

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISA GEARBOX PADA *FRUIT* ELEVATOR PABRIK KELAPA SAWIT**

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

**Disusun Oleh:**

**ROMA ANNUR**  
**1407230038**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

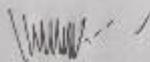
Nama : Roma Annur  
NPM : 1407230038  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Analisa Gearbox Pada *Fruid Elevator* Pabrik Kelapa sawit  
Bidang Ilmu : Alat Berat

Telah berhasil dipertaharkan 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, 30 Agustus 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Penguji I



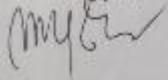
Rahmatullah, S.T., M.Sc

Penguji II



Sudirman Lobis, S.T., M.T

Penguji III



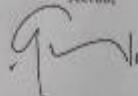
M. Yani, S.T., M.T

Penguji IV



Ahmad Murnadi Siregar, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,



Chandra Amirsyah Putra Siregar, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Roma Annur  
Tempat/Tanggal Lahir: Citaman Jernih/2 Mei 1996  
NPM : 1407230038  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

### **"Analisa Gearbox Pada Fruit Elevator Pabrik Kelapa Sawit"**

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 hakikatnya 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 Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 30 Agustus 2021

Saya yang menyatakan,



Roma Annur

## ABSTRAK

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki hasil-hasil pertanian yang cukup beraneka ragam. Sejalan dengan perkembangan teknologi sekarang ini dalam dunia pertanian dikenal berbagai macam mesin dalam menunjang kegiatan pasca panen, pengangkutan, pemindahan dan pengolahan. Salah satu alat yang digunakan adalah alat elevator pada pabrik kelapa sawit. Alat elevator adalah suatu alat pemindah bahan yang berfungsi untuk memindahkan suatu material dengan jarak pemindah bahan yang panjang, lebih beragam penggunaannya, variasi kapasitas yang lebih luas dan bersifat kontinyu. Alat elevator pada umumnya digunakan khusus untuk mengangkut berbagai macam material berbentuk serbuk, butiran-butiran kecil dan bongkahan. Contoh materialnya adalah semen, pasir, batubara, tepung dan lain sebagainya. Gearbox adalah suatu komponen *pumping unit* yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga dari electric motor ke seluruh komponen *pumping unit* dengan menurunkan kecepatan putar dan menaikkan momen atau *torque* (torsi). dilakukan analisa gearbox fruit elevator diperoleh kesimpulan sebagai berikut : beban 10 Kg  $W_d = 12$  Kg,  $T_l = 638,217$  kg/mm,  $T_l = 12,764$  kg/mm,  $F_{ab} = 11866,56$  kg,  $F_{ac} = 1231,094$  kg,  $W_s = 5,47$  kg,  $F_s = 24,96$  kg, beban 60 Kg  $W_d = 72$  Kg,  $T_l = 3829,304$  kg/mm,  $T_l = 76,589$  kg/mm,  $F_{ab} = 11866,56$  kg,  $F_{ac} = 1231,094$  kg,  $W_s = 532,84$  kg,  $F_s = 4,16$  kg, beban 110 Kg  $W_d = 132$  Kg,  $T_l = 6854,916$  kg/mm,  $T_l = 137,098$  kg/mm,  $F_{ab} = 11866,56$  kg,  $F_{ac} = 1231,094$  kg,  $W_s = 60,21$  kg,  $F_s = 45,76$  kg.

Kata kunci : *Fruit elevator*, beban, gearbox, roda gigi.

## ABSTRACT

Indonesia is an agricultural country which has quite a wide variety of agricultural products. In line with current technological developments in the world of agriculture, there are various kinds of machines to support post-harvest activities, transportation, transfer and processing. One of the tools used is an elevator in a palm oil mill. The elevator tool is a material moving tool that functions to move a material with a long material transfer distance, more varied uses, a wider variety of capacities and is continuous. Elevators are generally used specifically for transporting various materials in the form of powders, small grains and chunks. Examples of materials are cement, sand, coal, flour and so on. The gearbox is a pumping unit component that functions to transmit power from the electric motor to all pumping unit components by reducing the rotational speed and increasing the torque (torque). analysis of the fruit elevator gearbox obtained the following conclusions: Load beban 10 Kg  $W_d = 12$  Kg,  $T_1 = 638,217$  kg/mm,  $T_1 = 12,764$  kg/mm,  $F_{ab} = 11866,56$  kg,  $F_{ac} = 1231,094$  kg,  $W_s = 5,47$  kg,  $F_s = 24,96$  kg, beban 60 Kg  $W_d = 72$  Kg,  $T_1 = 3829,304$  kg/mm,  $T_1 = 76,589$  kg/mm,  $F_{ab} = 11866,56$  kg,  $F_{ac} = 1231,094$  kg,  $W_s = 532,84$  kg,  $F_s = 4,16$  kg, beban 110 Kg  $W_d = 132$  Kg,  $T_1 = 6854,916$  kg/mm,  $T_1 = 137,098$  kg/mm,  $F_{ab} = 11866,56$  kg,  $F_{ac} = 1231,094$  kg,  $W_s = 60,21$  kg,  $F_s = 45,76$  kg.

*Keywords: Fruit elevator, load, gearbox, gears.*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT 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 “Analisa Gearbox Pada *Fruit Elevator* Pabrik Kelapa Sawit” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Serjana 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 M. Yani, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Rahmatullah.S.T .M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.
4. Bapak Sudirman Lubis.S.T .M.T., selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Chandra Amirsyah Putra Siregar, ST, MT, selaku Ketua Prodi Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikn ilmu teknik permesinan kepada penulis.

8. Kedua orang tua, Ayahanda tercinta Ramlan dan Ibunda tersayang Mariani, Kakak tercinta Rama Nur Jannah, Adik tercinta Nur ainun dan seluruh keluarga besar penulis, terima kasih atas curahan kasih sayang, doa, nasihat, motivasi, dan pengorbanan materinya selama penulis menempuh studi di Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan.
9. Bapak/ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis: Zabandi, Sigit Rizky Wiranata, Nazaruddin, Sudarman, Fandimas, Rahman, dan lainnya yang namanya tidak mungkin saya sebutkan satu persatu, yang selalu memberi semangat kepada penulis untuk 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, Maret 2020

Roma Annur

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. Gearbox	4
2.1.1. Fungsi Gearbox	4
2.2. Pinsip kerja Gearbox	5
2.3. Bagian – Bagian Gearbox	5
2.3.1. Poros	5
2.3.2. Pasak	7
2.3.2.1. Jenis – jenis Pasak	7
2.3.3. Bantalan	8
2.3.4. Roda Gigi	9
2.3.4.1. Jenis – jenis Roda Gigi	9
2.4. Aplikasi Roda Gigi Cacing	15
2.4.1. Gaya – gaya Pada Roda Gigi Cacing	16
2.4.2. Kapasitas Beban Roda Gigi Cacing	17
2.5. Penyebab Kerusakan Pada Gearbox	19
<b>BAB 3 METODOLOGI</b>	<b>21</b>
3.1 Tempat dan Waktu	21
3.2 Diagram Alir	22
3.3 Alat – Alat yang digunakan	23
3.4 Langkah Kerja	25
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>35</b>
4.1 Hasil Pembahasan Pembebanan Gearbox	35
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>43</b>
5.1. Kesimpulan	43
5.2. Saran	44

**DAFTAR PUSTAKA**

**45**

**LAMPIRAN  
LEMBAR ASISTENSI  
DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Gearbox	4
Gambar 2.2.	Poros	5
Gambar 2.3.	Poros Transmisi	6
Gambar 2.4.	<i>Spindel</i>	6
Gambar 2.5.	Gandar	6
Gambar 2.6.	Pasak	7
Gambar 2.7.	Bantalan	8
Gambar 2.8.	Roda Gigi	9
Gambar 2.9.	Roda Gigi Lurus	9
Gambar 2.10.	Roda Gigi Miring	10
Gambar 2.11.	Roda Gigi Miring Ganda	10
Gambar 2.12.	Roda Gigi Dalam	11
Gambar 2.13.	Roda Gigi Kerucut Lurus	11
Gambar 2.14.	Roda Gigi Kerucut Spiral	12
Gambar 2.15.	Roda Gigi Permukaan	12
Gambar 2.16.	Roda Gigi Miring Silang	13
Gambar 2.17.	Roda Gigi Cacing	14
Gambar 2.18.	<i>Power steering</i> Mobil	15
Gambar 2.19.	Dongkrak Mekanik	15
Gambar 2.20.	Gaya – gaya Pada Roda Gigi Cacing	16
Gambar 2.21.	Gaya – gaya Pada Roda Gigi Cacing	16
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3.2.	Laptop	23
Gambar 3.3.	Palu ( Martil )	24
Gambar 3.4.	Sarung Tangan	24
Gambar 3.5.	Jangka sorong	24
Gambar 3.6.	Kunci Kombinasi	25
Gambar 3.7.	Kunci L	25
Gambar 3.8.	Pembongkaran Gearbox	25
Gambar 3.9.	Melepaskan Poros <i>In Put</i> Gearbox	26
Gambar 3.10.	Melepaskan Poros <i>Out Put</i> Gearbox	26
Gambar 3.11.	Melepaskan Gearbox dari Bodi <i>Fruit Elevator</i>	26
Gambar 3.12.	Melepaskan <i>Out Cover</i>	27
Gambar 3.13.	Melepaskan <i>Out Cover Worm Shaft</i>	27
Gambar 3.14.	Melepaskan <i>Worm Gear</i> dan <i>Worm Shaft</i>	27
Gambar 3.15.	Melakukan Pengumpulan Data	28
Gambar 3.16.	Roda Gigi	28
Gambar 3.17.	Poros Roda Gigi	29
Gambar 3.18.	Pasak	29
Gambar 3.19.	Poros Roda Gigi Cacing	30
Gambar 3.20.	Bearing	30
Gambar 3.21.	Pemasangan Gearbox	30
Gambar 3.22.	Pemasangan <i>Worm Gear</i>	31
Gambar 3.23.	Pemasangan <i>Worm Shaft</i>	31
Gambar 3.24.	Mengunci Baut Kepala <i>Out Cover</i>	31

