

**ANALISA KEGAGALAN PADA *BEARING SCRAPER CONVEYOR*  
UNTUK *LOADING RAMP* DI PKS DENGAN SIMULASI *ANSYS***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik  
pada program studi teknik mesin universitas islam riau**



**OLEH:**

**ANDIANJASWARA**

**14.331.0106**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

**PEKANBARU**

**2019**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**TUGAS SKRIPSI**

**ANALISA PENGEMBANGAN ALAT PERAJANG UMBI-UMBIAN YANG  
LEBIH EFISIEN DAN MUDAH DIGUNAKAN**



**Disusun Oleh :**

**Andi Anjaswara**  
**14.331.0106**

**Diperiksa Dan Disetujui Oleh :**

**Dr. KURNIA HASTUTI, ST., MT**  
**Dosen Pembimbing I**

\_\_\_\_\_  
**Tanggal :**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS SKRIPSI**

**ANALISA PENGEMBANGAN ALAT PERAJANG UMBI-UMBIAN YANG  
LEBIH EFISIEN DAN MUDAH DIGUNAKAN**

**Disusun Oleh :**

**Andi Anjaswara**  
**14.331.0106**

**Disetujui Oleh :**

**PEMBIMBING I**

**Dr. KURNIA HASTUTI, ST., MT**

**Disahkan Oleh :**

**DEKAN  
FAKULTAS TEKNIK**

**KETUA PROGRAM STUDI  
TEKNIK MESIN**

**Ir.H.ABD. KUDUS ZAINI, MT**

**DODY YULIANTO, ST.,MT**



## PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian yang saya lakukan untuk Tugas Akhir dengan judul “ANALISA KEGAGALAN PADA *BEARING SCRAPER CONVEYOR* UNTUK *LOADING RAMP* DI PKS DENGAN SIMULASI *ANSYS*” yang diajukan guna melengkapi syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Adalah merupakan hasil penelitian dan karya ilmiah saya sendiri dengan bantuan dosen pembimbing dan bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tugas akhir yang telah diduplikasikan dan atau pernah digunakan untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas Islam Riau (UIR) maupun Perguruan Tinggi atau Intansi manapun, kecuali pada bagian yang sumber informasinya telah dicantumkan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, Desember 2019

Andi Anjaswara  
NPM: 143310106

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### DATA PERSONAL

Nama Lengkap : ANDI ANJASWARA  
NPM : 143310106  
Tempat Tanggal Lahir : Duri, 30 November 1993  
Jenis Kelamin : Laki – Laki (LK)  
Alamat : JL. Amal Bakti 2

### PENDIDIKAN

Sekolah Dasar : SD Negeri 048 Mandau  
Sekolah Menengah Pertama : SMP Negeri 10 Mandau  
Sekolah Menengah Atas : SMK Taruna Persada Dumai  
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Riau (Teknik Mesin S1)

### TUGAS AKHIR

“ ANALISA KEGAGALAN PADA *BEARING SCRAPER CONVEYOR*  
UNTUK *LOADING RAMP* DI PKS DENGAN SIMULASI *ANSYS* ”

Tempat penelitian : Marpoyan.  
Tanggal Seminar Proposal : 8 Agustus 2019  
Tanggal Seminar : 23 November 2019  
Tanggal Sidang : 14 Desember 2019

Pekanbaru, 17 Desember 2019

**Andi Anjaswara**  
**143310106**

# ANALISA KEGAGALAN PADA *BEARING SCRAPER CONVEYOR* UNTUK *LOADING RAMP* DI PKS DENGAN SIMULASI *ANSYS*

Andi Anjaswara, Kurnia Hastuti

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau Jl.

Kaharudin Nasution Km 11 No.113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru

Telp. 0761-674653 Fax. (0761) 674834

Email : andie8199@gmail.com

## ABSTRAK

*Bearing* adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur bearing. *Conveyor scraper* merupakan alat pengangkut janjangan sawit dari *loading ramp* menuju perebusan. Pada bagian *conveyor* terdapat *chain/rantai* yang berfungsi sebagai mendorong janjangan sawit. Janjangan yang diangkut oleh *conveyor scraper* ada tiga jenis yaitu janjangan sawit, brondolan dan *fiber*. Jenis – jenis kerusakan bantalan yang terjadi di PT. Kimia Tirta Utama (KTU) yaitu terjadinya *bearing* yang pecah. Berdasarkan kerusakan *bearing* yang terjadi maka dilakukan dengan menggunakan *software ansys*. Dimana *software ansys* digunakan untuk melihat titik pecah pada *bearing*, dan melihat beban pada *bearing*. Dari data yang didapat maka perlu diadakannya pengecekan secara berkala agar perawatan bisa dilakukan dengan baik sehingga *bearing* mempunyai masa kerja yang cukup lama. Kemudian dengan adanya *software ansys* tersebut diharapkan dapat mengantisipasi terjadi pecahnya *bearing*. Berdasarkan hasil perhitungan *ansys* beban pada *bearing ball conveyor scraper* 34,72 kg/m besar beban ekuivalen 28,43 untuk kapasitas conveyor 50 ton/jam diperoleh umur *bearing* selama 4969,19 hari setelah simulasi selesai, maka dilakukan Analisa *bearing* yaitu tegangan *von mises*, *total deformasi*, *life* dan *safety factor*. Pada tegangan *von mises* diperoleh hasil 94,777 Mpa, dengan  $sf = 4,85$  (aman) *total deformasi* pada kondisi pembebanan 50000 kg (490332,5), *life* diperoleh hasil  $5,830 \times 10^5$  cycle, dan *safety factor* diperoleh hasil 0,91056.

Kata Kunci : *Conveyor scraper, Bearing, Kegagalan, Ansys*

*Failure analysis on bearing scraper conveyor for loading ramp in  
mcc with ansys simulation*

**Andi Anjaswara, Kurnia Hastuti**

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau Jl.

Kaharudin Nasution Km 11 No.113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru

Telp. 0761-674653 Fax. (0761) 674834

Email : andie8199@gmail.com

**ABSTRACT**

*Bearing is ac machine element that supports a loaded shaft, so that rotation or alternating motion can take place smoothly, safely, and long life. Conveyor scraper is a palm length conveyor from loading ramp to boiling. On the conveyor section there is a chain that serves as a push for palm oil lengths. There a three types of lengths carried by conveyor scraper namely brondolan and fiber type palm lengths. Types of bearing damage that occur at PT. Kimia Tirta Utama (KTU), namely the occurrence of broken bearings. Based on bearing damage that occurs, it is done using the ansys method. Where the ansys method is used to see the breaking point on the bearing, and see the load on the bearing. From the data obtained it is necessary to hold regular checks so that maintenance can be done well so that the bearing has a long working period. The the existence of ansys method is expected to anticipate bearing rupture. Based on the results of the calculation of the load on the ball conveyor scraper bearing 34.72 kg /m, the equivalent load of 28.43 for the conveyor capacity of 50 tons / hours, obtained bearing life for 4969.19 days after the simulation is completed, then the bearing analysis is carried out namely the von mises stress, 94.777 MPa results were obtained with  $sf = 4.85$  (safe) totally deformation under the conditions of loading 50000 kg (490332.5), life obtained 5.830 pa, and the safety factor obtained 0.91056 cycle results.*

*Keywords : scraper conveyor, bearing, failure, ansys*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji syukur saya ucapkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya. Maka saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Kegagalan Pada *Bearing Scraper Conveyor* Untuk Loading Ramp di PKS Dengan Simulasi *Ansys*”.

Adapun Tugas Akhir ini dibuat untuk diajukan sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S-1) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Dalam kesempatan ini penulis juga ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya atas segala bantuan dalam pembuatan Tugas Akhir ini, diantaranya kepada:

1. Dipersembahkan khusus kepada orang tua yang sangat saya cintai, yaitu Ibunda Sumiati dan Ayahanda Sabar yang telah banyak memberikan bantuan baik moril maupun materil serta do'anya untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kakak tercinta Alm Ani Anafia, Abang tercinta M.Nuriadi, Kakak ipar Mita Adek tercinta Jila Angreani Ramadhanti, dan Ponakan Alfansyah Nurhadi yang telah memberikan doa, perhatian, dan dukungannya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.



3. Bapak Prof. Dr. H. Syarfinaldi, SH, M.C.I, selaku Rektor Universitas Islam Riau.
4. Bapak Ir. H. Abdul Kudus Zailani, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Dody Yulianto, ST.,MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Dr. Kurnia Hastuti, ST,MT selaku Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan waktu serta saran pikirannya dalam penulisan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Dr. Dedi karni, ST.,M.Sc Bapak Ir.irwan anwar, MT selaku Dosen Tim Penguji Sidang Tugas Akhir yang telah bersedia memberikan waktu dan sarannya kepada penulis.
8. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh staf Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Riau yang telah banyak membantu dan memberikan ilmu selama penulis menuntut ilmu hingga selesai.
9. Staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
10. Terimakasih kepada para sahabat Riki Andriansia, Eko Vanbudi, Teguh Nurhadin, Herdiansyah Saputra,ST, Septi Dwi Rahayu,ST, Sri Handayani, Fika Murdianita, Mulyani, Adek Setiawan, Rio Setiawan, Nofra Zelni,Az, Julia astuti yang telah memberikan doa dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Terima kasih kepada seluru Kawan-Kawan Teknik mesin kelas A 2014 yang telah memberikan doa dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.

Sebagai manusia biasa penulis menyadari dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran dan kritik untuk kemajuan penulis sangat diharapkan demi pengembangannya di masa yang akan datang. Amin....

*Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Pekanbaru, Desember 2019

Andi Anjaswara

143310106



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1.....	Latar
Belakang.....	1
1.2.....	
Rumusan Masalah.....	3
1.3.....	Tujuan
Penelitian.....	4
1.4.....	
Batasan Masalah.....	4
1.5.....	
Manfaat Penelitian.....	4
1.6.....	
Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. <i>Bearing</i> .....	6
2.2. Klasifikasi <i>Bearing</i> .....	7
2.2.1. Atas Dasar Gerakan <i>Bearing</i> Terhadap Poros.....	7
2.2.1.1. <i>Bearing</i> Luncur.....	7
2.2.1.2. <i>Bearing</i> Gelinding.....	8
2.2.1.3. Perbandingan Antara <i>Bearing</i> Luncur dan <i>Bearing</i> Gelinding.....	10
2.2.2. Atas Dasar Arah Beban Terhadap Poros.....	11
2.2.2.1. <i>Bearing</i> Radial.....	11
2.2.2.2. <i>Bearing</i> Aksial.....	12
2.2.2.3. <i>Bearing</i> Gelinding Khusus.....	12
2.3. Jenis – Jenis <i>Bearing</i> .....	12

2.3.1.	Solid <i>Bearing</i> .....	13
2.3.1.1.	<i>Sleeve/Bushing Bearing</i> .....	13
2.3.1.2.	<i>Split/Half Bearing</i> .....	14
2.3.2.	Anti <i>Friction Bearing</i> .....	14
2.4.	Analisa Kerusakan.....	15
2.5.	Standar Acuan Untuk Analisa Kerusakan.....	16
2.6.	Mekanisme Kerusakan ( <i>ANSI/API 689</i> ).....	17
2.7.	Penyebab Kerusakan ( <i>ANSI/API 689</i> ).....	17
2.8.	Teori Kegagalan.....	18
2.9.	Jenis-Jenis Kerusakan Dan Penyebab Kerusakan Pada <i>Bearing</i> .....	19
2.9.1.	<i>Flaking</i> .....	19
2.9.2.	<i>Scratches Dan Scuffing</i> (Goresan dan Lecet).....	20
2.9.3.	<i>Cracks Dan Chips</i> (Retak dan Pecah).....	21
2.9.4.	<i>Wear</i> (Keausan).....	22
2.9.5.	<i>Rust</i> (Karat).....	22
2.9.6.	<i>Pear Skin Dan Discoloration</i> (Warna Kulit Pir dan Perubahan Warna).....	23
2.9.7.	<i>Brinelling Dan Nicks</i> .....	24
2.9.8.	<i>Smearing</i> .....	25
2.9.9.	<i>Creep</i> .....	26
2.9.10.	<i>Electric Pitting</i> (Lubang Listrik).....	26
2.9.11.	<i>Seizure</i> .....	27
2.9.12.	<i>Failure Of Cage</i> .....	27
2.10.	<i>Conveyor</i> .....	28
2.10.1.	Klasifikasi <i>Conveyor</i> .....	28
2.10.2.	<i>Chain Conveyor</i> .....	29
2.10.3.	<i>Conveyor Scraper</i> .....	29
2.10.4.	Bagian-Bagian <i>Conveyor</i> .....	30
2.10.5.	<i>Sproket Penggerak</i> .....	30
2.10.6.	Rantai.....	31
2.10.7.	<i>Scraper</i> Pengangkut Janjangan.....	31
2.10.8.	<i>Sproket Ekor</i> ( <i>Sprocket Balik</i> ).....	32
2.10.9.	Rangka ( <i>Frame</i> ).....	33
2.11.	Motor Penggerak <i>Conveyor</i> .....	33
2.11.1.	<i>Bearing</i> .....	34
2.12.	Perhitungan Dasar.....	35
2.12.1.	Perhitungan Beban Ekuivalen.....	35
2.13.	Perhitungan Kapasitas <i>Konveyor</i> .....	37
2.14.	Faktor Keamanan (SF).....	39
2.15.	Metode Elemen Hingga Dengan Software Ansys .....	41
2.16.	<i>Mesh Generation</i> .....	43
2.17.	Persamaan Tegangan <i>von mises</i> .....	44
2.18.	Jenis – Jenis <i>Conveyor</i> .....	45
2.18.1	<i>Belt Conveyor</i> .....	45
2.18.2	<i>Screw Conveyor</i> .....	46
2.19	Data <i>Bearing Uct 213</i> .....	46

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	49
3.2.	Studi Literatur.....	51
3.3.	<i>Survey</i> Lapangan.....	51
3.4.	Ruang Lingkup Dan Batasan Penelitian.....	51
3.5.	Alt dan Bahan.....	51
3.5.1.	Alat.....	51
3.5.2.	Bahan.....	52
3.6.	Tahapan Simulasi <i>Autodesk Inventor</i> 2016.....	52
3.6.1.	Pemodelan Perangkat Uji.....	52
3.7.	Metode Pengambilan Data.....	56
3.7.1.	Penggambaran <i>Autodesk Inventor</i> .....	56
3.7.2.	<i>Engineering Data</i> .....	56
3.7.3.	Pemilihan Material Pada Geometri Model.....	57
3.7.4.	Memasukkan Data Material.....	58
3.7.5.	Pemilihan <i>Mesh</i> .....	58
3.7.6.	Tipe <i>Mesh</i> .....	59
3.7.7.	Penentuan <i>Support</i> .....	59
3.7.8.	Pemilihan <i>Solution</i> .....	60

### BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1.	Perhitungan Beban <i>Bearing</i> .....	61
4.2.	Besar Beban <i>Ekuivalen</i> .....	63
4.3.	Tahap Awal Simulasi <i>Bearing</i> .....	65
4.4.	Hasil Simulasi <i>Ansys</i> 2018.....	67
4.4.1.	Tegangan <i>Von Mises (Von Mises Stress)</i> .....	67
4.4.2.	Total <i>Deformasi</i> .....	69
4.4.3.	<i>Life</i> .....	69
4.4.4.	<i>Safety Factor</i> .....	70
4.5.	.....	Gambar
	Keseluruhan.....	71

4.5	Mechanical Properties dan Komposisi Unsur Kimia pada Tipe 440A	
	.....	72

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan.....	74
5.2.	Saran.....	74

DAFTAR PUSTAKA..... 76



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1. Faktor-Faktor  $V, X, Y$  dan  $X_o, Y_o$ ..... 37

Tabel 2.2. Harga Faktor Keamanan Beberapa Material..... 40

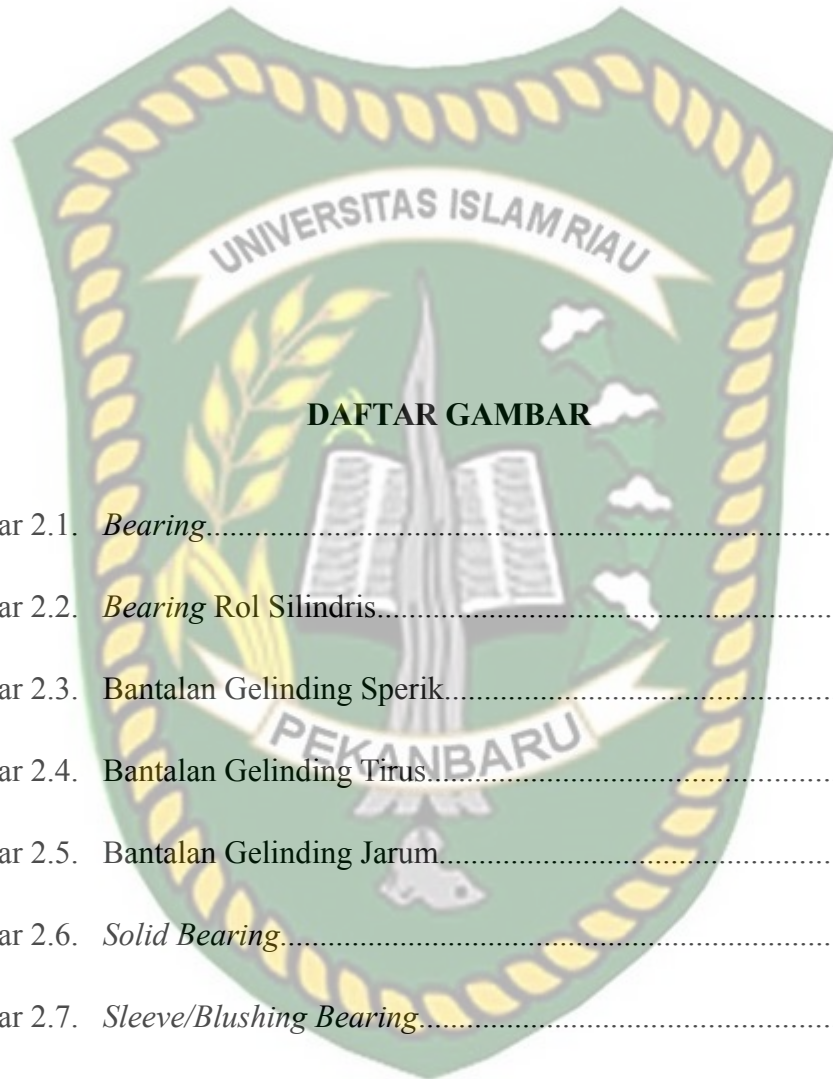
Tabel 2.3. Beban yang Bekerja Pada Bearing Uct..... 47

Tabel 4.1. Data Operasioanal PT. Kimia Tirta Utama..... 61

Tabel 4.2 Data Material Yang diperoleh..... 66

Tabel 4.3. *Mechanical Propertis (Typical Room Temperature Ptopertis)*... 72

Tabel 4.4. komposisi kimia *stainless steel 440A*..... 73



### DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	<i>Bearing</i> .....	6
Gambar 2.2.	<i>Bearing</i> Rol Silindris.....	9
Gambar 2.3.	Bantalan Gelinding Sperik.....	9
Gambar 2.4.	Bantalan Gelinding Tirus.....	10
Gambar 2.5.	Bantalan Gelinding Jarum.....	10
Gambar 2.6.	<i>Solid Bearing</i> .....	13
Gambar 2.7.	<i>Sleeve/Blushing Bearing</i> .....	14
Gambar 2.8.	<i>Split-half Bearing</i> .....	14
Gambar 2.9.	<i>Ball Bearing</i> .....	15
Gambar 2.10.	<i>Roller Bearing</i> dan <i>Needle Bearing</i> .....	15
Gambar 2.11.	<i>Flaking</i> .....	20
Gambar 2.12.	Scuffing.....	21
Gambar 2.13.	<i>Scratches</i> .....	21

Gambar 2.14. <i>Crack</i> .....	22
Gambar 2.15. <i>Chips</i> .....	22
Gambar 2.16. <i>Wear</i> .....	22
Gambar 2.17. <i>Rust</i> .....	23
Gambar 2.18. <i>Corrosion</i> .....	23
Gambar 2.19. <i>Pear Skin</i> .....	24
Gambar 2.20. <i>Discoloration</i> .....	24
Gambar 2.21. <i>Brinelling</i> .....	25
Gambar 2.22. <i>Smearing</i> .....	25
Gambar 2.23. <i>Creep</i> .....	26
Gambar 2.24. <i>Electric Pitting</i> .....	26
Gambar 2.25. <i>Seizure</i> .....	27
Gambar 2.26. <i>Failure Of Cage</i> .....	28
Gambar 2.27. <i>Conveyor Scraper</i> .....	29
Gambar 2.28. <i>Bagian-Bagian Conveyor</i> .....	30
Gambar 2.29. <i>Sproket Penggerak</i> .....	30
Gambar 2.30. <i>Rantai</i> .....	31
Gambar 2.31. <i>Scraper Pengangkut Janjangan</i> .....	32
Gambar 2.32. <i>Sproket Penggerak</i> .....	32
Gambar 2.33. <i>Rangka</i> .....	33
Gambar 2.34. <i>Motor Penggerak Conveyor</i> .....	34
Gambar 2.35. <i>Bearing</i> .....	34



Gambar 2.36. <i>Bearing Aksial</i> .....	36
Gambar 2.37. <i>Conveyor Scrapper</i> .....	38
Gambar 2.38. <i>Mesh Otomatis Pada Model Plat Tipis</i> .....	42
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	45
Gambar 3.2. <i>Bearing Uct 213</i> .....	47
Gambar 3.3. <i>Data Uct 213</i> .....	47
Gambar 3.4. <i>Plane</i> .....	50
Gambar 3.5. <i>Sketsa bantalan 2D</i> .....	50
Gambar 3.6. Sketsa bantalan yang telah di <i>Revolve</i> .....	51
Gambar 3.7. <i>Slice Graphics</i> .....	51
Gambar 3.8. Pemodelan bantalan yang telah jadi.....	52
Gambar 3.9. Pemodelan <i>Bearing Cover</i> .....	52
Gambar 3.10. Model 3D <i>Autodesk Inventor</i> .....	53
Gambar 3.11. <i>Engineering Data Ansys</i> .....	54
Gambar 3.12. Pemilihan Material.....	54
Gambar 3.13. Pemilihan Material Pada Geometri Model.....	55
Gambar 3.14. Pemilihan <i>Mesh</i> .....	55
Gambar 3.15. <i>Generate Mesh</i> .....	56
Gambar 3.16. <i>Sport</i> Pada Model.....	56
Gambar 3.17. Pemilihan <i>Solution</i> .....	57
Gambar 4.1. <i>Bearing</i> yang akan disimulasi.....	62
Gambar 4.2. <i>Von Mises Stress</i> .....	64

Gambar 4.3. Total <i>Deformasi</i> .....	65
Gambar 4.4. <i>Life</i> .....	66
Gambar 4.5. <i>Safety Factor</i> .....	66
Gambar 4.6. <i>Von Mesis</i> .....	68
Gambar 4.7. Total <i>Deformasi</i> .....	68
Gambar 4.8. <i>Safety Factor</i> .....	68



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Pada mesin banyak terdapat komponen yang bergerak dimana gerakan tersebut banyak mengalami gesekan. Gesekan dapat menurunkan *efisiensi* kerja mesin, menaikkan *temperature*, keausan, dan efek negatif lainnya. Gesekan mesin tersebut dapat diminimalkan dengan menggunakan *bearing*. Dalam dunia permesinan komponen – komponen alat dapat terjadi kerusakan, baik itu karena umur masa pakai alat yang habis, atau karena penyebab lain sehingga terjadi kegagalan dini (*premature fracture*). Pengertian dari analisa kegagalan yaitu merupakan suatu prosedur yang dilakukan untuk mencari dan mengungkapkan penyebab dan mekanisme suatu alat atau komponen mengalami kegagalan dengan mengacu kepada bagian atau komponen yang sangat penting bagi industri itu sendiri. Dalam suatu komponen mesin itu sendiri banyak terdapat elemen – elemen mesin, seperti poros, roda gigi, engkol, dan elemen lainnya.

Pada Pabrik Kelapa Sawit (PKS) salah satu komponen mesin yang memegang peranan penting adalah *bearing*. Kegunaan suatu *bearing* contohnya sebagai penahan *conveyor* bila suatu *bearing* pecah maka PKS tersebut berhenti beroperasi atau mengolah sawit, dan *bearing* harus di order selama beberapa hari sehingga membuat perusahaan mengalami kerugian. Jika *bearing* di *conveyor* pecah maka setiap stasiun tidak berfungsi, dan proses kelapa sawit menjadi *OIL/CPO* tidak berjalan atau berhenti total. *Conveyor* digunakan ketika proses kelapa sawit menjadi *CPO* yaitu dari timbangan menuju ke *loading ramp* setelah

di *loading ramp* sawit diangkat menggunakan *conveyor* menuju ke stasiun perebusan. Setelah 60 menit buah sawit masuk ke stasiun *thresher* dimana sawit di pisahkan dari janjangan menjadi brondolan baru masuk ke stasiun *digester* untuk dipisahkan *fiber* dan cangkang dan setelah itu masuk ke stasiun *screw press* dimana *fiber* di press menjadi minyak. Terakhir minyak yang dihasilkan masuk ke stasiun *clarifier* dimana minyak dipisahkan dari air.

*Scraper conveyor* merupakan *conveyor* yang sederhana dan paling murah diantara jenis-jenis *conveyor* lainnya. *Conveyor* jenis ini dapat digunakan dengan kemiringan yang besar yaitu 45 derajat. *Conveyor* jenis ini digunakan untuk mengangkut material-material ringan yang tidak mudah rusak, seperti: abu, kayu dan kepingan dan sebagainya (Limbong dan Alfian, 2014)

*Bearing* adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. *Bearing* harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik (Sularso & Suga, 2008). Tentu *bearing* juga mengalami kerusakan, kerusakan yang terjadi pada *bearing* memiliki sebab yang bermacam – macam, mulai dari pembebanan yang berlebihan, getaran, kesalahan pemasangan dan lain – lain.

Berdasarkan *survey* lapangan *bearing conveyor* di *loading ramp* sering pecah sebelum masanya. Sering juga terjadi kegagalan terjadi hanya 1 bulan setelah pemasangan, sehingga membuat perusahaan rugi dan pekerjaan pengolahan sawit harus terhenti.

Marbun (2017) telah melakukan analisa kegagalan pada *bearing belt conveyor* yaitu pada bagian bawah *transfer chute* dan pada *idler* bagian miring. Namun pada PKS Kimia Tirta Utama (KTU) di Siak kegagalan sering ditemukan pada *bearing conveyor scraper* dimana secara kontruksi berbeda dengan *bearing belt conveyor*.

Pada penelitian ini analisa kegagalan *bearing conveyor scraper* di lakukan dengan simulasi menggunakan metode *Autodesk Inventor dan Ansys 2016*. Metode ini dipilih untuk menganalisa kegagalan sebagai alternatif dan metode dengan pengujian.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut tersebut maka rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tahapan analisa kegagalan pada *bearing* dengan simulasi menggunakan metode *Ansys 2018*.
2. Berapa beban maxsimum yang bekerja pada *bearing*.
3. Berapakah umur pakai bearing.
- 4.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui penyebab kegagalan pada *bearing* (pecah).
2. Mendapatkan beban maxsimum yang bekerja pada *bearing* dengan cara simulasi *Ansys 2018*

3. Mendapatkan umur *bearing conveyor scraper*?

#### 1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini hanya akan membahas mengenai jenis-jenis kerusakan pada *bearing* dan penyebab kegagalan yang terjadi pada *bearing*, dengan menggunakan *Software Autodesk Inventor* dan *Ansys 2018*. Pengujian material tidak termasuk dalam penelitian ini.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat yaitu:

Data hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan bagi pihak industri tentang unsur pemakaian *bearing* sehingga kemungkinan berhentinya operasional pabrik dapat diantisipasi.

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan sistematika untuk membuat konsep penulisan yang berurutan, sehingga didapat kerangka secara garis besar. Adapun sistematika penulisan tersebut digambarkan dalam bab-bab yang saling berkaitan satu sama lain :

BAB I : Berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : Berisikan tinjauan pustaka mengenai teori dasar yang melandasi pembahasan skripsi berdasarkan literatur.

BAB III : Berisikan diagram alir penelitian, alat, bahan, prosedur penelitian, dan pengujian spesimen.



## BAB II TINJUAN PUSTAKA

### 2.1 Bearing

Bearing adalah komponen mesin yang berfungsi sebagai tumpuhan poros. Dalam menjalankan fungsinya bearing harus dapat menahan poros sehingga dapat berputar dengan halus dan tanpa gesekan berlebihan. Bearing menjaga poros agar dapat di gunakan dengan waktu yang lama karena itu prestasi system secara keseluruhan sangat bergantung kepada fungsi bearing (Sularso & Suga, 1978). Contoh gambar *bearing* dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1. *Bearing* (Sularso & Suga,1978)

*Bearing* dapat dikelompokan berdasarkan beberapa factor, antara lain gerakan yang diizinkan oleh desain batalan, prinsip kerja dan gaya dapat ditahan batalan.

### 2.2 Klasifikasi *Bearing*

Secara umum *bearing* dapat di kelompokkan menjadi 2 yaitu:

#### 2.2.1 Atas Dasar Gerakan *Bearing* Terhadap Poros

Untuk klasifikasi *bearing* atas dasar gerakan *bearing* terhadap poros dapat dibedakan menjadi 2 yaitu :



### 2.2.1.1 *Bearing* luncur

Pada *bearing* jenis ini permukaan poros ditahan oleh permukaan *bearing*. Diantara kedua permukaan tersebut terdapat lapisan antara dari pelumas. Akibatnya akan terjadi gesekan luncur antara poros dan *bearing*. Pada prinsipnya *bearing* luncur dirancang agar dapat menahan beban tegak lurus sumbu poros horizontal. *Bearing* luncur dapat di kelompok kan berdasar kan bentuk dan letak bagian poros yang ditumpuh. Jenis - jenis *bearing* yang termasuk kelompok ini adalah:

1. *Bearing* radial, berbentuk silinder, belahan silinder, *elips*, dll.
2. *Bearing* aksial, berbentuk engsel, kerah, *Michel*, dll. *Bearing* ini menahan beban beban horizontal parallel dengan sumbu poros horizontal.
3. *Bearing* khusus, yang berbentuk bola, dll.

### 2.2.1.2 *Bearing* Gelinding

Pada *bearing* ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola, rol atau rol jarum, dan rol bulat dan *bearing* gelinding mempunyai banyak keuntungan yang ditimbulkan dari gesekan gelinding yang sangat kecil dibandingkan dengan *bearing* luncur. Elemen gelinding seperti bola atau rol, dipasang diantara cincin luar dan cincin dalam. Dengan memutar salah satu cincin tersebut, bola atau rol akan membuat gerakan gelinding sehingga gesekan yang ada diantaranya akan jauh lebih kecil, Untuk bola atau rol, ketelitian harus tinggi dalam bentuk dan ukuran yang mana

itu merupakan suatu keharusan atau kewajiban. Karena luas bidang kontak antara bola dan rol dengan cincinnya sangat kecil maka besarnya beban persatuan luas atau tekanannya menjadi sangat tinggi. Dengan demikian bahan yang harus dipakai harus mempunyai ketahanan serta kekerasan yang tinggi (Sularso, 1978). *Bearing* gelinding seperti pada *bearing* luncur dapat diklasifikasikan atas *bearing* radial, yang terutama membawa beban radial dan sedikit beban aksial dan *bearing* aksial yang membawa beban yang sejajar sumbu poros. Menurut bentuk elemen gelindingnya, dapat pula dibagi atas *bearing* bola dan *bearing* rol. Demikian pula dapat dibedakan bentuk banyaknya baris dan konstruksi dalamnya. *Bearing* yang cincin dalam dan cincin luarnya dapat saling dipisahkan disebut macam pisah. (Sularso & Suga 1978).

*Bearing* gelinding menggunakan roller yang lurus, tirus atau berkontruksi yang dipasang diantara dua buah cincin. Secara umum, *bearing* gelinding dapat menahan beban statik dan dinamik yang lebih besar daripada *bearing* bola hal ini disebabkan oleh kontakannya yang lebih besar. Selain itu *bearing* gelinding ini juga lebih murah daripada *bearing* bola untuk ukuran dan beban yang besar (Masmukti, 2011). Biasanya *bearing* gelinding hanya dapat menahan beban dalam satu arah saja baik secara radial maupun aksial, kecuali bila *roller*-nya tirus atau berkontruksi.: *bearing* gelinding dapat dibagi atas 4 jenis, yaitu:

1. Bantalan gelinding silindris

Contoh gambar *bearing* rol silindris dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. *Bearing* rol silindris (Masmukti, 2011)

2. Bantalan gelinding sperik

Contoh gambar *bearing* gelinding sperik dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Bantalan gelinding sperik ( Masmukti, 2011 )

3. Bantalan gelinding tirus

Contoh gambar *bearing* gelinding tirus dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Bantalan gelinding tirus ( Masmukti, 2011 )

#### 4. Bantalan gelinding jarum

Contoh gambar *bearing* gelinding jarum dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Bantalan gelinding jarum ( Masmukti, 2011 )

#### 2.2.1.3 Perbandingan Antara *Bearing* Luncur dan *Bearing* Gelinding

*Bearing* luncur mampu menahan poros berputaran tinggi dengan beban yang cukup besar. *Bearing* ini sederhana konstruksinya dan dapat dibuat serta dipasang dengan mudah. Karena gesekannya yang besar pada waktu mulai jalan, *bearing* luncur memerlukan momen awal yang besar. Pelumasan pada *bearing* ini tidak begitu sederhana. Panas yang timbul dari gesekan yang besar, terutama pada beban besar, memerlukan pendinginan khusus. Sekalipun demikian, karena adanya lapisan pelumas, *bearing* ini dapat meredam tumbukan dan getaran sehingga hampir tidak bersuara. Tingkat ketelitian yang diperlukan tidak setinggi *bearing* gelinding sehingga dapat lebih murah (Sularso & Suga, 1978).

*Bearing* gelinding pada umumnya lebih cocok untuk beban kecil daripada *bearing* luncur, tergantung pada bentuk elemen gelindingnya. Putaran pada

*bearing* ini dibatasi oleh gaya sentrifugal yang timbul pada elemen gelinding tersebut. Karena konstruksinya yang sukar dan ketelitiannya yang tinggi, maka *bearing* gelinding hanya dapat dibuat oleh pabrik-pabrik tertentu saja. Adapun harganya pada umumnya lebih mahal daripada *bearing* luncur. Untuk menekan biaya pembuatan serta memudahkan pemakaian, *bearing* gelinding diproduksi menurut standar dalam berbagai ukuran dan bentuk. Keunggulan *bearing* ini adalah pada gesekannya yang sangat rendah. Pelumasannya pun sangat sederhana, cukup dengan minyak gemuk/*grace*, bahkan pada macam yang memakai *seal* sendiri tak perlu pelumasan lagi. Meskipun ketelitiannya sangat tinggi, namun karena adanya gerakan elemen gelinding, pada putaran tinggi *bearing* ini agak gaduh dibandingkan dengan *bearing* luncur. Pada waktu memilih *bearing*, ciri masing-masing harus dipertimbangkan sesuai dengan pemakaian, lokasi, dan macam beban yang akan dialami (Sularso & Suga, 1978).

### 2.2.2 Atas Dasar Arah Beban Terhadap Poros

Untuk klasifikasi *bearing* atas dasar arah beban terhadap poros dapat dibedakan menjadi 3 yaitu:

#### 2.2.2.1 *Bearing* Radial

Pada *bearing* radial terjadi gesekan yang sangat besar sehingga dilakukan pelumasan yang tidak begitu sederhana dan memerlukan pendinginan khusus. Pelumasan pada *bearing* ini menggunakan arah dan arah pelumasan pada *bearing* ini yaitu tegak lurus dengan sumbu poros. Arah beban yang ditumpu *bearing* ini

adalah jauh lebih banyak mengarah tegak lurus pada garis sumbu poros (Sularso & Suga, 1978).

#### **2.2.2.2 Bearing Aksial**

Pada *bearing* ini juga hampir sama seperti *bearing* radial dan juga menggunakan pelumasan yang tidak begitu sederhana. Arah pelumasan pada *bearing* ini yaitu sejajar dengan sumbu poros. Arah beban *bearing* ini jauh lebih banyak mengarah sepanjang garis sumbu poros atau sejajar dengan sumbu poros (Sularso & Suga, 1978).

#### **2.2.2.3 Bearing Gelinding Khusus**

*Bearing* ini dapat menahan beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros (Sularso & Suga, 1978). Meskipun *bearing* gelinding khusus ini menguntungkan, banyak konsumen memilih bantalan luncur dalam hal tertentu, contohnya bila kebisingan bantalan mengganggu dan kejutan yang kuat dalam putaran bebas.

### **2.3 Jenis-jenis Bearing**

*Bearing* juga mempunyai berbagai jenis berdasarkan kegunaan dan jenis gesekan yang dialami bearing tersebut. *Bearing* dibagi menjadi 2 bagian, yaitu :

#### **2.3.1 Solid Bearing**

Pada *Solid Bearing*, *shaft* berputar pada permukaan *bearing*. Antara *shaft* dan *bearing* dipisahkan oleh lapisan tipis oli pelumas. Ketika berputar pada kecepatan operasional *shaft* ditahan oleh lapisan tipis oli bukan oleh *bearing*. *Solid bearing* juga mempunyai keuntungan yaitu biaya penggantian lebih murah dan dapat menahan berat beban radial. Yang termasuk *solid bearing*. Contoh gambar bearing solid dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. *Solid Bearing*

#### 2.3.1.1 *Sleeve/Bushing Bearing*

Bentuk yang sangat sederhana dari *solid bearing* adalah *Sleeve Bearing* atau juga disebut *bushings*. *Sleeve bearing* umumnya dipakai pada *shaft* nya roda yang bergerak dari awal. *Camshaft* ditahan pada posisinya oleh *sleeve bearing* pada *engine block*. *Shaft* yang ditahan oleh *bearing* disebut *Journal*, dan penahanan ke bagian luarnya oleh *sleeve*. Bila *Journal* dan *Sleeve* terbuat dari logam, dengan pelumasan yang bagus memungkinkan sangat sedikit kontak yang terjadi antara dua permukaan. *Sleeve bearing* umumnya menggunakan pelumasan bertekanan yang melewati lubang pada *Journal*

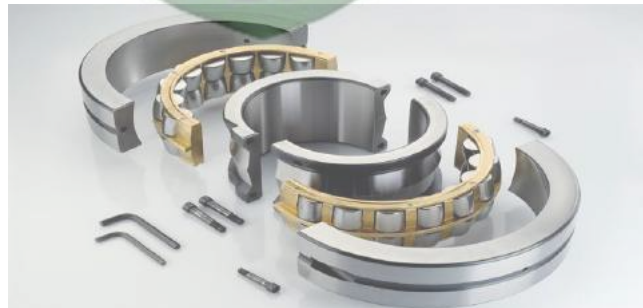
Contoh gambar bearing Bushing Bearing dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. *Sleeve/Bushing Bearing*

### 2.3.1.2 *Split-half Bearing*

*Split-half bearing* lebih banyak dipakai pada *automotive engine* yaitu pada *crankshaft* dan *connecting rod*. *Crankshaft rod bearing caps* menggunakan *split-half bearing* yang menempel pada *rod* piston. Contoh gambar *bearing half* dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. *Split-half Bearing*



### 2.3.2 *Anti Friction Bearing*

*Anti Friction Bearing* digunakan pada benda-benda yang berputar, untuk mengurangi gesekan dan memperkecil gesekan awal pada permukaan *bearing* yang rata/datar. Contoh gambar *bearing* *Anti Friction* dapat dilihat pada gambar 2.9. dan Gambar 2.10.

*Anti Friction Bearing* terdiri dari :

1. *Ball Bearing*
2. *Roller Bearing*
3. *Needle Bearing*



Gambar 2.9. *Ball Bearing*

Gambar 2.10. *Roller Bearing & Needle Bearing*

*Bearing* yang digunakan pada *conveyor scraper bearing ball* karena menurut lapangan bahwa *bearing ball* bisa untuk putaran rpm yang tinggi 1500 rpm atau lebih. Dan juga memiliki kekuatan yang tinggi *ball bearing* termasuk dalam golongan *bearing* gelinding.

## 2.4 Analisa Kerusakan

Suatu komponen dikatakan mengalami kerusakan apabila komponen tersebut tidak memenuhi umur pakai yang telah direncanakan, atau :

1. Komponen tersebut sudah tidak berfungsi sama sekali.
2. Masih berfungsi tetapi membahayakan.
3. Masih berfungsi tetapi tidak optimal (prestasi peralatan tidak sebagaimana mestinya atau bila komponen tersebut tidak dapat berfungsi seperti yang dirancang).
4. Masih berfungsi tetapi umurnya sudah terbatas (terdapat retakan atau cacat permukaan lainnya).

Analisa kerusakan logam dapat didefinisikan sebagai langkah-langkah pemeriksaan atas komponen yang mengalami kegagalan dan keadaan kegagalannya untuk dicari penyebabnya dan cara penanggulangannya. Analisa kegagalan ini memerlukan pemahaman tentang berbagai aspek seperti :

1. Fungsi komponen sebagai bagian dari suatu sistem peralatan.
2. Kondisi operasi dan gejala yang teramati menjelang terjadinya kegagalan.

Pengumpulan data material komponen serta proses pengerjaannya akan banyak membantu dalam menemukan penyebab kegagalan. Sampel yang diambil sedapat mungkin bisa memberikan gambaran mengenai peristiwa kerusakan. Oleh karena itu lokasi pengambilan harus tepat, serta keadaannya harus sebaik mungkin (Abrianto, 2008).

## 2.5 Standar acuan untuk Analisa Kerusakan

Dalam metodologi analisa kerusakan suatu komponen, diberikan kode - kode tersendiri berdasarkan jenis kerusakan yang dialami oleh komponen tersebut. Hal ini merupakan cara untuk mengetahui penyebab kerusakan suatu komponen dengan melihat standar ANSI / API 689 yang menjelaskan tentang pengelompokan kerusakan yang terjadi sesuai dengan aspek-aspek penyebabnya (Abrianto, 2008).

## 2.6 Mekanisme Kerusakan (ANSI/API 689)

Menurut standar ANSI / API 689 mekanisme kerusakan suatu komponen dapat dikategorikan berdasarkan beberapa penyebab, yaitu:

1. Mekanik
2. Material
3. Peralatan
4. Listrik
5. Pengaruh dari luar
6. Lainnya.

## 2.7 Penyebab Kerusakan ( ANSI/API 689 )

Setiap kerusakan yang terjadi pada komponen mesin pasti mempunyai penyebab masing-masing. Penyebab kerusakannya bisa jadi kerusakan yang ringan yang dapat diperbaiki dengan mudah atau kerusakan yang berat yang dimana proses perbaikannya rumit dan dapat dilakukan dalam waktu yang cukup lama. Menurut standar ANSI/API 689 penyebab kerusakan suatu komponen dapat disebabkan oleh salah satu atau lebih dari aspek dibawah ini:

1. Aspek *design*

2. Aspek pabrik/instalasi (pemasangan)
3. Aspek pengoperasian/perawatan
4. Aspek Manajemen
5. Aspek lainnya.

## 2.8 Teori Kegagalan

Kegagalan adalah merupakan hal yang biasa ditemukan dalam dunia permesinan. Ada berbagai macam kegagalan yang dapat terjadi dalam dunia permesinan, kegagalan tersebut dapat kita lihat secara langsung atau menggunakan berbagai macam teori yang membahas tentang teori kegagalan. Dalam suatu rekayasa teknik, merupakan hal yang penting menentukan batasan tegangan yang menyebabkan kegagalan dari material tersebut. Secara mendasar kegagalan (*failure*) dari suatu struktur dinyatakan bila struktur tidak dapat berfungsi lagi dengan baik untuk menerima pembebanan sesuai dengan yang direncanakan (Sutikno, 2011). Berikut kriteria kegagalan yang biasa dipakai, antara lain :

1. *The Maximum Principal Stress Theory*

Teori ini menyebutkan bahwa kegagalan akan terjadi saat tegangan utama mencapai tegangan luluh ( $S_y$ ) (Sutikno, 2011).

2. *The Maximum Shear Stress Theory*

Kegagalan dicapai saat tegangan geser maksimum mencapai separuh dari tegangan luluh ( $\frac{1}{2}S_y$ ) (Sutikno, 2011).

3. *The Maximum Principal Strain Theory*

Kegagalan dicapai saat regangan utama maksimum mencapai regangan luluh ( $S_yIE$ ) (Sutikno, 2011).

4. *The Maximum Strain Energy Theory*

Kegagalan dicapai saat energi potensial (energi regangan) per unit volume mencapai  $\frac{1}{2} S_y^2IE$  (Sutikno, 2011).

5. *The Maximum Energy of Distortion Theory (Von Mises Theory)*

Teori kegagalan ini menyatakan bahwa luluh akan terjadi bila tegangan octahedral maksimum yang terjadi melebihi harga limit yang diketahui dari hasil tes tarik material dengan beban standar (Sutikno, 2011).

## 2.9 Jenis-jenis kerusakan dan penyebab kerusakan pada *Bearing*

Kerusakan pada alat permesinan dapat disebabkan oleh beberapa hal, salah satunya adalah karena gesekan yang berlebihan pada suatu alat permesinan, oleh karena itu diperlukan benda yang dapat mengurangi gesekan yang tidak mengganggu alat permesinan pada saat digunakan. Tetapi pada kenyataannya *bearing* sering mengalami kegagalan, yang di sebabkan karena pembebanan berlebih dan pelumasan yg tidak baik. Jenis kerusakan lain yang sering di alami oleh bearing di jelas kan berikut ini.

### 2.9.1 *Flaking*

*flaking* adalah kerusakan yang dialami *bearing* merupakan kerusakan pengelupasan pada sebagian bearing yaitu bagian dalam. Pengelupasan terjadi pada bagian – bagian tertentu secara simetris di setiap sisi atau pengelupasan di satu sisi. *Flaking* dapat juga yang berbentuk garis miring di permukaan lintasan

pada cincin bantalan di sisi yang sama. Flaking biasanya terjadi karena beban berlebih karena beban aksial berlebih pemasangan bearing yang tidak pas pada poros dan kontaminasi benda asing.

Contoh gambar kerusakan *Flaking* pada bearing dapat dilihat Gambar 2.11.



Gambar 2.11. *Flaking*

Sumber: ([www.ntnglobal.com](http://www.ntnglobal.com))

### 2.9.2 *Scratches* dan *Scuffing* (goresan dan lecet)

*Scratches* dan *scuffing* adalah kerusakan disebabkan beban aksial berlebih dan pelumasan yang tidak baik. Viskositas pelumasan yang terlalu tinggi, akselerasi yang terlalu tinggi saat memulai gesekan pada komponen *bearing* gelinding di sebabkan beban sentrifugal dalam keadaan berputar. Kerusakan pada *scratches* dan *scuffing* merupakan lecet di permukaan lintasan bantalan (koyo, 2013)

Contoh gambar kerusakan *Scuffing* dan *Scratches* pada *bearing* dapat dilihat pada Gambar 2.12 dan 2.13.



Gambar 2.12 *Scuffing* (Koyo,2013)

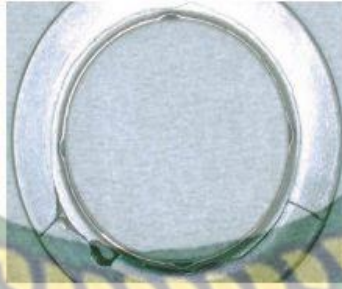


Gambar2.13 *Scratches*(www.bearing-news.com)

### 2.9.3 *Cracks* dan *Chips* ( retak dan pecah )

*Cracks* dan *chips* adalah kerusakan disebabkan oleh tekanan yang terlalu berat, memberikan pelumasan dengan metode yang tidak tepat, kecepatan yang terlalu tinggi saat operasi, dampak getaran yang terlalu kuat, dan lain – lainnya. *Cracks* dan *chips* adalah kerusakan berbentuk retak dan pecah pada komponen *bearing* gelinding, retak dan pecah bagian dalam dan luar cincin *bearing*, retak dan pecah pada bagian bingkai bantalan (Koyo, 2013).

Contoh gambar kerusakan *cracks* dan *chips* pada *bearing* dapat dilihat pada Gambar 2.14 dan 2.15.



Gambar: 2.14. *Crack*([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com))



Gambar: 2.15. *Chips* ([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com))

#### 2.9.4 *Wear* (keausan )

*Wear* (keausan) adalah kerusakan yang terjadi pada bearing yang disebabkan kekurangan pelumas. Pelumasan tidak bagus karena konminasi dengan benda – benda asing. Kerusakan yang dimulai dari *wear* ini merupakan keausan pada bagian dalam dan luar cincin bantalan serta keausan pada *cage* (sangkar) bantalan.

Contoh kerusakan *Wear* ( Keausan) bearing dapat dilihat pada Gambar 2.16





Gambar 2.16. *Wear* ([www.windpowerengineering.com](http://www.windpowerengineering.com))

### 2.9.5 *Rust* ( karat )

*Rust* merupakan kerusakan yang *bearing* yang disebabkan karena lembabnya *bearing*, dan masuk air ke dalam *bearing*, pemberian pelumasan yang tidak baik. Korosi terjadi karena sulfur atau senyawa klorin yang terkandung dalam pelumas aditif sehingga membuat di bawah suhu tinggi. Kerusakan *rust* ini yaitu karat terjadi di permukaan cincin bagian dalam dan juga cincin bagian luar (koyo,2013).Contoh kerusakan *Rust* ( karat ) bearing dapat dilihat pada Gambar 2.17 dan 2.18.



Gambar 2.17. *Rust* (SKF, 1994)



Gambar 2.18. *Corrosion* (SKF, 1994)

### 2.9.6 *Pear skin* dan *Discoloration* (warna kulit pir dan perubahan warna)

*Pear skin* dan *discoloration* adalah kerusakan terjadi pada *bearing*. *Pear skin* penyebabnya masuknya benda – benda asing dan kurang nya pelumasan yang

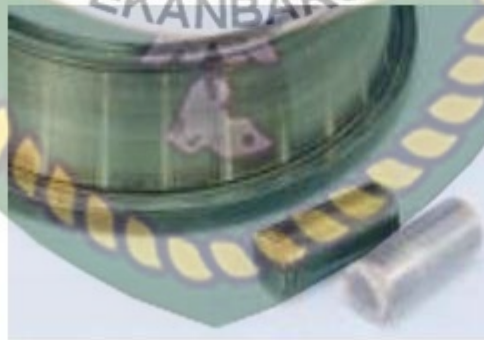
di terima *bearing*. *Discoloration* penyebab rusaknya pelumas dan tinggalnya warna pelumas pada *bearing*. *Pear skin* dan *discoloration* adalah perubahan warna pada *bearing* penyebab nya yaitu panas pada yang dihasilkan pada saat beroperasi sehingga melekat nya bubuk asam dihasilkan pada goresan *bearing* pada saat beroperasi (Koyo,2013)

Contoh kerusakan *Pear skin* dan *Discoloration* (warna kulit pir dan perubahan warna) *bearing* dapat dilihat pada Gambar 2.19 dan 2.20



Gambar 2.19. *Pear skin*

(Sumber: [www.plantautomation technology.com](http://www.plantautomation technology.com))



Gambar 2.20. *Discoloration*

(Sumber : [www.ntnglobal.com](http://www.ntnglobal.com))

### 2.9.7 *Brinelling* dan Nicks

*Brinelling* merupakan penyebab kerusakan *bearing* karena beban yang terlalu berat yang diberikan pada bearing, benda – benda padat masuk dan

terjebak dalam bantalan, *nick* adalah kerusakan *bearing* yang di sebabkan saat pemasangan. *Brinelling* merupakan lekukan kecil yang terdapat pada permukaan *bearing* yang disebabkan oleh kontaminasi benda-benda asing yang padat. Sedangkan fenomena bantalan yang terkena *nicks* adalah cacat yang disebabkan oleh dampak langsung yang diterima saat bantalan terkena palu atau benda padat lainnya.

Contoh kerusakan *Brinelling* dan *nicks bearing* dapat dilihat pada Gambar 2.21



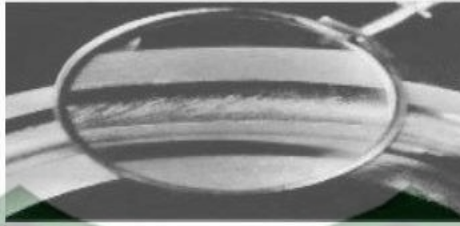
Gambar 2.21. *Brinelling*

(Sumber : [www.rexnord.com](http://www.rexnord.com))

#### 2.9.8 *Smearing*

*Smearing* merupakan kerusakan *bearing* pada saat *oil* pada *falm* menghilang karena komponen *roll* berhenti berputar hal ini disebabkan penggunaan yang tidak tepat dan *oil* yang kurang. Fenomena ini terjadi di *smearing* ialah pada saat melelehnya dipermukaan karena suhu yang cukup tinggi dikarenakan gesekan pada permukaan *bearing* sehingga permukaan rusak mengakibatkan kekerasan yang *signifikandi* permukaan *bearing*.

Contoh kerusakan *Smearing bearing* dapat dilihat pada Gambar 2.22.



Gambar 2.22. *Smearing* (SKF, 1994)

### 2.9.9 *Creep*

*Creep* adalah gangguan kecil yang berhubungan dengan panas atau pembebanan pada saat alat berkerja. Kejadian yang terjadi pada bantalan akibat *creep* ialah perpindahan panas, relatif terhadap poros atau rumah bantalan (Koyo, 2013). Contoh kerusakan *creep* bearing dapat dilihat pada Gambar 2.23.



Gambar 2.23. *Creep* (SKF.1994)

### 2.9.10 *Electric Pitting* ( lubang listrik )

*Electric pitting* adalah kerusakan yang terjadi pada *bearing* yang disebabkan melelehnya sebagian permukaan *bearing*, mengakibatkan arus listrik yang melewati *bearing*. mengalami terjadi pada bantalan akibat *electric pitting* ini adalah timbulnya lubang – lubang kecil (Koyo, 2013).

Contoh kerusakan *electric pitting* dapat dilihat pada Gambar 2.24.



Gambar 2.24. *Electric pitting* (Koyo, 2013)

### 2.9.11 *Seizure*

*Seizure* adalah kerusakan yang dialami *bearing* yang disebabkan oleh panas yang tidak normal yang dihasilkan oleh pemberian pelumasan yang tidak baik, beban yang berlebihan, hubungan yang tidak tepat antara elemen gelinding dengan jalur lintasannya yang tidak dapat dikompensasi dengan metode pendinginan atau pelumasan yang bekerja di bantalan. Fenomena yang terjadi pada bantalan akibat *seizure* yakni bantalan tidak bisa digunakan lagi karena kekerasannya telah menurun (Koyo, 2013).

Contoh kerusakan *seizure* dapat dilihat pada Gambar 2.25.



Gambar 2.25. *Seizure* (Koyo, 2013)

### 2.9.12 *Failure of Cage*

*Failure of cage* merupakan kerusakan yang dialami bantalan yang terjadi karena beberapa penyebab. *Cage* itu sendiri merupakan kandang bagi bola – bola bantalan atau silinder – silinder yang ada pada bantalan. Penyebab *failure of cage* ini adalah : *Cracks* dan *Chip*; *Flaw* dan *Distortion*; *Wear*; *Rust* dan *Corrosion*; *Looseness* dan *Cut-Off of Rivet*. Kemudian Fenomena yang terjadi pada bantalan akibat *failure of cage* ini ditentukan oleh penyebabnya misalkan fenomena yang disebabkan oleh *cracks* dan *chips* 30 yang mana fenomena yang timbul berupa rusaknya bantalan akibat pembebanan yang terlalu berat padahal bantalan telah mengalami keretakan. Kemudian fenomena yang terjadi pada *rust* dan *corrosion* yang mana jika ditemukannya karat dan korosi pada *cage* (sangkar) maka dapat diasumsikan itu juga akan terjadi pada cincin bantalan dan elemen gelinding pada bantalan (Koyo, 2013).

Contoh kerusakan *failure of cage bearing* dapat dilihat pada Gambar 2.26.



Gambar 2.26. *Failure of cage* (Koyo, 2013)

## 2.10 Conveyor

Di dalam industri, bahan-bahan yang digunakan kadangkala merupakan bahan yang berat maupun berbahaya bagi manusia. Untuk itu diperlukan alat

transportasi untuk mengangkut bahan-bahan tersebut mengingat keterbatasan kemampuan tenaga manusia baik itu berupa kapasitas bahan yang akan diangkut maupun keselamatan kerja dari karyawan.

#### **2.10.1 Klasifikasi Conveyor**

Secara umum jenis/type Konveyor yang sering digunakan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Belt Conveyor
2. Chain Conveyor
3. Screw Conveyor
4. Pneumatic Conveyor

#### **2.10.2 Chain Conveyor**

Chain conveyor dapat dibagi atas beberapa jenis conveyor, yaitu :

1. *Scraper Conveyor*
2. *Apron Conveyor*
3. *Bucket Conveyor*
4. *Bucket Elevator*

Keempat jenis elevator tersebut pada dasarnya menggunakan rantai sebagai alat bantu untuk menggerakkan material

#### **2.10.3 Conveyor Scraper**

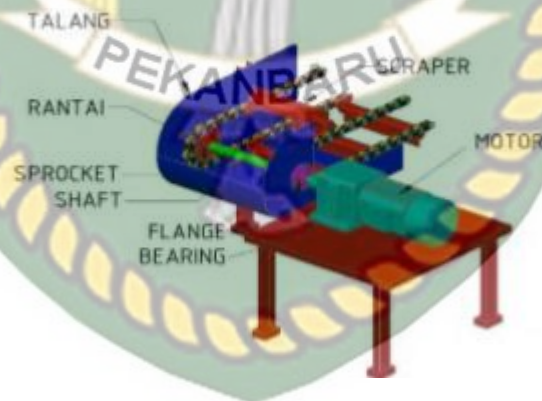
*Conveyor scraper* merupakan peralatan yang cukup sederhana yang digunakan untuk mengangkat suatu material dengan kapasitas cukup besar. *Conveyor scraper* terdiri dari rantai yang berfungsi sebagai pembawa material yang diangkat. Contoh gambar *conveyor scraper* dapat dilihat pada Gambar 2.27.



Gambar 2.27 *Conveyor scraper*

#### 2.10.4 Bagian – Bagian Conveyor

Bagian – bagian pada conveyor dapat pada gambar 2.28



Gambar 2.28 bagian-bagian conveyor

#### 2.10.5 Sproket Penggerak

Sproket ini berfungsi untuk memutar rantai yang melekat atau yang menempel di sekeliling sproket, dimana sproket ini digerakan atau diputar oleh motor listrik, yang ditranmisi melalui rantai, bila sproket ini berputar maka akan



terjadi putar juga pada rantai sehingga scrapper conveyor janjangan kosong yang ada diantara kedua rantai bersirkulasi.

Contoh gambar Sproket penggerak dapat dilihat pada Gambar 2.29



Gambar 2.29 Sproket Penggerak

#### 2.10.6 Rantai

Rantai pada *conveyor* ini berfungsi sebagai tempat pemasangan atau penempelan *scrapper* pengangkut janjangan kosong dengan baut dan mur. Rantai yang digunakan pada bunch *scrapper conveyor* ini dibuat dari jenis bahan baja yang tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut. Contoh gambar rantai dapat dilihat pada gambar 2.30

Gambar 2.30 Rantai

#### 2.10.7 Scrapper Pengangkut Janjangan

*Scrapper* yang terdapat di antara kedua rantai berfungsi untuk memindahkan atau mengangkat jangjangan kosong yang ada di atas lantai *conveyor*, hal ini disebabkan karena jangjangan kosong yang ada di atas lantai *conveyor* akan tertarik oleh *scrapper conveyor* yang melekat di antara kedua rantai. Contoh gambar *Scrapper* pengangkut jangjangan dapat dilihat pada gambar 2.31



Gambar 2.31 *Scrapper* Pngangkut Jangjangan

#### 2.10.8 Sporket Ekor (*sprocket balik*)

Sporket ekor ini berfungsi untuk mengatur supaya rantai tetap berada pada posisi yang direncanakan, mengatur tegangan rantai, dan mencegah terjadinya slipan pada rantai dan sporket penggerak, karena bertambah panjangnya rantai, Sporket ekor ini dapat diubah jaraknya sesuai dengan tegangan rantai yang dibutuhkan. Contoh gambar Sporket penggerak (*sprocket balik*) dapat dilihat pada Gambar 2.32



Gambar 2.32 Sporket penggerak (*sprocket balik*)

### 2.10.9 Rangka (*Frame*)

Rangka atau *Frame* adalah merupakan konstruksi yang menyangga seluruh dari alat atau komponen yang ada pada *Bunch Scrapper Conveyor*, rangka ini di tempatkan sedemikian rupa sehingga jalannya *Bunch Scrapper Conveyor* saat beroperasi dapat berlangsung dengan baik. Dan ini tergantung pada medan operasinya baik mendatar atau miring.

Contoh gambar Rangka (*frame*) dapat dilihat pada gambar 2.33



Gambar 2.33 Rangka (*frame*)

### 2.11 Motor Penggerak *Conveyor*

Motor penggerak *conveyor* berfungsi sebagai penggerak rantai *conveyor* yang memiliki daya cukup besar. Motor penggerak ini memiliki daya hingga 1500

rpm. Motor penggerak ini menggerakkan rantai yang mempunyai koefisien yang besar dari *conveyor*.

Contoh gambar motor penggerak *conveyor* dapat dilihat pada Gambar 2.34



Gambar 2.34 Motor Penggerak *Conveyor*

### 2.11.1 *Bearing*

*Bearing* merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan penting. Karena fungsi dari *bearing* yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. *Bearing* harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik maka dari itu *bearing* perlu diberi pelumas agar performa dari *bearing* tersebut selalu baik.

Contoh gambar *bearing conveyor* dapat dilihat pada Gambar 2.35



Gambar 2.35 *Bearing*

## 2.12 Perhitungan Dasar

Pada penelitian ini diperlukan perhitungan-perhitungan yang digunakan untuk dapat menghitung beban *ekuivalen* dan usia pemakaian *bearing*.

### 2.12.1 Perhitungan Beban Ekuivalen

Suatu beban yang besarnya sedemikian rupa hingga memberikan umur yang sama dengan umur yang diberikan oleh beban dan kondisi putaran sebenarnya disebut beban *ekuivalen* dinamis. Jika suatu deformasi permanen maksimum yang terjadi karena kondisi beban statis yang sebenarnya pada bagian dimana elemen gelinding membuat kontak dengan cincin pada tegangan maksimum, maka beban yang menimbulkan deformasi tersebut dinamakan beban *ekuivalen* statis.

Misalkan sebuah bantalan membawa beban radial  $F_r$  ( kg ) dan beban aksial  $F_a$  ( kg ) maka beban ekuivalen dinamis  $P_r$  ( kg ) adalah sebagai berikut :

Untuk *bearing* radial ( kecuali *bearing* rol silinder ).

$$P_r = XVF_r + YF_a \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$P_r$  = Beban Ekuivalen Dinamis (kg)

$V$  = kecepatan *conveyor* (m/s)

$F_r$  = Beban radial (kg)

$F_a$  = Beban aksial (kg)

Bantalan merupakan komponen mesin yang berfungsi menumpu poros yang mempunyai beban tertentu, sehingga gerak berputar atau gerakan bolak balik dapat berlangsung dengan halus, aman dan komponen tersebut dapat tahan lama. Bantalan harus cukup kuat dan kokoh agar komponen mesin lain dapat bekerja dengan baik. Berdasarkan arah beban, dikelompokkan dalam :

Bantalan radial : beban tegak lurus sumbu poros

Bantalan aksial : beban sejajar sumbu poros

Contoh beban aksial dan radial dapat dilihat pada Gambar 2.36



Gambar 2.36 Aksial

Untuk *bearing* aksial, beban aksial ekuivalen dinamis  $p_a$  ( kg )

$$P = XFr + YFa \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

$P$  = Beban aksial ekivalen dinamis (kg)

$Fr$  = Beban radial (kg)

$Fa$  = Beban aksial (kg)

Tabel 2.1 Faktor – faktor  $V$ ,  $X$ ,  $Y$ , dan  $X_o$ ,  $Y_o$  (Sularso, 1978)

Jenis Bantalan	v	Beban putar pada cincin dalam	Beban putar pada cincin luar	Baris Tunggal		Baris Ganda				E	Baris tunggal		Baris ganda			
		Fa/Co	1,2	Fa/VFr > e		Fa/VFr ≤ e / F3/VFr > e				0,19	0,6	0,5	0,6	0,6		
				x	y	x	y	x	y							
Bantalan bola alur dalam	0,014			0,56	2,30	1	0		2,30	1,90						
	0,028				1,99			0,56	1,71	1,55	0,22					
	0,056				1,71				1,45	1,31	0,26					
	0,084				1,55				1,15	1,04	0,28					
	0,11				1,45				1,00		0,30					
	0,17				1,31						0,34					
	0,28				1,15						0,38					
	0,42				1,04						0,42					
	0,56				1,00						0,44					
	Bantalan bola sudut	20o	1	1,2	0,43	1,00	1	1,09	0,70	1,63	1,41	0,57	0,5	0,42	1	0,84
		25o			0,41	0,87		0,92	0,67	1,24	1,07	0,68		0,38		0,76
30o				0,39	0,76		0,78	0,63	0,93		0,80		0,33		0,66	
35o				0,37	0,66		0,66	0,60			0,95		0,29		0,58	
40o				0,35	0,57		0,55	0,57			1,14		0,26		0,52	

Untuk bantalan garis tunggal, bila  $F_a / V_{Fr} \leq e$ ,  $X = 1$ ,  $Y = 0$

### B. Perhitungan umur bantalan dengan keandalan 90%

Untuk menghitung umur bantalan dengan keandalan 90% menggunakan rumus:

$$L_{10} = \left( \frac{C}{p} \right)^{1/p} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

$L_{10}$  = Umur bantalan dengan keandalan 90%

$C$  = Basic load system ( kN )

$P$  = Beban ekuivalen dinamis ( kN )

$p$  = Konstanta untuk bantalan bola (  $p = 3$  )

Untuk bantalan rol  $p = \frac{10}{3}$

### 2.13 Perhitungan Kapasitas Konveyor

A. Perhitungan luas penampang

Sebelum melakukan perhitungan kapasitas dari *conveyor*, hal yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah menghitung luas penampang *conveyor scraper*. Pada luas penampang ini dipengaruhi oleh lebar belt itu sendiri, sudut tumpukan material dan sudut kemiringan dari *conveyor scraper*



Gambar 2.37 *conveyor scraper*

Untuk menghindari penumpukan kelapa sawit, lebar *scraper* 1000mm diambil sedikit nya 25% dari pengumpulan kelapa sawit atau *loading ramp*, panjang *conveyor* 22,8 meter dan setiap 800 mm di beri sekat berbentuk *scraper*.

$$A1 = \frac{bh}{2} = \frac{1}{2} (x)tg\theta_0 \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

$$A1 = \text{Luas bagian atas} \quad (\text{m}^2)$$

Luas bagian luar:



$$A_2 = \frac{1}{2} ((+)x \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \alpha) \dots\dots\dots$$

(2.6)

Jadi luas total :

$$A_{\text{total}} = A_1 + A_2 \text{ (mm)} \dots\dots\dots (2.7)$$

B. Perhitungan kapasitas konveyor

Rumus yang digunakan untuk menghitung kapasitas konveyor adalah :

$$Q = \frac{3600}{1000} \times A \times v \times \gamma \dots\dots\dots$$

(2.8)

Dimana :

Q = Kapasitas konveyor ( tph )

A = Luas penampang ( m<sup>2</sup> )

V = Kecepatan konveyor ( m/s )

γ = Massa jenis material ( kg/m<sup>3</sup> )

Dimana pabrik kelapa sawit yang dibahas yaitu PKS Kimia Tirta Utama (KTU) dimana pada pabrik ini sering terjadinya pecah bearing. Bearing pada *conveyor scraper* yaitu terletak pada *loading ramp*. jika bearing pada *loading ramp* pecah maka proses akan berhenti sehingga pabrik mengalami kerugian yang cukup besar. PKS Kimia Tirta Utama terletak dikota gasip Kabupaten Siak, dan (PKS) tersebut hanya mengolah sawit milik perkebunannya sendiri tidak mengambil sawit dari luar perkebunannya, seperti sawit masyarakat, atau dari perkebunan sawit lain.

## 2.14 Faktor Keamanan (SF)

Dalam desain konstruksi mesin, besarnya angka keamanan harus lebih besar dari satu. Faktor keamanan diberikan agar desain konstruksi dan komponen mesin dengan tujuan agar desain tersebut mempunyai ketahanan terhadap beban yang diterima.

Pemilihan faktor keamanan harus didasarkan pada beberapa hal sebagai berikut :

- Jenis beban
- Jenis material
- Proses pembuatan / manufaktur
- Jenis tegangan
- Jenis kerja yang dilayani
- Bentuk komponen

Makin besar kemungkinan adanya kerusakan pada komponen mesin, maka angka keamanan diambil makin besar. Angka keamanan beberapa material dengan berbagai beban dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Harga Faktor Keamanan Beberapa Material

No.	Material	Steady Load	Live Load	Shock Load
1.	Cast iron	5-6	8-12	16-20
2.	Wrought iron	4	7	10-15
3.	Steel	4	8	12-16
4.	Soft material & alloys	6	9	15
5.	Leather	9	12	15
6.	Timber	7	10-15	20

Konstruksi suatu model atau desain dikatakan aman jika nilai *s Yield Strenghts* lebih besar dari *s Von Mises* sehingga nilai *safety factor* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut menggunakan persamaan 2.6:

$$SF = \frac{\sigma_y}{\sigma} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

$\sigma_y$  = *s Yield Strenghts* (MPa)

$\sigma$  = *Von Mises* (Mpa)

### 2.15 Metode Elemen Hingga dengan Software ANSYS

Konsep dasar metode elemen hingga membagi suatu struktur menjadi bagian lebih kecil sehingga dapat memperoleh nilai pendekatan numerik dan dapat diselesaikan dengan bantuan komputer.

Saat ini penggunaan *Finite Element Analisis* untuk menghitung dan mensimulasikan model dengan bantuan computer mengalami perkembangan yang sangat pesat. Program FEA yang berkembang dan banyak digunakan untuk melakukan analisis struktur andalan *Software ANSYS*, *ANSYS workbench* dan *AIM* dapat melakukan beberapa simulasi seperti *structural, thermal, fluid mechanic, topology*, dll ataupun analisis gabungan seperti *thermal* dan *struktur* yang dikenal dengan *Finite Element Multyphysic*.

Model dari *shaft* menggunakan ANSYS *finite-element* dapat dilihat pada Gambar 2.23.



Gambar 2.23 Model dari *Shaft* menggunakan ANSYS *finite-element Software*. (ANSYS *Workbench user*, 2017)

Program ANSYS memiliki dua tingkatan dasar yang ditunjukkan saat awal memulai ANSYS: tingkat awal dan tingkat prosesor. Dari tingkatan ini, kita dapat memasukkan salah satu prosesor ANSYS. Prosesor merupakan kumpulan dari fungsi dan rutin untuk melayani tujuan-tujuan tertentu. Tugas file dapat dihapus dari database atau diubah dari tingkat awal.

Terdapat tiga prosesor yang paling sering digunakan:

1. *Preprocessor*, yang berisi perintah – perintah yang di butuhkan untuk membangun model yakni : Mendefinisikan, tipe dan pilihan elemen, Mendefinisikan konstanta *real element*, Mendefinisikan sifat material, Membuat model geometri, Mendefinisikan meshing kontrol, *mesh* Model yang dibuat.
2. Prosesor (solusi), memiliki perintah yang memungkinkan untuk menerapkan kondisi batas dan pembebanan. Misalnya pada masalah struktural, dapat ditentukan kondisi batas perpindahan dan kekuatan, atau untuk masalah perpindahan panas, dapat ditentukan batas suhu permukaan

atau konvektif. Setelah semua informasi yang dibuat tersedia untuk prosesor solusi, pemecahan solusi dapat dilakukan. Dalam solusi terkait dengan analisis yang dilakukan sekarang, maka yang ditampilkan adalah solusi untuk deformasi, *equivalent von-misses stress*, dan *safety factor*.

3. *Postprocessor*, berisi perintah-perintah yang memungkinkan untuk mengurut dan menampilkan hasil analisis yaitu: membaca data hasil dari prosesor, membaca hasil elemen data, plot hasil, menampilkan daftar hasil.

#### 2.16 *Mesh Generation*.

Jaringan elemen dan titik dari model disebut *mesh* kerapatan, *mesh* meningkat dengan banyaknya elemen disetiap daerah modelnya. *Mesh Refinement* adalah ketika *mesh* diubah menjadi satu model analisis menjadi model yang banyak. Hasil umum meningkat ketika banyaknya *mesh* menjadi lebih banyak pada daerah tekanan yang tinggi. Umumnya tidak semua hasil FEA yang memerlukan *Refinement Mesh*.

Ada tiga dasar untuk menghasilkan *mesh*, secara manual, semi otomatis dan *mesh* otomatis.

1. *Mesh* manual.

Metode *mesh* ini membutuhkan waktu yang banyak dan lama untuk memodifikasi model dengan beberapa perangkat lunak. Elemen hingga pun otomatis tidak akan berubah, akibatnya beberapa file tidak akan kompatibel satu sama lain.

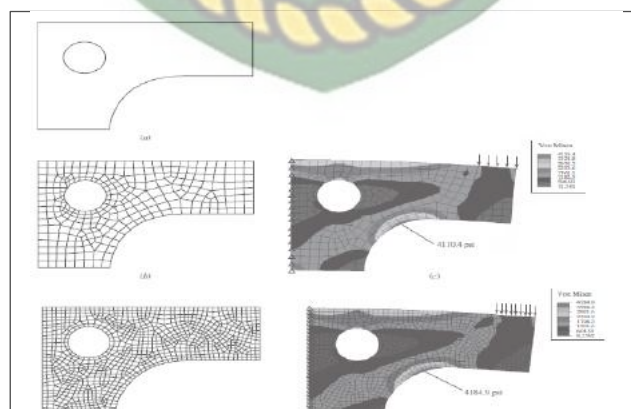
2. Semi otomatis *mesh*

Selama beberapa tahun, Algoritma komputer sudah diciptakan dan mudah memasukkan model ke daerah *mesh* otomatis dari struktur yang dibuat dan menciptakan beberapa batasan. Sejak model bisa menentukan batasan, maka diciptakan teknik semi otomatis. Dengan cara ini banyak algoritma komputer yang dipakai untuk *mesh* ini.

### 3. *Mesh* otomatis

Banyak *software* yang dikonsentrasikan untuk menciptakan *mesh* otomatis, dan beberapa sudah secara otomatis membuat sendiri *mesh refinement*. Ini merupakan keberhasilan untuk mengurangi waktu untuk *preprocessing* dan FEA *mesh*.

Program otomatis *mesh* dapat memperkirakan kesalahan dalam solusi FEA, dari kesalahan tersebut *mesh* akan secara otomatis merevisi dan menganalisis ulang. Proses ini akan berulang hingga hasil yang diinginkan keluar. Ketika konsentrasi tegangan didapat, maka *mesh* perlu ditingkatkan untuk mendapatkan hasil yang optimal, kesalahan pada *mesh* dapat berpengaruh pada visualisasi model dan konsentrasi tegangan juga, pada Gambar 2.38



menunjukkan visualisaai *mesh*

Gambar 2.38 *Mesh* otomatis pada model plat tipis. (a) batas model. (b) *automesh* 294 *elemen* dan 344 titik. (c) terjadi cacat (skala tinggi) dengan kontur tegangan. (d) *automesh* dengan 1008 *elemen* dan 1096 titik. (e) terjadi cacat (skala tinggi) dengan kontur tegangan (Shingley's, 2008).

### 2.17 Persamaan Tegangan *Von Mises*

Teori *Von mises* ini sering digunakan untuk memprediksi faktor keamanan dari suatu material pada benda. Adapun rumus yang digunakan untuk persamaan tegangan *Von Mises* maksimum minimum adalah :

$$s_{max} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2} \dots\dots\dots 2.15$$

$$s_{min} = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2} \dots\dots\dots 2.16$$

Dimana :

$s_{max}$  = Gaya normal maksimum yang bekerja

$s_{min}$  = Gaya normal minimum yang bekerja

$s_x$  = Gaya yang bekerja sepanjang sumbu x

$s_y$  = Gaya yang bekerja sepanjang sumbu y

$\tau_{xy}$  = Tegangan geser

### 2.18 Jenis – Jenis *Conveyor*

Secara umum jenis/type conveyor terbagi 3 yang digunakan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

### 2.18.1 *Belt Conveyor*

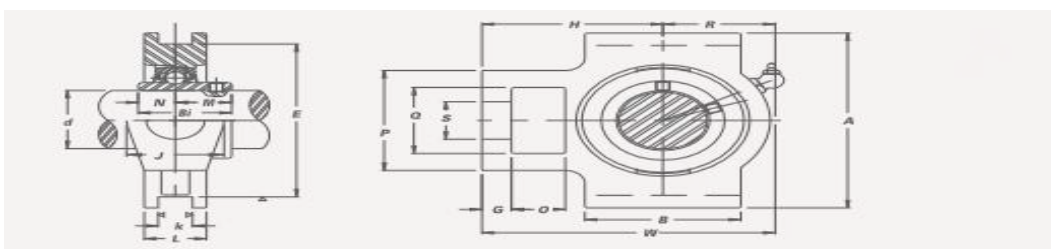
Belt conveyor memiliki komponen utama berupa sabuk yang berada diatas roller-roller penumpu. Sabuk digerakkan oleh motor penggerak melalui suatu pulley, sabuk bergerak secara translasi dengan melintas datar atau miring tergantung kepada kebutuhan dan perencanaan. Material diletakkan diatas sabuk dan bersama sabuk bergerak kesatu arah. Pada pengoperasiannya konveyor sabuk menggunakan tenaga penggerak berupa motor listrik dengan perantara roda gigi yang dikopel langsung ke puli penggerak. Sabuk yang berada diatas roller-roller akan bergerak melintasi roller-roller dengan kecepatan sesuai putaran dan puli penggerak.

### 2.18.2 *Screw Conveyor*

Screw conveyor adalah konveyor yang paling tepat untuk mengangkut bahan padat berbentuk halus atau bubuk adalah konveyor sekrup (screw conveyor). Alat ini pada dasarnya terbuat dari pisau yang berpilin mengelilingi suatu sumbu hingga bentuknya mirip sekrup.

### 2.19 *Data Bearing Uct 213*

Gambar teknik bearing uct 213 dapat dilihat pada gambar 2.39





Gambar 2.39 bearing uct 213

Data teknis baja tersebut dapat dilihat pada gambar 2.40

Unit No.	Shaft Dia.		Dimensions (in. / mm)													Bearing No.	Housing No.	Weight (lbs.)			
	d	O	G	P	Q	S	B	k	E	A	W	J	L	R	H				Bi	N	M
UCT 201 201-8 202-10 203 204-12 204	12 15 17 20	1/2 3/4 3/4 3/4	1/8	3/16	1/8	2 1/4	3/4	2 1/2	3/4	3 1/2	3 1/4	1 1/4	1 1/8	1 1/8	2 1/8	1.2205	0.5000	0.7205	UC 201 201-8 202 202-10 203 204-12 204	T 204	1.7
UCT 205-14 205-15 205-16	1 25	7/8 1 1/8 1	1/8	3/16	1/8	2 1/4	3/4	2 1/2	3/4	3 1/2	3 1/4	1 1/4	1 1/8	1 1/8	2 1/8	1.3386	0.5630	0.7756	UC 205-14 205-15 205-16	T 205	1.9
UCT 206-17 206-18 206-19 206-20	1 30	1 1/8 1 1/4 1 1/8 1 1/8	1/8	3/16	1/8	2 1/4	3/4	2 1/2	3/4	3 1/2	3 1/4	1 1/4	1 1/8	1 1/8	2 1/8	1.5000	0.6260	0.8740	UC 206-17 206-18 206-19 206-20	T 206	2.9
UCT 207-20 207-21 207-22 207 207-23	1 35	1 1/4 1 1/2 1 1/4 1 1/2 1 1/8	1/8	3/16	1/8	2 1/4	3/4	2 1/2	3/4	3 1/2	3 1/4	1 1/4	1 1/8	1 1/8	2 1/8	1.6890	0.6890	1.0000	UC 207-20 207-21 207-22 207 207-23	T 207	3.5
UCT 208-24 208-25 208	1 40	1 1/2 1 5/8 1 1/2	1/8	3/16	1/8	2 1/4	3/4	2 1/2	3/4	3 1/2	3 1/4	1 1/4	1 1/8	1 1/8	2 1/8	1.9370	0.7480	1.1890	UC 208-24 208-25 208	T 208	5.5
UCT 209-26 209-27 209-28 209	1 45	1 5/8 2 1 1/2 1 1/2	1/8	3/16	1/8	2 1/4	3/4	2 1/2	3/4	3 1/2	3 1/4	1 1/4	1 1/8	1 1/8	2 1/8	1.9370	0.7480	1.1890	UC 209-26 209-27 209-28 209	T 209	5.5
UCT 210-30 210-31 210 210-32	1 50	2 1 7/8 2S	1/8	3/16	1/8	2 1/4	3/4	2 1/2	3/4	3 1/2	3 1/4	1 1/4	1 1/8	1 1/8	2 1/8	2.0315	0.7480	1.2635	UC 210-30 210-31 210 210-32	T 210	5.7
UCT 211-32 211-34 211 211-35	1 55	2 2 1/8 2 1/8 2 1/8	1/8	3/16	1/8	2 1/4	3/4	2 1/2	3/4	3 1/2	3 1/4	1 1/4	1 1/8	1 1/8	2 1/8	2.1890	0.8740	1.3150	UC 211-32 211-34 211 211-35	T 211	8.8
UCT 212-36 212 212-38 212-39	1 60	2 1/4 2 1/2 2 1/2 2 1/8	1/8	3/16	1/8	2 1/4	3/4	2 1/2	3/4	3 1/2	3 1/4	1 1/4	1 1/8	1 1/8	2 1/8	2.5630	1.0000	1.5630	UC 212-36 212 212-38 212-39	T 212	10.6
UCT 213-40 213	1 65	2 1/2 2 3/8	1/8	3/16	1/8	2 1/4	3/4	2 1/2	3/4	3 1/2	3 1/4	1 1/4	1 1/8	1 1/8	2 1/8	2.5630	1.0000	1.5630	UC 213-40 213	T 213	15.2
UCT 215-47 215 215-48	1 75	2 3/4 3 3	1/8	3/16	1/8	2 1/4	3/4	2 1/2	3/4	3 1/2	3 1/4	1 1/4	1 1/8	1 1/8	2 1/8	3.0630	1.3110	1.7520	UC 215-47 215 215-48	T 215	15.9

Gambar 2.40 data uct 213

Data beban yang bekerja pada berbagai jenis bearing uct dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.3. Beban yang Bekerja Pada Bearing UCT

CODICE	d	O	G	P	Q	S	B	K	E	A	W	J	L	H	Bi	N	C.dinami co	C. statico	peso
	mm																N	N	Kg
UCT 204	20	16	10	32	51	19	51	12	76	89	94	32	21	61	31	12,7	12800	7500	0,79
UCT 205	25	16	10	32	51	19	51	12	76	89	97	32	24	62	34,1	14,3	14000	7900	0,84
UCT 206	30	16	10	37	56	22	57	12	89	102	113	37	28	70	38,1	15,9	19500	11300	1,30
UCT 207	35	16	13	37	64	22	64	12	89	102	129	37	30	78	42,9	17,5	25700	15400	1,70
UCT 208	40	19	16	49	83	29	83	16	102	114	144	49	33	88	49,2	19	29100	17900	2,42
UCT 209	45	19	16	49	83	29	83	16	102	117	144	49	35	87	49,2	19	32700	20400	2,52
UCT 210	50	19	16	49	83	29	86	16	102	117	149	49	37	90	51,6	19	35100	23200	2,70
UCT 211	55	25	19	64	102	35	95	22	130	146	171	64	38	106	55,6	22,2	43300	29400	4,10
UCT 212	60	25	19	64	102	35	95	22	130	146	171	64	38	106	55,6	22,2	52400	36100	5,20
UCT 213	65	33	21	70	112	41	120,5	26	150	168	224	70	44	137	65	23,4	57200	40100	6,90
UCT 214	70	33	21	70	112	41	121	26	150	168	224	70	46	137	74	30,2	62200	44100	7,00
UCT 215	75	33	21	70	112	41	120,5	26	150	168	232	70	48	139	77	33,3	67400	48280	7,20

Sumber : [www.skftraning.info](http://www.skftraning.info)

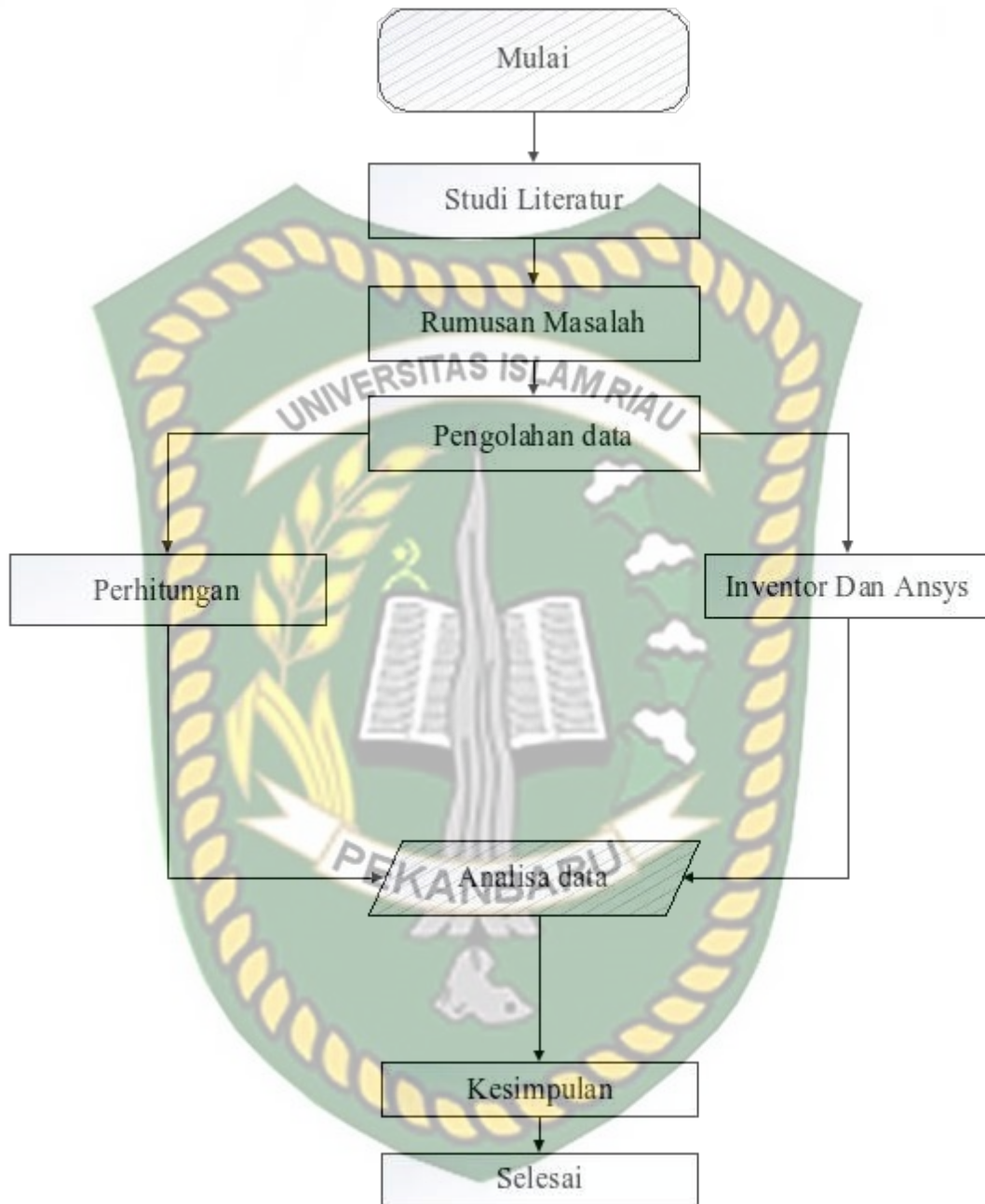
Data diatas adalah dimana ukuran *bearing* dan poros yang digunakan pada *conveyor scraper*.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Prosedur penelitian ini membahas mengenai analisa kegagalan bantalan. Dalam penelitian ini dilakukan pengambilan data pada *bearing* yang telah mengalami kerusakan. Setelah data diambil kemudian lakukan pengolahan data yang telah didapat tadi setelah itu dilakukan pengamatan terhadap bantalan yang mengalami kerusakan untuk mengetahui jenis kerusakan apa yang terjadi pada bantalan. Dari hasil pengamatan, kemudian lakukan perhitungan secara teoritis terhadap bantalan yang rusak dengan mengambil data spesifikasi pada buku katalog bantalan tersebut. Selanjutnya melakukan simulasi dengan menggunakan *Inventor Proffesional 2016* dan *Ansys Workbench 2017* untuk melihat fenomena apa yang terjadi pada *bearing* sehingga *bearing* mengalami kerusakan. Selanjutnya lakukan perbandingan dari hasil perhitungan, simulasi dan data yang didapat untuk mengetahui hasil dari penelitian yang telah dilakukan sehingga mendapatkan hasil dan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Adapun diagram alir dari metode penelitian yang digunakan dalam menganalisa kegagalan *bearing* dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Studi Literatur

Pada tahap studi literatur dilakukan kajian secara teoritis mengenai metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini yang kemudian akan menjadi acuan bagi penulis dalam melaksanakan penelitian ini. Studi literatur tersebut penulis peroleh dari buku, jurnal, data lapangan dan lain-lain.

### 3.3 Survey Lapangan.

Dalam melakukan penelitian ini penulis melakukan pengambilan data dan pengumpulan data *conveyor scraper* pada PT. Pabrik Kelapa Sawit (PKS).

### 3.4 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Pada penelitian ini, penulis mempertimbangkan kondisi setiap komponen *bearing* pada *conveyor scraper*. Penelitian ini membahas mengenai kerusakan yang terjadi pada *bearing* dan agar mengetahui umur *bearing* berdasarkan data lapangan.

### 3.5 Alat dan Bahan

Dalam melakukan penelitian ini diperlukan. Alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

#### 3.5.1 Alat

1. Laptop
2. *Software Autodesk Inventor 2016*

3. *Software Ansys 2015*

### 3.5.2 Bahan

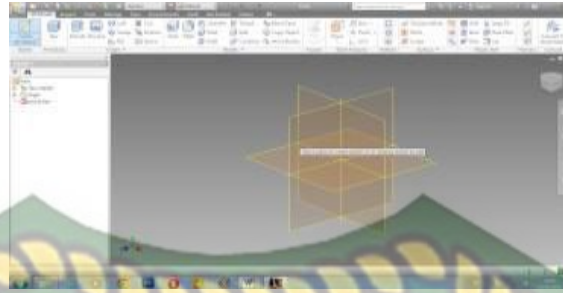
1. *Bearing Uct 213*

### 3.6 Tahapan simulasi Autodesk Inventor 2016

Pemodelan elemen hingga pada *Autodesk Inventor* Spesifikasi bearing didapat berdasarkan data lapangan. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan *Autodesk Inventor*. Untuk menggambar bantalan langkah awal yang diambil yaitu mendesain bantalan menggunakan *Autodesk Inventor* dan untuk pemodelan poros menggunakan *Inventor Fusion* karena untuk menggabungkan 2 benda harus menggunakan ke dua aplikasi tersebut. Setelah selesai melakukan pemodelan, simpan hasil pemodelan yang telah didesain melalui *Inventor Fusion* ke dalam “*file.sat*” agar bisa dibuka pada *Autodesk Inventor*. Setelah disimpan, buka file tadi ke dalam *Autodesk Inventor*. untuk menggabungkan ke dua spesimen yang telah dibuat. Selanjutnya lakukan simulasi agar mendapatkan data yang diinginkan.

#### 3.6.1 Pemodelan Perangkat Uji

Pemodelan spesimen yang ingin diteliti dilakukan dengan menggunakan *Autodesk Inventor 2016* dan *Inventor Fusion*. Pada *Autodesk Inventor 2016* dibuat pemodelan spesimen *bearing*. Awalnya buat sketsa 2 dimensi untuk membuat bantalan di *inventor*. Pilih “*plane*” pada awalnya untuk membuat pemodelan dengan dua dimensi seperti pada gambar di bawah ini.



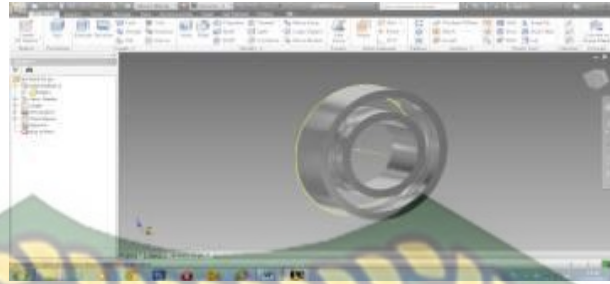
Gambar 3.4 *Plane*

Selanjutnya membuat desain spesimen dengan mengklik “ *Create 2D Sketch* “ untuk membuat pemodelan. Hasil dari desain 2 dimensi yang telah dibuat terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.5 Sketsa bantalan 2D

Dari hasil pemodelan 2 dimensi diatas selanjutnya dibuat model 3 dimensi. Untuk membuat model 3 dimensinya agar membentuk gambar bantalan yang diinginkan, klik “ *revolve* “ karena fungsi dari *revolve* ini adalah membuat bentuk– bentuk silindris dengan cara memutar suatu bentuk profil terhadap sumbu yang ditentukan. Setelah mengklik *revolve* maka gambar yang dihasilkan adalah sebagai berikut.



Gambar 3.6 Sketsa bantalan yang telah di *revolve*

Dari gambar diatas dapat dilihat gambar bantalan yang diinginkan hampir selesai. Selanjutnya akan membuat bola – bola yang ada pada bantalan. Untuk membuat bola –bola pada bantalan klik “ *slice graphics* “ agar model yang dibuat tadi terbagi menjadi 2 sehingga memudahkan untuk mendesain bola – bola bantalan. Dan membuat 2 dimensi untuk bola pada bantalan.



Gambar 3.7 *Slice Graphics*

Untuk membantu membuat bola – bola bantalan dibutuhkan “ *project geometry* “ agar memudahkan menemukan “ *center point* ” untuk membuat lingkarannya. Setelah mendesain bola – bola bantalan, selanjutnya seperti membuat bantalan tadi klik kembali “ *revolve* “ agar bentuk 3 dimensi dari bola – bola bantalan akan terbentuk. Setelah terbentuk maka langkah selanjutnya adalah menempatkan bola – bola bantalan melingkar memenuhi bantalan tersebut maka caranya adalah klik “ *circular pattern* “ untuk membuat bola – bola bantalan



melingkar memenuhi bantalan. Jumlah bola bantalan yang diinginkan tergantung dari spesifikasi bantalan dari katalog *Uct*.



Gambar 3.8 Pemodelan bantalan yang telah jadi

Setelah pemodelan *bearing* selesai baru masukkan ke *cover bearing* dan untuk menyatukan *bearing* dan *cover bearing* yaitu menggunakan *assembly*.



Gambar 3.9 Pemodelan *Bearing Cover*

Dari gambar diatas, setelah menyelesaikan pemodelan bantalan dengan menggunakan *autodesk inventor 2016*. Untuk membuat poros pada *autodesk inventor 2016*. Untuk membuat poros bisa langsung mengklik “ *cylinder* “ pada *plane* yang telah dipilih, kemudian tentukan ukuran panjang dan diameter poros sesuai dengan data yang didapat dari lapangan.

### 3.7 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa parameter yaitu :

#### 3.7.1 Penggambaran Autodesk Inventor

Penggambaran model menggunakan Autodesk Inventor yang ditunjukkan pada Gambar 3.10



Gambar 3.10 Model 3D *Autodesk inventor*

Penggambaran Model menggunakan Autodesk Inventor bertujuan agar model solid saat di meshing, kemudian tahap *analysis* dilakukan dengan *software* ANSYS WORKBENCH. Sebelum melakukan simulasi ada beberapa parameter yang harus diperhatikan

#### 3.7.2 *Engineering Data*

*Engineering Data* adalah sebuah parameter dimana memilih material yang akan dipilih saat melakukan simulasi menggunakan ansys, dalam penelitian ini

parameter yang perlu dilakukan adalah *Density*, *Specific Heat*, *Isotropic Thermal Conductivity* dan lain-lain. Karena saat *solve* untuk *static structural* apabila tidak ada parameter tersebut akan *error*.

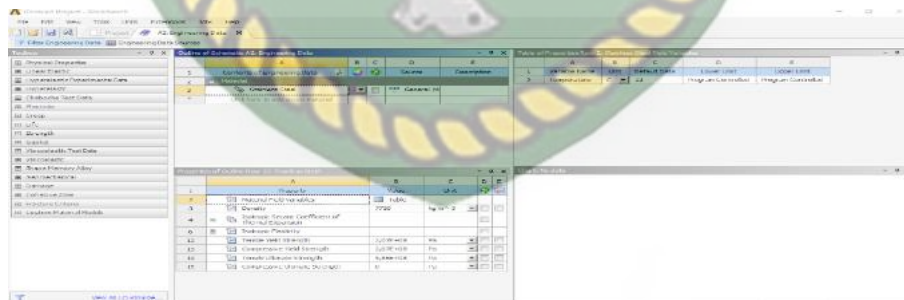
Contoh pada *engineering data* seperti pada Gambar 3.11



Gambar 3.11 *Engineering Data* ansys

### 3.7.3 Pemilihan Material Pada Geometri Model

Langkah pemilihan material geometri model pada *engineering data* ANSYS yang ditunjukkan pada Gambar 3.12



Gambar 3.12 Pemilihan Material

### 3.7.4 Memasukan Data Material

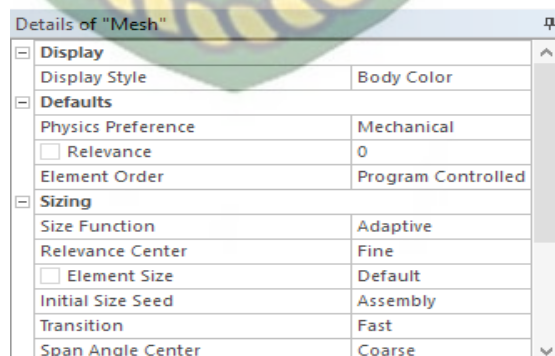
Setelah memilih material pada *engineering data* langkah selanjutnya adalah memasukkan material pada geometri model yang ditunjukkan pada Gambar 3.13



Gambar 3.13 Pemilihan Material Pada Geometri Model

### 3.7.5 Pemilihan Mesh

Kemeshingan, *mesh* yang dilakukan dengan memilih *groove* dari gambar dengan dipilih *generate*, pemilihan *mesh* ini dilakukan karena tanpa *mesh* maka model yang akan dianalisis tidak mengeluarkan *report* / hasil. Pemodelan *mesh* dapat dilihat pada Gambar 3.14



Gambar 3.14 Pemilihan Mesh

### 3.7.6 Tipe Mesh

Kemudian memilih tipe *mesh* yang akan dipakai, karena dalam penelitian ini untuk mengetahui beban *generate mesh* gambar 3.15.



Gambar 3.15 *Generate mesh*

### 3.7.7 Penentuan Support

Selanjutnya adalah memilih *support* yang akan digunakan, dalam penelitian ini menggunakan *fixed support* dan *pressure* yang berguna untuk benda agar tidak bergerak yang ditunjukkan pada gambar 3.16



Gambar 3.16 *Sport Pada Model*

### 3.7.8 Pemilihan Solution

maka selanjutnya memilih solusi pada memilih beban dan umur bearing maka di pilih total *deformasion*, *life*, dan *safety factor* dapat dilihat pada gambar 3.17



Gambar 3.17 pemilihan *solution*

*Output* penelitian ini berupa *report* dari hasil yang dikeluarkan oleh ANSYS

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Perhitungan Beban *Bearing*

Perhitungan beban yang bekerja pada *bearing* dilakukan untuk mendapatkan usia penggunaan *bearing ball* yang digunakan pada *conveyor scraper* uct 213. Berdasarkan data operasional PT. Kimia Tirta Utama *conveyor* yang digunakan dapat dilihat pada table 4.1 :

Tabel 4.1 Data Operasional PT.Kimia Tirta Utama

Jenis-jenis komponen	Spesifikasi komponen
Scraper conveyor	-
Bearing yang digunakan Ball Bearing	Uct 213
Lebar Conveyor	1000 mm
Panjang conveyor	22,5 meter
Berat conveyor	100 kg/m
Kapasitas conveyor	50 ton/jam
Kecepatan conveyor	0,4 m/s
Putaran motor	1500 rpm
Putaran rantai	375,0
Basic Load System (C)	52,7 kN
Basic Load Static (Co)	40,1 kN
Putaran Motor Penggerak	1500 rpm
Beban Radial (Fr)	1,91 kN
Beban Aksial (Fa)	1,41 kN
Jenis material yang diangkat	Janjangan sawit

Berdasarkan data tersebut dihitung beban yang diterima oleh bearing per meter. Rumus untuk menghitung berat material yang dibawa conveyor per meternya adalah :

$$\frac{Q/3600}{v} \quad (\text{kg/m})$$

Sehingga :

$$= \frac{50.000/3600}{0,4} \text{ (kg/m)}$$

$$= 34,72 \text{ kg/m}$$

Lebar conveyor yang berukuran 350 mm mempunyai berat senilai 100 kg/m, jadi beban total yang diterima oleh bearing adalah :

$$34,72 + 100 = 134,72 \text{ kg/m}$$

Karena panjang *conveyor* adalah 22,5 m dan ditahan oleh 4 *bearing* maka

$$m = \frac{134,72 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 22,5 \text{ m}}{4}$$

$$= 757,8 \text{ kg}$$

Sehingga gaya yang diterima bearing :

$$F = m \times g$$

$$= 757,8 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$= 7426,44 \text{ N}$$

$$= 7,42644 \text{ kN}$$

Jenis bearing yang digunakan yaitu uct 213 Ball Bearing.

#### 4.2. Besar Beban Ekuivalen

Beban ekuivalen dinamis yaitu suatu beban yang besarnya sedemikian rupa sehingga memberikan umur yang sama dengan umur yang diberikan oleh



beban dan kondisi putaran sebenarnya. Besar beban ekuivalen dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.2 :

$$P = XFr + YFa$$

Sebelum menghitung besar beban ekuivalen, terlebih dahulu mencari faktor beban radial dan faktor beban aksial dengan cara menghitung perbandingan antara beban aksial dengan Basic Load Static ( $C_0$ ) dan didapat :

$$\begin{aligned}
 & \frac{Fa}{C_0} \\
 &= \frac{1,41}{40,1} \\
 &= 0,035
 \end{aligned}$$

Besar faktor pembanding e dengan  $\frac{Fa}{C_0} = 0,035$  tidak terdapat pada tabel 2.1, sehingga untuk mendapatkan X (faktor beban radial) dan Y (faktor beban aksial) dilakukan interpolasi. Interpolasi adalah cara menentukan suatu nilai yang berada di antara dua nilai yang diketahui berdasarkan suatu fungsi persamaan. Sehingga didapat :

$$\frac{0,028 - 0,035}{0,028 - 0,056} = \frac{1,99 - y}{1,99 - 1,71}$$

$$\frac{-0,007}{-0,028} = \frac{1,99 - y}{0,28}$$

$$-0,00196 = -0,05572 + 0,028y$$

$$0,05376 = 0,028y$$

$$Y = \frac{0,05376}{0,028}$$

$$Y = 1,92$$

Faktor beban radial ( X ) untuk semua perbandingan pada Tabel 2.1 adalah 0,56 sehingga beban ekuivalen adalah :

$$P = ( 0,56 \times 1,91 ) + ( 1,92 \times 1,41 )$$

$$P = 1,0696 + 2,7072$$

$$P = 3,7768\text{kN}$$

Dari data lapangan dapat dihitung umur bearing keandalan 90% yang dinyatakan dengan L10, yang terdapat pada rumus 2.3, maka umur bearing adalah :

$$F_n = \frac{33,3}{1500} \cdot i^{1/3}$$

$$= 0,281$$

$$F_h = \left( \frac{C}{P} \right) F_n$$

$$F_h = \left( \frac{52,7}{3,7768} \right) 0,281$$

$$F_h = 3,9197$$

Conveyor beroperasi selama 20 jam untuk proses pengangkatan janjan sawit ke dalam perebusan kemudian di conveyor berhenti pada jam istirahat, jadi bearing bekerja secara terus-menerus tanpa henti kecuali pada jam-jam tertentu. Umur bearing pada kecepatan konstan dapat dihitung dengan persamaan L10h yang terdapat pada rumus 2.4 :

$$L_h = 500 \times (3,9197)^3$$

$$L_h = 30.111,68 \text{ (h)}$$

Bearing bekerja 1 hari selama 20 jam maka

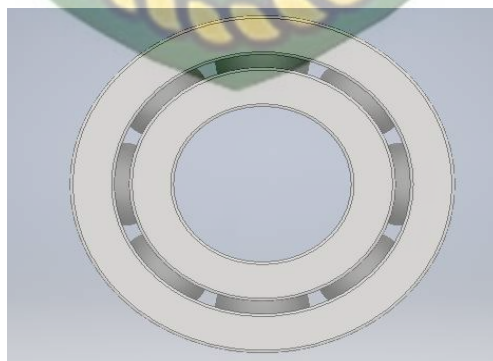
$$\begin{aligned}L_h &= \frac{30.111,68}{20} \\ &= 1.505,584 \text{ (h)} \\ &= \frac{1.505,584}{365} \\ &= 4,12 \text{ tahun}\end{aligned}$$

$$L_{10} = 4,12 \times 1 = 4,12 \text{ tahun}$$

Jadi kapasitas conveyor 50 ton/jam untuk proses perebusan , mempunyai umur bearing selama 4,12 tahun.

#### 4.3 Tahap Awal Simulasi Bearing

*Static Assembly Analysis* adalah model analisis struktur assembling untuk mengetahui batas kemampuan part yang sudah terassembling dengan material tertentu dan menahan beban yang dikenakan kepadanya secara statis baik tekan, tarik ataupun beban puntir. Simulasi dilakukan dengan menggunakan *inventor* 2018. Simulasi ini dilakukan untuk menganalisa penyebab kerusakan pada bearing uct 213 pada scraper conveyor.



Gambar 4.1. Bearing yang akan disimulasi

Pada penelitian ini beban yang diberikan sama dengan kapasitas conveyor yaitu : 50 ton/jam

Sehingga diperoleh :

$$50 \times \frac{10^3 \text{ kg}}{\text{jam}} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= 490,500 \text{ N/jam}$$

Data pemilihan material dan metode yang digunakan pada *Ansys* dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 : Data Material Yang diperoleh

Name	Geometry
Model type	DesignModeler
Default failure criterion	Max von Mises Stress
Yield strength	$2,5 \times 10^8 \text{ Pa}$
Tensile strength	$4,6 \times 10^8 \text{ Pa}$
Elastic modulus	$2 \times 10^{11} \text{ Pa}$
Poisson's ratio	0.3
Mass density	$7850, \text{ kg m}^{-3}$
Shear modulus	$7,6923 \times 10^{10} \text{ Pa}$
Thermal expansion coefficient	$1,2 \times 10^5 \text{ C}^{-1}$

#### 4.4 Hasil Simulasi Ansys 2018

Setelah tahap awal simulasi bearing selesai, maka akan didapatkan hasil analisa bearing. Ada 4 hasil analisa yang didapatkan pada saat tahap awal simulasi bearing dilakukan, yaitu : Tegangan Von Mises (Von Mises Stress), Total deformation, life dan Safety factor.

##### 4.4.1 Tegangan Von Mises (Von Mises Stress)

Tegangan Von Mises (Von Mises stress) atau juga dikenal kriteria energi distorsi maksimum merupakan suatu teori untuk menganalisis kegagalan dalam suatu struktur. Pada penelitian kali ini di asumsikan beban pada kondisi statis ketika sepanjang jalur conveyor. Kegagalan dalam hal ini kelelahan yang terjadi pada bearing, jika tegangan Von Mises nya sama atau melebihi tegangan endurance bahan.



Gambar 4.2. Von Mises Stress

Dapat di artikan von mises stress yang terjadi pada simulasi ansys ini. kumpulan gaya pada suatu permukaan benda yaitu yang di sebut (force). semakin sempit permukaan luasan permukaan namun gaya tetap, maka tegangan semakin besar. Kesimpulan dari simulasi von mises stress pada bagian yang berwarna kuning tua pada inner race bearing tersebut adalah bearing yang dapat berubah bentuk atau rusak karena menerima tekanan dengan nilai maksimal  $9,4777 \times 10^7$  Pa atau dikonversikan setara dengan 94,777 MPa. Pada bagian yang biru yaitu tidak berpengaruh terhadap perubahan bentuk yang di tentukan dengan nilai minimum dari hasil simulasi tersebut.

Perhitungan selanjutnya untuk mengetahui nilai *Safety Factor*, nilai *Safety Factor* untuk *bearing* yang telah ditentukan adalah .

$$SF = \frac{\sigma_y}{\sigma}$$

Maka,

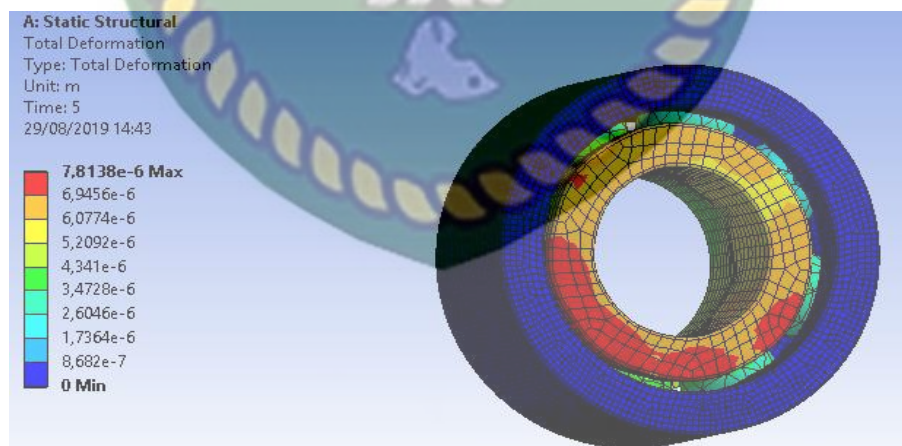
$$SF = \frac{\sigma \text{ yield strenghts}}{\sigma \text{ von misses}}$$

$$= \frac{460 \text{ MPa}}{94,7}$$

$$= 4,85 \text{ (aman)}$$

#### 4.4.2 Total Deformasi

*Total Deformation* pada kondisi pembebanan 50000 Kg ( 490,500 N) ditunjukkan bahwa *bearing* mengalami perubahan bentuk didaerah *inner race* dengan nilai maksimum  $7,8171 \times 10^{-6}$  m yang dapat dilihat pada gambar 4.3

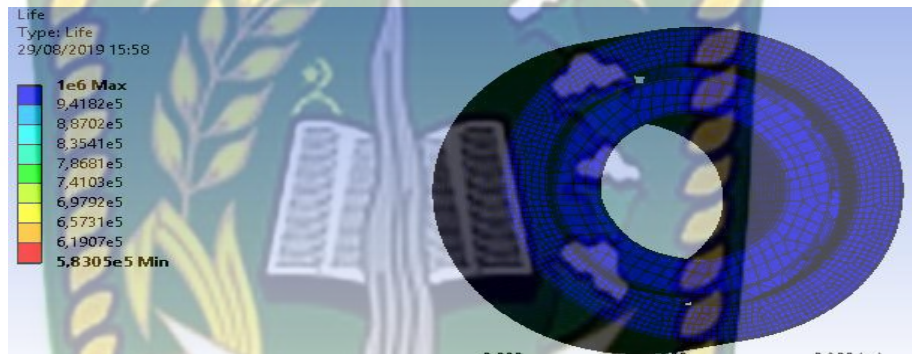


Gambar 4.3 Total Deformasi

#### 4.4.3 Life

Dari hasil simulasi diatas dapat diketahui *life* yang didapatkan adalah sebesar  $5,8305 \times 10^5$  cycles dengan posisi displacement maksimum terdapat pada inner race bearing. Hal ini disebabkan karena tegangan yang terjadi pada bearing dan banyak tertumpu pada bagian inner race bearing. Sehingga yang terjadi gaya pada inner race bearing merambat sampai ke seluruh bagian bearing dan menghasilkan perubahan pada bearing tersebut.

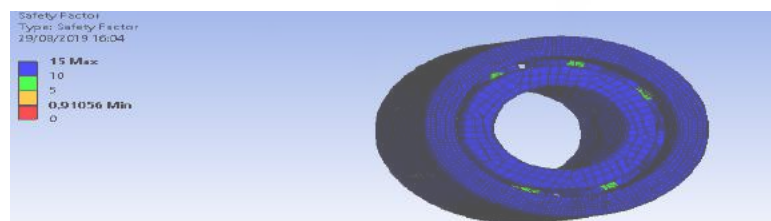
Dapat dilihat pada gambar 4.4 *life*



Gambar 4.4 *life*

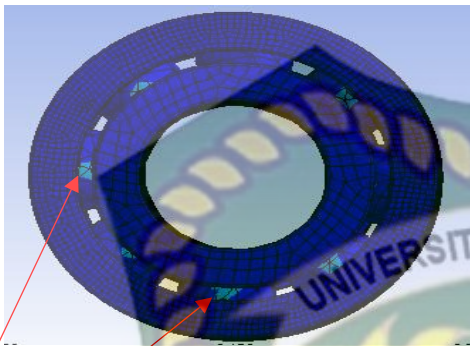
#### 4.4.4 Safety factor

Dari hasil simulasi diatas diketahui safety factor maksimum yang didapatkan adalah sebesar  $1, \times 10^9$  . Minimum yang didapat pada safety factor adalah sebesar 0,91056. Dapat dilihat pada gambar 4.6 safety factor.

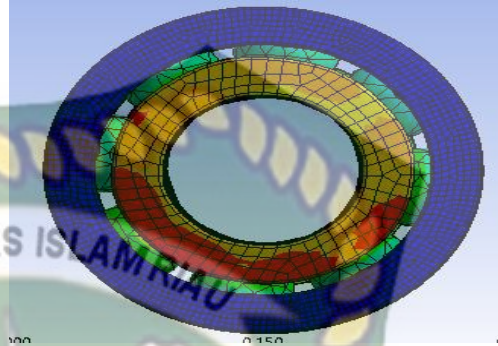


Gambar 4.5 safety factor

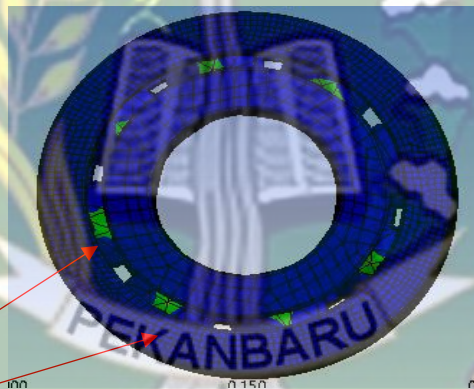
Berdasarkan hasil simulasi terhadap nilai von mises, total deformasi, dan safety factor, maka dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.6 : von mises



Gambar4.7 : Total Deformasi



Gambar 4.8 : safety factor

Pada gambar diatas hasil simulasi nilai dari equivalent von mises berada antara 10,51 – 94,8 MPa. Namun demikian daerah equivalent von mises tertinggi tidak dapat didefenisikan dengan jelas. Hasil total deformasi tertinggi diperlihatkan dengan jelas pada warna merah ( daerah inner race ) dengan nilai deformasi  $7,8 \times 10^{-6}$  m (  $7,8 \times 10^{-3}$  mm daerah ini lebih banyak berada pada daerah bawah bearing. Sedangkan safety factor terendah didefenisi sebesar 0,91 pada daerah yang berdekatan dengan total deformasi. Tentu angka ini tidak aman



karena memiliki lebih kecil dari 2. Tetapi secara umum diperhitungan safety factor bearing tersebut 4,85.

Pecah *bearing* pada PKS dapat dilihat pada gambar 4.9



Gambar : 4.9 *bearing* pada PKS

Bearing pada PKS pecah karena beban yang berlebihan, bearing berputar searah jarum jam berputar selama tangki perebusan penuh dan berhenti dititik yang sama sehingga menahan beban yang tertinggal pada scraper conveyor pada saat perubusan sudah penuh.

#### 4.5 *Mechanical Properties* dan Komposisi Unsur Kimia pada Tipe 440A

Baja tipe 440A ini adalah baja tahan karat austenitik kromium-nikel yang mengandung molybdenum, yang merupakan baja yang memiliki ketahanan karat yang cukup baik, khususnya ketahanan terhadap korosi lubang yang biasanya terjadi akibat adanya kontaminasi dengan larutan klorida. Pada tabel dibawah ini dapat melihat *Mechanical Properties* dan komposisi unsur kimia *stainless steel* 440A

Tabel 4.3 *Mechanical Properties (Typical Room Temperature Properties)*

Stainless Steels	Typical Composition (weight percent)			Typical annealed properties				HRC
	C	Cr	Mn	HRB	0,2% YS Ksi(MPa)	Tensile Strength Ksi(MPa)	Elongation in2(51 mm)	
Type 440A	0,64	16,5	--	95	62 (427)	104 (717)	20	57-60
Type 425 Mod	0,55	13,5	1,0	93 89*	55 (379) 45 (310)	94 (648) 86* (593)	24 25*	57-60
Type 420HC **	0,44	13,0	--	88	45 (310)	87 (600)	28	56-59
Type 420	0,38	13,0	--	87	45 (310)	85 (586)	29	53-57
Type 410HC **	0,21	12,5	--	83	43 (310)	78 (538)	30	45-52
Type 410	0,14	12,5	--	82	42 (290)	74 (510)	34	38-45

(Sumber : [www.stal.com.cn](http://www.stal.com.cn))

Tabel 4.4 Komposisi kimia *stainless steel* 440A

Stainless Steels	Element in Weight Percent							
	Carbon	Manganese	Silicon	Chromium	Molybdenum	Nickel	Sulfur	Phosphorus
Type 410*	0.15 max	1.00 max	1.00 max	11.50-13.50	--	0.50 max	0.03 max	0.04 max
Type 420**	0.15-0.40	1.00 max	1.00 max	12.00-14.00	---	0.50 max	0.03 max	0.04 max
Type 425 Mod	0.50-0.55	1.00 max	1.00 max	13.00-14.00	0.80-1.20	0.50 max	0.03 max	0.04 max
Type 440A	0.60-0.75	1.00 max	1.00 max	16.00-18.00	0.75 max	0.50 max	0.03 max	0.04 max

(Sumber : [www.stal.com.cn](http://www.stal.com.cn))

Yield Strength pada tabel diatas adalah 427 MPa dimana safety factor nya adalah 4 sehingga  $427 : 4 = 106,75$  MPa melebihi pada tegangan von mesis 94,8 MPa

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Beban maksimum yang dapat diterima oleh *bearing* uct 213 adalah beban 50000 Kg ( 490,500 N) dengan nilai *Von Mises* 94,8 Mpa.
2. Dari penelitian diatas umur *bearing* yang digunakan pada conveyor scraper adalah 4969,19 hari *bearing* dalam keadaan normal tidak merusak maintenance

3. Daerah kritikal hasil simulasi ansys adalah inner race, pada bagian ini awal kerusakan karena terjadi total deformasi tertinggi ini semua data dari lapangan.

## 5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Berdasarkan kesimpulan yang didapat penulis menyimpulkan bahwa umur bearing mempengaruhi kerusakan bearing sehingga perlu dilakukan pengecekan bearing pada conveyor scraper secara berkala agar perawatan bearing dapat dilakukan dengan baik sehingga bearing mempunyai masa kerja yang cukup lama.
2. Perlu dilakukan analisa lebih lanjut terhadap jenis kerusakan pada bearing serta jam kerja conveyor scraper dengan usia pemakaian bearing sehingga tidak mudah rusak dan waktu penggunaan bearing bisa lebih lama

### DAFTAR PUSTAKA

- Abrianto, A. (2008). Analisa Kegagalan Logam
- Arif, R. S. (2014). Analisa Kerusakan Bantalan Bola (Ball Bearing) Jenis Deep Groove pada Lori Pabrik Kelapa Sawit dan Cara Penanggulangannya. APTEK, 6.
- Dega Surono Wibowoa, Achmad Widodob (2014) Diagnosis Kerusakan Bantalan Gelinding Pada Sistem Industri Dengan Metode Self Organizing Map (SOM)
- Edu Chahayana Marbun. (2017). Analisa Kerusakan Bearing SKF 6204 ZZ pada Carrier Idler Di Belt Conveyor for Backpacker 2bx6003 a

- Eko, E. S., & Faizin, A. R. (2009). Analisa Kegagalan Main Bearing Crankshaft pada Kendaraan Roda Empat. Flywheel, 2.
- Freddy Silalahi, Alfian Hamsi (2013) Study Kasus Audit Maintenen Mesin Pemindahan Bahan pada Belt Conveyor dan Wheel Loader Dipabrik Kertas (PULP) pada PT Toba Pulp Lestari, Tbk
- Jaminan B. Limbong<sup>1</sup>, Alfian Hamsi<sup>2</sup>. (2014). Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara, Jln. Almamater Kampus USU Medan 20155 Medan Indonesia
- Koyo. (2013). Ball and Roller Bearings: Failures, Causes and Countermeasures. JTEKT CORPORATION.
- Masmukti. (2011). Bantalan dan Sistem Pelumasan
- Noverson Triyanda Sihotang. (2014). Analisa Kegagalan Bantalan SKF 6005 pada Carrier Idler di PT. Pelabuhan Indonesia II (PERSERO) Cabang Bengkulu
- Sularso, & Suga, K. (1978). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita