

TUGAS AKHIR

ANALISA MEKANIS KOMPONEN TRACK ROLLER EXCAVATOR

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

Disusun Oleh:

SATRIA IRVAN AFIF
1407230173



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Satria Irvan Afif
NPM : 1407230173
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Mekanis Komponen Track Roller Excavator
Bidang ilmu : Kontruksi Dan Manufaktur

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

Medan, Juli 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



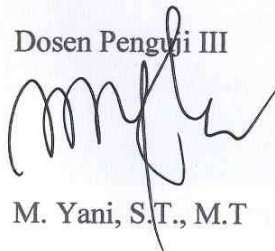
Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen Penguji III



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

Dosen Penguji IV



Chandra A Siregar, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,



Affandi, S.T., M.T



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Satria Irvan Afif
Tempat /Tanggal Lahir : Medan/13 Agustus 1996
NPM : 1407230173
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Analisa Mekanis Komponen Track Roller Excavator”.

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

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

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

Medan, Juli 2019

Saya yang menyatakan,



Satria Irvan Afif

ABSTRAK

Salah satu alat berat yang sering digunakan dalam kegiatan adalah *excavator*. Alat berat ini lebih dikenal dengan backhoe atau alat penggali yang biasanya digunakan untuk pengerukan. Excavator memiliki beberapa komponen penting yang mendukung kelancaran. *Undercarriage* adalah bagian bawah dari sebuah Excavator yang berfungsi untuk menahan beban, mengarahkan, dan sebagai pendukung unit. Agar sistem undercarriage dapat berfungsi dengan baik selama proses operasionalnya, maka perlu dilakukan perawatan yang terjadwal dengan baik. Berdasarkan hasil survei lapangan penulis menemukan beberapa permasalahan pada kerusakan mekanis *undercarriage excavator* yaitu: terjadi kerusakan pada komponen undercarriage di saat unit sedang dalam masa saat operasi. Kerusakan yang sering terjadi pada komponen undercarriage disebabkan karena dioperasikan pada pengerjaan yang telah ditargetkan tanpa memperhatikan komponen yang mulai kritis sehingga komponen undercarriage tersebut rusak tanpa diketahui operator. Metode yang digunakan untuk menganalisa kerusakan pada undercarriage adalah dengan analisa mekanis.. Dari hasil analisa yang didapat berdasarkan hasil analisa mekanis dan simulasi jika terjadi kemacetan bagian undercarriage yaitu track roller maka terjadi pemaksaan pada track roller sehingga pada faktanya akan terjadi kerusakan pada track roller. Rekomendasi perawatan pada komponen track roller meliputi kegiatan yaitu: cek kekencangan baut, pengukuran komponen, pelumasan, pergantian komponen, cek kekencangan track dan membersihkan semua komponen setelah alat berhenti beroperasi.

Kata kunci: Track roller, Excavator, Simulasi

ABSTRACT

One of heavy equipment that is often used in activities is excavators. This heavy equipment is known as a backhoe or digger which is usually used for dredging. The excavator has several important components that support smooth operation. The undercarriage is the bottom of an excavator that serves to hold the load, direct, and support the unit. In order for the undercarriage system to function properly during the operational process, it is necessary to have well-scheduled maintenance. Based on the results of the field survey the authors found several problems with the mechanical damage of the excavator undercarriage namely: damage to the undercarriage component when the unit is in operation. Damage that often occurs in undercarriage components is caused by being operated on targeted work without regard to components that are starting to be critical so that the undercarriage component is damaged without the operator knowing. The method used to analyze the damage to the undercarriage is mechanical analysis. From the analysis results obtained based on the results of mechanical analysis and simulation in the event of a bottleneck of the undercarriage namely track roller, there is coercion on the track roller so that in fact it will occur damage to the track roller. Maintenance recommendations on track roller components include activities namely: check bolt tightness, component measurement, lubrication, component change, check track tightness and clean all components after the tool has stopped operating.

Keywords: Track roller, excavator, Simulation

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 Mekanis Komponen Track Roller Excavator” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak M. Yani, S,T,.M,T selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Srg, S,T selaku Dosen Pimbimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ade Faisal Salaku Wakil Dakan I Fakultas Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar ,S,T,.M,T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi, S,T,.M,T Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatrautara.
6. Orang tua penulis: Satriono, SKM dan Ramadhani, AMkeb, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikkemesinan kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Aditya Putra Malau, Muhammad Akbar, Fengki Insandi, Zulkifli, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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, Juli 2019

Satria Irvan Afif

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR NOTASI | xiii |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan masalah | 2 |
| 1.3. Ruang Lingkup | 2 |
| 1.4. Tujuan | 2 |
| 1.5. Manfaat | 2 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1. Undercarriage | 3 |
| 2.2. Klafikasi Undercarriage | 4 |
| 2.2.1. Tipe <i>rigit</i> | 4 |
| 2.2.2. Tipe <i>Semi Rigit</i> | 5 |
| 2.3. Komponen Undercarriage | 6 |
| 2.3.1. <i>Track Frame</i> | 6 |
| 2.3.2. <i>Track Roller</i> | 7 |
| 2.3.3. <i>Carrier Roller</i> | 10 |
| 2.3.4. <i>Front Idler</i> | 12 |
| 2.3.5. <i>Track Adjuster & Recoil Spring</i> | 12 |
| 2.3.6. <i>Sprocket</i> | 13 |
| 2.3.7. <i>Track Link</i> | 13 |
| 2.3.8. <i>Track Shoe</i> | 14 |
| 2.4. Sistem Poros, Pasak, dan Bantalan | 15 |
| 2.5. Hukum Gerak Oleh Newton | 16 |
| 2.6. Perawatan | 19 |
| 2.6.1. Tujuan Perawatan | 19 |
| 2.6.2. Keuntungan-keuntungan Melakukan Perawatan | 19 |
| 2.6.3. Klasifikasi Perawatan | 19 |
| BAB 3 METODE PELAKSANAAN | 21 |
| 3.1 Tempat dan Waktu | 21 |
| 3.1.1 Tempat | 21 |
| 3.1.2 Waktu | 21 |
| 3.2 Alat dan Bahan yang digunakan | 21 |
| 3.2.1. Alat-alat | 21 |
| 3.2.2. Bahan | 27 |

| | | |
|--------------|-------------------------------------|-----------|
| 3.3 | Prosedur Penelitian | 27 |
| 3.4 | Diagram Alir Penelitian | 31 |
| BAB 4 | HASIL DAN PEMBAHASAN | 32 |
| 4.1 | Analisa Kerusakan Track Roller | 32 |
| 4.2 | Analisa Perhitungan | 38 |
| 4.3 | Regangan Elastis (Elastis Strain) | 41 |
| 4.4 | Spesifikasi Excavator EX200 Hitachi | 47 |
| BAB 5 | KESIMPULAN DAN SARAN | 49 |
| 5.1. | Kesimpulan | 49 |
| 5.2. | Saran | 49 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 50 |
| | LAMPIRAN | |
| | LEMBAR ASISTENSI | |
| | DAFTAR RIWAYAT HIDUP | |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|---|----|
| Tabel 3.1. | Jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan penelitian | 21 |
|------------|---|----|

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Komponen Undercarriage Bulldozer dan Excavator | 3 |
| Gambar 2.2 | Grafik Fungsi Undercarriage | 4 |
| Gambar 2.3 | Undercarriage Assembly Sumber: lit 1 | 4 |
| Gambar 2.4 | Tipe Rigid | 5 |
| Gambar 2.5 | Tipe Semi Rigid | 6 |
| Gambar 2.6 | Track Frame Rigid Mounting | 6 |
| Gambar 2.7 | Type Track Frame | 7 |
| Gambar 2.8 | Jenis Track Roller | 8 |
| Gambar 2.9 | Struktur Track Roller | 8 |
| Gambar 2.10 | Tipe X-Boogie dan K-Boogie | 9 |
| Gambar 2.11 | Tipe X-Boogie dan K-Boogie Track | 9 |
| Gambar 2.12 | Center Flange | 10 |
| Gambar 2.13 | Single Flange | 11 |
| Gambar 2.14 | Tipe Carrier Roller | 11 |
| Gambar 2.15 | Struktur Front Idler | 12 |
| Gambar 2.16 | Struktur Adjuster And Recoil Spring | 12 |
| Gambar 2.17 | Klasifikasi Sprocket | 13 |
| Gambar 2.18 | Tipe Track Link | 14 |
| Gambar 2.19 | Tipe Link | 14 |
| Gambar 2.20 | Tipe Track Shoe | 15 |
| Gambar 2.21 | Klasifikasi Perawatan | 20 |
| | | |
| Gambar 3.1 | Mistar dan Meteran | 22 |
| Gambar 3.2 | Berbagai Jenis Obeng dan Tang | 22 |
| Gambar 3.3 | Mesin Gerinda Tangan | 23 |
| Gambar 3.4 | Bor Listrik | 24 |
| Gambar 3.5 | Jangka Sorong | 24 |
| Gambar 3.6 | Katrol | 24 |
| Gambar 3.7 | Kunci sock dan Kunci Pas | 25 |
| Gambar 3.8 | Palu dan Pahat | 25 |
| Gambar 3.9 | Thickness Gauge | 26 |
| Gambar 3.10 | Thermometer digital merek krisbow | 26 |
| Gambar 3.11 | Excavator Ex200 Merek Hitachi yang akan di analisa | 27 |
| Gambar 3.12 | Track Roller yang mengalami kerusakan | 27 |
| Gambar 3.13 | Mengangkat Track Shoe | 28 |
| Gambar 3.14 | Track Roller yang rusak | 28 |
| Gambar 3.15 | Dimensi Track Roller | 29 |
| Gambar 3.16 | Sampel dalam bentuk 3D | 29 |
| Gambar 3.17 | Sampel dalam bentuk 3D diexport ke Ansys | 30 |
| Gambar 3.18 | Melakukan Meshing pada gambar 3D | 30 |
| Gambar 3.19 | Diagram Alir Penelitian | 31 |
| | | |
| Gambar 4.1 | Track Link, Track Roller dan Carrier Roller | 33 |
| Gambar 4.2 | Pemeriksaan Undercarriage Pada Excavator EX200 | 33 |
| Gambar 4.3 | Pemeriksaan Track Roller | 34 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.4 | Struktur Track Roller | 35 |
| Gambar 4.6 | Perawatan Terhadap Kebersihan Roller | 36 |
| Gambar 4.7 | Pencucian Untuk Melepas Kotoran | 37 |
| Gambar 4.8 | Penggantian Track Roller | 38 |
| Gambar 4.9 | Gaya yang diterima Track Roller | 39 |
| Gambar 4.10 | Dimensi track yang dijalani oleh track link | 40 |
| Gambar 4.11 | Pengukuran Dimensi Track Roller | 41 |
| Gambar 4.12 | Proses regangan pada track roller dengan simulasi | 42 |
| Gambar 4.13 | Proses deformasi total pada track roller akibat pembebanan | 43 |
| Gambar 4.14 | Proses awal deformasi total track roller akibat pembebanan | 44 |
| Gambar 4.15 | Proses lanjut deformasi total track roller akibat pembebanan | 44 |

DAFTAR NOTASI

| | |
|-----------|--|
| F | = total gaya yang bekerja |
| m | = massa benda |
| a | = percepatan benda |
| $F_{a,b}$ | = gaya – gaya yang bekerja pada A oleh B |
| $F_{b,a}$ | = gaya – gaya yang bekerja pada B oleh A |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemakaian alat-alat berat dalam industri pertambangan sudah banyak digunakan, sehingga memerlukan perbaikan dan perawatan yang khusus. Aplikasi alat-alat berat ini diperlukan untuk memperoleh bahan-bahan tambang dengan cara pengerukan dan penggalian serta diperlukan juga untuk pembukaan jalan menuju tambang itu sendiri. Selain dari pemakaian dipertambangan, alat-alat berat juga digunakan pada bidang konstruksi, sipil dan industri manufaktur serta *landscaping*.

Salah satu alat berat yang sering digunakan dalam kegiatan adalah *excavator*. Alat berat ini lebih dikenal dengan backhoe atau alat penggali yang biasanya digunakan untuk pengerukan. Excavator memiliki beberapa komponen penting yang mendukung kelancaran operasionalnya, sehingga jika komponen tersebut mengalami kerusakan maka dapat memperlambat pekerjaan. *Excavator* ada yang menggunakan roda dari ban karet padat atau yang umum digunakan untuk jalanan yang rata dan ada juga menggunakan rantai besi yang disebut dengan *Crawler Excavators*. Komponen *Undercarriage* merupakan komponen utama pada alat berat yang sering mengalami kerusakan dan umumnya dapat mencapai hingga 60% dari total biaya perawatan. Kerusakan yang terjadi pada komponen *undercarriage* umumnya terjadi karena tidak adanya pelumasan. Faktor lain yang mempengaruhi daya tahan komponen *undercarriage* adalah kekerasan dari material komponen tersebut, nilai kekerasan berbanding terbalik dengan keausan dan nilai korosi, semakin keras materialnya semakin kecil tingkat keausannya. Kekerasan diperlukan agar komponen lebih tahan terhadap gesekan di jalanan yang kasar dan keras. Nilai kekerasan bahan berbanding terbalik dengan nilai keausan dan korosi [Sumar, 2018]. Untuk mengurangi kerusakan dapat dilakukan dengan menjalankan daily check dan preventive maintenance [Fajar, 2018].

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini didasarkan adanya masalah pada *undercarriage* pada bagian *track roller excavator* merek Hitachi EX200 pada CV Karya Murni Pratama, sehingga penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menghitung gaya tekan pada track roller pada pembebanan 41500 Kg.
2. Bagaimana menghitung momen inersia pada *track roller*.
3. Bagaimana menganalisa cara pelumasan yang tepat pada *track roller*.

1.3 Ruang Lingkup

Masalah analisa komponen excavator mempunyai ruang lingkup yang luas, sehingga penulis membatasi masalah pada gaya tekan, momen inersia dan cara pelumasan pada komponen *undercarriage* di bagian *track roller* yang sering mengalami kerusakan.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung akibat pembebanan 41500 Kg
2. Menghitung momen inersia pada *track roller*.
3. Menganalisa cara pelumasan yang tepat pada *track roller*.

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Hasil penelitian ini diharapkan sebagai bahan kajian bagi masyarakat dalam mengatasi kerusakan pada komponen *Track Roller*.
2. Untuk meningkatkan kualitas ilmu pengetahuan, khususnya sebagai pertimbangan dalam menganalisa kerusakan komponen *Track Roller*
3. Sebagai bahan referensi di bidang akademi dan industri.

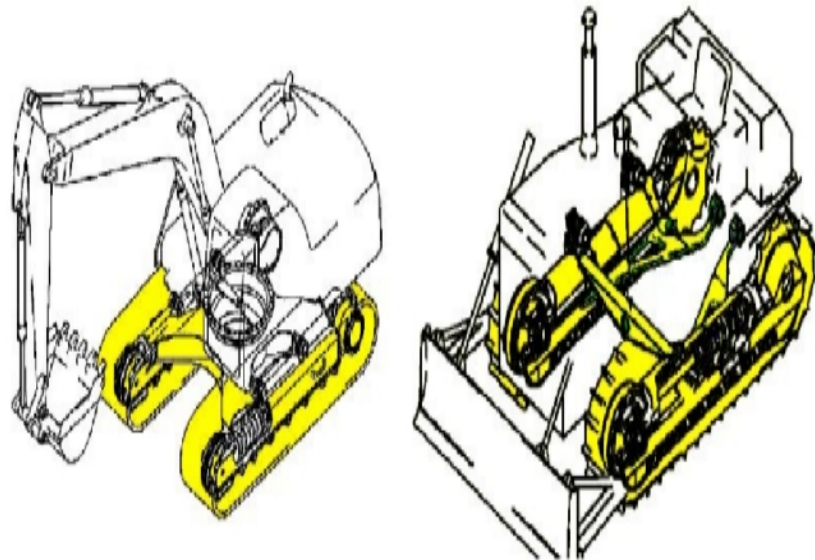
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Undercarriage*

Undercarriage atau disebut juga sebagai kerangka bawah merupakan bagian dari sebuah *crawler tractor* yang berfungsi:

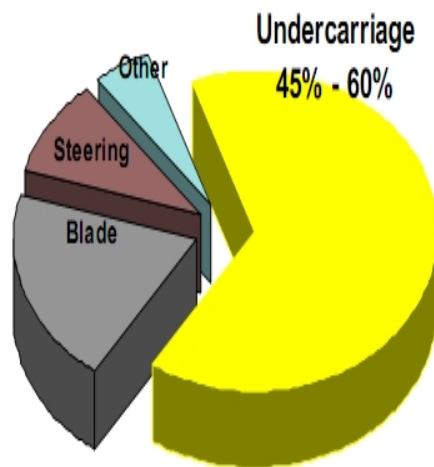
- untuk menopang dan meneruskan beban unit ke tanah.
- bersama-sama dengan sistem steering dan rem mengarahkan unit untuk bergerak maju, mundur, ke kanan, dan ke kiri.
- sebagai pembawa dan pendukung unit.



Gambar 2.1 Komponen *Undercarriage Bulldozer* dan *Excavator*

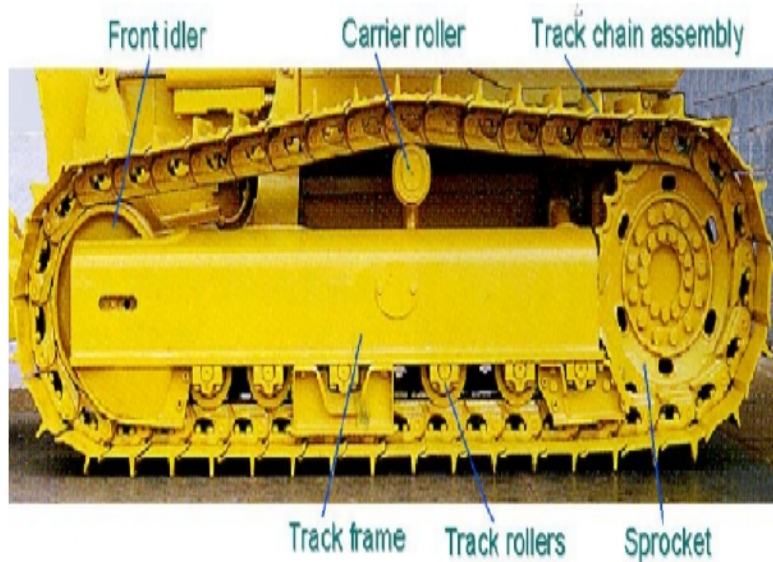
Jika dilihat dari fungsinya di atas, maka *undercarriage* adalah salah satu komponen yang sangat vital dari sebuah *crawler tractor*. Komponen-komponen *undercarriage* harus dilakukan perbaikan atau penggantian (*service*) secara berkala, sebab jika tidak akan berakibat pada menurunnya performa alat tersebut.

Sehingga pengguna harus mengeluarkan banyak biaya untuk perawatan *undercarriage*. Dari hasil penelitian dikatakan bahwa biaya perawatan *undercarriage* sekitar 45%-60% dari total biaya perawatan alat.



Gambar 2.2 Grafik Fungsi *Undercarriage*

Di bawah ini ditunjukkan sebuah struktur *undercarriage assembly*. Pada gambar terlihat beberapa komponen-komponen *undercarriage*, seperti *front idler*, *carrier roller*, *track chain assembly*, *track frame*, *track rollers*, dan *sprocket*.



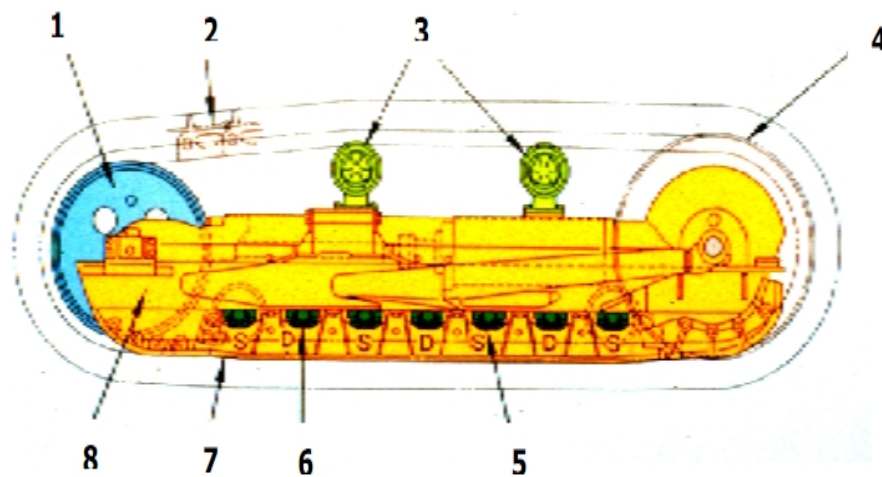
Gambar 2.3 *Undercarriage assembly* Sumber: lit 1

2.2 Klasifikasi *Undercarriage*

Undercarriage dapat diklasifikasikan kedalam dua tipe, yaitu: tipe rigid dan tipe semi rigid.

2.2.1 Tipe *rigid*

Pada undercarriage tipe ini, front idler tidak dilengkapi dengan *rubber pad*. *Final drive* juga tidak dilengkapi dengan *rubber bushing* dan *equalizing beam* hanya menempel pada *main frame*. Contoh unit yang menggunakan undercarriage tipe ini adalah bulldozer D80/85A dan D155A.

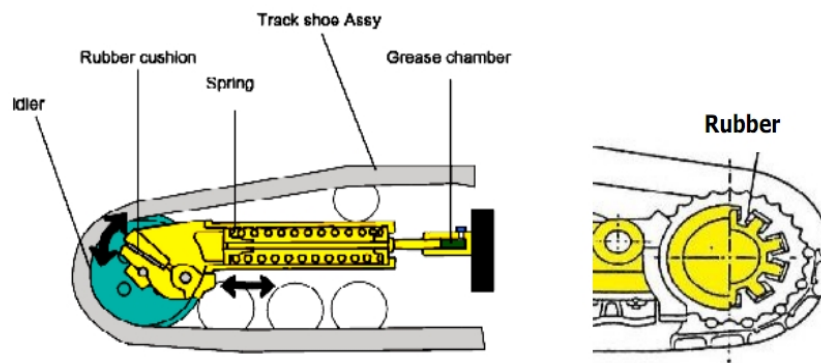


Gambar 2.4 Tipe rigid

1. Idler
2. Track Shoe
3. Carrier roller
4. Sprocket
5. Track roller(single flange)
6. Track roller(double flange)
7. Track roller guard
8. Track frame

2.2.2 Tipe semi rigid

Tipe kerangka bawah ini pada *track framenya* dilengkapi dengan *rubber pad* dan pada *sprocket* dilengkapi dengan *rubber bushing*. *Undercarriage* tipe ini *equalizing beam*-nya diikat dengan pin pada *frame* utama.



Track frame semi rigid

Gambar 2.5 Tipe *Semi Rigid*

2.3 Komponen *Undercarriage*

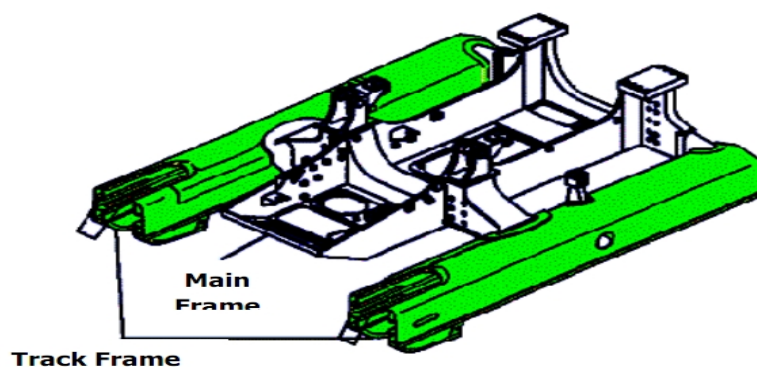
2.3.1 *Track Frame*

Track frame merupakan tulang punggung dari pada *undrcarriage*, sebagai tempat kedudukan komponen-komponen *undercarriage*. Pada setiap *crawler tractor* terdapat 2 buah *track frame* yang dipasang pada bagian kiri dan kanan unit.

Track frame merupakan gabungan baja yang dibentuk menyerupai kotak (*box*) yang *frame* khusus dirancang agar mampu melawan beban kejut baik dalam kondisi kerja ringan maupun berat.

Berdasarkan cara pengikatannya (*mounting*) ke *main frame*, *track frame* diklasifikasikan menjadi beberapa tipe, yaitu: tipe *rigid mounting* dan tipe *pivot mounting*. Berikut ini dijelaskan perbedaan antara keduanya.

- *Rigid mounting*



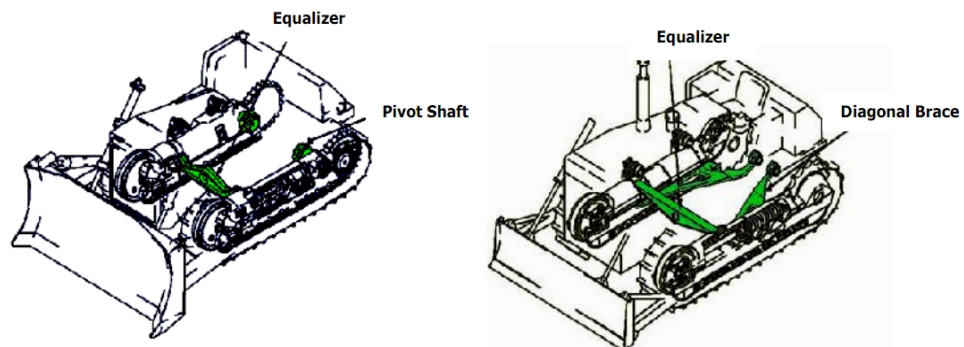
Gambar 2.6 *Track Frame Rigid Mounting*

Track frame dengan tipe *rigid* ini diikat (*mounting*) ke *main frame* dengan kaku (*rigidly*). *Track frame* dengan tipe seperti ini biasa digunakan pada unit-unit kecil, contohnya pada unit *bulldozer* D41-6.

- *Pivot mounting*

Track frame dengan tipe *pivot mounting* seperti ini masing-masing *track frame*-nya dapat bergerak secara bebas (*independently*). *Track frame* ini digunakan pada unit-unit dengan ukuran menengah sampai dengan unit yang berukuran besar.

Track frame dengan tipe *pivot mounting* terdiri atas dua tipe, yaitu: *pivot shaft type* dan *diagonal brace type*.



Diagonal Brace Type Track Frame

Pivot Shaft Type Track Frame

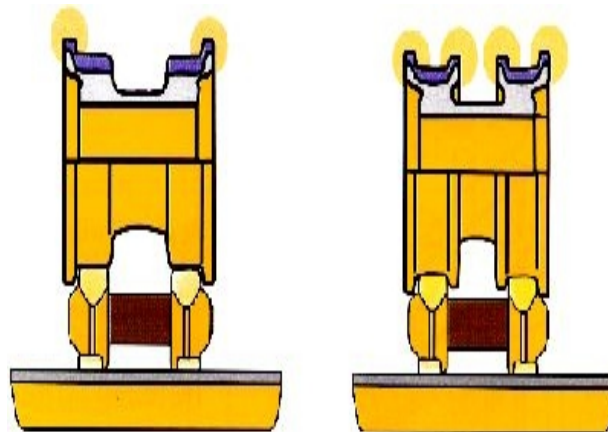
Gambar 2.7 *Type Track Frame*

2.3.2 *Track Roller*

a. Fungsi dan klasifikasi *track roller*

Track roller yang terdapat pada sebuah *undercarriage* berfungsi sebagai pembagi berat unit ke track dan sebagai pengarah *track link*, bukan untuk menggulung *track*. *Track roller* terdiri atas dua jenis, yaitu *single flange* dan *double flange*.

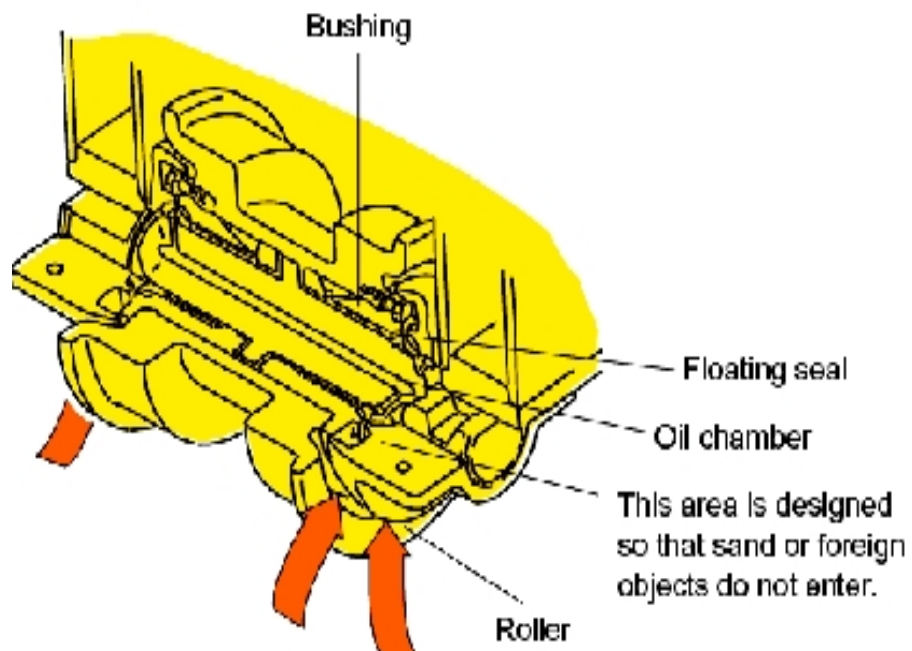
Dua jenis *track roller* tersebut dipasang dengan susunan tertentu pada masing-masing *track* pada *crawler tractor*. Jumlah *track roller* yang terpasang pada sebuah *undercarriage* sangat tergantung dari panjangnya *track*, semakin panjang *track* maka semakin banyak pula susunan *track roller* yang terpasang. Berikut ini ditunjukkan salah satu contoh susunan *track roller* pada unit *bulldozer* D155.



Gambar 2.8 Jenis *Track Roller*

a. Struktur *track roller*

Di samping ini ditunjukkan struktur dari sebuah *track roller*. Seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah, oli yang terdapat di dalam *track roller* bertujuan untuk mengurangi keausan yang terjadi akibat gesekan antara *bushing* dengan *shaft*.



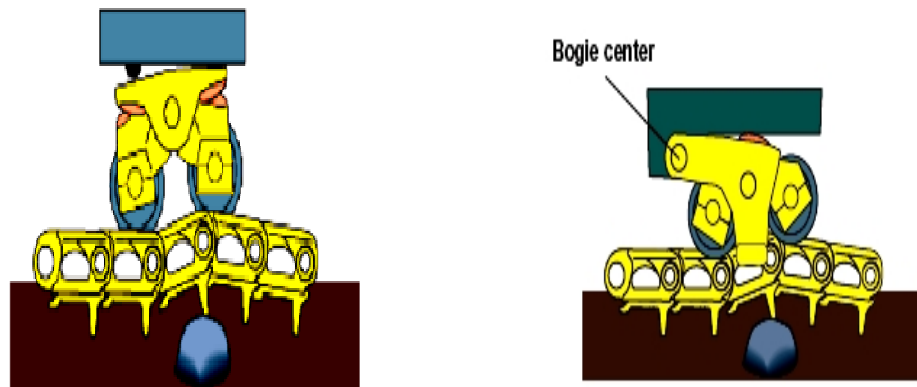
Gambar 2.9 Struktur *Track Roller*

b. *Track roller support*

Track roller support merupakan komponen yang berfungsi sebagai

pemegang atau tempat dudukan dari *track roller*. *Track roller support* terdiri dari dua tipe, yaitu tipe rigid dan tipe *boogie*.

Track roller support dengan tipe rigid berarti *track roller*-nya langsung dipasang pada *track frame* nya. *Track roller support* tipe *boogie* terbagi ke dalam dua tipe, yaitu tipe *X-boogie* dan *K-boogie*. Di samping ditunjukkan dua buah tipe *track roller* tipe *boogie*.



Gambar 2.10 Tipe X-Boogie dan K-Boogie

Jika dibandingkan dengan *track roller support* tipe rigid (*conventional*), *track roller support* tipe *boogie* lebih dapat menyesuaikan dengan bentuk permukaan tanah yang tidak rata, hal ini akan lebih menguntungkan karena akan meminimalkan *slip* antara permukaan tanah dengan *track shoe*. Dengan *slip* yang minimal, maka akan menambah traksi dan memperpanjang umur dari komponen-komponen *undercarriage*.



X-Boogie Track



K-Boogie Track

Gambar 2.11 Tipe X-Boogie dan K-Boogie Track

2.3.3 *Carrier roller*

Carrier roller merupakan salah satu komponen *undercarriage* yang berfungsi untuk:

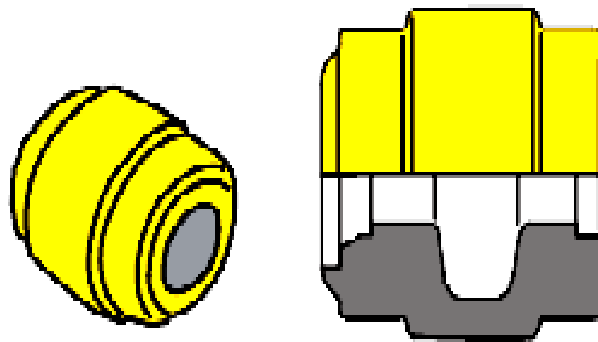
- Menahan gulungan bagian dari *track shoe assembly* agar tidak melentur ke bawah.
- Menjaga kelurusan antara *track shoe assembly* dengan *idler*.

Jumlah *carrier roller* yang terpasang pada tiap-tiap sisi *track* sangat tergantung pada panjang-pendeknya *track*. Pada umumnya jumlah *carrier roller* yang terpasang adalah 1 atau 2 *carrier roller* pada tiap-tiap sisi.

Terdapat dua tipe *carrier roller*, yaitu tipe *flange (flange type)* dan tipe *flat (flat type)*. *Carrier roller* tipe *flange* dibagi lagi menjadi 2 tipe, yaitu *center flange* dan *single flange*.

Di bawah ditunjukkan dua tipe *carrier roller* tipe *flange*, yaitu *center flange type* dan *single flange type*.

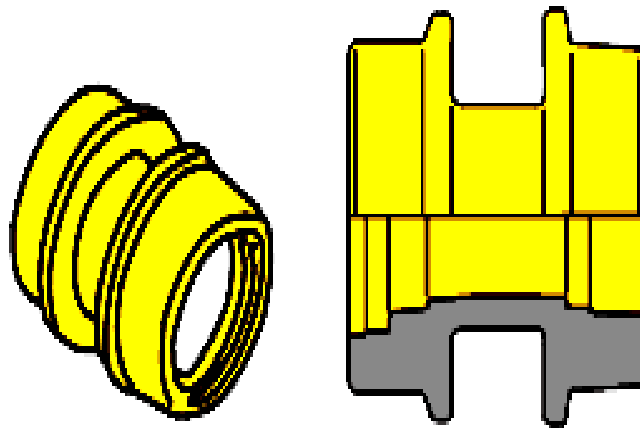
Center flange type pada umumnya digunakan pada unit *hydraulic excavator*, *bulldozer* ukuran kecil, dan *dozer shovels*.



Center flange type

Gambar 2.12 *Center flange*

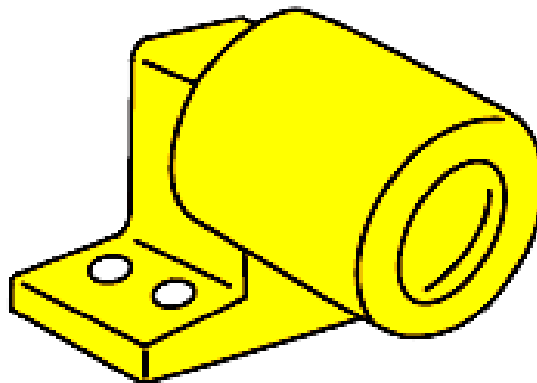
Single flange type pada umumnya digunakan pada unit *bulldozer* dengan ukuran sedang sampai besar dan *dozer shovels*.



Single flange type

Gambar 2.13 *Single flange*

Carrier roller dengan tipe flat pada umumnya digunakan pada *hydraulic excavator* dengan ukuran kecil

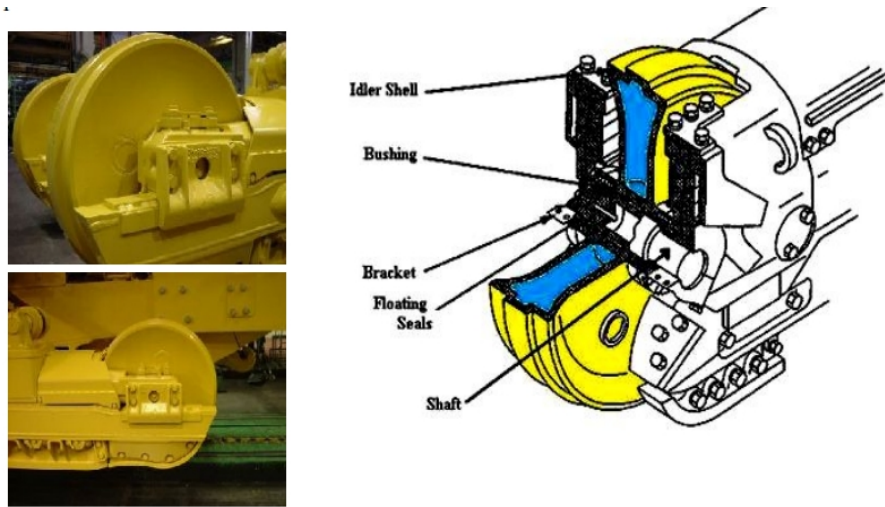


Gambar 2.14 Tipe *Carrier Roller*

Struktur dari *carrier roller* seperti ditunjukkan pada gambar di atas terlihat lebih sederhana jika dibandingkan dengan struktur *track roller*. Di dalam *carrier roller* juga terdapat oli pelumas untuk mengurangi terjadinya keausan antara bushing dengan shaft.

Dan juga terdapat *seal* untuk mencegah terjadinya kebocoran oli ke luar dan sebaliknya mencegah kotoran agar jangan sampai masuk ke dalam komponen *carrier roller*.

2.3.4 *Front Idler*

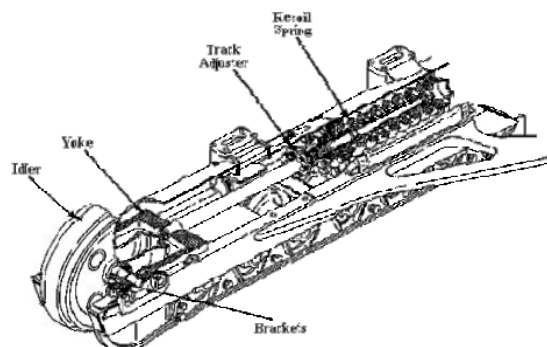


Gambar 2.15 Struktur *Front Idler*

Idler dipasang pada bagian depan dari *track frame* yang berfungsi sebagai pengarah (*guide*) *track link assembly* dan peredam kejutan. Pada bagian dalam dari *idler* dilengkapi dengan bushing dan shaft serta oli yang berfungsi sebagai pelumas.

2.3.5 *Track Adjuster & Recoil Spring*

Recoil spring yang terdapat pada komponen *undercarriage* berfungsi untuk kejutan yang berasal dari *front idler*, sehingga hal ini akan dapat memperpanjang umur komponen dan menambah kenyamanan operator dalam mengoperasikan alat. Sedangkan *track adjuster* berfungsi agar kondisi kekencangan *track shoe assembly* tetap terjaga.

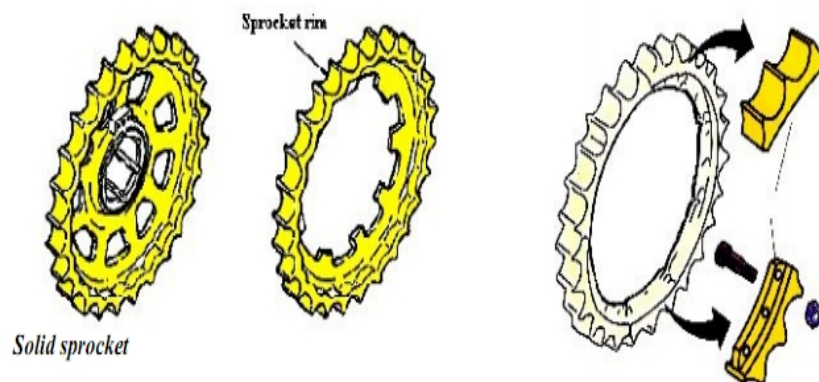


Gambar 2.16 Struktur *Adjuster and Recoil Spring*

2.3.6 Sprocket

Sprocket berfungsi untuk: Meneruskan tenaga gerak ke *track* melalui *bushing*. Merubah putaran menjadi gulungan pada *track* agar unit dapat bergerak. Tipe *sprocket* ada dua macam, yaitu:

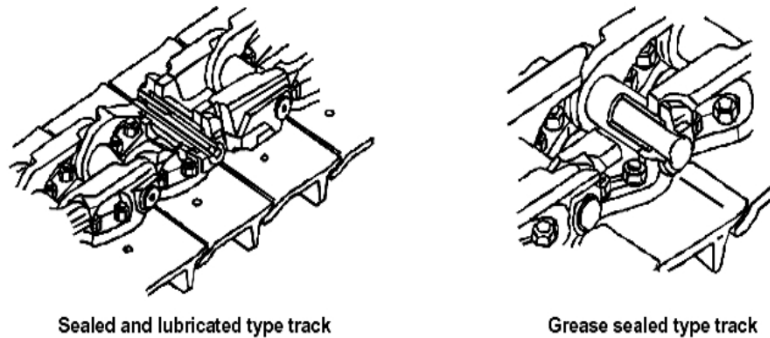
- a. *solid sprocket* dan *segmented sprocket*. *Sprocket* dengan tipe *solid* terbuat dari *cast steel* yang merupakan satu kesatuan, sehingga jika ada salah satu *teeth* pada *sprocket* yang mengalami kerusakan, maka untuk menggantinya harus dilakukan pemotongan dan dilas kembali.
- b. *Sprocket* dengan tipe *segmented* lebih banyak digunakan karena cukup praktis penggunaannya karena mudah dilepas atau diganti satu persatu.



Gambar 2.17 Klasifikasi Sprocket

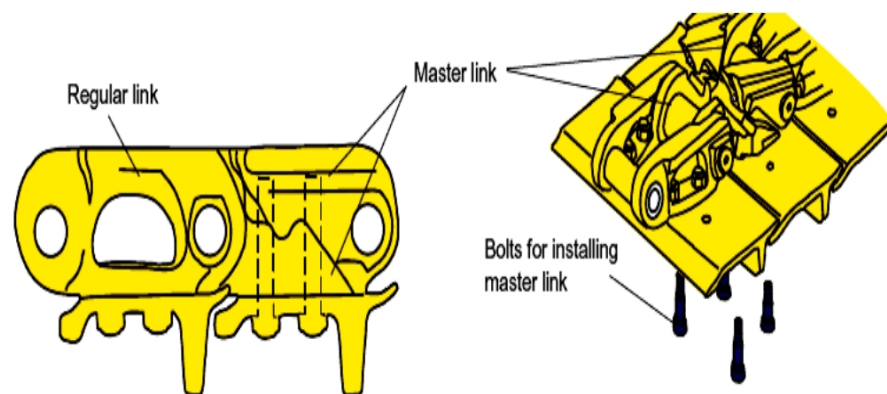
2.3.7 Track Link

Track link berfungsi sebagai merubah gerakan putar menjadi gulungan dan tempat tumpuan dari *track roller* sehingga memungkinkan unit dapat berjalan. Komponen-komponen utama dari *track link* terdiri atas: *link*, *pin*, *bushing*, dan *seal ass'y*. *Track link* terdiri dari dua tipe, yaitu: *seal and lubricated type track* dan *grease sealed type track*.



Gambar 2.18 Tipe *Track Link*

Link berfungsi sebagai penunpu berat unit ke landasan. Tempat persinggungan dengan *track roller* dan *carrier roller*. Pemutus dan penghubung rangkaian rantai (khusus untuk *master link*). *Link* terdiri dari dua tipe, yaitu: *master link* dan *reguler link*.



Gambar 2.19 Tipe *Link*(contoh *master link*)

2.3.8 *Track Shoe*

Track shoe hampir sama dengan landasan sepatu yang kita gunakan. Kita harus sesuaikan landasan sepatu dengan kondisi tanah tempat kita berjalan. Sepatu yang kita gunakan untuk mendaki gunung tentu berbeda dengan sepatu yang kita gunakan di ruang kantor. Hal tersebut sama ketika kita melakukan pemilihan untuk *track shoe* pada sebuah *crawler tractors*.

Crawler tractor yang digunakan untuk bekerja di daerah rawa tentu memiliki *track shoe* yang berbeda dengan *crawler tractors* yang digunakan untuk bekerja di daerah bebatuan.

Track shoe berfungsi untuk menimbulkan traksi dan kemudahan dalam bermanuver pada sebuah *crawler tractors*.

Seperti halnya kita dalam memilih jenis sepatu, jika kita salah dalam memilih *track shoe*, maka akan berakibat alat kita akan mudah slip dan gaya dorong dan gaya tarik yang dihasilkan akan kecil.

Seperti yang telah dijelaskan di atas, bahwa pemilihan tipe *track shoe* sangat penting. Tipe *track shoe* yang digunakan pada sebuah *crawler tractors* sangat ditentukan oleh kondisi landasan dimana alat tersebut bekerja.



Gambar 2.20 Tipe *Track Shoe*

2.4 Sistem Poros, Pasak, dan Bantalan

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros. Sedangkan pasak adalah suatu komponen elemen mesin yang dipakai untuk menetapkan bagian-bagian mesin seperti roda gigi, sproket, puley, kopling, dan sebagainya pada poros. Fungsi yang serupa dengan pasak dilakukan pula oleh spline dan gerigi yang mempunyai gigi luar pada poros dan gigi dalam dengan jumlah gigi yang sama pada naf dan saling terkait yang satu dengan yang lain. Gigi pada *spline* adalah besar-besar, sedangkan pada gerigi adalah kecil-kecil dengan jarak bagi yang kecil pula. Kedua-duanya dapat digeser secara aksial pada waktu meneruskan daya.

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 bekerja secara semestinya.

Dalam analisa komponen undercarriage ini, bantalan yang digunakan adalah bantalan gelinding. Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum dan rol bulat.

a. Atas dasar arah beban terhadap poros

- Bantalan radial, arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.
- Bantalan aksial, arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah sejajar sumbu poros.
- Bantalan kombinasi, bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

b. Atas dasar elemen gelinding

Bantalan gelinding mempunyai keuntungan dari gesekan gelinding yang sangat kecil dibandingkan dengan bantalan luncur. Elemen gelinding seperti bola atau rol, dipasang di antara cincin luar dan cincin dalam. Dengan memutar salah satu cincin tersebut, bola atau rol akan membuat gerakan gelinding sehingga gesekan diantaranya akan jauh lebih kecil. Untuk bola atau rol, ketelitian tinggi dalam bentuk dan ukuran merupakan keharusan. Karena luas bidang kontak antara bola atau rol dengan cincinnya sangat kecil maka besarnya beban per satuan luas atau tekanannya menjadi sangat tinggi. Dengan demikian bahan yang dipakai harus mempunyai ketahanan dan kekerasan yang tinggi.

2.5 Hukum Gerak Oleh Newton

Hukum gerak Newton adalah tiga hukum fisika yang menjadi dasar mekanika klasik. Hukum ini menggambarkan hubungan antara gayayang

bekerja pada suatu benda dan gerak yang disebabkan. Hukum ini telah dituliskan dengan pembahasan yang berbeda-beda selama hampir 3 abad,^[1] dan dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Hukum Pertama: setiap benda akan memiliki kecepatan yang konstan kecuali ada gaya yang resultannya tidak nol bekerja pada benda tersebut. Berarti jika resultan gaya nol, maka pusat massa dari suatu benda tetap diam, atau bergerak dengan kecepatan konstan (tidak mengalami percepatan). Hal ini berlaku jika dilihat dari kerangka acuan inersial.

Hukum ini menyatakan bahwa jika resultan gaya (jumlah vektor dari semua gaya yang bekerja pada benda) bernilai nol, maka kecepatan benda tersebut konstan. Dirumuskan secara matematis menjadi:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow = 0 \dots\dots\dots(2.1)$$

Artinya :

- Sebuah benda yang sedang diam akan tetap diam kecuali ada resultan gaya yang tidak nol bekerja padanya.
- Sebuah benda yang sedang bergerak, tidak akan berubah kecepatannya kecuali ada resultan gaya yang tidak nol bekerja padanya.

2. Hukum Kedua: sebuah benda dengan massa M mengalami gaya resultan sebesar F akan mengalami percepatan a yang arahnya sama dengan arah gaya, dan besarnya berbanding lurus terhadap F dan berbanding terbalik terhadap M. atau $F=m.a$. Bisa juga diartikan resultan gaya yang bekerja pada suatu benda sama dengan turunan dari momentum linear benda tersebut terhadap waktu.

Hukum kedua menyatakan bahwa total gaya pada sebuah partikel sama dengan banyaknya perubahan momentum linier terhadap waktu :

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} = \frac{d(m\mathbf{v})}{dt} \dots\dots\dots(2.2)$$

Karena hukumnya hanya berlaku untuk sistem dengan massa konstan, variabel massa (sebuah konstan) dapat dikeluarkan dari operator diferensial dengan menggunakan aturan diferensiasi. Maka,

$$\mathbf{F} = m \frac{d\mathbf{v}}{dt} = m\mathbf{a}, \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan \mathbf{F} adalah total gaya yang bekerja, m adalah massa benda, dan \mathbf{a} adalah percepatan benda. Maka total gaya yang bekerja pada suatu benda menghasilkan percepatan yang berbanding lurus.

Massa yang bertambah atau berkurang dari suatu sistem akan mengakibatkan perubahan dalam momentum. Perubahan momentum ini bukanlah akibat dari gaya. Untuk menghitung sistem dengan massa yang bisa berubah-ubah, diperlukan persamaan yang berbeda.

3. Hukum Ketiga: gaya aksi dan reaksi dari dua benda memiliki besar yang sama, dengan arah terbalik, dan segaris. Artinya jika ada benda A yang memberi gaya sebesar \mathbf{F} pada benda B, maka benda B akan memberi gaya sebesar $-\mathbf{F}$ kepada benda A. \mathbf{F} dan $-\mathbf{F}$ memiliki besar yang sama namun arahnya berbeda. Hukum ini juga terkenal sebagai hukum aksi-reaksi, dengan \mathbf{F} disebut sebagai aksi dan $-\mathbf{F}$ adalah reaksinya.
4. Secara matematis, hukum ketiga ini berupa persamaan vektor satu dimensi, yang bisa dituliskan sebagai berikut. Asumsikan benda A dan benda B memberikan gaya terhadap satu sama lain.

$$\sum \mathbf{F}_{a,b} = - \sum \mathbf{F}_{b,a} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan

$\mathbf{F}_{a,b}$ adalah gaya-gaya yang bekerja pada A oleh B, dan

$\mathbf{F}_{b,a}$ adalah gaya-gaya yang bekerja pada B oleh A.

Ketiga hukum gerak ini pertama dirangkum oleh Isaac Newton dalam karyanya *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, pertama kali diterbitkan pada 5 Juli 1687. Newton menggunakan karyanya untuk menjelaskan dan meneliti

gerak dari bermacam-macam benda fisik maupun sistem. Contohnya dalam jilid tiga dari naskah tersebut, Newton menunjukkan bahwa dengan menggabungkan antara hukum gerak dengan hukum gravitasi umum, ia dapat menjelaskan hukum pergerakan planet milik Kepler.

2.6 Perawatan

Menurut Patrick (lit. 4), *maintenance* adalah suatu kegiatan untuk memelihara dan menjaga fasilitas yang ada serta memperbaiki, melakukan penyesuaian atau penggantian yang diperlukan untuk mendapatkan suatu kondisi operasi produksi agar sesuai dengan perencanaan yang ada. Perawatan dibutuhkan pada setiap alat atau unit yang bergerak. Perawatan dilakukan guna menjaga suatu alat atau unit tetap dalam kondisi seperti semula dan memperpanjang usia unit sehingga mencapai kinerja alat yang maksimal.

2.6.1 Tujuan Perawatan

Adapun tujuan perawatan sebagai berikut:

1. Untuk memperpanjang usia unit.
2. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan peralatan.
3. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan.

2.6.2 Keuntungan-keuntungan Melakukan Perawatan

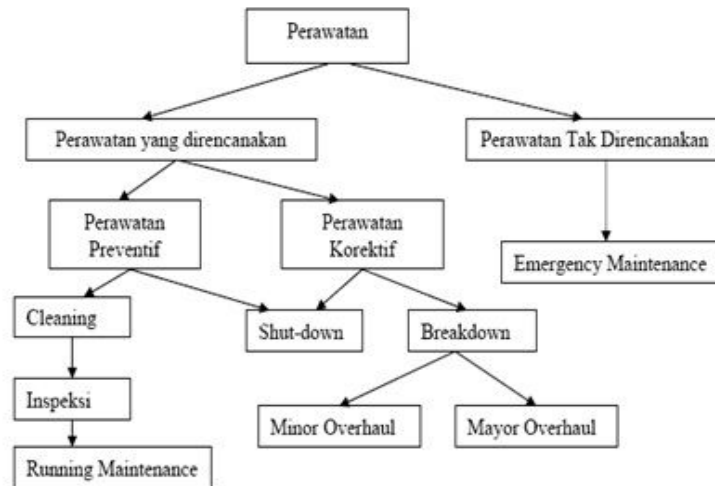
Berikut ini adalah beberapa keuntungan penting bila melakukan perawatan yang dilaksanakan dengan baik:

- a. Waktu terhentinya produksi menjadi berkurang.
- b. Berkurangnya pembayaran kerja lembur bagi tenaga perawatan.
- c. Berkurangnya waktu untuk menunggu peralatan yang dibutuhkan.
- d. Berkurangnya pengeluaran biaya untuk perbaikan.
- e. Penggantian suku cadang yang direncanakan dapat dihemat, sehingga suku cadang selalu tersedia di gudang setiap waktu.
- f. Keselamatan kerja operator lebih tinggi karena berkurangnya kerusakan

2.6.3 Klasifikasi Perawatan

Secara garis besar kegiatan perawatan dapat diklasifikasikan dalam dua macam yaitu: Perawatan terencana (*planned maintenance*) dan perawatan

tidak terencana (*unplanned maintenance*). Untuk lebih jelasnya mengenai pembagian strategi perawatan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.21 Klasifikasi Perawatan

1. Perawatan Terencana (*Planned Maintenance*)

Dalam perawatan terencana suatu peralatan akan mendapat giliran perbaikan sesuai dengan *interval* waktu yang telah ditentukan sedemikian rupa sehingga kerusakan besar dapat dihindari. Perawatan terencana (*planned maintenance*) terbagi menjadi *preventive* dan *corrective maintenance*.

2. Perawatan Tidak Terencana (*Unplanned Maintenance*)

Perawatan tidak terencana ini membahas mengenai perawatan darurat dimana perawatan ini merupakan salah satu cara perawatan yang tidak direncanakan sebelumnya sehingga biasanya hal ini dilakukan saat mesin atau peralatan tersebut mengalami kegagalan atau kerusakan yang tidak terduga dan harus segera diperbaiki untuk mencegah akibat yang lebih serius lagi. Salah satu contoh perawatan tidak terencana adalah *emergency maintenance*. *Emergency maintenance* adalah pekerjaan perbaikan yang harus segera dilakukan karena terjadi kemacetan atau kerusakan yang tidak terduga.

BAB 3 METODE PELAKSANAAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Adapun yang menjadi lokasi dalam penelitian ini adalah CV. KARYA MURNI PRATAMA yang beralamat di Jalan Irian Barat No. 301 Sampali, Medan Estate.

3.1.2 Waktu

Adapun waktu yang dilakukan pada saat penelitian ini pada saat jam kerja selama 7 bulan dari tanggal 15 September 2018 sampai dengan 29 maret 2019.

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian

| No | Kegiatan | Waktu (Minggu) | | | | | | |
|----|-----------------------------|----------------|----|-----|----|---|----|-----|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII |
| 1. | Pengumpulan Literatur | ■ | | | | | | |
| 2. | Pembuatan Proposal | ■ | ■ | | | | | |
| 3. | Persiapan Alat dan Bahan | | ■ | ■ | | | | |
| 4. | Pengumpulan Data | | | ■ | | | | |
| 5. | Pengolahan dan Analisa Data | | | ■ | ■ | | | |
| 6. | Pengusunan Tugas Akhir | | | | | ■ | ■ | |
| 7. | Laporan | | | | | | | ■ |

3.2. Alat dan Bahan yang digunakan

3.2.1 Alat-alat

Adapun peralatan yang di pergunakan selama penelitian ini adalah:

a. Laptop

Digunakan untuk menyimpan dan mengolah data. Laptop yang digunakan dalam penelitian ini, dengan spesifikasi:

- 1) Processor : Intel(R) Core i5 2.3 GHz
- 2) Memory : 4 GB RAM
- 3) Harddisk : 640 GB
- 4) Windows 7 Ultimate Edition

b. Mistar atau Meteran

Mistar atau meteran adalah sebuah alat pengukur dan alat bantu gambar untuk menggambar garis lurus. Terdapat berbagai macam penggaris, dari mulai yang lurus sampai yang berbentuk segitiga (biasanya segitiga siku-siku sama kaki dan segitiga siku-siku 30° – 60°).



Gambar 3.1 Mistar atau Meteran

c. Obeng dan Tang

Beberapa jenis obeng dan tang diperlukan dalam penelitian ini, antara lain seperti terlihat dalam gambar 3.4.



Gambar 3.2 Berbagai jenis obeng dan tang

d. Mesin gerinda tangan

Mesin Gerinda (*Grinder*) adalah power tool multi fungsi yang cukup penting. Mesin gerinda adalah salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah/memotong ataupun menggerus benda kerja dengan tujuan atau kebutuhan tertentu. Prinsip kerja mesin gerinda adalah batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, pengasahan, digunakan untuk menghaluskan permukaan karena korosi atau pemotongan.

Fungsi umum mesin gerinda:

- Memotong benda kerja yang tidak terlalu tebal.
- Membentuk profil seperti sudut atau lengkungan pada benda kerja
- Menghaluskan dan meratakan permukaan benda kerja.
- Mengasah alat potong supaya tetap tajam.
- Menghaluskan atau menghilangkan sisi tajam pada benda kerja.
- Sebagai proses jadi akhir (*finishing*) pada benda kerja.



Gambar 3.3 Mesin Gerinda Tangan

e. Bor Listrik

Bor listrik diperlukan untuk melubangi sesuai dengan kebutuhan. Prinsip kerja mesin bor tangan bor listrik adalah putaran motor listrik diteruskan ke poros mesin sehingga poros berputar.



Gambar 3.4 Bor listrik

f. Jangka sorong

Jangka sorong diperlukan untuk mengukur diameter dalam dan kedalaman alur, kebanyakan dengan skala ukuran per 0,05 mm.



Gambar . 3.5. Jangka sorong

g. Katrol kapasitas 2,5 ton

Berfungsi untuk mengangkat atau menarik beban sesuai kemampuan crane.



Gambar 3.6. Katrol

h. Kunci sock

Kunci sock, kunci pas dan kunci ring diperlukan untuk membuka dan mengunci baut atau mur.



Gambar 3.7 Kunci sock dan kunci pas

i. Palu dan Pahat

Berfungsi untuk memukul dan memahat dalam memasang atau membuka komponen *track roller*.



Gambar 3.8 Palu dan Pahat

j. Thickness Gauge

Thickness Gauge diperlukan untuk mengukur ketebalan. Thickness Gauge terdiri dari satu set lembaran baja dengan ketebalan yang berbeda-beda antara 0,03 mm hingga 0,30 mm. Digunakan untuk mengukur kelonggaran.



Gambar 3.9 Thickness Gauge

k. Beberapa alat bantu yang lain:

- Wire Brush : Berfungsi untuk membersihkan kerak-kerak yang melekat pada komponen *track roller*.
- Thermometer(Pengukur suhu).



3.10 Thermometer digital merek Krisbow

3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.11 Excavator Ex200 merek Hitachi yang akan di analisa

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah track roller dan pendukungnya yang mengalami kerusakan.



Gambar 3.12 track roller yang mengalami kerusakan

3.3 Prosedur Penelitian

Pemeriksaan sebelum pembongkaran *track roller* kita harus mengetahui kerusakan-kerusakan yang terjadi pada *track roller* yang mengharuskan pembongkaran dan analisa *track roller*.

Langkah-langkah Pembongkaran *track roller*:

1. Sebelum pembongkaran terlebih dahulu siapkan peralatan

keselamatan kesehatan kerja dan peralatan yang diperlukan untuk pembongkaran.

2. Membersihkan bagian undercarriage dari kotoran sebelum melakukan pembongkaran
3. Mengangkat *track shoe* menggunakan katrol



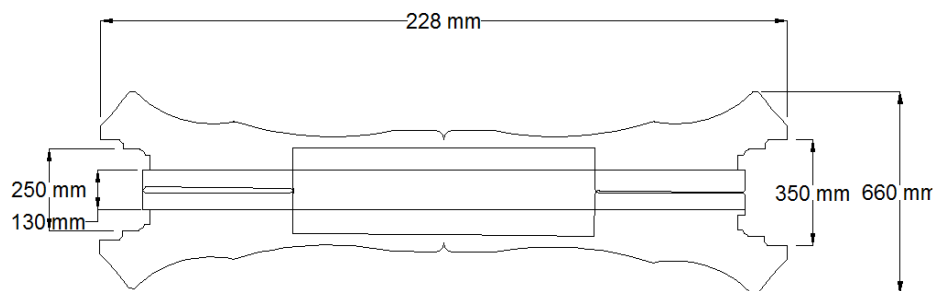
Gambar 3.13 Mengangkat *track shoe*

4. Melepas baut pengikat
5. Setelah itu mencabut *pin*
6. Mengeluarkan track roller



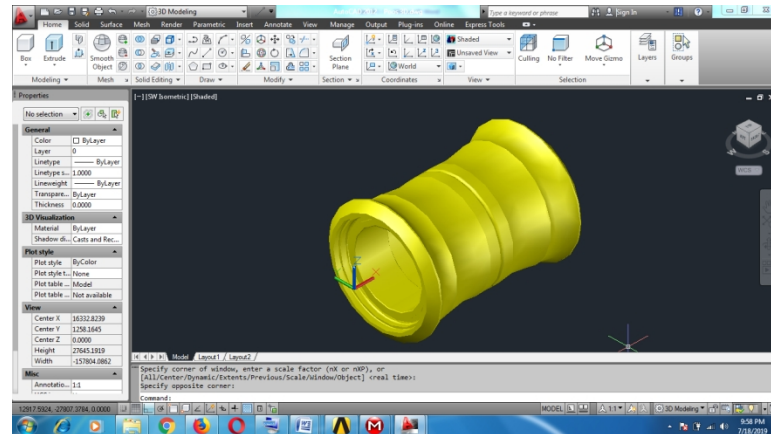
Gambar 3.14 *Track roller* yang rusak

7. Mengukur dimensi track roller



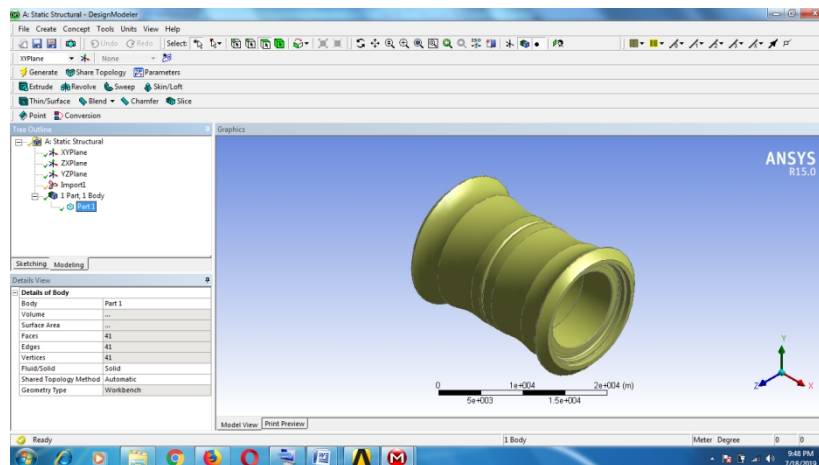
Gambar 3.15 Dimensi *Track roller*

8. Untuk langkah simulasi diperlukan gambar 3D dengan software Autocad

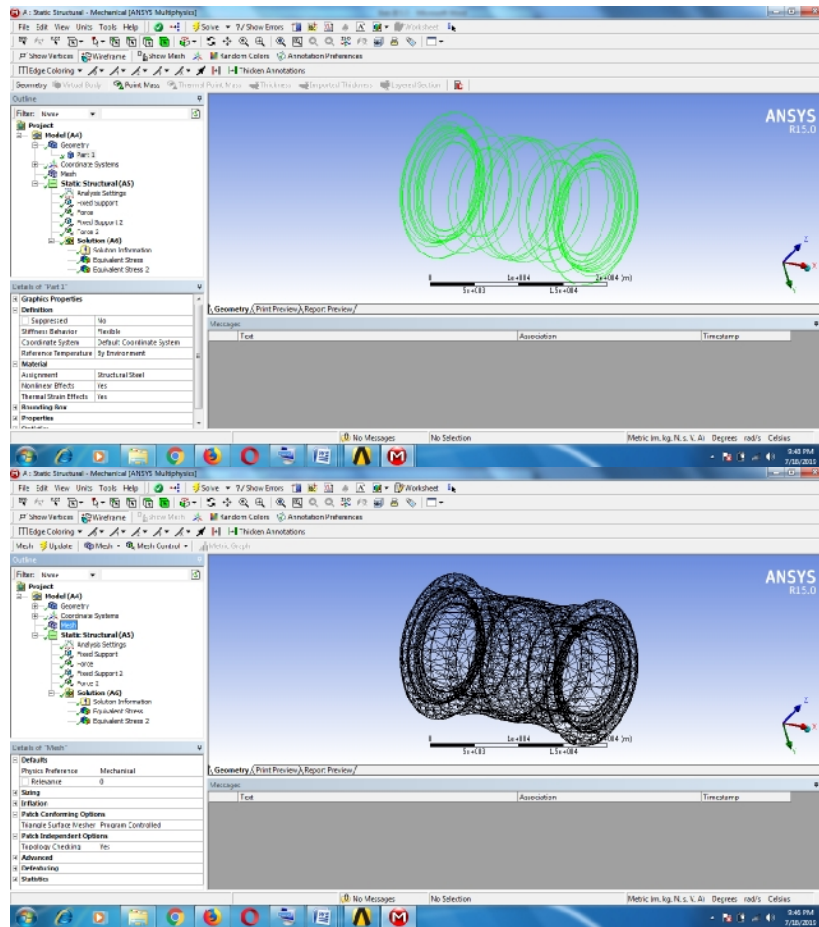


Gambar 3.16 Sampel dalam bentuk 3D

9. Selanjutnya gambar 3D tersebut dimasukkan ke software Ansys

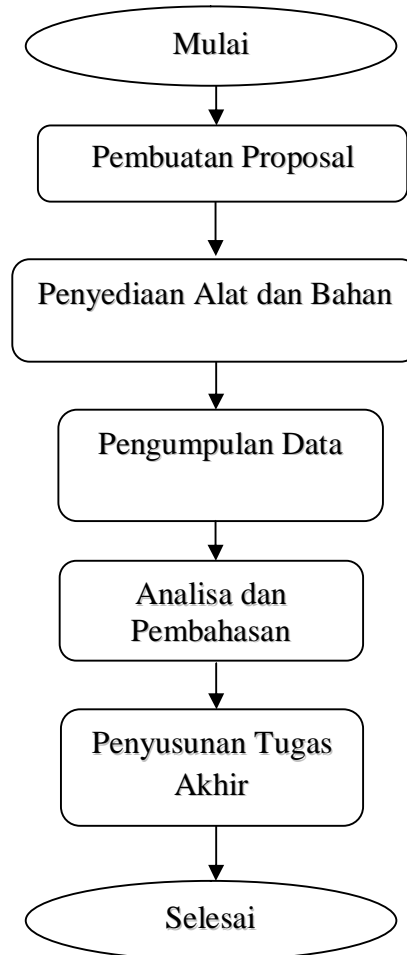


Gambar 3.17 Sampel dalam bentuk 3D diexport ke Ansys



Gambar 3.18 Melakukan meshing pada gambar 3D

3.4 Diagram Air Penelitian



Gambar 3.16 Diagram Alir Penelitian

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Kerusakan Track roller

Track roller berfungsi sebagai pembagi berat unit ke track penggerak track link serta berfungsi juga untuk merendam kejut, sehingga mengakibatkan beberapa kerusakan antara lain:

- a. Track roller aus (efeknya keausan membuat track kendor), lakukan pengukuran, pelumasan track roller, ganti seal, ganti track roller dan biasakan komponen dibersihkan setelah dioperasikan dan ukur kekencangan track roller. Penyebabnya keausan karena track roller bersinggungan langsung dengan permukaan track link, penyetelan track terlalu kendor dan kurang pelumasan.
- b. Kerusakan komponen bagian dalam *track* yaitu terjadinya kebocoran oli, karena dari seal bocor yang mengakibatkan lumpur/tanah melekat pada track roller.
- c. Track roller macet(efeknya lepas dari dudukan track frame) *Performance test* dilakukan untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada *undercarriage excavator*, dimana pada *undercarriage Excavator EX 200* terdapat beberapa komponen-komponen yang saling menghubungkan. Proses pemeriksaanya yaitu:
 - *Operating test* ini dilakukan untuk mengetahui potensi gangguan yang terjadi pada *undercarriage excavator*. Dengan cara menghidupkan *engine* dan mengoperasikan *excavator*, bila ditemui potensi gangguan dan kerusakan pada *undercarriage* maka *excavator* saat dijalankan performanya tidak normal.
 - *Thermometer infra red test* ini dilakukan untuk mengetahui suhu benda yang kemungkinan besar kerusakan yang terjadi dikarenakan komponen-komponen *undercarriage* bersentuhan dan bergesekan pada saat *excavator* dioperasikan.



Gambar 4.1 *Track Link, Track Roller Dan Carrier Roller* [CV Karya Murni Pratama]

Pemeriksaan visual adalah meneliti bagian-bagian yang telah aus dari komponen *undercarriage*, sehingga dapat diketahui sudah berapa (%) keausan itu terjadi dan masih berapa lama dapat dipakai. Disamping itu, dapat menentukan apakah komponen *undercarriage* tersebut harus diremajakan (*rebuilding*) atau diganti. Jika tidak dilakukan pemeriksaan maka komponen tersebut akan rusak secara total sehingga tidak dapat diperbaiki. Maka dengan adanya pemeriksaan visual kerusakan yang diharapkan bisa diminimalisir atau kerusakan-kerusakan *undercarriage* diharapkan bersifat kerusakan normal.



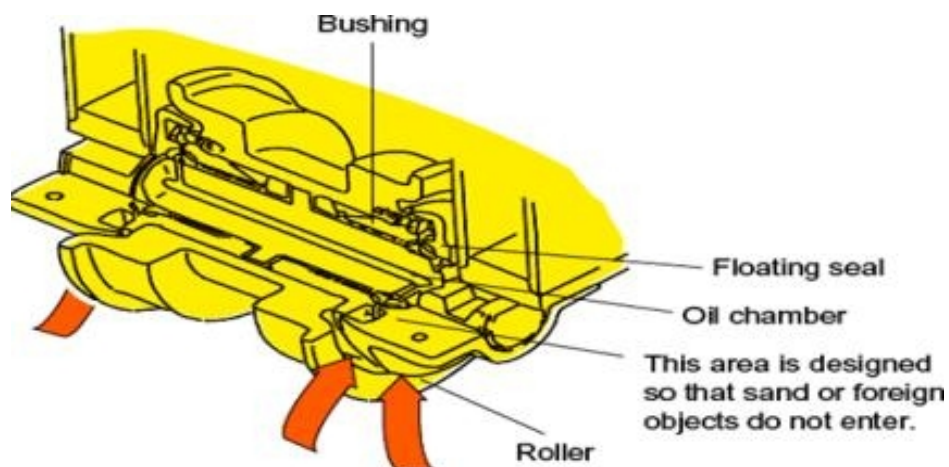
Gambar 4.2 Pemeriksaan *Undercarriage* Pada *Excavator Ex200* [CV Karya Murni Pratama]

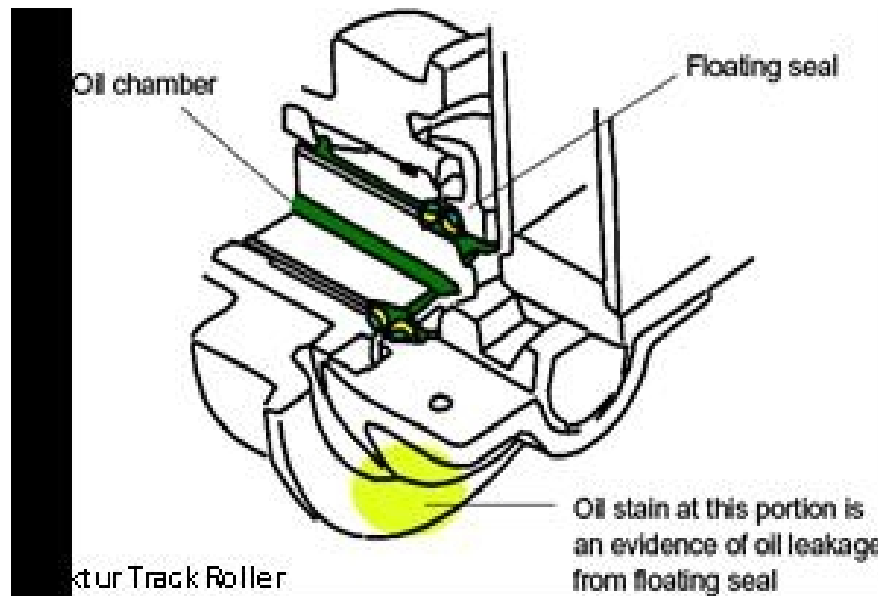


Gambar 4.3 Pemeriksaan *Track Roller* [CV Karya Murni Pratama]

Floating seal yang dipasang pada *track roller* terjadi kebocoran oli, dikarenakan oli yang berada di dalam tidak bisa melumasi maka yang terdapat di dalam *track roller* mengalami keausan yang terjadi akibat gesekan antara *bushing* dan *shaft*.

Pengoperasian yang tidak sesuai merupakan salah satu faktor penyebab kerusakan *roller excavator*, *roller* yang rusak dan aus bisa jadi beroperasinya *excavator* yang cukup ekstrim. Misalnya pengoperasian *excavator* dipantai, jika laut yang asin mengenai bagian dari *roller* maka akan menjadi cepat aus. Selain di laut pengoperasian di sungai dan bahan-bahan kimia juga penyebab keausan *roller excavator*.





Gambar 4.4 Struktur *Track Roller*

Excavator setelah dioperasikan tidak dilakukan pemeriksaan dan perawatan yang seharusnya melakukan pemeriksaan dan perawatan setiap hari, *excavator* selesai digunakan atau dioperasikan dalam jangka waktu yang cukup lama seharusnya langsung mendapat pemeriksaan dan perawatan khususnya di bagian komponen-komponen *undercarriage* seperti di *roller* supaya tidak terjadi potensi gangguan kerja dan kerusakan. Pemeriksaan dan perawatan tidak menggunakan amtiiss sehingga hasil perawatan tidak mendapatkan laporan harian yang *valid*.

Kondisi yang dilalui *excavator* di atas tumpukan batu dan tanah yang menempel menyebabkan *roller* mengalami kerusakan, patah, dan terlepas. Biasanya kerusakan terjadi karena batu-batu dan tanah yang menempel sampai terbawa di sela-sela *track roller* sehingga tidak dapat berputar dengan normal.

Dalam menganalisa faktor atau sumber kerusakan *roller* telah di jelaskan di atas. Agar mempermudah langkah perbaikan yang akan digunakan diagram *fishbone*. Melalui diagram *fishbone* diatas dapat ditentukan prosedur perbaikan, sebagai berikut: Merupakan sebuah langkah *maintenance* yang dilakukan secara berkala dengan waktu tertentu setelah peralatan bekerja dalam jumlah operasi tertentu pula. Kegiatan pemeriksaan atau pengecekan secara fisik bagian *roller excavator* bertujuan untuk memastikan kondisi *roller excavator*

tersebut dalam keadaan aman untuk dapat dioperasikan dan menindak lanjuti temuan deviasi pada komponen *roller excavator* tersebut ke dalam langkah perbaikan untuk persiapan kelengkapan *sparepart* dan perencanaan penggantian maupun perbaikannya.



Gambar 4.6 Perawatan Terhadap Kebersihan *Roller* [CV Karya Murni Pratama]

Hal ini untuk mencegah ketidaknormalan yang ada pada komponen *roller excavator* unit tersebut sebelum unit dioperasikan. Proses dimana berfungsi untuk menjaga komponen *roller excavator* tetap dalam kondisi prima. *Roller* merupakan bagian komponen *undercarriage* atau kerangka bawah yang tidak lepas dari kotoran tanah yang mempercepat keausan, akan tetapi dengan kegiatan kebersihan dan pencucian komponen tersebut untuk menghilangkan kotoran atau tanah yang menempel pada komponen tersebut dan mengeras.



Gambar 4.7 Pencucian Untuk Melepas Kotoran [CV Karya Murni Pratama]

Perawatan terhadap kebersihan *roller* dilakukan dengan *interval* waktu yang telah ditentukan selama tujuh hari. Selain itu kegiatan ini berfungsi untuk meningkatkan kenyamanan dalam bekerja, meningkatkan kualitas ketelitian dalam melakukan inspeksi dan pengukuran. Kegiatan tersebut sering dijalankan bersamaan dengan *service* unit supaya mengurangi durasi *breakdown service*. Langkah pemeriksaan tersebut merupakan langkah yang sudah dijalankan sebelumnya dalam mengetahui potensi gangguan kerja dan kerusakan *roller*, perencanaan atau pergantian di perencanaan *service* berikutnya atau saat langkah *midlife* maupun *overhaul*.



Gambar 4.8 Penggantian *Track Roller* [CV Karya Murni Pratama]

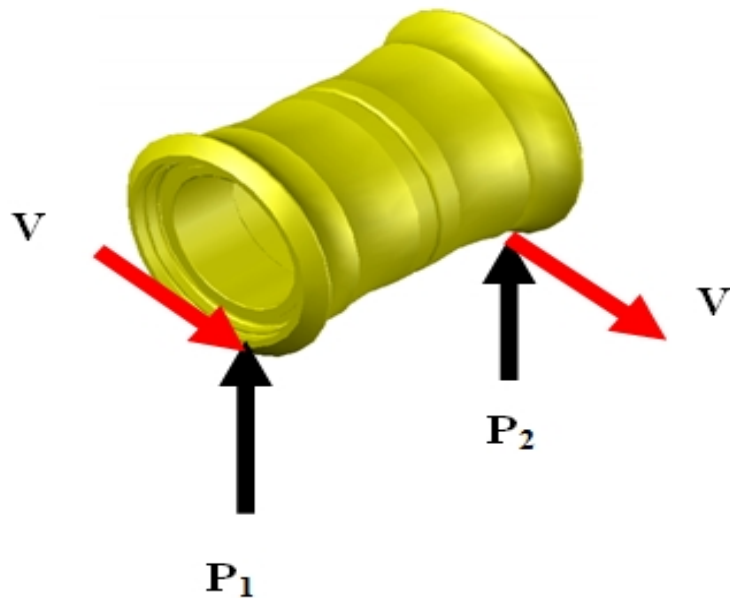
Merupakan langkah peremajaan atau penggantian terhadap *roller excavator* yang memiliki umur setengah dari umur komponen-komponen *undercarriage* yang lain. Dimana berguna untuk meningkatkan kembali performa unit akibat dari komponen tersebut dan mengurangi dampak kerusakan pada *roller*. Umur komponen-komponen *undercarriage* seperti *track roller* memiliki standar umur komponen 4.000 jam kerja. Maka langkah perbaikan yang diambil adalah dengan melakukan peremajaan komponen atau peenggantian komponen *roller* yang mengalami kerusakan dan keausan.

4.2 Analisa Perhitungan

Analisa melalui perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus

Kecepatan jalan excavator di tempat rata-rata:

Dari spesifikasi excavator Ex 200 Hitachi di atas memiliki kecepatan jalan track 20 km/jam atau setara dengan 5,555 m/s



Gambar 4.9 Gaya yang diterima Track roller

Dari data spesifikasi excavator, tekanan(Ground Pressure) pada track roller secara keseluruhan adalah:

$$= 6,2 \text{ psi} (1 \text{ psi} = 6,894757 \text{ kPa}),$$

sehingga:

$$= 6,2 \times 6,894757 \text{ kPa}$$

$$= 42,74749 \text{ kPa}$$

$$= 42747,49 \times 1000 \text{ Pa}$$

$$= 42747,49 \text{ Pa}$$

Beban yang diterima satu track roller adalah:

Karena jumlah track roller ada 14 buah (sisi kiri 7 buah dan sisi kanan 7 buah), maka tekanan yang diterima satu buah track roller adalah:

$$P_1 + P_2 = \frac{42747,49}{14} \text{ Pa}$$

$$= 3053,39 \text{ Pa}$$

Jika P_1 dan P_2 bekerja pada satu track roller dengan besaran yang sama, maka P_1 sama dengan P_2 , sehingga masing-masing besarnya:

$$P_1 = \frac{3053,39}{2} \text{ Pa}$$

$$= 1526,696 \text{ Pa}$$

Sehingga tekanan akibat track link masing-masing pada sisi track roller adalah 1526,696 Pa.

Berdasarkan data spesifikasi bobot pada saat operasi adalah 41500 lb (1 lb = 0.45359 kg). Maka karena excavator menggunakan 14 roller, maka beban (m) yang diterima masing-masing roller:

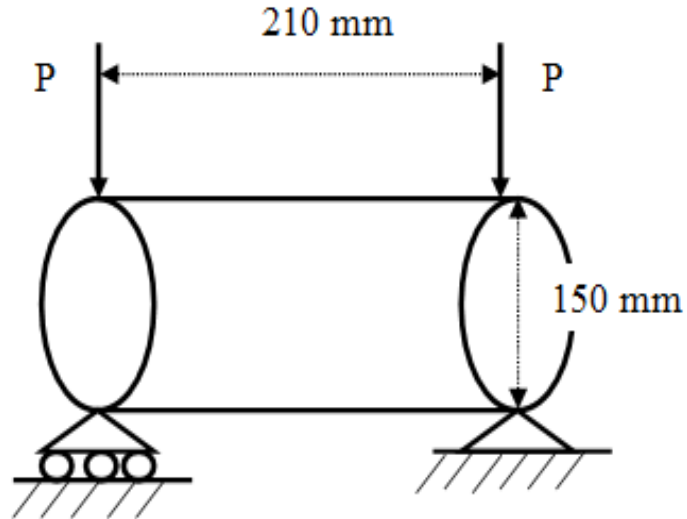
$$m = \frac{41500 \times 0,45359}{14}$$

$$= 1344,57 \text{ kg}$$

Beban yang diterima masing sisi pada satu roller:

$$= \frac{1344,57}{2}$$

$$= 672,285 \text{ kg}$$



Gambar 4.10 Dimensi track yang dijalani oleh track link

Dari perhitungan massa satu sisi track roller, maka dapat dihitung momentum yang diterima satu sisi track roller:

$$\begin{aligned}
&= m \times v \\
&= 672,285 \text{ kg} \times 5,555 \text{ m/s} \\
&= 3734,544 \text{ kg.m/s}
\end{aligned}$$

Momen inersia yang diterima track roller jika terjadi kemacetan pada track roller adalah:

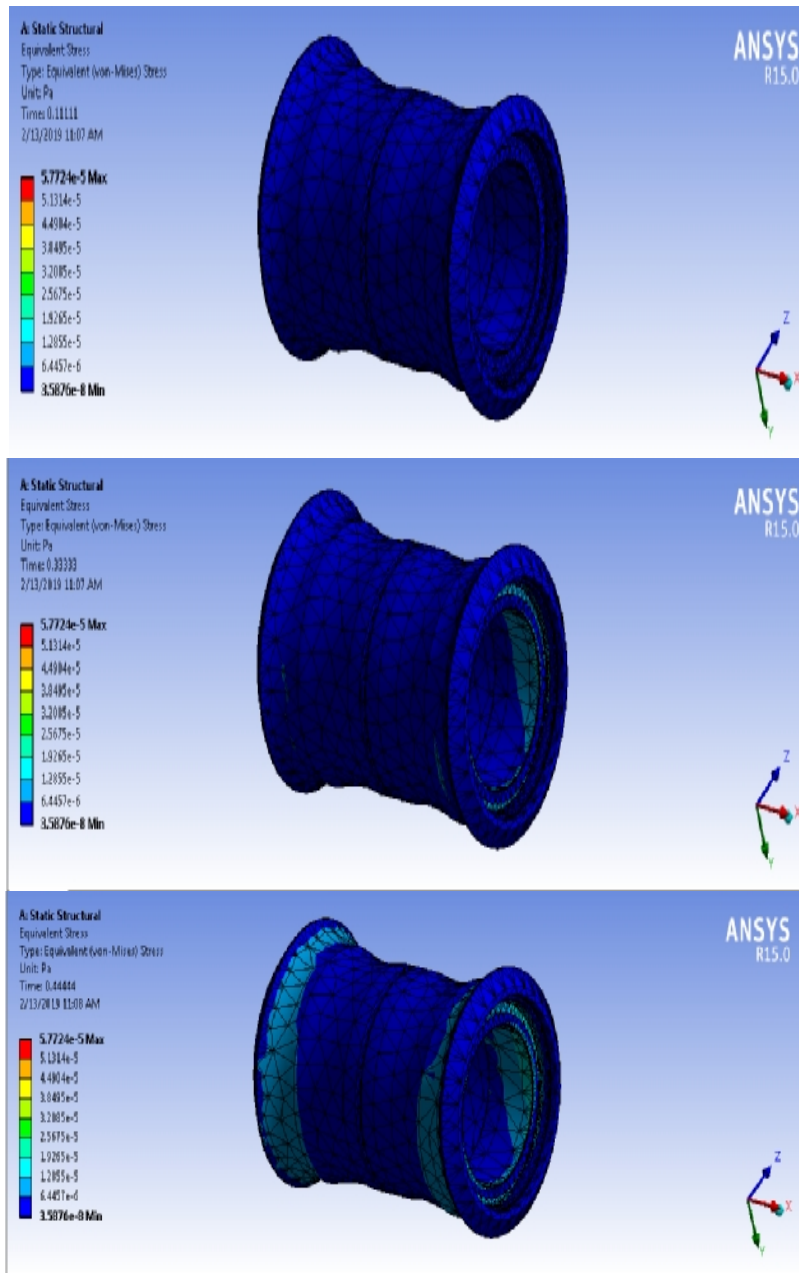
$$\begin{aligned}
I &= m \times R^2 \\
&= 672,285 \text{ kg} \times 0,21^2 \text{ m}^2 \\
&= 0,0378 \text{ kg.m}^2
\end{aligned}$$



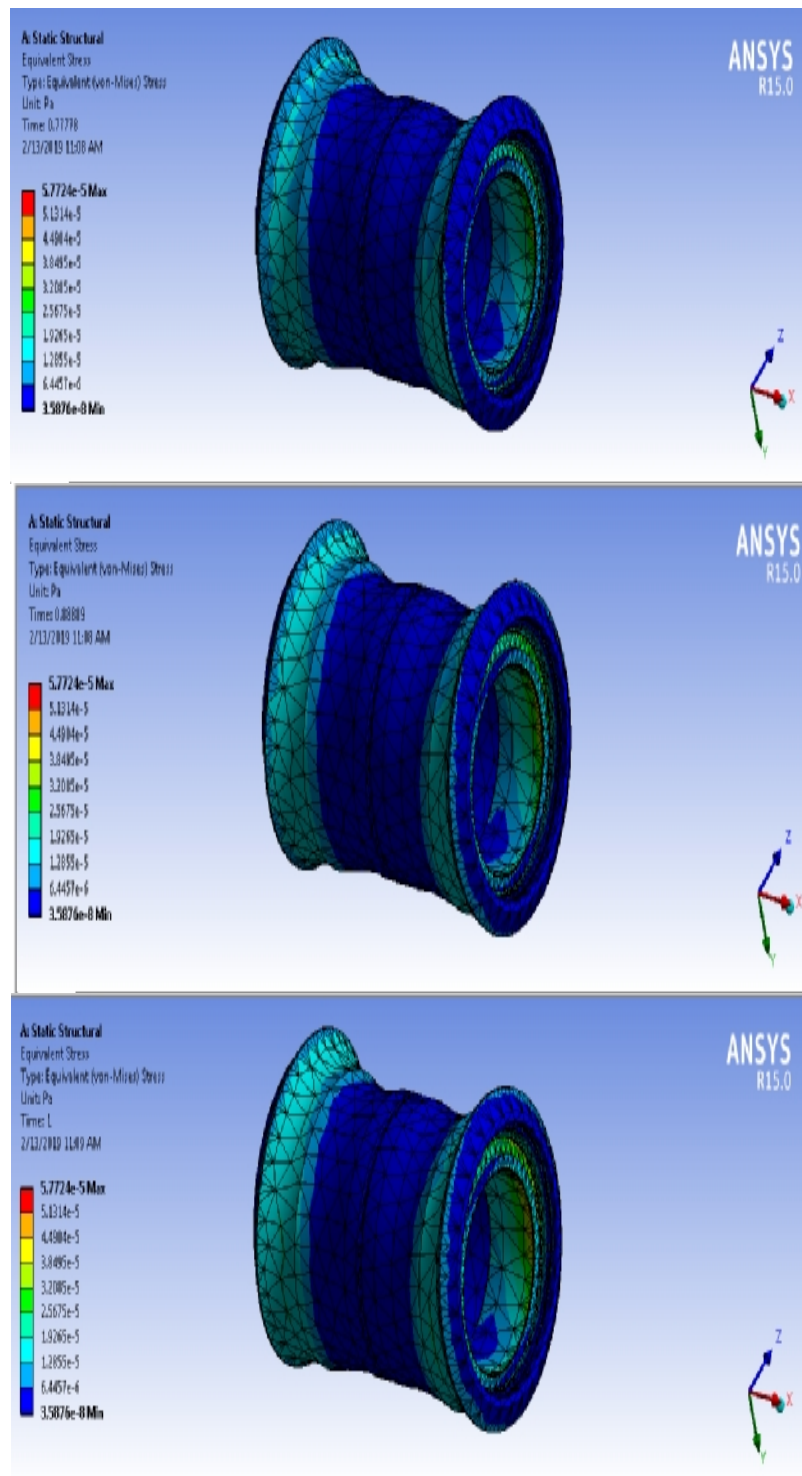
Gambar 4.11 Pengukuran dimensi track roller

4.3 Regangan Elastis(Elastis strain)

Dengan menggunakan data hasil perhitungan, jika terjadi kerusakan pada track roller yang mengakibatkan kemacetan pada track roller sehingga dapat dibuat simulasi mekanisnya penyebab terjadi regangan pada track roller. Dengan menggunakan software Ansys 15 dapat disimulasikan regangan yang terjadi akibat tekanan pada gambar di bawah ini. Simulasi regangan ini ini diperlukan untuk memprediksi perubahan permukaan akibat dari macetnya track roller. Macatnya track roller merupakan sumber masalah perubahan permukaan dari track roller dan boshing dari track roller itu sendiri.

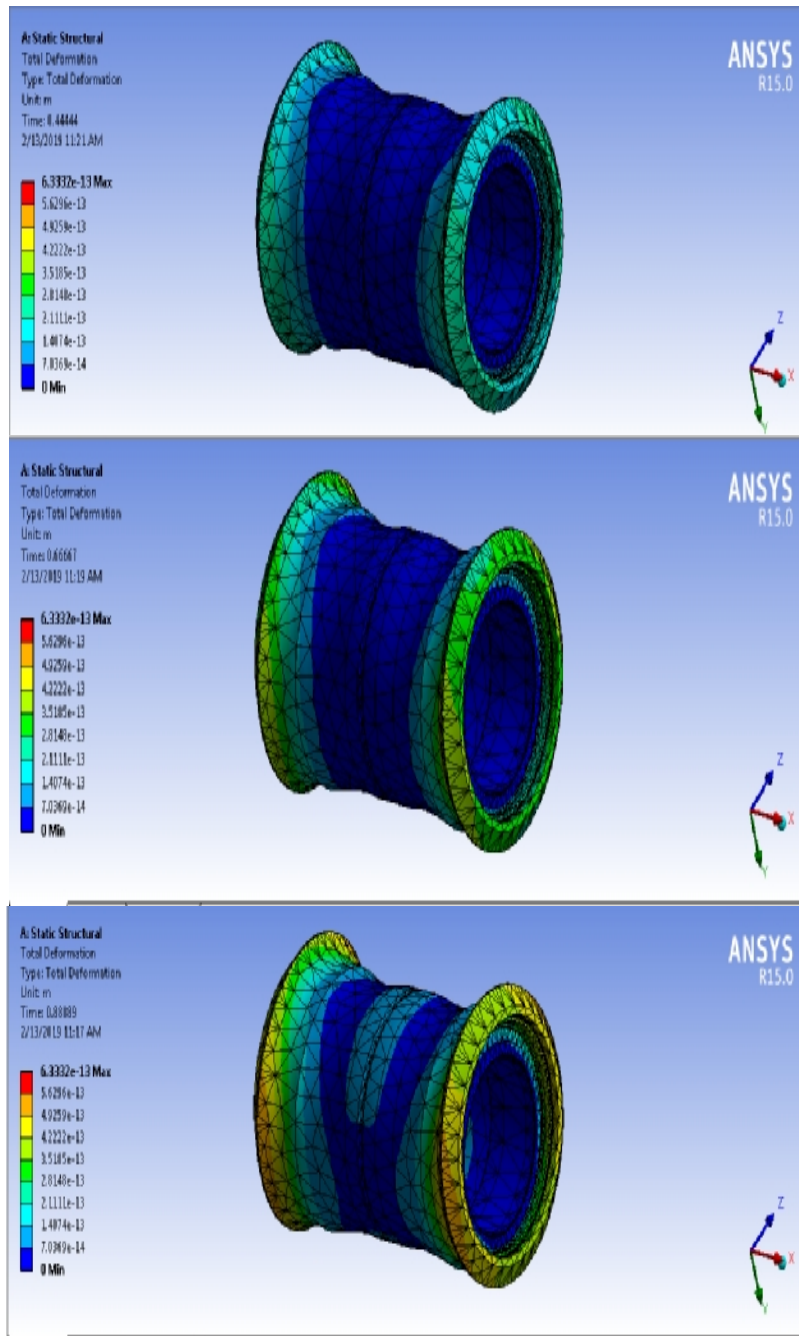


Gambar 4.12 Proses awal regangan pada track roller dengan simulasi

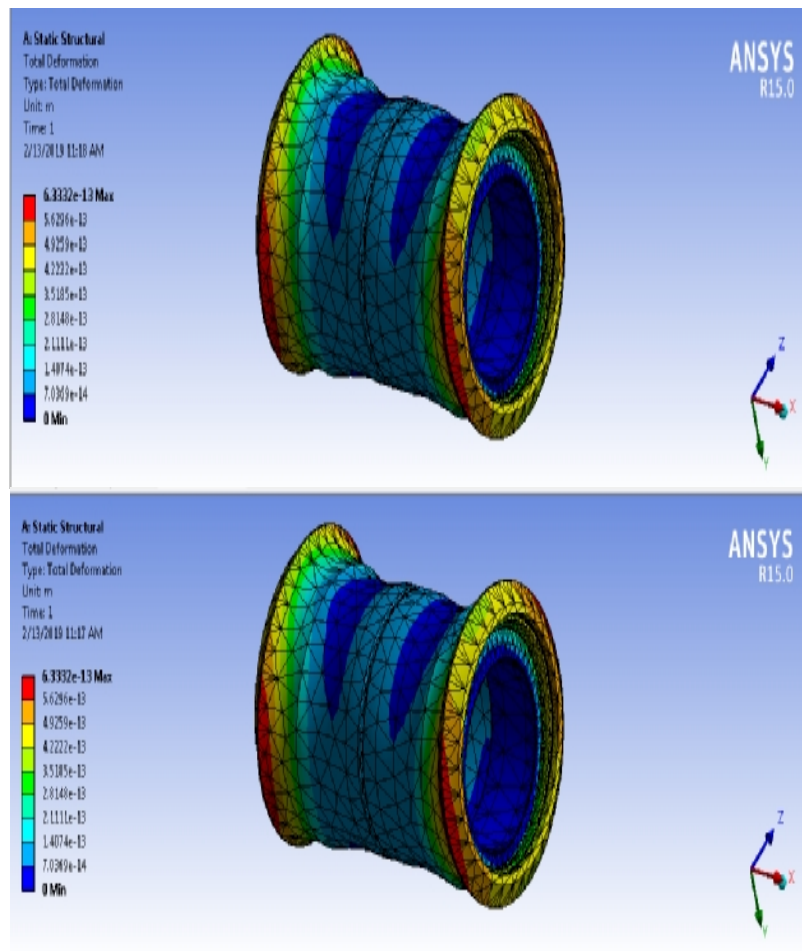


Gambar 4.13 Proses lanjut regangan pada track roller dengan simulasi

Untuk dapat melihat simulasi deformasi total pada track roller dapat terlihat pada gambar 4.15, terlihat bahwa ada titik bahaya pada ujung track roller ditandai dengan warna merah.



Gambar 4.15 Proses awal deformasi total pada track roller akibat pembebanan



Gambar 4.15 Proses lanjut deformasi total pada track roller akibat pembebanan

Sebahagian besar biaya maintenance dari alat berat seperti excavator, untuk pemeliharaan komponen track seperti travel motor, tracklink, trackshoe, roller, idler karena komponen track terbuat dari besi yang saling bergesekan satu dengan yang lain setiap saat. Komponen-komponen ini juga harus menanggung beban dari unit alat beratnya ditambah beban yang diangkatnya. Pengoperasian alat berat yang tidak sesuai dengan penggunaannya, cara pengoperasian yang kasar, sering berpindah-pindah lokasi yang berjauhan dengan kecepatan di atas standar yang diizinkan, dapat mempercepat keausan komponen-komponen track, bahkan tidak mustahil kerusakan fatal akan timbul yang mengakibatkan biaya maintenance membengkak.

Beberapa hal yang harus diperhatikan hal-hal berikut ini:

- Menjaga batas kecepatan maksimum yang diizinkan.
 Pada umumnya kecepatan maksimum alat berat yang menggunakan track berkisar 20 km/jam. Pengoperasian yang melebihi kecepatan yang disarankan ini akan menyebabkan part-part dari komponen track akan saling bergesekan dengan keras, dan akan timbul tegangan tarik dan tekan yang akan menimbulkan kelelahan material (fatigue) yang menjadi awal dari kerusakan. Untuk mengatasinya, perencanaan kerja yang baik sehingga alat berat tidak perlu berpindah lokasi terlalu sering ditambah dengan pengontrolan yang baik, dapat mencegah kerusakan dini.
- Berusaha Menghindari belokan mendadak.
 Pengoperasian alat berat seringkali mengharuskan operator untuk memutar atau membelokkan alat berat menuju suatu lokasi. Jangan membelokkan alat berat terlalu sering, jika terpaksa harus dilakukan, gerakkan alat berat dengan kecepatan rendah dan ambil sudut belokan yang tidak terlalu besar, sehingga alat berat akan berbelok secara perlahan. Hindari berbelok dengan menggunakan satu sisi dari track saja. Kondisi seperti ini sering dilakukan oleh operator excavator untuk mempercepat putaran.
- Selalu menggerakkan alat berat sesuai arah track.
 Setiap pabrikan alat berat telah mendisain alat berat untuk dapat berpindah secara aman dan membuat alat berat dapat bertahan lama. Untuk alat berat yang menggunakan track, ada penunjuk dari arah depan dan belakang track, sebagai pedoman adalah posisi dari travel motor. Travel motor didisain untuk melakukan gaya tarikan terhadap semua bagian dari komponen track. Memindahkan alat berat dengan posisi travel motor di belakang akan menyebabkan travel motor melakukan gaya dorongan. Pengoperasian dengan posisi travel motor di belakang, dimungkinkan hanya pada kondisi-kondisi tertentu dalam waktu yang tidak lama. Contohnya saat menaikkan atau menurunkan alat berat dari truk pengangkut.

- Hindari track mengalami selip.
 Saat beroperasi di area yang labil, misalnya alat berat berpindah di tanah yang lunak atau area berbatuan, alat berat dapat mengalami selip. Bila terjadi keadaan seperti ini, jangan paksakan alat berat untuk menggerakkan tracknya terus menerus. Segera hentikan alat dan cari alternatif lain untuk memindahkan alat berat itu dengan cara yang lebih aman. Bila memungkinkan, lakukan pengerasan di jalur yang dilintasi track, atau tarik alat berat dengan sling. Namun jika kondisinya tidak memungkinkan, lakukan upaya darurat yang bisa dilakukan oleh alat tersebut. Hal ini dimungkinkan bagi excavator dengan menggunakan boom dan arm dari excavator tersebut. Angkat excavator dengan bertumpu pada boom dan armnya, sehingga track yang mengalami selip dapat terangkat. Gerakkan track yang tidak mengalami selip secara perlahan, sehingga excavator terlepas dari area tersebut. Pada beberapa kasus, membungkus track shoe dengan rantai dapat menjadi solusi.
- Selalu menjaga kebersihan dari komponen track
 Pengoperasian alat berat di daerah yang ekstrim seperti daerah yang berlumpur dan berbatu-batu, akan menyebabkan komponen dipenuhi material lumpur dan batu. Hal ini dapat menyebabkan gesekan antara part di komponen track menjadi terhambat dan bergesekan dengan material-material pengotor. Gesekan ini dapat menyebabkan keausan dari komponen track. Selalu lakukan pembersihan komponen track dari material pengotor, terutama bila alat berat akan berpindah.

4.4 Spesifikasi Excavator EX200 Hitachi

Engine

| | |
|---------------------|-----------------|
| Number of Cylinders | : 6 |
| Engine Make | : 2353 |
| Engine Model | : Isuzu A-6BG1T |
| Net Power | : 132 hp(98 kW) |
| Power Measured @ | : 1950 rpm |

| | |
|--|-------------------------------|
| Displacement | : 396 cu in |
| Max Torque | : 340.1 lb ft(47 Kgf.m) |
| Torque Measured @ | : 1600 rpm |
| Aspiration | : Turbocharged |
| Operational | |
| Operating Weight | : 41500 lb(1 lb= 0.45359 kg) |
| Fuel Capacity | : 81.9 gal |
| Cooling System Fluid Capacity | : 6.1 gal |
| Engine Oil Capacity | : 6.7 gal |
| Swing Drive Fluid Capacity | : 2.2 gal |
| Alternator Supplied Amperage | : 40 amps |
| Hydraulic System Relief Valve Pressure | : 4980 psi |
| Hydraulic Pump Flow Capacity | : 97.8 gal/min |
| Swing Mechanism | |
| Swing Speed | : 13.9 rpm |
| Undercarriage | |
| Number of Shoes per Side | : 46 |
| Shoe Size | : 23,7 in |
| Number of Carrier Rollers per Side | : 2 |
| Number of Track Rollers per Side | : 7 |
| Ground Pressure | : 6,2 psi(1 psi =6,894757kPa) |
| Max Travel Speed | : 20 km/jam |
| Track Gauge | : 7,3 ft in |
| [html_upload_userfiles_file_Hitachi_Graafmachines] | |

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dilapangan maka, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data spesifikasi bobot pada saat operasi adalah 41500 Ib (1 Ib = 0.45359 kg). Maka karena excavator menggunakan 14 *roller*, maka beban (m) yang diterima masing-masing *roller*: $m = 1344,57$ kg. Beban yang diterima masing-masing sisi pada satu *roller* = 672,285 kg. Akibat kendala medan yang dilalui oleh *excavator* terlalu berat untuk dilintasi maka terjadilah kemampuan pemakaian yang berlebihan. Momen inersia yang diterima track *roller* jika terjadi kemacetan pada track *roller* adalah sebesar $0,0378$ kg.m²
2. Sistem pelumasan pada *track roller* harus sesuai dengan waktu dan prosedur. Melakukan pemeriksaan dan perawatan terhadap komponen yang berhubungan langsung dengan *roller excavator*, Melakukan perawatan pada komponen *undercarriage* termasuk *roller* pada saat *excavator* sedang dijalankan.
3. Dari simulasi dengan software Ansys dapat terlihat bahwa jika terjadi kerusakan pada track *roller* atau macet, maka terlihat beban yang diterima oleh track *roller*. Pada faktanya akan terjadi gesekan sehingga mengakibatkan kerusakan yang parah.

5.2 Saran

1. Untuk menjaga kemampuan unit agar tetap maksimal, diharapkan selalu memastikan penggunaan *parts* yang direkomendasikan oleh pihak *dealer*.
2. Jangan menggunakan *parts* yang tidak direkomendasikan oleh pihak *dealer*, karena dengan mengabaikan kemampuan yang dimiliki unit tidak bisa bekerja secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, *Basic Mechanic Course Final Drive & Undercarriage*. PT United Tractor, 2011.

Kementrian Pekerjaan Umum, Kajian rantai Pasok Alat Berat Konstruksi Dalam Mendukung Investasi Infrastruktur, ringkasan Eksekutif, Jakarta, 2012

Irfan Maulana, dkk, Analisa Kerusakan Komponen *Undercarriage Excavator* Hitachi Ex200 Pada PT. Takabeya Perkasa Group Dengan Metode FMEA, Jurnal Mesin Terapan No. 1 Vol. 1, 2017

Sumar Hadi S, Bambang Y, Pengaruh kekuatan Bahan Pada *Track Shoe Excavator* Menggunakan pengujian *Abrasive Wear* dengan Metode Ogoshi Universal High Speed *Testing*, Rotasi, 2018.

Zienkiewicz, O. C., Taylor, R. L. and Zhu, J. Z. *The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals* 6th Edition. Amsterdam, 2005.

Patel, B. P., Prajapati, J. M. and Gadhvi, B. J. "An excavation force calculation and applications: an analytical approach." *International Journal of Engineering Science and Technology* 3 (2011): 3831-3837.

Holman J.P, terjemahan Ir. E. Jasifi, M.Sc,"Metode Pengukuran Teknik", Erlangga, Jakarta, 1984

Van Vlack, terjemahan Ny. Sriati Djapre,"Ilmu dan Teknologi Bahan", Erlangga, Jakarta, 1979

Tipler, *Fisika untuk Sains dan Teknik-Jilid I* (terjemahan), Erlangga, Jakarta, 1998

Shigley, Joseph E. *Perencanaan Teknik Mesin*, Edisi keempat. Alih bahasa oleh G.Harahap. Erlangga, Jakarta, 1991

Sularso, Kiyokatsu saga. 1994. Elemen Mesin. Jakarta : PT. Pradaya Paramita

Halliday R, *Fisika Jilid 1*, Penerbit Airlangga, Jakarta, 1988.

Erdogan Madenci, *The Finite Element Method and Applications in Engineering Using Ansys*, Springer.

Steven dkk, *Numerical Methods For Engineers*, Mc Graw Hill, 2002

LAMPIRAN







DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Satria Irvan Afif
NPM : 1407230173
Tempat/ Tanggal Lahir : Medan, 13 Agustus 1996
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jl. Gereja Gg. Suka murni no. 15G
Nomor HP : 0821-6522-5249
Email : satria.irvan55@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Satriono, SKM
Ibu : Ramadhani, AMkeb

PENDIDIKAN FORMAL

2000-2001 : TK AL-HIDAYAH TANAH MERAH
2001-2007 : SD NEGERI NO 104265 TANAH MERAH
2007-2010 : SMP NEGERI 3 PERBAUNGAN
2010-2013 : SMA NEGERI 1 PERBAUNGAN
2014-2019 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.