

TUGAS AKHIR

PEMBUATAN SISTEM KEMUDI 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:

EKO SAIGABE

1407230121



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

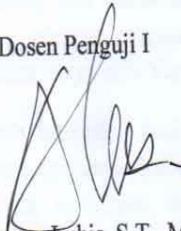
Nama : Eko Saigabe
NPM : 1407230121
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pembuatan Sistem Kemudi Pada *Forklift* Mini Kapasitas
200 Kg Untuk Usaha Kecil Menengah (UKM)
Bidang Ilmu : Manufaktur

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

Medan, 13 Maret 2019

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Penguji I



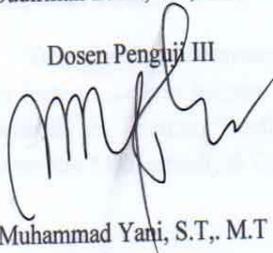
Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Bekti Suroso, S.T., M.Eng

Dosen Penguji III



Muhammad Yani, S.T., M.T

Dosen Peguji 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 : Eko Saigabe
Tempat /Tanggal Lahir : Batang Kuis / 05 Mei 1992
NPM : 1407230121
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Pembuatan Sistem Kemudi 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, 13 Maret 2019

Saya yang menyatakan,



ABSTRAK

Forklift mini sangat dibutuhkan sebagai transportasi mengangkut barang digudang terutama untuk usaha kecil menengah, seperti pasar tradisional sebagai alat angkut barang dagangan. *Forklift* mini memerlukan komponen pendukung, salah satunya komponen yang penting adalah sistem kemudi. Pelaksanaan ini, bertujuan untuk membuat bagian sistem kemudi yang terdiri dari *Steering Rack and pinion*, *rack end*, *boat steering*, *rack end* tambahan, *plate* pengunci *rack end*, *tie rod end*, *tie rod*, *i beam axle*,udukan *Knuckle arm*, *knuckle arm*, *link stabil*, *universal joint*, *shaft kemudi* dan roda kemudi, dengan menempatkan tiap komponen sistem kemudi sesuai *forklift* di pasaran. Metode pembuatan di mulai dengan pembelian bahan *part* pengukuran, penggerindaan, pengelasan dan penguncian baut mur. Kemudian menghubungkan antara *chassis* pada bagian dari sistem kemudi yang di ikatkan dengan baut dan mur pengunci pada *chassis* roda belakang, untuk mengubah arah gerak *forklift* mini bertujuan meringankan saat roda kemudi di putar operator. Hasil dari pembuatan sistem kemudi pada *forklift* mini kapasitas 200 kg untuk usaha kecil menengah (UKM), penempatan tiap komponen dalam pembuatan sistem kemudi untuk membelokan roda bagian belakang *forklift* mini dan dapat difungsikan dengan baik. Lakukan perawatan dan pengecekan agar tiap komponen dari bagian sistem kemudi *forklift* mini tidak mengalami kerusakan, terutama dibagian dari *steering rack and pinion* diberi *grease* agar tidak terjadi korosi.

Kata Kunci : *Forklift, Sistem kemudi, Roda kemudi*

ABSTRACT

Mini forklifts are needed as transportation to transport goods in warehouse, especially for small and medium businesses, such as traditional markets as a means of transporting merchandise. Mini forklifts require supporting components, one of the important components is the steering system. The purpose of this implementation was to make the steering system parts consisting of Steering Rack and pinion, rack end, boat steering, additional rack end, rack end locking plate, road end tie, tie rod, I beam axle, Knuckle arm holder, knuckle arm, stable links, universal joints, steering shafts and steering wheels, by placing each steering system component according to the forklift on the market. The method of manufacture starts with the purchase of parts for measuring, grinding, welding and locking bolts of nuts. Then connecting between the chassis on the part of the steering system tied to the bolt and the locking nut on the rear wheel chassis, to change the direction of motion of the mini forklift aims to lighten when the steering wheel is rotated by the operator. The results of making a steering system on a mini forklift capacity of 200 kg for small and medium enterprises (SMEs), placement of each component in the manufacture of a steering system to bend the rear wheels of a mini forklift and can function properly. Perform maintenance and checking so that each component of the mini forklift steering system parts is not damaged, especially in the part of the rack and pinion steering given grease to prevent corrosion.

Keyword : *Forklifts, Steering system, Steering wheel.*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanallahu 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 kemudi *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, S.T., M.T selaku Dosen Pimbimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Sudirman Lubis, S.T., M.T selaku Dosen Pembanding I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Bekti Suroso, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembanding II yang telah 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 Muhmmadiyah 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 keteknik mesin kepada penulis.
8. Orang tua penulis: Hasanul Arifin Lubis dan Rusmiatik, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi 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 dan Ahmad Rifai yang selalu memberikan masukan serta kerja sama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

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, Januari 2018

Eko Saigabe

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	
Error! Bookmark not defined.	
ABSTRAK	
Error! Bookmark not defined.	
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Defenisi <i>forklift</i>	3
2.2. Jenis-jenis <i>forklift</i>	4
2.3. Bagian-bagian utama <i>forklift</i>	6
2.4 Bagian Terpenting Forklift Mini	10
2.4.1. Pengertian sistem kemudi	10
2.4.2. Syarat-syarat sistem kemudi	10
2.4.3. Fungsi sistem kemudi	10
2.4.4. Tipe sistem kemudi	14
2.4.5. Sistem kemudi secara manual	15
2.5. Komponen sistem kemudi	17
BAB III METODELOGI PELAKSANAAN	24
3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan	24

3.1.1 Tempat Pelaksanaan	24
3.1.2 Waktu Penelitian	24
3.2. Alat	25
3.2.1. Alat-alat yang digunakan	25
3.3. Prosedur Pelaksanaan	35
3.4. Diagram Alir	38
BAB IV PEMBAHASAN	40
4.1 Pembuatan sistem kemudi	39
4.2 Bahan-bahan	39
4.3. Prosedur Pengujian Kemudi	50
4.4. Data Hasil Pengujian	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1. Kesimpulan	54
5.2. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
DAFTAR HADIR SEMINAR	
GAMBAR TEKNIK SISTEM KEMUDI	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan pelaksanaan	24
Tabel 3.2 Alat-alat yang digunakan	25
Tabel 3.3 Baut yang digunakan	27
Tabel 3.4 Mata Bor yang digunakan	27
Tabel 4.2 Bahan-bahan dipakai pembuatan kemudi	39
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Forklift</i>	4
Gambar 2.2. <i>Forklift reach truk</i>	4
Gambar 2.3. <i>Forklift elektrik</i>	5
Gambar 2.4. <i>Forklift diesel</i>	5
Gambar 2.5. <i>Forklift gasoline</i>	6
Gambar 2.6. <i>Komponen forklift</i>	6
Gambar 2.7. <i>Fork</i>	7
Gambar 2.8. <i>Mast</i>	7
Gambar 2.9. <i>Carriage</i>	8
Gambar 2.10. <i>Overhead guard</i>	8
Gambar 2.11. <i>Counterweight</i>	9
Gambar 2.12. <i>Steering column</i>	11
Gambar 2.13. <i>Mekanisme steering lock</i>	12
Gambar 2.14. <i>Rack and pinion steering gear</i>	12
Gambar 2.15. <i>Recirculating ball steering gear</i>	13
Gambar 2.16. <i>Recirculating ball steering gear untuk suspensi</i>	13
Gambar 2.17. <i>Sistem kemudi manual tipe recirculating ball</i>	15
Gambar 2.18. <i>Sistem kemudi secara manual tipe rack and pinion</i>	16
Gambar 2.19. <i>Roda kemudi</i>	18
Gambar 2.20. <i>Steering column</i>	18
Gambar 2.21. <i>Steering gear tipe recirculating ball</i>	19
Gambar 2.22. <i>Steering linkage</i>	19
Gambar 2.23. <i>Steering main shaft</i>	20
Gambar 2.24. <i>Pitman arm</i>	20
Gambar 2.25. <i>Relay rod</i>	21
Gambar 2.26. <i>Tie rod</i>	21
Gambar 2.27. <i>Bagian-bagian ball joint</i>	22
Gambar 2.28. <i>Knuckle arm</i>	22
Gambar 2.29. <i>Steering knuckle</i>	23
Gambar 2.30. <i>Idler arm</i>	23
Gambar 3.1. <i>Timbang gantung</i>	28
Gambar 3.2. <i>Mesin las</i>	28
Gambar 3.3. <i>Gerinda tangan</i>	28
Gambar 3.4. <i>Batu gerenda potong</i>	29
Gambar 3.5. <i>Gerenda asah</i>	29
Gambar 3.6. <i>Mesin bor tangan</i>	30
Gambar 3.7. <i>Mata bor</i>	30
Gambar 3.8. <i>Ragum</i>	30
Gambar 3.9. <i>Baut dan mur</i>	31
Gambar 3.10. <i>Kawat las</i>	31

Gambar 3.11.	<i>Ring plat dan ring per</i>	31
Gambar 3.12.	Kunci ring	32
Gambar 3.13.	Kunci pas	32
Gambar 3.14.	Kunci sok	32
Gambar 3.15.	Gagang sok	33
Gambar 3.16.	Kunci inggris	33
Gambar 3.17.	Meter ukur	33
Gambar 3.18.	Mesin bubut	34
Gambar 3.19.	Tang lancip	34
Gambar 3.20.	Diagram Alir	38
Gambar 4.1.	<i>Steering rack and pinion</i>	41
Gambar 4.2.	<i>Rack end dan boat steering rack</i>	42
Gambar 4.3.	<i>Rack end tambahan</i>	43
Gambar 4.4.	<i>Plate pengunci rack end dan tie rod</i>	43
Gambar 4.5.	Pemasangan <i>stering rack and pinion</i> pada <i>chasis forklift</i>	44
Gambar 4.6.	<i>I beam axle</i>	45
Gambar 4.7.	Dudukan <i>knuckle arm</i>	45
Gambar 4.8.	<i>Knuckle arm</i>	46
Gambar 4.9.	<i>Tie rod end dan tei rod</i>	47
Gambar 4.10.	<i>Link stabil</i>	47
Gambar 4.11.	<i>Universal joint</i>	48
Gambar 4.12.	<i>Shaft kemudi</i>	49
Gambar 4.13.	Roda kemudi	49
Gambar 4.14.	Pengujian alat	51
Gambar 4.15.	Grafik data hasil pengujian dua roda kemudi	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Forklift sekarang ini banyak dibutuhkan untuk pengoperasian pemindahan barang digudang, hampir setiap gudang setidaknya memiliki satu *forklift*. Namun pada saat ini kebutuhan dari *forklift* jelas terlihat pada bidang usaha kecil menengah (UKM). Seperti P asar tradisional untuk memindahkan barang dagangan yang akan dijual. Hal ini sangat memudahkan para pedagang pasar tradisional untuk memindahkan buah, sayur, beras, kotak ayam dan sebagainya. Saat ini juga *forklift* terbilang sangat mahal bagi kalangan usaha kecil menengah (UKM), terdesak dari hal tersebut manusia berusaha menciptakan *forklift* dengan skala kecil. Dengan penggunaan alat ini diharapkan dapat mengurangi biaya pada usaha kecil menengah (UKM).

Ada banyak alat angkut yang fungsinya sama dengan *forklift* tetapi dengan skala kecil menengah. Dari latar belakang diatas maka akan membahas tentang salah satu bagaian dari *forklift* mini yaitu, pembuatan sistem kemudi pada *forklift* mini kapasitas 200 kg untuk usaha kecil menengah (UKM). Untuk mencapai hal tersebut, maka dalam pembuatan dibutuhkan ketelitian dan pembuatan yang menciptakan sistem kemudi yang tepat dan dapat diaplikasikan untuk *forklift* mini.

Proyek tugas akhir ini benar-benar sesuai dengan harapan, tujuan dari perancangan dan pembuatan *Forklift mini*. Memberikan manfaat bagi semua kalangan dari usaha kecil menengah (UKM) maupun dapat digunakan diperusahaan besar. *Forklift* mini yang mampu mengangkat barang seberat 200 Kg sehingga mempermudah dan mempercepat pekerjaan. Memindahkan berbagai barang dengan aman, bila dilakukan secara manual justru dapat memakan wktu lebih lama. *Forklift* mini dibuat sebagai transportasi mengangkut barang yang semua kalangan dapat memilikinya.

1.2. Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah : Bagaimana membuat sistem kemudi pada *forklift* mini.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

1. Sistem kemudi pada pembuatan ini akan dibuat sesuai dengan kebutuhan dari kendaraan *forklift* mini ini.
2. Sistem kemudi pada pembuatan ini dibuat dengan bahan yang sesuai dengan berat beban yang akan diterima dan dibuat sedekat mungkin dengan konstruksi *forklift* dipasaran.

1.4. Tujuan

Adapun Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1.4.1 Tujuan Umum

Untuk membuat *forklift* mini kapasitas 200 Kg untuk usaha kecil menengah (UKM).

1.4.2 Tujuan Khusus

Untuk pembuatan sistem kemudi dan mengatur penempatan tiap-tiap komponen *forklift* mini kapasitas 200 kg untuk usaha kecil menengah (UKM).

1.5. Manfaat

Manfaat yang di harapkan dari penyusun tugas akhir ini adalah:

1. Pembuatan ini dapat di jadikan referensi pada pembuatan kemudi sederhana lainnya
2. Pembuatan sistem kemudi pada *forklift* mini ini di jadikan sebagai kendaraan ringan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Sebagai saran penerapan ilmu pembuatan teknik mesin

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi forklift

Menurut Jenniria Rajagukguk (2011:2), *Forklift* adalah suatu pesawat pengangkut dimana fungsinya untuk mengangkat memindahkan barang dari suatu tempat ketempat lain. Perencanaan pada *Forklift* ini mempunyai beberapa bagian yang terpenting yaitu *Fork* (Garpu) dan *Frame* (Rangka). *Fork* (Garpu) adalah bagian dari pesawat pengangkut *forklift* yang berfungsi untuk mengambil beban dudukan yang akan diangkat.

Forklift adalah angkutan barang dengan menggunakan paling sedikit 2 (dua) moda angkutan yang berbeda atas dasar 1 (satu) kontrak sebagai dokumen angkutan multimoda dari satu tempat diterimanya barang oleh badan usaha angkutan multimoda ke suatu tempat yang ditentukan untuk penyerahan barang kepada penerima barang angkutan multimoda (Esaco:2017).

Berdasarkan pengertian yang telah di uraikan dapat kita simpulkan bahawa *Forklift* merupakan sebuah kendaraan bermobil yang dapat mengangkat paling sedikit menggunakan dua moda angkutan berbeda yang digunakan untuk mengangkat memindahkan barang dari suatu tempat ketempat yang lain, sehingga penggunaan angkutan ini dapat membantu pekerjaan manusia. Prinsip kerja pada *forklift* ini sendiri yaitu proses pendistribusian barang yang akan dipindahkan sampai beban maksimal yang telah ditentukan oleh *forklift* itu sendiri. Gambar 2.1 merupakan bentuk fisik dari *forklift*.



Gambar 2.1. *Forklift*

2.2. Jenis-jenis forklift

1. *Forklift reach truck*

Forklift reach truck ini merupakan sebuah kendaraan angkut yang difungsikan untuk mendistribusikan barang yang mempunyai kapasitas besar dan sekaligus mampu diangkat dalam proses penataan diatas rak-rak yang tinggi. Kapasitas maksimum yang diijinkan oleh *forklift* ini hingga 2 ton dengan tinggi angkat badan hingga 8,5 meter.



Gambar 2.2. *Forklift reach truk*

2. *Forklift elektrik*

Forklift elektrik ini merupakan sebuah kendaraan angkut yang difungsikan sebagai alat angkut untuk memindahkan barang yang mempunyai kapasitas besar baik dalam ruangan maupun di luar ruangan, termasuk dalam bongkar muat barang dipelabuhan, pabrik, gudang dan lain-lain. Kapasitas maksimum yang dimiliki *forklift* ini mencapai 5 ton dengan tinggi angkat beban hingga 6 meter.



Gambar 2.3. *Forklift elektrik*

3. *Forklift diesel*

Forklift diesel ini merupakan sebuah kendaraan angkut modern yang telah dilengkapi sistem canggih dengan kualitas terbaik, dengan fungsinya sebagai alat angkut yang digunakan untuk memindahkan barang dengan beban maksimal hingga 10 ton dan tinggi angkat hingga 6 meter dan sangat baik digunakan di luar ruangan.



Gambar 2.4. *Forklift diesel*

4. *Forklift gasoline*

Forklift gasoline ini merupakan sebuah kendaraan yang difungsikan untuk pemindahan barang dari satu tempat ketempat yang lain dengan kapasitas beban maksimal angkut hingga 3 ton dan tinggi angkat hingga 2 meter.



Gambar 2.5. *Forklift gasoline*

2.3. Bagian-bagian utama forklift



Gambar 2.6. *Komponen forklift*

Adapun fungsi bagian-bagian utama *forklift* yaitu :

1. *Fork*

Fork yang terlihat pada gambar 2.6 merupakan bagian utama dari sebuah *forklift* yang memiliki fungsi sebagai menopang benda yang akan di bawah atau diangkat. Benda yang terbentuk dari dua besi lurus sepanjang 2,5 m ini mampu mengangkat beban berat. Selain itu, jika posisi peletakkan barang diatas *pallet* masuk ke dalam *fork* juga menentukan beban maksimal yang dapat diangkat oleh sebuah *forklift*.



Gambar 2.7. *Fork*

2. *Mast*

Mast yang terlihat pada gambar 2.6 merupakan bagian utama dari sebuah *forklift* yang memiliki fungsi kerja terhadap sebuah *fork* dalam *forklift*. *Mast* yang merupakan satu bagian yang berupa dua buah besi tebal yang terhubung dengan *hydrolic system* dari sebuah *forklift*. *Mast* ini berfungsi untuk *lifting* dan *tilting*.



Gambar 2.8. *Mast*

3. *Carriage*

Carriage yang terlihat pada gambar 2.6 merupakan bagian utama dari sebuah *forklift* yang memiliki fungsi sebagai penghubung antara *mast* dan *fork*. Di tempat inilah *fork* melekat. *Carriage* juga berfungsi sebagai sandaran dan pengaman bagi barang-barang dalam *pallet* untuk transportasi atau pengangkatan. Di tempat ini juga *fork* yang dimanfaatkan sebagai tempat meletakkannya benda dapat dibawa dengan sempurna.



Gambar 2.9. *Carriage*

4. *Overhead guard*

Overhead Guard yang terlihat pada gambar 2.6 merupakan bagian utama dari sebuah *forklift* yang memiliki fungsi sebagai pelindungan bagi seorang *forklift driver*. Fungsi pelindungan ini terkait dengan *safety user* dari kemungkinan akan terjadinya barang yang jatuh pada saat diangkat maupun pada saat barang diturunkan, selain itu juga sebagai pelindung dari panas matahari dan hujan.



Gambar 2.10. *Overhead guard*

5. *Counterweight*

Counterweight yang terlihat pada gambar 2.6 merupakan bagian utama dari sebuah *forklift* yang merupakan benda yang mampu menyeimbangkan benda yang anda bawa pada *forklift*. Bagian ini terletak berlawanan dengan posisi *fork*.



Gambar 2.11. *Counterweight*

2.4 Bagian Terpenting Forklift Mini

2.4.1. Pengertian sistem kemudi

Merupakan bagian komponen utama yang berfungsi untuk mengatur arah gerakan roda depan dengan di gerakan di putar ke kanan atau ke kiri atau lurus, bila roda kemudi diputar, kolom kemudi meneruskan putaran ke roda gigi kemudi. Roda gigi atau sering disebut *steering gear* kemudi ini memperbesar *moment* putar, sehingga menghasilkan tenaga yang lebih besar untuk menggerakkan roda depan melalui sambungan-sambungan kemudi.

2.4.2. Syarat-syarat sistem kemudi

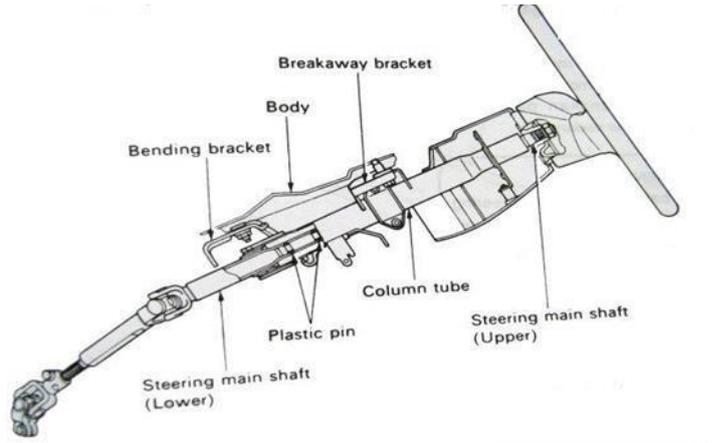
Agar sistem kemudi sesuai dengan fungsinya maka harus memenuhi persyaratan seperti berikut :

- a. Kelincahannya baik
- b. Usaha pengemudian yang baik.
- c. *Recovery* (pengembalian) yang halus
- d. Pemindahan kejutan dari permukaan jalan harus seminimal mungkin.

2.4.3. Fungsi sistem kemudi

Sistem kemudi adalah salah satu sistem pada *chassis* mobil yang berfungsi untuk merubah arah kendaraan dan laju kendaraan dengan cara menggerakkan atau membelokkan roda-roda depan mobil dan menjaga agar posisi mobil tetap stabil. Cara kerjanya adalah, apabila roda roda kemudi (*steering wheel*) di gerakkan/diputar, kolom kemudi (*steering column*) kemudian meneruskan putaran ke roda gigi kemudi (*steering gear*). *Steering gear* ini berfungsi untuk memperbesar *moment* putar, sehingga menghasilkan tenaga yang lebih besar untuk menggerakkan roda depan melalui sambungan-sambungan kemudi (*steering linkage*).

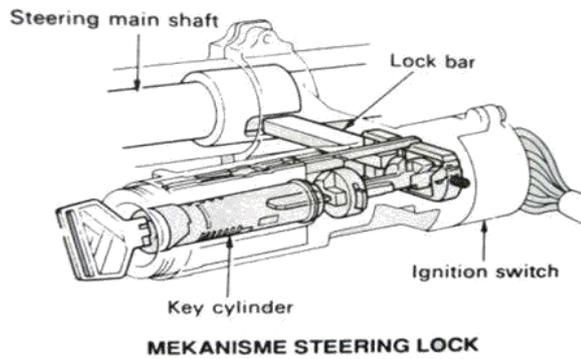
Steering column terdiri dari *steering main shaft* dan *column tube*. *Steering column* terpasang pada *body* melalui *breakaway bracket*, sehingga saat terjadi benturan *steering column* dapat terlepas dengan mudah. Untuk mengurangi pemindahan kejutan jalan, pada *steering main shaft* dipasangkan *universal joint*



Gambar 2.12. *Steering column*

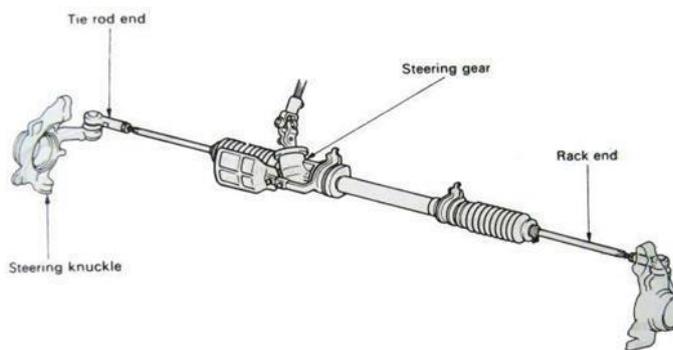
Mekanisme-mekanisme yang terdapat pada *steering column* adalah peredam benturan, *tilt steering*, *steering lock*, *telescopic steering*. Peredam benturan pada *steering column* ada beberapa tipe yaitu *bending bracket type*, *ball type*, *sealed-in pulverized silicon rubber type*, *mesh type* dan *bellows type*. Sedangkan mekanisme *tilt steering* ada beberapa tipe juga yaitu *lower fulcrum* dan *upper fulcrum*.

Steering gear berfungsi untuk mengarahkan roda depan dan meningkatkan momen dengan reduksi giginya sehingga kemudi menjadi lebih ringan. Tipe *steering gear* yang banyak dipakai sekarang adalah *tipe rack & pinion* dan *recirculating ball*.

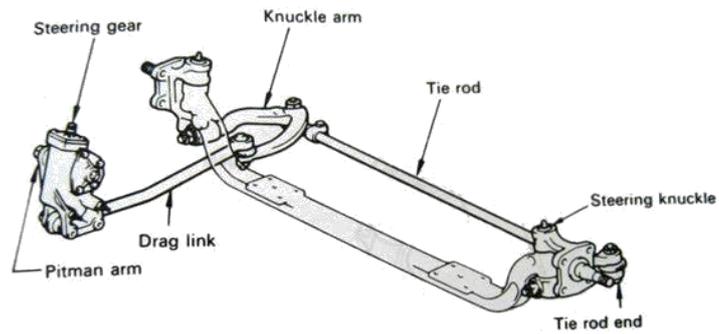


Gambar 2.13. *Mekanisme steering lock*

Pemakaian tipe *rack & pinion* dikarenakan konstruksinya yang sederhana dan ringan serta memungkinkan untuk konstruksi kendaraan yang rendah. Sedangkan pemakaian *recirculating ball* dikarenakan menginginkan keuntungan *momen* yang besar sehingga pengemudian relatif lebih ringan. Selain itu penggunaan *recirculating ball* juga karena lebih tahan beban yang berat dan lebih tahan keausan serta sifat peredaman getarannya lebih baik.

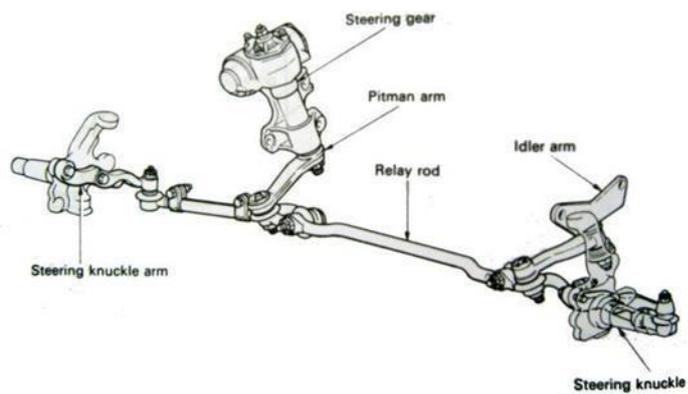


Gambar 2.14. *Rack and pinion steering gear*



Gambar 2.15. *Recirculating ball steering gear*

Steering linkage berfungsi meneruskan tenaga gerak dari *steering gear* ke roda depan dengan tepat / akurat. Pada *steering linkage* dilengkapi engsel yang biasa disebut *ball joint*, sehingga walaupun ada banyak variasi gerakan dari kendaraan, pemindahan tenaga gerak tetap akurat. Tipe *steering linkage* tergantung dari jenis *steering gear* dan system suspensi yang digunakan, yaitu *steering linkage* untuk suspensi *rigid* maupun *steering linkage* untuk *suspensi independent*.



Gambar 2.16. *Recirculating ball steering gear untuk suspensi*

2.4.4. Tipe sistem kemudi

Sistem kemudi pada dasarnya dirancang untuk memungkinkan pengemudi mengendalikan arah kendaraan secara tepat dengan tenaga yang minimum. Cara kerja dari sistem kemudi itu sendiri adalah bila roda kemudi diputar, *steering column* akan meneruskan tenaga putarnya ke *steering gear*. *Steering gear* memperbesar tenaga putar ini sehingga dihasilkan *momen* yang lebih besar untuk menggerakkan roda depan melalui *steering linkage*.

Pada dasarnya sistem kemudi memiliki dua macam *mekanisme* yang sering digunakan pada saat ini, yaitu :

- a. Sistem kemudi secara manual
 - Dibutuhkan tenaga yang besar untuk menggerakkan roda kemudi
 - Pengemudi lebih cepat lelah

- b. Sistem kemudi yang memakai *power steering*

Penggunaan *power steering* memberikan keuntungan seperti :

- Mengurangi daya pengemudian (*steering effort*)
- Kestabilan yang tinggi selama pengemudian

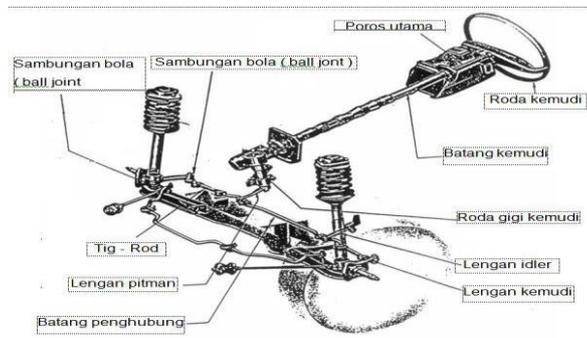
2.4.5. Sistem kemudi secara manual

Sistem kemudi secara manual jarang dipakai terutama pada mobil-mobil *modern*. Pada sistem ini dibutuhkan adanya tenaga yang besar untuk mengemudikannya. Akibatnya pengemudi akan cepat lelah apabila mengendarai mobil terutama pada jarak jauh. Tipe sistem kemudi secara manual yang banyak digunakan adalah :

1. *Recirculating ball*

Cara kerjanya : Pada waktu pengemudi memutar roda kemudi, poros utama yang dihubungkan dengan roda kemudi langsung membelok. Di ujung poros utama kerja dari gigi cacing dan mur pada bak roda gigi kemudi menambah tenaga dan memindahkan gerak putar dari roda kemudi ke gerakan mundur maju lengan *pitman* (*pitman arm*).

Lengan-lengan penghubung (*linkage*), batang penghubung (*relay rod*), *tie rod*, lengan *idler* (*idler arm*) dan lengan *knuckle arm* dihubungkan dengan ujung *pitman arm*. Mereka memindahkan gaya putar dari kemudi ke roda-roda depan dengan memutar pada lengan bawah (*lower arm*) dan bantalan atas untuk peredam kejut. Jenis ini biasanya digunakan pada mobil penumpang atau komersial.



Gambar 2.17. Sistem kemudi manual tipe *recirculating ball*

Keuntungan :

1. Komponen gigi kemudi relative besar, bisa digunakan untuk mobil ukuran sedang, mobil besar dan kendaraan komersial
2. Keausan relative kecil dan pemutaran roda kemudi relative
3. ringan

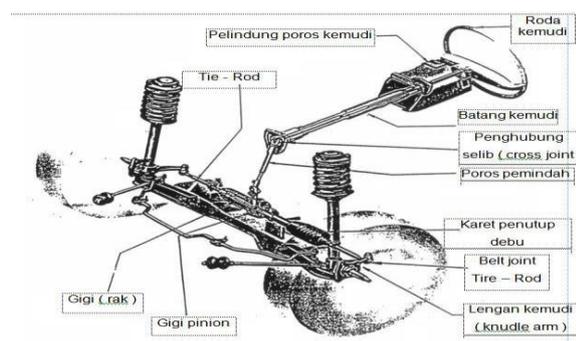
Kerugian :

1. Konstruksi rumit karena hubungan antara gigi *sector* dan gigi *pinion* tidak langsung
2. Biaya perbaikan lebih mahal
2. Jenis *rack and pinion*

Cara kerja: Pada waktu roda kemudi diputar, *pinion* pun ikut berputar. Gerakan ini akan menggerakkan *rack* dari samping ke samping dan dilanjutkan melalui *tie rod* ke lengan

knuckle pada roda-roda depan sehingga satu roda depan didorong, sedangkan satu roda tertarik, hal ini menyebabkan roda-roda berputar pada arah yang sama

Kemudi jenis *rack and pinion* jauh lebih efisien bagi pengemudi untuk mengendalikan roda-roda depan. *Pinion* yang dihubungkan dengan poros utama kemudi melalui poros *intermediate*, berkaitan dengan *rack*.



Gambar 2.18. Sistem kemudi secara manual tipe *rack and pinion*

Kemudi jenis *rack and pinion* jauh lebih efisien bagi pengemudi untuk mengendalikan roda-roda depan. *Pinion* yang dihubungkan dengan poros utama kemudi melalui poros *intermediate*, berkaitan dengan *rack*.

Keuntungan :

- a. Konstruksi ringan dan sederhana
- b. Persinggungan antara gigi *pinion* dan *rack* secara langsung
- c. Pemindahan *moment* relatif lebih baik, sehingga lebih ringan

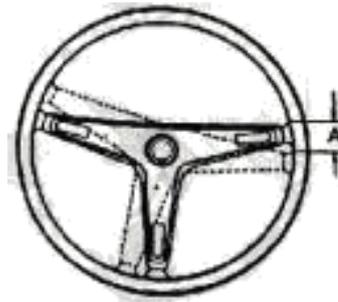
Kerugian :

- a. Bentuk roda gigi kecil, hanya cocok digunakan pada mobil penumpang ukuran kecil atau sedang
- b. Lebih cepat aus
- c. Bentuk gigi *rack* lurus, dapat menyebabkan cepatnya keausan

2.5. Komponen sistem kemudi

1. Roda kemudi (*steering wheel*)

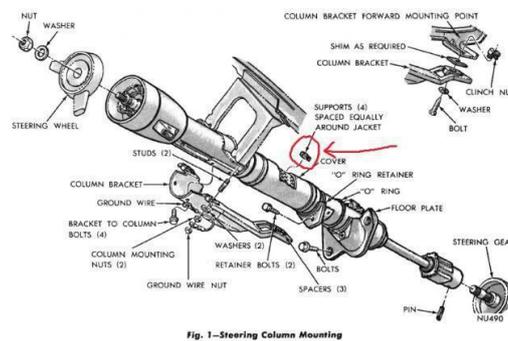
Roda kemudi harus dapat dijangkau dan dipegang dengan mudah oleh pengemudi. Diameter roda kemudi mempengaruhi tenaga yang akan dikeluarkan oleh pengemudi.



Gambar 2.19. Roda kemudi

2. *Steering column*

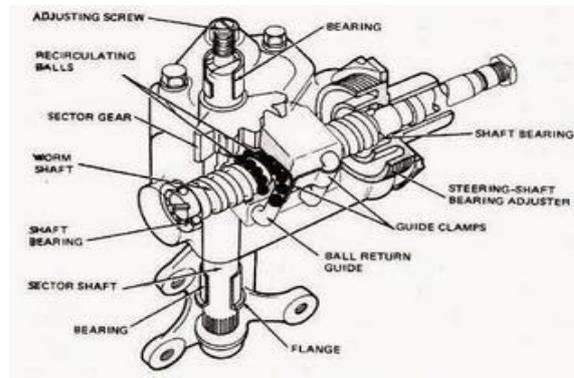
Steering column terdiri dari *main shaft* yang meneruskan putaran roda kemudi ke *steering gear*, dan *column tube* yang mengikat *main shaft* ke *body*. Ujung atas dari *main shaft* dibuat meruncing dan bergerigi, dan roda kemudi diikatkan di tempat tersebut dengan sebuah mur. *Steering column* juga merupakan *mekanisme* penyerap energi yang menyerap gaya dorong dari pengemudi pada saat terjadinya tabrakan.



Gambar 2.20. *Steering column*

3. *Steering gear*

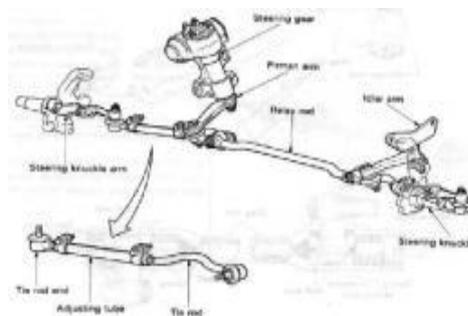
Steering gear berfungsi untuk mengarahkan roda depan, tetapi dalam waktu yang bersamaan juga berfungsi sebagai gigi reduksi untuk meningkatkan *moment* agar kemudi menjadi ringan. Untuk itu diperlukan perbandingan reduksi yang disebut juga perbandingan *steering gear*, dan perbandingan *steering gear* antara 18 sampai 20:1. Perbandingan yang semakin besar akan menyebabkan kemudi menjadi semakin ringan akan tetapi jumlah putarannya akan bertambah banyak, untuk sudut belok yang sama



Gambar 2.21. *Steering gear* tipe *recirculating ball*

4. *Steering linkage*

Terdiri dari *rod* dan *arm* yang meneruskan tenaga gerak dari steering gear ke roda depan. Walaupun mobil naik turun, gerakan roda kemudi harus diteruskan ke roda-roda depan dengan sangat tepat (akurat) setiap saat.



Gambar 2.22. *Steering linkage*

5. *Steering main shaft*

Steering main shaft atau Poros Utama Kemudi berfungsi untuk menghubungkan atau sebagai tempat roda kemudi dengan *steering gear Couple* rusak.



Gambar 2.23. *Steering main shaft*

6. *Pitman arm*

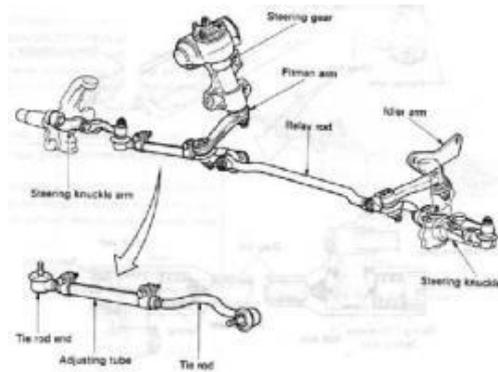
Pitman arm meneruskan gerakan gigi kemudi ke *relay rod* atau *drag link*. Berfungsi untuk merubah gerakan putar *steering column* menjadi gerakan maju mundur.



Gambar 2.24. *Pitman arm*

7. *Relay rod*

Relay rod dihubungkan dengan *pitman arm* dan *tie rod end* kiri serta kanan. *Relay rod* ini meneruskan gerakan *pitman arm* ke *tie rod* aus rumah *tie rod* dan hilang gigi.



Gambar 2.25. *Relay rod*

8. *Tie rod*

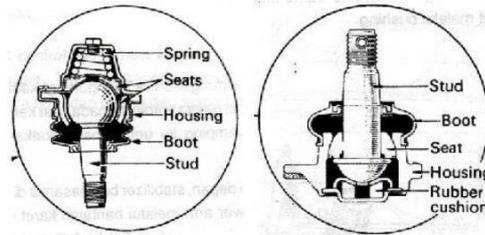
Ujung *tie rod* yang berulir dipasang pada ujung *rack* pada kemudi *rack and pinion*, atau ke dalam pipa penyetelan pada *recirculating ball*, dengan demikian jarak antara *joint-joint* dapat disetel.



Gambar 2.26. *Tie rod*

9. *Ball joint*

Tie rod end dipasangkan pada *tie rod* untuk menghubungkan *tie rod* dengan *knuckle arm*, *relay* roda dan lain-lain.



Gambar 2.27. Bagian-bagian *ball joint*

10. *Knuckle arm*

Knuckle arm meneruskan gerakan *tie rod* atau *drag link* ke roda depan melalui *steering knuckle*.



Gambar 2.28. *Knuckle arm*

11. *Steering knuckle*

Steering knuckle untuk menahan beban yang diberikan pada roda-roda depan dan berfungsi sebagai poros putaran roda. Berputar dengan tumpuan *ball joint* atau *king pin* dari *suspension arm*.



Gambar 2.29. *Steering knuckle*

12. *Idler arm*

Pivot dari *idler arm* dipasang pada *body* dan ujung lainnya dihubungkan dengan *relay rod* dengan *swivel joint*. *Arm* ini memegang salah satu ujung *relay rod* dan membatasi gerakan *relay rod* pada tingkat tertentu.



Gambar 2.30. *Idler arm*

BAB III

METODELOGI PELAKSANAAN

3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Berikut adalah tempat dan waktu pelaksanaan pembuatan sistem kemusdi pada *forklift* mini kapasitas 200 Kg untuk usaha kecil menengah (UKM).

3.1.1 Tempat Pelaksanan

Pelaksanaan dilaksanakan di Laboratorium Proses Produksi 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 dapat dilihat pada Tabel 3.1.2 dan langkah-langkah pelaksanaan yang dilakukan pada Gambar 3.1.2 dibawah ini :

Tabel 3.1 : Jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan pelaksanaan

No	Kegiatan	Bulan (Tahun 2018)											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
1.	Pengajuan Judul												
2.	Pengumpulan Data												
3.	Perancangan Desain												
4.	Pembuatan Alat												
5.	PelaksanaanPengujian												
6.	Penyelesaian Skripsi												

3.2. Alat

3.2.1. Alat-alat yang digunakan

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

Tabel 3.2. Alat-alat yang di gunakan

No.	Nama alat	Kegunaan
1.	Timbang gantung digital	Untuk menghitung berat roda kemudi pada saat di belokkan
2.	Mesin las	Untuk mengelas bagian-bagian benda kerja
3.	Mesin gerenda	Untuk memotong dan menghaluskan benda kerja
4.	Batu gerenda potong	Untuk memotong <i>shaft steering</i> , baut dan komponen sistem kemudi
5.	Batu gerenda asah	Untuk menghaluskan permukaan besi setelah di las
6.	Mesin bor tangan	untuk membuat lubang-lubang baut pada pengait di <i>knuckle</i> dan <i>chasis</i>
7.	Mata bor	Untuk membuat lubang pada besi pelat sesuai diameter baut yang digunakan
8.	Ragum	Untuk mengikat benda-benda kerja yang mau di potong supaya tidak bergeser
9.	Baut dan mur	Berfungsi untuk menghubungkann komponen pada sistem kemudi
10.	Kawat las	Untuk pengelasan listrik dalam pembuatan sistem kemudi
11.	<i>Ring</i> pelat dan <i>ring</i> per	Mencegah rusaknya kepala baut dan mur dan terjadinya kendor setelah pengencangan.

12.	Kunci <i>ring</i>	Untuk mengencangkan baut dan mur
13.	Kunci pas	Untuk menahan mur agar tidak berputar saat baut dikencangkan menggunakan <i>ring</i>
14.	Kunci sok	Untuk mengencangkan baut dan mur pada <i>moment</i> yang besar agar baut dan mur tidak rusak
15.	Gagang sok	Sebagai gagang penghubung kunci sok
16.	Kunci inggris	Digunakan untuk melepas atau mengencangkan mur dimana kunci pas dan <i>ring</i> tidak ada yang sesuai
17	Meter ukur	Dipergunakan untuk mengukur panjang pendeknya benda kerja yang akan di pergunakan
18	Mesin bubut	Di pergunakan untuk membuat ulir derat pada <i>shaft</i> roda
19	Tang lancip	Untuk menjepit kleman dan mengambil bahan yang selesai dilas

Tabel 3.3 Baut yang digunakan

No	Diameter Baut	Panjang Baut (mm)	Panjang Ulir (mm)	Kepala Baut (mm)	Jarak antara Ulir Baut (mm)	Arah Ulir
1.	M8	45	35	12	1,25	Kanan
2.	M12	35	25	17	1,25	Kanan
3.	M8	30	25	12	1,25	Kanan
4.	M6	30	25	10	1,25	Kanan

Tabel 3.4 Mata Bor yang digunakan

No	Diameter Mata Bor	Kecepatan Putaran (Rpm)
1.	8 mm	3200
2.	12 mm	3200
3.	6 mm	3200

1. Timbang Gantung

Untuk menghitung Berat roda kemudi pada saat di belokkan



Gambar 31. Timbang gantung

2. Mesin las

Mesin las digunakan untuk mengelas *tie rod*, *kunkle arm*, *rack end* tambahan dan bagian sisem kemudi lainnya Spesifikasi mesin las HBV:INVERTER 900 WATT



Gambar 32. Mesin las

3. Mesin gerinda tangan

Mesin gerinda tangan untuk memotong baut, besi *shaft* buat *rack end* tambahan, *tie rod end*, besi plate dan memberishkan bagian sistem kemudi dari sisa-sisa las. spesifikasi mesin gerinda makita 100mm MT90



Gambar 33. Gerinda tangan

4. Batu Gerenda Potong

Untuk memotong bagian besi *shaft*, besi pelat dan bagian dari pembedan komponen sistem kemudi *forklift*.



Gambar 34. Batu gerenda potong

5. Batu gerenda asah

Untuk menghaluskan dan merapikan bagian bagian kemudi setelah melakukan pengelasan.



Gambar 35. Gerenda asah

6. Mesin bor tangan

Mesin bor tangan untuk membuat lubang baut pada *chasis* untuk dudukkan *steering rack* dan pelat buat dudukkan *tie rod*. Spesifikasi mesin bor maktec.



Gambar 36. Mesin bor tangan

7. Mata bor

Mata bor digunakan untuk membuat lubang pada besi pelat sesuai diameter baut yang digunakan.



Gambar 37. Mata bor

8. Ragum

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



Gambar 38. Ragum

9. Baut dan mur

Untuk mengikat komponen pada *steering rack*, *tie rod*, *rack end*, roda kemudi, *shaft* penghubung dan bagian sistem kemudi lainnya.



Gambar 39. Baut dan mur

10. Kawat las

Untuk pengelasan listrik dalam pembuatan sistem kemudi.



Gambar 40. Kawat las

11. Ring pelat dan ring per

Mencegah rusaknya kepala baut dan mur dan terjadinya kendur setelah pengencangan akibat getaran.



Gambar 41. Ring pelat dan ring per

12. Kunci *ring*

Digunakan mengencangkan baut dan mur pada sistem kemudi *forklift* mini.



Gambar 42. Kunci *ring*

13. Kunci Pas

Untuk menahan mur agar tidak berputar saat baut dikencangkan menggunakan ring dan mata sok.



Gambar 43. Kunci pas

14. Kunci Sok

Untuk mengencangkan baut dan mur pada *moment* yang besar agar baut dan mur tidak rusak.



Gambar 44. Kunci sok

15. Gagang sok

Sebagai gagang pengunci saat memakai kunci sok untuk membuka baut dan mengencangkan baut.



Gambar 45. Gagang sok

16. Kunci Inggris

Digunakan pada baut dan mur yang tidak sesuai ukuran mengencangkan atau mengendurkan *rack end*.



Gambar 46. Kunci inggris

17. Meter ukur

Sebagai alat menentukan panjang bahan akan digunakan sesuai dengan kebutuhan dalam pembuatan sistem kemudi.



Gambar 47. Meter ukur

18. Mesin bubut

Untuk membuat ulir derat baut 17 pada *shaft knukle arm*, tujuan pembuatan derat pada *shaft kunkle arm* agar roda *forklift* dapat dikunci dengan memasang mur pada *shaft kunkle arm* pada roda.



Gambar 48. Mesin bubut

19. Tang lancip

Sebagai penjepit kleman *boat steering* dan penjepit bahan yang selesai dilas.



Gambar 49. Tang lancip

3.3. Prosedur Pelaksanaan

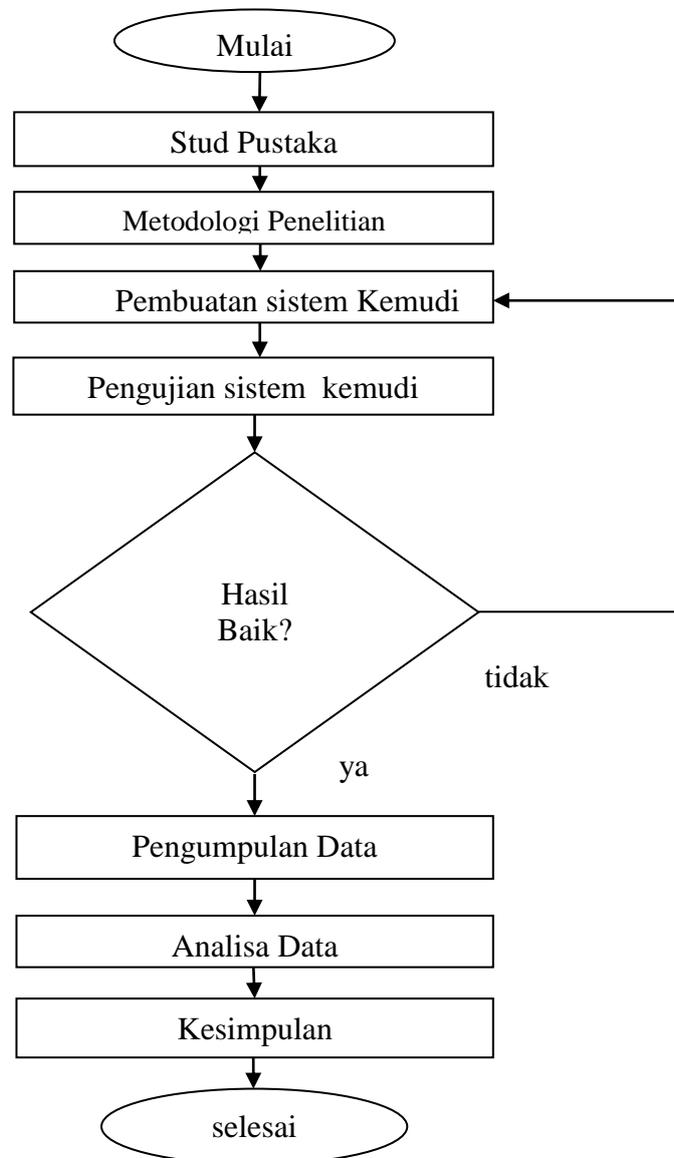
1. Mengukur *steering rack and pinion* dengan meteran, lalu memotong bagian *steering rack and pinion* dengan gerinda tangan panjang 180 mm. Las bagian ujung *shaft gear steering rack and pinion* yang di potong sebagai penahan saat diputar tidak lepas dari rumah *shaft steering gear*.
2. Pasangkan *rack end* pada *shaft steering rack and pinion* ikat dengan menggunakan kunci inggris. Pasangkan *boat steering rack* agar tidak terkena tanah dan air berikan kleman besi pada *boat* dengan menjepit kleman besi menggunakan tang lancip.
3. Mengukur panjang besi *shaft* diameter 15 sebagai *rack end* tambahan dengan panjang yang dibutuhkan 575 mm lalu dipotong dengan gerinda potong. Kemudian potongkan kepala baut ukuran 12 mm dengan panjang baut 45mm. Laskan bagian ujung *rack end* tambahan dengan baut yang telah di potong dan ujung *rack end* tambahan yang satu lagi di las dengan mur ukuran 22 mm. Pasangkan ujung mur *rack hand* tambahan yang di las pada *rack end steering rack pinion* diikat dengan kunci 13 pas dan kunci inggris sebagai penahan.
4. Laskan dengan pelat bawah pada ujung baut *rack end* tambahan, bagain atas pelat di laskan baut berukuran yang sama. Deratkan mur 12 pada ujung baut pelat penghubung lalu deratkan *tie rod end* ikat dengan kunci pas 17 dan tahan mur 12 dengan kunci pas 12.
5. Membuat lubang di tengah *chasis* bagian depan *Forklift* dengan mata bor berukuran 12 mm. Selanjutnya pasangkan *steering rack and pinion* yang telah dirakit pada tengah bagian depan *forklift*, masukan baut pada kedua lubang tersebut deratkan mur pada baut ikat baut dengan kunci sok 17 menggunakan gagang sok tahan mur dengan kunci *ring* 17.
6. *I beam axle* dibuat dari 2 besi siku ukuran 50 mm dan lebar 45mm dan melakukan pengukuran panjang yang dibutuhkan 430 mm. Kemudian di potong dan di las kedua besi siku. Pada bagain tengah *i beam axle* di potong dengan lebar 48 mm panjang kebawahnya 30 mm dan diberi pipa besi berdiameter lubang 12 mm dibagian tengah *i beam axle* yang telah di

potong kemudian di las. Pemasangan *i beam axle* diletakkan secara horizontal pada bagian *chasis forklift* dihubung dengan memasukkan baut berkepala 18 pada lubang *chasis* yang telah dibor dan *i beam axle* yang di beri pipa berdiameter lubang 12 mm ikat dengan menggunakan kunci Inggris dan tahan mur 22 pada *chasis* penghubung *i beam axle*. Lalu di rakit pada bagian *i beam axle* yang telah dilas dengan pelat penggantung perdaun 1300 deratkan mur 17 pada baut pengait *knuckle arm* ikat dengan *ring* 17.

7. Penggunaan pelat penggantung pegas perdaun mobil L 300 di laskan pada kedua sisi bagian *i beam axle* untuk meletakkan kedua *knuckle arm* kanan dan kiri *i beam axle*.
8. Mesin bubut untuk membuat derat pada *shaft* diameter 17 mm panjang derat 15 mm panjang keseluruhan *shaft* 90 mm kemudian *shaft* tersebut di las pada bagian bawah pipa dengan panjang pipa 80 mm, berdiameter lubang 12 mm dan dilaskan 2 pelat ukuran 2 mm dengan panjang 100 mm dan 50 mm, lebar pelat 15 mm. Lalu ke dua pelat tersebut di bor dengan mata bor 8 mm. Pasangkan roda ban pada *shaft* yang telah di buat derat lalu deratkan mur 24 ikat dengan kunci 24 sok beserta gagang sok. Komponen ini untuk *knuckle arm* sebelah kiri *forklift* bagain belakang. Begitu juga proses pekerjaan *knuckle arm* sebelah kanan hanya saja pelatnya memiliki 1 pelat yang ada di *knuckle arm* sebelah kanan. Untuk mengkaitkan *tie rod end* meneruskan gerakan tarik dan dorong pada saat berbelok roda.
9. Besi *shaft* berukuran 14 mm dengan panjang yang dibutuhkan 450 mm kemudian di potong dengan gerinda tangan las di bagian kedua sisi besi *shaft* yang telah di ukur dengan baut 12 panjang baut 45 mm. Pasangkan mur 12 pada bagaian kedua baut yang telah di las deratkan *tie rod end* pada kedua baut, ikat dengan kunci pas 17 dan tahan dengan kunci pas 12 pada mur 12. Masukkan *tie rod end* pada kedua pelat *knuckle arm*, deratkan mur 14 kunci dengan kunci *ring* 14 dan 12 pas sebagai penahan baut *tie rod*.

10. Pasangkan *link* stabil pada bagian pelat atas pengikat *knuckle arm* yang telah di bor sebelah kiri dan berdiameter lubang 12 mm, derat kan mur 17 ikat dengan kunci *ring* 17 mm. Pasangkan bagian ujung *Link* stabil pada *chasis* yang telah di bor lalu derat kan mur ikat dengan kunci *ring* 17 mm.
11. Pasangkan universal joint pada *shaft steering rack and pinion* deratkan baut berkepala ukuran 12 ikat dengan kunci *ring* 12. Pasangkan *shaft* kemudi pada *universal joint* deratkan baut berkepala 12 ikat dengan kunci *ring* 12.
12. Pasangkan penyanggah *shaft* kemudi masukkan ke dua baut 10 ikat dengan kunci *ring* 10. Luruskan roda lalu pasang roda kemudi pada batang kemudi deratkan mur 17 ikat dengan kunci 17 sok dengan gagang sok.

3.5. Diagram Alir



Gambar 50. Diagram Alir

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan sistem kemudi

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 kemudi *forklift* mini menerapkan sistem kemudi pada *forklift* yang sebenarnya, roda belakang berfungsi membelokkan *forklift* sesuai arah tujuan operator melalui roda kemudi yang di putar operator. Dalam pembuatan pengendalian roda belakang untuk mengubah arah gerak sistem kemudi pada *forklift* mini bertujuan meringankan untuk memutar roda kemudi, karena bagian depan *forklift* mini merupakan *fork* pengangkat barang (beban).

Sistem kemudi 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. Di daerah medan mudah ditemukan bagian komponen *part* dan bahan pembuatan sistem kemudi, untuk memperkecil biaya keluar sebagian bahan seperti *steering rack and pinion*, roda kemudi, shaft kemudi, *tie rod*, roda dan *part* kemudi lainnya di beli dengan harga yang sangat murah bahkan di berikan secara gratis.

4.2 Bahan-bahan

Tabel 4.2 Bahan-bahan dipakai pembuatan kemudi

No.	Nama bahan	Kegunaan
1.	<i>Steering rack and pinion</i>	Menggubah putaran roda kemudi menjadi gerak dorong dan tarik.
2.	<i>Rack end</i>	Meneruskan gaya dorong tarik pada <i>rack pinion</i> dan memperlembut gerakan.
3.	<i>Boat steering</i>	Mencegah air dan pasir masuk ke komponen

		<i>steering rack and pinion.</i>
4.	<i>Rack end</i> tambahan	Meneruskan gaya dorong dan tarik dari <i>rack end.</i>
5.	Pelat <i>pengunci rack end dan tie rod end</i>	Sebagai penghubung dan pengunci antara <i>rack end dan tie rod.</i>
6.	Pemasangan <i>steering rack and pinion</i> pada <i>chasis forklift</i>	Untuk menempatkan <i>steering rack and pinion</i> pada <i>chasis.</i>
7.	<i>I beam axle</i>	Menyesuaikan roda ke posisi jalan yang tidak rata.
8.	Dudukan <i>knuckle arm</i>	Sebagai pengikat <i>knuckle arm</i> dan memudahkan saat berbelok roda belakang <i>forklift.</i>
9.	<i>Knuckle arm</i>	Berfungsi untuk memegang roda ban belakang <i>fork lift</i> dan memudahkan gerakan berbelok kiri atau ke kanan melalui pelat penghubung <i>knuckle arm, rack end</i> tambahan dan <i>tie rod end</i> yang dikaitkan dengan <i>tie rod.</i>
10.	<i>Tie rod end</i>	Sebagai <i>shaft</i> penghubung antara <i>tie rod</i> dan <i>knuckle arm.</i>
11.	<i>Tie rod</i>	Dipasang di ujung <i>shaft</i> dari <i>tie rod end</i> sebagai pengait <i>knuckle arm</i> dan penyetelan roda.
12.	<i>Link stabil</i>	Untuk menstabilkan <i>i beam axle</i> roda pada saat jalan bergelombang.
13.	<i>Universal joint</i>	Menghubungkan <i>shaf</i> kemudi dan <i>shaft gear steering rack and pinion.</i>
14.	<i>Shaft</i> kemudi	Meneruskan gaya putar roda kemudi ke <i>steering rack and pinion.</i>
15.	Roda kemudi	Menerima gaya putar dari pengemudi/operator

1. *Steering rack and pinion*

Menggubah gerak putar roda kemudi menjadi gerak tarik dan dorong untuk membelokan roda. Sistem kemudi pada *forklift* mini menggunakan *steering rack and pinion* toyota calya. *Steering rack and pinion* tersebut diukur sesuai panjang 180 mm,lalu dipotong dan ujung *shaft gear steering rack* kemudian dilas agar saat didorong dan ditarik tidak lepas, *steering rack and pinion* di beli pada pengepul barang bekas.



Gambar 51. *Steering rack and pinion*

2. *Rack end dan boat steering rack*

Pada *forklift* mini *rack end* meneruskn gaya dorong, tarik pada *shaft steering rack* dan memperlambat gerakan. *Part rack end* digunakan toyota cayla, pasang *rack end* pada *shaft steering rack and pinion* ikat dengan menggunakan kunci inggris, lalu pasangkan *boat steering rack* pada *rack end* dan klemkan pada *steering rack and pinion*, berikan kleman *boat* lalu jepit dengan tang lancip,*rack end dan boat steering rack* di beli pada pengepul barang bekas.





Gambar 52. *Rack end* dan *boat steering rack*

3. *Rack end* tambahan

Part rack end digunakan toyota calya dibuat lebih panjang, mengukur panjang besi *shaft* diameter 15 sebagai *rack end* tambahan dengan panjang yang dibutuhkan 575 mm lalu dipotong dengan gerinda potong. Kemudian potongkan kepala baut ukuran 12 mm dengan panjang baut 40mm. Laskan bagian ujung *rack end* tambahan dengan baut yang telah di potong. Dan ujung *rack end* tambahan yang satu lagi di las dengan mur ukuran 22 mm. Pasangkan ujung mur *rack end* tambahan yang di las pada *rack end steering rack and pinion* diikat dengan kunci 13 pas dan kunci inggris sebagai penahan, *rack end* tambahan dibuat sendiri.





Gambar 53. *Rack end tambahan*

4. Pelat pengunci *rack end* dan *tie rod*

Sebagai pengunci *rack end* dan *tie rod end*, laskan dengan pelat bawah pada ujung baut *steering rack end* tambahan, bagain atas pelat dilas kan baut berukuran yang sama. Deratkan mur 12 pada ujung baut pelat penghubung lalu deratkan *tie rod end* ikat dengan kunci pas 17 dan tahan mur 12 dengan kunci pas 12, pelat pengunci *rack end* dan *tei rod end* dibuat sendiri.



Gambar 54. Pelat pengunci *rack end* dan *tie rod*

5. Pemasangan *steering rack and pinion* pada *chasis forklift*

Membuat lubang di tengah *chasis* bagian depan *Forklift* dengan mata bor berukuran 12 mm. Selanjutnya pasang *steering rack pinion* yang telah dirakit pada tengah bagian depan *forklift*, masukan baut pada kedua lubang tersebut derat kan mur pada baut ikat baut dengan kunci sok 17 menggunakan gagang sok tahan mur dengan kunci *ring* 17.



Gambar 55. Pemasangan *stering rack and pinion* pada *chasis forklift*

6. *I beam axle*

Menyesuaikan roda keposisi jalan yang tidak rata, *i beam axle* dibuat dari 2 besi siku ukuran 50 mm dan lebar 45mm dan melakukan pengukuran panjang yang dibutuhkan 430 mm kemudian di potong dan di las kedua besi siku. Pada bagian tengah *i beam axle* di potong dengan lebar 48 mm panjang kebawah nya 30 mm dan diberi pipa besi berdiameter lubang 12 mm dibagian tengah *i beam axle* yang telah di potong kemudian di las. Pemasangan *i beam axle* di letakkan secara *horizontal* pada bagian *chasis forklift* dihubung dengan memasukkan baut berkepala 18. Pada lubang *chasis* yang dibor dan *i beam axle* yang di beri pipa berdiameter lubang 12 mm, *i beam axle* dibuat sendiri.





Gambar 56. *I beam axle*

7. Dudukan *knuckle arm*

Dudukan *knuckle arm* sebagai pengikat *knuckle arm*. Penggunaan pelat penggantung pegas per daun mobil L 300 di las kan pada kedua sisi bagian *i beam axle* untuk meletakkan kedua *knuckle arm* kanan dan kiri *i beam axle*. Dudukan *knuckle* dibeli pada pengepul barang bekas.



Gambar 57. Dudukan *knuckle arm*

8. *Knuckle arm*

Knuckle arm berfungsi untuk memegang roda ban yang memungkinkan roda dapat di gerakan berbelok kiri atau ke kanan melalui pelat penghubung *knuckle arm* dan *rack end* tambahan yang dikaitkan dengan *tie rod*. Mesin bubut untuk membuat derat pada *shaft* diameter 17 mm panjang derat 15 mm panjang keseluruhan *shaft* 90 mm kemudian *shaft* tersebut di las pada bagian bawah pipa dengan panjang pipa 80 mm, berdiameter lubang 12 mm dan di laskan 2 pelat ukuran 2 mm dengan panjang 100 mm dan 50 mm, lebar pelat 15 mm. Lalu ke dua pelat tersebut di bor dengan mata bor 8 mm. Pasangkan roda ban pada *shaft* yang telah di buat derat lalu derat kan mur 24 ikat dengan kunci 24 *ring*. Komponen ini untuk *knuckle arm* sebelah kiri *forklift* bagain belakang. Begitu juga proses pekerjaan *knuckle arm* sebelah kanan hanya saja pelat nya memiliki 1 pelat yang ada di *knuckle arm* sebelah kanan. Untuk mengkaitkan *tie rod* meneruskan gerakan tarik dan dorong pada saat berbelok roda, *knuckle arm* dibuat sendiri.



Gambar 58. *Knuckle arm*

9. *Tie rod end dan tie rod*

Menggunakan besi *shaft* 14 mm yang telah diukur panjang 450mm , dibagian ke 2 ujungnya dilaskan baut berukuran 12, panjang baut 50 mm lalu kepala bautnya di potong. Kemudian dipasang mur ukuran 12 sebagai pengunci *tei rod* dan setelan roda. *Tei rod* dipasangkan ke 2 ujung dari *tei rod end* berfungsi sebagai pengait ke dua *knukle arm* yang diikat dengan mur 12, agar saling berhubungan, *tei rod end* dibuat sendiri.





Gambar 59. *Tie rod end dan tie rod*

10. *Link stabil*

Untuk menstabilkan *i beam axle* roda pada saat jalan bergelombang. *Part* ini menggunakan *link stabil* avanza atau daihatsu, xenia part dibagian *chasis* belakang kanan dan *kunkle arm* sebelah kanan. *Chasis* di bagian belakang kanan di bor dan *kunkle arm* sebelah kanan belakang di bor memakai mata bor ukuran 14 mm. Sesuai dengan gambar dibawah ini kemudian *link stabil* diikat pada *chasis* dengan mur 17 begitu dengan *kunkle arm*, *link stabil* beli pada pengepul barang bekas.



Gambar 60. *Link stabil*

11. Universal joint

Universal joint diikatkan pada *shaft* kemudi dan *shaft steering rack* dengan 2 baut. Komponen *part* ini perlu digunakan pada *shaft* yang berputar tujuan pemasangan pada sistem kemudi dibagian *shaft* kemudi dan *shaft steering rack and pinion* agar operator dalam memutar roda kemudi tidak sangkut-sangkut lembut dalam memutar roda kemudi dan mencegah patah *shaft* pada *shaft* kemudi, *universal joint* daihatsu zebra dibeli pada pengepul barang bekas.



Gambar 61. *Universal joint*

12. *Shaft* kemudi

Shaft kemudi merupakan tempat *shaft* utama. fungsinya adalah untuk menyalurkan putaran roda kemudi ke *steering rack and pinion* yang di kaitkan dengan *universal joint* antara *shaft* kemudi dan *shaft steering and rack*. Di ujung *shaft* kemudi ini diikat roda kemudi dengan sebuah mur. *Shaft* kemudi disandarkan dengan palang, penutup *shaft* kemudi sesuai dari posisi operator dan roda kemudi agar mudah memutar roda kemudi, *shaft* kemudi daihatsu zebra di beli pada pengepul barang bekas.





Gambar 62. *Shaft* kemudi

13. Roda kemudi

Pada *forklift* mini roda kemudi digunakan untuk membantu operator dalam membelokkan kendaraan. Roda kemudi adalah komponen yang langsung berhubungan dengan operator, roda kemudi daihatsu zebra dan roda kemudi *racing momo* ini di beli di pengepul barang bekas.



Gambar 63. Roda kemudi

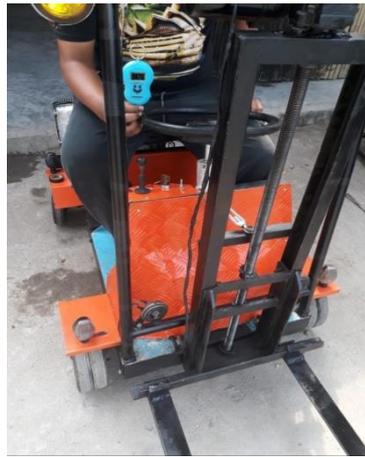
4.3. Prosedur Pengujian Kemudi

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan analisa pengaruh diameter roda kemudi.

1. Mengukur roda kemudi dengan diameter yang berbeda.
2. Mengukur roda kemudi saat dibelokkan, keadaan roda lurus, posisi roda kemudi lurus, *forklift* tidak bejalan operator berada di posisi tempat duduk *forklift* dan posisi *forklift* tanpa beban. Menarik timbangan gantung digital pada roda kemudi.
3. Mengukur berat roda kemudi saat dibelokkan, keadaan roda lurus, posisi roda kemudi lurus, tidak bejalan opertor berada diposisi tempat duduk *forklift* dan posisi *forklift* menggunakan beban 200 kg. Menarik timbangan gantung digital pada roda kemudi.
4. Mengisi tabel hasil pengamatan.

4.4. Data Hasil Pengujian

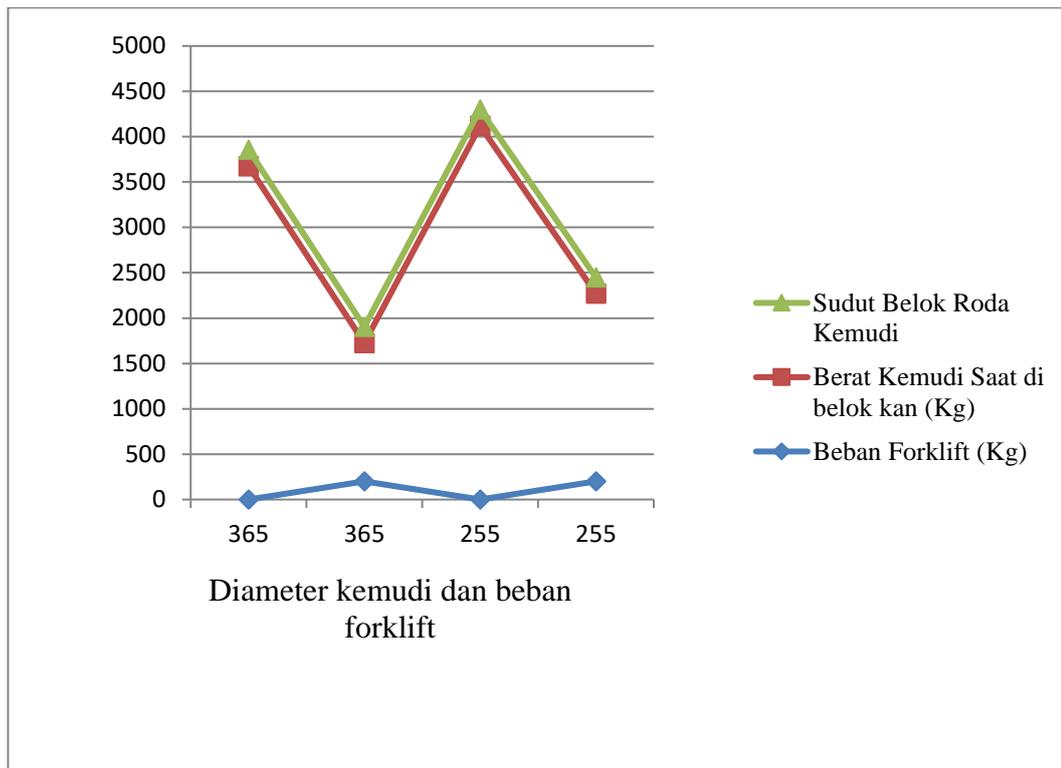
Pengujian dilakukan pada dua jenis roda kemudi dengan diameter yang berbeda. Setiap roda kemudi dilakukan pengujian dengan menggunakan beban, tanpa beban dan posisi operator berada di *forklift*. Maka didapat data hasil pengujian seperti dibawah ini.



Gambar 64. Pengujian alat

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian dua roda kemudi dengan diameter yang berbeda

Diameter Kemudi	Beban <i>Forklift</i> (Kg)	Berat Kemudi Saat di belok kan (Kg)	Sudut Belok Roda Kemudi
365	0	3,7	180
365	200	1,5	180
255	0	4,1	180
255	200	2,1	180



Gambar 65. Grafik data hasil pengujian dua roda kemudi dengan diameter yang berbeda

Tabel 4.3 menjelaskan untuk pengujian pertama roda kemudi berdiameter 365 driver berada di *diforklift* tanpa beban, keadaan roda lurus, posisi roda kemudi lurus dibelokkan ke kanan dan kiri menggunakan timbangan gantung digital dengan menarik roda kemudi ke sudut 180° maka di dapat hasil 3,7 Kg. Pengujian kedua roda kemudi berdiameter 365 posisi driver berada di *diforklift*, keadaan roda lurus, posisi roda kemudi lurus dengan beban 200 Kg di belokkan ke kanan dan kiri menggunakan timbangan gantung digital dengan menarik roda kemudi ke sudut 180° maka di dapat hasil 1,5 kg. Pengujian ketiga berdiameter 255 posisi driver berada di *forklift* tanpa beban, keadaan roda lurus, posisi roda kemudi lurus dibelokkan ke kanan dan kiri menggunakan timbangan gantung digital dengan menarik roda kemudi ke sudut 180° maka di dapat hasil 4,1 kg. pengujian yang keempat berdiameter 255 posisi driver berada di *forklift*, keadaan roda lurus, posisi roda kemudi lurus dengan beban 200 kg dibelokkan ke kanan dan kiri menggunakan timbangan gantung digital dengan menarik roda kemudi ke sudut 180 ° maka di dapat hasil 2,1 kg.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembuatan sistem kemudi pada *forklift* mini kapasitas 200 kg untuk usaha kecil menengah (UKM), dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

Pembuatan sistem kemudi *forklift* mini kapasitas 200 kg untuk usaha kecil menengah (UKM), penempatan tiap komponen dalam pembuatan sistem kemudi untuk membelokkan roda bagian belakang *forklift* mini dan dapat di fungsikan dengan baik.

5.2. Saran

Lakukan perawatan dan pengecekan agar tiap komponen dari bagian sistem kemudi *forklift* mini tidak mengalami kerusakan, terutama dibagian dari *steering rack and pinion* diberi *grease* agar tidak terjadi korosi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2011). *Makalah Sistem Kemudi, Chasis, Teknk Kendaraan Ringan* .
- Anonim. (1995). *New Step 1 Training Manual* . Jakarta : PT TOYOTA ASTRA MOTOR .
- Anonim. (1995). *New Step 2 Training Manual* . Jakarta : PT Toyota-Astra Motor .
- Anonim. (2011). *Power Steering, While Aligment & Balance, Materi PLPG* . Jakarta .
- Anonim. (2003). *Training texbook-Technician's B2*. Jakarta : PT HINO MOTORS SALES INDONESIA .
- Crouse, W. H. (1978). *Motor Vihicle Inspection* . USA : McGraw-Hill Book Company .
- Daryanto. (2005). *Teknik Service Mobil* . Jakarta : PT Rineka Cipta .
- Esaco. (2017). *Pengertian Forklift, Fungsi, Bagian dan Jenisnya. tt* , 5.
- Kurnia Dwi Artika, R. S. (2017). *Perancangan Sistem Kemudi Manual Pada Mobil Listrik* . *Jurnal Elemen* , 6.
- Novriza, S. (2011). *Modul Pembelajaran Memperbaiki Sistem Kemudi* . Medan .
- Rajagukguk, J. (2011). *Analisis Perancangan Forklift Dengan Kapasitas 1 Ton. Kalpika* , 3.2.
- [repository.ummy.ac.id](https://bit.ly/2EZhjyi)
- <https://bit.ly/2EZhjyi>

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

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

Nama : Eko Saigabe
NPM : 1407230121

Dosen Pembimbing 1 : Muhammad Yani, S.T., M.T

Dosen Pembimbing 2 : Ahmad Marabdi, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	2-7-2018	Dembarkan tugas Spesifikasi TA.	my.
2.	17-7-2018	Perbaiki latar belakang pada Bab I	my.
3.	24-7-2018	Tambahkan teori dlm perancangan sistem kemudi	my.
4.	29-8-2018	Buat flowchart perancangan sistem kemudi di Bab III	my.
5.	25-9-2018	Perbaiki Bab IV & V. Lanjutkan pembimbing II	my.
6.	28-12-2018	Sesuaikan laporan TA dengan format baru dari Prodi	my.
7.	9-01-2019	Persiapkan Seminar	my.
8.	16-1-2019	Ace untuk seminar	my.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



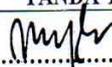
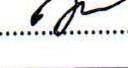
Nama : Eko Saigabe
Npm : 1407230121
Tempat / Tanggal Lahir : Batang Kuis / 10 Mei 1992
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Desa Bakaran Batu, Dusun 1 Gg. Keluarga
Kel / Desa : Desa Bakaran Batu
Kecamatan : Batang Kuis
Kabupaten : Deli Serdang
Provinsi : Sumatera Utara
No. HP : 0822 9710 3031
Email : ekosaigabe92@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Karim Sihotang (Alm)
Ibu : Rusmiatik

PENDIDIKAN FORMAL

1998 – 2005 : SDN 105323 Batang Kuis
2005 – 2008 : MTS.Umar Bin Khattab Batang Kuis
2008 – 2011 : SMK Swasta Mandiri Medan
2014 – 2019 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

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

Peserta Seminar
 Nama : Eko Saigabe
 NPM : 1407230121
 Judul Tugas Akhir : Pembuatan Sistem Kemudi Pada Forklift Mini Kapasitas
 200 Kg Untuk Usaha Kecil Menengah

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.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 : Eko Saigabe
NPM : 1407230121
Judul T.Akhir : Pembuatan Sistem Kemudi Pada Forklift Mini Kapasitas 200 Kg Untuk Usaha Kecil Menengah.

Dosen Pembimbing – I : Muhammad Yani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Bektı 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 :

- perbaikan sistem pdaal pengisian
- perbaikan grafik hasil pengisian

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 Pemanding- I


Sudirman Lubis.S.T.M.T

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

NAMA : Eko Saigabe
NPM : 1407230121
Judul T.Akhir : Pembuatan Sistem Kemudi Pada Forklift Mini Kapasitas 200 Kg Untuk Usaha Kecil Menengah.

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 :
lihat pada naskah tugas akhir
.....
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

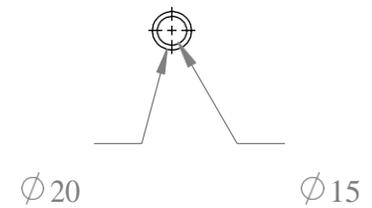
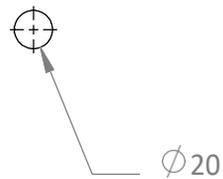
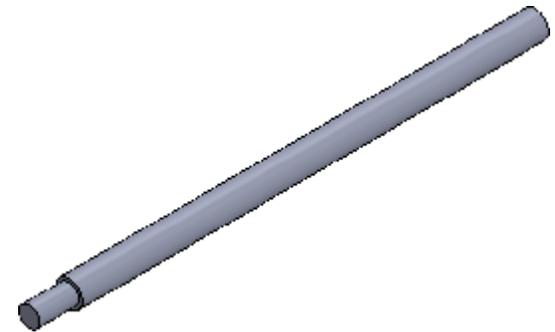
Medan 04 Jum.Akhir 1440H
04 Februari 2019 M

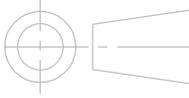
Diketahui :
Ketua Prodi. T Mesin

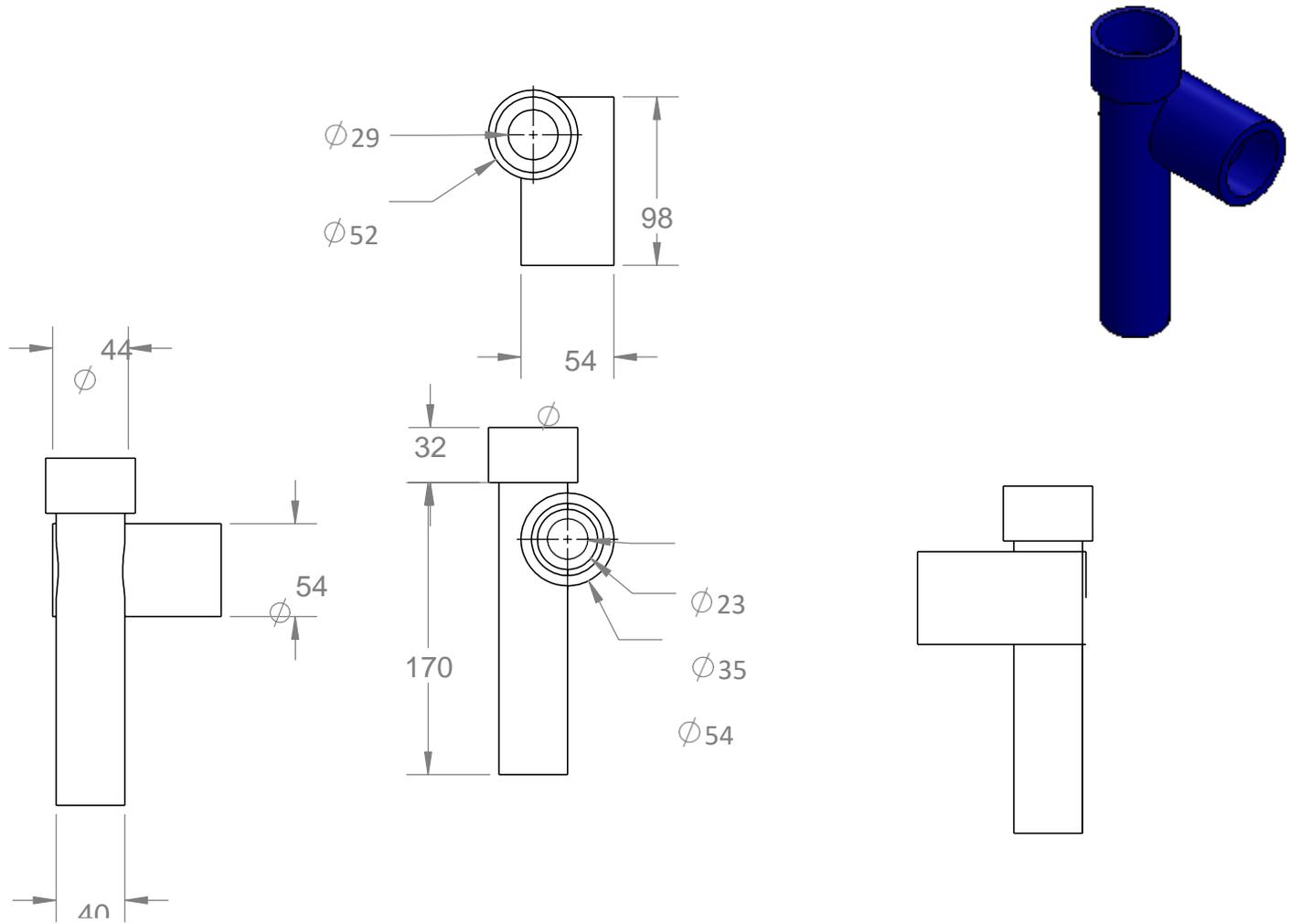

Affandi.S.T.M.T

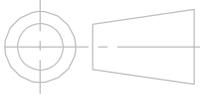
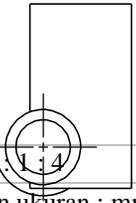
Dosen Pembanding- II.

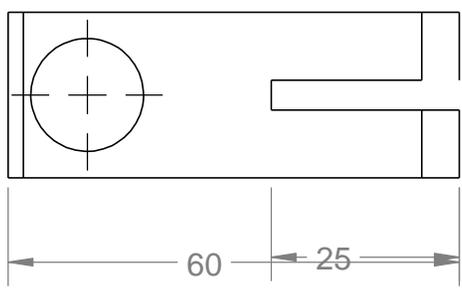
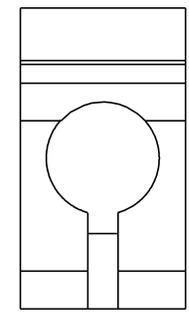
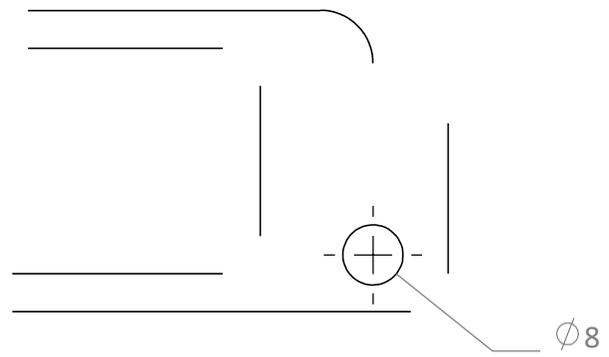
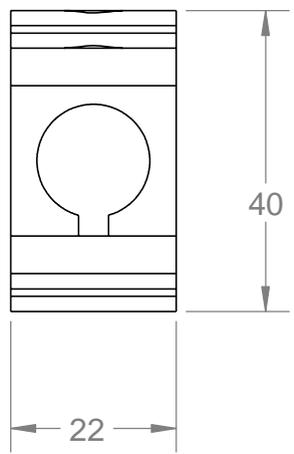
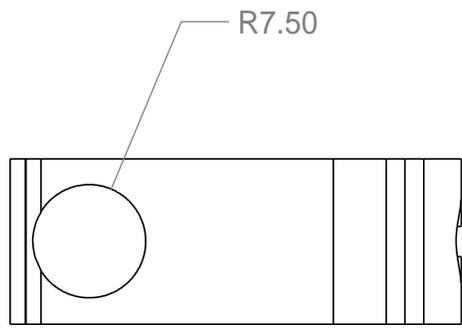

Bekti Suroso.S.T.M.Eng



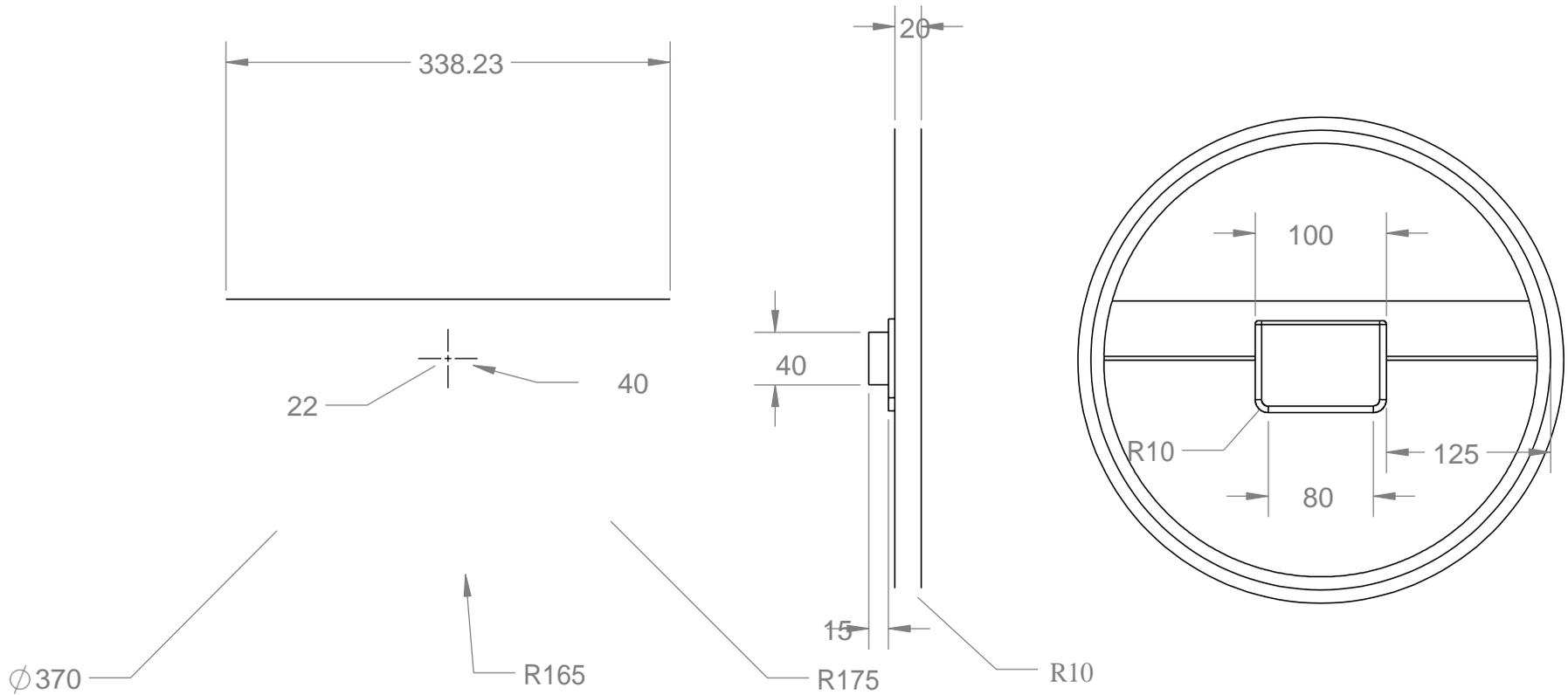
	Skala : 1 : 5	Digambar : BAYU PRASETYO	Peringatan :		
	Satuan ukuran : mm	Kelas : B3			
	Tanggal :	Diperiksa :			
TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNIK UMSU		POROS KEMUDI FORKLIFT MINI		No.	A4



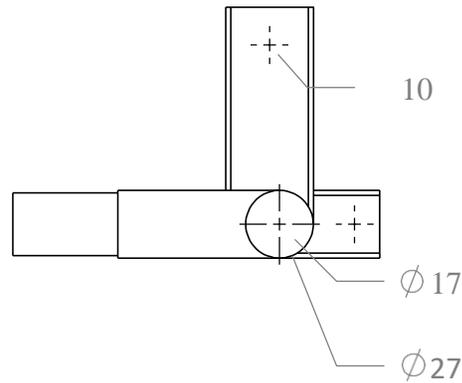
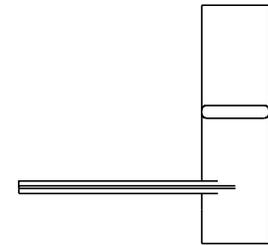
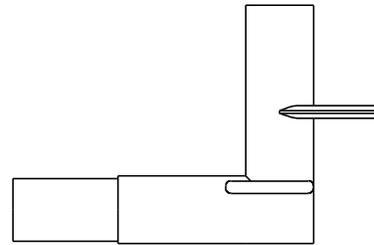
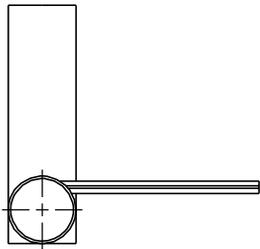
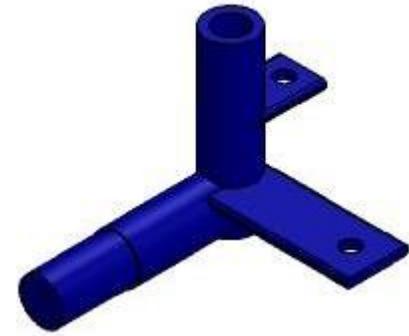
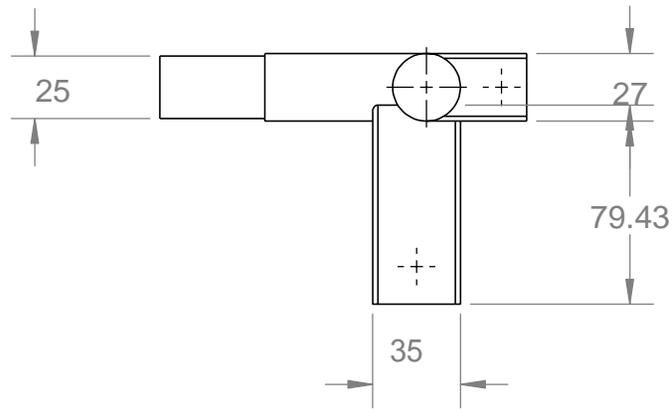
		Skala : 1 : 4	Digambar : BAYU PRASETYO	Peringatan :	
	Satuan ukuran : mm	Kelas : B3			
	Tanggal :	Diperiksa :			
TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNIK UMSU			CASING RACK AND PINION		No. A4



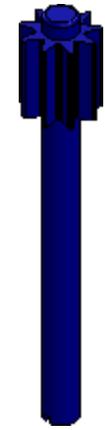
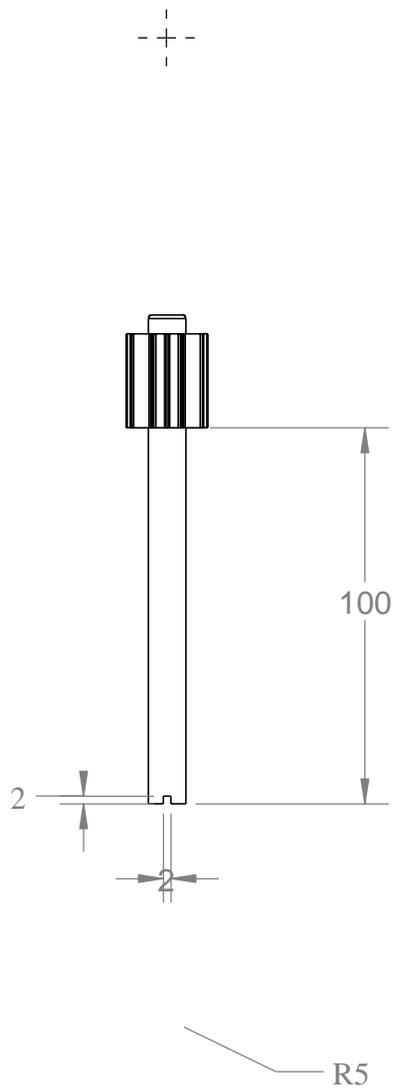
	Skala : 1 : 1	Digambar : BAYU PRASETYO	Peringatan :	
	Satuan ukuran : mm	Kelas : B3		
	Tanggal :	Diperiksa :		
TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNIK UMSU		GARPU PENGHUBUNG	No.	A4



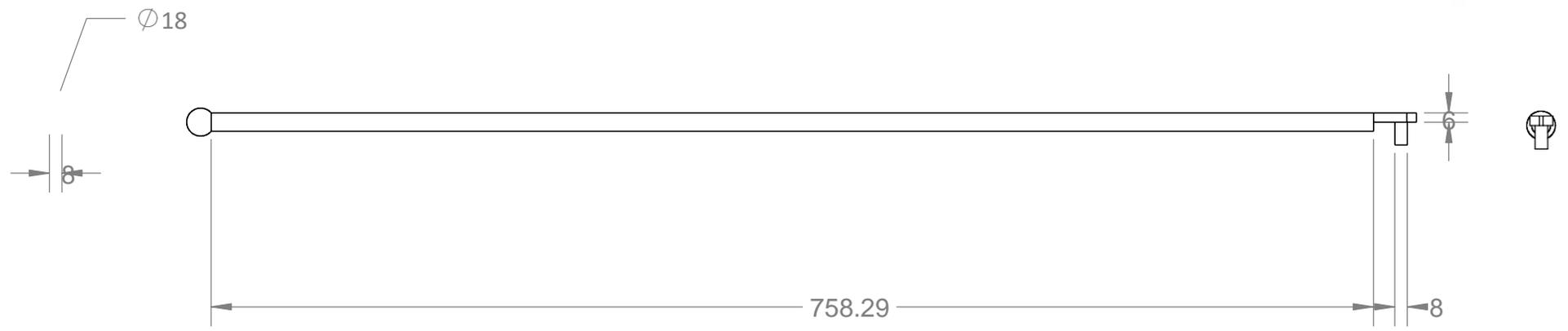
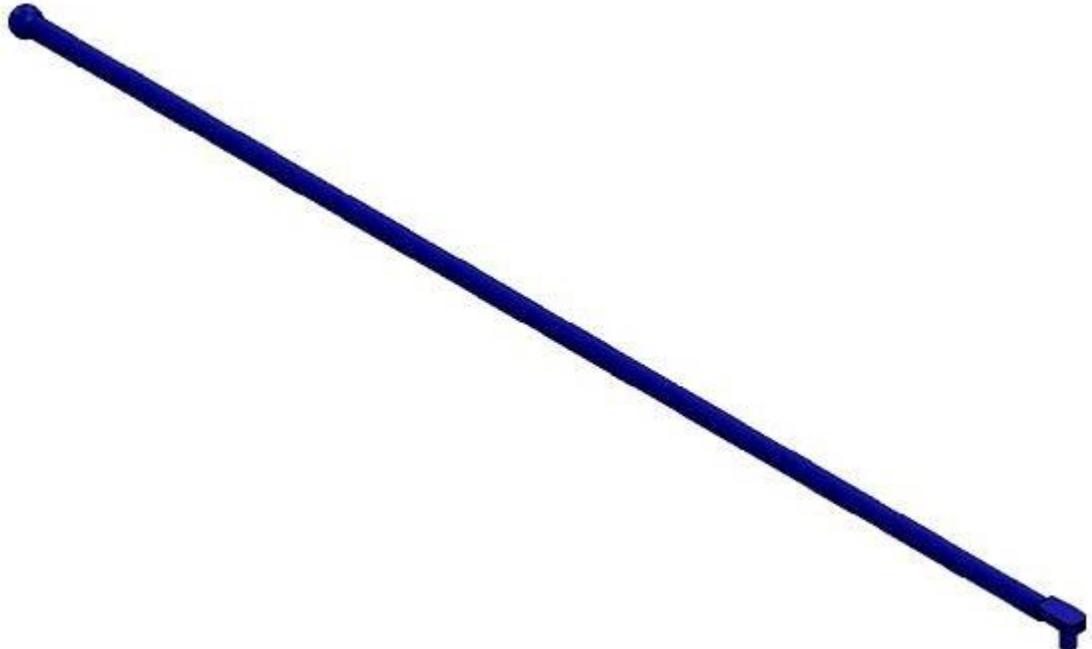
	Skala : 1 : 5	Digambar : BAYU PRASETYO	Peringatan :	
	Satuan ukuran : mm	Kelas : B3		
	Tanggal :	Diperiksa :		
TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNIK UMSU		FORKLIFT MINI 200 Kg	No.	A4



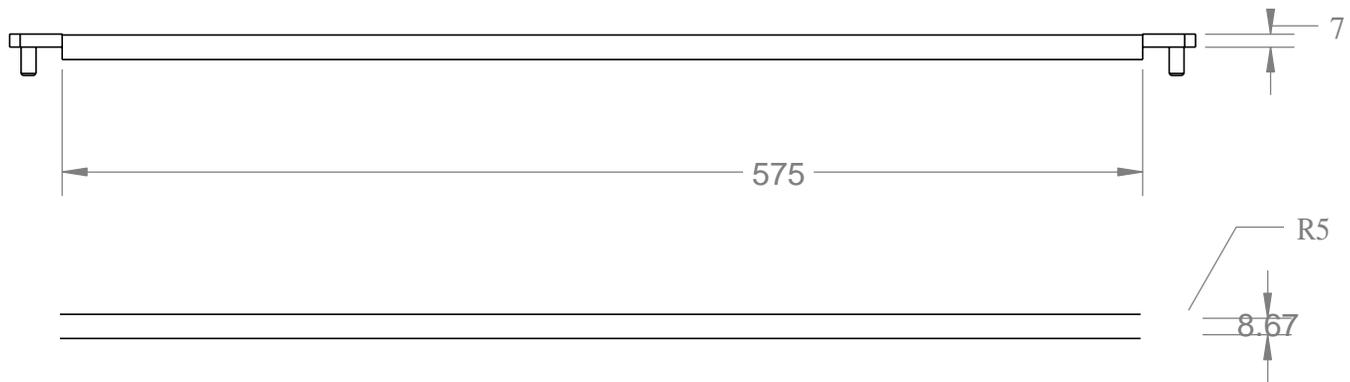
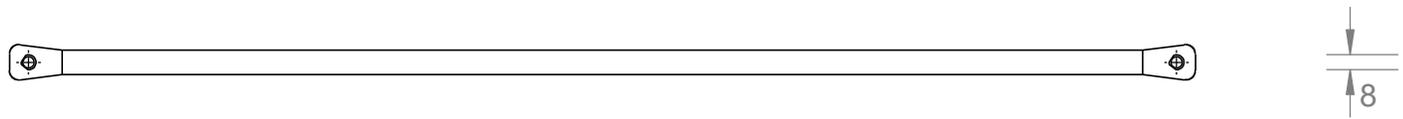
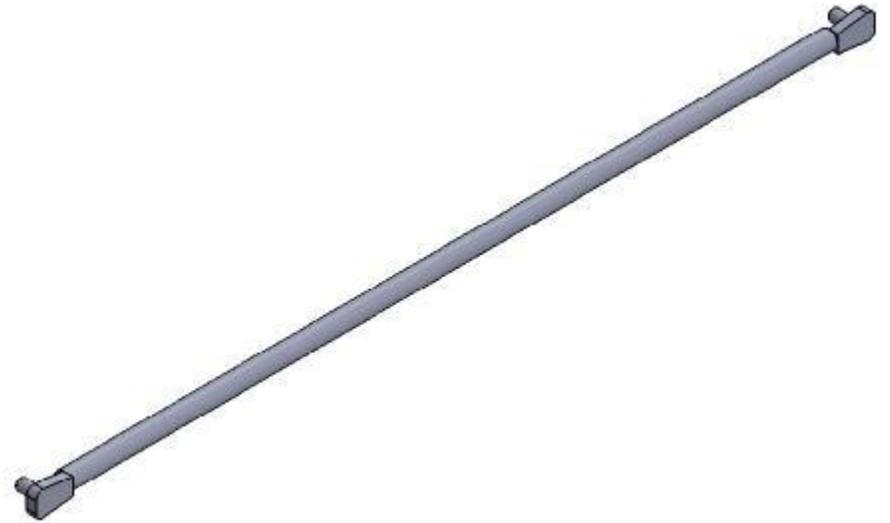
	Skala : 1 : 5	Digambar : BAYU PRASETYO	Peringatan :	
	Satuan ukuran : mm	Kelas : B3		
	Tanggal :	Diperiksa :		
TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNIK UMSU		FORKLIFT MINI 200 Kg	No.	A4



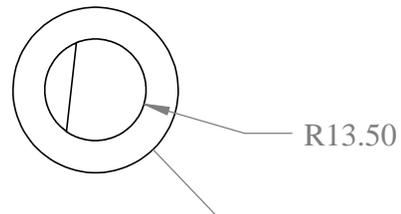
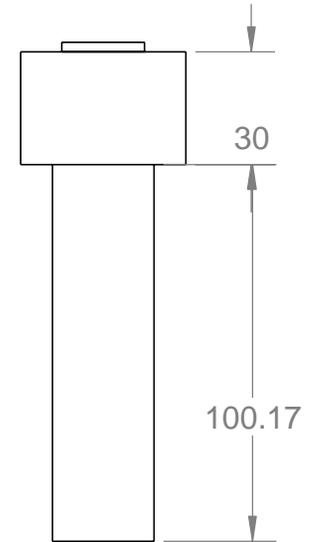
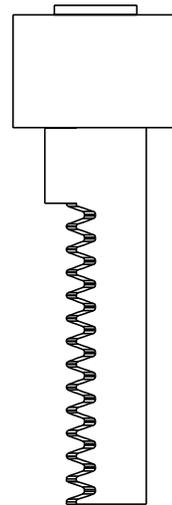
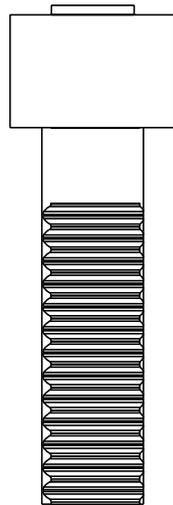
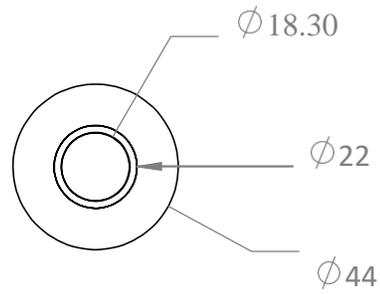
	Skala : 1 : 2	Digambar : BAYU PRASETYO	Peringatan :		
	Satuan ukuran : mm	Kelas : B3			
	Tanggal :	Diperiksa :			
TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNIK UMSU		PINION KEMUDI FORKLIFT MINI		No.	A4



	Skala : 1 : 4	Digambar : BAYU PRASETYO	Peringatan :	
	Satuan ukuran : mm	Kelas : B3		
	Tanggal :	Diperiksa :		
TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNIK UMSU	TIE ROD	No.	A4	



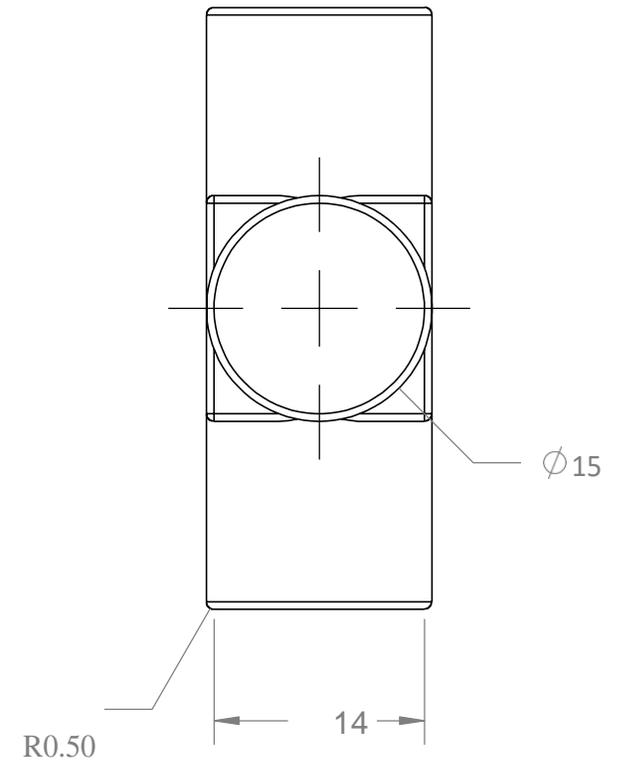
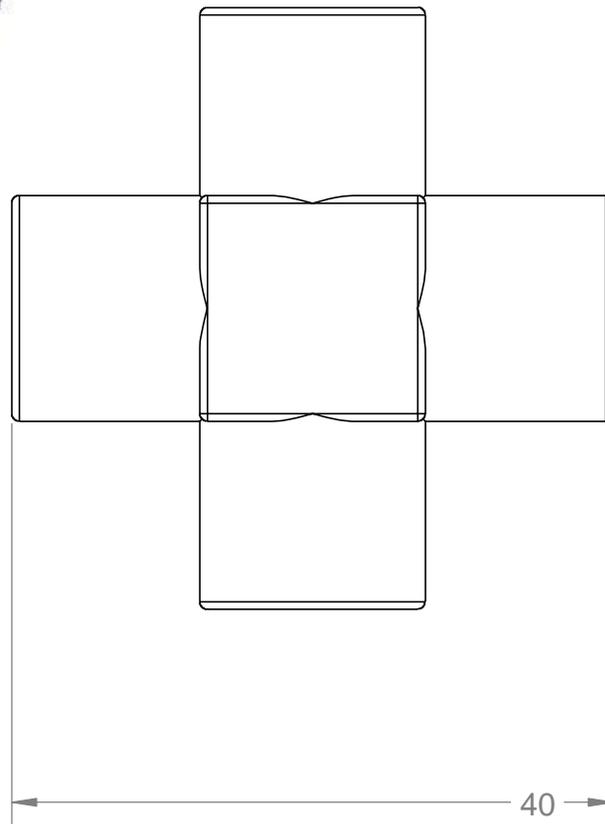
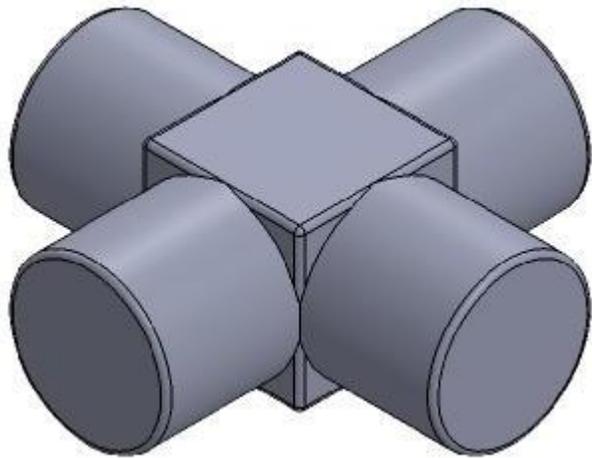
	Skala : 1 : 4	Digambar : BAYU PRASETYO	Peringatan :	
	Satuan ukuran : mm	Kelas : B3		
	Tanggal :	Diperiksa :		
TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNIK UMSU	TIE ROD	No.	A4	



	Skala : 1 : 2	Digambar : BAYU PRASETYO	Peringatan :		
	Satuan ukuran : mm	Kelas : B3			
	Tanggal :	Diperiksa :			
TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNIK UMSU		RACK KEMUDI FORKLIFT MINI		No.	A4

Ø44

	Skala : 1 : 2	Digambar : BAYU PRASETYO	Peringatan :	
	Satuan ukuran : mm	Kelas : B3		
	Tanggal :	Diperiksa :		
TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNIK UMSU	RACK KEMUDI FORKLIFT MINI	No.	A4	



	Skala : 1 : 1	Digambar : BAYU PRASETYO	Peringatan :		
	Satuan ukuran : mm	Kelas : B3			
	Tanggal :	Diperiksa :			
TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNIK UMSU		UNIVERSAL JOINT		No.	A4