Gambar 3.25	Mengunci Baut Kepala <i>Out Cover Worm Shaft</i>	32
Gambar 3.26	Melakukan <i>Set Up</i> Gearbox	32
Gambar 3.27	Penguncian Poros <i>In Put</i> Gearbox	32
Gambar 3.28	Penguncian Poros <i>Out Put</i> dengan Rantai Penghubung	33
Gambar 3.29	Penguncian Gearbox Pada Bodi <i>Fruit Elevator</i>	33
Gambar 3.30	Melakukan Pengecekan Gearbox	33
Gambar 3.31	Kontruksi Gearbox	34

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Faktor – faktor Koreksi daya yang akan ditransmisikan ( $f_c$ )	17
Tabel 2.2 Tegangan lentur yang diizinkan ( $\sigma_{ab}$ )	18
Tabel 2.3. Faktor bentuk roda gigi cacing ( $Y$ )	18
Tabel 2.4. Faktor sudut kisar ( $K_y$ )	18
Tabel 2.5. Faktor tahan aus ( $K_c$ )	18
Tabel 3.1. Jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan penelitian	21

## DAFTAR NOTASI

$\eta$	: Efisiensi
$\nu$	: Putaran Drum
D	: Diameter Roda Gigi
$d_2$	: Diameter Poros Cacing
$f_c$	: Faktor Koreksi
F <sub>s</sub>	: Beban Tangensial
F <sub>ab</sub>	: Beban Lentur
F <sub>ac</sub>	: Beban Permukaan Roda Gigi
P	: Daya
T <sub>1</sub>	: Momen Puntir
W <sub>s</sub>	: Beban Statis Gigi
W	: Beban Statis

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki hasil-hasil pertanian yang cukup beraneka ragam. Sejalan dengan perkembangan teknologi sekarang ini dalam dunia pertanian dikenal berbagai macam mesin dalam menunjang kegiatan pasca panen, pengangkutan, pemindahan dan pengolahan. Salah satu alat yang digunakan adalah alat elevator pada pabrik kelapa sawit. Alat elevator adalah suatu alat pemindah bahan yang berfungsi untuk memindahkan suatu material dengan jarak pemindah bahan yang panjang, lebih beragam penggunaannya, variasi kapasitas yang lebih luas dan bersifat kontinyu.

Alat elevator pada umumnya digunakan khusus untuk mengangkut berbagai macam material berbentuk serbuk, butiran-butiran kecil dan bongkahan. Contoh materialnya adalah semen, pasir, batubara, tepung dan lain sebagainya. Alat ini dapat digunakan untuk menaikkan bahan dengan ketinggian 50 meter, kapasitasnya dapat mencapai 50 m<sup>3</sup>/jam, dan konstruksinya bisa dengan posisi vertikal.

Mekanisme kerja dari bucket elevator ada beberapa tahap. Tahap pertama yaitu material curah (*bulk material*) masuk ke corong pengisi (*feed hooper*) pada bagian bawah elevator (*boot*). Material curah kemudian ditangkap oleh bucket yang bergerak, kemudian material curah tersebut diangkat dari bawah ke atas. Setelah sampai pada roda gigi atas, material curah akan dilempar ke arah corong pengeluaran.

Pada proses pengolahan minyak dipabrik kelapa sawit, alat elevator digunakan sebagai alat untuk mengangkut berondolan rebus dari tempat terendah menuju ke tempat yang lebih tinggi dan menuangnya ke *upper cross conveyor* dengan baik. Pada umumnya, alat elevator dirancang pada posisi tegak 90° dan berukuran besar untuk skala industri. Pada beberapa penelitian sebelumnya, salah satu diantaranya menyimpulkan bahwa pada kecepatan bucket 4,6 m/s dan sudut 60°, kapasitas bucket mencapai 0,00106 m<sup>3</sup> kelapa sawit pada pabrik berkapasitas 30 ton TBS/jam. Kemudian pada penelitian berikutnya, mengenai desain bucket elevator pada pengering sistem efek rumah kaca, kapasitas bucket elevator

mencapai 612,22 kg/jam pada putaran 92 rpm dan 945,47 kg/jam pada putaran 184 rpm.

Gearbox *fruit* elevator berperan penting terhadap tingkat keberhasilan *fruit* elevator untuk mengangkat semua berondolan rebus dari tempat terendah menuju ke tempat yang lebih tinggi dan menuangnya ke *upper cross conveyor* dengan baik. Keberhasilan *fruit* elevator juga didukung gear box. Gearbox adalah suatu komponen *pumping unit* yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga dari elektrik motor ke seluruh komponen *pumping unit* dengan menurunkan kecepatan putar dan menaikkan momen atau *torque* (torsi).

Berdasarkan hal diatas, penulis bertujuan untuk menganalisa pembebanan dan menganalisa penyebab kerusakan gearbox *fruit* elevator. Perbedaannya, alat elevator yang akan dirancang yaitu berukuran dan berkapasitas kecil dengan sudut kemiringan  $75^{\circ}$  dengan tinggi 1500 mm dan rpm rendah dengan ukuran bucket elevator yang kecil atau hanya berupa *prototype* saja. Dengan ukuran alat elevator yang kecil, diharapkan akan mempermudah dalam penggunaan dan pemindahan alat pada berbagai tempat.

## 1.2. Rumusan Masalah

Sehubungan dengan judul tugas akhir ini maka perumusan masalah yang diperoleh dalam tugas sarjana ini adalah :

1. Bagaimana menganalisa pembebanan gearbox *fruit* elevator pada pabrik kelapa sawit ?
2. Bagaimana penyebab kerusakan gearbox *fruit* elevator pada pabrik kelapa sawit ?

## 1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penyusunan tugas sarjana ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisa pembebanan gearbox *fruit* elevator.
2. Menganalisa penyebab kerusakan pada gearbox *fruit* elevator.

#### 1.4. Tujuan

Adapun tujuan dari penyusunan tugas sarjana ini adalah :

1. Menganalisa pembebanan gearbox *fruit* elevator pada pabrik kelapa sawit.
2. Menganalisa kerusakan gearbox *fruit* elevator pada pabrik kelapa sawit.

#### 1.5. Manfaat Penulisan

Adapun manfaat dari penyusunan tugas sarjana ini adalah :

1. Dapat bermanfaat untuk penulis selanjutnya sebagai bahan referensi untuk penyempurnaan alat elevator.
2. Menganalisa pembebanan gearbox *fruit* elevator pada pabrik kelapa sawit.
3. Menganalisa kerusakan gearbox *fruit* elevator pada saat percobaan.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Gearbox

Gearbox atau *gear* motor merupakan suatu alat khusus yang dapat menambah kekuatan beban (torsi) dengan cara menambah kecepatan dari dynamo motor. Gearbox juga adalah alat pengubah daya dari mesin yang berputar menjadi tenaga yang lebih besar dengan mengkombinasikan perangkat mekanik dan elektrik. Secara prinsip perbedaan dinamo motor (elektrik motor) dan gearbox adalah :

1. Dinamo motor memiliki kecepatan tinggi namun beban yang dimiliki rendah (torsi kecil).
2. Gearbox memiliki kecepatan rendah namun mampu untuk beban - beban yang berat (torsi besar).



Gambar 2.1. Gearbox

##### 2.1.1 Fungsi Gearbox

Gearbox dalam hal yang bersangkutan dengan bidang kebutuhan industry atau permesinan memiliki fungsi sebagai pemindah tenaga dari tenaga penggerak (mesin diesel atau dinamo motor elektrik) ke mesin yang ingin digerakan. Setidaknya ada 2 alasan kunci mengapa pengguna gearbox dalam dunia permesinan memegang peranan penting, pertama fungsi gearbox utamanya adalah memperlambat kecepatan putaran dinamo motor atau mesin diesel dan yang kedua

adalah untuk memperkuat tenaga putaran yang dihasilkan oleh dynamo atau diesel. Secara umum gearbox mempunyai beberapa fungsi lain antara lain :

1. Merubah momen puntir yang akan diteruskan ke roda.
2. Menyediakan rasio gigi yang sesuai dengan beban mesin.
3. Merubah arah putaran output sehingga kendaraan dapat bergerak mundur.
4. Memudahkan pengemudi dalam memindahkan gigi.
5. Merubah putaran mesin tanpa selip.
6. Memperkuat daya/elektrik dari motor.
7. Memperlambat kecepatan.

## 2.2 Prinsip Kerja Gearbox

Putaran dari *engine* diteruskan ke *input shaft* (poros *input*) melalui hubungan antara *clutch* kopling, kemudian putaran diteruskan ke *main shaft* (poros *primer*), *torque* (torsi/momen) yang ada *main shaft* diteruskan ke *lay shaft* (poros *skunder*) dengan hubungan antara gigi – gigi yang ada di *main shaft* dan *lay shaft*, karena adanya perbedaan rasio dan bentuk dari gigi – gigi tersebut sehingga kecepatan dan torsi yang dikeluarkan berbeda, tergantung dari kecepatan atau *speed* yang diinginkan.

## 2.3 Bagian – Bagian Gearbox

### 2.3.1 Poros



Gambar 2.2. Poros

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama – sama dengan putaran. Peranan dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros.

Secara garis besarnya poros dibedakan menjadi :

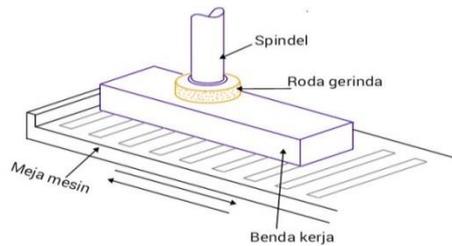
### 1. Poros transmisi



Gambar 2.3. Poros Transmisi

Poros ini mendapat beban puntir murni atau puntir atau lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli sabuk dan sprocket rantai.

### 2. Spindel



Gambar 2.4. Spindel

Spindel adalah poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran. Syarat yang harus dipenuhi oleh poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

### 3. Gandar



Gambar 2.5. Gandar

Gandar adalah poros yang dipasang diantara roda – roda kereta barang dimana, tidak mendapat beban puntir. Gandar ini hanya mendapat beban lentur.

### 2.3.2 Pasak



Gambar 2.6. Pasak

Pasak merupakan sepotong baja lunak (*mild steel*), berfungsi sebagai punci yang disisipkan diantar poros dan hub (*bos*) sebuah roda puli atau roda gigi agar keduanya tersambung dengan pasti sehingga mampu meneruskan momen putar (torsi). Pemasangan pasak antara poros dan hub dilakukan dengan membenamkan pasak pada alur yang terdapat antara poros dan hub sebagai tempat dudukan pasak dengan posisi memanjang sejajar sumbu poros.

#### 2.3.2.1 Jenis – jenis Pasak

Beberapa tipe yang digunakan pada sambungan elemen mesin, adalah :

##### 1. Pasak Benam

Pasak jenis ini dipasang terbenam setengah pada bagian poros dan setengah pada hub.

##### 2. Pasak Pelana

Pasak pelana terdiri dari dua tipe yakni :

##### 1. Pasak Pelana Datar

Merupakan pasak tirus yang dipasang pas pada alur hub dan datar pada lengkung poros, jadi mudah slip pada poros jika mengalami kelebihan beban torsi. Sehingga hanya mampu digunakan untuk poros – poros beban ringan sebagai penyortir beban.

## 2. Pasak Pelana Lengkung

Merupakan pasak tirus yang dipasang pas pada alurnya hub dan bagian sudut bawahnya dipasang pas pada bagian lengkung poros.

## 3. Pasak Bulat

Merupakan pasak berpenampang bulat yang dipasang ngepas dalam lubang antara poros dan hub. Kelebihannya adalah pembuatan alur dapat dilakukan dengan mudah setelah hub terpasang pada poros dengan cara dibor.

## 4. Pasak Bintang (*Spline*)

Pasak jenis ini memiliki kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan tipe – tipe lainnya. Karena konstruksi pasaknya dibuat langsung pada bahan poros dan hub yang saling terkait.

Umumnya digunakan untuk poros – poros yang harus mentransmisikan tenaga putar besar seperti pada mesin – mesin tenaga dan sistim transmisi kendaraan.

### 2.3.3 Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak – baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja secara semestinya. Jadi bantalan dalam permesinan dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada gedung.



Gambar 2.7. Bantalan

#### 2.3.4 Roda Gigi

Roda gigi adalah salah satu bentuk sistem transmisi yang mempunyai fungsi mentransmisikan gaya, membalikan putaran mereduksi atau menaikkan putaran (kecepatan). Umumnya roda gigi berbentuk *silindris*, di mana di bagian tepi terdapat bentukan – bentukan yang menyerupai (mirip) gigi (bergerigi). Kontruksi roda gigi mempunyai prinsip kerja berdasarkan pasangan gerak. Bentuk gigi dibuat untuk menghilangkan keadaan *slip*, sehingga penyaluran putaran dan daya dapat berlangsung dengan baik.

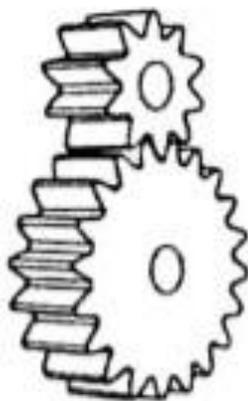


Gambar 2.8 Roda Gigi

##### 2.3.4.1 Jenis – jenis Roda Gigi

###### 1. Roda Gigi Lurus

Roda gigi lurus adalah jenis roda gigi yang dapat mentransmisikan daya dan putaran antara dua poros yang sejajar. Roda gigi ini merupakan yang paling dasar dengan jalur gigi yang sejajar dengan poros.



Gambar 2.9. Roda Gigi Lurus

## 2. Roda Gigi Miring



Gambar 2.10. Roda Gigi Miring

Roda gigi miring ini memiliki jalur gigi yang berbentuk ulir silindris yang mempunyai jarak bagi. Jumlah pasangan gigi yang saling membuat kontak serentak (perbandingan kontak) adalah lebih besar dari pada roda gigi lurus sehingga pemindahan momen atau putaran melalui gigi - gigi tersebut dapat berlangsung lebih halus. Roda gigi ini sangat baik dipakai untuk mentransmisikan putaran yang tinggi dan besar.

## 3. Roda Gigi Miring Ganda

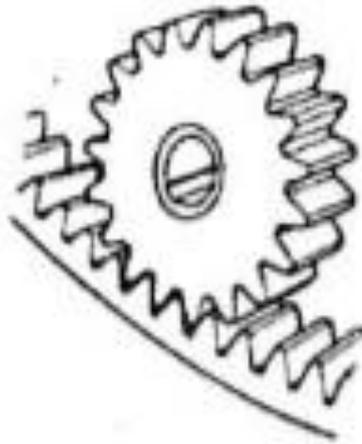
Pada roda gigi ini gaya aksial yang timbul pada gigi mempunyai alur berbentuk alur V yang akan saling memindahkan. Dengan roda gigi ini reduksi, kecepatan keliling dan daya diteruskan dan diperbesar tetapi pada pembuatannya agak sukar.



Gambar 2.11. Roda Gigi Miring Ganda

#### 4. Roda Gigi Dalam

Roda gigi ini dipakai jika diinginkan transmisi dengan ukuran kecil dengan reduksi yang besar, karena ada pinyon yang terletak di dalam roda gigi ini.



Gambar 2.12.Roda Gigi Dalam

#### 5. Roda Gigi Kerucut Lurus

Roda gigi kerucut lurus adalah roda gigi yang paling mudah dan paling sering digunakan / dipakai, tetapi sangat berisik karena perbandingan kontak yang kecil. Konstruksinya juga tidak memungkinkan pemasangan bantalan pada kedua ujung porosnya.



Gambar 2.13.Roda Gigi Kerucut Lurus

#### 6. Roda Gigi Kerucut Spiral

Pada roda gigi ini memiliki perbandingan kontak yang terjadi lebih besar dan dapat meneruskan putaran tinggi dengan beban besar. Sudut poros kedua gigi kerucut ini biasanya dibuat  $90^{\circ}$ .



Gambar 2.8.Roda Gigi Kerucut Spiral

#### 7. Roda Gigi Permukaan

Roda gigi ini merupakan roda gigi dengan poros berpotongan yang bagian permukaan giginya rata.



Gambar 2.15.Roda Gigi Permukaan

#### 8. Roda Gigi Miring Silang

Roda gigi ini mempunyai kemiringan  $7^{\circ}$  sampai  $23^{\circ}$ , digunakan untuk mentransmisikan daya yang lebih besar dari pada roda gigi lurus. Roda gigi ini juga meneruskan putaran dengan perbandingan reduksi yang benar.



Gambar 2.16. Roda Gigi Miring Silang

#### 9. Roda Gigi Cacing

Roda gigi cacing adalah jenis roda gigi yang terdiri dari 1 atau lebih gigi dengan bentuk yang menyerupai sekrup. Biasanya dibuat bersama dengan pasangannya yang disebut *pinion* atau poros cacing.

Secara fisik, roda gigi cacing memiliki cekungan di tiap giginya. Cekungan ini bertujuan mengubah titik kontak antara roda gigi dengan *pinion* (poros cacing) yang biasanya berupa titik, menjadi berupa garis. Sehingga kontak yang terjadi menjadi lebih lama dan dapat menghasilkan media transmisi daya tinggi.

Poros cacing dan roda gigi memiliki perbandingan rasio yang besar. Sebagai contoh, roda gigi heliks biasanya terbatas pada rasio gigi kurang dari 10:1, sementara roda gigi cacing memiliki variasi rasio 10:1 ke 500:1. Kerugian dari pasangan roda gigi cacing adalah rendahnya efisiensi karena perbandingan rasio yang cukup besar.



Gambar 2.17. Roda Gigi Cacing

Roda gigi cacing termasuk kedalam jenis *helical gear*, namun memiliki sudut yang agak besar (hampir 90 derajat) dan ukurannya biasanya cukup panjang dalam arah aksial dan oleh karena itu bentuknya menyerupai sekrup. Perbedaan antara roda gigi cacing dan roda gigi *heliks* adalah roda gigi cacing dibuat sekurang – kurangnya satu gigi berlangsung selama satu putaran penuh mengelilingi *heliks*. Sebuah roda gigi cacing memungkinkan untuk memiliki satu gigi saja. Pada roda gigi cacing terlihat seperti memiliki banyak gigi, namun sebenarnya hanya satu gigi saja. Pada roda gigi cacing terlihat seperti memiliki banyak gigi, namun sebenarnya hanya satu gigi saja namun mengelilingi poros tersebut seperti ulir. Sekrup yang memiliki satu awalan saja disebut ulir tunggal. Sedangkan yang memiliki lebih dari satu awalan disebut ulir majemuk. Sudut *heliks* cacing biasanya tidak ditentukan.

Dalam pasangan roda gigi cacing, pergerakan hanya mungkin dilakukan oleh poros cacing saja. Disini roda gigi tidak mungkin untuk memutar poros cacing. Terutama jika sudut *lead* nya kecil, roda gigi mungkin hanya mengunci terhadap poros cacing, karena komponen gaya keliling ke cacing tidak cukup untuk mengatasi gesekan. Pasangan roda gigi cacing yang melakukan pengucian diri disebut *self locking*, yang merupakan sebuah keuntungan dari penggunaan pasangan roda gigi ini, misalnya ketika diinginkan untuk mengatur posisi suatu mekanisme dengan memutar poros cacing dan kemudian memiliki mekanisme dengan memutar poros cacing dan kemudian memiliki mekanisme menahan posisi tersebut. Contohnya senar gitar. (Laporan gearbox, Yoskellin Marbun, <http://www.academia.edu>>Gear\_box).

Antara cacing dan rodanya terjadi gesekan besar, sehingga menimbulkan banyak panas. Itulah sebabnya mengapa kapasitas transmisi roda gigi cacing sering dibatasi oleh jumlah panas yang ditimbulkan. Dalam praktek, roda gigi cacing sering menggunakan permukaan cacing dari baja paduan dengan pengerasan kulit dan roda cacing perunggu. Permukaan gigi harus *difinish* dengan baik, dan pelumasan harus sesuai serta dijaga kelangsungannya. Kontruksi rumah dan poros serta pemasangannya harus kokoh untuk menghindari lenturan dan pergeseran aksial poros cacing.

#### 2.4 Aplikasi Roda Gigi Cacing

Pada umumnya roda gigi cacing digunakan untuk menghasilkan perbandingan reduksi yang besar, sehingga dapat menghasilkan putaran rendah namun mendapatkan torsi yang tinggi. Penggunaan roda gigi cacing antara lain:

1. Untuk mekanisme *power steering* pada mobil.



Gambar 2.18. *Power Steering* Mobil

2. Pada dongkrak mekanik.



Gambar 2.19. Dongkrak Mekanik

#### 2.4.1 Gaya – gaya pada roda gigi cacing

Pada saat ulir cacing meneruskan putaran, sehingga akan menerima beberapa gaya. Gaya – gaya pada cacing dan roda gigi cacing antara lain:

1. Gaya Aksial

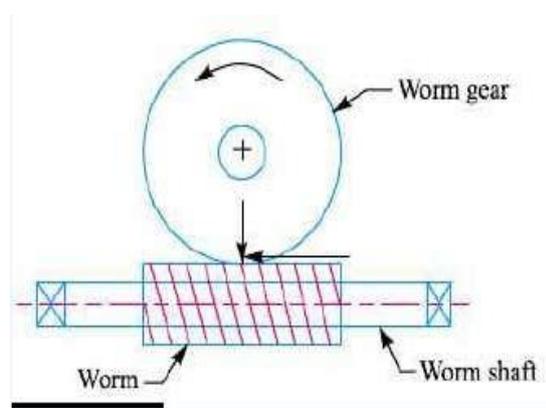
Gaya yang bekerja sejajar dengan poros roda gigi cacing.

2. Gaya Radial

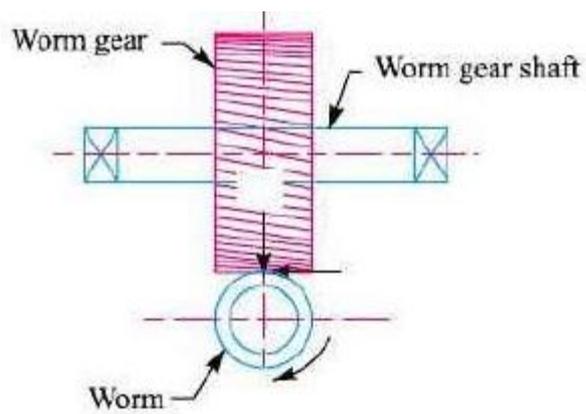
Gaya yang tegak lurus garis singgung, gaya ini menunjuk titik pusat roda gigi.

3. Gaya Tangensial

Gaya yang sejajar dengan garis singgung, putaran gaya tangensial tergantung gaya tangensial tergantung pada alur ulir gigi cacing tersebut, apakah bentuk ulir kanan atau ulir kiri.



Gambar 2.20. Gaya – gaya pada Roda Gigi Cacing



Gambar 2.21. Gaya – gaya pada Roda Gigi Cacing

( Roda Gigi Cacing, Sigit Praset Yoyo, <http://www.academia.edu>>Gear Box ).

#### 2.4.2 Kapasitas Beban Roda Gigi Cacing

Roda gigi dapat mengalami kerusakan berupa gigi patah, aus, atau berlubang - lubang (bopeng) permukaannya, dan tergores permukaan karena pecahnya selaput minyak pelumas. Kekuatan gigi terhadap lenturan dan tekanan permukaan merupakan hal yang terpenting untuk diperhatikan.

##### 1. Daya yang diperlukan

Untuk mengetahui daya yang diperlukan dengan persamaan beriku ini :

$$P = \frac{W_d \times v}{102 \times 60 \times \eta} \quad (2.1)$$

Akan tetapi dari persamaan (2.1) terlebih dahulu mengetahui beban rencana  $W_d$  dengan persamaan berikut :

$$W_d = f_c \times W \quad (2.2)$$

Dari persamaan (2.2) nilai  $f_c$  (faktor koreksi) adalah ketentuan.

Tabel 2.1 Faktor – faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan ( $f_c$ )

Daya yang akan ditransmisikan	$f_c$
Daya rata – rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

$$v = \frac{\pi \times D \times \eta_D}{1000} \quad (2.3)$$

Dari persamaan (2.2) dapat mengetahui ( $\eta_D$ ) berikut persamaannya

$$\eta_D = \frac{v \times 1000}{\pi \times D} \quad (2.4)$$

##### 2. Momen puntir roda gigi

Untuk mengetahui momen puntir roda gigi dengan persamaan berikut :

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \frac{P_m}{\eta_D} \quad (2.5)$$

##### 3. Momen puntir poros cacing

Untuk mengetahui momen puntir poros cacing dengan persamaan berikut:

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \frac{P_m}{i \times \eta_D} \quad (2.6)$$

#### 4. Beban lentur

Untuk mengetahui beban lentur dengan persamaan berikut :

$$F_{ab} = \sigma_{ab} \times b_e \times m_n \times Y \quad (2.7)$$

Dari persamaan (2.7) nilai tegangan lentur ( $\sigma_{ab}$ ) dan faktor bentuk roda gigi cacing ( $Y$ ) adalah ketentuan.

Tabel 2.2 Tegangan lentur yang diizinkan ( $\sigma_{ab}$ )

Bahan roda gigi cacing	Pembebanan satu arah	Pembebanan dua arah
Besi cor	8,5	5,5
Perunggu untuk roda gigi	17	11
Perunggu antimony	10,5	7
Damar sintesis	3	2

Tabel 2.3 Faktor bentuk roda gigi cacing ( $Y$ )

Sudut tekanan normal	Faktor bentuk
14 <sup>0</sup>	0,100
20 <sup>0</sup>	0,125
25 <sup>0</sup>	0,150
30 <sup>0</sup>	0,175

#### 5. Beban permukaan gigi

Untuk mengetahui beban permukaan gigi dengan persamaan berikut :

$$F_{ac} = K_c \times d_2 \times b_e \times K_y \quad (2.8)$$

Dari persamaan (2.8) nilai faktor sudut kisar ( $K_y$ ) dan faktor ketahanan terhadap keausan ( $K_c$ ) adalah ketentuan.

Tabel 2.4 Faktor sudut kisar ( $K_y$ )

Sudut kisar	$K_y$
$y < 10^0$	1
$y = 10^0 - 25^0$	1,25
$y > 25^0$	1,50

Tabel 2.5 Faktor tahan aus ( $K_c$ )

Cacing	Roda gigi cacing	( $K_c$ )
Baja (kekerasan $H_B$ 250)	Perunggu fosfor	0,042
Baja celup dingin	Besi cor	0,035
"	Perunggu fosfor	0,056
"	Perunggu fosfor yang dicil	0,085
"	Perunggu antimony	0,085
"	Damar sintesis	0,087
Besi cor	Perunggu fosfor	0,106

#### 6. Beban statis gigi

Untuk mengetahui beban statis gigi dengan persamaan berikut :

$$W_s = \frac{W \times f_s \times D}{d_2} \quad (2.9)$$

#### 7. Beban tangensial

Untuk mengetahui beban tangensial dengan persamaan berikut :

$$F_s = 102 \times \frac{P_{ms} \times \eta_w}{v} \quad (2.10)$$

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Pradnya Paramita, Jakarta, 1994)

### 2.5 Penyebab Kerusakan Pada Gearbox

Adapun penyebab kerusakan pada gearbox antara lain :

#### 1. Leak

Leak pengertian masalah kebocoran yang terjadi pada gearbox. Leak biasanya tampak dari *housing* gearbox yang terdapat banyak oli yang tertumpah. Leak umumnya tidak berpengaruh pada kerja dari gearbox itu sendiri. Penyebab ada banyak faktor yang memungkinkan terjadi leak ini, diantaranya:

1. Kurang kuat nya penguncian *bolt and nut* pada *housing* gearbox.
2. *Gasket* kurang memadai.
3. *Oil seal* kurang memadai.
4. *Oring* kurang memadai.

Akibat dari masalah ini tidaklah terlalu serius. Hanya saja jika dibiarkan terus maka oli dalam gearbox akan berkurang dan mengakibatkan kerugian materi.

#### 2. Noise

*Noise* adalah masalah dimana gearbox mengeluarkan suara bising. Hal ini dapat diketahui hanya dengan didengar. Penyebab dari *noise* diantaranya:

1. Rusaknya atau termakannya *bearing*.
2. Tidak *centernya* gear.
3. Tidak nyatunya gear.

### 3. High Noise

*High Noise* adalah masalah dimana gearbox memiliki suara yang sangat bising. Suaranya lebih kuat dari pada *noise*. Penyebabnya sama saja seperti masalah noise namun bila dibiarkan akibatnya lebih fatal.

### 4. Broken

*Broken* adalah gearbox dalam keadaan rusak berat. Biasa saja kerusakan pada gear ataupun *shaftnya*. Penyebab dikarenakan masalah *noise* ataupun *high noise* yang dibiarka terlalu lama tanpa ada penanganan. (Gear Box/Gear Reducer - Rinaldo Hadisurya Hutauruk, <https://rinaldosuryahadi.wordpress.com>).

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dan pembuatan dilaksanakan di Laboratorium Proses Produksi Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri, No.3 Medan.

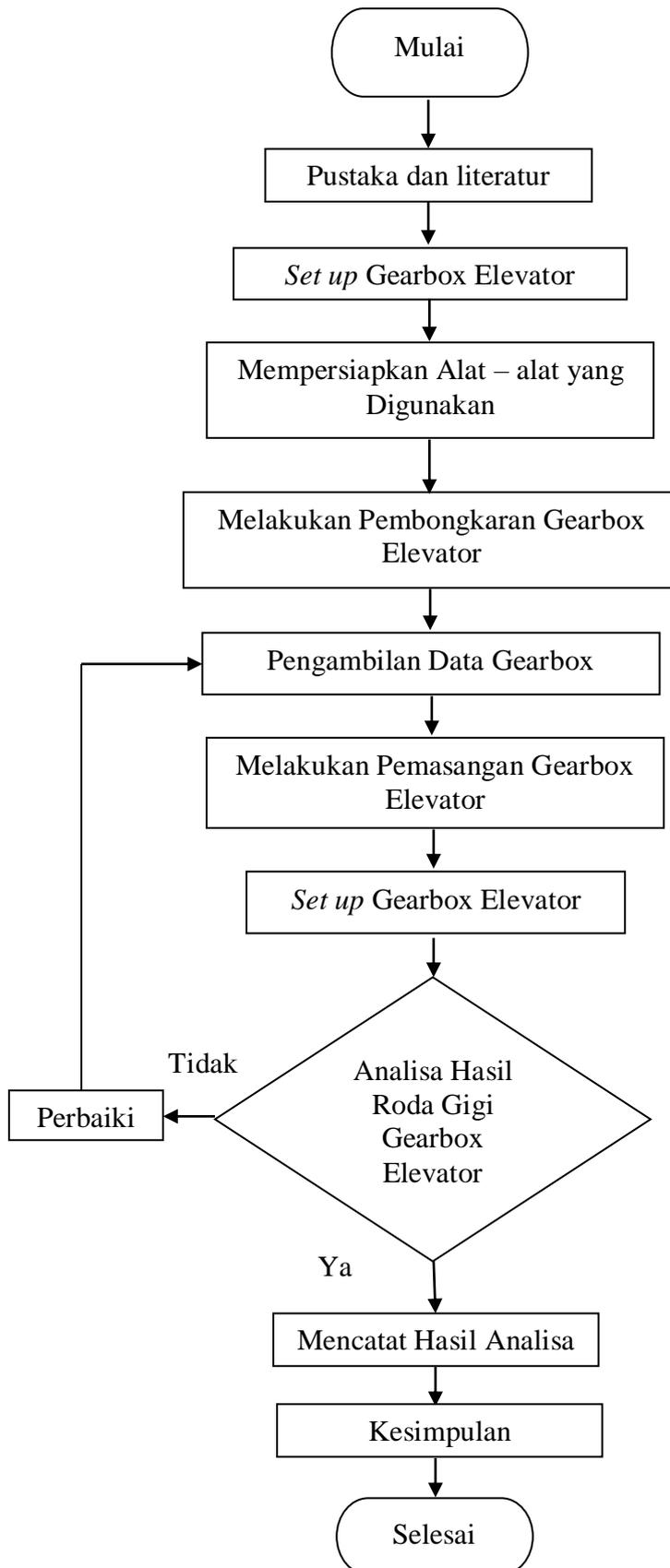
#### 3.1.2 Waktu Penelitian

Adapun waktu kegiatan pelaksanaan penelitian ini setelah 7 bulan proposal judul tugas akhir disetujui dan dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan langkah-langkah penelitian yang dilakukan pada Gambar 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1 : Jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan penelitian

N	Kegiatan	Bulan						
		1	2	3	4	5	6	7
1.	Pengajuan Judul							
2.	Pengumpulan Data							
3.	Perancangan Desain							
4.	Pembuatan Alat							
5.	Pelaksanaan Pengujian							
6	Sidang Sarjana							

### 3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.

Keterangan diagram alir penelitian :

Pengumpulan data pada gearbox elevator langsung ke produsen mesin. Di samping melakukan observasi secara langsung Penulis juga mencari referensi-referensi melalui internet, buku, dan lain-lain guna menunjang pembuatan skripsi. Data-data yang telah didapatkan selanjutnya diolah dalam bentuk tulisan dan memasukkan data-data yang dianggap perlu dan menunjang dalam proses analisa gearbox.

### 3.3. Alat – alat yang digunakan

Adapun alat yang digunakan pada percangan desain alat elevator pada kelapa sawit ini adalah sebai berikut :

#### 3.3.1. Laptop

Adapun spesifikasi laptop yang digunakan dalam mengerjakan skripsi gear box elevator ini dapat kita lihat pada Gambar 3.2. dibawah ini :



Spesifikasi Laptop Asus X450C		Layar	14 inch 16:9 HD (1366 x 768 piksel)	Networking	802.11 b/g/n terintegrasi
Prosesor	Intel Core i7 3537U Processor	Grafis	NVIDIA GeForce GT720M 2 GB DDR3 VRAM	Antarmuka	1 x COMBO audio jack 1 x VGA port/Mini D-sub 15pin untuk monitor eksternal 1 x USB 3.0 port 1 x USB 2.0 port 1 x RJ45 LAN Jack untuk LAN insert 1 x HDMI
	Intel Core i5 3337U Processor				
	Intel Core i3 3217U Processor				
	Intel ULV Pentium 2117U Processor				
Sistem Operasi (OS)	Windows 8	Kapasitas Penyimpanan	320GB HDD 5400 RPM 500GB HDD 5400 RPM 750GB HDD 5400 RPM 1TB HDD 5400 RPM 500GB HDD 7200 RPM 750GB HDD 7200 RPM	10/100/1000 Base T	
	Chipset	Intel HM76 Chipset	Drive Optik	Super Multi DVD	
Memori	4 GB DDR3 1600 MHz SDRAM, 1 x DIMM socket untuk ekspansi hingga 8 GB SDRAM	Card Reader	3 in 1 card reader (SD / SDHC / SDXC)		
		Kamera	HD Web Camera		

Gambar 3.2. Laptop.

### 3.3.2. Palu (Martil)

Palu berfungsi untuk membuka dan memasang *worm gear* dan *worm shaft*.



Gambar.3.3.Palu (martil).

### 3.3.3. Sarung Tangan

Sarung tangan berfungsi untuk melindungi tangan saat melakukan pekerjaan.



Gambar.3.4.Sarung tangan.

### 3.3.4. Jangka Sorong

Jangka sorong berfungsi untuk melakukan pengukuran pada gear box.



Gambar.3.5.Jangka sorong.

### 3.3.5. Kunci Kombinasi

Kunci kombinasi berfungsi untuk mengunci dan membuka gear box pada bodi *fruit elevator*.



Gambar.3.6.Kunci kombinasi.

### 3.3.6. Kunci L

Kunci L berfungsi membuka dan mengunci *cover worm gear, worm shaft*, dan poros *in put* dan *out put* pada gear box.



Gambar.3.7.Kunci L.

## 3.4. Langkah – langkah Pembongkaran Gear Box



Gambar.3.8.Pembongkaran gear box.

Adapun langkah – langkah pembongkaran gear box adalah sebagai berikut:

1. Menyiapan tempat untuk pembuangan oli.
2. Melepaskan poros *in put* gear box dari motor penggerak menggunakan kunci L, poros *out put* gear box dengan rantai penghubung dan baut pada bodi fruit elevator dengan menggunakan kunci kombinasi.



Gambar.3.9.Melepaskan poros *in put* gear box.



Gambar.3.10.Melepaskan poros *out put* gear box.



Gambar.3.11.Melepaskan gear box dari bodi fruit elevator.

3. Longarkan baut kepala *out cover* dengan kunci L kemudian lepaskan kepala *out cover*.



Gambar.3.12.Melepaskan *out cover*.

4. Longarkan baut kepala *out cover worm shaft* dengan kunci L kemudian lepaskan *out cover worm shaft*.



Gambar.3.13.Melepaskan *out cover worm shaft*.

5. Melepaskan *worm gear* dan *worm shaft* menggunakan palu.



Gambar.3.14.Melepaskan *worm gear* dan *worm shaft*.

### 3.5. Melakukan pengumpulan data.



Gambar.3.15.Melakukan pengumpulan data.

#### 3.5.1. Roda Gigi

Roda gigi merupakan roda yang berguna mentransmisikan daya atau putaran, yang memiliki ukuran diameter kecil atau ke poros 23,92 mm dan panjang atau tebal roda gigi 14,10 mm dan diameter roda gigi besar 79,82 mm.



Gambar.3.16.Roda gigi.

#### 3.5.2. Poros roda gigi

Poros roda gigi mempunyai diameter bantalan 20 mm dengan panjang 13,96 mm, diameter roda gigi 23,92 mm dengan panjang 42 mm, diameter tutup belakang gear box 17,1 mm dengan jarak 33,01 cm dan diameter poros daya atau putaran ke gigi sporket 17,1 mm dengan jarak 41,38 mm .



Gambar.3.17. Poros roda gigi.

### 3.5.3. Pasak

Pasak berfungsi sebagai pengunci poros dengan roda gigi agar kedua nya dapat tersambung untuk meneruskan daya atau putaran, dengan ukuran 7 mm x 7 mm dan panjang 29,65 mm.



Gambar.3.18. Pasak.

### 3.5.4. Poros roda gigi cacing

Poros roda gigi cacing meneruskan putaran atau dari motor penggerak dan meneruskan putran atau daya ke roda gigi yang akan di teruskan oleh poros ke gigi sprocket, panjang poros roda gigi cacing 156,64 mm, panjang poros input dari motor 23,76 dan diameter 12 mm, panjang poros dekat bodi samping gear box 33,01 dan diameter 17,02 cm, diameter ulir cacing 24,9 mm.



Gambar.3.19. Poros roda gigi cacing.

### 3.5.5. Bearing ( *Roller Bearing* )

Bearing berfungsi untuk mengurangi gesekan pada poros roda gigi, kode bantalan FLT4 6204 dan FLT4 6023. Jenis bearing *deep groove ball bearig*.



Gambar.3.20. Bearing.

### 3.6 Langkah - langkah Pemasangan Gear Box



Gambar.3.21.Pemasangan Gear Box.

Adapun langkah – langkah pemasangan gear box adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pemasangan worm gear dan worm shaft dengan menggunakan palu dan melakukan pengecek putaran poros – poros gear box apakah terjadi masalah atau tidak.



Gambar.3.22.Pemasangan *worm gear*.



Gambar.3.23.Pemasangan *worm shaft*.

2. Mengunci baut kepala *out cover* dengan kunci L.



Gambar.3.24.Mengunci baut kepala *out cover*.

3. Mengunci baut kepala *out cover worm shaft* dengan kunci L.



Gambar.3.25.Mengunci baut kepala *out cover worm shaft*.

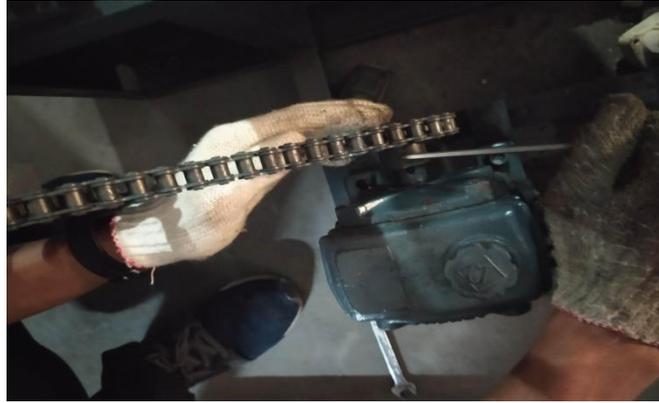
4. Melakukan *set up* gear box pada alat *fruit elevator* dan memasang poros *in put* pada motor penggerak dan poros *out put* dengan rantai penghubung.



Gambar.3.26.Melakukan *set up* gear box.



Gambar.3.27.Penguncian poros *in put* gear box.



Gambar.3.28.Penguncian poros ou put dengan rantai penghubung.



Gambar.3.29.Penguncian gear box pada bodi fruit elevator.

5. Melakukan pengecek pada gear box apakah berfungsi dengan baik atau tidak.



Gambar.3.30.Melakukan pengecekan gear box.

Berikut gambar keterpasangan gear box pada fruit elevator pada pabrik kelapa sawit yang dapat kita lihat pada gambar di bawah ini :



Gambar.3.31. Konstruksi gear box.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pembahasan Pembebanan Gear Box

Adapun hasil pembahasan pembebanan gear box adalah sebagai berikut ini :

Diketahui : Daya motor ( $P$ )	: 1Hp = 0,746 Kw
Putaran motor	: 1450 Rpm
Kapasitas Bucket ( $W$ )	: 10 Kg
Efisiensi ( $\eta$ )	: 90% = 0,9
Perbandingan gigi ( $i$ )	: 50

1. Beban 10 Kg

1. Daya yang diperlukan

$$P = \frac{W_d \times v}{102 \times 60 \times \eta}$$

Harus mencari beban rencana ( $W_d$ ) dan putaran *drum* ( $v$ ) dari persamaan 2.1

$$\begin{aligned} W_d &= 1,2 \times 10 \\ &= 12 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$v = \frac{P \times 102 \times 60 \times \eta}{W_d}$$

$$\begin{aligned} v &= \frac{0,746 \times 102 \times 60 \times 0,9}{12} \\ &= 342,414 \text{ m/min} \end{aligned}$$

Untuk mencari putaran *drum* ( $\eta_D$ ) dari persamaan 2.3

$$v = \frac{\pi \times D \times \eta_D}{1000}$$

$$\eta_D = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

$$\begin{aligned} \eta_D &= \frac{342,414 \times 1000}{3,14 \times 79,82} \\ &= 1366,187 \text{ rpm} \end{aligned}$$

2. Momen puntir roda gigi

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \frac{P_m}{\eta_D}$$

$$P_m = f \times p$$

$$= 1,2 \times 0,746$$

$$= 0,8952 \text{ Kw}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,8952}{1366,187}$$

$$= 638,217 \text{ kg/mm}$$

3. Momen puntir poros cacing

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \frac{P_m}{i \times \eta_D}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,8952}{(50 \times 1366,187)}$$

$$= 12,764 \text{ kg/mm}$$

4. Beban lentur

$$F_{ab} = \sigma_{ab} \times b_e \times m_n \times Y$$

$$b_e = d_{k1} \sin\left(\frac{\phi}{2}\right)$$

$$b_e = 284,25 \times \sin 45^\circ$$

$$= 200,995 \text{ mm}$$

$$m_n = \frac{25,4}{DP}$$

$$m_n = \frac{25,4}{0,75}$$

$$= 33,87 \text{ mm}$$

$$F_{ab} = 5,5 \times 200,95 \times 33,87 \times 0,317$$

$$= 11866,56 \text{ kg}$$

5. Beban permukaan gigi

$$\begin{aligned}F_{ac} &= K_c \times d_2 \times b_e \times K_y \\&= 0,035 \times 175 \times 200,995 \times 1 \\&= 1231,094 \text{ kg}\end{aligned}$$

6. Beban statis gigi

$$\begin{aligned}W_s &= \frac{W \times f_s \times D}{d_2} \\&= \frac{10 \times 1,2 \times 79,82}{175} \\&= 5,47 \text{ kg}\end{aligned}$$

7. Beban tangensial

$$\begin{aligned}F_s &= 102 \times \frac{P_m \times \eta_w}{\nu} \\F_s &= 102 \frac{P_m \times \eta_w}{\frac{\pi \times d_2 \times \eta_D}{60 \times 1000}} \\&= \frac{102 \times 0,8952 \times 0,57}{\frac{3,14 \times 175 \times 227,698}{60 \times 1000}} \\&= 24,96 \text{ kg}\end{aligned}$$

2. Beban 60 Kg

1. Daya yang diperlukan

$$\begin{aligned}P &= \frac{W_d \times \nu}{102 \times 60 \times \eta} \\W_d &= f_c \times W \\W_d &= 1,2 \times 60 \\&= 72 \text{ Kg} \\ \nu &= \frac{P \times 102 \times 60 \times \eta}{W_d}\end{aligned}$$

$$v = \frac{0,746 \times 102 \times 60 \times 0,9}{72}$$

$$= 57,069 \text{ m/min}$$

$$v = \frac{\pi \times D \times \eta_D}{1000}$$

$$\eta_D = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

$$\eta_D = \frac{57,069 \times 1000}{3,14 \times 79,82}$$

$$= 227,698 \text{ rpm}$$

## 2. Momen puntir roda gigi

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \frac{P_m}{\eta_D}$$

$$P_m = f \times p$$

$$= 1,2 \times 0,746$$

$$= 0,8952 \text{ Kw}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,8952}{227,698}$$

$$= 3829,304 \text{ kg/mm}$$

## 3. Momen puntir poros cacing

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \frac{P_m}{i \times \eta_D}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,8952}{(50 \times 227,698)}$$

$$= 76,586 \text{ kg/mm}$$

## 4. Beban Lentur

$$F_{ab} = \sigma_{ab} \times b_e \times m_n \times Y$$

$$b_e = d_{k1} \sin\left(\frac{\phi}{2}\right)$$

$$b_e = 284,25 \times \sin 45^\circ$$

$$= 200,995 \text{ mm}$$

$$m_n = \frac{25,4}{DP}$$

$$m_n = \frac{25,4}{0,75}$$

$$= 33,87 \text{ mm}$$

$$F_{ab} = 5,5 \times 200,95 \times 33,87 \times 0,317$$

$$= 11866,56 \text{ kg}$$

5. Beban Permukaan gigi

$$F_{ac} = K_c \times d_2 \times b_e \times K_y$$

$$= 0,035 \times 175 \times 200,995 \times 1$$

$$= 1231,094 \text{ kg}$$

6. Beban statis gigi

$$W_s = \frac{W \times f_s \times D}{d_2}$$

$$= \frac{60 \times 1,2 \times 79,82}{175}$$

$$= 32,84 \text{ kg}$$

7. Beban tangensial

$$F_s = 102 \times \frac{P_m \times \eta_w}{\nu}$$

$$F_s = 102 \frac{P_m \times \eta_w}{\frac{\pi \times d_2 \times \eta_D}{60 \times 1000}}$$

$$= \frac{102 \times 0,8952 \times 0,57}{\frac{3,14 \times 175 \times 1366,187}{60 \times 1000}}$$

$$= 4,16 \text{ kg}$$

3. Beban 110 Kg

1. Daya yang diperlukan

$$P = \frac{W_d \times \nu}{102 \times 60 \times \eta}$$

$$W_d = f_c \times W$$

$$W_d = 1,2 \times 110$$

$$= 132 \text{ Kg}$$

$$v = \frac{P \times 102 \times 60 \times \eta}{W_d}$$

$$v = \frac{0,746 \times 102 \times 60 \times 0,9}{132}$$

$$= 31,128 \text{ m/min}$$

$$v = \frac{\pi \times D \times \eta_D}{1000}$$

$$\eta_D = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

$$\eta_D = \frac{31,128 \times 1000}{3,14 \times 79,82}$$

$$= 124,197 \text{ rpm}$$

## 2. Momen puntir roda gigi

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \frac{P_m}{\eta_D}$$

$$P_m = f \times p$$

$$= 1,2 \times 0,746$$

$$= 0,8952 \text{ Kw}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,8952}{124,197}$$

$$= 6854,916 \text{ kg/mm}$$

## 3. Momen puntir poros cacing

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \frac{P_m}{i \times \eta_D}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,8952}{(50 \times 124,197)}$$

$$= 137,098 \text{ kg/mm}$$

#### 4. Beban Lentur

$$F_{ab} = \sigma_{ab} \times b_e \times m_n \times Y$$

$$b_e = d_{k1} \sin\left(\frac{\phi}{2}\right)$$

$$b_e = 284,25 \times \sin 45^\circ$$
$$= 200,995 \text{ mm}$$

$$m_n = \frac{25,4}{DP}$$

$$m_n = \frac{25,4}{0,75}$$
$$= 33,87 \text{ mm}$$

$$F_{ab} = 5,5 \times 200,95 \times 33,87 \times 0,317$$
$$= 11866,56 \text{ kg}$$

#### 5. Beban Permukaan gigi

$$F_{ac} = K_c \times d_2 \times b_e \times K_y$$

$$= 0,035 \times 175 \times 200,995 \times 1$$

$$= 1231,094 \text{ kg}$$

#### 6. Beban statis gigi

$$W_s = \frac{W \times f_s \times D}{d_2}$$

$$= \frac{110 \times 1,2 \times 79,82}{175}$$

$$= 60,21 \text{ kg}$$

#### 7. Beban tangensial

$$F_s = 102 \times \frac{P_m \times \eta_w}{v}$$

$$F_s = 102 \times \frac{P_m \times \eta_w}{\frac{\pi \times d_2 \times \eta_D}{60 \times 1000}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{102 \times 0,8952 \times 0,57}{\frac{3,14 \times 175 \times 124,197}{60 \times 1000}} \\ &= 45,76 \text{ kg} \end{aligned}$$

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa gearbox fruit elevator diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Beban 10 Kg

1. Daya yang diperlukan

$$W_d = 12 \text{ Kg}$$

2. Momen puntir roda gigi

$$T_1 = 638,217 \text{ kg/mm}$$

3. Momen puntir poros cacing

$$T_1 = 12,764 \text{ kg/mm}$$

4. Beban lentur

$$F_{ab} = 11866,56 \text{ kg}$$

5. Beban permukaan gigi

$$F_{ac} = 1231,094 \text{ kg}$$

6. Beban statis gigi

$$W_s = 5,47 \text{ kg}$$

7. Beban tangesial

$$F_s = 24,96 \text{ kg}$$

2. Beban 60 Kg

1. Daya yang diperlukan

$$W_d = 72 \text{ Kg}$$

2. Momen puntir roda gigi

$$T_1 = 3829,304 \text{ kg/mm}$$

3. Momen puntir poros cacing

$$T_1 = 76,586 \text{ kg/mm}$$

4. Beban lentur

$$F_{ab} = 11866,56 \text{ kg}$$

5. Beban permukaan gigi

$$F_{ac} = = 1231,094 \text{ kg}$$

6. Beban statis gigi

$$W_s = 32,84 \text{ kg}$$

7. Beban tangesial

$$F_s = 4,16 \text{ kg}$$

3. Beban 110 Kg

1. Daya yang diperlukan

$$W_d = 132 \text{ Kg}$$

2. Momen puntir roda gigi

$$T_1 = 6854,916 \text{ kg/mm}$$

3. Momen puntir poros cacing

$$T_1 = 137,098 \text{ kg/mm}$$

4. Beban lentur

$$F_{ab} = 11866,56 \text{ kg}$$

5. Beban permukaan gigi

$$F_{ac} = = 1231,094 \text{ kg}$$

6. Beban statis gigi

$$W_s = 60,21 \text{ kg}$$

7. Beban tangesial

$$F_s = 45,76 \text{ kg}$$

## 5.2 Saran

Adapun saran analisa gearbox elevator

1. Dalam melakukan analisa harus teliti agar dapat mengetahui hasil pembebanan yang akurat.
2. Melakukankan perawatan secara berkala agar gearbox elevator dapat bekerja secara optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dr. Prabowo Buyung Kosasih, (2012), Teori dan aplikasi elemen hingga, Jakarta
- Eugene, D, Ostergaard, (1967), *Advance Die Making*, Prentice Hall, New Jersey
- Endjang Pratiatna, Hanif Azis Budiarto (2016) , *Perancangan Cobination Tools Proses Cutting Dan Forming Pada Pembuatan Alumunium Cup*, Politeknik Negeri Bandung.
- Prastiyo, Yudi, 2018, *Analisa Numerik Kekuatan Rangka Pada Prototype Elevator Pabrik Kelapa Sawit*, Tugas Sarjana, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Rahning asri. 2017. Jenis-jenis roda gigi di <http://alkutappblogspot.htm> (diakses 9 januari 2019)
- Riona Ihsan Media, dkk. 2017, *Combination Tool Air Vent Non-Cylinder Dengan Metode VDI 2222*, Teknik Perancangan Manufaktur, Politeknik Negri Bandung.
- Robert L.Mott, (2009), Elemen-elemen mesin dalam perancangan mekanis :Perancangan elemen mesin terpadu,Jakarta: Andi
- Sharma, P. C., 2002, *A Text Book of Production Engineering*, S. Chand and Company Ltd. New Delhi
- Soegiatno Rahardjo, Wisnu Tri Yulianto, *Analisa Tegangan Pada Pembentukan Komponen Grommet Gasket Exhaust Sepeda Motor Melalui Deep Drawing*, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Sularso, Suga Kiyokatsu. 1978. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Cetakan ke-11, Jakarta, Pradnya Paramita.

# LAMPIRAN



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

ANALISA GEARBOX PADA FRUIT ELEVATOR PABRIK KELAPA SAWIT

Nama : Roma Annur  
NPM : 1407230038

Dosen Pembimbing 1 : M. Yani, S.T., M.T  
Dosen Pembimbing 2 : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Punaf
----	--------------	----------	-------

	kamis $\frac{12}{3}$ 2020	⊙ perbaikan Bab-3 - data & bahan - diagram alir - prosedur ⊙ lanjut ke Bab 4	} Af.
--	---------------------------	--	-------

Ace, persiapan seminar } Af.  
hasil

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Kapten Mochtar Basri No. 5 Medan 20228 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12  
Website : <http://uoksumas.ac.id> Email : [uoksumas.ac.id](mailto:uoksumas.ac.id)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 890/IL3-AUR/MSU-07/P/2018

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atlas nama  
Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 11 Mei 2018 dengan ini Menetapkan :

- 1. Nama : ROMA ANNUR
- 2. NPM : 1407230038
- 3. Program Studi : TEKNIK MESIN
- 4. Semester : VIII (DELAPAN)
- 5. Tugas Akhir : ANALISA GEAR BOX PADA TRUK ELEVATOR PABRIK KELAPA SAWIT
- 6. Pembimbing - I : MUHAMMAD YANI, ST, MT
- 7. Pembimbing - II : AHMAD MARABDI SIREGAR, ST, MT

Tugas tersebut diberikan untuk menuliskan Tugas Akhir dengan ketentuan :

1. Judul Tugas Akhir tersebut sesuai dapat diganti oleh Dosen pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Penulisan Tugas Akhir dinyatakan betul setelah 1 (Satu) Tahun dari tanggal yang telah ditetapkan.
3. Hal yang menunjukkan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal,  
Medan, 25 شعبان 1439 H  
11 Mei 2018 M

Dekan  
  
Muhammad Mubansury Siregar, S.T, M.T  
NIDN : 0101017202

DAFTAR HADIR SEMINAR  
 UCCAS AKHIR TEKNIK MESIN  
 FAKULTAS TEKNIK - UMSU  
 TAHUN AKADEMIK 2020 - 2021

Penyerta seminar  
 Nama : Rizka Annur  
 NPM : 1407230038  
 Judul Tugas Akhir : Analisis gearbox Pada Front Elevator Pabrik Kelapa Sawit

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN
Pembimbing - I	: M. Yani, S.T.M.T	..... <i>[Signature]</i>
Pembimbing - II	: Ahmad Marabdi Seg, S.T.M.T	..... <i>[Signature]</i>
Pembimbing - I	: Rahmatullah, S.T.M.Sc	..... <i>[Signature]</i>
Pembimbing - II	: Sudirman Lubis, S.T.M.T	..... <i>[Signature]</i>

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1409220028	Rizka Annur	<i>[Signature]</i>
2	1407230038	Sudirman	<i>[Signature]</i>
3	14107230038	RAHMATULLAH	<i>[Signature]</i>
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan 29 Syawal 1442 H  
 19 Juni 2021 M

Ketua Prodi. T. Mesin

*[Signature]*  
 Ahmad S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Roma Anwar  
NIM : 1407230038  
Materi : Abrialisa Gearbox Padu Frush Elevator Pabrik Kelapa Sawit.

Dosen Pembimbing - I : M. Yani S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Ahmad Marabdi Srg S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : Rahmatullah S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Hasil dapat diterima ke sidang sarjana (colloquium)  
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (colloquium) setelah selesai melaksanakan perbaikan  
sebagai berikut:

*perbaikan sesuai koreksi dan diskusi*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 29 Syawal 1442H  
10 Juni 2021M

Diketahui :  
Ketua Pradi T.Mesin

*[Signature]*  
M. Yani S.T.M.T

Dosen Pembanding-1

*[Signature]*  
Rahmatullah S.T.M.Sc

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Rama Amur  
NPM : 1407230058  
JUDUL KAJIAN : Abnalisa Gearbox Pada Frush Elevator Pabrik Kelapa Sawit

Dosen Pembimbing - I : M. Yani, S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Ahmad Marahdi Srg, S.T.M.T  
Dosen Perbandingan - I : Rahmatallah, S.T.M.Sc  
Dosen Perbandingan - II : Sudirman Lubis, S.T.M.T

KEPUTUSAN

Berk dapat diterima ke sidang sarjana (colloquium)

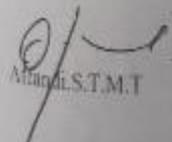
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (colloquium) setelah selesai melaksanakan perbaikan sebagai berikut:

- Perbaiki mesin dan montase kembali
- Perbaiki data fusor ke

3. Haras mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 29 Syawal 1442H  
10 Juni 2021M

Diketahui:  
Ketua Prodi. T.Mesin

  
Ahmad, S.T.M.T

Dosen Perbandingan - II

  
Sudirman Lubis, S.T.M.T

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### **DATA PRIBADI**

Nama : Roma Annur  
NPM : 1407230038  
Tempat/Tanggal Lahir : Citaman Jernih/02-Mei-1996  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Status Perkawinan : Belum kawin  
Alamat : Jl.Belibis Dusun VII  
Kecamatan : Perbaungan  
Kabupaten : Serdang Bedagai  
Provinsi : Sumatera Utara  
Nomor Hp : 082274633526  
E-mail : [romaannur4@gmail.com](mailto:romaannur4@gmail.com)  
Nama Orang Tua  
Ayah : Ramlan  
Ibu : Mariani

### **PENDIDIKAN FORMAL**

2002-2008 : SD Negeri 101938 Adolina Perbaungan  
2008-2011 : SMP Negeri 2 Perbaungan  
2011-2014 : SMK Swasta Melati Perbaungan  
2014-2021 : S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara