk discs, caliper holder, brake pedal, and wheel shaft, while for brake caliper components, master brake, brake pads and brake hoses which are finished components (motorcycle components). The testing of the forklift braking system is carried out with 3 stages of speed and 3 stages of braking speed, starting from the starting line of the forklift start, moving the road until the end of the forklift stops. Then the results of the first velocity  $v = 2.5 \text{ m / s}$ , the second velocity  $v = 3.8 \text{ m / s}$  and the third speed  $v = 5.18 \text{ m / s}$ . For the results of the braking speed on the forklift obtained the results of the first braking speed of  $0.6 \text{ m / s}$   $2.16 \text{ km / h}$ , the second braking speed is  $0,6 \text{ m/s}$   $2,16 \text{ km/h}$  and the third braking speed is  $1,75 \text{ m/s}$   $2,7 \text{ km/h}$ . By looking at the results of testing the braking system on this mini forklift, the brakes on the forklift are safe and feasible to use.*

*Keywords: Braking system, disc brakes, small forklift 200kg*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhaanahu Wa ta'ala yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pembuatan Sistem Pengereman Pada *Forklift* Mini Kapasitas 200 Kg Untuk Usaha Kecil Menengah (UKM)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Muhammad Yani, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Sudirman Lubis,S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
4. Bapak Bakti Suroso, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
5. Bapak Affandi, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
8. Orang tua penulis: suryadi dan sepi rubianti, yang selalu memberikan semangat dan tidak lupa berhenti untuk selalu berdoa kepada penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis: Bayu prasetyo, Yudistira Suganda, M.Rizky Riadi, Muhammad Afri Yuda, Eko Saigabe yang selalu memberikan masukan serta kerja sama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, dan tak lupa

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik Mesin.

Medan, 11 Maret 2019

Muhammad Afri yuda

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Batasan masalah	2
1.4. Tujuan	2
1.4.1. Tujuan umum	2
1.4.2. Tujuan khusus	2
1.5. Manfaat	2
1.6. Sistematika penulisan	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. Defenisi <i>Forklift</i>	4
2.2. Jenis-jenis <i>Forklift</i>	5
2.3. Prinsip Kerja Sistem Pengereman Pada <i>Forklift</i> Secara Umum	6
2.4. Bagian Terpenting <i>Forklift</i> Mini	7
2.4.1 Cara kerja rem cakram	11
2.5. Perpindahan Panas Pada Kampas Rem	14
2.5.1 Jenis Kampas Rem Menurut Klasifikasi Internasional	15
2.6. Prinsip Kerja Rem Cakram	17
2.7. Tekanan Pengereman dan Kecepatan Putar Roda Pada Rem Cakram	18
2.8. Penentuan Efisiensi Pengereman	18
2.9. Karakteristik Dasar Pemilihan Bahan	18
<b>BAB 3 METODELOGI PELAKSANAAN</b>	<b>21</b>
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	21
3.1.1 Tempat Pelaksanaan	21
3.1.2 Waktu Penelitian	22
3.2 Alat	22
3.2.1. Alat-alat yang digunakan	22
3.3 Perencanaan pembuatan	29
3.4 Diagram Alir Pelaksanaan	31



<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>32</b>
4.1 Pembuatan sistem pengereman.	32
4.2 Bahan-bahan	34
4.2.1 Bahan-bahan yang dipakai pada pembuatan pengereman <i>Forklift</i>	34
4.3 Proses Pembuatan sistem pengereman	33
4.4 Proses Perakitan	44
4.4.1 Pemasangan piringan cakram pada poros roda	44
4.4.2 Pemasangan poros dan roda dengan <i>chasis</i> atau rangka	44
4.4.3 Pemasangan dudukan kaliper	45
4.4.4 Pemasangan kaliper	45
4.4.5 Pemasangan selang rem	46
4.4.6 Pemasangan master rem	46
4.4.7 Pemasangan pedal rem	46
4.5 Prosedur Pengujian Sistem Pengereman Pada <i>Forklift</i>	47
4.5.1 Pengujian sistem rem pada <i>Forklift</i> dilakukan dengan sederhana.	47
 <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	 <b>50</b>
5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran	51
 <b>DAFTAR PUSTAKA</b>	 <b>52</b>
 <b>LAMPIRAN</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1 Keunggulan dan kelemahan tipe rem drum ( <i>drum brake</i> )	10
2. Tabel 2.2 Daftar jenis kaliper, diameter piston kaliper dan diameter piston master pada sistem rem cakram	20
3. Tabel 3.1 Waktu kegiatan saat melakukan pelaksanaan	21
4. Tabel 3.2 Alat-alat yang digunakan untuk mendukung proses analisa tugas akhir	22
5. Tabel 4.1 Bahan-bahan pembuatan sistem pengereman	33
6. Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian dari sistem pengereman <i>Forklift</i>	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Forklift</i>	4
Gambar 2.2 Jenis <i>Forklift</i> Sumber Energi Diesel / LPG	6
Gambar 2.3 Jenis <i>Forklift</i> Sumber Sumber Energi Listrik	6
Gambar 2.4 Rem	7
Gambar 2.5 Rem drum ( <i>drum brake</i> )	8
Gambar 2.6 Rem Cakram	8
Gambar 2.7 Rem drum ( <i>drum brake</i> )	9
Gambar 2.8 Rem Cakram	10
Gambar 2.9 Saat tidak ada pengereman.	11
Gambar 2.10 Saat ijakan rem ringan	12
Gambar 2.11 Saat terjadinya pengereman	12
Gambar 2.12 Saat pedal rem dibebaskan	13
Gambar 2.13 Kampas Rem Cakrem / <i>Brake pad</i>	16
Gambar 3.1. Mesin Las	23
Gambar 3.2 Gerinda Tangan	23
Gambar 3.3 Gerinda Potong	24
Gambar 3.4 Gerinda Asah	24
Gambar 3.5 Mesin bor Tangan	24
Gambar 3.6 Mata Bor	25
Gambar 3.7 Ragum	25
Gambar 3.8 Baut dan Mur	25
Gambar 3.9 Kawat Las	26
Gambar 3.10 Ring Pelat dan Ring pegas	26
Gambar 3.11 Kunci Ring	26
Gambar 3.12 Kunci Pas	27
Gambar 3.13 Kunci Sok	27
Gambar 3.14 Gagang Sok	27
Gambar 3.15 Kunci Inggris	28
Gambar 3.16 Meteran	28
Gambar 3.17 Mesin Bubut	28
Gambar 3.3 Diagram Alir Pelaksanaan	31
Gambar 4.1 Rem pada <i>Forklift</i>	32
Gambar 4.2 Desain piringan cakram	34
Gambar 4.3 Besi Pelat 3mm	34
Gambar 4.4 Pembubutan piringan cakram	35
Gambar 4.5 Piringan cakram	35
Gambar 4.6 Besi pelat	35
Gambar 4.7. Pengukuran bahanudukan kaliper	36
Gambar 4.8 Pengeboran lubang dudukan kaliper	36
Gambar 4.9 Proses Pemotongan Besi	37
Gambar 4.10 Dudukan kaliper	37
Gambar 4.11 Kaliper ( <i>Cylinder Body</i> )	38
Gambar 4.12 Selang Rem	38
Gambar 4.13 Master rem	39
Gambar 4.14 Desain Pedal Rem	39

Gambar 4.15 Besi Pelat	40
Gambar 4.16 Pengukuran bahan	40
Gambar 4.17. Penyambungan pembuatan pedal rem	41
Gambar 4.18 Pedal Rem yang sudah selesai dibuat	41
Gambar 4.19 Selang Rem	42
Gambar 4.20 Kampas Rem ( <i>Pad Brake</i> )	42
Gambar 4.21 Desain dan ukuran poros	43
Gambar 4.22 Pembubutan poros roda	43
Gambar 4.23 Poros Roda	43
Gambar 4.24 Roda <i>forklift</i> mini	44
Gambar 4.25 Pemasangan Piringan cakram dengan poros roda	44
Gambar 4.26 Pemasangan poros roda	45
Gambar 4.27 Pemasanganudukan kaliper	45
Gambar 4.28 Pemasangan kaliper	45
Gambar 4.29 Pemasangan selang rem	46
Gambar 4.30 Pemasangan master rem	46
Gambar 4.31 Pemasangan pedal rem	47
Gambar 4.32 Grafik kecepatan <i>forklift</i>	48
Gambar 4.33 Grafik kecepatan pengereman	50

## DAFTAR NOTASI

<b>Simbol</b>	<b>Kegunaan</b>	<b>Satuan</b>
F	Gaya Pada Pedal Rem	(kgf)
a	Jarak Dari Pedal Rem Ke <i>Fulcrum</i> / Tumpuan	mm
b	Jarak Dari <i>push rod</i> ke <i>Fulcrum</i>	mm
F <sub>k</sub>	Gaya Yang Dihasilkan Dari Pedal Rem	kg
P <sub>e</sub>	Tekanan Hidrolik	(kg/cm <sup>2</sup> )
d <sub>m</sub>	Diameter Silinder Pada Master Silinder	(cm)
F <sub>p</sub>	Gaya Yang Menekan Pad Rem	(kgf)
D	Diameter Silinder Roda	mm
F <sub>μ</sub>	Gaya Gesek Pengereman	(kgf)
μ	Koefisien Gesek	m/s
d <sub>l</sub>	Diameter Silinder Cakram	mm
v	Kecepatan	m/s
s	Jarak tempu	m/s
t	Waktu	m/s
t <sup>1</sup>	Waktu Berhenti	m/s
t <sup>0</sup>	Waktu Awal	m/s

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

*Forklift* sekarang ini banyak dibutuhkan untuk pengoperasian pemindahan barang di gudang. Setiap perusahaan besar seperti perusahaan manufaktur hampir secara keseluruhan memiliki *Forklift*. Hampir setiap gudang setidaknya punya satu *Forklift*. Namun pada saat ini perkembangan teknologi jelas terlihat pada bidang usaha kecil menengah (UKM), dampak dari usaha kecil menengah ini banyak kita rasakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti usaha toko swalayan. Saat ini harga *Forklift* terbilang sangat mahal bagi kalangan usaha kecil menengah, terdesak dari hal tersebut manusia berusaha menciptakan *Forklift* dengan skala kecil. Dengan penggunaan alat ini diharapkan dapat mengurangi biaya jasa pengangkatan barang pada usaha kecil menengah.

*Forklift* memiliki banyak komponen pendukung. Komponen tersebut dirancang sehingga fungsi tiap komponen saling berkaitan. Keterkaitan tiap komponen disebut sistem. Salah satu sistem yang penting pada *forklift* adalah sistem pengereman. Sistem pengereman berfungsi agar kendaraan dapat mengerem karena laju kendaraan tidak tetap.

Dalam tugas akhir ini penulis akan menciptakan sistem pengereman berbeda dengan *forklift* yang asli, yang nantinya akan dibangun dan dapat di gunakan pada *forklift* mini kapasitas 200 kg untuk usaha kecil menengah, khususnya pada bidang usaha toko swalayan, maka penulis akan membahas tentang salah satu bagian dari *Forklift* mini yaitu, pembuatan sistem pengereman pada *Forklift* mini dengan judul “Pembuatan Sistem pengereman Pada *Forklift* Mini Kapasitas 200 kg Untuk Usaha Kecil Menengah (UKM)”. Alasan penulis memilih judul ini ialah bagaimana pembuatan sistem pengereman yang tepat dan dapat diaplikasikan untuk *Forklift* mini. Penulis mengharapkan agar sistem pengereman ini benar-benar dapat berkerja sesuai dengan harapan. Dengan proyek tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi semua kalangan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam tugas sarjana ini adalah :

1. Bagaimana pembuatan sistem rem pada *Forklift* mini yang aman ?
2. Bagaimana membuat sistem pengereman, dibuat sesuai dengan tujuan pembuatan perancangan pada *Forklift* mini.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas sarjana ini adalah :

1. Produk yang digunakan kanpas rem original ( *non asbestos* ) dan kanpas rem replika ( *non asbestos* ).
2. Bahan yang digunakan untuk piringan cakram besi baja.
3. Sistem pengereman pada pembuatan ini menggunakan poros roda depan untuk mengendalikan pengereman.

## 1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas sarjana ini adalah :

### 1.4.1. Tujuan umum

1. Pembuatan sistem pengereman pada *Forklift* mini kapasitas 200 kg untuk usaha kecil menengah (UKM)

### 1.4.2. Tujuan khusus

- 1.5 Untuk membuat bagian-bagian sistem pengereman pada *Forklift* mini kapasitas 200 kg untuk usaha kecil menengah (UKM)

- 1.6 Menguji sistem pengereman yang telah dibuat pada *Forklift* mini

## 1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penyusun tugas sarjana ini adalah :

1. Pembuatan ini dapat dijadikan referensi pada pembuatan sistem pengereman sederhana yang lain
2. Sebagai sarana penerapan ilmu sistem pengereman teknik mesin.
3. Mengetahui proses pengereman *Forklift* mini kapasitas 200 kg.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Agar penulisan skripsi ini dapat dilaksanakan dengan mudah dan sistematis, maka pada penulisan skripsi ini disusun tahapan tahapan sebagai berikut :

1. BAB 1 : Pendahuluan, berisikan latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah,tujuan,manfaat,dan sistematika penulisan.

2. BAB 2 : Tinjauan pustaka, berisikan pembahasan tentang teori – teori yang mendasari kinerja sistem pengereman. Diperoleh dari berbagai referensi yang dijadikan landasan dan rujukan dalam pelaksanaan proses pengujian *forklift* mini kapasitas 200 kg .
3. BAB 3 : Metode pelaksanaan, berisikan tentang alat – alat dan bahan serta proses pengujian yang digunakan untuk menganalisa terhadap kerja rem *forklift* mini kapasitas 200 kg.
4. BAB 4 : Hasil dan pembahasan, berisikan tentang hasil pengujian kinerja rem *Forklift* mini kapasitas 200 kg.
5. BAB 5 : Kesimpulan dan saran, berisikan penjelasan singkat secara garis besar dari hasil pengujian kinerja rem *Forklift* mini kapasitas 200 kg.



## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Definisi *Forklift*

*Forklift* (gambar 2.1) adalah mesin yang menggunakan dua *fork* untuk mengangkat dan menempatkan beban ke posisi yang biasanya sulit dijangkau. *Forklift* umumnya terbagi dalam dua kategori yaitu untuk medan industri dan kasar. *Forklift* umum digunakan dalam gudang rumah dan di sekitar dermaga truk dan kereta. Mereka memiliki ban kecil yang dirancang untuk berjalan pada permukaan aspal dan biasanya didukung oleh sebuah mesin pembakaran internal yang berbahan bakar bensin, solar, atau bahan bakar propana. Beberapa *forklift* industri kecil yang didukung oleh sebuah motor listrik berjalan dari baterai internal. *Forklift* medan kasar, seperti namanya, dirancang untuk berjalan pada kasar, permukaan beraspal. *Forklift* umumnya digunakan di seluruh lokasi konstruksi atau dalam aplikasi militer. Alat ini memiliki besar, ban pneumatik dan biasanya didukung oleh sebuah mesin pembakaran internal yang berjalan pada bensin, solar, atau bahan bakar propana. *Forklift* medan kasar dapat memiliki sebuah menara vertikal, yang mengangkat beban lurus ke atas, atau ledakan teleskopis, yang mengangkat beban dan keluar dari dasar mesin (Wagino,2012).



Gambar 2.1 *Forklift*.

*Forklift* awal digunakan di sekitar lokasi konstruksi dan bisa mengangkat sekitar 1.000 pon (454 kg) hingga ketinggian 30 inci (76 cm). Perkembangan pesat dari *forklift* menara vertikal untuk keperluan industri disesuaikan dengan *forklift* medan kasar juga. Pada pertengahan 1950-an, kapasitas dari 2.500 lb (1.135 kg) dan tinggi angkat hingga 30 kaki (9 m) yang tersedia.

*Forklift* sekarang ini banyak dibutuhkan untuk pengoperasian gudang. Setiap perusahaan atau perusahaan manufaktur hampir secara keseluruhan memiliki *forklift*. Hampir setiap gudang setidaknya punya satu *forklift*, sebuah perangkat yang dapat mengangkat puluhan bahkan ratusan kilogram dengan bantuan dua garpu terbuat dari logam besi. *Forklift* adalah kendaraan seperti truk kecil, yang dikendarai oleh operator yang bisa mengangkat kontainer atau bahan menggunakan dua buah garpu. *Forks*, juga disebut *tines* atau pisau, biasanya terbuat dari baja dan mampu mengangkat berat berton-ton.

*Forklift* juga merupakan kendaraan yang difungsikan sebagai alat angkut dalam pemindahan barang berkapasitas besar baik indoor maupun outdoor, termasuk dalam kegiatan bongkar muat barang di pelabuhan, pabrik, gudang, ekspedisi, supermarket, dan lain-lain. Dioperasikan secara electric untuk dapat menaik turunkan beban serta bermanuver dengan jarak yang cukup jauh. Operator dapat dengan mudah mengoperasikan alat ini dengan duduk diatas cab operator yang telah disediakan dengan beragam fitur, diantaranya layar LCD digital multi fungsi, tombol kendali kecepatan, alarm, rem otomatis, sabuk pengaman, dan lain-lain (Wagino,2012).

## 2.2 Jenis – jenis *Forklift*

Menurut sumber energi yang digunakan, ada 2 macam jenis *forklift* yang saat ini populer digunakan.

### 1. *Forklift diesel*

*Forklift* ini (gambar2.2) menggunakan mesin diesel sebagai penggerakannya. Secara otomatis, *forklift* ini berbahan bakar solar dan biasanya memiliki jenis ban yang terbuat dari karet seperti ban kendaraan pada umumnya.



Gambar 2.2 Jenis *Forklift* Sumber Energi Diesel / LPG

## 2. Forklift electric

*Forklif* ini (gambar 2.3) menggunakan tenaga baterai sebagai sumber energinya. *Baterai* ini mempunyai *lifetime* sehingga diperlukan sebuah alat untuk *merrecharge* sehingga *baterai* dapat berfungsi kembali. Fungsi perawatan ini sangat penting untuk kelangsungan hidup dari sebuah *baterai*.



Gambar 2.3 Jenis *Forklift* Sumber Energi Listrik

### 2.3 Prinsip Kerja Sistem Pengereman Pada *Forklift* Secara Umum

Pada *forklift* terdapat suatu alat yang disebut dengan sistem pengereman. Fungsi Pengereman ini adalah elemen penting pada sebuah kendaraan yang berfungsi untuk mengurangi dan menghentikan laju kendaraan. Sejalan dengan pengembangan mesin penggeraknya, saat ini kendaraan dapat bergerak sangat cepat sehingga memerlukan rem yang juga mungkin baik. Pada tahun 1902 Louis Renault menemukan rem jenis drum yang bekerja dengan sistem gesek untuk kendaraan.

Peralatan utama rem gesek ini terdiri dari drum dan penggesek. Drum dipasang pada sumbu roda, sedangkan penggesek pada bagian bodi kendaraan dan didudukan pada mekanisme yang dapat menekan drum. Ketika kendaraan bergerak, maka drum berputar sesuai putaran roda. Pengereman dilakukan dengan cara menekan penggesek pada permukaan drum sehingga terjadi pengurangan energi kinetik (kecepatan) yang diubah menjadi energi panas pada bidang yang bergesek.

Hingga saat ini, rem utama kendaraan yang dikembangkan masih menggunakan sistem gesek sebagaimana ditemukan pertama kali. Pengembangan dilakukan pada mekanisme untuk meningkatkan gaya dan mode penekanan serta sifat material permukaan gesek yang tahan terhadap tekanan dan temperatur

tinggi. Pada umumnya bahan material gesek yang digunakan adalah jenis asbestos atau logam hasil sinter dengan bahan induk besi atau tembaga. koefisien gesek asbestos lebih baik tetapi kurang tahan terhadap tekanan. Sebaliknya logam sinter koefisien geseknya lebih kecil tetapi tahan terhadap tekanan dan temperatur tinggi. (Anonim. 2005).

## 2.4 Bagian Terpenting *Forklift* Mini

### 1. Rem

Rem suatu bagian yang Peranannya sangat penting untuk kendaraan, misalnya pada *forklift*, mobil, sepeda motor, dan sebagainya. Sehingga untuk merencanakan sistem pengereman rem menerima beban kecepatan maju, mundur dan putaran mesin. Roda biasa dihentikan untuk meredam gesekan yang ditimbulkan, seperti yang ditunjukkan gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4 Rem

#### a. Macam - Macam Rem

Ada beberapa macam jenis rem diantaranya yaitu :

##### a. Rem drum (*drum brake*)

Rem drum bekerja atas dasar gesekan antara sepatu rem dengan drum yang ikut berputar dengan putaran roda kendaraan. Agar gesekan dapat memperlambat kendaraan dengan baik maka, sepatu rem di buat dari bahan yang mempunyai koefisien gesek yang tinggi. Seperti yang ditunjukkan gambar 2.5.



Gambar 2.5 Rem drum (*drum brake*)

b. Rem cakram (*brake pad*)

Rem cakram perangkat pengereman yang digunakan pada kendaraan modern. biasanya dipasangkan pada roda kendaraan, untuk menjepit cakram digunakan kaliper yang digerakkan oleh piston untuk mendorong sepatu rem (*brake pads*) ke cakram. pada ram cakram dilengkapi dengan Seperti yang ditunjukkan gambar 2.6 di bawah ini.



Gambar 2.6 Rem Cakram

b. Hal penting yang perlu diperhatikan dalam sisitem pengereman adalah sebagai berikut:

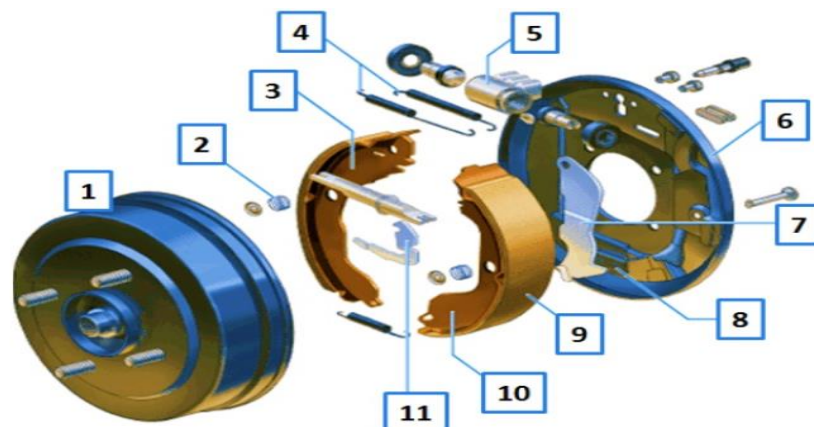
1) Rem drum (*drum brake*)

Rem drum (*drum brake*) 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 *forklift*. ( Anonim, 2003: 5-54)

Komponen-komponen pada tipe Rem drum (*drum brake*) yaitu :

- a. Tromol rem.
- b. Tuas penyetel otomatis.
- c. Penyetel otomatis.
- d. Pegas pembalik sepatu.
- e. Silinder roda.
- f. Plat penahan.
- g. Tuas pemegang.
- h. Pegas jangkar.
- i. Sepatu rem.
- j. Tapak rem.
- k. Pelat penahan pegas.

Untuk lebih jelasnya Seperti yang ditunjukkan gambar 2.7 di bawah ini.



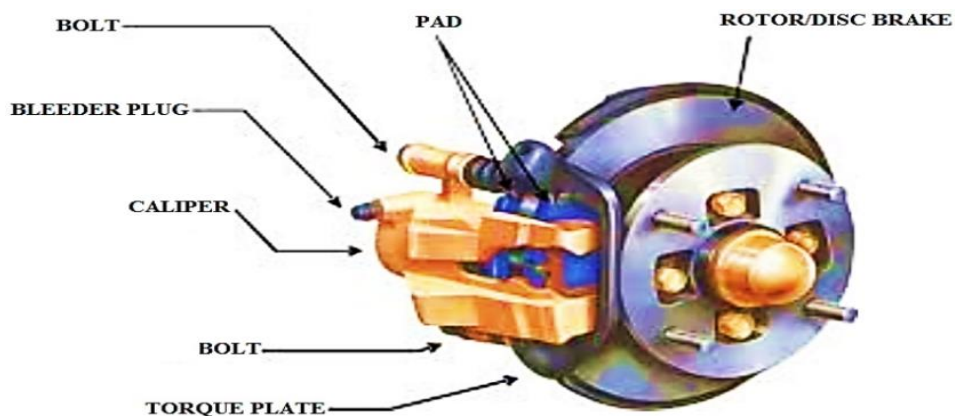
Gambar 2.7 Rem drum (*drum brake*)

Tabel 2.1. Keunggulan dan kelemahan tipe rem drum (*drum brake*)

No	Tipe Rem	Keunggulan	Kekurangan
1	Rem drum	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak mudah terkontaminasi kotoran dan debu karena letaknya berada diruangan tertutup.</li> <li>- Biaya yang diperlukan untuk menggunakan sistem rem tromol lebih murah dibandingkan dengan rem cakram selain itu penggunaan sistem remnya juga mudah.</li> <li>- Kinerja pengereman yang lembut, disebabkan karena sistem rem memanfaatkan gaya gesek antara kanvas.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rem tidak terlalu pakem jika dibandingkan dengan rem cakram jika dibandingkan dengan rem cakram.</li> <li>2. rem tromol tidak indah secara visual dari segi penampilan.</li> <li>3. material kanvas yang lebih cepat aus dibandingkan pada kanvas rem cakram.</li> </ol>

## 2) Rem cakram (*brake pad*)

Rem cakram perangkat pengereman yang digunakan pada kendaraan modern. biasanya dipasangkan pada roda kendaraan, untuk menjepit cakram digunakan kaliper yang digerakkan oleh piston untuk mendorong sepatu rem (*brake pads*) ke cakram. Berikut adalah komponen-komponen pada tipe rem cakram. Untuk lebih jelasnya dengan Seperti yang ditunjukkan gambar 2.8 di bawah ini.



Gambar 2.8 Rem Cakram

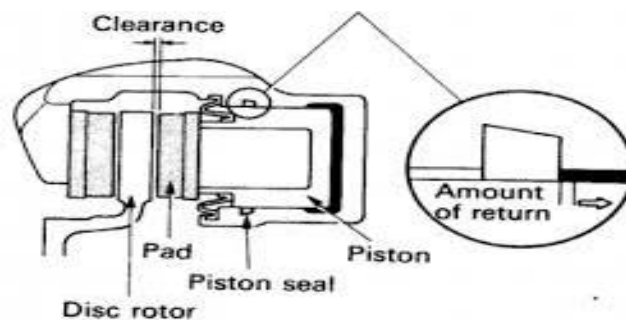
Untuk menyeimbangi pembebanan pada rem cakram, blok rem diletakkan di anantara kedua sisi cakram dan untuk mendinginkan cakram yang panas akibat gesekan saat pengereman, dibuat lubang-lubang kecil pada cakram dimana udara sebagai pendingin dapat mengalir melalui lubang tersebut.

#### 2.4.1 Cara kerja rem cakram

Saat kita menginjak pedal 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 pelastik atau besi tuang atau alumunium alloy dan tergabung dengan silinder. Ujung dari pada maseter silinder di pasang tutup karet untuk memberikan seal yang baik dengan silindernya, dan npada ujung yang lain juga diberikan tutup karet untuk mencegah kebocoran cairan.

##### Cara kerjanya:

Saat pedal rem ditekan, piston mengatasi kembalnya 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 lewat *port* kembali (lubang kembali). Sumber : (Anonim, 2003: 5-76)

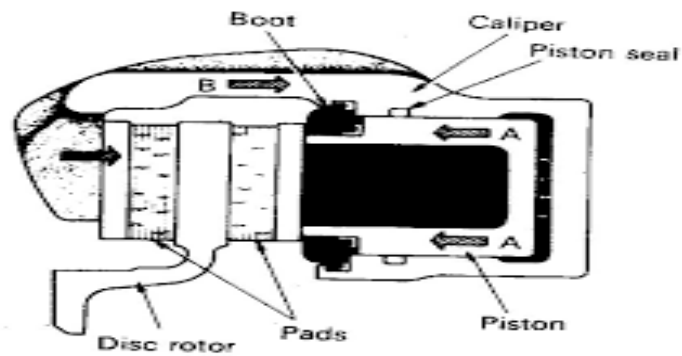


Gambar 2.9 Saat tidak ada pengereman

Sebelum bekerja :

1. Tekanan minyak rem 0
2. Pad tidak menyentuh piringan (cakram)

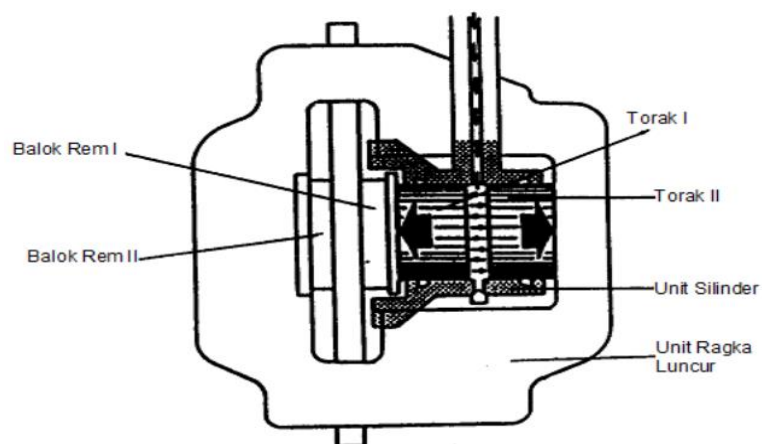




Gambar 2.10 Saat ijakan rem ringan

Mulai bekerja :

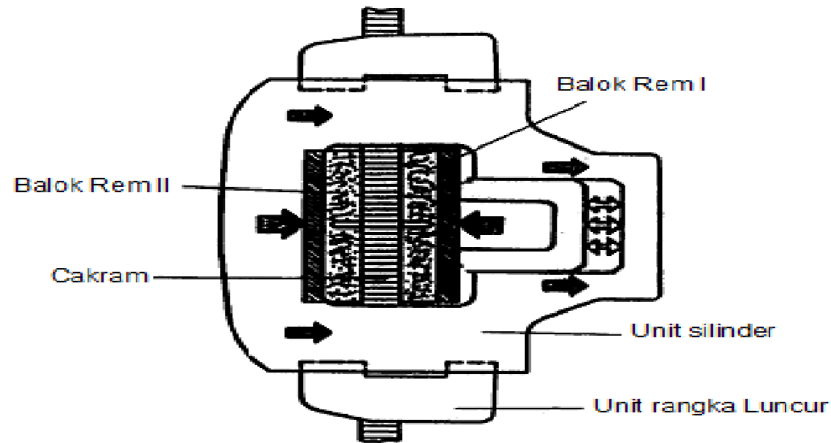
3. Tekanan minyak rem bertambah.
4. Pad menyentuh piring (cakram) dengan ringan
5. Gesekan kecil
6. Pengereman kecil



Gambar 2.11 Saat terjadinya pengereman

Pada saat bekerja :

7. Tekanan minyak rem besar
8. Tekanan pad pada disk besar
9. Gesekan – besar
10. Gaya pengereman besar



Gambar 2.12 Saat pedal rem dibebaskan

Bebas pengereman :

11. Tekanan minyak rem = 0
12. Pad kembali pada posisi semula
13. Gaya pengereman = 0

Adapun keuntungan dari penggunaan rem cakram (*Disk Brake*) adalah sebagai berikut :

- 1 Panas akan hilang dengan cepat dan memiliki sedikit kecenderungan mengilang pada saat disk dibuka. Sehingga pengaruh rem yang stabil dapat terjamin
- 2 Tidak akan ada kekuatan tersendiri seperti rem sepatu yang utama pada saat dua buah rem cakram digunakan, tidak akan ada perbedaan tenaga pengereman pada kedua sisi kanan dan kiri dari rem. sehingga sepeda motor tidak mengalami kesulitan untuk tertarik kesatu sisi.
- 3 Sama jika rem harus memindahkan panas, Clearance antara rem dan bantalan akan sedikit berubah. Karena itu tangkai rem dan pedal dapat beroperasi dengan normal.
  - 4 Jika rem basah, maka air tersebut akan akan dipercikan keluar dengan gaya sentrifugal.

Dari beberapa keuntungan di atas rem cakram terutama digunakan untuk rem depan. Karena pada saat rem digunakan sebagian besar beban dibebankan kebagian depan maka perlu menempatkan rem cakram pada rem depan. Baru baru ini untuk meningkatkan tenaga pengereman digunakan double disc brake sistem (rem cakram untuk rem depan dan belakang).

## 2.5 Perpindahan Panas Pada Kanvas Rem

Kanvas rem mengalami kenaikan temperatur akibat gesekan yang terjadi dengan disk atau drum selama pengereman. Panas harus dibuang agar temperatur tidak naik sampai melebihi batas karena akan menyebabkan rem tidak bekerja karena permukaan kampas menjadi licin atau yang disebut fading. Panas tersebut bisa mengalir atau berpindah apabila ada perbedaan suhu antara kedua permukaan benda atau suatu benda terdapat yang gradien suhu maka akan terjadi perpindahan energi dari bagian bersuhu tinggi ke bagian bersuhu rendah.

Proses perpindahan panas dapat terjadi dengan 3 cara :

1. Konduksi

Adalah proses dimana panas mengalir dari daerah yang bersuhu lebih tinggi ke daerah yang bersuhu lebih rendah di dalam suatu medium (padat, cair, gas) atau antara medium-medium yang berlainan yang bersinggungan secara langsung. Jika molekul bergerak dari daerah bersuhu tinggi ke daerah bersuhu rendah maka molekul yang energinya lebih rendah. Angka konduktivitas termal gas tergantung suhu.

2. Konveksi

Adalah proses transport energi dengan kerja gabungan dari konduksi panas penyimpanan energi dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat, cair, dan gas. Perpindahan kalor tanpa ada sumber gerakan fluida konveksi alamiah (beban), jika fluida digerakkan disebut konveksi paksa.

3. Radiasi

Adalah proses dengan mana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah bila benda-benda itu terpisah di dalam ruangan, bahkan bila terdapat ruangan hampa diantara benda-benda tersebut. Istilah radiasi biasa dipakai dalam gelombang elektromagnetik. Besarnya energi yang diubah menjadi panas karena berhubungan dengan bahan gesek yang dipakai. Pemanasan yang berlebihan bukan hanya akan merusak bahan lapisan rem, akan tetapi juga akan menurunkan daya gesek kampas rem itu sendiri. Oleh karena itu dalam penelitian ini penting untuk mengetahui laju perambatan panas dari kampas rem. Panas tergantung pada sejumlah faktor lainnya, misalnya bahan kampas rem,

tekanan, kecepatan, dan suhu sekitar. Gabungan banyak faktor tersebut menyebabkan metode perhitungan panas kampas rem tidak menyeluruh, akan tetapi dipakai sebagai perkiraan terhadap laju perambatan panas untuk perbandingan penyerapan panas suatu produk kampas rem satu dengan yang lainnya, sehingga dapat mengetahui kampas rem dengan kualitas penyerapan panas yang baik.

#### 2.5.1 Jenis Kampas Rem Menurut Klasifikasi Internasional :

1. OEM (*Original Equipmen Manufactured*)

OEM adalah jenis kampas rem yang sudah terpasang pada saat membeli forklift baru, dimana untuk produsen *Forklift*, Mobil, Honda dan kendaraan sepeda motor dikeluarkan oleh pabrikan rem Nissin.

2. OES (*Original Equipment Sparepart*)

OES adalah jenis kampas rem yang digunakan sebagai pengganti kampas rem OEM dimana kampas rem ini dibuat oleh pabrikan OEM sehingga mempunyai kode formula yang sama, proses yang sama, kualitas yang sama dan bahan yang sama kampas rem OEM.

3. AM (After Market)

Jenis ini adalah kampas rem yang beredar di pasaran, dengan kualitas yang n beragam. Ada yang mempunyai kualitas lebih rendah dari OEM, dan ada yang lebih tinggi kualitas dari OEM.

d. *Genuine*

Pada bahan baku serat telah digunakan sejak kampas rem diciptakan, akan tetapi saat ini sudah mulai ditinggalkan karena mulai dipermasalahkan dalam hal lingkungan, kesehatan dan proses pengereman bersuhu tinggi. Dari penelitian berbagai sumber, kampas rem asbestos akan terjadi fading pada suhu pengereman mencapai 200°C yang berakibat tingkat kecelakaan akan mudah terjadi. Sedangkan kampas rem yang terbuat dari bahan non asbestos lebih tahan panas dan terjadi fading pada saat pengereman mencapai 350°C. Kandungan resin dan material kampas haruslah seimbang karena kandungan resin yang tinggi dapat mengakibatkan kampas rem lebih mudah terjadi fading ketika temperatur panas naik. Fading menyebabkan pengereman tidak

terkontrol atau tidak bisa dikendalikan, hal inilah yang menyebabkan kecelakaan terjadinya dari kampas rem karena tingginya kandungan resin.



Gambar 2.13 Kampas Rem Cakrem /*Brake pad*

Pada dasarnya kampas rem ini masuk dalam kategori jenis After Market. Istilah *Genuine* hanya untuk membedakan antara asli dan palsu tidaknyan produk tersebut

Pada umumnya 60% material dari komposisi kampas rem ini adalah Asbestos sebagai serat utama pembuatan kampas rem, Resin, *Friction Aditive*, Filler, serpihan logam, karet sintetis dan keramik sebagai bantalan tahan aus. Kampas rem asbestos akan *fading* pada *temperatur* 200°C, ini disebabkan karena faktor kandungan resin yang tinggi pada asbestos sehingga pada *temperature* tinggi kampas rem cenderung licin (*glazing*) dan mengeras, juga ketika terkena air.

Pada kampas rem *non asbestos*, sebagai pengganti komposisi asbestos adalah bahan *Friction Aditive* untuk mengisi komposisi utama kampas rem dan Filler untuk mengisi ruang kosong, lalu penggunaan Resin, serpihan logam, karet sintesis dan keramik sebagai bantalan tahan aus. Kampas rem non asbestos akan fading pada temperatur yang cukup tinggi yaitu 350°C, hal ini dikarenakan tidak adanya kandungan asbestos yang tidak tahan terhadap *temperature* diatas 200°C, Karena kampas ini mempunyai komposisi. (Anonim, 2003: 5-54)

## 2.6 Prinsip Kerja Rem Cakram

Pada dasarnya prinsip rem cakram menggunakan prinsip Hukum pascal yaitu: bila gaya yang bekerja pada suatu penampang dari fluida, gaya tersebut akan diteruskan ke segala arah dengan besar gaya yang sama. gaya penekanan pedal rem akan diubah menjadi tekanan fluida oleh piston dari master silinder. Tekanan ini dipindahkan ke kalipar melalui selang rem dan menekan pada pad rem untuk menghasilkan gaya pengereman. Untuk mendapatkan data-data hubungan yang diinginkan, maka dilakukan langkah-langkah pengolahan data sebagai berikut: (*Sularso dan Kiyo katsu Suga 1997*)

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

$$K = \frac{a}{b} \quad (2.1)$$

- 2 Menentukan kecepatan pada kendaraan yaitu :

$$v = \frac{s}{t} \quad (2.2)$$

- 3 Persamaan untuk menghitung tekanan hidrolik (pe) yang di bangkitkan pada master silinder yaitu :

$$pe = \frac{FK}{\frac{1}{4} \pi \times d^2} \quad (2.3)$$

$$pe = \frac{FK}{0,785dm^2} (kg/cm^2)$$

- 4 Menghitung gaya gesek yang ditimbulkan oleh rem dengan menggunakan persamaan berikut :

$$F\mu = \mu.Fp \quad (2.4)$$

5. Untuk menghitung jarak pengereman pada kendaraan maka digunakan :

$$v = t^1 t^0 \quad (2.5)$$

## 2.7 Tekanan Pengereman dan Kecepatan Putar Roda Pada Rem Cakram

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

## 2.8 Penentuan Efisiensi Pengereman

Pada dasarnya efisiensi pengereman dapat diturunkan dari persamaan energi kinetik dan usaha yang dibutuhkan supaya kendaraan berhenti tabel jarak pengereman pada berbagai kecepatan dan perhitungan efisiensi pengeremannya.

## 2.9 Karakteristik Dasar Pemilihan Bahan

Dalam setiap perencanaan sistem pengereman maka pemilihan bahan merupakan faktor utama yang harus diperhatikan seperti jenis dan sifat bahan rem seperti sifat tahan terhadap gesekan, tahan terhadap keausan, panas dan lain-lain sebagainya.

Kegiatan pemilihan bahan adalah pemilihan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan sistem pengereman agar dapat dikembangkan masih menggunakan sistem gesek sebagaimana ditemukan pertama kali. mungkin didalam penggunaannya baik karena koefisien gesek berkurang secara significant.

Faktor – faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan material sistem pengereman dan komponen adalah sebagai berikut:

### 1. Efisiensi Bahan

Dengan memegang prinsip ekonomi dan berlandaskan pada perhitungan perhitungan yang memadai, maka diharapkan biaya produksi pada tiap-tiap unit sekecil mungkin. Hal ini dimaksudkan agar hasil-hasil produksi dapat bersaing dipasaran terhadap produk-produk lain dengan spesifikasi yang sama.

### 2. Bahan Mudah Didapat

Dalam perencanaan suatu produk perlu diketahui apakah bahan yang digunakan mudah didapat atau tidak. Walaupun bahan yang direncanakan sudah cukup baik akan tetapi tidak didukung oleh persediaan dipasaran,

maka perencanaan akan mengalami kesulitan atau masalah dikemudian hari karena hambatan bahan baku tersebut. Untuk itu harus terlebih dahulu mengetahui apakah bahan yang digunakan itu mempunyai komponen pengganti dan tersedia dipasaran. Bahan yang mudah didapat dalam proses rancang bangun sistem pengereman ini seperti Rem cakram, Bahan tersebut mudah didapat karena sudah banyak tersedia di pasaran.

### 3. Spesifikasi Bahan yang Dipilih

Pada bagian ini penempatan bahan harus sesuai dengan fungsi dan kegunaannya sehingga tidak terjadi bahan yang tidak mampu menerima beban pengereman tersebut. Dengan demikian pada perencanaan pengereman yang akan digunakan harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan suatu perencanaan. Dari alat yang akan dibuat memiliki fungsi yang berbeda dengan bagian yang lain, dimana fungsi dan masing-masing bagian tersebut akan memengaruhi antara bagian yang satu dengan bagian yang lain.

### 4. Pertimbangan Khusus

Dalam pemilihan bahan rem adalah yang tidak boleh diabaikan mengenai komponen-komponen yang menunjang atau mendukung pembuatan sistem pengereman itu sendiri. Sistem pengereman yang sudah tersedia dipasaran dan telah distandarkan. Jika komponen sistem pengereman tersebut lebih menguntungkan untuk dibuat, maka lebih baik dibuat sendiri. Apabila komponen tersebut sulit untuk dibuat tetapi terdapat dipasaran sesuai dengan standar, lebih baik dibeli karena menghemat waktu pengerjaan.

Dalam hal ini untuk menentukan bahan yang akan digunakan kita hendaknya mengetahui batas piringan cakram dan sumber kanvas remnya baik itu batas kekuatan gesekannya, tekanannya maupun kekuatan bebanya karena itu sangat menentukan tingkat keamanan pada waktu pemakaian.

Untuk pemilihan cakram perlu adanya pertimbangan kemampuan dan jenis kaliper. Berikut beberapa daftar set cakram, jenis kaliper, ukuran piston, kaliper dan diameter piringan :



Tabel 2.2 Daftar jenis kaliper, diameter piston kaliper dan diameter piston master pada sistem rem cakram.

Mobil / Sepeda motor	Jenis silinder roda	Diameter piringan	Diameter piston (mm)	Diameter piston master rem (mm)
Forklif	Ganda	130	30	12.5
L 300	Ganda	255.5	53.8	53.8
Tiger R	Tunggal	220	25	12,5
Satria 150 f	Ganda	180	30	12,5
Satria 120 R	Tunggal	220	25	12,5
Supra x 125 DD	Ganda	180	30	12,5
CBR 150	Ganda	220	30	12,5

## BAB 3 METODELOGI PELAKSANAAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

#### 3.1.1 Tempat Pelaksanaan

Dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri, No.3 Medan.

#### 3.1.2 Waktu Penelitian

Adapun waktu kegiatan pelaksanaan ini setelah 6 bulan proposal judul tugas akhir disetujui dan langkah-langkah pelaksanaan yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1 Jadwal waktu kegiatan saat melakukan pelaksanaan

NO	KEGIATAN	Waktu ( Bulan )									
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	
1.	Studi pustaka										
2.	Perancangan pengereman										
3.	Pembuatan pengereman										
4.	Pelaksanaan pengujian										
5.	Analisa Data										
6.	Penyusunan Skripsi										

### 3.2. Alat

#### 3.2.1. Alat-alat yang digunakan

Peralatan yang digunakan untuk mendukung proses analisa tugas akhir ini adalah.

Tabel 3.2 Alat-alat yang digunakan untuk mendukung proses analisa tugas akhir

No.	Nama alat	Kegunaan
1.	Mesin las	Untuk mengelas bagian-bagian benda kerja
2.	Mesin Gerenda	Untuk memotong dan menghaluskan benda kerja
3.	Batu Gerenda Potong	Untuk memotong besi
4.	Batu Gerenda Asah	Untuk menghaluskan permukaan besi setelah di las
5.	Mesin Bor Tangan	untuk membuat lubang-lubang baut pada benda kerja
6.	Mata Bor	Untuk membuat lubang pada besi sesuai diameter baut yang digunakan
7.	Ragum	Untuk mengikat benda-benda kerja yang mau di potong supaya tidak bergeser
8.	Baut dan mur	Berfungsi untuk menghubungkann komponen pada sistem pengereman
9.	Kawat Las	Untuk pengelasan listrik dalam pembuatan sistem pengereman
10.	Ring Pelat dan ring per	Mencegah rusaknya kepala baut dan mur
11.	Kunci Ring	Untuk mengencangkan baut dan mur
12.	Kunci Pas	Untuk menahan mur agar tidak berputar
13.	Kunci Sok	Untuk mengencangkan baut dan mur pada moment yang besar agar baut dan mur tidak rusak
14.	Gagang Sok	Sebagai gagang penghubung kunci sok
15.	Kunci Inggris	Digunakan untuk melepas atau mengencangkan mur dimana kunci kunci pas dan ring tidak cukup
16.	Meter ukur	Dipergunakan untuk mengukur panjang pendeknya benda kerja yang akan di pergunakan
17.	Mesin Bubut	Untuk membuat ulir pada Besi as dan cakram rem

1. Mesin las

Mesin las digunakan untuk mengelas dudukan blok rem, handle rem kaki dan bagian sisem pengereman lainnya Spesifikasi mesin las HBV:INVERTER 900 WATT.



Gambar 3.1. Mesin Las

2. Mesin gerinda tangan

Mesin gerinda tangan untuk memotong baut ,besi buat hendle rem kaki, dan memberishkan bagian sistem pengereman dari sisa-sisa las.Spesifikasi mesin gerinda makita 100mm MT90.



Gambar 3.2 Gerinda Tangan

3. Batu Gerinda Potong

Untuk memotong bagian besi dalam pembuatan sistem pengereman pada *forklift*. Spesifikasi Batu Gerinda Potong 105x1x16mm. max pada 15.00 rpm



Gambar 3.3 Batu Gerinda Potong

#### 4. Batu Gerinda Asah

Untuk menghaluskan dan merapikan bagian bagian pengereman setelah melakukan pengelasan. Spesifikasi Batu Gerinda Asah 100 x 6 x 15.88. max pada 15.00 rpm



Gambar 3.4 Batu Gerinda Asah

#### 5. Mesin Bor Tangan

Mesin bor tangan untuk membuat lubang lubang baut pada chasis untuk dudukkan hendel kaki pengereman. Spesifikasi mesin bor maktec.



Gambar 3.5 Mesin bor Tangan

## 6. Mata Bor

Mata Bor digunakan untuk membuat lubang pada konstruksi sesuai diameter baut yang digunakan. Spesifikasi Diameter Mata bor *3Piece* (8mm, 10mm, 12mm)



Gambar 3.6 Mata Bor

## 7. Ragum

Ragum digunakan untuk mengikat benda-benda atau bahan yang akan dipotong supaya tidak bergeser.



Gambar 3.7 Ragum

## 8. Baut dan mur

untuk mengikat komponen pada *hendle rem, tie rod, rack hand, roda, batang penghubung* dan bagian sistem pengereman lainnya. Spesifikasi baut dan mur *7 Piece* Diameter (8mm, 10mm, 12mm, dan 14mm)



Gambar 3.8 Baut dan Mur

### 9. Kawat Las

Untuk pengelasan listrik dalam pembuatan sistem pengereman pada *forklift* mini. Spesifikasi,ARC RB-26 3.2 mm



Gambar 3.9 Kawat Las

### 10. Ring Plate dan ring pegas

Mencegah rusaknya kepala baut dan mur dan terjadinya kendur setelah pengencangan akibat getaran. Spesifikasi Diameter ring pelat dan pegas (8mm, 10mm, 12mm, dan 14mm)



Gambar 3.10 Ring Pelat dan Ring Pegas

### 11. Kunci Ring

Digunakan mengencangkan baut dan mur yang akan di gunakan. Spesifikasi kunci ring *5Piece* toyota (8-9, 10-11, 12-13, dan 14-15)



Gambar 3.11 Kunci Ring

## 12. Kunci Pas

Untuk menahan mur agar tidak berputar saat baut dikencangkan menggunakan ring dan mata sok. Spesifikasi Kunci pas 5 *Piece* (8-9, 10-11, 12-13, 14-15, dan 16-17)



Gambar 3.12 Kunci Pas

## 13. Kunci Sok

Untuk mengencangkan baut dan mur pada *moment* yang besar agar baut dan mur tidak rusak. Spesifikasi Kunci sok 12 *Piece* Tekiro (8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, dan 22)



Gambar 3.13 Kunci Sok

## 14. Gagang Sok

Sebagai gagang pengunci saat pengguna memakai kunci sok untuk membuka baut dan mengencangkan baut. Spesifikasi Gagang sok L, Kopleng 2 *Piece* Tekiro



Gambar 3.14 Gagang Sok



15. Kunci Inggris

Digunakan pada baut dan mur yang tidak sesuai ukuran yang digunakan. Spesifikasi Kunci inggris 1 Piece Fukung (10mm)



Gambar 3.15 Kunci Inggris

16. Meteran

Sebagai alat menentukan panjang bahan akan digunakan sesuai dengan kebutuhan dalam pembuatan sistem pengereman dan lainnya



Gambar 3.16 Meteran

17. Mesin Bubut

Untuk membuat ulir pada poros roda dan cakram rem ,tujuan pembuatan derat pada Besi poros *kunkle arm* dan membuat piringan cakram agar cakram *forklift* dapat dikunci dengan memasang kan mur pada poros roda *kunkle arm* pada roda.



Gambar 3.17 Mesin Bubut

### 3.3. Perencanaan pembuatan

Sebelum melakukan pembuatan sistem pengereman pada *forklift* mini kapasitas 200kg, berikut adalah langkah-langkah perencanaan yang akan dilakukan dalam proses pembuatan antara lain :

1. Pembuatan sistem pengereman

Langkah awal dalam pembuatan sistem pengereman adalah memahami bentuk desain yang akan dilakukan proses perancangan sistem pengereman pada *forklift* mini kapasitas 200kg

2. Pembuatan dudukan kaliper

Dalam pembuatan sistem pengereman dudukan kaliper berpegangan terhadap *chasis* dipasangkan di bagian depan *chasis* atau rangka sebelah kanan menggunakan sambungan tidak tetap atau menggunakan baut dan mur. Panjang besi pelat : 13 mm Tebal besi pelat : 5 mm L : 3 mm

3. Pembuatan piringan cakram

Dalam Pembuatan piringan cakram, piringan cakram terlebih dahulu melihat dan mengetahui desain dan ukuran piringan cakram yang akan di buat, agar hasil dari pembuatan piringan cakram sesuai dengan apa yang di inginkan. desain dan ukuran piringan cakram. Bahan : Besi baja Diameter luar : 130 mm Diameter dalam : 25 mm Tebal piringan : 3 mm Tebal bush : 10 mm Lebar bush : 20mm Diameter dalam bush : 25 mm Diameter luar bush : 45 mm

4. Pembuatan sistem pengereman dibutuhkan Selang penghubung antara master rem dengan kaliper di dapat barang yang sudah jadi, menggunakan selang rem sepeda motor, dengan : Panjang 20 mm Diameter Luar 10 mm Diameter dalam 7 mm

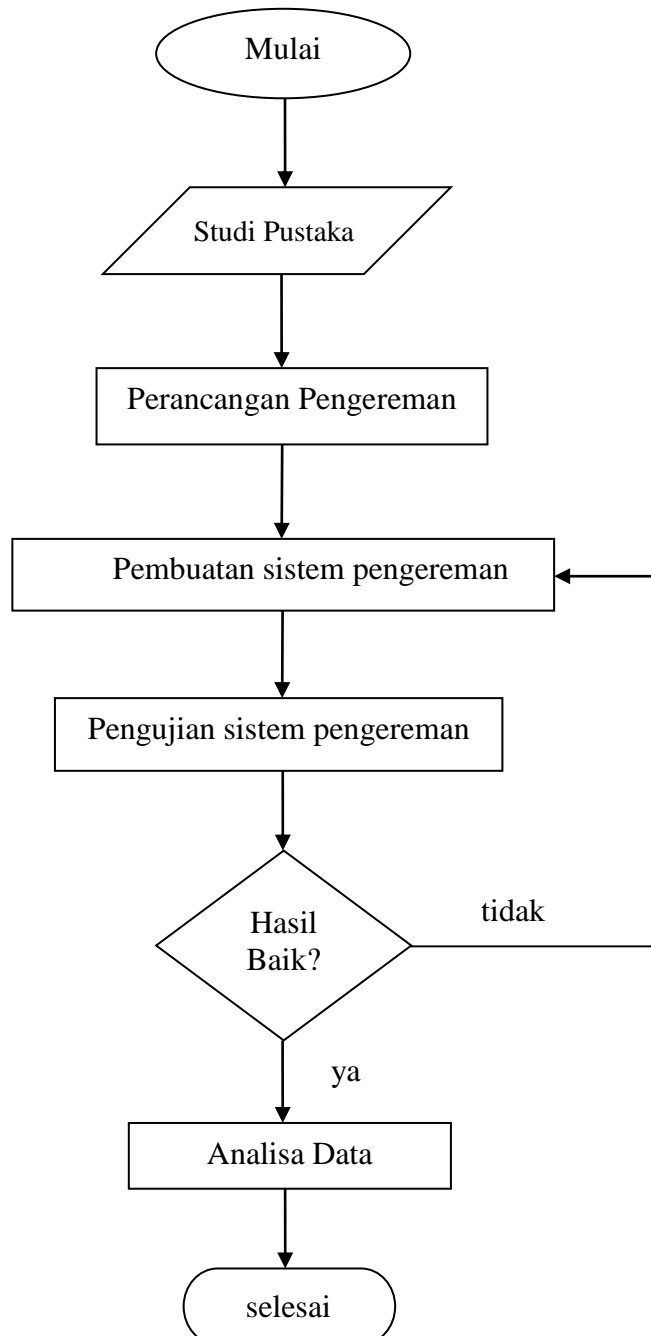
5. Pembuatan pedal rem kaki

Setelah mengetahui bentuk dan ukuran mengetahui bentuk dan disain ukuran Desain pedal rem lalu pembuat pedal rem dengan Bahan Baja Tebal 5 mm Lebar 20 mm Tinggi 165 mm Panjang L 70 mm

6. Pembuatan Kaliper (*Cylinder Body*)  
Pembuatan sistem pengereman dibutuhkan kaliper dimana. kaliper di dapat bareng yang sudah jadi pada kendaraan sepeda motor honda supra dan dapat dibeli di toko-toko *sparepart* terdekat
7. Pembuatan kampas rem dibuat bareng yang sudah jadi pada kendaraan sepeda motor honda supra fit dan dapat dibeli di toko-toko *sparepart* terdekat
8. Pembuatan Roda menggunakan roda mati dengan diameter 240 mm dan tebal 240 mm, roda *forklift* didapat pada barang yang sudah jadi dan dapat dibeli di toko-toko *sparepart* terdekat

### 3.4. Diagram Alir Pelaksanaan

Agar penelitian dapat berjalan secara sistematis, maka diperlukan rancangan penelitian/langkah-langkah penelitian. adapun *flowchart* penelitian sebagai berikut.



Gambar 3.3 Diagram Alir Pelaksanaan

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pembuatan sistem pengereman.

*Forklift* mini dari mulai perancangan, pembuatan dan dibuat semirip mungkin dengan *forklift* yang dipakai pada perusahaan manufaktur, grosir besar dan berbagai macam bidang perusahaan. Pembuatan sistem pengereman *forklift* mini menerapkan sistem pengereman sederhana, pada poros roda depan berfungsi pengereman pada *forklift*.

Sistem pengereman yang dipakai pada pembuatan *forklift* mini, sangat sederhana bahan diperoleh dari pengepul-engepul barang bekas dari bengkel umum mobil, sepeda motor dan dapat dibeli di toko-toko *sparepart* mobil maupun sepeda motor. *forklift* ini menggunakan tipe rem cakram untuk bagian depan karena cepat untuk menghentikan gerak laju *forklift*

Untuk jenis rem Pada *forklift* ini menggunakan rem yang berbeda dengan *forklift* yang asli nya sistem rem pada *forklift* mini roda depan menggunakan sistem rem cakram dengan disain yang direncanakan dalam pembuatan sistem pengereman pada *forklift* kapasitas 200kg. dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Rem pada *Forklift*

## 4.2 Bahan-bahan

4.2.1 Bahan-bahan yang dipakai dalam pembuatan sistem pengereman pada *forklift* mini ini, dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 bahan-bahan pembuatan sistem pengereman

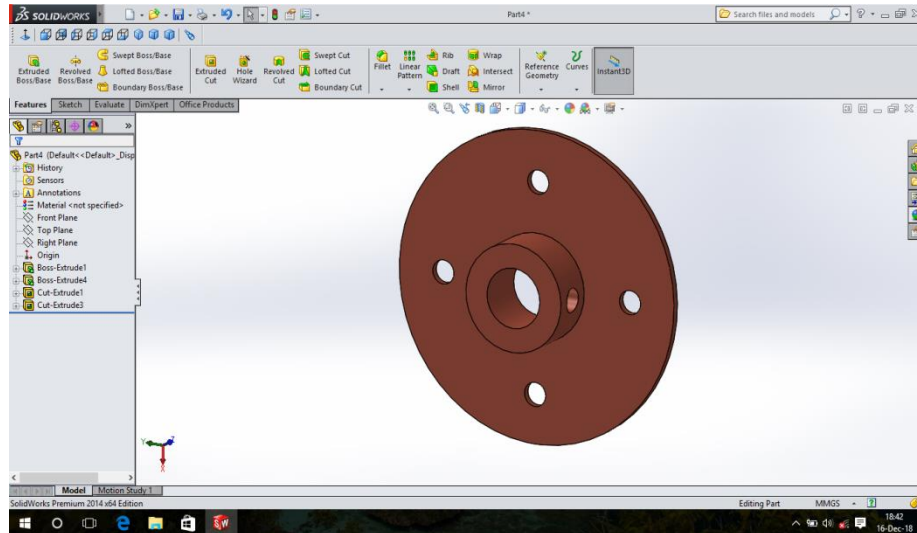
No	Nama bahan	Kegunaan
1.	Piringan Cakram ( <i>Disk Brake</i> )	Sebagai media yang terdapat pada poros roda untuk menciptakan gesekan yang akan menghentikan laju putaran dari rem.
2.	Besi pelat	Sebagai landasan dudukan kaliper , pembuatan pedal kaki ,dan sebagainya
3.	Kaliper ( <i>Cylinder Body</i> )	Meneruskan tekanan yang di tranfer melalui selang fleksibel dan kemudian menggerakkan piston pada kaliper mendorong pad rem untk menjepit atau menggesek piringan
4.	Selang rem	Selang rem sebagai media menyalurkan minyak rem dari master silinder rem ke kaliper.
5	Master Rem	untuk mengubah gerak pedal rem ke dalam tekanan hidraulik
6	Pedal Rem	Sebagai titik kontrol pengemudi dalam melakukan proses pengereman, karena saat melakukan pengereman maka pedal rem haruslah diinjak oleh pengemudi
7	Kampas Rem	Sebagai media saling bergesekan dengan piringan untuk menghasilkan daya pengereman pada <i>forklift</i>
8	Poros roda	Untuk menghubungkan poros rem dan rem roda untuk mengimbangi gerakan suspensi kaliper
9	Roda	Untuk landasan kendara <i>forklift</i> mini

## 4.3 Proses Pembuatan sistem pengereman

### 1) Piringan Cakram (*Disk Brake*)

Dalam proses pembuatan piringan Cakram (*Disk Brake*) langkah awal adalah melihat desain dan ukuran perancangan pengereman yang akan di

buat, agar hasil dari pembuatan piringan cakram sesuai dengan apa yang diinginkan, desain dan ukuran piringan cakram. Dapat dilihat pada gambar.4.2 dibawah ini.



Keterangan ukuran :  
diameter luar : 130 mm  
diameter dalam : 25 mm  
tebal : 3 mm

Gambar 4.2 Desain piringan cakram

Setelah mengetahui ukuran dan bentuk dari piringan cakram (*disk brake*), langkah selanjutnya adalah pemilihan bahan dalam pembuatan piringan cakram Adapun bahan dalam pembuatan ini adalah besi pelat 3 mm, dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Besi Pelat 3mm

Setelah besi pelat sebagai bahan piringan, langkah selanjutnya adalah proses pengukuran bahan. Bahan yang sudah ada kemudian di ukur sesuai

dengan ukuran yang sudah di desain, lalu masuk ke proses pembubutan lihat pada gambar 4.4 dibawah ini



Gambar 4.4 Pembubutan piringan cakram

Setelah dilakukan proses pembubutan maka didapatlah piringan cakram, lihat pada gambar 4.5 dibawah ini



Gambar 4.5 Piringan Cakram

## 2). Proses Pembuatan dudukan kaliper

Proses pembuatan dudukan kaliper agar kaliper rem bisa terpasaan dalam pemasangan pada *Forklift* mini membutuhkan 1 buah dudukan kaliper yang menggunakan besi pelat Panjang : 13 mm Tebal besi pelat 5 mm Lebar : 3 mm, dapat dilihat pada gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6 Besi pelat



Setelah bentuk dan bahan pembuatan dudukan kaliper diketahui, langkah selanjutnya adalah proses pengukuran bahan, Dapat dilihat pada gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7. Pengukuran bahan dudukan kaliper

Setelah pengukuran selesai dengan sesuai dudukan kaliper selanjutnya mengebor lubang dudukan kaliper yang telah di ukur kemudian membuat lubang dimana dengan diameter 10 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4.8 Pengeboran lubang dudukan kaliper

Kemudian setelah ukuran selesai dengan sesuai dudukan kaliper selanjutnya memotong bagian pelat yang tidak digunakan, sehingga nantinya pelat akan menjadi sebuah bentuk dudukan. Memotong menggunakan gerinda potong serta setelah terpotong digerinda halus supaya menjadi rapi. Dapat dilihat pada gambar 4.9



Gambar 4.9 Proses Pemotongan Besi

Setelah dilakukan proses pemotongan besi pelat maka didapatkan dudukan kaliper yang sudah jadi, lihat pada gambar 4.10 dibawah ini.



Gambar 4.10 Dudukan kaliper

### 3). Kaliper (*Cylinder Body*)

Kaliper komponen yang tidak bergerak dari rem cakram, kaliper ini memegang piston dan dilengkapi dengan saluran dimana rem minyak disalurkan ke silinder. Ketika rem diinjak atau dioperasikan maka minyak dari master silinder akan menekan piston pada kaliper dan piston tersebut akan terdorong dan menekan *pad* / kanvas rem yang akhirnya akan bersentuhan dengan cakram (piringan rem). Dan kemudian laju putaran pada roda akan berhenti, master silinder di dapat bareng yang sudah jadi pada kendaraan sepeda motor honda supra dan dapat dibeli di toko toko *sparepart* terdekat. Dapat dilihat pada gambar 4.11 Kaliper (*Cylinder Body*)



Gambar 4.11 Kaliper (*Cylinder Body*)

#### 4). Selang rem

Selang rem sebagai menyalurkan minyak rem dari master silinder rem haruslah lentur dan fleksibel sehingga dapat mengimbangi pergerakan dari *shock brake* dan tidak terjadi kerusakan pada selang fleksibel, apabila selang yang digunakan pada sistem rem kaku maka dapat terjadi kebocoran pada selang yang diakibatkan karena gerakan kejut yang terus menerus di alami oleh roda pada *Forklift* selang rem di dapat bareng yang sudah jadi pada kendaraan sepeda motor honda supra dan dapat dibeli di toko toko *sparepart* terdekat Dapat dilihat pada gambar 4.12 Selang rem.



Gambar 4.12 Selang Rem

#### 5). Master Rem

Master rem untuk mengubah gerak pedal rem pada *Forklift* ke dalam tekanan hidrolis. Master rem terdiri dari *resevoir tank* yang berisi minyak rem, ketika piston dan silinder yang membangkitkan tekanan hidrolis, keberadaan komponen master silinder sangatlah penting dalam sistem rem pada pengereman *Forklift* master rem di dapat bareng yang sudah jadi pada

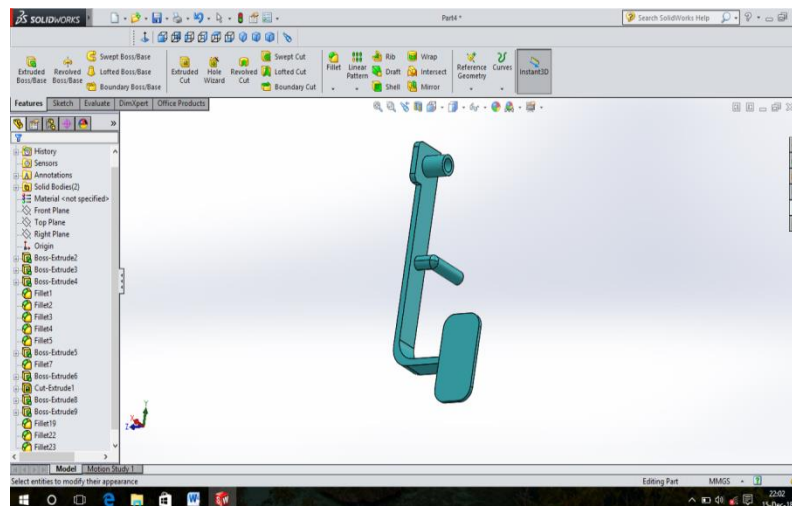
kendaraan sepeda motor honda supra Dapat dilihat pada gambar 4.13 Master rem



Gambar 4.13 Master rem

#### 6) Pedal Rem

Pedal rem komponen pada sistem rem yang dimanfaatkan oleh pengemudi untuk melakukan pengereman. Pedal rem penting didalam sistem rem pada *forklift* mini. Dalam proses pembuatan pedal rem langkah awal adalah melihat desain dan ukuran perancangan pedal rem yang akan di buat, agar hasil dari pembuatan pedal rem sesuai dengan apa yang di inginkan, desain dan ukuran pedal rem dapat dilihat pada gambar.4.14 dibawah ini.



Keterangan ukuran :

- Pedal rem dengan tebal : 5 mm
- Lebar : 20 mm,
- Tinggi : 165, mm
- Panjang L : 70 mm

Gambar 4.14 Desain Pedal Rem

Setelah mengetahui ukuran dan bentuk dari pedal rem, langkah selanjutnya adalah pemilihan bahan, atau bahan apa saja yang digunakan dalam pembuatan pedal rem. Adapun bahan dalam pembuatan pedal rem ini adalah besi pelat dengan tebal 5 mm, bahan ini dipilih karna bahan ini sangat mudah didapat bahan yang di gunakan dari pengutipan barang sisa dari pembuatan sistem kemudi dan pembuatan *caksis*, dapat dilihat pada gambar 4.15 dibawah ini.



Gambar 4.15 Besi Pelat

Setelah bentuk dan bahan pembuatan pedal rem diketahui, langkah selanjutnya adalah proses pengukuran bahan. Bahan yang sudah ada kemudian di ukur sesuai dengan ukuran lalu dipotong yang sudah di desain, lihat pada gambar 4.16 dibawah ini.



Gambar 4.16 Pengukuran bahan

Setelah proses pemotongan bahan tahap selanjutnya adalah proses penyambungan bahan yang sudah di potong untuk dibuat menjadi bentuk pedal rem yang sudah di desain. Lihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17. Penyambungan pembuatan pedal rem menggunakan mesin las  
Setelah melakukan proses penyambungan maka di dapatlah hasil dari pedal rem yang sudah dibuat dari beberapa proses. lihat pada gambar 4.18 dibawah ini



Gambar 4.18 Pedal Rem yang sudah selesai dibuat

#### 4). Selang rem

Selang rem sebagai menyalurkan minyak rem dari master silinder rem haruslah lentur dan fleksibel sehingga dapat mengimbangi pergerakan dari *shock brake* dan tidak terjadi kerusakan pada selang fleksibel, apabila selang yang digunakan pada sistem rem kaku maka dapat terjadi kebocoran pada selang yang diakibatkan karena gerakan kejut yang terus menerus di alami oleh roda pada *Forklift*. selang rem di dapat bareng yang sudah jadi pada kendaraan sepeda motor honda supra dan dapat dibeli di toko toko *separepart* terdekat Dapat dilihat pada gambar 4.19 Selang rem.



Gambar 4.19 Selang Rem

7). Kampas Rem (*Pad Brake*)

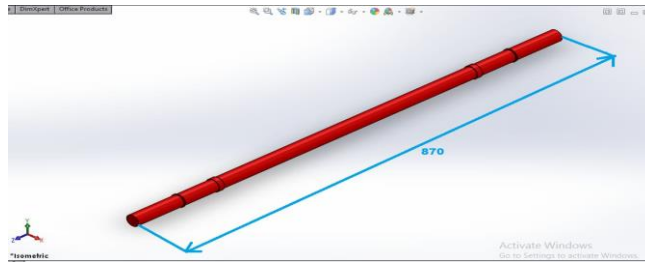
Kampas rem (*pad Brake*) atau lebih dikenal dengan sebutan kampas rem merupakan komponen pad rem cakram yang berfungsi bersamaan dengan piringan saling bergesekan untuk menghasilkan daya pengereman pada *forklift*. kampas rem di dapat barang yang sudah jadi pada kendaraan sepeda motor honda supra dan dapat dibeli di toko toko *sparepart* terdekat Dapat dilihat pada gambar 4.20 Kampas Rem (*Pad Brake*)



Gambar 4.20 Kampas Rem (*Pad Brake*)

8.) Poros roda

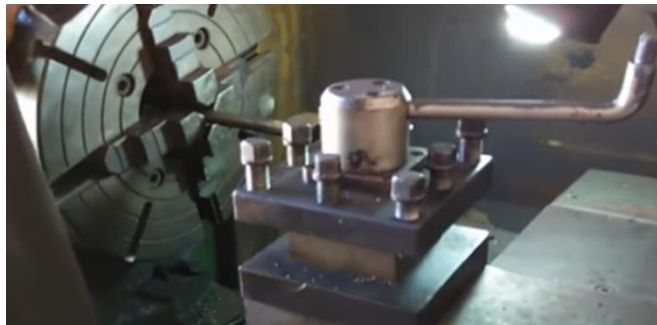
Poros roda fungsinya untuk menyalurkan putaran roda yang di kaitkan dengan Piringan Cakram (*Disk Brake*) sebelum mengaitkan piring cakram, terlebih dahulu melihat poros roda, harus megetahui desain dan ukuran poros yang akan di buat, agar hasil dari pembuatan jarak dudukan piringan roda sesuai dengan apa yang di inginkan. desain dan ukuran poros dapat dilihat pada gambar 4.21 dibawah ini.



Keterangan ukuran :  
 Panjang poros : 870 mm  
 Diameter poros dalam : 25 mm  
 Diameter poros luar : 20 mm

Gambar 4.21 Desain dan ukuran poros

Setelah mengetahui bentuk dan ukuran dari poros maka langkah selanjutnya adalah melakukan proses pembubutan terhadap bahan, lihat pada gambar 4.22 dibawah ini



Gambar 4.22 Pembubutan poros roda

Setelah dilakukan proses pembubutan maka didapatlah poros roda *forklift* yang sudah jadi, lihat pada gambar 4.23 dibawah ini



Gambar 4.23 Poros Roda

#### 9). Roda *forklift*

Roda menggunakan roda pneumatik dengan diameter 240 mm dan tebal 240 mm, roda *forklift* didapat pada barang yang sudah jadi dapat dilihat pada gambar 4.24 Roda *Forklift* mini.





Gambar 4.24 Roda *forklift* mini

#### 4.4 Proses Perakitan

Setelah membuat beberapa komponen sistem pengereman pada *forklift* mini, maka langkah selanjutnya adalah menyatukan setiap komponen atau proses perakitan sistem pengereman pada *forklift* yang sudah dibuat atau barang yang sudah jadi.

##### 4.4.1 Pemasangan piringan cakram pada poros roda.

Pemasangan piringan cakram pada poros roda di pasang di bagian poros roda depan dimana pemasangan piringan cakram di dudukan atau di satukan oleh poros roda lalu diikat dengan dua baut sebagai pegangan dari piringan cakram dan poros roda. Dapat dilihat pada gambar 4.25 dibawah ini



Gambar 4.25 Pemasangan Piringan cakram dengan poros roda

##### 4.4.2 Pemasangan poros dan roda dengan *chasis* atau rangka.

Setelah pemasangan piringan cakram pada poros roda selanjutnya Pemasangan poros roda dengan rangka di pasang di bagian bawah *chasis* atau rangka bagian depan menggunakan sambungan tidak tetap atau menggunakan baut dan mur sebagai bahan penyambungannya Dapat dilihat pada gambar 4.27 dibawah ini.



Gambar 4.26 Pemasangan poros roda

#### 4.4.3 Pemasanganudukan kaliper

Pemasanganudukan kaliper terhadap *chasis* dipasang di bagian depan *chasis* atau rangka sebelah kanan menggunakan sambungan tidak tetap atau menggunakan baut dan mur. Digunakanya baut dan mur dikarenakan agar memudahkan pada saat menyotel bagian kaliper. Dapat dilihat pada gambar 4.27 dibawah ini.



Gambar 4.27 Pemasanganudukan Kaliper

#### 4.4.4 Pemasangan kaliper

Setelah pemasanganudukan Kaliper selanjutnya Pemasangan kaliper dengan rangka di pasang di bagian bawah *chasis* atau rangka bagian depan menggunakan sambungan tidak tetap atau menggunakan baut dan mur sebagai bahan penyambunganya Dapat dilihat pada gambar 4.28 dibawah ini.



Gambar 4.28 Pemasangan kaliper

#### 4.4.5 Pemasangan Selang rem

Pemasangan Selang rem sebagai bagian penyaluran minyak rem dari master rem ke kaliper. Dapat dilihat pada gambar 4.29 dibawah ini.



Gambar 4.29 Pemasangan selang rem

#### 4.4.6 Pemasangan master rem

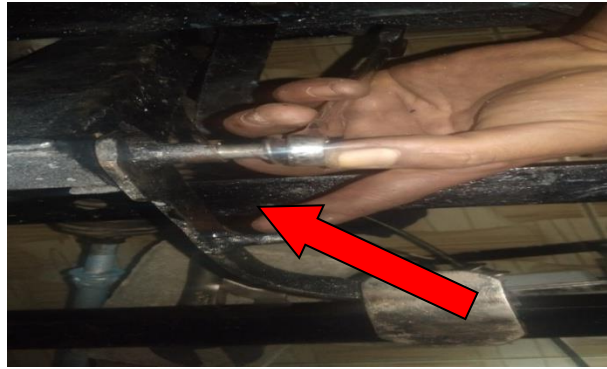
Pemasangan master rem di bagian dudukan kemudi bagian depan *forklift* yang sudah di perencanaan sistem pengereman setelah di buat dudukan master rem dimana pemasangan master rem. Dapat dilihat pada gambar 4.30



Gambar 4.30 Pemasangan master rem

#### 4.4.7 Pemasangan pedal rem

Pemasangan pedal rem Setelah pemasangan kaliper selanjutnya Pemasangan pedal didudukan rangka kemudi bagian depan *forklift* menggunakan baut dikarenakan agar memudahkan pada saat menyetel bagian pedal rem. Dapat dilihat pada gambar 4.31 dibawah ini



Gambar 4.31 Pemasangan pedal rem

#### 4.5 Prosedur Pengujian Sistem Pengereman Pada *Forklift*

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan pengujian sistem pengereman pada *Forklift*, yaitu :

1. Mengukur kecepatan *forklift*.
2. Mengukur kecepatan pengereman, setelah *forklift* berjalan dan mengukur jarak jauh saat pengereman setelah berlangsung.

##### 4.5.1 Pengujian sistem rem pada *forklift* dilakukan dengan sederhana.

Pengujian jarak pengereman dilakukan sebanyak tiga tahap, dengan maksud agar penggunaan rem pada *forklift* dapat berfungsi dengan baik. Dengan mengutip referensi sehingga dapat mengetahui kecepatan *forklift*, jarak tempu, waktu pengereman, jarak berhenti dan waktu berhenti *forklift*. Pengujian dilakukan setelah melewati garis awal start hingga akhir *forklift* berhenti.

A . Menentukan kecepatan pada *forklift* mini.

$$v = \frac{s}{t}$$

Dimana :

v = Kecepatan

s = Jarak tempu

t = Waktu Awal

##### 1. Percobaan kecepatan pertama

Dik : s = 3 m

t = 1,2 s

Dit : v = .....?

Jawab :  $v = \frac{s}{t}$

$$\frac{3}{1,2}$$

$$v = 2,5 \text{ m/s}$$

2. Percobaan kecepatan kedua

Dik :  $s = 5 \text{ m}$

$t = 1,3 \text{ s}$

Dit :  $v = \dots\dots\dots?$

$$\begin{aligned} \text{Jawab : } v &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{5}{1,3} \\ v &= 3,8 \text{ m/s} \end{aligned}$$

3. Percobaan kecepatan ketiga

Dik :  $s = 7 \text{ m}$

$t = 1,35 \text{ s}$

Dit :  $v = \dots\dots\dots?$

$$\begin{aligned} \text{Jawab : } v &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{7}{1,35} \\ v &= 5,18 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian kecepatan dari sistem pengereman pada *Forklift* mini kapasitas 200 kg :

Kecepatan (m/s)	Jarak tempu (m)	Waktu (s)	Jarak berhenti (m)	Waktu berhenti (s)
2,5	3	1,2	3,5	1,8
3,8	5	1,3	5,6	1,9
5,18	7	1,35	7,6	2,1



Gambar 4.32 Grafik kecepatan *forklift*

B . Menentukan kecepatan pengereman pada *forklift* mini.

$$v = \frac{t^1}{t^0}$$

Dimana :

$t^1$  = Waktu berhenti.

$t^0$  = Waktu Awal

Percobaan pengereman pertama

Dik :  $t^1 = 1,8$  (s)

$t^0 = 1,2$  (s)

Dit :  $v^1 = \dots\dots\dots?$

Jawab :  $v = t^1 - t^0$

$$1,8 - 1,2 = 0,6 \text{ m/s} = 2,16 \text{ km/jam}$$

Percobaan pengereman kedua

Dik :  $t^1 = 1,9$  (s)

$t^0 = 1,3$  (s)

Dit :  $v^1 = \dots\dots\dots?$

Jawab :  $t = t^1 - t^0$

$$1,9 - 1,3 = 0,6 \text{ m/s} = 2,16 \text{ km/jam}$$

Percobaan pengereman ketiga

Dik :  $t^1 = 2,1$  (s)

$t^0 = 1,35$  (s)

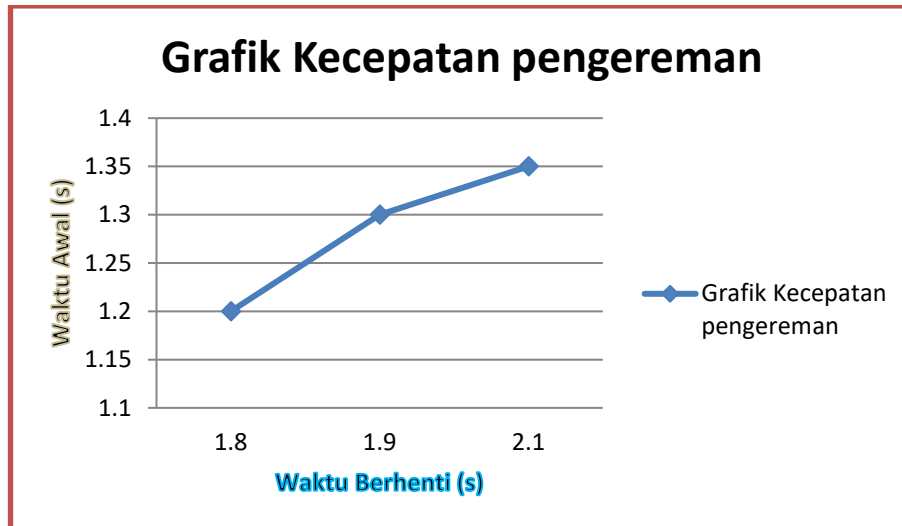
Dit :  $v^1 = \dots\dots\dots?$

Jawab :  $v^1 = t^1 - t^0$

$$2,1 - 1,35 = 1,75 \text{ m/s} = 2,7 \text{ km/jam}$$

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian keseluruhan kecepatan pengereman *forklift*.

Kecepatan (m/s)	Waktu (s)	Jarak berhenti (cm)	Waktu berhenti (s)
0.6	1.2	0,5	1.8
1.46	1.3	0,6	1.9
1.5	1.35	0,6	2.1



Gambar 4.32 Grafik kecepatan pengereman

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Proses pembuatan sistem pengereman pada *forklift* mini kapasitas 200kg untuk usaha kecil menengah (UKM) yang telah dibahas meliputi perancangan sistem rem, pembuatan dan perakitan sistem rem dan proses pengujian sistem rem dapat disimpulkan :

1. Bahan-bahan yang dipakai dalam pembuatan sistem pengereman pada *forklift* mini. Piringan Cakram (*Disk Brake*), Besi Pelat, Kaliper (*Cylinder Body*), Selang Rem, Master Rem, Pedal Rem, Kampas Rem, Poros Roda, Roda.
2. Hasil yang didapat pengujian pada *forklift* mini. Menentukan kecepatan pada *forklift* mini.
  - a. percobaan kecepatan pertama hasil  $v = 2,5$  m/s.
  - b. percobaan kecepatan kedua hasil  $v = 3,8$  m/s.
  - c. percobaan kecepatan ketiga hasil  $v = 5,18$  m/s.
3. Hasil yang didapat pengujian pengereman pada *forklift* mini. Menentukan kecepatan pengereman pada *forklift* mini.
  - a. percobaan pengereman pertama hasil 0.6 m/s 2,16 km/jam
  - b. percobaan pengereman pertama hasil 0,6 m/s 2,16 km/jam
  - c. percobaan pengereman pertama hasil 1,75 m/s 2,7 km/jam

#### 5.2 Saran

1. Dalam pengembangan berikutnya bahan yang dipergunakan dalam pembuatan sistem rem lebih baik bahan yang *original* atau asli agar kinerja sistem rem lebih maksimal.
2. Sistem pengereman pada *Forklift* mini belum sempurna dengan *forklift* asli, karena memerlukan bahan dan biaya yang besar.



## DAFTAR PUSTAKA

- A Suyono.(2013) Jurnal Teknik Mesin: rancang bangun sistem pengereman cakram1 pada mobil listrik, Surabaya : Universitas Negeri Surabaya
- A Herdianto – mechanova.(2013) Perancangan Sistem Kemudi, Sistem Rem, Dan Roda *Urban City Car* Untuk Kompetisi *Urbanconcept Shell Eco-Marathon*, Surabaya: Universitas Kristen Petra
- Anonim. (2005). SNI 4404:2008 *Metode Pengereman Kendaraan Bermotor Kategori L*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- A.Sofan.S Yayan (2011).Dasar-Dasar Otomotif. Jakarta : PT.Prestasi Pustakarya
- KD Artika, R Syahyuniar, N Priono. (2017) Jurnal Elemen :Pembuatan sistem pengeremanl pada mobil listrik, Kalimantan Selatan : Politeknik Negeri Tanah Laut
- Wagino. 2012. *Forklift*.<http://kerockan.blogspot.com/2012/01/mengenal-bagian-bagian-pada-pada-forklift.html> diunduh tanggal 04 april 2018
- <http://otomotifarif02.blogspot.co.id/2013/11/mengenal-sistem-rem-htm?m=1> diakses pada tanggal 25 Juni 2018 pukul 8.00WIB

*LAMPIRAN...*



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
**FAKULTAS TEKNIK**  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –  
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238  
Website : <http://www.umsu.ac.id>

**DAFTAR SPESIFIKASI**  
**TUGAS SARJANA**

Nama : Muhammad Afri Yuda  
NPM : 1407230187  
Semester : VIII (delapan)  
SPESIFIKASI :

“PEMBUATAN SISTEM PENGGEREMAN PADA FORKLIFT MINI KAPASITAS 200 Kg

UNTUK USAHA KECIL MENENGAH (UKM)”

Diberikan Tanggal : 15-8-2018  
Selesai Tanggal : 29-1-2019  
Asistensi : 8X  
Tempat Asistensi : FT. Prodi T. Mesin  
UMSU

Diketahui oleh :  
Ka. Program Studi Teknik Mesin

(Affandi, S.T., M.T)

Medan, 29 Januari 2019

Dosen Pembimbing – I

(Muhammad Yani, S.T., M.T.)



### LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

#### Pembuatan Sistem Pengereman Pada Forklift Mini Kapasitas 200 Kg Untuk Usaha Kecil Menengah (UKM)

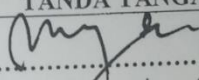
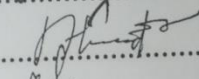
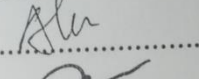
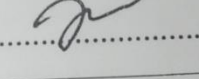
Nama : Muhammad Afri Yuda  
 NPM : 1407230187







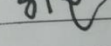
Dosen Pembimbing1 : Muhammad Yani, S.T.,M.T  
 Dosen Pembimbing2 : Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Rabu 15-08-2018	- Pemberian Spesifikasi Tugas T.A - Perbaiki Letak belakang rumus dan tyvar - Bab II Tambahkan konsep Hq dan cakram	My Af My
2.	Rabu 2-1-2019	- Bab III, perbaiki Flowchart	My
3.	Kamis 10-1-2019	- Bab IV, Tambahkan pembahasan dan perhitungan (analisa)	My
	Selasa 29-1-2019	Lampir ke pembimbing II Acc untuk seminar.	My Af
1.	Kamis 17/1/2019	- Tambahkan teori Rem dan susunan - Penulisan di perbaiki - Hasil dan pembahasan di tambahkan dan di perjelas	Af.
2.	Rabu 23/1/2019	- Pahami Lagi - Persiapan Seminar Acc	Af. Af.

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

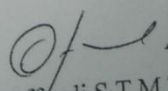
Peserta Seminar  
 Nama : Muhammad Afri Yuda  
 NPM : 1407230187  
 Judul Tugas Akhir : Pembuatan Sistem Penegreman Pada Forklift Mini Ka –  
 Pasitas 200 Kg Untuk Usaha Kecil Menengah ( UKM).

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T	: 
Pembimbing – II : Ahmad Marabdi.Srg.ST.MT	: 
Pembanding – I : Sudirman Lubis.S.T.M.T	: 
Pembanding – II : Bekti Suroso.S.T.M.Fog.	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230026	ARIF MOHAMMAD	
2	1407230162	Alex Septia	
3	1407230229	Rizki Nurkurnia Kosharni	
4	1307230241	Sakia Yudha Sahawani	
5	1407230187	Muhammad Afri Yuda	
6	1407230226	Iqbal Yalpinik	
7	1407230035	Achur Wandi Hasnoro	
8			
9			
10			

Medan, 04 Jum.Akhir 1440 H  
 04 Februari 2019 M

Ketua Prodi. T Mesin

  
 Affandi.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Muhammad Afri Yuda  
NPM : 1407230187  
Judul T.Akhir : Pembuatan Sistem Pengeraman Pada Forklift Mini Kapasitas -  
200 Kg Untuk Usaha Kecil Menengah (UKM).

Dosen Pembimbing - I : Muhammad Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : Sudirman Lubis.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

← *Taukah dan grade*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 04 Jum.Akhir 1440H  
04 Februari 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T Mesin

*Affandi*  
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I

*Sudirman*  
Sudirman Lubis.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Muhammad Afri Yuda  
NPM : 1407230187  
Judul T.Akhir : Pembuatan Sistem Pengeraman Pada Forklift Mini Kapasitas -  
200 Kg Untuk Usaha Kecil Menengah (UKM).

Dosen Pembimbing - I : Muhammad Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : Sudirman Lubis.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*Revisi pada Revisi Tugas Akhir*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 04 Jum.Akhir 1440H  
04 Februari 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T Mesin

*Affandi*  
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II

*Bekti Suroso*  
Bekti Suroso.S.T.M.Eng



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Muhammad Afri Yuda  
Npm : 1407230187  
Tempat / Tanggal Lahir : Medan 29 april 1995  
Jenis Kelamin : Laki – Laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Alamat : JL. MARELAN VII LINGK-IV.

Kel / Desa : TANAH ENAM RATUS  
Kecamatan : MEDAN MARELAN  
Kabupaten : -  
Provinsi : SUMATERA UTARA  
No. HP : 0823 9138 8164  
Email : afriyuda29@gmail.com  
Nama Orang Tua : SURYADI  
Ayah : SEPI RUBIAN TI  
Ibu

### PENDIDIKAN FORMAL

2001 – 2007 : SD NEGERI NO 066435 MEDAN MARELAN.  
2008 – 2010 : SMP NEGERI 32 MEDAN.  
2011 – 2013 : SMK SWASTA SINAR HUSNI.2.DELI SERDANG.  
2014 – 2019 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara