

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN SISTEM Pengereman pada FORKLIFT
MINI KAPASITAS 200 Kg UNTUK USAHA KECIL
MENENGAH (UKM)

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh:

M.RIZKY RIADI
1407230279



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

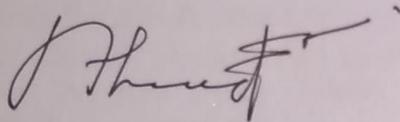
Nama : M.RIZKY RIADI
NPM : 1407230279
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Pengereman Pada *Forklift* Mini
Kapasitas 200 Kg Untuk Usaha Kecil Menengah (UKM)
Bidang ilmu : Konstruksi Manufaktur

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, Maret 2019

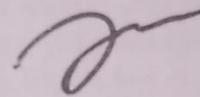
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



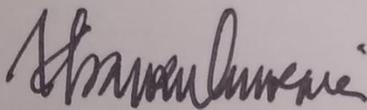
Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



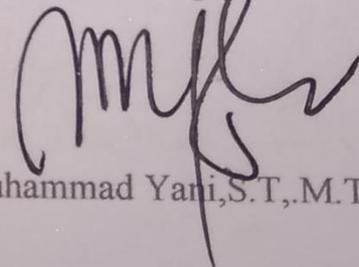
Bekti Suroso, S.T., M.Eng

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Muhammad Yani, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin



Affandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : M.Rizky Riadi
Tempat /Tanggal Lahir : Medan / 17 September 1994
NPM : 1407230279
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Perancangan 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 orisinil 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 Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 13 Maret 2019

Saya yang menyatakan,


M.Rizky Riadi

ABSTRAK

Pada perkembangan teknologi di dunia modern ini, *forklift* banyak dibutuhkan untuk mengangkat dan memindahkan barang. Setiap perusahaan besar seperti perusahaan manufaktur hampir keseluruhan memiliki *forklift* dan sekarang ini *forklift* juga dibutuhkan untuk usaha kecil menengah (UKM). *Forklift* memerlukan komponen pendukung, fungsi tiap komponen ini saling berkaitan, Salah satu komponen yang penting adalah sistem pengereman. Sistem pengereman berfungsi untuk mengurangi kecepatan serta menghentikan kendaraan. Dalam tugas sarjana ini, penulis bertujuan untuk merancang sistem pengereman pada *forklift* mini kapasitas 200 kg untuk usaha kecil menengah (UKM) yang di desain dengan menggunakan perangkat lunak *solidwork* 2014, mengetahui gaya pada pedal rem, dan menganalisa tekanan hidrolik pada pengereman. Sistem pengereman pada perancangan ini adalah sistem pengereman rem cakram sederhana dengan menggunakan master rem dan kaliper sepeda motor. Dari hasil analisa perhitungan dengan memberikan gaya (F) terhadap pedal rem sebesar 5 kgf, maka menghasilkan tekanan hidrolik (P_e) sebesar 4,78 kg/cm², jika pemberian gaya sebesar 10 kgf, maka menghasilkan tekanan hidrolik sebesar 9,59 kg/cm², dan jika pemberian gaya sebesar 15 kgf, maka akan menghasilkan tekanan hidrolik sebesar 14,34 kg/cm². Semakin besar gaya injak pada pedal rem, maka akan semakin besar tekanan hidrolik pada sistem rem cakram, dan jika semakin besar tekanan hidrolik pada sistem rem cakram, maka akan semakin besar gaya gesek yang terjadi terhadap piringan cakram.

Kata Kunci : *Forklift*, Sistem Pengereman, Rem Cakram

ABSTRACT

In the development of technology in the modern world, many forklifts are now needed for the operation of moving goods. Every large company like a manufacturing company almost entirely owns a forklift and now forklifts are also needed for small and medium enterprises (SMEs). Forklifts require supporting components, the function of each component is interrelated, one important component is the braking system. The braking system serves to reduce speed and stop the vehicle. In this undergraduate assignment, the author aims to design a braking system on a 200 kg mini forklift for small and medium enterprises (SMEs) which was designed using solidwork 2014 software, knowing the force on the brake pedal, and analyzing hydraulic pressure on braking. The braking system in this design is a simple disc braking system using the brake master and motorcycle calipers. From the results of analysis of calculations by giving a force (F) to the brake pedal of 5 kgf, then producing hydraulic pressure (Pe) of 4.78 kg / cm², if the force is 10 kgf, the hydraulic pressure is 9.59 kg / cm², and if the force is 15 kgf, it will produce a hydraulic pressure of 14.34 kg / cm². The greater the stamping force on the brake pedal, the greater the hydraulic pressure on the disc brake system, and if the greater the hydraulic pressure on the disc brake system, the greater the friction force that will occur on the disk disc.

Keywords: Forklifts, Braking System, Disc Brakes

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 “Perancangan 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.

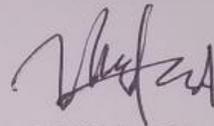
Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Muhammad Yani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Penguji I, Bapak Bakti Suroso, S.T., M.Eng selaku Dosen Penguji II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Affandi, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis.
7. Orang tua penulis: ayahanda Zainuddin dan ibunda Asniar, yang selalu memberikan semangat dan tidak lupa berhenti untuk memberikan doa kepada penulis.

8. Fithri Choirunnisa,S.Tr.,Gz yang selalu memberikan semangat dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis: Ahmad Rifai, Yudistira Suganda, Bayu Prasetyo, 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, 13 Maret 2019



M.Rizky Riadi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
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	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Definisi <i>Forklift</i>	4
2.2 Jenis-jenis <i>Forklift</i>	5
2.3 Prinsip Kerja <i>Forklift</i> Secara Umum	6
2.4 Karakteristik Dasar Pemilihan Bahan	7
2.5 Bagian Terpenting <i>Forklift</i> Mini	9
2.5.1 Cara Kerja Rem cakram	16
2.6 Perpindahan Panas Pada kampas Rem	19
2.6.1 Jenis Kampas Rem Menurut Klasifikasi Internasional	20
2.7 Prinsip Kerja Rem Cakram	22
2.8 Tekanan Pengereman Dan Kecepatan Putar Roda Pada Rem Cakram	23
BAB 3 METODEOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.1.1 Tempat Penelitian	24
3.1.2 Waktu Penelitian	24
3.2 Diagram Air Penelitian	25
3.3 Alat Perancangan	26
3.3.1 Laptop	26
3.3.2 <i>Software Solidworks</i>	26
3.3.3 Komponen-komponen sistem pengereman <i>Forklift</i> mini	27
3.4 Tahap Awal Perancangan	29
3.4.1 Membuka aplikasi <i>solidwork</i>	29

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Rancangan Sistem Pengereman	35
4.1.1 Komponen Sistem Pengereman	35
4.2 Data Hasil Perhitungan	39
4.2.1 Perbandingan Pedal Rem	39
4.2.2 Gaya Yang Keluar Dari Pedal rem	39
4.2.3 Tekanan Hidrolik	39
4.2.4 Gaya Yang Menekan Ped rem	40
4.2.5 Gaya Gesek Pengereman	41
4.3 Hasil Pengolahan Data	41
4.3.1 Tabel Dan Grafik Hasil Pengolahan Data	41
4.3.2 Analisa Data	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1 Keunggulan dan kelemahan tipe rem drum (<i>drum brake</i>)	14
2. Tabel 2.2 Daftar Jenis Kaliper, diameter piston kaliper dan master rem	23
3. Tabel 3.1 Waktu Penelitian	24
4. Tabel 4.1 Data Hasil Perhitungan	41
5. Tabel 4.2 Gaya Injak Pedal Terhadap Tekanan Minyak	42

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	9
Gambar 2.5	Rem Drum	10
Gambar 2.6	Rem Cakram	10
Gambar 2.7	Rem Drum	11
Gambar 2.8	<i>Tipe Leading Trailing</i>	12
Gambar 2.9	<i>Tipe Two Leading</i>	12
Gambar 2.10	<i>Tipe Two Leading</i>	13
Gambar 2.11	<i>Tipe Uni-servo</i>	13
Gambar 2.12	<i>Tipe Duo-Servo</i>	14
Gambar 2.13	Rem Cakram	15
Gambar 2.14	Saat Tidak ada Pengereman	16
Gambar 2.15	Saat Ijakan Rem Ringan	17
Gambar 2.16	Saat Terjadinya pengereman	17
Gambar 2.17	Saat Injakan Rem Dibebaskan	18
Gambar 2.18	Kampas Rem	21
Gambar 3.1	Diagram Alir	25
Gambar 3.2	Laptop	26
Gambar 3.3	Menekan tombol power	29
Gambar 3.4	Klik Aplikasi <i>solidwork</i>	29
Gambar 3.5	Proses loading membuka aplikasi <i>solidwork</i>	30
Gambar 3.6	Menu awal <i>solidwork</i>	30
Gambar 3.7	Tampilan menu <i>new document</i>	31
Gambar 3.8	Tampilan Jendela kerja <i>solidwork</i>	31
Gambar 3.9	Mengatur satuan ukuran	32
Gambar 3.10	Mengklik menu <i>sketch</i>	32
Gambar 3.11	Tampilan <i>plane</i> yang akan digunakan	33
Gambar 3.12	Tampilan <i>font plane</i>	33
Gambar 3.13	Membuat garis bantu (<i>center line</i>)	34
Gambar 3.13	Memberikan ukuran pada garis bantu	34
Gambar 4.1	Desain Piringan Cakram	35
Gambar 4.2	Desain Pedal Rem	36
Gambar 4.3	Selang Rem	36
Gambar 4.4	Desain poros Roda Depan	37
Gambar 4.5	Roda	37
Gambar 4.6	Master Rem	38
Gambar 4.7	Kaliper	38
Gambar 4.8	Grafik Gaya Injak Pedal rem Terhadap Tekanan Minyak	42

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
a	Jarak Dari Pedal Rem Ke <i>Fulcrum</i> / Tumpuan	(cm)
b	Jarak Dari <i>pushrod</i> ke <i>Fulcru</i>	(cm)
d	Diameter Silinder Pada Master Silinder	(cm)
d1	Diameter Silinder Cakram	(cm)
F	Gaya Pada pedal Rem	(kgf)
Fk	Gaya Yang Dihasilkan Dari Pedal Rem	(kgf)
Fp	Gaya Yang Menekan Pad Rem	(kgf)
F μ	Gaya Gesek Pengereman	(kgf)
K	Perbandingan pedal	(cm)
Pe	Tekanan Hidrolik	(kg/cm ²)
μ	Koefisien Gesek	(kgf)

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Forklift sekarang ini banyak dibutuhkan untuk mengangkat dan memindahkan 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), seperti swalayan tradisional untuk memindahkan barang dagangan yang akan diletakkan digudang maupun yang untuk dijual. Hal ini sangat memudahkan pedagang swalayan tradisional untuk memindahkan buah, sayur, beras, kotak ayam dan sebagainya. 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 pada usaha kecil menengah.

Ada banyak alat angkat yang fungsinya sama dengan *forklift*, tetapi dengan adanya *forklift* skala kecil, dapat memberikan manfaat bagi semua kalangan usaha kecil menengah maupun kalangan perusahaan besar, yang apabila perusahaan besar memiliki jalur dan pintu masuk gudang yang berukuran kecil dapat dilalui oleh *forklift* usaha kecil

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

Dalam tugas akhir ini berkeinginan membuat *forklift* dengan skala kecil, yang nanti hasilnya akan dapat digunakan pada usaha kecil menengah, khususnya pada swalayan tradisional. Maka penulis akan membahas tentang salah satu bagian dari *forklift* mini yaitu, perancangan sistem pengereman pada *forklift* mini dengan judul “Perancangan Sistem pengereman Pada *Forklift* Mini Kapasitas 200 kg Untuk Usaha Kecil Menengah (UKM)”. Alasan penulis memilih judul ini ialah bagaimana merancang sistem pengereman yang tepat

dan dapat diaplikasikan untuk *forklift* mini. Penulis mengharapkan agar sistem pengereman ini benar-benar dapat berkerja sesuai dengan harapan. Dengan adanya tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi semua kalangan.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam tugas sarjana ini adalah :

1. Bagaimana perancangan sistem pengereman, rancangan sistem dipilih sesuai dengan tujuan rancangan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas sarjana ini adalah :

1. Bahan yang digunakan kampas rem *original*.
2. Sistem pengereman pada perancangan ini menggunakan master rem dan kaliper sepeda motor *original*.
3. Sistem pengereman pada perancangan ini menggunakan as roda depan untuk mengendalikan pengereman.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas sarjana ini adalah :

1.4.1. Tujuan umum

Merancang sistem pengereman pada *forklift* mini kapasitas 200 kg.

1.4.2. Tujuan khusus

- a. Untuk mengetahui gaya pada pedal rem yang dirancang.
- b. Untuk menganalisa tekanan hidrolik pengereman yang akan dirancang
- c. Untuk merancang dudukan cakram pada as roda.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penyusun tugas sarjana ini adalah :

1. Perancangan ini dapat dijadikan referensi pada perancangan 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 penelitian, berisikan tentang alat – alat dan bahan serta proses perancangan dengan menggunakan aplikasi solidwork yang digunakan untuk merancang sistem pengereman *forklif* mini kapasitas 200 kg.
4. BAB 4 : Hasil dan pembahasan, berisikan tentang hasil rancangan dan analisa kinerja rem *forklift* mini kapasitas 200 kg.
5. BAB 5 : Kesimpulan dan saran, berisikan penjelasan singkat secara garis besar dari hasil pengujian kinerja rem *forklif* mini kapasitas 200 kg.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi *Forklift*

Forklift (gambar 2.1) adalah mesin untuk mengangkat dan memindahkan 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 ban 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 pound (1.135 kg) dan tinggi angkat hingga 30 kaki (9 m) yang tersedia.

Forklift sekarang ini banyak dibutuhkan sebagai alat operasional 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.

2.2 Jenis – jenis *Forklift*

Menurut sumber energi yang digunakan, ada 2 macam jenis *forklift* yang saat ini populer digunakan.(Wagino. 2012)

1. *Forklift diesel*

Forklift ini (gambar 2.2) 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.

2.4 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, bantalan, elektroda, dan besi profil L. 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.

2.5 Bagian Terpenting *Forklift* Mini

1. Rem

Rem suatu bagian yang Peranannya sangat penting untuk kendaraan, sistem rem harus dapat mengurangi kecepatan (memperlambat) dan menghentikan kendaraan serta memberikan kemungkinan dapat memparkirkan kendaraan di tempat yang menurun misalnya (A Sofyan & S Yayan. 2011).

Roda biasa dihentikan untuk meredam gesekan yang ditimbulkan, seperti yang ditunjukkan gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4 Rem

Disamping menggunakan perangkat pengereman baik jenis rem cakram maupun tromol, kendaraan dapat dikurangi kecepatannya dengan sistem pengereman mesin (Ressang, 1992).

Pengereman dengan menggunakan *engine brake*, bekerja dengan cara menurunkan gigi persneling (*over gear*) ke posisi yang lebih rendah (Siahaan dan Hen. 2008).

a. Macam - Macam Rem

Ada beberapa macam jenis rem diantaranya yaitu :

1. 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*)

2. Rem cakram (*brake pad*)

Rem cakram terdiri dari cakram dari besi yang dijepit oleh lapisan rem dari kedua sisinya pada waktu pengereman. Rem ini mempunyai sifat-sifat yang baik seperti mudah dikendalikan, pengereman yang stabil, radiasi panas yang baik, sehingga banyak dipakai di roda depan. Adapun kelemahannya umur lapisan yang pendek, serta ukuran silinder rem yang besar pada roda (sularso, 1997 : 91). pada rem cakram dilengkapi dengan Seperti yang ditunjukkan gambar 2.6.



Gambar 2.6 Rem Cakram

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

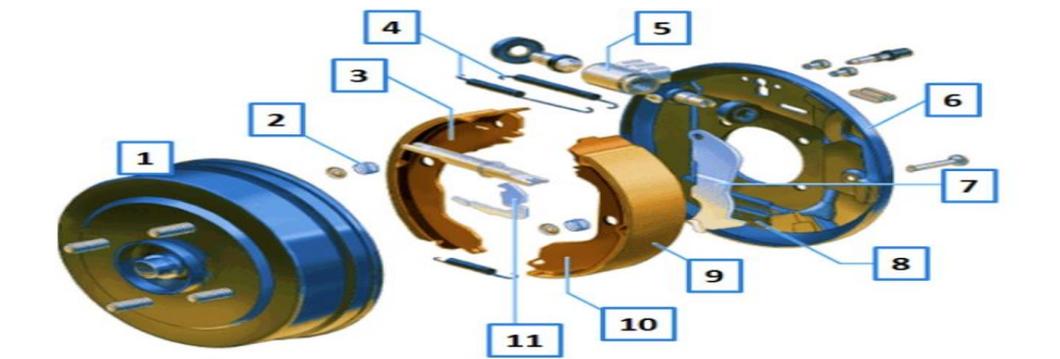
1. Rem drum (*drum brake*)

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.

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

1. Tromol rem.
2. Tuas penyetel otomatis.
3. Penyetel otomatis.
4. Pegas pembalik sepatu.
5. Silinder roda.
6. Plat penahan.
7. Tuas pemegang.
8. Pegas jangkar.
9. Sepatu rem.
10. Tapak rem.
11. Plat penahan pegas.

Untuk lebih jelasnya Seperti yang ditunjukkan gambar 2.7.



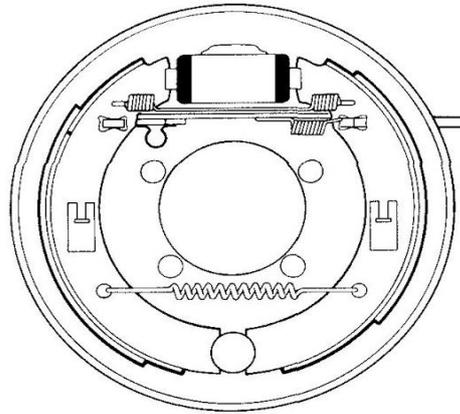
Gambar 2.7 Rem drum (*drum brake*)

c. Tipe - Tipe rem

Ada beberapa macam tipe rem drum diantaranya yaitu

1. Tipe *Leading Trailing*

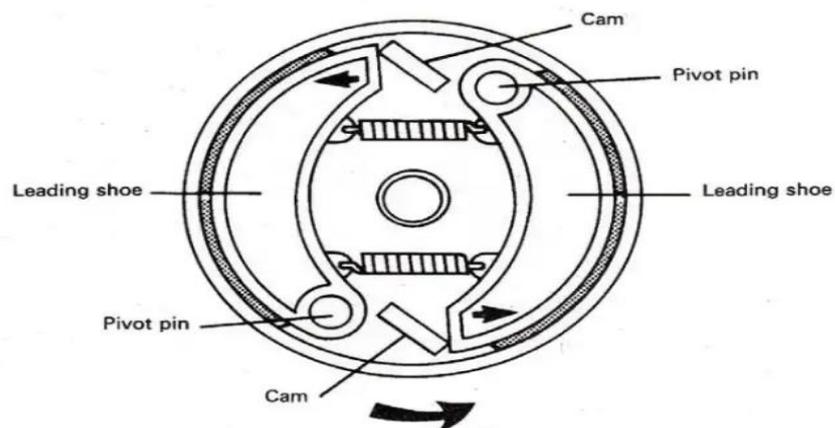
Pada tipe ini terdapat satu *wheel* silinder dengan dua piston yang akan mendorong bagian atas dari tromol rem. Leading shoe lebih cepat aus dari pada trailing shoe. Tipe *leading trailing* dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Tipe *Leading Trailing*

2. Tipe *Two Leading*

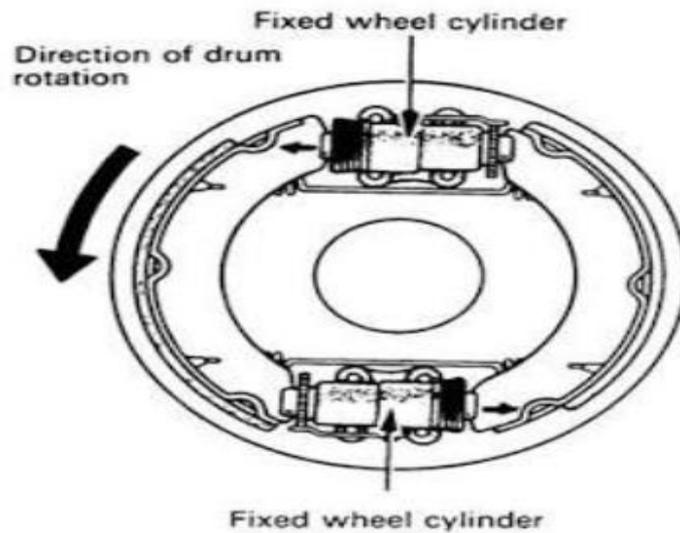
Tipe ini mempunyai dua wheel silinder yang masing-masing memiliki satu piston. Keuntungan tipe ini yaitu : Saat kendaraan maju kedua sepatu rem menjadi leading shoe sehingga daya pengereman baik. Kerugian tipe ini : Saat kendaraan mundur kedua sepatu rem menjadi *trailing shoes* sehingga daya pengereman kurang baik (Anonim, 2003). Tipe *two leading* dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Tipe *two leading*

3. Tipe *Dual Two Leading*

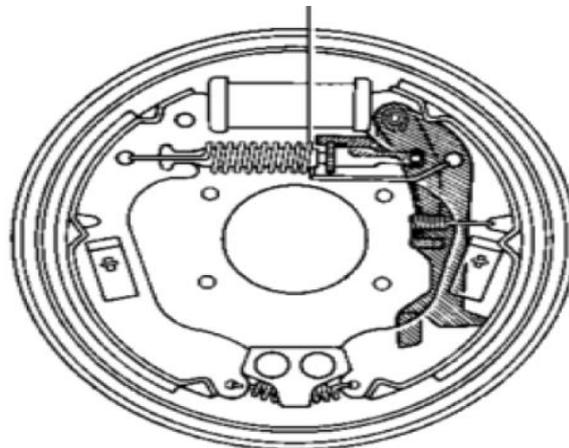
Tipe ini mempunyai 2 silinder roda (*wheel cylinder*), yang masing-masing memiliki 2 buah piston, dan menghasilkan efek pengereman yang baik saat kendaraan maju maupun mundur. Tipe dual two leading dapat dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10 Tipe *dual two leading*

4. Tipe *Uni-Servo*

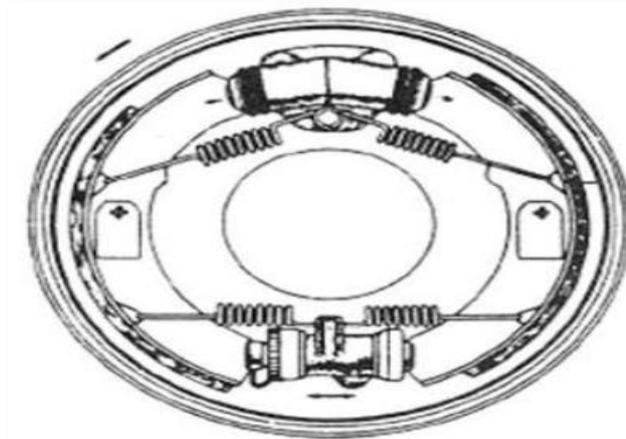
Tipe ini mempunyai 1 *wheel cylinder* dengan 1 piston. Keuntungan : Saat kendaraan maju kedua sepatu rem menjadi *leading shoe* sehingga daya pengereman baik. Kerugian : Saat kendaraan mundur kedua sepatu rem menjadi *trailing shoe* sehingga daya pengereman kurang baik (Anonim, 2003). Tipe *uni-servo* dapat dilihat pada gambar 2.11



Gambar 2.11 Tipe *Uni-Servo*

5. Tipe *Duo-Servo*

Tipe ini merupakan penyempurnaan dari tipe uni-servo yang mempunyai 1 *wheel cylinder* dengan 2 piston. Gaya pengereman tetap baik tanpa terpengaruh oleh gerakan kendaraan (Anonim, 2003). Tipe *Duo-servo* dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Tipe *Duo-Servo*

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

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

mudah.

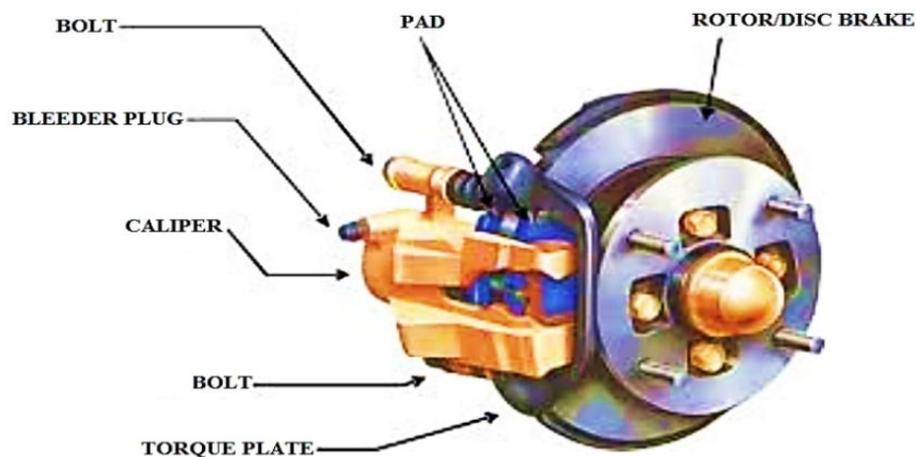
kanvas rem cakram.

3. Kinerja pengereman yang lembut, disebabkan karena sistem rem memanfaatkan gaya gesek antara kanvas.
-

2. Rem cakram (*brake pad*)

Tekanan minyak rem cakram dapat diperbesar atau di perkecil dengan gaya injakan pedal rem yang menggerakkan piston silinder dalam master rem (Sularso dan Saga 1997).

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 dapat dilihat pada gambar 2.13



Gambar 2.13 Rem Cakram

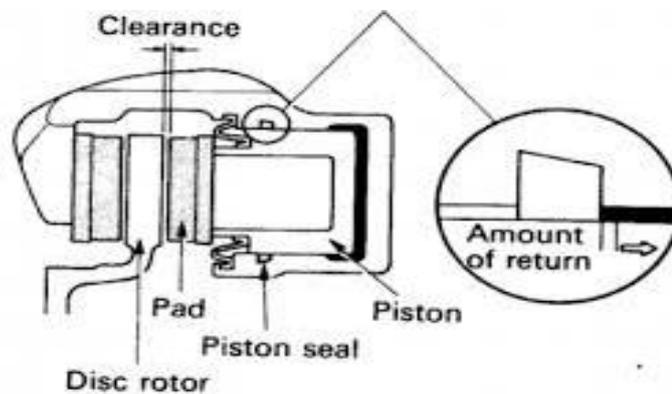
Untuk menyeimbangi pembebanan pada rem cakram, blok rem diletakkan di antara kedua sisi cakram dan untuk mendinginkan cakram yang panas akibat gesekan saat pengereman, dibuat lubang-lubang kecil pada cakram dimana udara sebagai pendingin dapat mengalir melalui lubang tersebut

2.5.1 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:

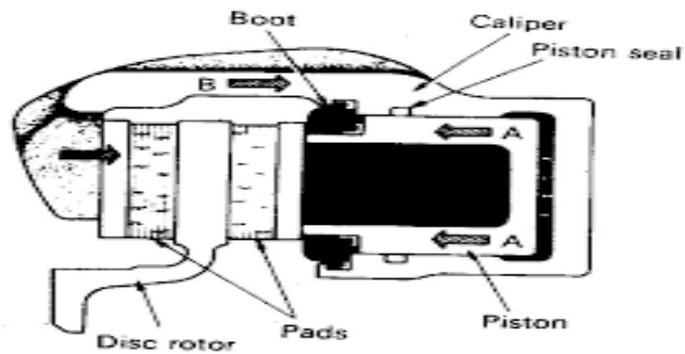
Saat pedal rem ditekan, piston mengatasi kembalinya spring dan bergerak lebih jauh. Tutup piston pada ujung piston menutup port kembali dan piston bergerak lebih jauh. Tekanan cairan dalam master silinder meningkat dan cairan akan memaksa kaliper lewat hose dari rem (*brake hose*). Saat lewat *port* kembali (lubang kembali).



Gambar 2.14 Saat tidak ada pengereman

Sebelum bekerja :

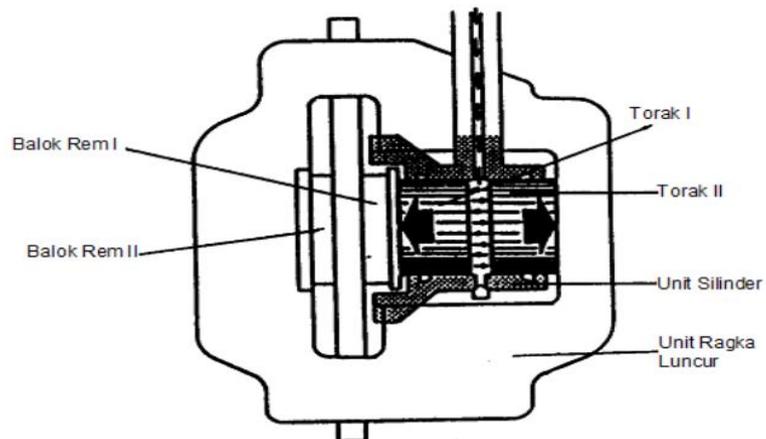
- Tekanan minyak rem 0
- Pad tidak menyentuh piringan (cakram)



Gambar 2.15 Saat ijakan rem ringan

Mulai bekerja :

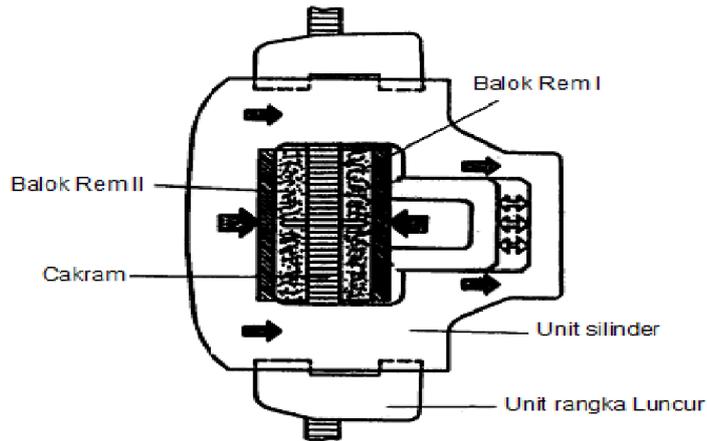
- Tekanan minyak rem bertambah.
- Pad menyentuh piring (cakram) dengan ringan
- Gesekan kecil
- Pengereman kecil



Gambar 2.16 Saat terjadinya pengereman

Pada saat bekerja :

- Tekanan minyak rem besar
- Tekanan pad pada disk besar
- Gesekan – besar
- Gaya pengereman besar



Gambar 2.17 Saat injakan pedal rem dibebaskan

Bebas pengereman :

- Tekanan minyak rem = 0
- Pad kembali pada posisi semula
- 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).

2.6 Perpindahan Panas Pada Kampas Rem

Kampas 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 (Sukanto dan Bardi, 2013).

Proses perpindahan panas dapat terjadi dengan 3 cara :

a. 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.

b. 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.

c. 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 perembanan 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 perembanan panas untuk perbandingan penyerapan panas suatu produk kampas rem satu dengan yang lainnya, sehingga dapat mengetahui kampas rem dengan kualitas penyerapan panas yang baik.

Kendaraan *Forklift* terdiri dari ribuan komponen, disamping itu *forklift* menggunakan banyak sekali bahan-bahan baik metal maupun non metal. Sangatlah tepat jika kendaraan dikatakan merupakan produk yang padat teknologi, padat komponen, padat bahan.

2.6.1 Jenis Kampas Rem Menurut Klasifikasi Internasional :

a. 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.

b. 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.

c. AM (*After Market*)

Jenis ini adalah kampas rem yang beredar di pasaran, dengan kualitas yang 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. Kampas rem dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 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 tidaknya produk tersebut

Pada umumnya 60% material dari komposisi kampas rem ini adalah Asbestos sebagai serat utama pembuatan kampas rem, Resin, Friction *Aditive*, *Filler*, sepihan logam, karetsintetis dan keramik sebagai bantanlan 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 temperatur diatas 200°C, Karena kampas ini mempunyai komposisi.

2.7 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 diing inkan, maka dilakukan langkah-langkah pengolahan data sebagai berikut:

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

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

2. Persamaan yang digunakan untuk mencari gaya keluar dari pedal rem yaitu :

$$FK = Q \frac{a}{b} \quad (2.2)$$

3. Persmaan untuk menghitung tekanan hidrolik (Pe) yang dibangkitkan pada master silinder yaitu :

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

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

4. Persamaan untuk mencari gaya yang menekan pad Rem (F_p) yaitu :

$$F_p = p_e \times 0,785(d^2) \quad (2.4)$$

5. Mengitung gaya gesek yang ditimbulkan oleh rem dengan menggunakan persamaan berikut :

$$F_\mu = \mu.F_p \quad (2.5)$$

2.8 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 penampangan 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 (kampus rem) untuk menghasilkan gaya pengereman (Hugraha, SWS. 2011).

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 (Rokhandy, 2012).

Mobil / Sepeda motor	Jenis silinder roda	Diameter piringan	Diameter piston (mm)	Diameter piston master rem (mm)
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 METODE PERANCANGAN

3.1 Tempat Dan Waktu

3.1.1 Tempat

Adapun tempat dilakukannya proses perancangan sistem pengereman pada *forklift* mini kapasitas 200 kg untuk usaha kecil menengah yang didesain menggunakan *software solidworks 2014* yaitu dilakukan di laboratorium komputer Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan.

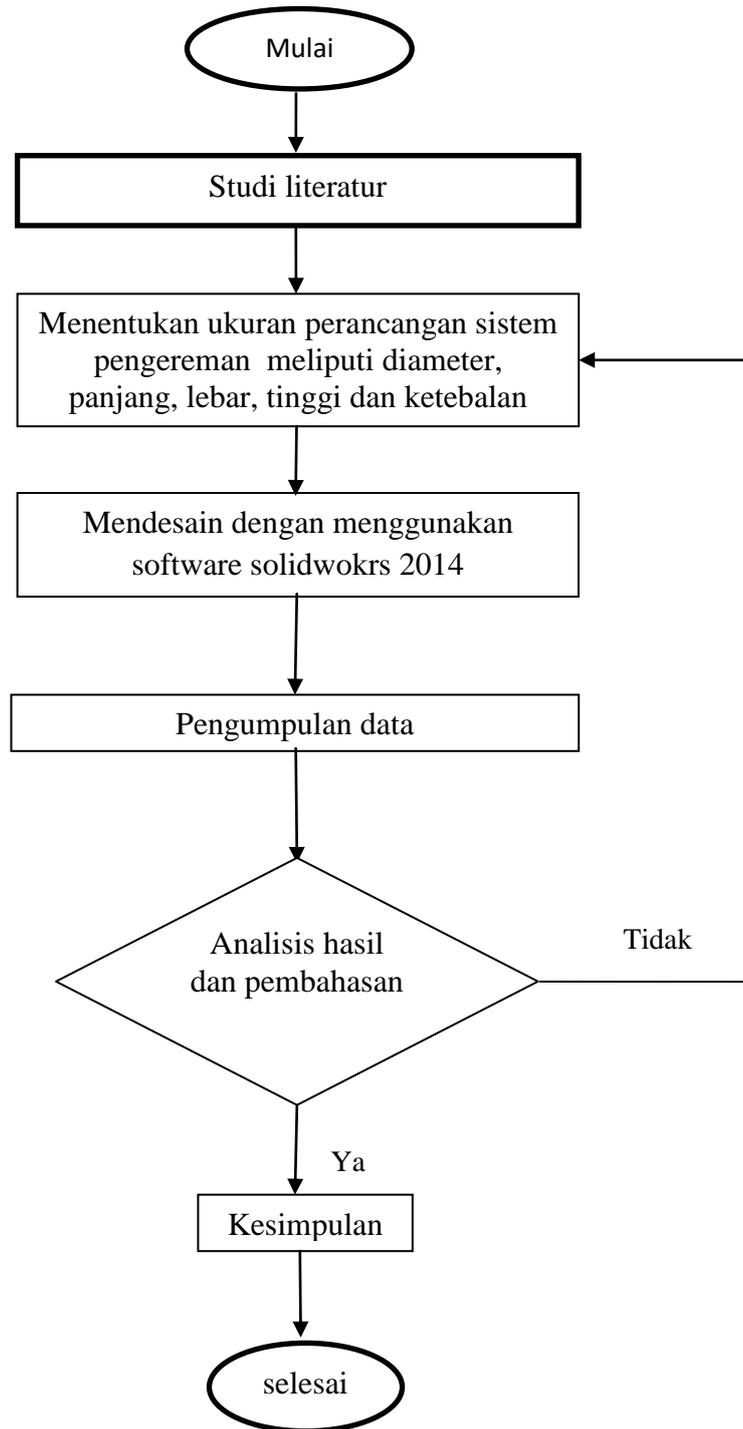
3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan proses mendesain dan pembuatan *forklift* mini kapasitas 200 kg untuk usaha kecil menengah selama 10 bulan setelah proposal tugas sarjana disetujui.

Tabel 3.1 waktu penelitian

No.	Kegiatan	Bulan / 2018										
		mar	apr	Mei	jun	Jul	agu	sep	Okt	Nov	Des	
1.	Pengajuan Judul											
2.	Pengumpulan Data											
3.	Perancangan Sistem pengereman Forklift											
4.	Pembuatan Sistem pengereman forklift											
5.	Pelaksanaan Pengujian											
6.	Penyelesaian Skripsi											

3.2 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram alir

3.3 Alat Perancangan

Adapun alat yang digunakan dalam perancangan sistem pengereman *forklift* mini ini adalah :

3.3.1 Laptop

Spesifikasi laptop yang digunakan dalam perancangan pengereman ini adalah sebagai berikut :

1. *Processor* : intel (R) celeron (R) CPU N3160 @ 1.60Ghz 1.60Ghz
2. *RAM* : 2.00 GB
3. *System type* : 64-bit operating system, x64-based processor



Gambar 3.2. Laptop

3.3.2 *Software solidworks*

Spesifikasi *software* yang digunakan dalam perancangan sistem pengereman *forklift* mini ini adalah sebagai berikut:

1. *Nama* : *Solidworks 2014 Activation Wizard*
2. *Type* : *Application*
3. *Size* : *9.57 MB*

3.3.3 Komponen-komponen sistem pengereman *forklift* mini

Komponen yang terdapat pada sistem pengereman *forklift* mini yang akan dirancang terdiri dari poros roda, pedal rem, piringan cakram dan komponen untuk sistem pengereman yang original yaitu piringan cakram, selang, Kaliper, master rem, roda

a. Desain piringan cakram :

- Bahan : baja biasa
- Diameter luar : 130 mm
- Diameter dalam : 25 mm
- Tebal piringan : 3 mm
- Tebal bush : 10 mm
- Lebar bush : 20 mm
- Diameter dalam bush : 25 mm
- Diameter luar bush : 45 mm

b. Desain pedal rem

- Bahan : Baja biasa
- Tebal : 5 mm
- Lebar : 20 mm
- Tinggi : 165 mm
- Panjang L : 70 mm

c. Desain poros roda depan, berikut spesifikasinya :

- Bahan : baja biasa
- Panjang : 870 mm
- Diameter : 25 mm

d. Selang penghubung antara master rem dengan kaliper menggunakan selang rem sepeda motor, dengan :

- Panjang : 200 mm
- Diameter Luar : 10 mm
- Diameter dalam : 7 mm

e. Roda, menggunakan roda dengan diameter 240 mm dan tebal 45 mm,

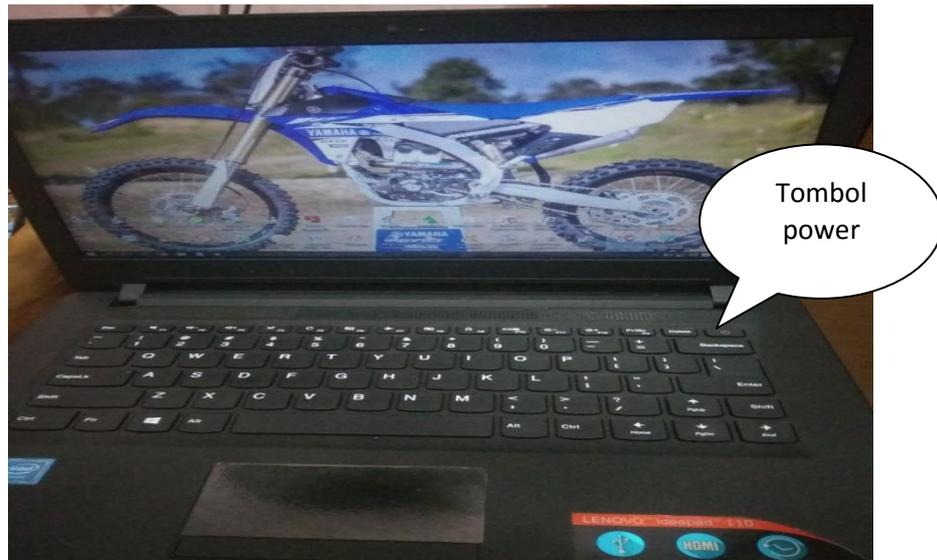
- f. Kaliper yang digunakan pada sistem pengereman *forklift* mini menggunakan kaliper sepeda motor dengan diameter silinder cakram 23 mm.
- g. Master rem, untuk master rem yang digunakan dalam sistem pengereman pada *forklift* mini menggunakan master rem sepeda motor, dengan diameter master silinder 15,3 mm.

3.4 Tahap Awal Pengerjaan Perancangan

3.4.1 Membuka aplikasi *solidworks*

Sebelum melakukan pengerjaan desain, langkah pertama kali yaitu adalah

1. Buka laptop
2. Tekan tombol power untuk menyalakan laptop, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3 dibawah ini.

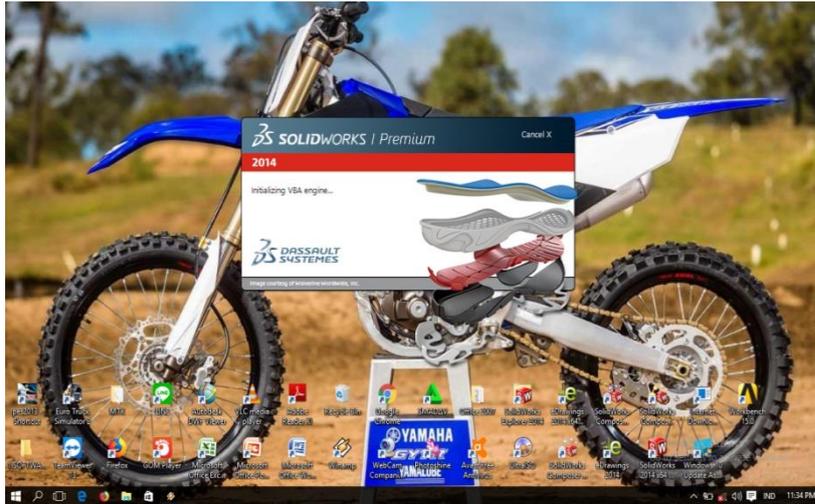


Gambar 3.3. Menekan tombol *power*

3. Setelah laptop telah menyala, langkah selanjutnya klik 2X *start* menu pada aplikasi *solidworks*, yang terlihat pada gambar 3.4 dan 3.5 dibawah ini.

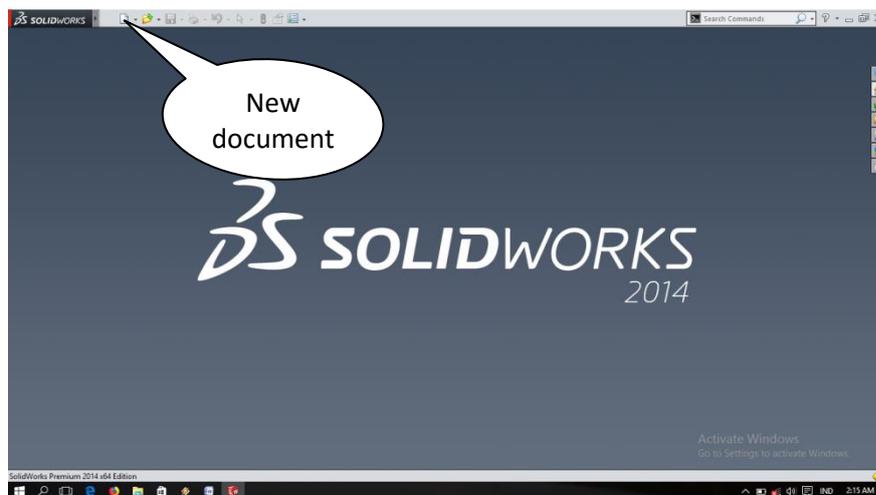


Gambar 3.4. Klik aplikasi *solidworks*



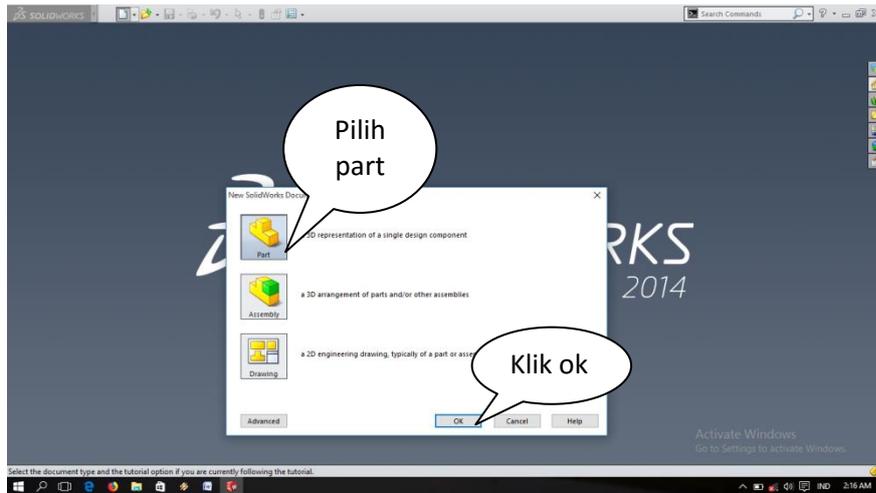
Gambar 3.5. Proses *loading* membuka aplikasi *solidworks*

4. Setelah menu awal *solidworks* telah muncul, selanjutnya arahkan kursor pada bagian kiri atas dan pilih menu *new document*, lalu klik, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.6 dibawah ini.

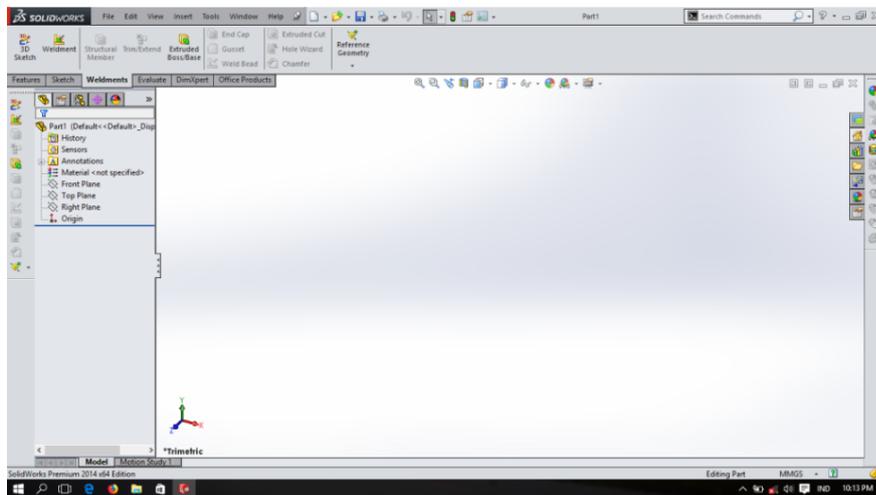


Gambar 3.6. Menu awal *solidworks*

5. Setelah muncul menu tampilan *new document*, pilih menu *part*, lalu klik ok. Maka akan muncul tampilan jendela kerja *solidworks* seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.7 dan gambar 3.8 dibawah ini.

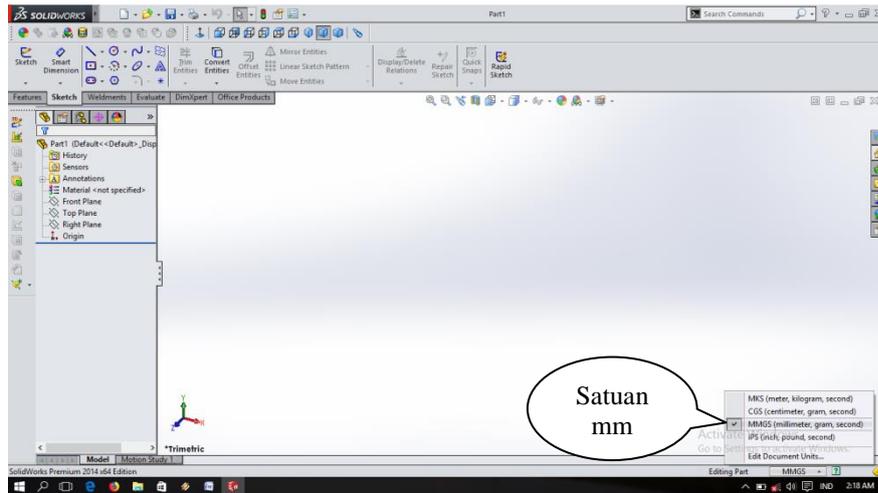


Gambar 3.7. Tampilan menu *new document*



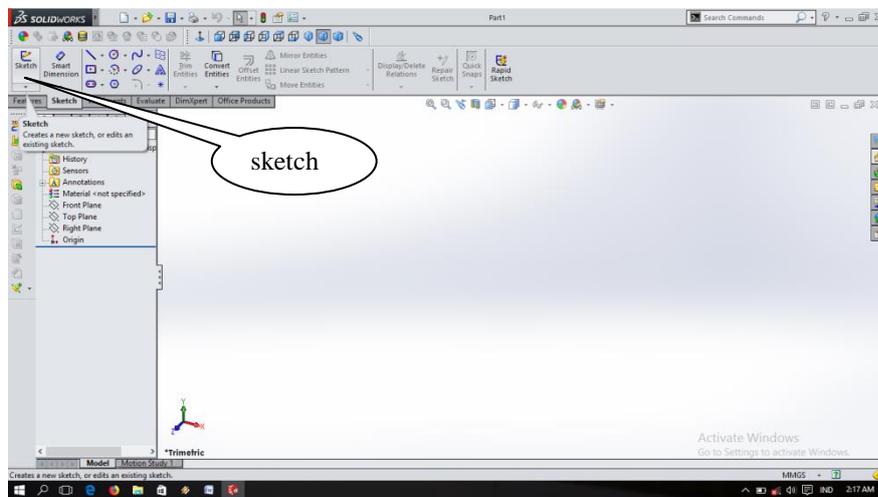
Gambar 3.8. Tampilan jendela kerja *solidwoks* 2014

6. Langkah selanjutnya yaitu mengatur satuan ukuran pada jendela kerja, dengan mengarahkan kursor ke kanan pojok bawah dan memilih satuan yang digunakan, yaitu satuannya milimeter, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.9.

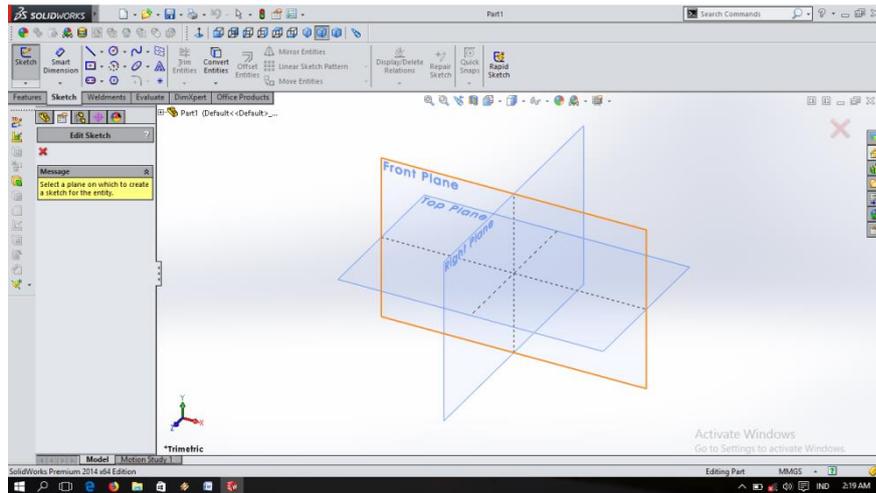


Gambar 3.9. Mengatur satuan ukuran

7. Selanjutnya pilih menu *sketch*, lalu klik. Maka akan muncul pilihan tampilan *plane*. Dalam perancangan sistem pengereman ini, dipilih *front plane*, sebagai mana yang ditunjukkan pada gambar 3.10 dan gambar 3.11 dibawah ini.

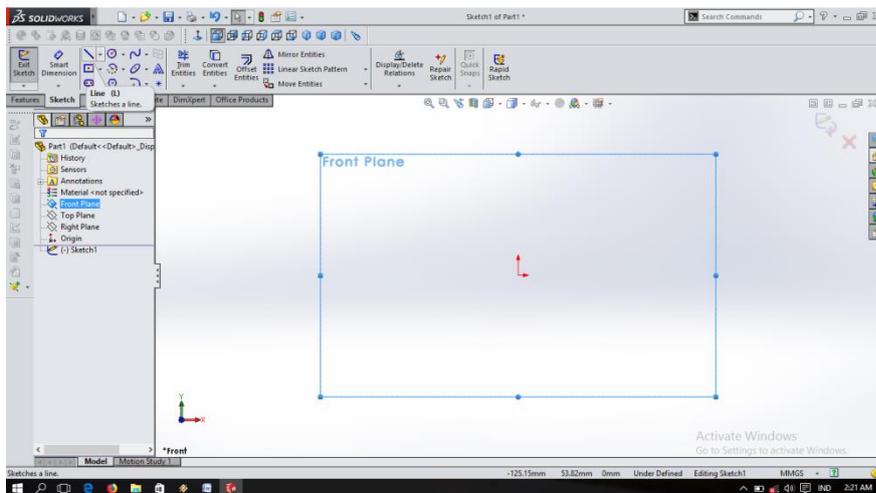


Gambar 3.10. Mengklik menu *sketch*



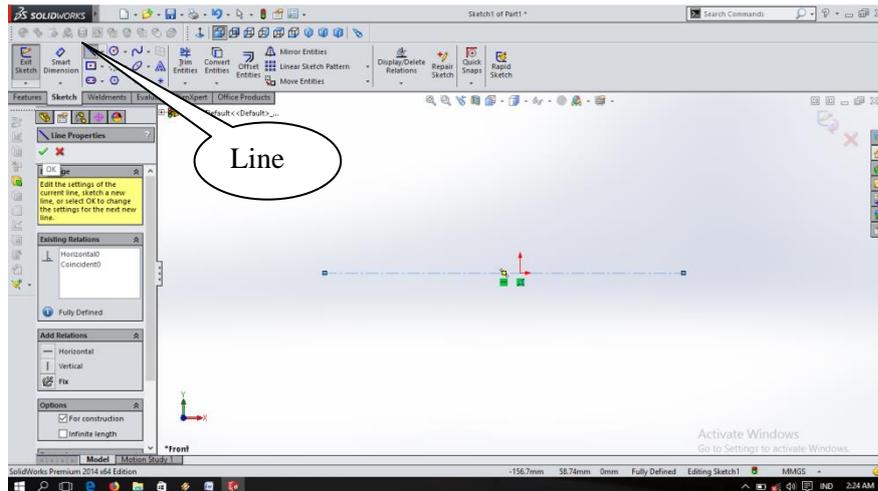
Gambar 3.11. Tampilan *plane* yang akan digunakan

8. Setelah melakukan pemilihan bagian *sketch* menggunakan *front plane*, maka akan tampil jendela kerja seperti gambar 3.12 dibawah ini. Dan proses mendesain sudah bisa dilakukan.



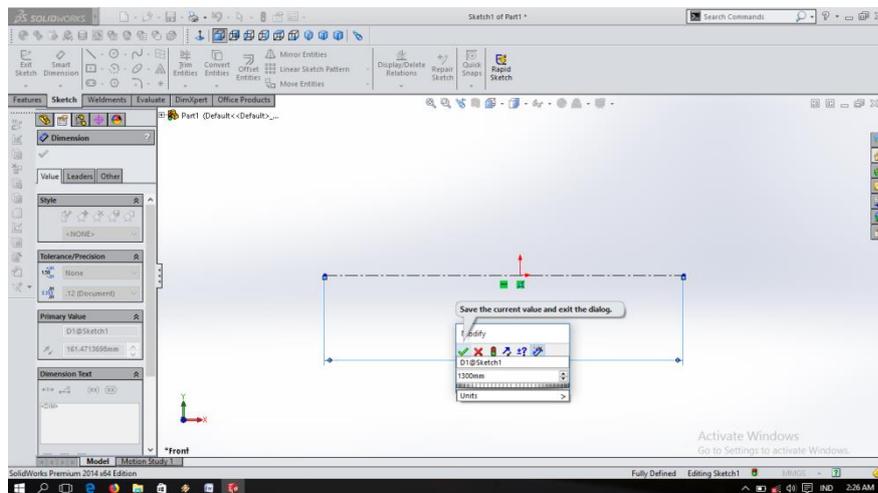
Gambar 3.12. Tampilan *front plane*

9. Selanjutnya pilih garis (*line*), pilih garis bantu (*center line*), lalu tarik garis dari sebelah kiri ke sebelah kanan pada jendela kerja, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.13 dibawah ini.



Gambar 3.13. Membuat garis bantu (*center line*)

10. Selanjutnya memberi ukuran pada garis bantu, klik *smart dimension* lalu masukan ukuran komponen yang akan di desain, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.14 dibawah ini.



Gambar 3.14. Memberikan ukuran pada garis bantu.

11. Langkah berikut, dengan memilih menu garis (*line*) untuk pensilnya, memilih menu *smart dimension* untuk memberikan ukuran, memilih menu *extruded base/base* dan *extruded cut* untuk membuat desain, dan memilih *hole wizard* untuk membuat diameter dalam lubang

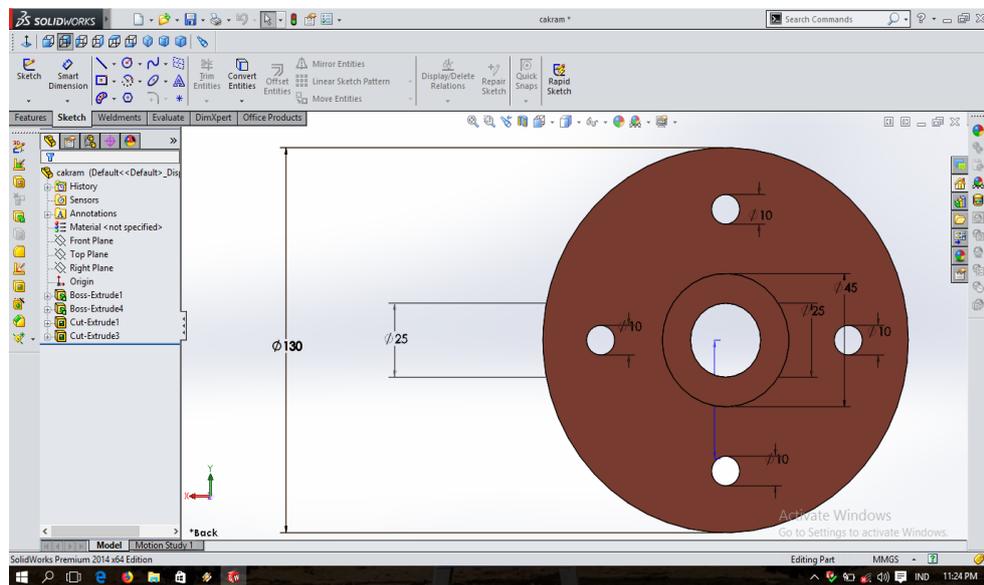
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rancangan sistem pengereman

4.1.1 komponen sistem pengereman

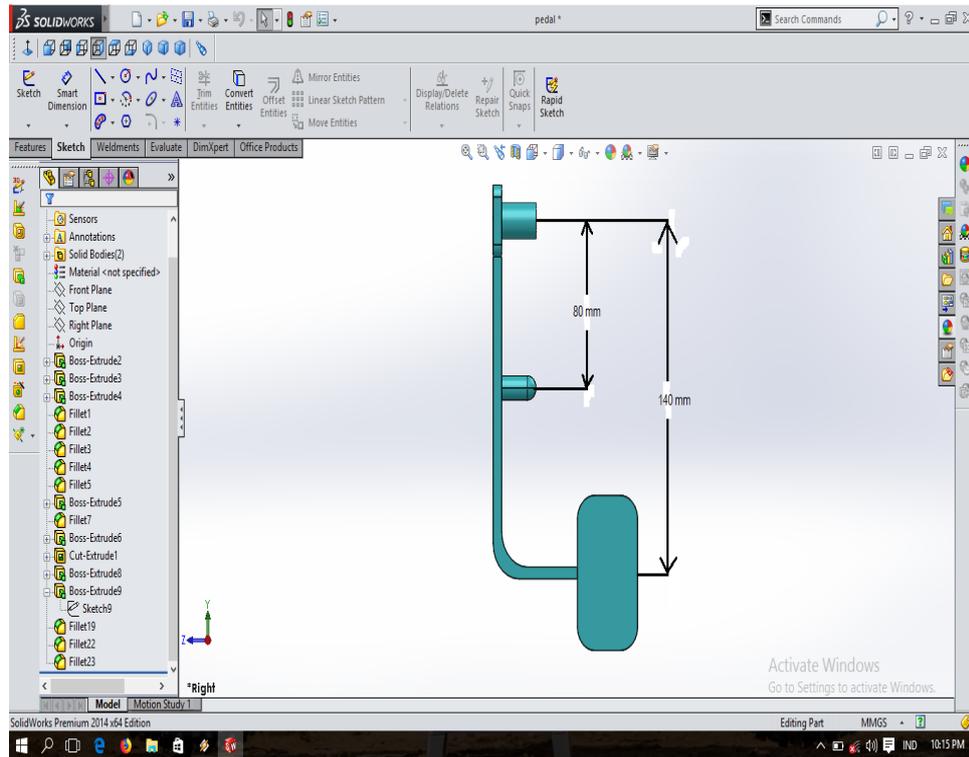
Hasil dari rancangan komponen sistem pengereman dapat dilihat dibawah ini :

- a. Desain piringan cakram dengan diameter luar 130 mm, diameter dalam 25 mm, dan tebal 3 mm, dapat dilihat pada gambar 4.1.



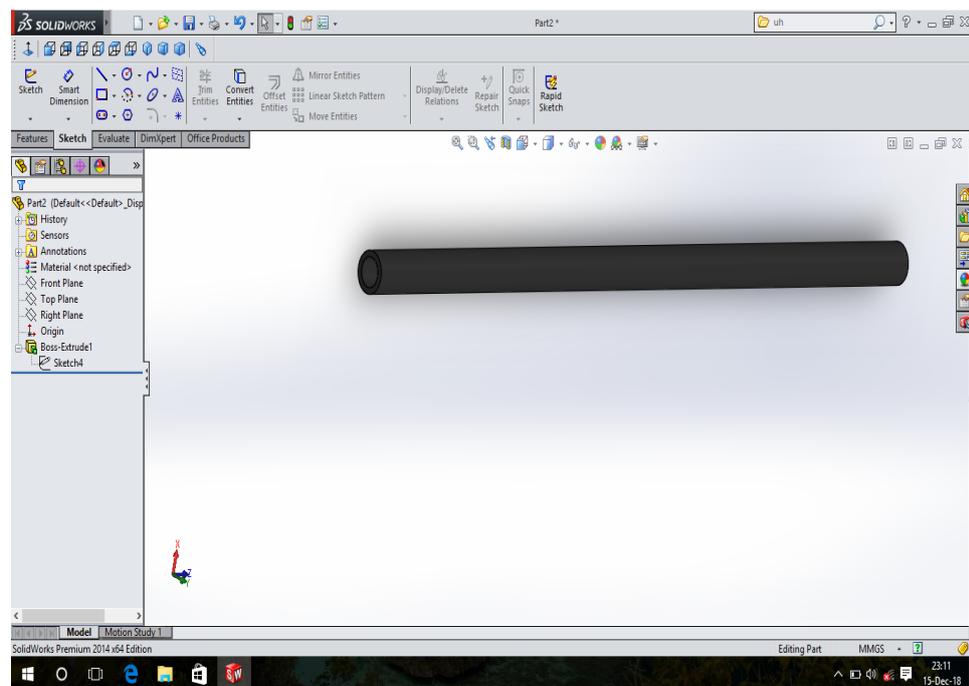
Gambar 4.1 Desain piringan cakram

- b. Desain pedal rem dengan tebal 5 mm, lebar 20 mm, tinggi 165, dan panjang L 70 mm, dapat dilihat pada gambar 4.2.



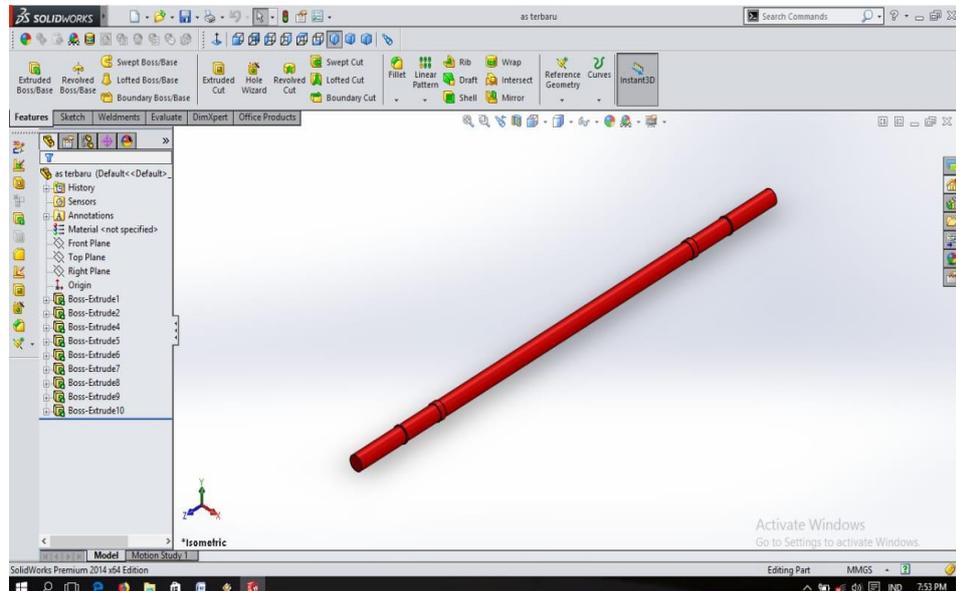
Gambar 4.2 Desain pedal rem

- c. Selang rem sepeda motor sebagai penghubung antara master rem dengan kaliper, dapat dilihat pada gambar 4.3.



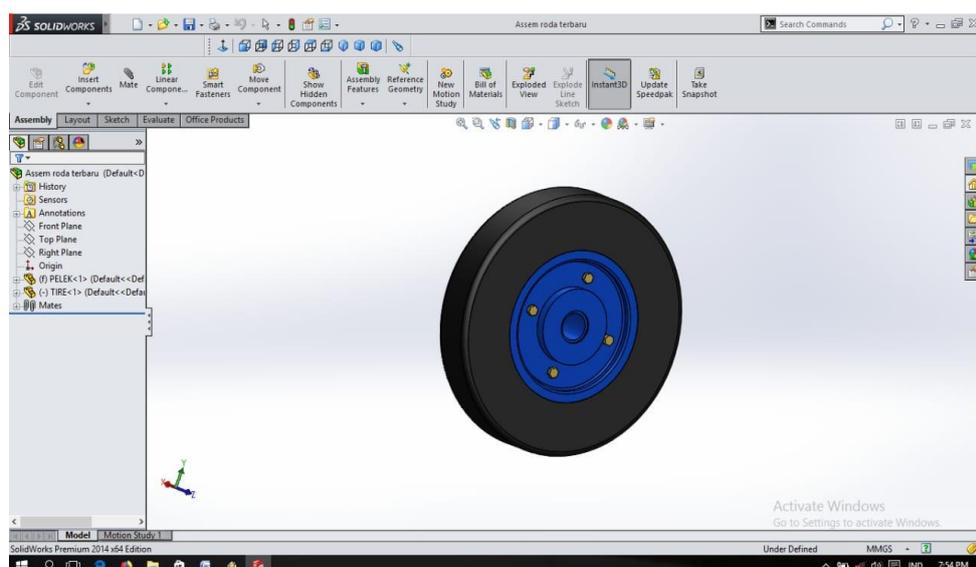
Gambar 4.3 Selang rem

- d. Desain poros roda depan dengan panjang 870 mm dan diameter 25 mm, dapat dilihat pada gambar 4.4.



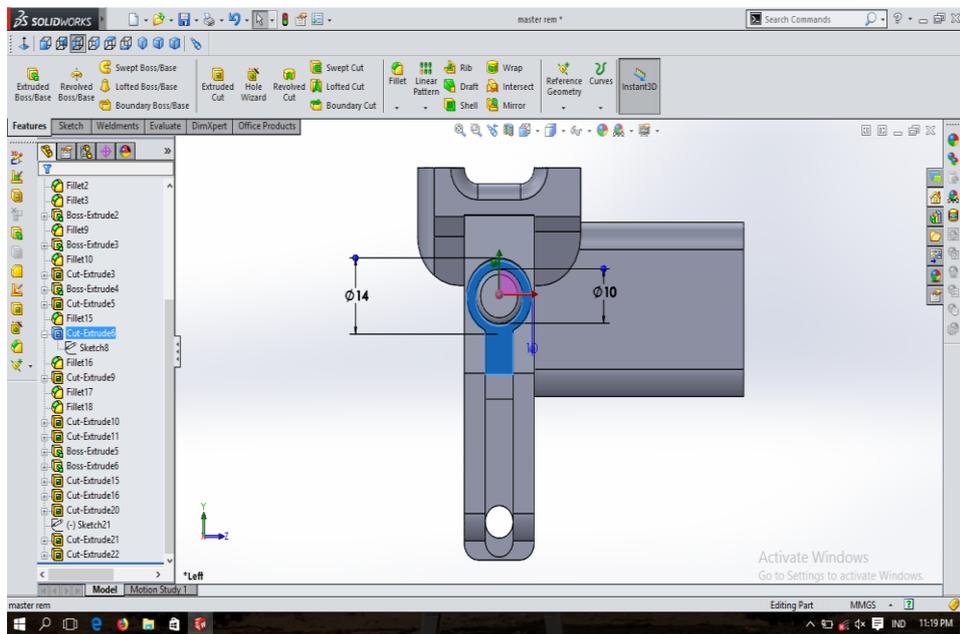
Gambar 4.4 Desain poros roda depan

- e. Roda dengan diameter 240 mm dan tebal 45 mm, dapat dilihat pada gambar 4.5.



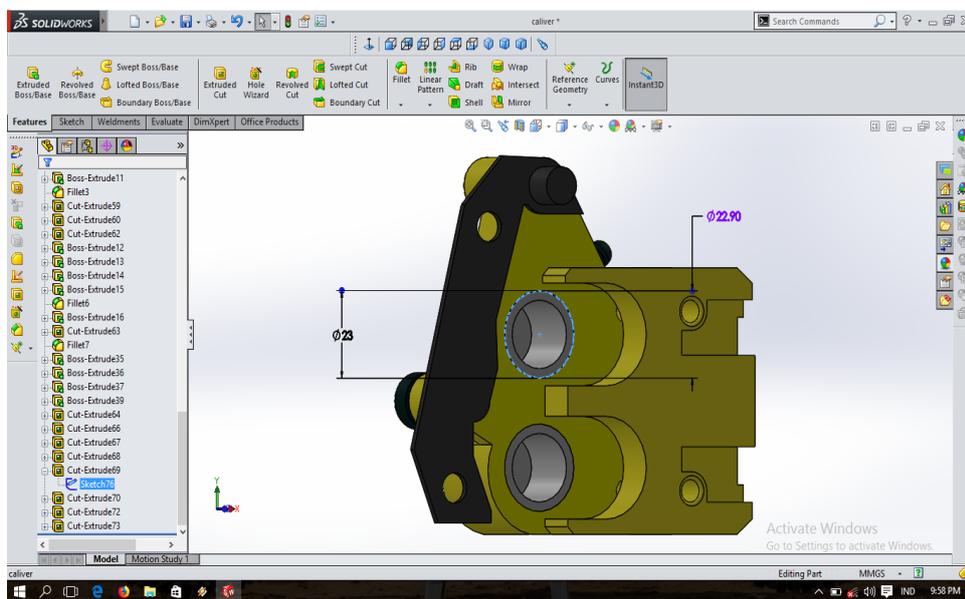
Gambar 4.5 Roda

f. Master rem sepeda motor, dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Master rem

g. Kaliper sepeda motor, dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Kaliper

4.2 Data hasil perhitungan

4.2.1 Perbandingan pedal rem

$$K = \frac{a}{b} \rightarrow K = \frac{14}{8} = 1,75 \text{ cm}$$

4.2.2 Gaya yang keluar dari pedal rem

Dari hasil rancangan pedal rem pada rangkaian rem yaitu : jarak dari pedal rem ketumpuan dan jarak dari pushroad ke tumpuan dapat dilihat pada gambar 4.2, dapat diketahui bahwa jarak dari pedal rem ke tumpuan (a) = 14 cm dan jarak dari peshroad ke tumpuan (b) adalah 8 cm, maka perbandingan pedal remnya yaitu 1,75 cm dan gaya yang menekan pedal rem disini penulis mengambil harga $F = 5 \text{ kgf}$.

$$FK = F \cdot \frac{a}{b}$$

$$FK = 5 \cdot \frac{14}{8}$$

$$FK = 5 \times 1,75 = 8,75 \text{ kgf}$$

4.2.3 Tekanan hidrolik (Pe)

Tekanan hidrolik (Pe) yang dibangkitkan master silinder pada rangkaian sistem pengereman dan diketahui nilai $d = 15,3 \text{ mm}$, dapat dilihat pada gambar 4.6 dan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Pe = \frac{FK}{\frac{1}{4} \cdot \pi \times d^2}$$

Dimana :

Pe = Tekanan Hidrolik (Kg/cm^2)

FK = Gaya yang dihasilkan pada pedal rem

d = Diameter silinder master rem (cm)

$$Pe = \frac{FK}{\frac{1}{4} \cdot \pi \times d^2}$$

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

$$Pe = \frac{FK}{0,785 d^2}$$

$$Pe = \frac{8,75}{0,785 \cdot 1,53^2}$$

$$= \frac{8,75}{0,785 \cdot 2,34}$$

$$= \frac{8,75}{1,83}$$

$$= 4,78 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

4.2.4 Gaya yang menekan ped rem (Fp)

Diketahui bahwa nilai $d1 = 23 \text{ mm}$, dapat dilihat pada gambar 4.7 dan untuk mencari gaya yang menekan pad rem menggunakan rumus :

$$Fp = pe \times 0,785 (d^2)$$

Dimana :

Fp = Gaya yang menekan pad rem (kgf)

d1 = Diameter silinder cakram (cm)

Pe = Tekanan hidrolik (kg / cm^2)

Diketahui :

$$Pe = 4,78 \text{ kgf}$$

$$d1 = 23,00 \text{ mm} = 2,30 \text{ cm}$$

$$Fp = pe \times 0,785 (2,30)$$

$$= 4,78 \times 0,785 (2,30)^2$$

$$= 4,78 \times 0,785 \times 5,29$$

$$= 4,78 \times 4,15$$

$$= 19,83 \text{ kgf}$$

4.2.5 Gaya gesek pengereman

Untuk menghitung gaya gesek yang ditimbulkan oleh rem menggunakan persamaan :

$$F\mu = \mu.Fp$$

Dimana :

$$\mu = 0,3$$

$$Fp = 19,83 \text{ kgf}$$

$$F\mu = \mu.Fp$$

$$= 0,3 \times 19,83$$

$$= 5,94 \text{ kgf}$$

4.3 Hasil Pengolahan Data

4.3.1 Tabel dan grafik hasil dan grafik hasil pengolahan data

Dengan menggunakan persamaan yang sama, maka akan didapat sebuah tabel gaya terhadap pedal rem antara 5 kgf, 10 kgf, dan 15 kgf. Dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Hasil Perhitungan

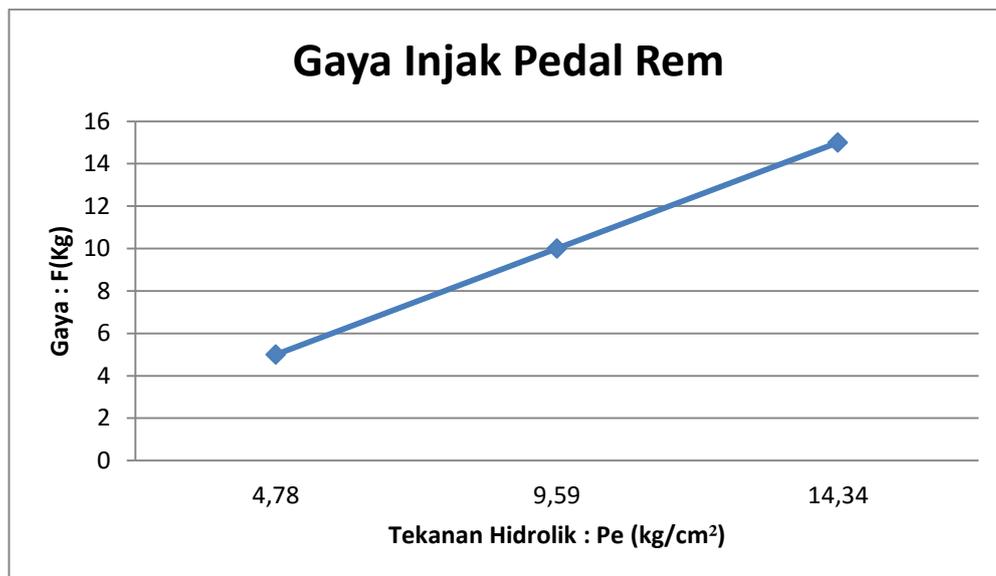
No	F (kgf)	Fk (kgf)	Pe (kg/cm ²)	Fp (kgf)	Fμ (kgf)
1	5	8,75	4,78	19,83	5,94
2	10	17,5	9,59	39,79	11,93
3	15	26,25	14,34	59,51	17,81

4.3.2 Analisa Data

Berdasarkan hasil-hasil pengolahan dan pengambilan data yang saya peroleh, dapat dilihat pada tabel dan grafik sebagai berikut :

Tabel 4.2 Gaya Injak Pedal Terhadap Tekanan Minyak

No	Pembebanan Pedal F(kg)	Tekanan Minyak Pe(kg/cm ²)
1	5	4,78
2	10	9,59
3	15	14,34



Gambar 4.8 Grafik gaya injak pedal rem terhadap tekanan minyak

Dari gambar grafik diatas menunjukkan bahwa semakin besar gaya (F) pada pedal rem, maka akan semakin besar tekanan hidrolik yang ditimbulkan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil Perancangan Sistem Pengereman Pada *Forklift* Mini Kapasitas 200 Kg Untuk Usaha Kecil Menengah (UKM), penulis menarik beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Dengan pemberian gaya (F) terhadap pedal rem pada Perancangan sistem pengereman pada *forklift* mini kapasitas 200 Kg untuk usaha kecil menengah (UKM) sebesar 5 kgf, maka akan menghasilkan tekanan hidrolik (Pe) sebesar 4,78 kg/cm², pemberian gaya (F) sebesar 10 kgf akan menghasilkan tekanan hidrolik (Pe) sebesar 9,59 kg/cm², dan pemberian gaya (F) sebesar 15 kgf akan menghasilkan tekanan hidrolik (Pe) sebesar 14,34 kg/cm².
2. Dari Sistem pengereman yang dirancang menunjukkan bahwa Semakin besar gaya pijak pedal, maka semakin besar pula tekanan hidrolik pada sistem rem cakram.
3. Sistem pengereman yang dirancang juga menunjukkan bahwa Semakin besar tekanan hidrolik pada sistem rem cakram, maka akan semakin besar gaya gesek yang terjadi terhadap piringan cakram.

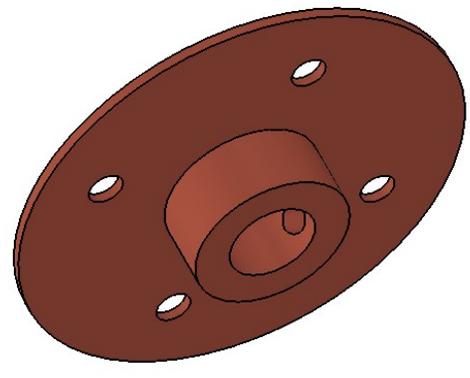
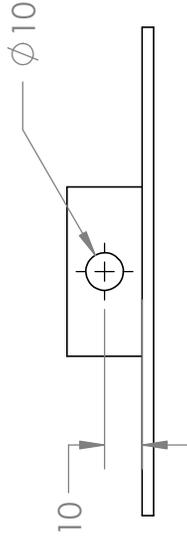
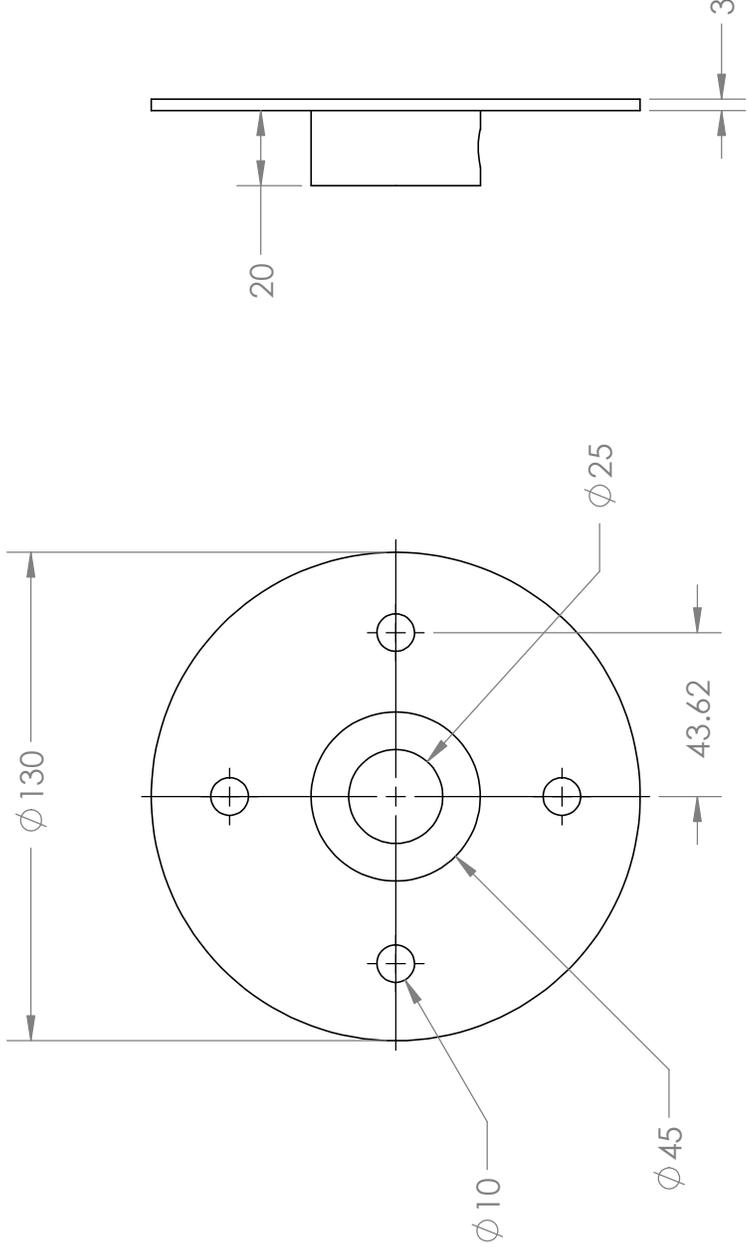
5.2 Saran

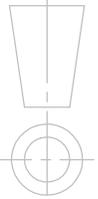
Untuk mengembangkan lebih lanjut jarak pedal rem ke tumpuan dan jarak dari pushrod ke tumpuan, guna mengetahui gaya pada pedal rem.

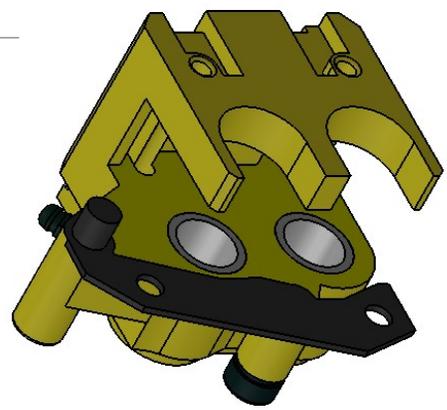
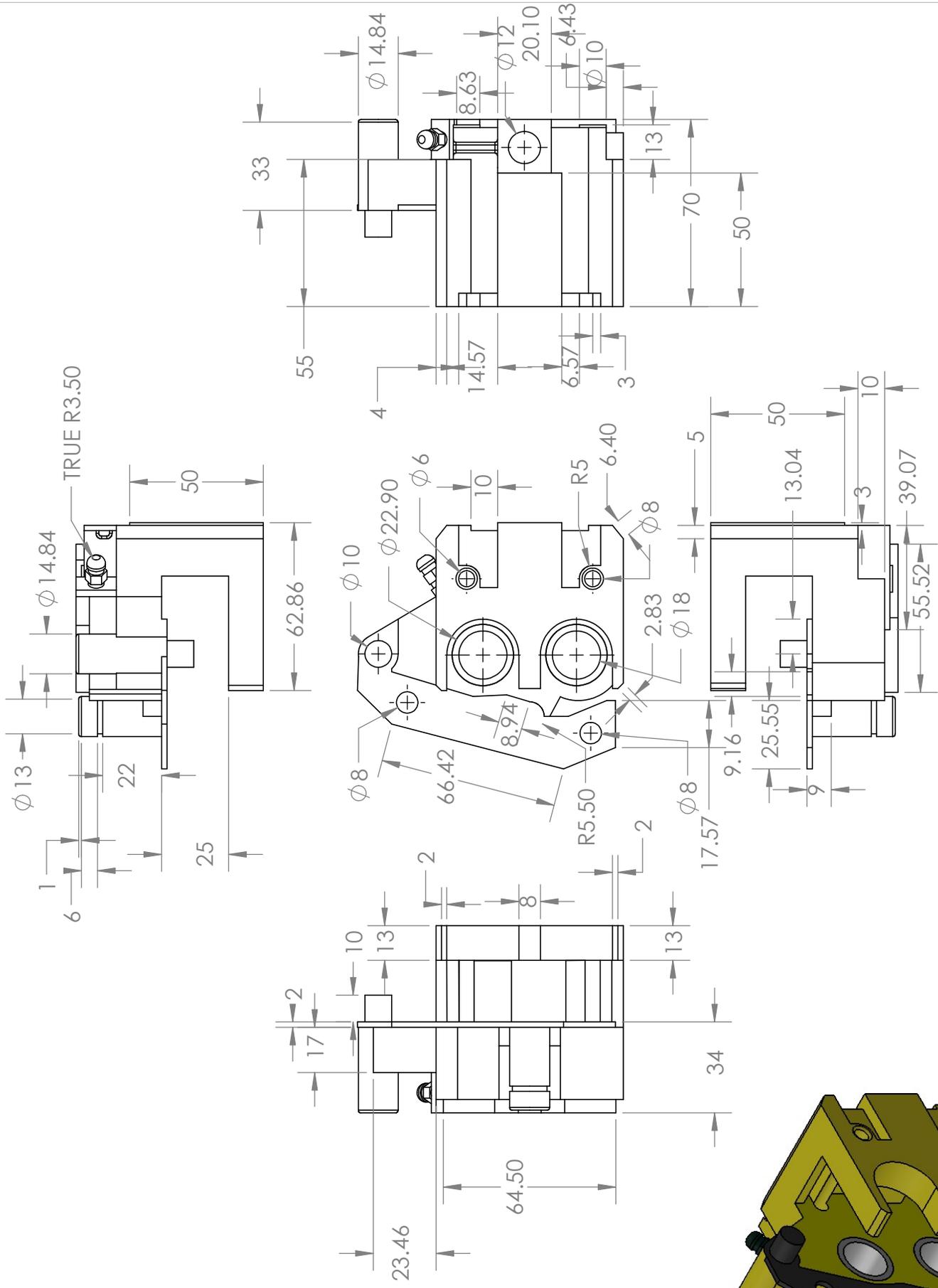
DAFTAR PUSTAKA

- A Sofan, S Yayan (2011). Dasar-Dasar Otomotif. Jakarta : PT.Prestasi Pustakarya.
- Anonim, (2003) Rem cakram <http://xlusi.com/remcakram.html>
Diakses pada 22 mei 2018.
- Hafid. D (2016) Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur : Gaya Tekan Pad Rem Terhadap Disk Rotor Pada kendaraan Mini Buggy, Jakarta : Universitas Negeri Jakarta.
- Hugraha, SWS. (2011) Pengaruh Sistem Rem Cakram Ganda Hasil Modifikasi Dan Variasi Kecepatan Terhadap Efisiensi Pengereman Pada Sepeda Motor, Skripsi, Suarakarta, : FKIP Universitas Sebelas Maret.
- Pengertian solidworks |Arif... <Http://arifsyamsudin.wordpress.com> > pe...
Diakses pada 13 juli 2018.
- Ressang, A, (1992), Catatan kuliah Motor Bakar, FTM, UNHAS, Makasar.
- Siahaan, IH., & Sen, HY., (2008), Kinerja rem tromol terhadap kinerja rem cakram kendaraan roda dua pada penguji stationer, TEKNOSIM, Yogyakarta.
- Sularso dan Saga, K, (1997), Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, PT Pradya Paramita, Jakarta.
- Sukamto, Bardi A.J (2013) Analisa Perpindahan Panas kampas Rem Pada Sepeda Motor, Terknik Mesin Universitas Janabadra, Yogyakarta.
- Wagino. (2012). *Forklift*.<http://kerockan.blogspot.com/2012/01/mengenal-bagian-bagian-pada-pada-forklift.html> diunduh tanggal 04 april 2018.

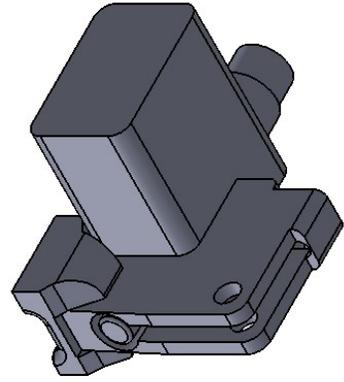
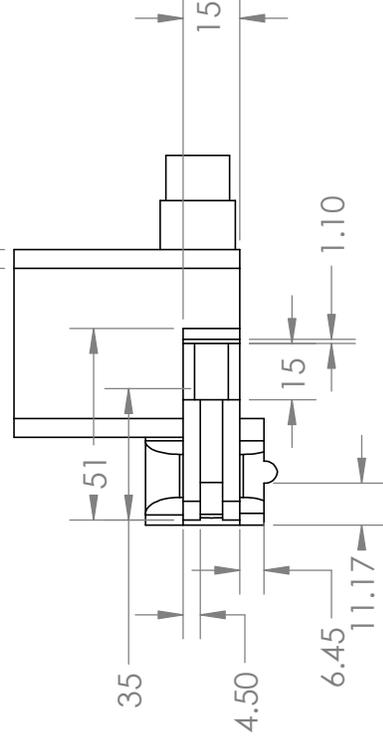
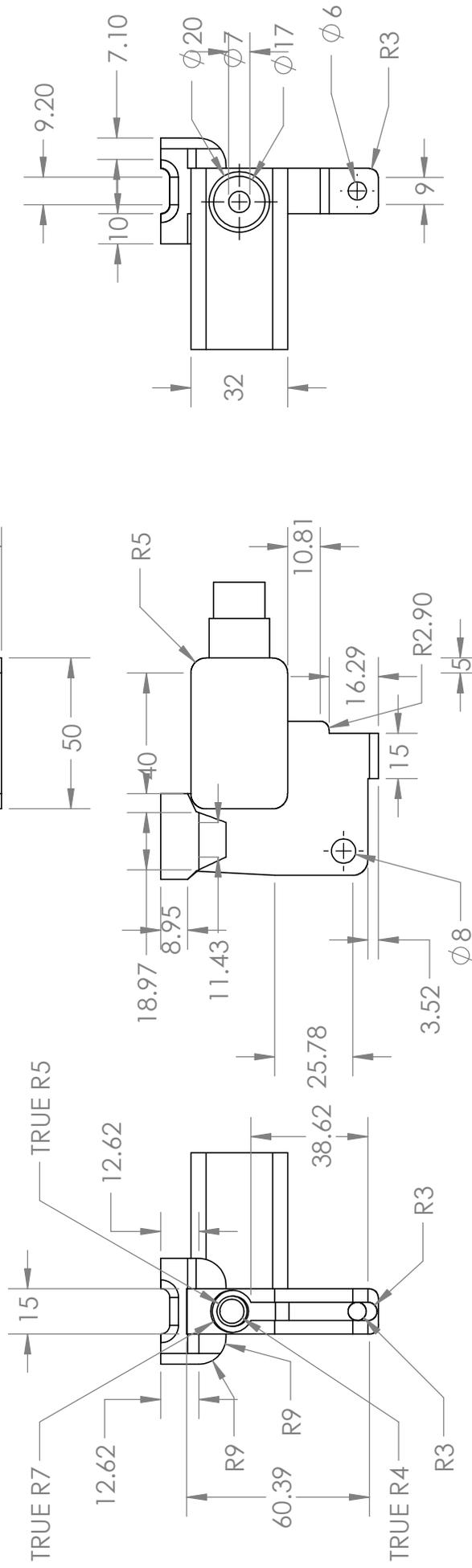
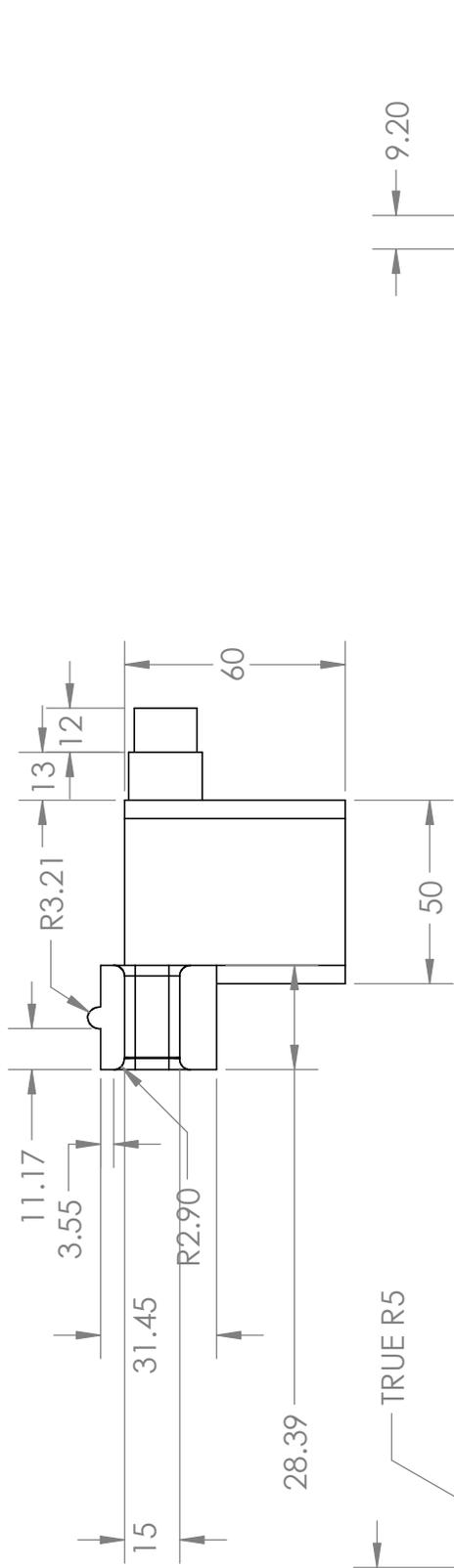
LAMPIRAN



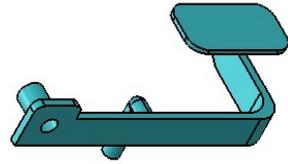
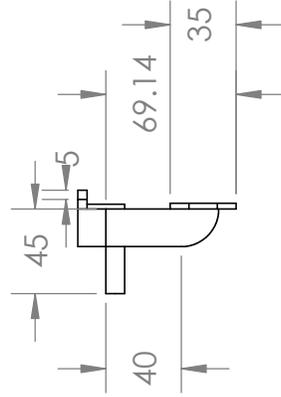
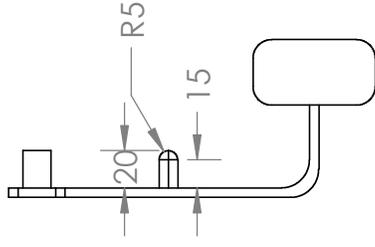
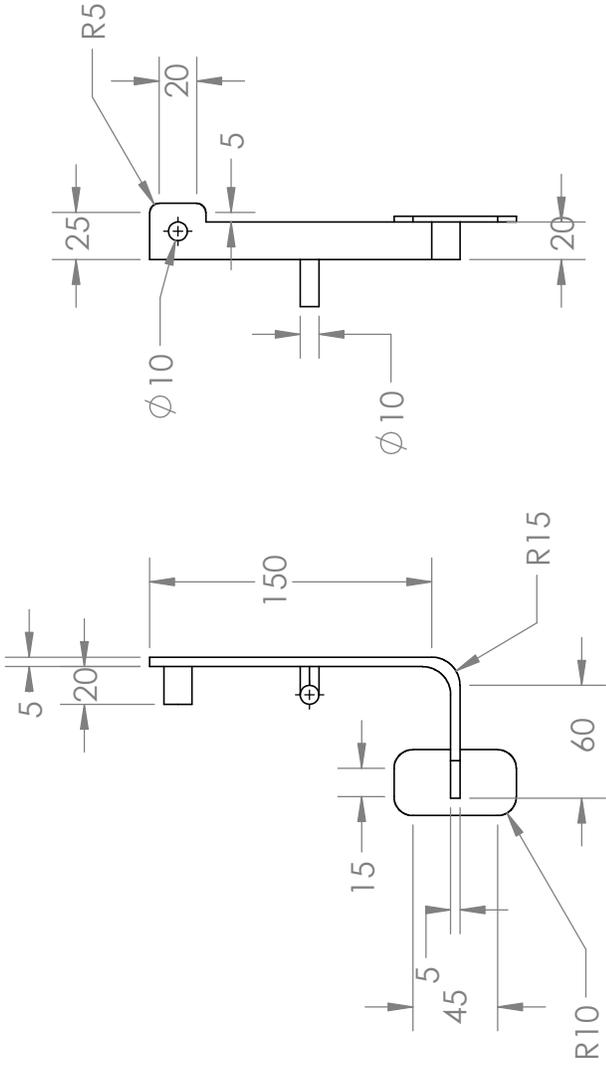
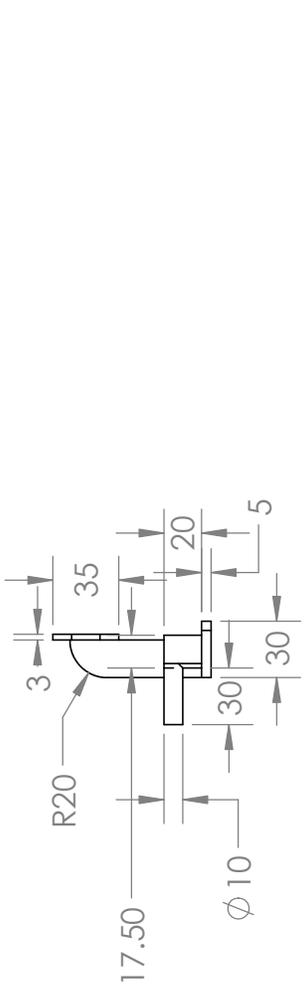
	Skala : 1 : 2	Digambar : M. RIZKY RIADI	Peringatan :
	Satuan ukuran : mm	Kelas : B3	
	Tanggal :	Diperiksa :	
TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNIK UMSU		PIRINGAN CAKRAM	No.
			A4

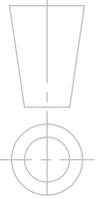


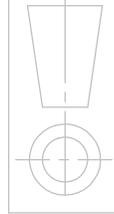
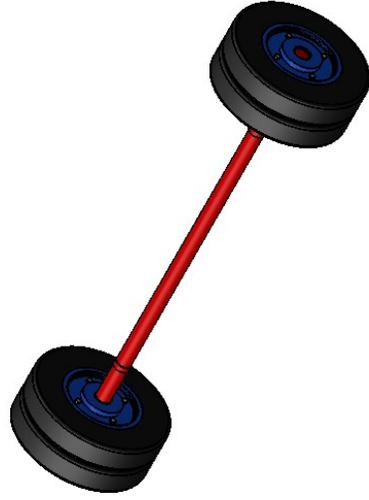
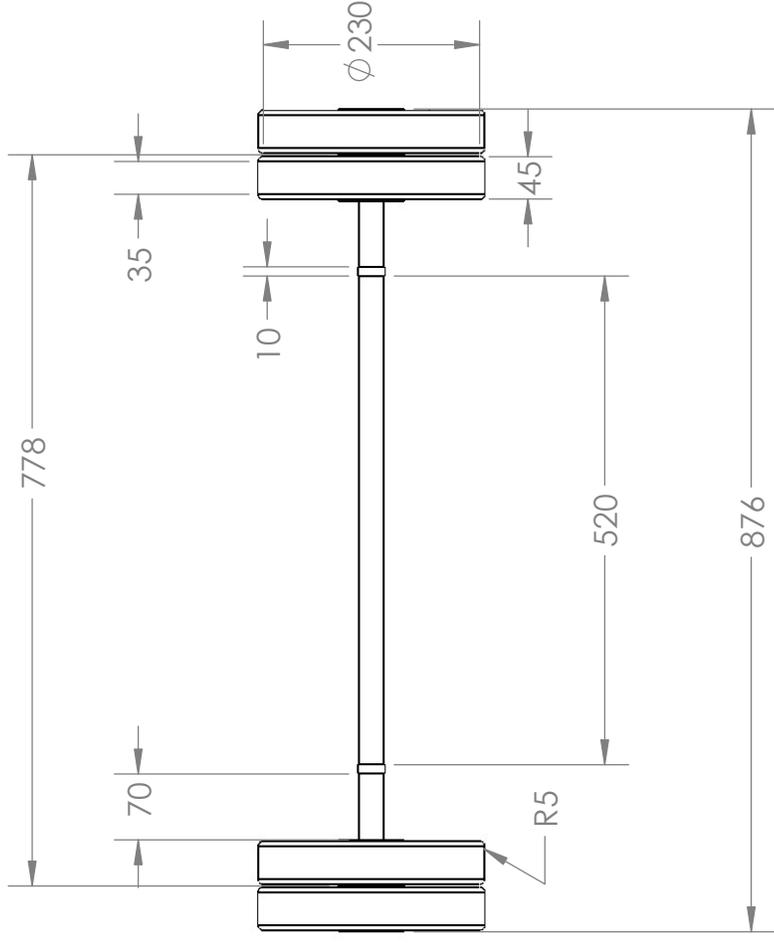
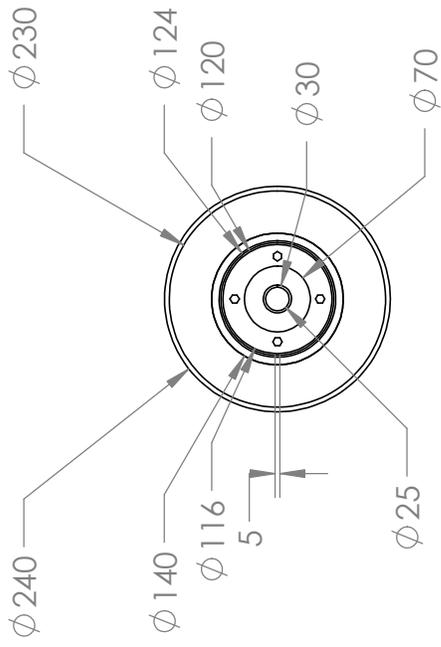
	Skala : 1 : 2	Digambar : M. RIZKY RIADI	Peringatan :
	Satuan ukuran : mm	Kelas : B3	
	Tanggal :	Diperiksa :	
TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNIK UMSU		CALIPER	No.
			A4



	Skala : 1 : 2	Digambar : M.RIZKY RIADI	Peringatan :
	Satuan ukuran : mm	Kelas : B3	
	Tanggal :	Diperiksa :	
TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNIK UMSU		MASTER REM	No.
			A4



	Skala : 1 : 4	Digambar : M.RIZKY RIADI	Peringatan :
	Satuan ukuran : mm	Kelas : B3	
	Tanggal :	Diperiksa :	
TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNIK UMSU		PEDAL	
		No.	A4



Skala : 1 : 8

Satuan ukuran : mm

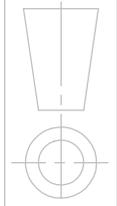
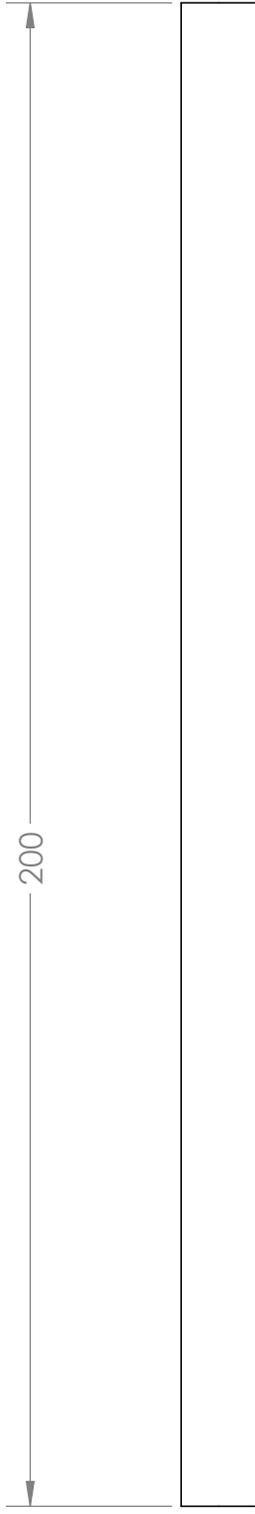
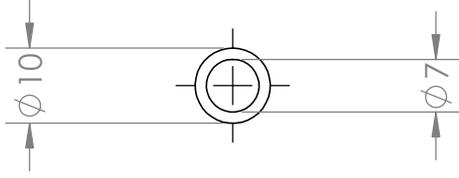
Tanggal :

Digambar : M. RIZKY RIADI

Kelas : B3

Diperiksa :

Peringatan :



Skala : 1 : 1
Satuan ukuran : mm
Tanggal :

Digambar : M. RIZKY RIADI
Kelas : B3
Diperiksa :

Peringatan :

TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNIK UMSU

SELANG REM

No.

A4

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Perancangan Sistem Pengreman Pada Forklift Mini Kapasitas 200 Kg Untuk Usaha Kecil Menengah (Ukm)

Nama : M.Rizky Riadi
 NPM : 1407230279

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umurani, S.T., M.T

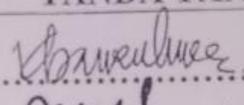
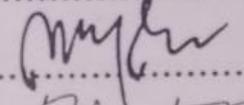
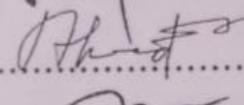
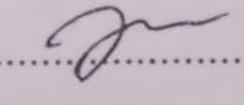
Dosen Pembimbing 2 : M.Yani, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	Selasa / 4-12-18	- Perbaiki Spesifikasi tugas	k
	Jum'at / 14-12-18	- Perbaiki bab I • Pendahuluan • Tujuan • manfaat	k
	Rabu / 19-12-18	- Perbaiki Jawaban Pustaka - Perbaiki Persamaan Perhitungan rum	k
	Kemis / 20-12-18	- Perbaiki Metode	k
	Senin / 24-12-18	- lanjut ke Pembimbing II	k
	Jum'at / 4-1-19	Perbaiki format tulisan, spasi, tabel, flow chart	my
	Senin / 7-1-19	Tambahkan abstrak, daftar pustaka	my
	Jum'at / 11-1-19	lanjut ke pembimbing I Ase, seminar	my. k.

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

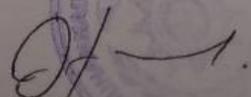
Peserta Seminar

Nama : M.Rizky Riadi
 NPM : 1407230279
 Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Pengereman Pada Forflift Mini Ka –
 Pasitas 200 Kg Untuk Usaha Kecil Menengah (UKM)

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	:	
Pembimbing – II	: M.Yani.S.T.M.T	:	
Pembanding – I	: Ahmad Marabdi Srg.ST.MT	:	
Pembanding – II	: Bekti Suroso.S.T.M.Eng	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
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 : M.Rizky Riadi
NPM : 1407230279
Judul T.Akhir : Perancangan Sistem Pengereman Pada Forklift Mini Kapasitas
200 Kg Untuk Usaha Kecil Mdenengah (UKM).

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T
Dosen Pemanding - 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 :

① Lihat koreksi Laporan Tugas Akhir
② Ikuti saran dan masukan dari pemanding II

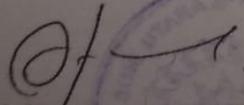
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

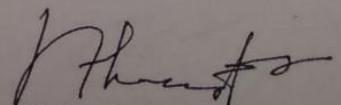
.....
.....
.....
.....

Medan 04 Jum.Akhir 1440H
04 Februari 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T Mesin

Dosen Pemanding- I


Affandi.S.T.M.T


Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : M.Rizky Riadi
NPM : 1407230279
Judul T.Akhir : Perancangan Sistem Pengereman Pada Forklift Mini Kapasitas
200 Kg Untuk Usaha Kecil Mdenengah (UKM).

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng

KEPUTUSAN

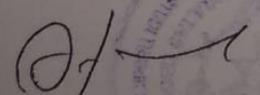
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Khusus pada masalah Judul Akhir

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 04 Jum.Akhir 1440H
04 Februari 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II


Bekti Suroso.S.T.M.Eng

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : M.Rizky Riadi
Npm : 1407230279
Tempat / Tanggal Lahir : Medan, 17 September 1994
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jl.Marelan V Lingk. 15 Rengas Pulau

Kel / Desa : Rengas Pulau
Kecamatan : Medan Marelan
Kota : Medan
Provinsi : Sumatera Utara

No. HP : 082368446900
Email : rizky.riadi@yahoo.com

Nama Orang Tua
Ayah : Zainuddin
Ibu : Asniar

PENDIDIKAN FORMAL

2001 – 2007 : SD Negeri 066040 Medan Marelan, Medan
2007 – 2010 : SMP Swasta Bina Satria Medan Marelan, Medan
2010 – 2013 : SMK Swasta Bina Satria Medan Marelan, Medan
2014 – 2019 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara