

**PENINGKATAN PERAWATAN KOMPONEN *UNDERCARRIAGE* PADA UNIT  
EXCAVATOR PC200  
(STUDI KASUS DI PT. UNITED TRACTORS Tbk.)**

**SKRIPSI  
KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar sarjana teknik



Disusun oleh :

**JANU WIYARSONO**  
**NIM. 105060207111030 – 62**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG**

**2015**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PENINGKATAN PERAWATAN KOMPONEN *UNDERCARRIAGE* PADA UNIT  
*EXCAVATOR PC200*  
(STUDI KASUS DI PT. UNITED TRACTORS Tbk.)**

**SKRIPSI**

**KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar sarjana teknik



Disusun oleh :

**JANU WIYARSONO**  
**NIM. 105060207111030 – 62**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M.Eng.Sc**  
**NIP. 19490911 198403 1 001**

**Rudianto Raharjo, ST., MT**  
**19820225 201212 1 002**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENINGKATAN PERAWATAN KOMPONEN *UNDERCARRIAGE* PADA UNIT**

***EXCAVATOR PC200***

**(STUDI KASUS DI PT. UNITED TRACTORS Tbk.)**

**SKRIPSI**

**KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar sarjana teknik

Disusun oleh :

**JANU WIYARSONO**

**NIM. 105060207111030 – 62**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
Tanggal 29 Januari 2015

Penguji I

Penguji II

**Dr. Eng. Eko Siswanto, ST., MT**  
**NIP. 19701017 199802 1 001**

**Ir. Agustinus Ariseno, MT**  
**NIP. 19510822 198701 1 001**

Penguji III

**Francisca Gayuh Utami Dewi, ST., MT**  
**NIP. 820919 06 1 2 0259**

Mengetahui,  
Ketua Program Studi S1

**Dr.Eng. Widya Wijayanti, ST., MT**  
**NIP. 19750802 199903 2 002**



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. yang telah senantiasa melimpahkan rahmat, berkah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **”Peningkatan perawatan komponen *undercarriage* pada unit *excavator* PC200 (Studi Kasus di PT. United Tractors Tbk.”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, petunjuk dan bimbingan dari berbagai pihak yang telah banyak membantu proses penyelesaian tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr.Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
2. Bapak Purnami, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, MSc. Selaku Ketua Kelompok Konsentrasi Produksi Jurusan Mesin Fakultas teknik Universitas Brawijaya sekaligus Dosen Pembimbing II yang banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, masukan, dan arahan yang membangun bagi penulis.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M.Eng.Sc selaku Dosen Pembimbing I sekaligus dosen pembimbing akademik yang telah meluangkan banyak waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat, pengarahan, motivasi, dan masukan yang telah diberikan.
5. Bapak Rudianto Raharjo, ST., MT. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan banyak waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat, pengarahan, motivasi, dan masukan yang telah diberikan.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang yang bersedia berbagi ilmunya.
7. Almarhum Ayah dan Almarhumah Ibu yang selalu menjadi penyemangat saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Serta seluruh anggota keluarga yang telah memberikan

banyak dukungan baik berupa do'a, semangat, materi dan nasehat hingga terselesaikannya penulisan tugas akhir ini.

8. Shinta Anggityas yang senantiasa sabar dan menemani tanpa bosan mendengar keluhan kesah selama ini, terima kasih atas segala dukungan dan motivasi serta do'a selama ini demi terselainya skripsi ini.
9. Teman – teman jurusan teknik mesin universitas brawijaya khususnya angkatan 2010 yang selama ini banyak membantu dan memberikan motivasi.

Akhir kata, semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan karunia-Nya dan membalas segala amal serta kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, amin.



Malang, Januari 2015

Penulis



## DAFTAR ISI

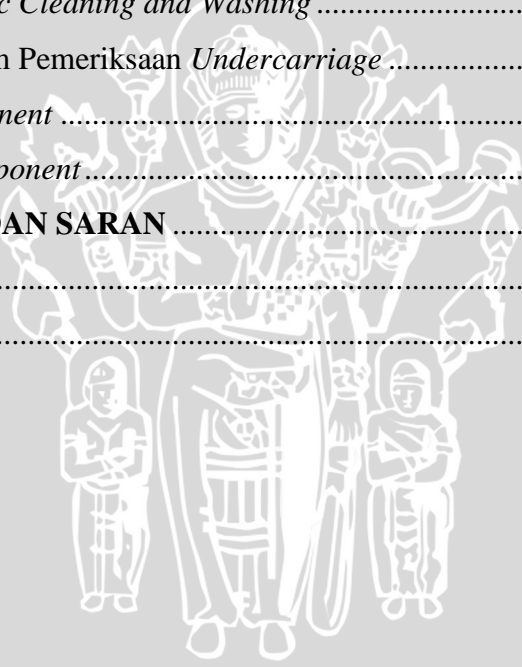
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>RINGKASAN</b> .....	x
<b>SUMMARY</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	4
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 <i>Undercarriage Excavator</i> .....	4
2.2.1 <i>Komponen undercarriage</i> .....	5
2.2.1.1 <i>Track Frame</i> .....	5
2.2.1.2 <i>Track Roller</i> .....	5
2.2.1.3 <i>Carrier Roller</i> .....	7
2.2.1.4 <i>Front Idler</i> .....	8
2.2.1.5 <i>Recoil spring dan Track Adjuster</i> .....	8
2.2.1.6 <i>Sprocket</i> .....	9
2.2.1.7 <i>Track Link</i> .....	10
2.2.1.8 <i>Track Shoe</i> .....	13
2.2.2 <i>Dasar Teori Perhitungan Umur Elemen Penyusun Komponen Undercarriage</i> .....	14



2.2.2.1 <i>Percent Worn Chart</i> .....	14
2.2.2.2 <i>Hour Left Chart</i> .....	15
2.2.2.3 Perhitungan tanpa <i>Hour Left Chart</i> .....	16
2.3 RCM-FMEA .....	16
2.3.1 Langkah Proses RCM .....	17
2.3.2 Komponen dari RCM.....	18
2.3.2.1 <i>Reactive Maintenance</i> .....	19
2.3.2.2 <i>Preventive Maintenance</i> .....	19
2.3.2.3 <i>Predictive Testing and Inspection (PTI)</i> .....	19
2.3.2.4 <i>Proactive Maintenance</i> .....	20
2.3.3 FMEA .....	22
2.4 Hipotesa .....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	25
3.1 Metode Pengumpulan Data.....	25
3.2 Metode Pengambilan Data.....	26
3.3 Metode Pengolahan Data .....	28
3.4 Data-data pendukung .....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	30
4.1 Analisis Perhitungan Efisiensi .....	30
4.1.1 Umur Komponen <i>Undercarriage</i> .....	30
4.1.2 Data Manual Durasi Pengerjaan <i>Undercarriage</i> .....	32
4.1.3 Perhitungan Efisiensi Perawatan .....	34
4.2 Penyebab Kerusakan Komponen <i>Undercarriage</i> .....	37
4.2.1 Kerusakan pada <i>Track Link</i> .....	37
4.2.1.1 Keausan pada permukaan <i>link</i> .....	37
4.2.1.2 Keausan pada sisi permukaan <i>link</i> .....	39
4.2.1.3 Keausan pada penahan <i>pin</i> bagian atas ( <i>pin boss top face</i> ) .....	40
4.2.1.4 <i>Link</i> retak ( <i>cracked link</i> ) .....	41
4.2.1.5 Kerusakan sudut permukaan <i>link</i> .....	42
4.2.1.6 Kerusakan sisi luar <i>link</i> .....	42
4.2.1.7 Keausan pada permukaan <i>link</i> yang berhubungan dengan <i>bushing</i> ...	43

4.2.1.8 Keausan pada bagian dalam yang berhubungan dengan <i>bushing</i> .....	43
4.2.1.9 Lubang <i>Shoe Bolt</i> yang semakin besar .....	43
4.2.2 Kerusakan pada <i>Teeth Sprocket</i> .....	44
4.2.3 Kerusakan pada <i>Front Idler</i> .....	45
4.2.4 Kerusakan pada <i>Carrier Roller</i> .....	45
4.2.5 Kerusakan pada <i>Track Roller</i> .....	46
4.3 <i>Risk Priority Nummber (RPN)</i> .....	47
4.4 Analisis Pareto <i>Risk Priority Number (RPN)</i> .....	49
4.5 Program Perawatan .....	51
4.5.1 <i>Periodical Maintenance</i> .....	51
4.5.1.1 <i>Periodical Inspection</i> .....	51
4.5.1.2 <i>Periodic Cleaning and Washing</i> .....	51
4.5.1.3 Program Pemeriksaan <i>Undercarriage</i> .....	52
4.5.2 <i>Midlife Component</i> .....	52
4.5.3 <i>Overhaul Component</i> .....	52
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	54
5.1 Kesimpulan .....	54
5.2 Saran .....	54

**DAFTAR PUSTAKA**  
**LAMPIRAN**





**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1.1 *Excavator PC200* ..... 2

Gambar 2.1 *Komponen Undercarriage* ..... 5

Gambar 2.2 *Track Frame* ..... 5

Gambar 2.3 *Macam Track Roller* ..... 6

Gambar 2.4 *Track Roller* ..... 6

Gambar 2.5 *Carrier roller* ..... 7

Gambar 2.6 *Carrier roller flange type* ..... 7

Gambar 2.7 *Carrier roller flat type* ..... 8

Gambar 2.8 *Struktur Front Idler* ..... 8

Gambar 2.9 *Struktur Recoil Spring & Track Adjuster* ..... 9

Gambar 2.10 *Solid sprocket* ..... 9

Gambar 2.11 *Segment Sprocket* ..... 10

Gambar 2.12 *Oil Sealed Track Link (kiri) dan Grease Sealed Track Link (kanan)* ..... 10

Gambar 2.13 *Contoh gambar master link* ..... 11

Gambar 2.14 *Bushing* ..... 11

Gambar 2.15 *Master dan regular Pin* ..... 12

Gambar 2.16 *Tipe Seal untuk Sealed dan Lubricated Track Type* ..... 12

Gambar 2.17 *Tipe Seal untuk Grease Sealed Track Type* ..... 13

Gambar 2.18 *Tipe Track Shoe* ..... 14

Gambar 2.19 *Point Measurment* ..... 15

Gambar 2.20 *Contoh Wear Rate Operating Hours Diagram* ..... 16

Gambar 2.21 *Komponen RCM* ..... 18

Gambar 2.22 *Aspek dari proactive maintenance* ..... 20

Gambar 2.23 *Langkah Analisis Kegagalan Berulang* ..... 22

Gambar 3.1 *Diagram alir Standard Operation Prosedure (SOP) PPU* ..... 27

Gambar 4.1 *Keausan pada permukaan* ..... 38

Gambar 4.2 *Gesekan pada Front Idler* ..... 38

Gambar 4.3 *Keausan pada sisi permukaan link* ..... 39

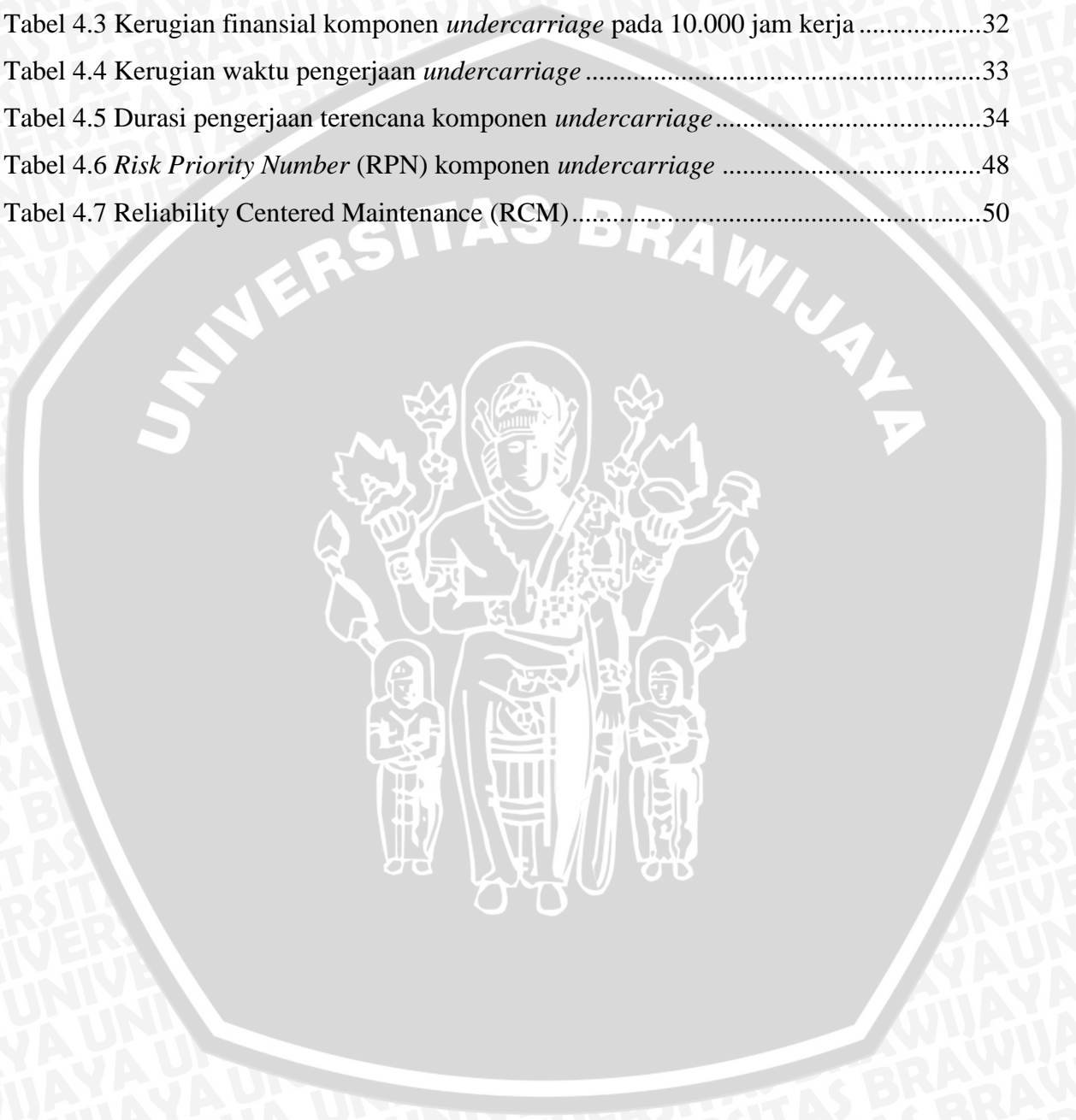
Gambar 4.4 *Keausan pada penahan pin bagian atas* ..... 40

Gambar 4.5 <i>Link</i> retak .....	41
Gambar 4.6 Kerusakan sudut permukaan <i>link</i> .....	42
Gambar 4.7 Kerusakan pada sisi luar <i>link</i> .....	42
Gambar 4.8 Keausan permukaan <i>link</i> yang berhubungan dengan <i>bushing</i> .....	43
Gambar 4.9 Keausan pada bagian dalam yang berhubungan dengan <i>bushing</i> .....	43
Gambar 4.10 Kerusakan pada lubang <i>shoe bolt</i> .....	44
Gambar 4.11 Keausan pada <i>teeth sprocket</i> .....	44
Gambar 4.12 Keausan permukaan <i>idler</i> .....	45
Gambar 4.13 Keausan permukaan <i>carrier roller</i> .....	46
Gambar 4.14 Keausan pada <i>flange track roller</i> .....	47
Gambar 4.15 <i>Pareto Risk Priority Number (RPN)</i> .....	49
Gambar 4.16 Nilai standart <i>clearance</i> .....	51
Gambar 4.17 Diagram <i>Midlife</i> .....	52
Gambar 4.18 Diagram <i>Overhaul</i> .....	53



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Kerugian umur tiap komponen <i>Undercarriage</i> .....	30
Tabel 4.2 Kerugian finansial tiap komponen <i>Undercarriage</i> .....	31
Tabel 4.3 Kerugian finansial komponen <i>undercarriage</i> pada 10.000 jam kerja .....	32
Tabel 4.4 Kerugian waktu pengerjaan <i>undercarriage</i> .....	33
Tabel 4.5 Durasi pengerjaan terencana komponen <i>undercarriage</i> .....	34
Tabel 4.6 <i>Risk Priority Number</i> (RPN) komponen <i>undercarriage</i> .....	48
Tabel 4.7 Reliability Centered Maintenance (RCM) .....	50





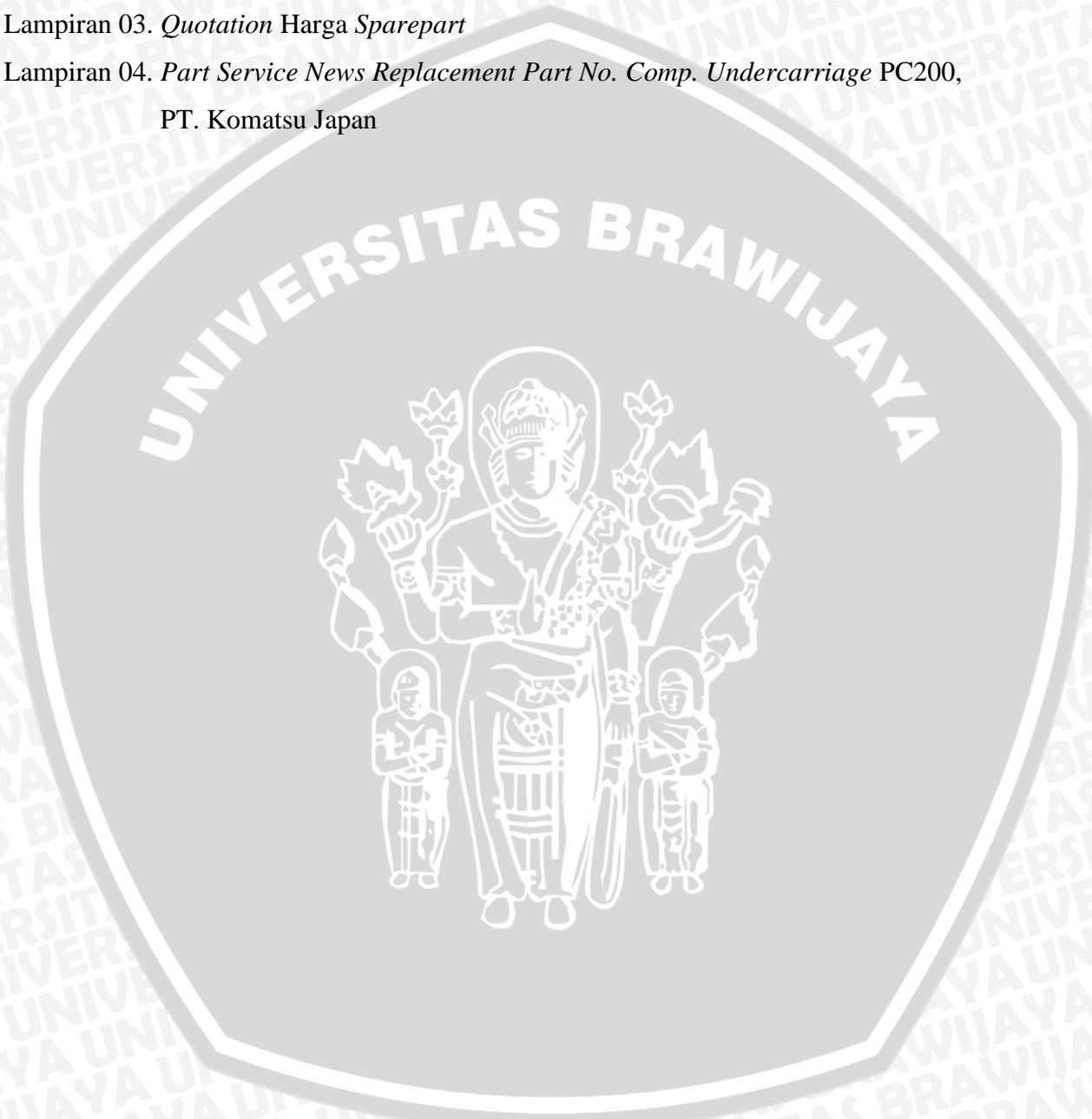
## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 01. Hasil Hasil PPU PT. United Tractors Tbk.

Lampiran 02. *Quotation* Penawaran Harga Unit *Excavator* PC200

Lampiran 03. *Quotation* Harga *Sparepart*

Lampiran 04. *Part Service News Replacement Part No. Comp. Undercarriage* PC200,  
PT. Komatsu Japan



## RINGKASAN

**Janu Wiyarsono**, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2015, *Penignkatan Perawatan Komponen Undercarriage pada Unit Excavator PC200* (Studi Kasus di PT. United Tractors Tbk.), Dosen Pembimbing : Rudy Soenoko dan Rudianto Raharjo.

*Undercarriage* merupakan sekumpulan komponen yang digunakan untuk menopang beban unit (*crawler type*). Permasalahan perawatan alat berat merupakan permasalahan klasik yang ada di dunia pertambangan. Komponen *undercarriage* sendiri merupakan bagian dari alat berat yang biaya perawatannya paling dominan dibandingkan dengan bagian lain dari alat berat.

Pada penelitian ini menganalisis kegagalan dalam sistem perawatan alat berat yang sudah ada menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dengan melakukan pendekatan statistik dan menerapkan berbagai macam strategi perawatan yang bertujuan untuk menurunkan biaya perawatan. Alat berat yang kali ini menjadi objek pengambilan data pada jam kerja unit 3734 HM dan 5637 HM adalah unit excavator PC200-8 Serial No. C10080 milik PT. Putra Perkasa Abadi yang berlokasi di Asta - Loa Kulu.

Dari hasil analisis sistem perawatan didapatkan kerugian tiap jam kerja unit sebesar 0,0021% dan ditemukan penyebab kerusakan pada komponen *undercarriage*. Diperoleh kegagalan dan kekurangan dalam sistem perawatan sebelumnya, sehingga dapat ditentukan tindakan yang perlu diambil untuk kedepannya. Kekurangan pada program *preventive maintenance* yang perlu dilakukan untuk peningkatan perawatan komponen *undercarriage* adalah program *periodical maintenance* yang meliputi program *periodic inspection*, *periodic cleaning and washing* serta PPU. Selain program *periodical maintenance* juga perlu dilakukan program *midlife* dan *overhoule*.

**Kata kunci:** *Alat Berat, Reliability Centered Maintenance, Peningkatan Perawatan Undercarriage*

## SUMMARY

**Janu Wiyarsono**, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, in January 2015, Enhancement in the maintenance of PC200 undercarriage components (A case of study in PT. United Tractors Tbk.), Thesis Advisor: Rudy Soenoko and Rudianto Raharjo.

Undercarriage define as some components applied to sustain the unit loads (crawler type). One of a classical problem in mining is the maintenance of the heavy equipments parts. The component of undercarriage itself is one of a part in heavy equipment that has the most dominant maintenance cost among the other parts.

This observation analyze the failure in the former observation of heavy equipment maintenance using Reliability Centered Maintenance (RCM) method by conducting statistics approach and applying some kind of maintenance strategies in order to decrease the maintenance cost. The kind of heavy equipment that become the main objects of the data collection in units work time 3734 HM and 5637 HM are excavator unit PC200-8 serial no.C10080, the proprietorship of PT. Putra Perkasa Abadi located in Asta-Loa Kulu.

From the maintenance system analysis result, the writer discovered 0,0021% loss and also found some damage in undercarriage components. The writer also found the failure and the weakness from the former maintenance system, therefore the writer could predict necessary steps forward. The weakness in preventive maintenance program that needed in order to increase the maintenance of undercarriage component is periodical maintenance program including periodic inspection program, periodic cleaning and washing also PPU. Moreover, beside periodical maintenance, midlife and overhaul programs are needed to be applied.

**Keywords:** *Heavy Equipment, Reliability Centered Maintenance, Undercarriage Maintenance Enhancement*



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Semakin bertambahnya umur unit atau komponen, maka unit atau komponen tersebut mengalami penurunan performansi. Karena itu diperlukan tindakan perawatan (*maintenance*). Sehingga aset tersebut tetap dapat berfungsi dengan memadai. Bidang perawatan menghadapi tantangan yang semakin besar sejalan dengan tingginya tuntutan akan ketersediaan dan kehandalan berbagai aset fisik, *safety* yang lebih baik, kualitas produk yang lebih tinggi, tidak mencemari lingkungan, umur hidup aset yang lebih panjang, dan yang tidak kalah pentingnya adalah tuntutan efektifitas biaya yang sangat baik.

*Breakdown* merupakan suatu jenis kegagalan spesifik, dimana suatu peralatan sama sekali tidak mampu untuk berfungsi. Kegagalan fungsi suatu peralatan tidak terjadi secara mendadak tetapi merupakan akibat dari kegagalan - kegagalan potensial sebelumnya. Mengingat sifat kegagalannya, maka alat pemantau tidak dapat mendeteksi suatu kegagalan potensial sampai kegagalan potensial tersebut mencapai tingkat besaran tertentu atau saat kegagalan potensial berikutnya lebih intensif terjadi. Oleh karena itu bila kita berhasil mendeteksi perubahan pada sifat fisik maupun kimiawi yang berpengaruh pada fungsi peralatan atau komponen itu telah mengalami kegagalan.

Perawatan bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan (*breakdown unscheduled*) dan umur alat atau komponen sesuai dengan rekomendasi *factory*. Dengan pelaksanaan perawatan yang baik, maka performa peralatan dapat terjaga pada kondisi optimalnya.

Perawatan dapat didefinisikan sebagai usaha reparasi yang dilakukan untuk menjaga kondisi dan performa sebuah mesin seperti pada kondisi waktu masih baru dengan biaya perawatan yang sewajarnya. Sebagaimana alat – alat besar harus diperlakukan sebagai layaknya sebuah alat produksi, yaitu agar selalu ada dalam kondisi yang prima dan dapat bekerja secara terus menerus dengan down time yang seminimum mungkin. Dengan demikian, perawatan diadakan bertujuan untuk :

1. Suatu alat selalu dalam keadaan siaga siap pakai (*high availability* = berdaya guna *physic* yang tinggi)
2. Agar suatu alat selalu berkemampuan prima, berdaya guna mekanis yang paling baik (*best performance*)



### 3. Agar biaya perbaikan alat menjadi lebih hemat (*reduce repair cost*)

Di dunia tambang tidak lepas dari penggunaan unit *excavator*, dimana setiap model memiliki fungsi yang lebih spesifik masing – masing. Seperti halnya produk Komatsu yang memiliki beberapa model excavator. Unit *excavator* untuk model PC200 adalah model unit yang paling banyak peminatnya. Sehingga dapat dipastikan populasi unit *excavator* PC200 sudah banyak di Indonesia. Hal tersebut dikarenakan model tersebut sangat cocok dan lebih fleksibel untuk dapat diaplikasikan pada tambang kecil sampai tambang besar.



Gambar 1.1 *Excavator* PC200

Sumber : *Catalog Product Komatsu Excavator PC200*

Seperti halnya perawatan pada unit *excavator*, komponen yang mengalami keausan yang paling besar adalah pada perlengkapan kerja dan kerangka bawah. Sehingga tidak menutup kemungkinan hal ini mengakibatkan besarnya juga biaya perawatan pada perlengkapan kerja dan kerangka bawah. Hal yang terpenting bagaimana mengurangi biaya yang dipergunakan akibat keausan yang tidak wajar pada bagian kerangka bawah dan melakukan perawatan ataupun perbaikan. Jadi sangat memungkinkan banyak hal yang dapat diperbaiki untuk menurunkan biaya perawatan pada unit *excavator*.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Pada penelitian yang dilakukan ini di titik beratkan pada bagaimana cara meningkatkan perawatan komponen *undercarriage* pada unit *excavator* PC200 yang menjadi studi kasus di PT. United Tractors Tbk.



### 1.3 BATASAN MASALAH

Meskipun pada penelitian dilakukan di tempat kerja PT. United Tractors Tbk. ini dititik beratkan pada efisiensi dan efektivitas kinerja komponen *Undercarriage excavator PC200* pada tanah abrasiv terhadap *performance availability* dan *cost maintenance*, dan secara umum komponen *undercarriage* tersusun dari beberapa sub komponen, maka pada laporan ini penulis membatasi hanya pada bagian : *track roller, carrier roller, track shoe, track link, front idler*, dan *sprocket*, yaitu : Analisis Perawatan Komponen *Undercarriage Excavator PC200*.

Untuk perhitungan efisiensi ini penulis menggunakan metode *Failure Mode* dan *Effect Analysis (FMEA)*, yaitu dengan enam langkah sebagai berikut : *Failure Model, Failure Source, Failure Frequency, Failure Consequency, Risk Rating*, dan *Failure Control*.

### 1.4 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini dimaksudkan untuk memperbaiki program perawatan komponen *undercarriage* yang telah berjalan. Dimana dengan perbaikan program perawatan tersebut diharapkan dapat meningkatkan performa dari komponen *undercarriage* dan mengurangi biaya *corrective maintenance*.

### 1.5 MANFAAT PENELITIAN

Pada penelitian yang dilakukan ini di titik beratkan program perawatan yang dipilih untuk mengurangi biaya perawatan pada komponen *undercarriage*. Sehingga diharapkan dapat bermanfaat bagi kepentingan yang lebih besar dengan tetap mengacu pada parameter yang telah ditetapkan oleh perusahaan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Sebelumnya

**Sriyanto dan Hartini (2006)** melakukan penelitian mengenai analisis fungsi sistem yang tepat terhadap seksi *Baking* mesin Imaforni PT Nissin Biskuit Indonesia melalui pendekatan RCM. Dari hasil penelitian didapatkan sistem kritis untuk mesin *Baking Section* Imaforni adalah Sistem Pembakaran Langsung karena mempunyai presentase kegagalan terbesar yaitu 48,57% dari total kerusakan.

**Sutanto dan Palit (2012)** melakukan penelitian mengenai *downtime* mesin pada perusahaan manufaktur aluminium menggunakan metode RCM untuk program pemeliharaan yang tepat sehingga menurunkan *downtime* mesin 2500 ton. Dari hasil penelitian didapatkan usulan perancangan RCM berupa keputusan RCM dari masing-masing komponen mesin dan disertai dengan MTBF.

**Indriawati dan Cahyono (2010)** melakukan penelitian mengenai limbah gas buang industri pada komponen sistem gas buang boiler di PT. IPMOMI dengan penerapan metode RCM. Dari hasil penelitian diperoleh komponen yang mendapat perawatan *scheduled on-condition task* yaitu T/R Unit. Komponen yang tidak memerlukan perawatan (no scheduled maintenance) yaitu ID Fan dan Aeration Fan. Sedangkan komponen yang mendapat perawatan *Scheduled discard task* yaitu CE *Rapping Motor* dengan jadwal perawatan 40 hari, DE *Rapping Motor* dengan jadwal perawatan 320 hari, Hopper Vibromotor dengan jadwal perawatan 280 hari, dan *Scrubber Water Pump Motor* dengan jadwal perawatan 60 hari.

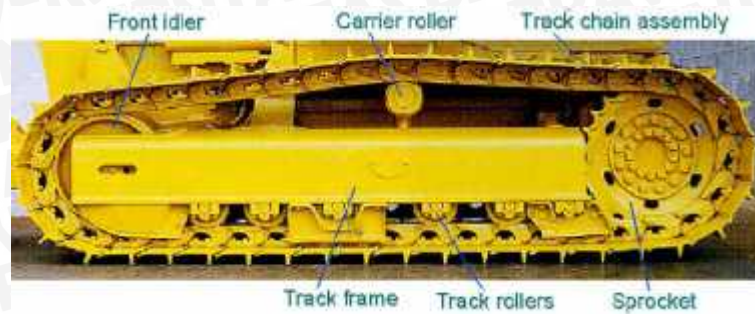
#### 2.2 Undercarriage Excavator

*Undercarriage assembly* (kerangka bawah) adalah sekumpulan komponen yang digunakan untuk menopang beban unit (*crawler type*). Salah satu fungsinya adalah untuk menyalurkan torsi engine dan menghasilkan gaya cengkram (*traction force*) untuk menggerakkan unit maju atau mundur. Disamping itu juga mampu untuk menjaga kestabilan dari unit.

Berikut beberapa fungsi dari *undercarriage*:

- Untuk menopang dan meneruskan beban unit ke tanah.
- Bersama-sama dengan sistem *steering* dan *brake* mengarahkan unit untuk bergerak maju, mundur, belok ke kanan dan ke kiri.

- Sebagai pembawa dan pendukung unit.



Gambar 2.1 Komponen *Undercarriage*

Sumber : Technical Training Department (2011:39)

## 2.2.1 Komponen *Undercarriage*

### 2.2.1.1 *Track frame*

*Track frame* merupakan tulang punggung daripada *undercarriage*, sebagai tempat kedudukan komponen-komponen *undercarriage* (kecuali sprocket yang dihubungkan secara langsung ke *final drive*). 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 disusun saling menyilang dan dirakit dengan plat baja yang di las. *Track frame* khusus dirancang agar mampu melawan beban kejut baik dalam kondisi kerja ringan maupun berat.



Gambar 2.2 *Track Frame*

Sumber : Technical Training Department (2011:44)

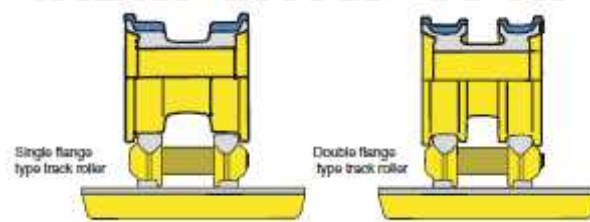
### 2.2.1.2 *Track roller*

*Track roller* adalah roda yang terbuat dari baja, yang diikat pada bagian bawah dari *track frame*, 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*

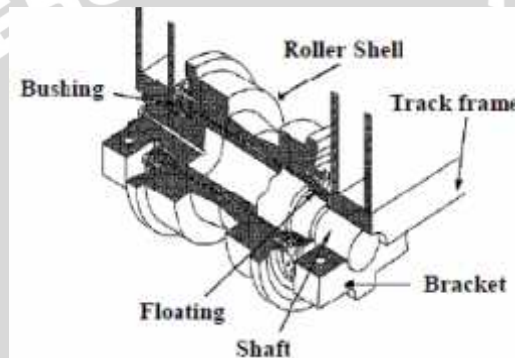


sangat tergantung dari panjangnya *track*, semakin panjang *track* maka semakin banyak pula susunan *track roller* yang terpasang.



Gambar 2.3 Macam *Track Roller*  
Sumber : KOMATSU (2006:47)

Komponen utama dari *track roller* antara lain *shaft*, *brackets*, *bushing*, *floating seals* dan *roller shell*.



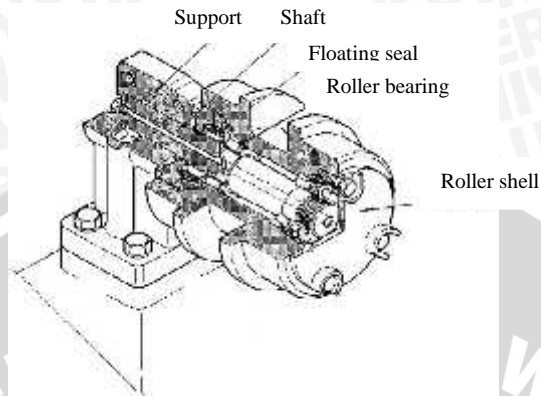
Gambar 2.4 *Track Roller*  
Sumber : Technical Training Department (2011:46)

- **Shaft** berfungsi sebagaiudukan *track roller* ketika berputar. *Shaft* memiliki *internal cavity* untuk memastikan *roller* tetap terlumasi dengan baik ketika berputar.
- **Brackets** terletak pada ujung dari *shaft*, berfungsi untuk mengunci dan memastikan *track roller* tetap terpasang pada *track frame*
- **Bronze bushings** terpasang pada *roller shell*, selama *track roller* berputar oli akan melapisi antara *shaft* (diam) dengan *bushing* (yang berputar) untuk mengurangi gesekan dan panas yang timbul.
- **Floating seals** terletak pada masing-masing ujung *bushing*. Berfungsi untuk mencegah kebocoran oli dan agar kotoran tidak masuk ke dalam.
- **Roller shell** terbuat dari *tough alloy* yang diberikan proses pengerasan permukaan agar lebih tahan terhadap keausan.



### 2.2.1.3 Carrier roller

*Carrier roller* adalah bagian dari komponen *undercarriage* yang berfungsi untuk menahan berat gulungan atas dari *track shoe assy* agar tidak melentur, dan menjaga gerakan *track shoe* antara *sprocket* ke *idler* atau sebaliknya supaya tetap lurus

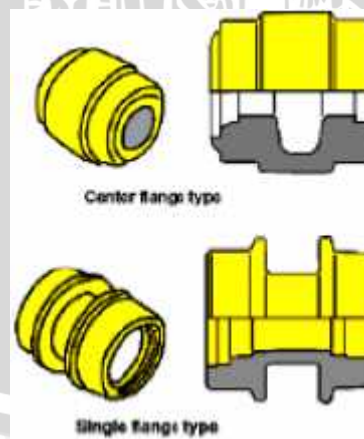


Gambar 2.5 *Carrier roller*

Sumber : Technical Training Department (2011:50)

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.

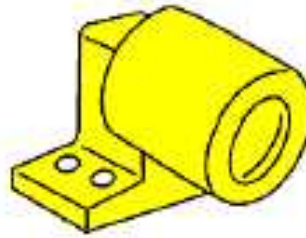
Terdapat dua tipe *carrier roller*, yaitu tipe *flange (flange type)* dan tipe *flat (flat type)*. *Carrier roller* tipe *flange* dibagi lagi menjadi 2 tipe, yaitu *center flange* dan *single flange*.



Gambar 2.6 *Carrier roller flange type*

Sumber : KOMATSU (2006:53)

*Center flange type* pada umumnya digunakan pada unit *hydraulic excavator*, *bulldozer* ukuran kecil, dan *dozer shovels*, sedangkan *single flange type* pada umumnya digunakan pada unit *bulldozer* dengan ukuran sedang sampai besar dan *dozer shovels*.



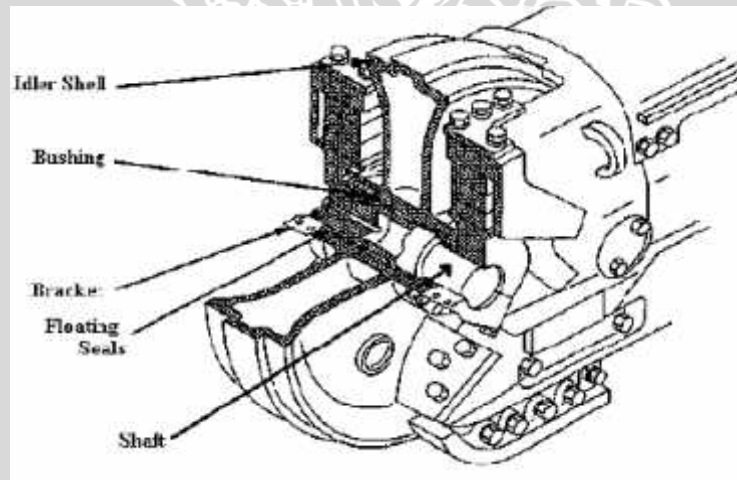
Flat Type Carrier Roller

Gambar 2.7 *Carrier roller flat type*  
Sumber : KOAMTSU (2006:53)

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

#### 2.2.1.4 *Front Idler*

*Front idler* berfungsi sebagai pengarah (guide) *track link assembly*, membantu mengencangkan dan mengendurkan *track* serta peredam kejut. Pada bagian dalam dari *idler* dilengkapi dengan *bushing* dan *shaft* serta oli yang berfungsi sebagai pelumas.



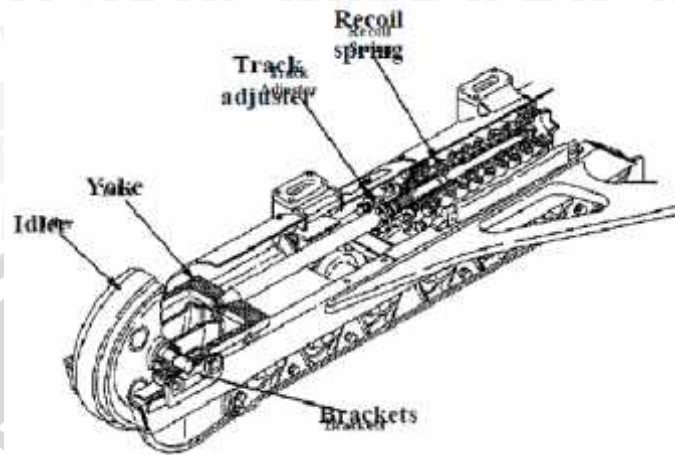
Gambar 2.8 Struktur *Front Idler*  
Sumber: Technical Training Department (2011:52)

#### 2.2.1.5 *Recoil spring* dan *Track Adjuster*

*Recoil spring* berfungsi untuk menahan kejutan yang berasal dari front idler, sehingga hal ini akan dapat memperpanjang umur komponen dan menambah kenyamanan operator dalam mengoperasikan alat. Selama unit berjalan *front idler* akan bergerak sliding maju/mundur, beban kejut dari *idler* itulah yang diserap oleh *recoil spring*.



*Track adjuster* berfungsi untuk mengatur agar kondisi kekencangan *track shoe assembly* tetap terjaga. *Track adjuster* adalah piston yang diisi *grease* yang terdapat di dalam silinder. Ketegangan *track* dapat diatur dengan mengisi/me-release *grease* pada silinder.

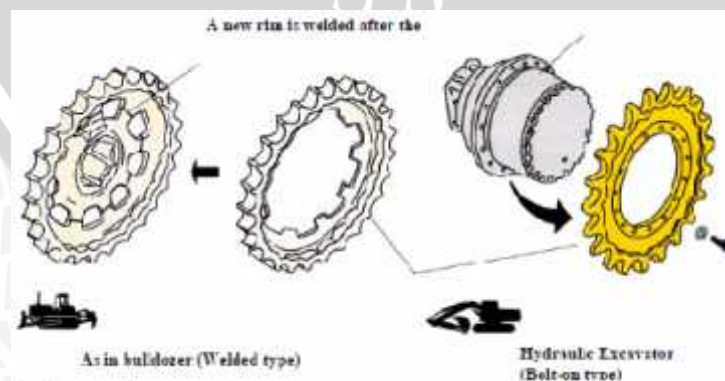


Gambar 2.9 Struktur *Recoil Spring & Track Adjuster*  
Sumber: Technical Training Department (2011:55)

#### 2.2.1.6 Sprocket

*Sprocket* dalam komponen *undercarriage* berfungsi sebagai media penerus tenaga gerak ke *track* melalui *bushing* dan merubah putaran *sprocket* menjadi gulungan pada *track* agar unit dapat bergerak.

Tipe sprocket ada dua macam, yaitu *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. Biasanya digunakan pada *small crawler* dan *excavator*.

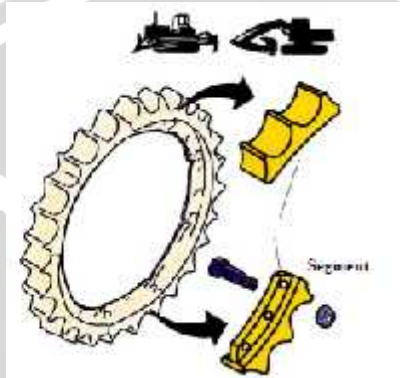


Gambar 2.10 *Solid sprocket*  
Sumber : Technical Training Department (2011:57)



*Segment type sprocket* terdiri dari 3 atau lebih segmen yang terikat pada hub dari *final drive*. *Sprocket* jenis ini lebih mudah dalam penanganan dan penggantian karena tidak memerlukan spesial *tool*. Keuntungan yang lain tipe ini dapat diganti satu-persatu tidak seperti *solid* yang harus diganti satu *assembly*.

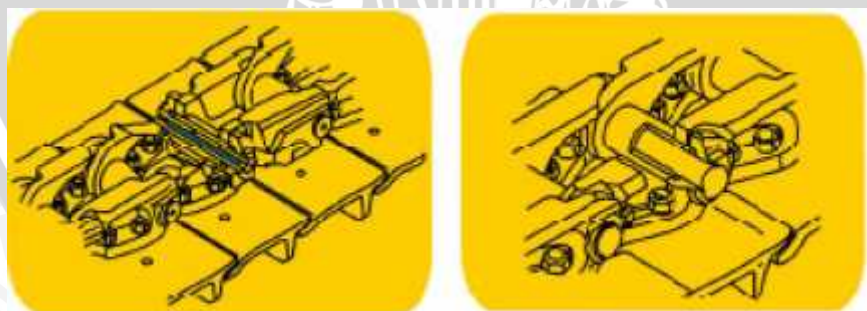
Kerugian tipe segmen adalah gampang kendur jika dibandingkan dengan tipe solid karena area jepitan/pengikatan dari *bolt* pada masing masing segmen lebih kecil dibandingkan tipe solid.



Gambar 2.11 *Segment Sprocket*  
Sumber : Technical Training Department (2011:57)

### 2.2.1.7 *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 assy*.



Gambar 2.12 *Oil Sealed Track Link* (kiri) dan *Grease Sealed Track Link* (kanan)  
Sumber : Technical Training Department (2011:59)

*Track link* terdiri dari dua tipe, yaitu: *sealed and lubricated type track* dan *grease sealed type track*. *Grease seal type track* umumnya digunakan pada *small dozer* dan *excavator*. *Sealed and lubricated type track* sering digunakan pada medium dan *large size dozer*. Perbedaan dari kedua tipe tersebut adalah media pelumasan yang

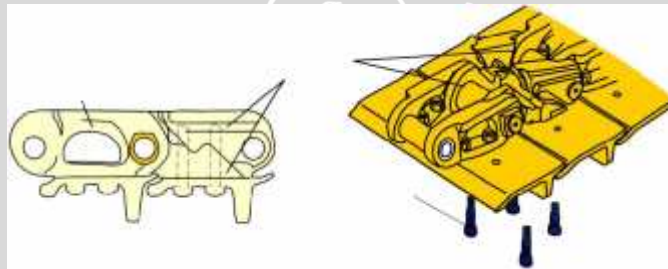
digunakan, menggunakan *grease/oil*. Pelumasan tersebut berfungsi untuk mengurangi gesekan antara *pin* dan *bushing*, sehingga keausan internal dapat dikurangi. Disamping itu juga dapat mengurangi *link pitch extension*

### 1. *Link*

Berfungsi untuk :

- Menempu berat unit ke landasan.
- Tempat kedudukan pin, bushing serta track shoe.
- Tempat bersinggungan dengan *roller* saat *crawler tractor* diam maupun bergerak.
- Menghubungkan dan memutuskan rangkaian crawler (hanya pada master link)

Link terdiri dari dua tipe: *Master link* serta *Reguler link*. *Master link* digunakan untuk memutus/menghubungkan rangkaian *track link assembly*. Rangkaian dapat diputus/disambung dengan mengendurkan *bolt* yang mengikat *track shoe* dengan *link*.



Gambar 2.13 Contoh gambar *master link*

Sumber : Technical Training Department (2011:60)

### 2. *Pin dan Bushing*

*Pin* berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan antar *link* sedangkan *bushing* berfungsi untuk mendapatkan sifat fleksibel ketika track bergerak menggulung.



Gambar 2.14 *Bushing*

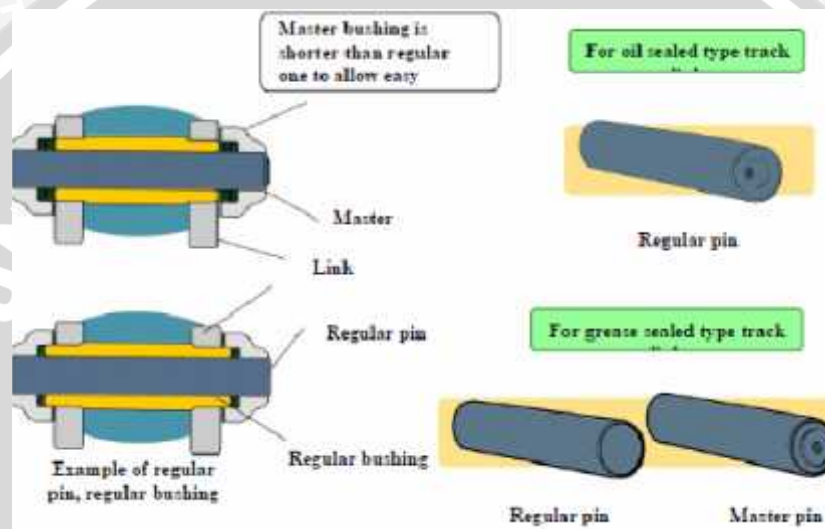
Sumber : Technical Training Department (2011:60)

Syarat utama dari pin adalah memiliki *endurance to constant stress* (ketahanan terhadap tegangan yang konstan) dan tahan terhadap keausan, sedangkan syarat



utama dari bushing harus memiliki *fatigue tolerance* yang baik serta tahan terhadap keausan.

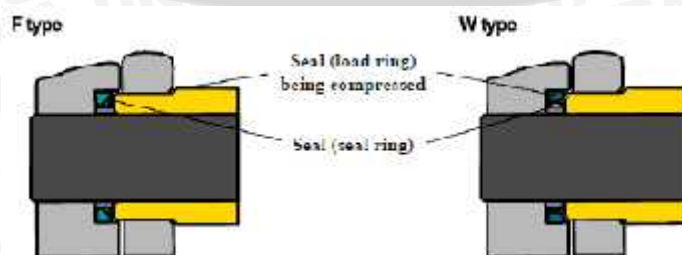
Seperti halnya *link*, *pin* dan *bushing* juga terdiri dari dua tipe, yaitu master (*pin & bushing*) dan reguler (*pin & bushing*). Master *pin* dan reguler *pin* mempunyai diameter yang sama, permukaan yang sama-sama rata tetapi pada master *pin* terdapat *chamfered* dan *center bore* untuk mempermudah dalam identifikasi. Master *bushing* memiliki diameter yang sama dengan reguler *bushing*. Perbedaannya adalah ukuran *bushing* nya lebih pendek bila dibandingkan dengan reguler *bushing*. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan pada saat penggantian.



Gambar 2.15 Master dan reguler *Pin*  
 Sumber : Technical Training Department (2011:61)

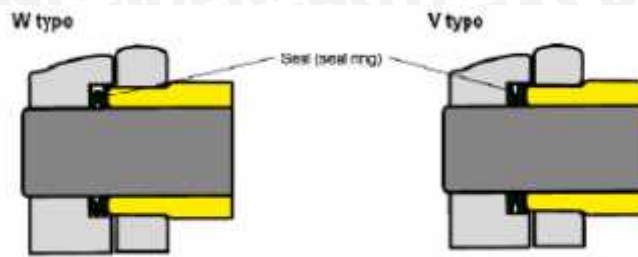
### 3. Seal

*Seal* berfungsi untuk mencegah terjadinya kebocoran oli dan sebaliknya untuk mencegah agar jangan sampai ada kotoran dari luar yang masuk ke dalam komponen. Terdapat beberapa tipe dari *seal* yang digunakan pada *track link*, yaitu: tipe F dan tipe W yang digunakan pada track link tipe sealed and lubricated track link (SALT type), tipe W dan tipe V yang digunakan untuk track link tipe grease sealed type.





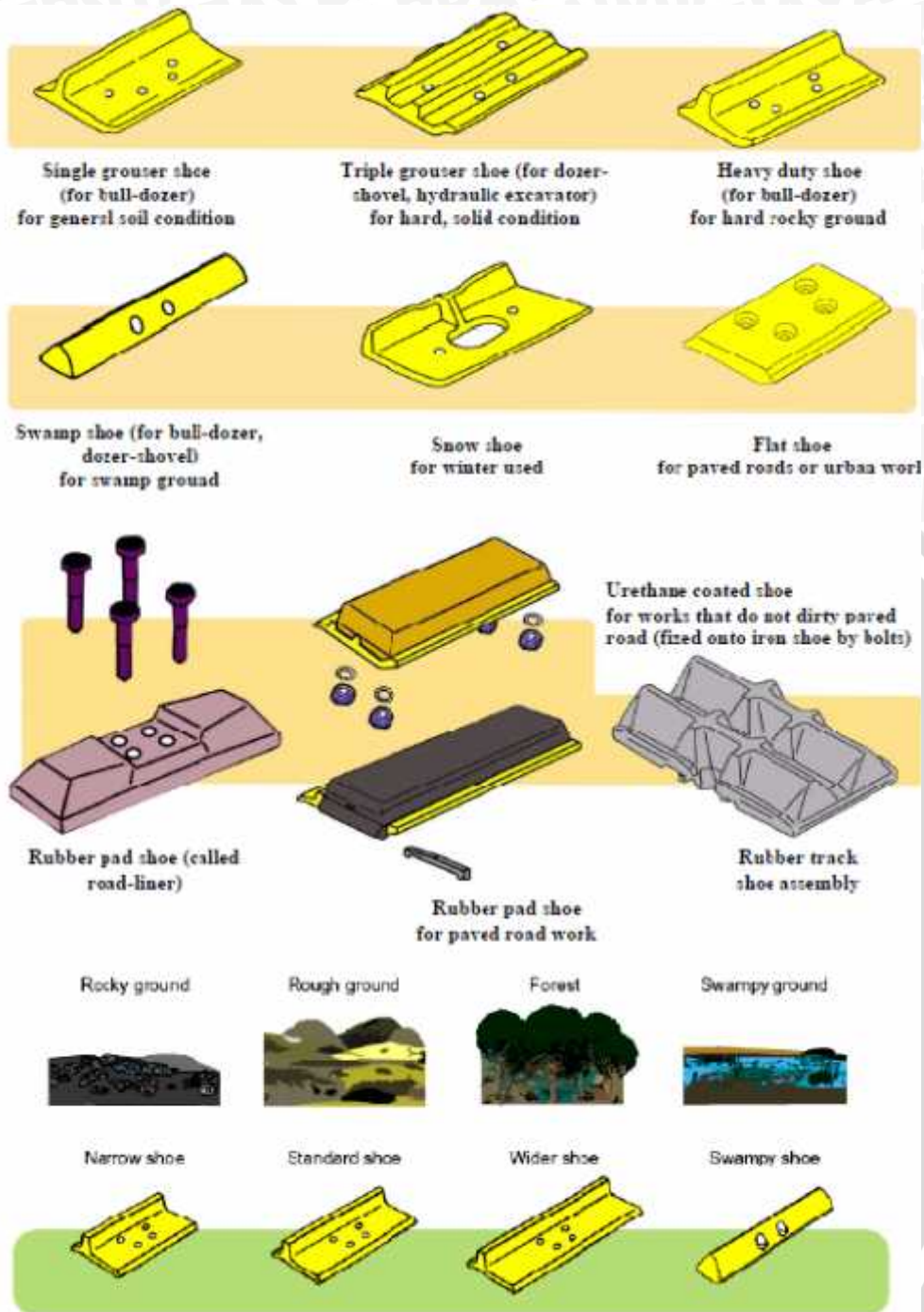
Gambar 2.16 Tipe *Seal* untuk *Sealed* dan *Lubricated Track Type*  
Sumber : Technical Training Department (2011:62)



Gambar 2.17 Tipe *Seal* untuk *Grease Sealed Track Type*  
Sumber : Technical Training Department (2011:62)

### 2.2.1.8 *Track Shoe*

*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. Oleh karena itu 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 2.18 Tipe *Track Shoe*  
 Sumber : Technical Training Department (2011:65)

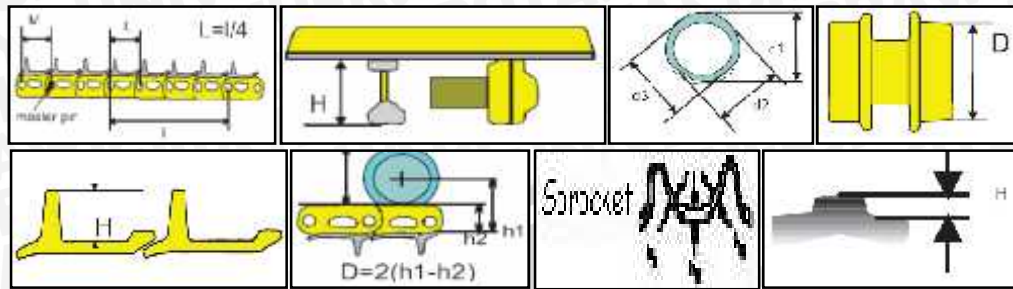
## 2.2.2 Dasar Teori Perhitungan Umur Elemen Penyusun Komponen *Undercarriage*

### 2.2.2.1 *Percent Worn Chart*

Pengukuran keausan komponen *undercarriage* sangat penting, agar dapat menentukan sampai berapa lama lagi komponen *undercarriage* ini dapat dipakai. Hasil pengukuran komponen kerangka bawah selanjutnya dimasukkan atau dibandingkan ke *percent worn chart* untuk masing-masing komponen, tipe unit dan serial number yang



sama, sehingga diperoleh tingkat keausan dalam satuan persen (%). Dalam *percent worn chart* tingkat keausan dibagi menjadi: Normal dan *Impact*.



Gambar 2.19 *Point Measurement*

Sumber : Technical Training Department (2011:114)

Tingkat keausan normal berarti unit dioperasikan pada kondisi medan biasa. Sedangkan tingkat keausan *impact* berarti unit dioperasikan pada kondisi medan yang sering mendapat beban kejut. Tingkat keausan normal atau *impact* ditujukan terhadap pengukuran diameter luar *bushing* dan *link pitch* sedang untuk komponen kerangka bawah lainnya tidak dibedakan tingkat keausan normal ataupun *impact* yaitu hanya tercantum satu tingkat keausan.

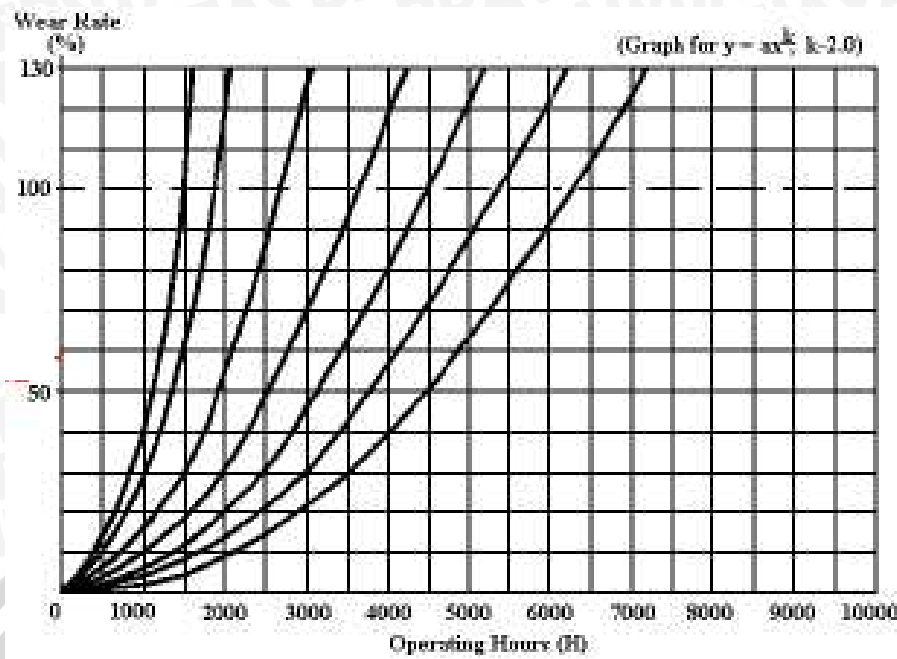
$$\text{Worn Wear Rate} = \frac{\text{Standart Value} - \text{Measured wear rate}}{\text{Standart Value} - \text{Repair limit}} \times 100\% \quad (2-1)$$

Dari *percent worn chart* atau dari perhitungan selanjutnya dipakai untuk menentukan sampai berapa lama lagi komponen *undercarriage* masih dapat dipakai.

### 2.2.2.2 *Hour Left Chart*

*Hour left chart* dipakai untuk mengestimasi sampai berapa lama lagi komponen-komponen *undercarriage* masih dapat dipakai sampai mencapai *repair* dan *rebuild limit*. Penggunaan *hour left chart* ini harus disesuaikan dengan komponen kerangka bawah dan tipe unit.





Gambar 2.20 Contoh *Wear Rate Operating Hours Diagram*  
 Sumber : Technical Training Department (2011:117)

### 2.2.2.3 Perhitungan Tanpa *Hour Left Chart*

*Service limit* dapat dihitung dengan memakai perhitungan, tingkat ketelitian dengan memakai perhitungan lebih akurat jika dibandingkan dengan memakai *hour left chart*. Persamaan yang dipakai sebagai berikut:

$$y = a \cdot x^k \quad (2-2)$$

Dimana :  $y = \text{Wear rate (\%)}$

$x = \text{Operation Hour (jam)}$

$k = \text{Ketetapan (untuk masing-masing komponen tidak sama)}$

$a = \text{Konstanta, yang harus dicari terlebih dahulu}$

## 2.3 RCM – FMEA

*Reliability Centered Maintenance* (RCM) sebagai suatu metode untuk mengembangkan, memilih dan membuat alternatif strategi perawatan yang didasarkan pada kriteria operasional, ekonomi dan keamanan. Tujuan utama dari RCM adalah untuk mempertahankan fungsi system dengan cara mengidentifikasi mode kegagalan (*failure mode*) dan memprioritaskan kepentingan dan mode kegagalan kemudian memilih tindakan perawatan pencegahan yang efektif.

### 2.3.1 Langkah Proses RCM

Mempermudah dalam pelaksanaan RCM dapat terlaksana, maka dapat digunakan langkah-langkah:

1. Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi

Sistem yang akan dipilih adalah sistem yang mempunyai frekuensi *corrective maintenance* yang tinggi.

2. Definisi batasan sistem

Definisi batasan sistem dilakukan untuk mengetahui apa yang termasuk dan tidak termasuk ke dalam sistem yang diamati.

3. Deskripsi system dan *Functional Diagram Block* (FDB)

Pendeskripsian sistem bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan detail penting dari sistem.

4. Penentuan fungsi dan kegagalan fungsional

Fungsi dapat diartikan sebagai apa yang dilakukan oleh suatu peralatan yang merupakan harapan pengguna. Sedangkan kegagalan fungsional dapat diartikan sebagai ketidakmampuan suatu peralatan untuk memenuhi fungsinya pada performansi standar yang dapat diterima oleh pengguna. Suatu fungsi dapat memiliki satu atau lebih kegagalan fungsional.

5. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Mode kegagalan merupakan suatu keadaan yang dapat menyebabkan kegagalan fungsional. Apabila mode kegagalan sudah diketahui maka dapat diketahui dampak kegagalan yang menggambarkan apa yang akan terjadi ketika mode kegagalan tersebut terjadi, selanjutnya digunakan untuk menentukan konsekuensi dan memutuskan tindakan untuk mengantisipasi, mencegah, mendeteksi atau memperbaikinya.

6. *Logic Tree Analysis* (LTA)

*Logic Tree Analysis* merupakan suatu alat pengukuran kualitatif untuk mengklarifikasikan mode dari kegagalan. Mode suatu kegagalan dapat diklasifikasikan kedalam 4 kategori yaitu:

a. *Safety Problem* (kategori A)

Mode kegagalan mempunyai konsekuensi dapat melukai atau mengancam jiwa seseorang.

b. *Outage Problem* (kategori B)



Mode suatu kegagalan dapat mengakibatkan suatu system yang digunakan tidak dapat bekerja.

c. *Minor to Infestation Economic Problem* (kategori C)

Mode kegagalan yang tidak berdampak pada segi keamanan maupun membuat system tidak dapat bekerja. Mode berikut hanya tergolong berdampak kecil dan dapat diabaikan.

d. *Hidden Failure* (kategori D)

Kegagalan yang terjadi pada sebuah system tidak dapat diketahui atau teridentifikasi oleh operator

7. *Task Selection* (Pemilihan kebijakan perawatan)

*Task Selection* dilakukan untuk menentukan kebijakan-kebijakan yang mungkin untuk diterapkan (efektif) dan memilih task yang paling efisien untuk setiap mode kegagalan.

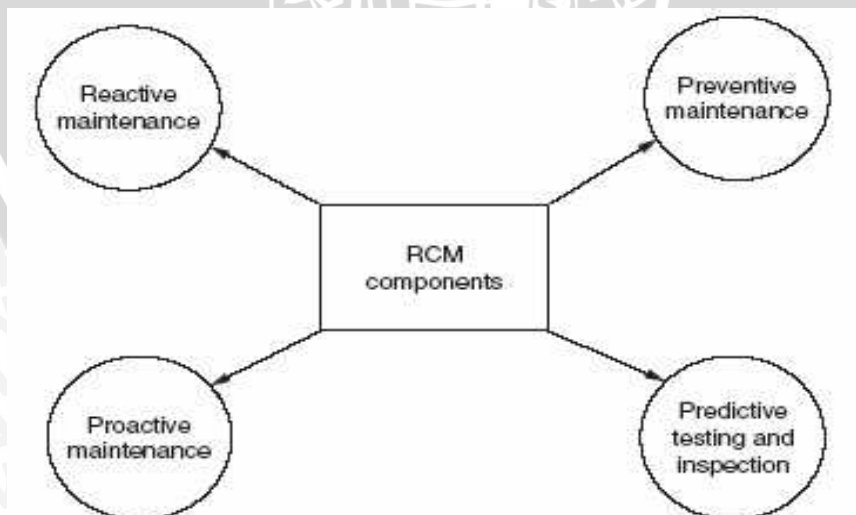
a. Efektif

Kebijakan perawatan yang dilakukan dapat mencegah, mendeteksi suatu kegagalan yang terjadi pada sebuah sistem atau menemukan *hidden failure*.

b. Efisien

Kebijakan perawatan yang dilakukan ekonomis dilihat dari total biaya perawatan.

### 2.3.2 Komponen dari RCM



Gambar 2.21 Komponen RCM

Sumber : Hutabarat (2006)

### 2.3.2.1 Reactive Maintenance

Perawatan yang berprinsip pada pengoperasian unit sampai rusak, atau perbaikan ketika rusak. Perawatan jenis ini hanya dilakukan ketika proses deteriorasi sudah menghasilkan kerusakan.

### 2.3.2.2 Preventive Maintenance

Perawatan yang disebut juga *time based maintenance*, sudah dapat mengurangi frekuensi kegagalan ketika perawatan jenis ini diterapkan, jika dibandingkan dengan reaktif perawatan. Perawatan jenis ini dilakukan tanpa mempertimbangkan kondisi komponen. Kegiatannya antara lain terdiri dari perikasaan, penggantian komponen, kalibrasi, pelumasan, dan pembersihan. Perawatan jenis ini sangat tidak efektif dan tidak efisien dari segi biaya ketika diterapkan sebagai satu-satunya metode perawatan dalam sebuah plan.

### 2.3.2.3 Predictive Testing and Inspection (PTI)

*Predictive Testing and Inspection (PTI)* sangat berguna untuk menentukan kondisi suatu komponen terhadap umumnya

#### 1. Monitoring Equipment

Sebuah unit perlu dimonitor guna mengetahui keadaan dan mendapatkan trend dari kondisi *equipment* tersebut dari waktu ke waktu.

Pendekatan yang digunakan:

- a. Antisipasi kegagalan dari pengalaman yang sebelumnya (*failure anticipation from past experience*)
- b. Statistik distribusi kegagalan (*failure distribution statistic*)
- c. Pendekatan konservatif (*conservative approach*)

#### 2. Prediction Testing and Inspection (Tes Prediksi dan Inspeksi)

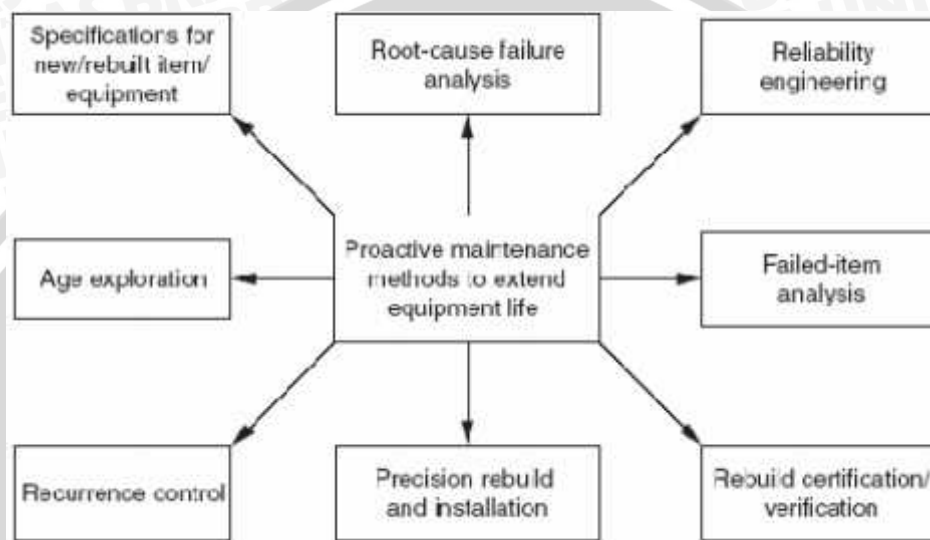
PTI seringkali disebut sebagai *conditioning monitoring* atau *predictive maintenance*.

PTI dapat digunakan untuk menjustifikasi *time based maintenance*, karena hasilnya digaransi oleh kondisi unit yang terkontrol. Data PTI yang diambil secara periodic dapat digunakan untuk menentukan trend kondisi *equipment*, perbandingan data antar *equipment*, proses analisis statistic, dan sebagainya. PTI tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya metode perawatan, karena PTI tidak dapat mengatasi semua potensi kegagalan.



### 2.3.2.4 Proactive Maintenance

Tipe perawatan ini akan menuntun pada: *desain*, *workmanship*, instalasi, prosedur dan *scheduling maintenance* yang lebih baik. Karakteristik dari *proactive maintenance* adalah *continous improvement* dan menggunakan informasi balik serta komunikasi untuk memastikan bahwa usaha perbaikan yang dilakukan benar-benar membawa hasil yang positif.



Gambar 2.22 Aspek dari *proactive maintenance*  
Sumber : Hutabarat (2006)

#### 1. Reliability Engineering

*Reliability engineering* merupakan sebuah jembatan penghubung dari pendekatan *proactive maintenance*, seperti desain ulang, modifikasi atau perbaikan dari penggantian komponen. Dalam beberapa kasus melakukan redesain merupakan suatu keharusan untuk mendapatkan *reliability* yang lebih baik.

#### 2. Failed Item Analysis

Salah satu kegiatan yang termasuk *Failed Item Analysis* adalah inspeksi visual pada saat komponen yang mengalami kegagalan dilepaskan dari sistemnya. Analisis kasus secara lebih detail diterapkan untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan.

#### 3. Root Cause Failure Analysis (RCFA)

RCFA berkonsentrasi secara proaktif mencari penyebab terjadinya kegagalan. Bedanya dengan *failed item analysis* adalah RCFA melakukan kegiatan proaktif sebelum dan juga bias sesudah terjadinya kegagalan, sedangkan *failed item analysis*

mutlak setelah terjadinya kegagalan. Tujuan utama dari RCFA adalah mencari penyebab terjadinya ketidakefisienan, ketidakekonomisan, mengkoreksi penyebab kegagalan dan tidak hanya berkonsentrasi pada efeknya saja.

#### 4. *Age exploration*

*Age exploration* adalah aspek yang penting dalam program RCM. Pendekatan AE dilakukan untuk menguji kelayakan kegiatan untuk diaplikasikan dengan mempertimbangkan beberapa hal :

- a. *Technical Content*, adalah serangkaian verifikasi untuk memastikan bahwa semua mode kegagalan sudah dipetakan dan juga memastikan bahwa metode perawatan yang sudah ada sekarang dapat membawa ke kondisi *reliability* yang lebih baik.
- b. *Performance Interval, adjustment* dilakukan secara berkelanjutan sampai penurunan potensi terjadinya kegagalan dapat diturunkan
- c. *Task Grouping*, pekerjaan yang mempunyai periode yang sama dikelompokkan menjadi satu, tujuannya untuk mengefisienkan waktu.

#### 5. *Spesification for New, Rebuild Item, Equipment*

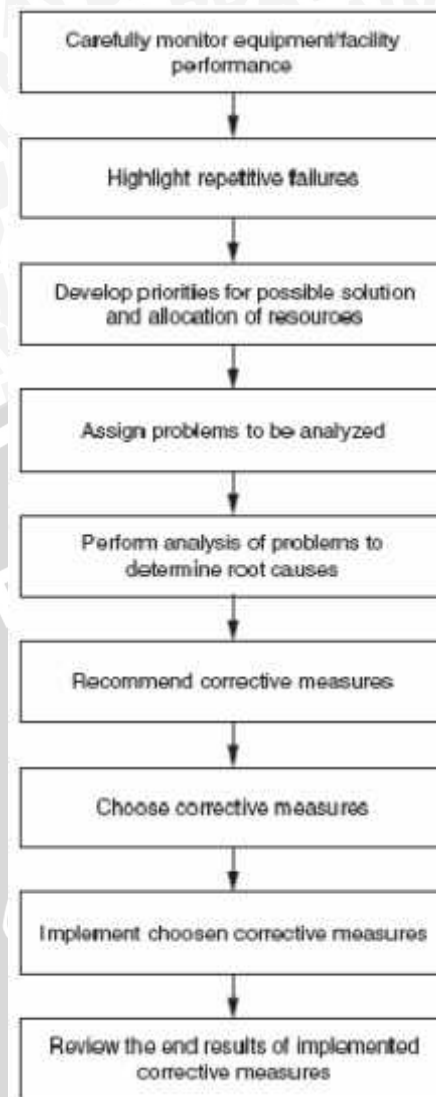
Melakukan dokumentasi sebuah unit, seperti dokumentasi data awal (*commissioning*), seperti *vibrasi, alignment, balancing*, juga melakukan *record* data masalah yang terjadi selama waktu pengoperasian, melakukan perbandingan data berbagai merk *equipment*.

#### 6. *Recurrence Control*

*Reccurence control* adalah mengontrol kegagalan yang terjadiberulang. Kegagalan berulang dapat terjadi akibat ketidakmampuan mencari informasi yang cukup tentang penyebab terjadinya kegagalan tersebut. Beberapa situasi yang dapat digolongkan sebagai kegagalan berulang :

1. Kegagalan berulang yang terjadi pada sebuah *equipment*
2. Kegagalan berulang yang terjadi pada sistem.
3. Kegagalan pada sebuah part yang terjadi pada beberapa *equipment* atau sistem.





Gambar 2.23 Langkah Analisis Kegagalan Berulang  
Sumber : Hutabarat (2006)

### 2.3.3 FMEA

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah pendekatan sistematis yang menerapkan suatu metode pentabelan untuk membantu proses pemikiran yang digunakan oleh *engineers* untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial dan efeknya. FMEA merupakan teknik evaluasi tingkat keandalan dari sebuah system untuk menentukan efek kegagalan dari system tersebut. Kegagalan digolongkan berdasarkan dampak yang diberikan terhadap kesuksesan suatu misi dari sebuah sistem. Secara umum, FMEA didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi tiga hal, yaitu:

- Penyebab kegagalan yang potensial dari sistem, desain produk dan proses selama siklus hidupnya

- Efek dari kegagalan tersebut
  - Tingkat kekritisan efek kegagalan terhadap fungsi sistem, desain produk, dan proses
- FMEA merupakan alat yang digunakan untuk menganalisa keandalan suatu sistem dan penyebab kegagalannya untuk mencapai persyaratan keandalan dan keamanan sistem, desain dan proses dengan memberikan informasi dasar mengenai prediksi keandalan sistem, desain, dan proses. Terdapat lima tipe FMEA yang bisa diterapkan dalam industri pertambangan, yaitu:

- *System*, berfokus pada fungsi system secara global
- *Design*, berfokus pada desain produk
- *Process*, berfokus pada proses produksi, dan perakitan
- *Service*, berfokus pada fungsi jasa
- *Software*. Berfokus pada fungsi *software*

Berikut ini adalah tujuan yang dapat dicapai oleh perusahaan dengan penerapan FMEA:

- Untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan efeknya
- Untuk mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan
- Untuk mengurutkan pesanan desain potensial dan defisiensi proses
- Untuk membantu fokus *engineer* dalam mengurangi perhatian terhadap produk dan proses, dan membantu mencegah timbulnya permasalahan.

Dari penerapan FMEA pada perusahaan, maka akan dapat diperoleh keuntungan-keuntungan yang sangat bermanfaat untuk perusahaan antara lain:

- Meningkatkan kualitas, keandalan, dan keamanan produk
- Membantu meningkatkan kepuasan pelanggan
- Meningkatkan citra baik dan daya saing perusahaan
- Mengurangi waktu dan biaya pengembangan produk
- Memperkirakan tindakan dan dokumen yang dapat mengurangi resiko

*Output* dari proses FMEA adalah:

- Daftar mode kegagalan yang potensial pada proses
- Daftar *critical characteristic* dan *significant characteristic*
- Daftar tindakan yang direkomendasikan untuk menghilangkan penyebab munculnya mode kegagalan atau untuk mengurangi tingkat kejadiannya dan untuk meningkatkan deteksi terhadap produk cacat bila kapabilitas proses tidak dapat ditingkatkan.

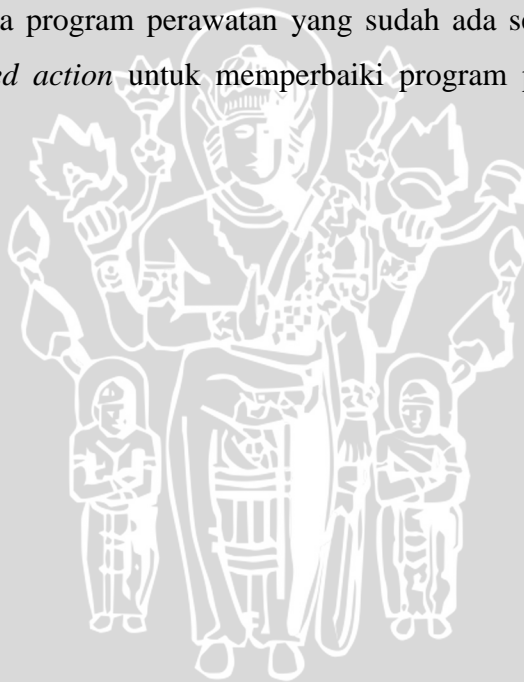


FMEA merupakan dokumen yang berkembang terus. Semua pembaharuan dan perubahan siklus pengembangan produk dibuat untuk produk atau proses. Perubahan ini dapat dan sering digunakan untuk mengenal mode kegagalan baru. Mengulas dan memperbaharui FMEA adalah penting terutama ketika:

- Produk atau proses baru diperkenalkan
- Perubahan dibuat pada kondisi operasi produk atau proses diharapkan berfungsi
- Perubahan dibuat pada produk atau proses, dimana produk atau proses berhubungan. Jika desain produk dirubah, maka proses terpengaruh begitu juga sebaliknya.
- Konsumen memberikan indikasi masalah pada produk atau proses

#### 2.4 Hipotesa

Dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dapat menemukan masalah yang terjadi pada program perawatan yang sudah ada sebelumnya dan dapat menemukan *recommended action* untuk memperbaiki program perawatan agar lebih baik.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metode Pengumpulan Data

1. Penelitian ini dilakukan di PT. United Tractors Tbk. yang berlokasi di Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Peningkatan perawatan komponen *undercarriage* dengan variasi jam kerja unit 3734 HM dan 5637 HM pada unit *excavator* PC200-8 Serial No. C10080 milik PT. Putra Perkasa Abadi yang berlokasi di Asta - Loa Kulu.

2. Data yang diperlukan:

a. Data Primer

Sumber data yang diperoleh langsung dari sumber asli (tidak melalui media perantara). Data primer dapat berupa opini subjek (orang) secara individual atau kelompok, hasil observasi terhadap suatu benda (fisik), kejadian atau kegiatan, dan hasil pengujian. Metode yang digunakan untuk mendapatkan data primer yaitu:

- Interview (Wawancara)

yaitu mendapatkan informasi dengan cara bertanya langsung kepada responden.

- Observasi atau Studi Lapangan

yaitu mengadakan pengamatan terhadap obyek yang diteliti

b. Data Sekunder

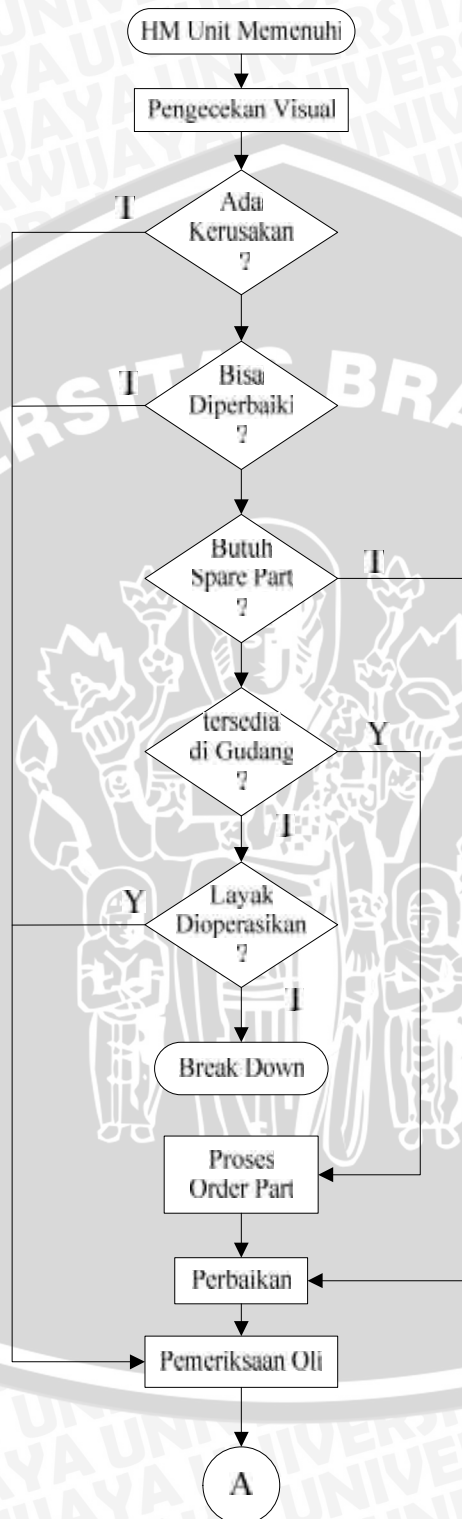
Sumber data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Data sekunder umumnya berupa bukti, catatan atau laporan historis yang telah tersusun dalam arsip (data dokumenter) yang dipublikasikan dan yang tidak dipublikasikan. Berupa data-data pendukung yang diperlukan dalam penelitian ini yang tidak didapat secara langsung dari sumber pertama.

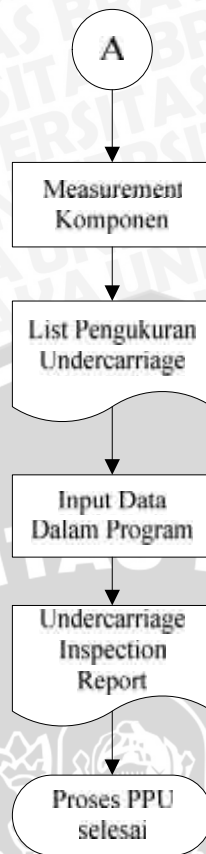




### 3.2 Metode Pengambilan Data

Untuk penelitian dilakukan dengan menggunakan data yang diperoleh dari Program Pemeriksaan *Undercarriage* (PPU).





Gambar 3.1 Diagram alir Standard Operation Prosedure (SOP) PPU

#### Prosedur pengujian

- Adanya HM unit yang memenuhi persyaratan PPU berdasarkan pengamatan HM harian
- Melakukan pengecekan visual terhadap bagian tertentu yang dapat dilakukan tanpa menggunakan alat
- Memeriksa adanya kerusakan pada komponen unit :  
Apabila ya, maka memeriksa apakah dapat diperbaiki  
Apabila tidak, maka melakukan pemeriksaan oli
- Memeriksa jenis kerusakan apakah dapat diperbaiki langsung :  
Apabila ya, maka memeriksa apakah membutuhkan spare part  
Apabila tidak, maka melakukan pemeriksaan oli
- Memeriksa kebutuhan spare part :  
Apabila ya, maka memeriksa apakah tersedia di gudang atau bias disediakan dengan cepat (maksimal 148 jam)  
Apabila tidak, maka memperbaiki kerusakan
- Memeriksa ketersediaan spare part di gudang :



Apabila ya, maka melanjutkan ke proses order part

Apabila tidak, maka memeriksa apakah masih layak dioperasikan atau tidak

- Memeriksa apakah unit masih layak untuk dioperasikan :
  - Apabila ya, maka melakukan pemeriksaan oli
  - Apabila tidak, maka unit break down
- Unit *breakdown*
- Melakukan proses order part dengan membuat *recommended parts*
- Memperbaiki kerusakan pada unit hasil pengecekan visual
- Melakukan pemeriksaan oli
- Melakukan pengukuran terhadap komponen *undercarriage* sesuai dengan yang tercatat dalam form list pengukuran *undercarriage*
- Mengisi hasil pengukuran *undercarriage* dalam form list pengukuran *undercarriage*, data ini selanjutnya akan digunakan sebagai bahan untuk laporan PPU
- Input data list pengukuran *undercarriage* ke dalam program aplikasi
- Pembuatan dan penyerahan *undercarriage inspection report* kepada chief mechanic program

### 3.3 Metode Pengolahan Data

Dari data yang telah diperoleh, maka kita dapat mengetahui umur tiap komponen *undercarriage*. Sehingga membantu dalam perencanaan penggantian tiap komponen *undercarriage* tersebut.

Perencanaan penggantian lebih akurat bila kerusakan yang terjadi pada komponen diakibatkan karena keausan normal. Sedangkan bila kerusakan terjadi akibat keausan tidak normal, maka perkiraan perencanaan penggantian komponen akan jauh meleset. sehingga diharapkan dengan pengambilan data tersebut selalu bisa akurat dan *up to date* dengan kondisi komponen unit tersebut. Hal ini akan berdampak besar pada:

1. *Maintenance Quality*
2. *Prepare Part*
3. *Prepare Tools*
4. *Down Time Maintenance Duration*
5. *Prepare Man Power*
6. *Performance unit*

### 3.4 Data-data Pendukung

Data-data pendukung diperoleh dari hasil pengukuran komponen *undercarriage* pada program PPU. Dari hasil program pemeriksaan *undercarriage* didapatkan data-data aktual keausan normal maupun tidak normal pada tiap-tiap komponen *undercarriage*.





## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Perhitungan Efisiensi

#### 4.1.1 Umur Komponen *Undercarriage*

Kerugian umur tiap komponen *undercarriage* yang seharusnya masih bisa dipakai bila dilakukan perawatan dengan baik dan pengoperasian normal dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Deviasi} &= \frac{\text{Lost time}}{\text{Standart life time}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{Standart life time} - \text{Actual life time}}{\text{Standart life time}} \times 100\% \end{aligned}$$

Sebagai contoh untuk komponen *idler* untuk standar umur komponen selama 8.000 jam kerja, sedangkan aktualnya hanya bisa bertahan pada rata-rata 7.000 jam.

$$\begin{aligned} \text{Deviasi} &= \frac{\text{Lost time}}{\text{Standart life time}} \times 100\% \\ &= \frac{8.000 - 7.000}{8.000} \times 100\% \\ &= \frac{1.000}{8.000} \times 100\% \\ &= 12,50\% \end{aligned}$$

Tabel 4.1 Kerugian umur tiap komponen *Undercarriage*

Part Number	Description	Life Time		Deviasi (%)
		Standart	Aktual	
20Y-32-00030	T/L ASSY, STD. (90L - PC200)	8000	7000	12.50%
20Y-32-31320	SHOE, TRIPLE 800 MM	10000	8000	20.00%
20Y-32-05000	SBK HEXAGONAL	8000	7000	12.50%
20Y-30-00322	IDLER ASSY	8000	7000	12.50%
20Y-27-77110	SPROCKET	4000	3000	25.00%
20Y-30-00481	CARRIER ROLLER (PC200-8)	4000	3000	25.00%
20Y-30-07300	TRACK ROLLER ASSY	8000	6000	25.00%



Dengan kombinasi perhitungan dari tabel 4.1 dan harga *part*, maka dapat dicari berapa kerugian finansial tiap *part* komponen *undercarriage*:

$$\text{\$ Lose} = \% \text{ Deviasi} \times \text{Qty} \times \text{Price part}$$

Sebagai contoh untuk komponen *front idler* untuk % deviasi rata-rata 12,50% dengan harga sesuai tabel 4.2 sebesar \$ 1690,16/pcs. Untuk unit *excavator* PC-200 memiliki dua *front idler* pada sebelah kanan dan kiri unit.

$$\begin{aligned} \text{\$ Lose} &= \% \text{ Deviasi} \times \text{Qty} \times \text{Price part} \\ &= 12,50\% \times 2 \times \$1690,16 \\ &= \$ 422,54 \end{aligned}$$

Tabel 4.2 Kerugian finansial tiap komponen *Undercarriage*

Part Number	Description	Qty	Price (\$)	Amount (\$)	Deviasi (%)	Lose (\$)
20Y-32-00030	T/L ASSY, STD. (90L - PC200)	1	6677.85	6677.85	12.50%	834.73
20Y-32-31320	SHOE, TRIPLE 800 MM	90	108.89	9800.08	20.00%	1960.02
20Y-32-05000	SBK HEXAGONAL	8	205.69	1645.56	12.50%	205.69
20Y-30-00322	IDLER ASSY	2	1690.16	3380.32	12.50%	422.54
20Y-27-77110	SPROCKET	2	422.77	845.54	25.00%	211.38
20Y-30-00481	CARRIER ROLLER (PC200-8)	4	222.63	890.52	25.00%	222.63
20Y-30-07300	TRACK ROLLER ASSY	14	289.52	4053.29	25.00%	1013.32
<b>Total Lose</b>						<b>4870.32</b>

Tabel 4.2 diatas menunjukkan besarnya kerugian finansial pada *spare part* sesuai standar umur dari tiap komponen. Sedangkan untuk dapat mengetahui prosentase total kerugian finansial pada waktu 10.000 jam kerja dan tiap jam kerja akibat *spare part*, maka dikembangkan dengan menggunakan tabel 4.3. Dengan menyamakan terlebih dahulu kerugian finansial *spare part* pada umur kerja 10.000 jam kerja.



Tabel 4.3 Kerugian finansial komponen *undercarriage* pada 10.000 jam kerja

Part Number	Description	Amount (\$)	Deviasi (%)	Lose (\$)	Ammount / 10.000 Hrs	
					Standart	Lose
20Y-32-00030	T/L ASSY, STD. (90L - PC200)	6677.85	12.50%	834.73	8347.32	1043.41
20Y-32-31320	SHOE, TRIPLE 800 MM	9800.08	20.00%	1960.02	9800.08	1960.02
20Y-32-05000	SBK HEXAGONAL	1645.56	12.50%	205.69	2056.94	257.12
20Y-30-00322	IDLER ASSY	3380.32	12.50%	422.54	4225.40	528.17
20Y-27-77110	SPROCKET	845.54	25.00%	211.38	2113.85	528.46
20Y-30-00481	CARRIER ROLLER (PC200-8)	890.52	25.00%	222.63	2226.30	556.58
20Y-30-07300	TRACK ROLLER ASSY	4053.29	25.00%	1013.32	5066.61	1266.65
<b>Total Lose</b>					<b>33836.50</b>	<b>6140.41</b>

Dari tabel 4.3 didapatkan prosentase total kerugian finansial pada *spare part* pada 10.000 jam kerja.

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Total lose} &= \frac{\text{Total lose}}{\text{Amount}} \times 100\% \\
 &= \frac{\$6.140,41}{\$33.836,5} \times 100\% \\
 &= 18,14 \%
 \end{aligned}$$

Sedangkan dalam waktu 10.000 jam kerja dapat dicari kerugian finansial pada *spare part* untuk tiap jam kerjanya.

$$\begin{aligned}
 \text{Lose / Work Hourse} &= \frac{\text{Total lose}}{\text{Durasi Work Hours}} \\
 &= \frac{\$6.140,41}{10000 \text{ hrs}} \\
 &= \$0,61/\text{hrs}
 \end{aligned}$$

Prosentase kerugian yang ditanggung sebesar,

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Lose / Work Hours} &= \frac{\text{Lose / Work Hours}}{\text{Amount}} \times 100\% \\
 &= \frac{\$0,61}{\$33.836,5} \times 100\% \\
 &= 0,0018 \%
 \end{aligned}$$

#### 4.1.2 Data Manual Durasi Pengerjaan *Undercarriage*

Berikut data manual untuk pengerjaan penggantian komponen *undercarriage* akibat pekerjaan tidak direncanakan tersebut diluar perhitungan *lose time* (kehilangan waktu) akibat:

1. Kesiapan *spare part* atau komponen saat diperlukan
2. Kesiapan *tools* dan unit pendukung seperti *water truck*, *lube truck* dan *crane truck*.
3. Kesiapan *man power* atau mekanik saat kerusakan tersebut.
4. Faktor alam seperti hujan dan malam hari, karena tidak direncanakan biasa dilakukan ditempat unit tersebut rusak.

Faktor pengalaman kerja berpengaruh besar dalam menentukan jumlah ideal mekanik yang diperlukan. Sedangkan untuk mempermudah dalam perhitungan pekerjaan tidak direncanakan dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Kerugian waktu pengerjaan *undercarriage*

No	Description	Qty Mechanic			Dur	WH	Qty Part	MH	Unit Support
		Senior	Junior	Total					
1	Ganti carrier roller - Bersihkan Track - Release recoil spring - Ganti carrier roller - Adjust kekencangan track	1	2	3	3,5	10,5	4	42	Water truck Lube truck
2	Ganti track roller - Bersihkan track - Jack track - Release recoil spring - Buka bottom guard - Ganti track roller - Pasang bottom guard - Adjust kekencangan track	1	2	3	5	15	14	210	Water truck Lube truck
3	Ganti sprocket - Bersihkan track - Release recoil spring - Lepas track assy - Ganti teeth sprocket - Pasang track assy - Adjust kekencangan track	1	2	3	13	39	2	78	Water truck Lube truck Crane truck
4	Ganti front idler - Bersihkan track - Release recoil spring - Lepas track assy - Ganti front idler - Pasang track assy - Adjust kekencangan track	1	2	3	21	63	2	126	Water truck Lube truck Crane truck
5	Ganti track assy - Bersihkan track - Release recoil spring - Lepas track assy lama - Pasang track assy baru - Adjust kekencangan track	1	2	3	8	24	2	48	Water truck Lube truck Crane truck
<b>Total Man Hours</b>								<b>504 Hours</b>	



#### 4.1.3 Perhitungan Efisiensi Perawatan

Untuk mengetahui berapa kerugian akibat pekerjaan tidak terencana seperti tabel 4.4, maka harus ada pembandingan dengan durasi pekerjaan terencana seperti terlampir tabel 4.5.

Tabel 4.5 Durasi pengerjaan terencana komponen *undercarriage*

No	Job Description	Durasi (Hrs)
1	Washing unit	1
2	Remove track assy RH	3
3	Remove track assy LH	3
4	Remove track frame assy RH	4
5	Remove track frame assy LH	4
6	Remove recoil spring RH	3
7	Remove recoil spring LH	3
8	Remove front idler RH	2
9	Remove front idler LH	2
10	Replace carrier roller RH, no 01,02	1
11	Replace carrier roller LH, no 01,02	1
12	Remove guard track roller RH	1
13	Remove guard track roller LH	1
14	Replace track roller RH, no 01,02,03,04,05,06, & 07	14
15	Replace track roller LH, no 01,02,03,04,05,06, & 07	14
16	Install guard track roller RH	1
17	Install guard track roller LH	1
18	Replace teeth sprocket RH	4
19	Replace teeth sprocket LH	4
20	Install recoil spring RH	4
21	Install recoil spring LH	4
22	Install front idler RH	3
23	Install front idler LH	3
24	Install track frame assy RH	5
25	Install track frame assy LH	5
26	Install track shoe assy (rolling track) RH	3
27	Install track shoe assy (rolling track) LH	3
28	Completed	4
29	Final check	2
<b>Total Durasi (Hours)</b>		<b>103</b>

Tabel 4.5 diatas menunjukkan durasi pekerjaan terencana (*schedule job*) untuk mekanik sebanyak 3 orang. Sehingga dapat diambil perhitungan durasi secara keseluruhan waktu direncanakan untuk pengerjaan tersebut.

$$\text{Man Hours} = \text{Mechanic} \times \text{Durasi}$$



$$= 3 \times 103$$

$$= 309 \text{ man hours}$$

Sehingga untuk mengetahui kerugian pekerjaan tidak terencana maka dapat dihitung selisih durasi antara pekerjaan tidak terencana dengan pekerjaan terencana.

$$\text{Durasi deviasi} = \text{Durasi } Unsch. \text{ Maintenance} - \text{Sch. Maintenance}$$

$$= 504 - 309$$

$$= 195 \text{ man hours}$$

Dari tabel deviasi durasi jam kerja tersebut dapat dihitung berapa kerugian antara lain:

#### 1. Biaya mekanik

Berikut kerugian dari jam kerja mekanik yang hilang. Biaya rata-rata untuk setiap mekanik terkena Rp. 5.000.000,00/bulan. Dalam satu bulan hari kerja efektif rata-rata setelah dipotong hari libur dan cuti adalah 24 hari. Jam kerja tiap hari 12 jam. Sedangkan kurs dollar USD pertanggal 13 oktober 2014 untuk \$1,00 = Rp. 12.205,00

$$\text{Harga/Jam Rp} = \frac{\text{Biaya mekanik/bulan}}{\text{Hari kerja efektif} \times \text{jam kerja}}$$

$$= \frac{\text{Rp. 5.000.000,00}}{24 \text{ hari} \times 12 \text{ jam}}$$

$$= \text{Rp}17.361,11$$

Dimana Kurs \$ 1,00 = Rp. 12.205,00

Maka biaya mekanik tiap jam dapat di konversikan ke dollar USD

$$\text{Harga/Jam Rp} = \frac{\text{Biaya mekanik tiap jam (Rp)}}{\text{Kurs \$}}$$

$$= \frac{\text{Rp. 17.361,11}}{\text{Rp. 12.205,00}}$$

$$= \$ 1,42$$

Sehingga didapatkan kerugian untuk biaya mekanik :

$$\text{Biaya} = \text{Durasi deviasi} \times \text{Price/Hrs}$$

$$= 195 \text{ Hrs} \times \$1,42$$

$$= \$276,9$$

Sedangkan untuk prosentase kerugian untuk biaya mekanik, dikombinasikan dengan total harga komponen *undercarriage* seperti tabel 4.3.

$$\% \text{ Lose biaya mekanik} = \frac{\text{Total biaya mekanik}}{\text{Amount}} \times 100\%$$

$$= \frac{\$276,9}{\$33.836,5} \times 100\%$$

$$= 0,81\%$$

## 2. Kerugian alat tidak produksi

Kerugian dimana unit tidak beroperasi akibat pekerjaan tidak terencana pada komponen *undercarriage*. Kerugian tersebut dapat ditunjukkan dengan selisih durasi pekerjaan tidak terencana dengan pekerjaan terencana pada komponen *undercarriage*. Harga untuk setiap unit *excavator* PC200 sebesar Rp.1.405.920.000,00 sudah termasuk PPN 10%, sedangkan untuk biaya tiap bulan sebesar Rp.23.432.000,00/bulan. Dalam satu hari, jam kerja efektif rata rata setelah dipotong perbantian jam kerja, jam istirahat dan pembagian kerja operator. Maka unit tiap hari bekerja rata-rata 18 jam.

$$\text{Biaya unit } \$ \text{ jam} = \frac{\text{Biaya unit 1 bulan}}{\text{jam kerja efektif 1 bulan}}$$

$$= \frac{\text{Rp. 23.432.000,00}}{18 \text{ Hrs} \times 28 \text{ Hari}}$$

$$= \text{Rp. 46.492,06}$$

$$\text{Biaya unit } \$ \text{ jam} = \frac{\text{Biaya unit 1 bulan}}{\text{Kurs } \$}$$

$$= \frac{\text{Rp. 46.492,06}}{\text{Rp. 12.205,00}}$$

$$= \$3,809$$

Sehingga didapatkan kerugian untuk biaya unit :

$$\text{Biaya} = \text{Durasi deviasi} \times \text{Biaya unit/jam}$$

$$= 195 \text{ jam} \times \$3,809$$

$$= \$742,755$$

Sedangkan prosentase kerugian akibat unit tidak beroperasi,

$$\% \text{ Lose unit tidak beroperasi} = \frac{\text{Biaya unit}}{\text{Amount}} \times 100\%$$

$$= \frac{\$742,755}{\$33.836,5} \times 100\%$$

$$= 2,19\%$$

Total minimal kerugian yang dapat dihilangkan dalam pekerjaan tidak terencana pada komponen *undercarriage* dalam waktu 10.000 jam kerja unit.

Total kerugian = spare part + Man power + unit



$$= \$6.140,41 + \$276,9 + \$742,755$$

$$= \$7.160,065$$

Sedangkan prosentase total minimal kerugian,

$$\% \text{ Lose} = \frac{\text{Biaya unit}}{\text{Amount}} \times 100\%$$

$$= \frac{\$7.160,065}{\$33.836,5} \times 100\%$$

$$= 21,16\%$$

Dari perhitungan diatas didapat total kerugian minimal pada 10.000 jam kerja.

$$\text{Kerugian Jam kerja} = \frac{\text{Total lose}}{\text{Durasi Work Hours}}$$

$$= \frac{\$7.160,065}{10.000 \text{ Hrs}}$$

$$= \$0,716/\text{Hrs}$$

Sedangkan prosentase total minimal kerugian tiap jam,

$$\% \text{ Lose/hrs} = \frac{\text{Lose/hrs}}{\text{Amount}} \times 100\%$$

$$= \frac{\$0,716}{\$33.836,5} \times 100\%$$

$$= 0,0021\%$$

## 4.2 Penyebab Kerusakan Komponen *Undercarriage*

Kerusakan atau keausan pada komponen *undercarriage* dikarenakan komponen-komponen yang saling bergesekan. Apalagi untuk komponen tersebut tidak menggunakan media pelumas sebagai bantalan antara komponen yang bersinggungan. Komponen-komponen tersebut diharapkan dalam kondisi bersih dan bekerja sebagai mana fungsi komponen tersebut, sehingga kerusakan yang diharapkan terjadi akibat keausan normal.

### 4.2.1 Kerusakan pada *Track Link*

#### 4.2.1.1 Keausan pada permukaan *link*

Kerusakan akibat keausan normal terjadi pada permukaan *track link*. *Track link tread* mengalami keausan selain diakibatkan karena pasir dan partikel-partikel abrasif lainnya, juga karena menerima tekanan dan gesekan yang menerus dari *track roller*. Hal itulah yang menyebabkan *track link* harus dibangun dari material yang tidak mudah aus

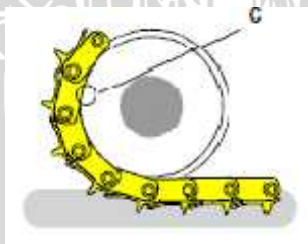


dalam waktu pendek. *Pin* dipasang dengan cara di-*press* pada salah satu sisi mata *link* dan *bushing* pada sisi yang lainnya.



Gambar 4.1 Keausan pada permukaan

Keausan akan menjadi semakin cepat meningkat apabila kondisi pada *carrier roller* tidak dalam kondisi tidak dapat berputar dengan sempurna akibat kotoran tanah yang menumpuk pada *track roller*. Sehingga fungsi dari *carrier roller* akan berubah dari penghantar gaya dan penahan *track link* pada bagian atas untuk dapat berputar menjadi media gesekan (gerinda) pada permukaan *track link*.



Gambar 4.2 Gesekan pada *Front Idler*

Selain itu pula keausan pada permukaan *link* diakibatkan dari gesekan dengan *front idler* seperti pada huruf “c”. Keausan akan semakin cepat terjadi bila kondisi kekencangan *track link* terlalu kendur. Demikian keausan juga muncul seiring dengan lamanya waktu operasinya alat.

Ketinggian *link* (*link height*) semakin lama akan semakin berkurang, hal ini menyebabkan kemungkinan bertemunya permukaan *roller* (*roller flange*) ke (*pin boss*). Keausan yang terlalu banyak menyulitkan rekondisi *track link* tersebut. Pada saat

tingkat keausan permukaan *link* telah mencapai batas perbaikan (*repair limit*), direkomendasikan untuk penggantian *track link*, karena jika tidak maka akan sulit untuk ditambah daging (*reinforce welding*).

#### 4.2.1.2 Keausan pada sisi permukaan *link*

Keausan terjadi akibat persinggungan permukaan *link* dengan permukaan *sprocket teeth*, permukaan *front idler*, *track roller* dan *carrier roller* tersebut tidak mungkin dihindarkan. Akan tetapi keausan akan terjadi dengan cepat apabila kondisi pengoperasian alat yang tidak sesuai:

1. Pengoperasian unit sering melakukan belokan-belokan tajam.
2. Unit dibelokkan pada arah yang sama secara menerus dalam waktu yang lama.
3. Ketika unit melakukan traveling melintasi punggung bukit atau memotong bukit pada satu sisi pada waktu yang lama.
4. Ketika rel (*track*) tidak lurus (*misaligned*)

Jika terjadi kondisi seperti diatas, maka sisi luar permukaan *track link* akan mendapat beban berat unit itu sendiri melalui bagian samping *teeth sprocket*, sisi luar permukaan *front idler* dan *roller*, sehingga keausan pada bagian ini akan semakin cepat.



Gambar 4.3 Keausan pada sisi permukaan *link*

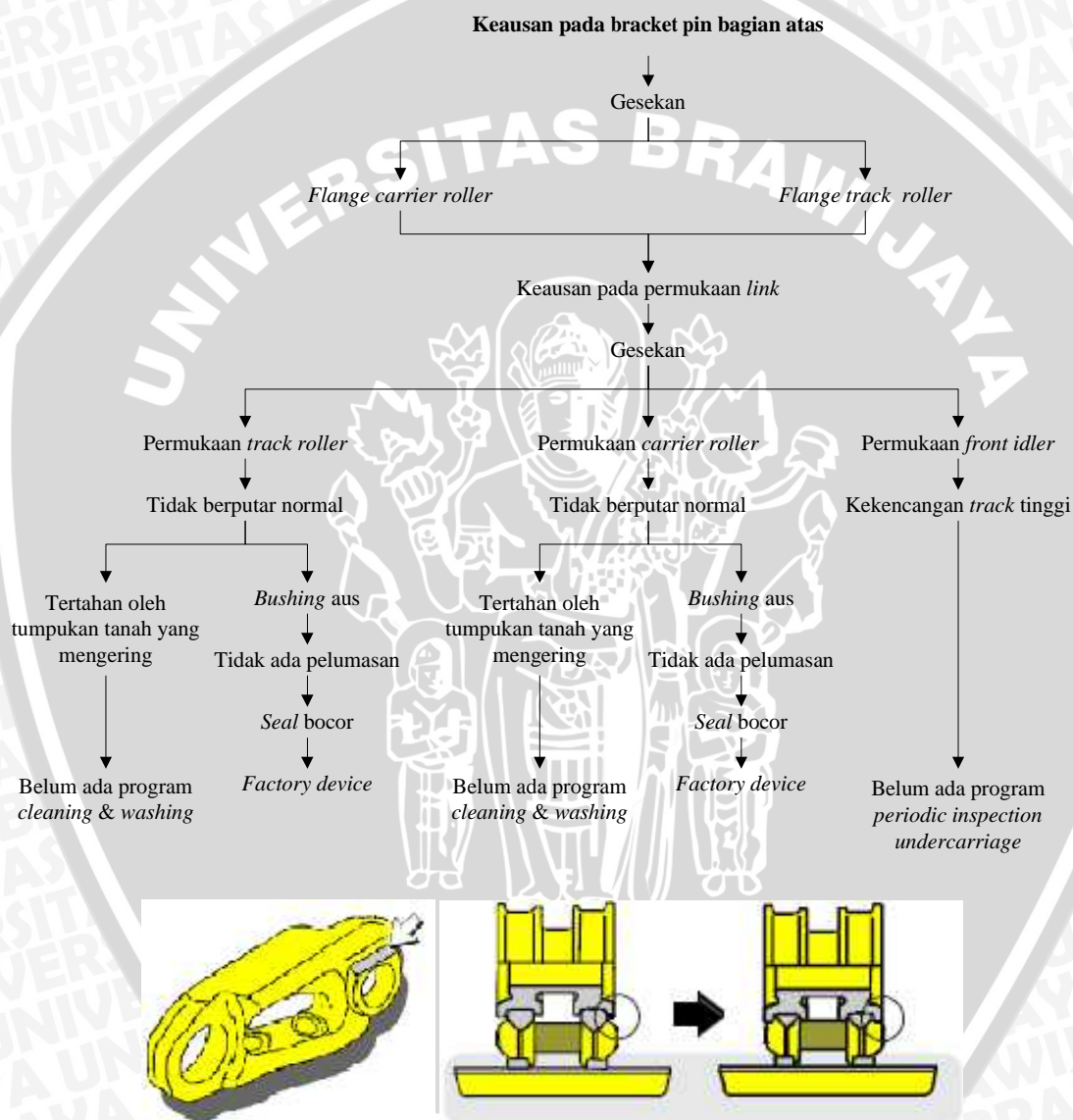
Akibat dari berkurangnya permukaan *link*, maka tekanan permukaan dari *track roller* akan meningkat sehingga keausan permukaan *link* akan semakin cepat. Umur



pakai *roller* jadi lebih pendek dan keausan yang keterlaluhan menyebabkan sulitnya *track link* ini diremajakan.

#### 4.2.1.3 Keausan pada penahan *pin* bagian atas (*pin boss top face*)

Keausan disebabkan oleh persinggungan antara penahan *pin* bagian atas dengan *track roller* atau *carrier roller*. Sejalan dengan keausan pada permukaan *link*, keausan juga terjadi pada sisi *roller* yang bersinggungan dengan permukaan *link*.



Gambar 4.4 Keausan pada penahan *pin* bagian atas

Pengaruh yang terjadi bila terjadi keausan pada penahan *pin* bagian atas terjadi:

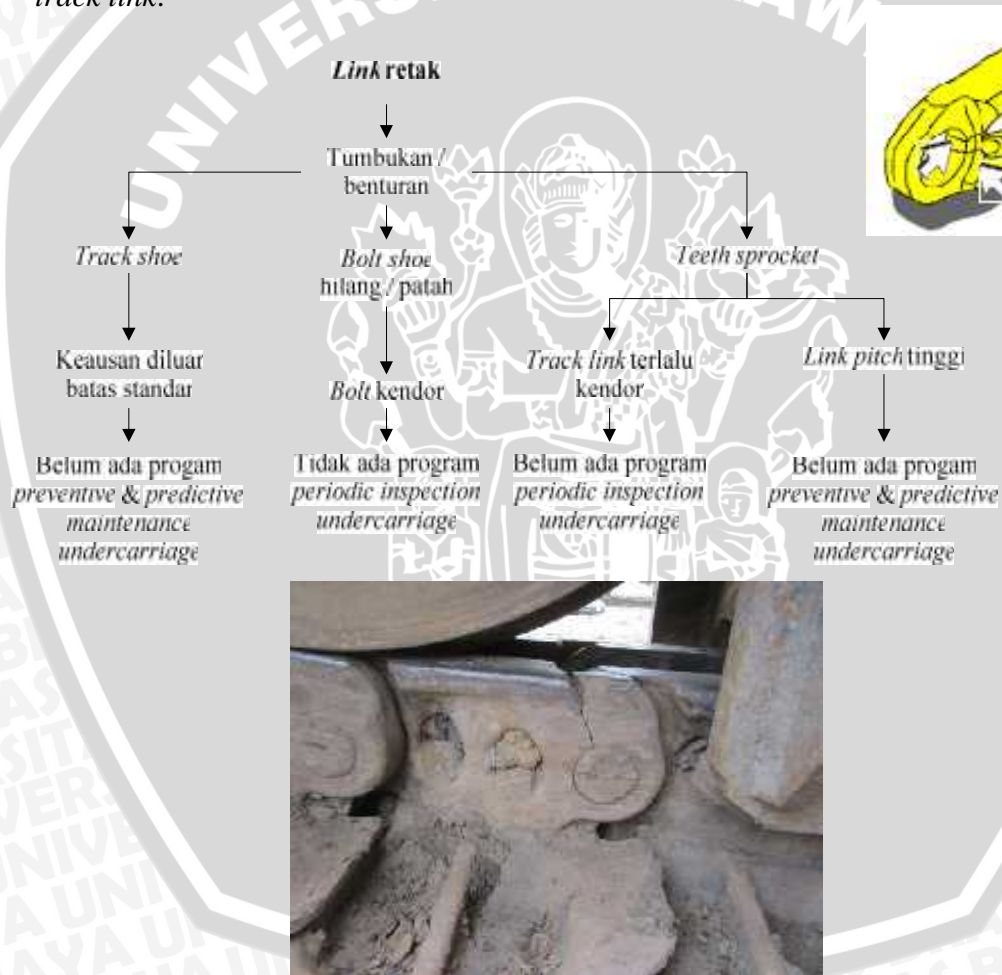
- Perbaikan *link* menjadi lebih sulit
- Lubang *pin* semakin besar yang membuat kondisi dudukan *pin* akan longgar
- Kerusakan permukaan *roller* lebih cepat



#### 4.2.1.4 *Link retak (cracked link)*

Kerusakan ini bias terjadi dari factor luar seperti sering unit beroperasi di daerah yang memiliki struktur tanah batuan keras. Sedangkan dari faktor kondisi unit sendiri biasa terjadi akibat:

- Keausan *shoe* sudah tinggi, sehingga fungsi *shoe* untuk mengurangi beban unit ke permukaan tanah langsung diterima oleh mata *link*.
- *Shoe bolts* ada yang hilang, sehingga terjadi tumbukan terus menerus pada mata *link* dan *shoe* saat unit beroperasi.
- Kegagalan bertemunya *teeth sprocket* dengan *bushing link* karena terjadinya perpanjangan *link pitch*. Hal ini menyebabkan hentakan keras yang diteruskan ke *track link*.



Gambar 4.5 *Link retak*

Pengaruh yang terjadi bila terjadi kerusakan akibat *link retak* mengakibatkan pemutaran *pin* dan *bushing* (TPB = *Turn Pin Bushing*) menjadi lebih sulit.

#### 4.2.1.5 Kerusakan sudut permukaan *link*



Gambar 4.6 Kerusakan sudut permukaan *link*

Terjadi karena tekanan yang tinggi pada permukaan *link* akibat hentakan tiba-tiba dari *roller* pada saat unit beroperasi. Hentakan yang keras terjadi akibat kondisi batuan yang dilewati atau terjadi karena *travel* dengan kecepatan yang cukup tinggi. Keausan pada posisi tersebut bila kondisi tersebut masih sedikit, maka lama kelamaan akan hilang sendiri seiring dengan keausan *link*. Tetapi jika kondisinya mencapai 30%, maka bisa menyebabkan berkurangnya batas waktu peremajaan.

#### 4.2.1.6 Kerusakan sisi luar *link*

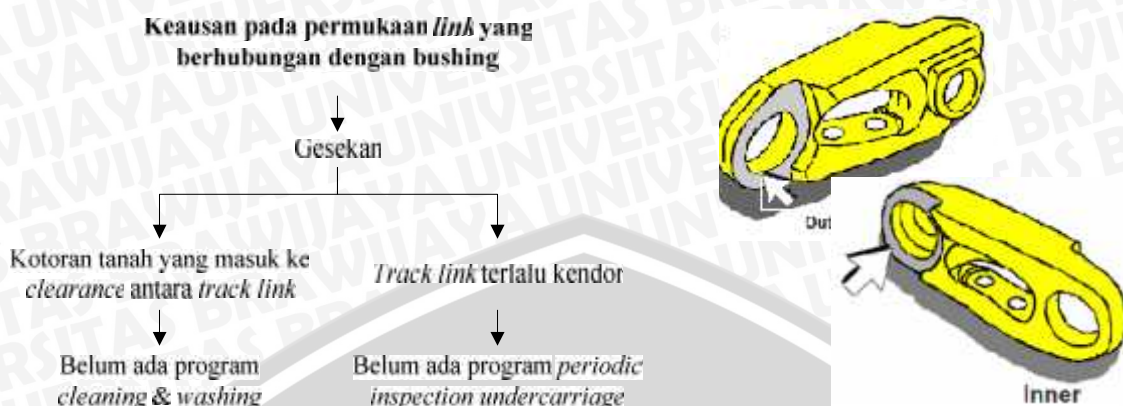
Keausan ini terjadi disebabkan oleh posisi *track guard* akan bersinggungan dengan sisi luar *track link*. Pergerakan unit dengan jarak yang jauh dengan kondisi miring. Pada kondisi operasi seperti ini, beban menerus dari berat unit akan mempercepat keausan pada sisi luar *link* akan bersinggungan dengan *track roller guard*. Keausan ini disebabkan karena *track link* yang bergerak tidak lurus (*snaky track*) akibat tegangan *track* yang kendur.



Gambar 4.7 Kerusakan pada sisi luar *link*



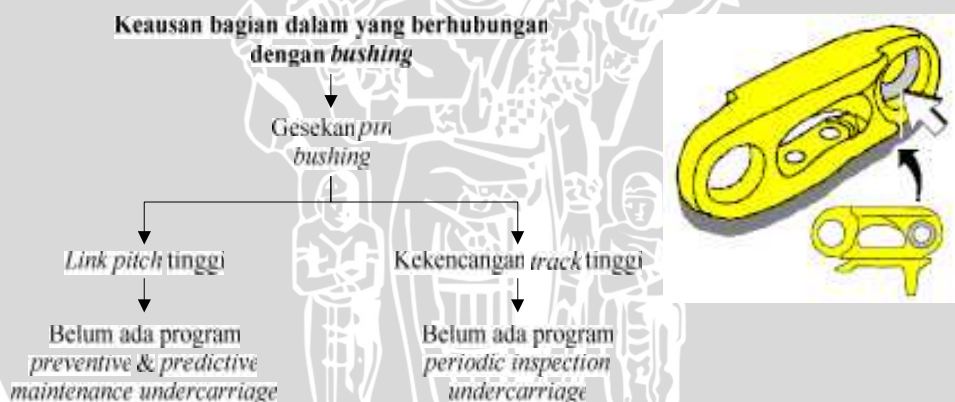
#### 4.2.1.7 Keausan pada permukaan *link* yang berhubungan dengan *bushing*



Gambar 4.8 Keausan permukaan *link* yang berhubungan dengan *bushing*

Keausan pada permukaan *link* yang berhubungan dengan *pin* dan *bushing* disebabkan oleh adanya tanah yang masuk dalam persinggungan tersebut sehingga semakin mempercepat keausan.

#### 4.2.1.8 Keausan pada bagian dalam yang berhubungan dengan *bushing*



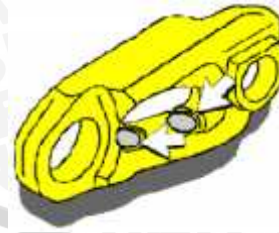
Gambar 4.9 Keausan pada bagian dalam yang berhubungan dengan *bushing*

Keausan pada permukaan *link* yang berhubungan dengan *pin* dan *bushing* disebabkan oleh akibat pemanjangan *link pitch* atau juga sebaliknya, terjadi pada *track link* yang tegangannya terlalu kencang.

#### 4.2.1.9 Lubang *shoe bolt* yang semakin besar

Kerusakan ini sering diakibatkan karena torsi kekencangan *bolt* tidak sampai standarnya dan pengaruh penggunaan *shoe* yang lebarnya tidak sesuai. Sehingga sering mengakibatkan *bolt track* patah dan ulir baik di *link* maupun *bolt* rusak.

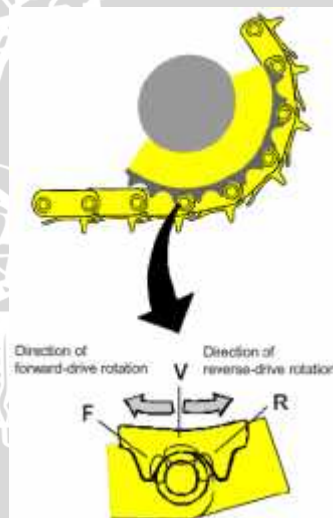
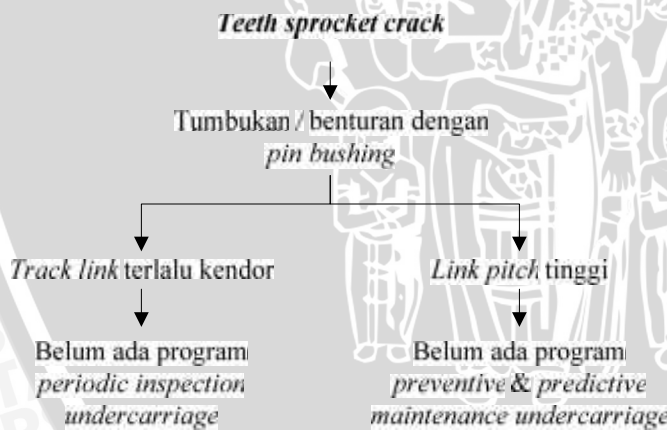
Lubang shoe bolt yang semakin besar



Gambar 4.10 Kerusakan pada lubang shoe bolt

4.2.2 Kerusakan Pada Teeth Sprocket

Kerusakan normal diakibatkan pada *teeth sprocket* dikarenakan bersinggungan langsung dengan *pin bushing* pada *track link*. Sedangkan kerusakan tidak normal diakibatkan karena *track* terlalu kendur dan *link pitch* terlalu besar sehingga sering mengakibatkan ujung *teeth sprocket* mengenai *pin bushing*. Hal ini mengakibatkan ujung *teeth sprocket* pecah.



Gambar 4.11 Keausan pada teeth sprocket



#### 4.2.3 Kerusakan Pada *Front Idler*

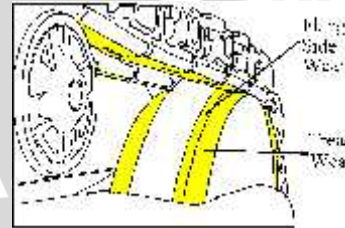
Kerusakan akibat keausan yang merata akibat bergesekan dengan permukaan *track link* merupakan kerusakan normal. Akan tetapi terjadi retak akibat benturan yang tinggi dari *track link* akibat kekencangan *track link* yang terlalu kendur ini merupakan kerusakan tidak normal.

##### *Front idler crack*

Benturan / tumbukan

Track link terlalu kendur

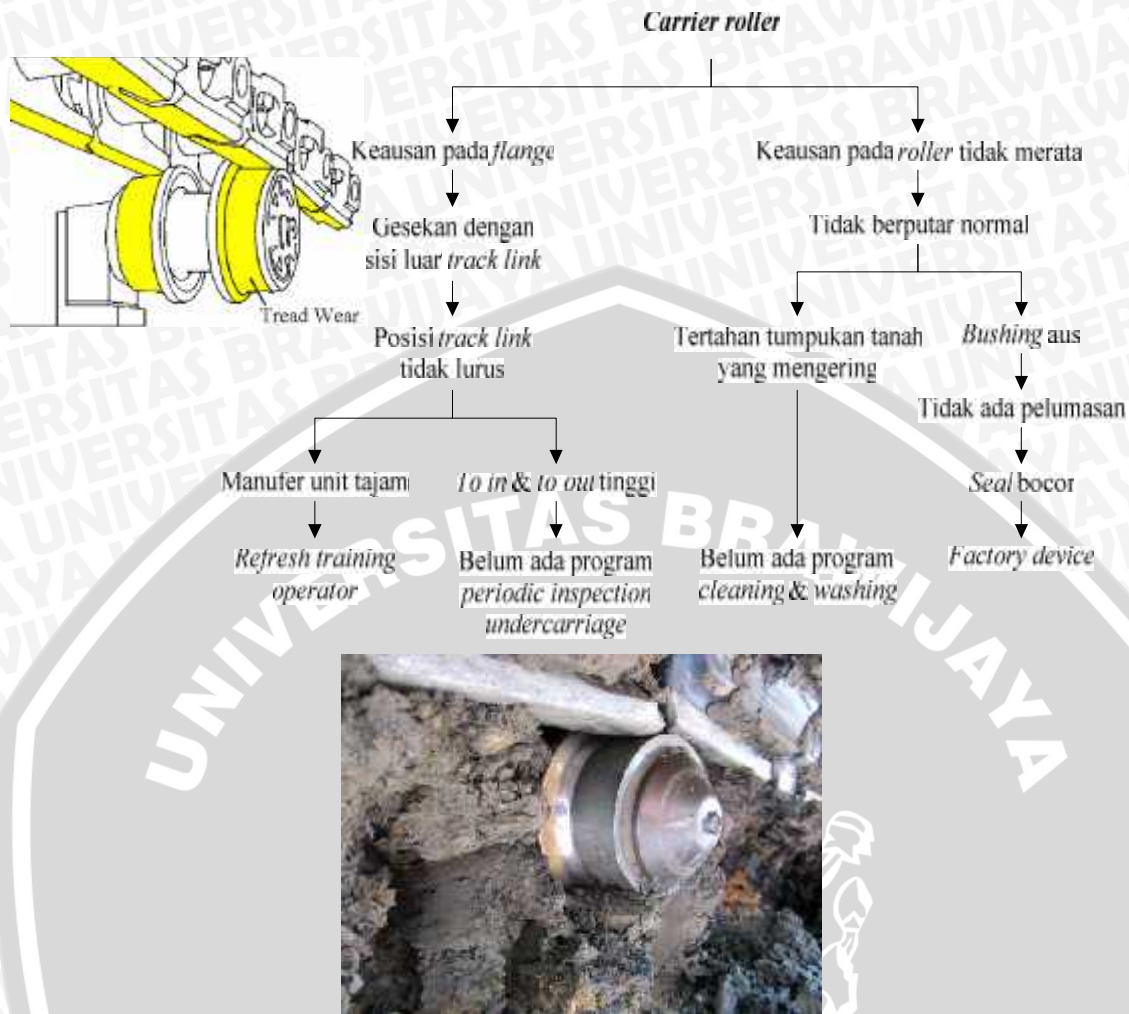
Belum ada program  
*periodic inspection*  
*undercarriage*



Gambar 4.12 keausan permukaan *idler*

#### 4.2.4 Kerusakan Pada *Carrier Roller*

Keausan pada permukaan *carrier roller* dengan merata akibat bersinggungan dengan permukaan *track link* itu merupakan kerusakan normal. Akan tetapi bila terjadi keausan pada *flange* akibat bersinggungan dengan sisi *track link* ini merupakan salah satu kerusakan tidak normal yang bisa diminimalisir. Hal tersebut diakibatkan gerakan *snaky track* maupun *in-out*. Tanah yang menempel saat unit beroperasi dan mengeras mengakibatkan *carrier roller* tidak dapat berputar saat unit sedang berjalan. Hal inilah yang dapat menyebabkan keausan pada permukaan *carrier roller* tidak merata atau pada satu sisi permukaan dan pastinya menyebabkan keausan kebatas maksimal akan lebih cepat.

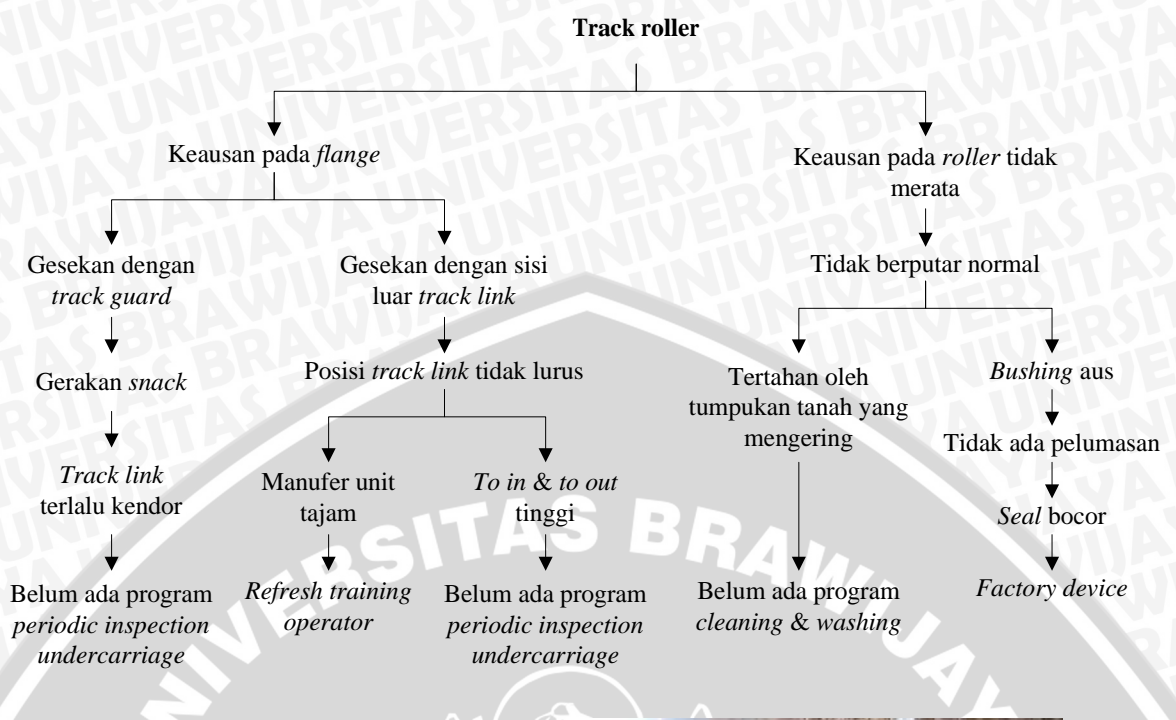


Gambar 4.13 Keausan permukaan *carrier roller*

#### 4.2.5 Kerusakan Pada *Track Roller*

Kerusakan secara umum hamper sama dengan kerusakan yang terjadi *carrier roller*. Akan tetapi bila terjadi keausan pada *flange* akibat bersinggungan dengan *track guard* yang memiliki jarak yang cukup lebar ini merupakan salah satu kerusakan tidak normal yang diakibatkan gerakan *snaky track*.





Gambar 4.14 Keausan pada flange track roller

### 4.3 Risk Priority Number (RPN)

Dari tabel 4.3. besarnya deviasi pada 10.000 jam kerja dapat digunakan untuk mencari prosentase skala prioritas kegagalan yang terjadi, seperti ditampilkan dalam tabel 4.6. Dalam menentukan tingkat RPN untuk mencari penyebab resiko yang saling berkaitan pada komponen *undercarriage* diterangkan dalam sub bab 4.2 maka kadar *Occurrence*, *Severity*, dan *Detection* digunakan untuk menentukan RPN pada komponen *undercarriage* terlampir seperti tabel 06.



Tabel 4.6 *Risk Priority Number (RPN) komponen undercarriage*

Part Number	Description	Life Time (WH)		Deviasi 10000 Hrs	Deviasi 10000 Hrs	Kegagalan 100%	Kadar			RPN
		Ovh	Actual				O	S	D	
20Y-32-00030	T/L ASSY, STD. (90L - PC200)	10000	7000	3000	29000	10.34%	4	6	3	72
20Y-32-31320	SHOE, TRIPLE 800 MM	10000	8000	2000	29000	6.90%	3	6	3	54
20Y-32-05000	SBK HEXAGONAL	10000	7000	3000	29000	10.34%	3	5	3	45
20Y-30-00322	IDLER ASSY	10000	7000	3000	29000	10.34%	5	7	3	105
20Y-27-77110	SPROCKET	10000	3000	7000	29000	24.14%	8	6	7	336
20Y-30-00481	CARRIER ROLLER (PC200-8)	10000	3000	7000	29000	24.14%	8	6	6	288
20Y-30-07300	TRACK ROLLER ASSY	10000	6000	4000	29000	13.79%	8	5	6	240

Dimana rating tiap-tiap factor RPN:

O : *Occurrence (probability)*

1 : *No effect*

2/3 : *Low (relatively few failures)*

4/5/6 : *Moderate (occasional failures)*

7/8 : *High (repeated failures)*

9/10 : *Very high (failure is almost inevitable)*

S : *Severity*

1 : *No effect*

2 : *Very minor (only noticed by discriminating customers)*

3 : *Minor (affects very little of the system, noticed by average customer)*

4/5/6 : *Moderate (most customers are annoyed)*

7/8 : *High (causes a loss of primary function; customers are dissatisfied)*

9/10 : *Very high and hazardous (the failure may result unsafe operation and possible injury)*

D : *Detection*

1 : *Almost certain*

2 : *High*

3 : *Moderate*

4/5/6 : *Moderate (most customers are annoyed)*

7/8 : *Low*

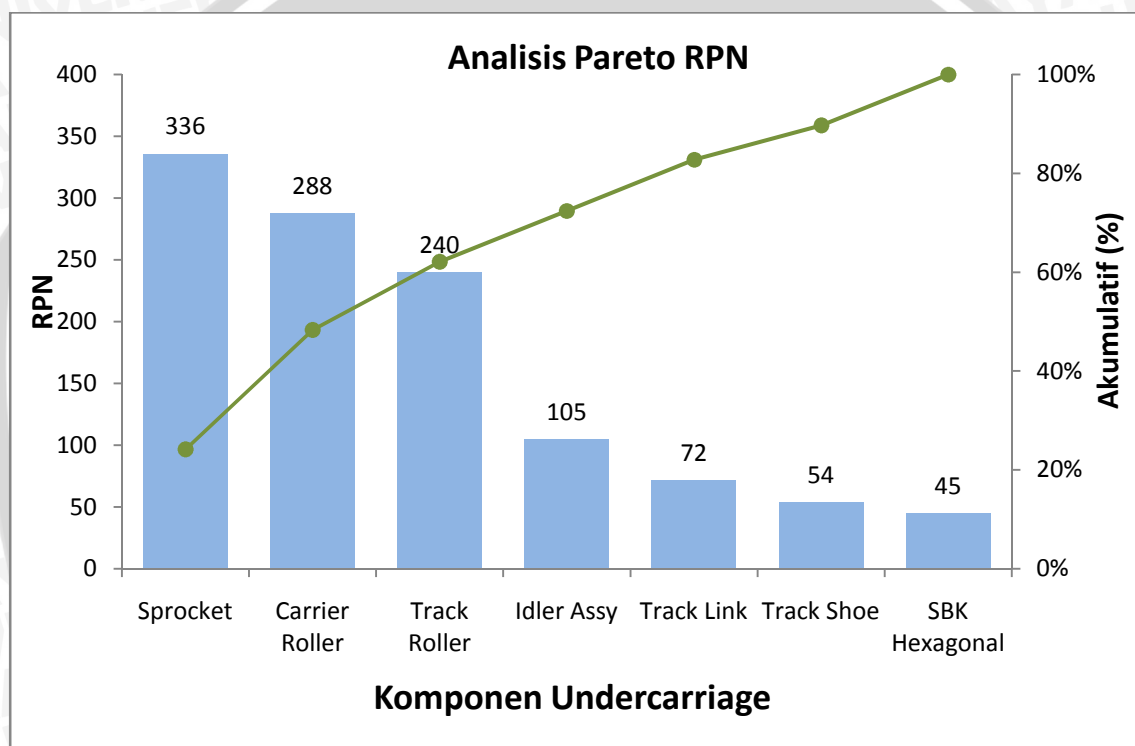
9/10 : *Very remote to absolute uncertainty*



Dari tabel 4.6 untuk komponen yang memiliki urutan prosentase (%) kegagalan tertinggi hingga terendah pada komponen *sprocket* dan *carrier roller* (24,14%), *track roller* (13,79%), *idler*, *link assy*, dan *Shoe bolt kit* (10,34%), dan *shoe* (6,90%).

#### 4.4 Analisis Pareto Risk Priority Number (RPN)

Menentukan skala prioritas komponen yang lebih kritikal untuk dilakukan perbaikan dan berdampak besar terhadap kerusakan komponen lain yang terkait. Dari tabel 4.6 dikembangkan kedalam bentuk diagram poreto seperti gambar 4.15



Gambar 4.15 Pareto Risk Priority Number (RPN)

Tabel 4.7 Reliability Centered Maintenance (RCM)

Function	Failure mode	Effect of failure	Failure condition				Recommended action
			S	O	D	RPN	
<i>Sprocket</i>	<i>Crack / retak</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mempercepat keausan diameter luar <i>bushing track link</i></li> <li><i>Track</i> mudah lepas</li> </ul>	6	8	7	336	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ganti <i>teeth sprocket</i></li> </ul>
<i>Carrier roller</i>	Keausan pada <i>flange</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gesekan <i>track link</i> tidak bisa lurus</li> <li>Mempercepat keausan pada <i>flange idler</i></li> <li>Mempercepat keausan pada sisi luar dan alam <i>teeth sprocket</i></li> </ul>	6	4	5	120	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pastikan <i>To in &amp; to out</i> masih dalam standarnya, <i>adjust to-in to-out</i>.</li> <li>Cek kelurusan tumpuan <i>track link</i> pada <i>idler</i>, bila kurang lurus <i>adjust shim</i> pada samping <i>idler</i></li> </ul>
	Keausan pada <i>roller</i> tidak merata	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keausan pada permukaan <i>track link</i> semakin cepat</li> <li>Keausan pada permukaan <i>link</i> yang berhubungan dengan <i>bushing</i></li> </ul>	7	4	6	168	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pastikan kondisi <i>carrier roller</i> dapat berputar normal saat unit dioperasikan</li> <li>Bersihkan kotoran atau tanah kering yang menggumpal, yang dapat mengakibatkan <i>roller</i> dapat berputar dengan baik.</li> <li>Pastikan tidak ada kebocoran pada <i>track roller</i></li> </ul>
<i>Track roller</i>	Keausan pada <i>flange</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gerakan <i>track link</i> tidak bisa lurus</li> <li>Mempercepat keausan pada <i>flange idler</i></li> <li>Mempercepat keausan pada sisi luar dan dalam <i>teeth sprocket</i></li> </ul>	6	6	4	144	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pastikan kencangan <i>track link</i> masih dalam standarnya, <i>adjust</i> bisa <i>track link</i> terlalu kendur</li> <li>Pastikan <i>to in &amp; to out</i> masih dalam standarnya, <i>adjust to in to out</i></li> </ul>
	Keausan pada <i>roller</i> tidak merata	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keausan pada permukaan <i>track link</i> semakin cepat</li> <li>Keausan pada permukaan <i>link</i> yang berhubungan dengan <i>bushing</i></li> </ul>	6	4	4	96	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pastikan kondisi <i>carrier roller</i> dapat berputar dengan normal saat unit dioperasikan</li> <li>Bersihkan kotoran atau tanah kering yang menggumpal yang dapat mengakibatkan <i>roller</i> dapat berputar dengan baik</li> </ul>
<i>Front idler</i>	<i>Crack/ retak</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keausan pada permukaan <i>track link</i> semakin cepat</li> </ul>	7	5	3	105	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pastikan kekencangan <i>track link</i> masih dalam standarnya</li> <li>Adjust bila <i>track link</i> terlalu kendur</li> <li>Pastikan <i>link pitch</i> masih masuk dalam standarnya</li> </ul>
<i>Track link</i>	Keausan pada permukaan <i>link</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ketinggian <i>link (link height)</i> akan berkurang, menyebabkan kemungkinan bertemunya <i>roller flange</i> ke <i>pin boss</i></li> <li>Keausan yang terlalu banyak bisa menyulitkan perekondisian <i>track link</i> tersebut</li> </ul>	3	3	4	36	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pada saat tingkat keausan permukaan <i>link</i> telah mencapai batas perbaikan (<i>repair limit</i>), direkomendasikan untuk mengganti <i>track link</i> karena jika tidak maka akan sulit untuk <i>welding</i></li> </ul>
	Keausan pada isi permukaan <i>link</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Akibat dari berkurangnya permukaan <i>link</i>, maka tekanan permukaan dari <i>track roller</i> akan meningkat sehingga keausan permukaan <i>link</i> akan semakin cepat. Umur pakai <i>roller</i> jadi lebih pendek. Keausan yang parah menyebabkan sulitnya <i>track link</i> ini diremajakan</li> </ul>	3	3	4	36	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melakukan penyetelan (<i>adjusting</i>) arah <i>track (track alignment)</i></li> <li>Mengganti <i>shoe</i> yang lebih pendek</li> <li>Mengganti <i>link</i> ke jenis yang berpelumas (<i>sealed and lubricated track</i>)</li> </ul>
<i>Track shoe</i>	<i>Track shoe</i> lepas	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Bolt track shoe</i> lepas / patah akibat <i>bolt track shoe</i> kendur</li> </ul>	6	3	3	54	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cek kelengkapan <i>shoe bolt</i> dan cek selalu kondisi kesesuaian penggunaan <i>shoe</i> pada kondisi batuan di <i>job site</i></li> <li>Selalu rekomendasikan untuk mengganti <i>track link assembly</i>.</li> </ul>



## 4.5 Program Perawatan

### 4.5.1 Periodical maintenance

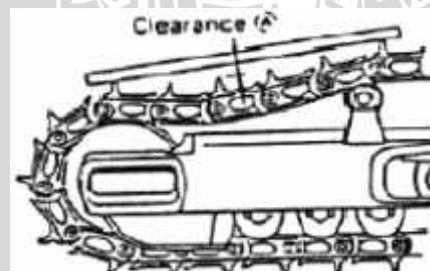
Merupakan sebuah program *maintenance* yang dilakukan secara *periodical* tertentu setelah bekerja dalam jumlah jam operasi tertentu.

#### 4.5.1.1 Periodical Inspection

Kegiatan inspeksi atau pengecekan secara fisik bagian *undercarriage* bertujuan untuk memastikan kondisi *undercarriage* tersebut dalam keadaan aman untuk dapat dioperasikan dan menindaklanjuti temuan deviasi pada komponen *undercarriage* tersebut kedalam program *backlog* untuk persiapan kelengkapan *spare part* dan perencanaan penggantian maupun perbaikannya.

Hal yang sangat penting dalam inspeksi tersebut adalah kekencangan pada *track link*. Berikut cara melakukan pengecekan kekencangan *track link* seperti pada gambar 4.16.

1. Parkir unit pada tempat yang datar dan posisi transmisi netral, tanpa di *brake*.
2. Letakkan mistar atau balok yang rata dan lurus diatas *shoe* pada bagian antara *carrier roller* dan *idler*.
3. Ukur jarak mistar atau balok dengan grouser *shoe* pada bagian tengah antara *carrier roller* dan *idler*.
4. Apabila jaraknya 20-30 mm, berarti ketegangan *track* tidak pada nilai standar, maka ketegangan *track* perlu di *adjust* kembali.



Model	D20, 21	D30, 31	D40, 42	D60	D63	D55	D57	D60, 62	D75	D90, 82	D95	D120, 122	D150, 132	D355	D455
Standard clearance	20 - 30 mm						30 - 40 mm				20 - 40mm		30 - 40mm		

Gambar 4.16 Nilai standart Clearance

#### 4.5.1.2 Periodic Cleaning dan Washing

Kegiatan yang berfungsi untuk menjaga kondisi komponen *undercarriage* tetap dalam kondisi prima. Komponen *undercarriage* merupakan komponen kerangka bawah

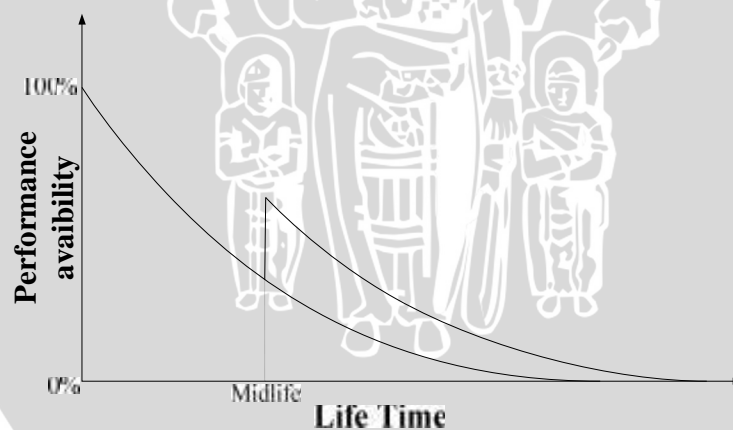
yang tidak akan lepas dari kotoran tanah, akan tetapi dengan program kebersihan dan pencucian komponen tersebut untuk menghilangkan kotoran atau tanah yang menempel pada komponen tersebut dan mengeras. Perawatan ini dilakukan dengan interval selama tujuh hari atau pada saat bersamaan dengan *service* unit supaya mengurangi durasi *breakdown service*.

#### 4.5.1.3 Program Pemeriksaan *Undercarriage*

Perencanaan eksekusi dilakukan bersamaan dengan program *periodical service* kelipatan 1000 Hrs. Sehingga pihak PT. United Tractors Tbk. akan diinformasikan *plan service* tersebut, dan hasil dari program pemeriksaan akan diinformasikan baik berupa hasil pengukuran, umur sisa dan rekomendasi *spare part* atau komponennya.

#### 4.5.2 *Midlife Component*

Merupakan program peremajaan atau penggantian terhadap komponen-komponen kecil *undercarriage* yang memiliki umur setengah dari umur komponen-komponen besar *undercarriage*. Dimana berguna untuk meningkatkan kembali performa unit akibat dari komponen tersebut dan mengurangi dampak kerusakan pada komponen-komponen besar akibat dari komponen kecil.



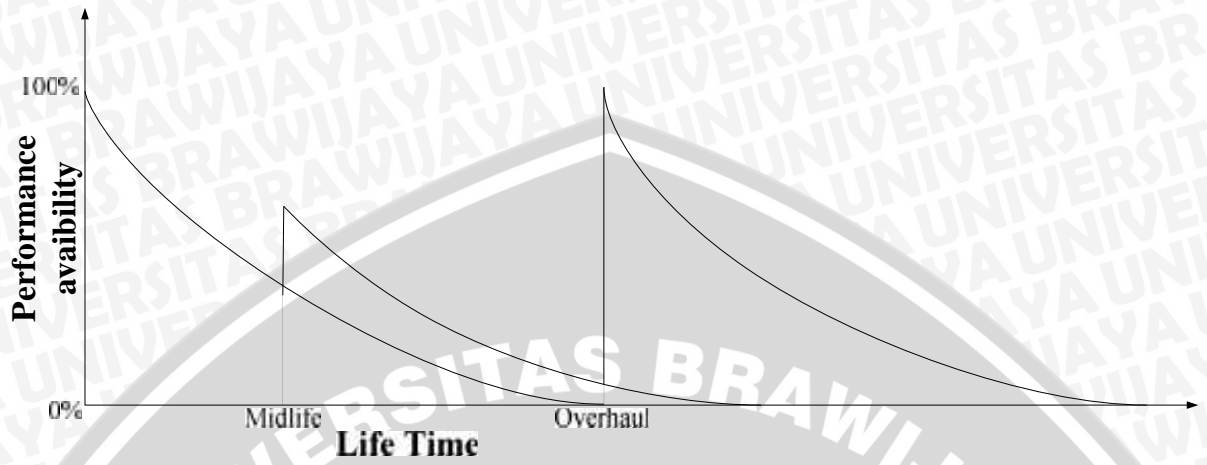
Gambar 4.17 Diagram *Midlife*

#### 4.5.3 *Overhaul Component*

Jenis perawatan yang dilakukan dengan interval tertentu sesuai dengan standar *overhaul* dilakukan yang telah ditemukan terhadap masing-masing komponen yang ada. *Schedule overhaul* dilaksanakan untuk mengembalikan kondisi mesin atau komponen agar kembali ke kondisi standar sesuai dengan standar dari *factory*. Seperti pada



diagram dibawah ini, dimana lama umur komponen berbanding terbalik dengan performa komponen tersebut. Untuk komponen-komponen *overhaul* antara lain : *Idler*, *Track Link* dan *Recoil Spring*.



Gambar 4.18 Diagram *Overhaul*



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Komponen yang mengalami keausan yang paling besar pada unit excavator terletak pada komponen *undercarriage*. Hal ini mengakibatkan besarnya juga biaya perawatan komponen *undercarriage*. Hal yang terpenting dalam penelitian untuk menentukan program perawatan untuk mengurangi biaya akibat kerusakan yang tidak wajar pada komponen *undercarriage*. Total biaya yg bisa dikurangi akibat dari kerusakan yang tidak wajar pada komponen *undercarriage* sebesar 21,16% yang terdiri dari kerugian *spare part* (18,14%), biaya *man power* (0,81%) dan unit tidak beroperasi (2,19%).

Dalam menentukan peningkatan program perawatan komponen *undercarriage* excavator digunakan metode RCM. Dimana komponen *sprocket* memiliki RPN dan prosentase (%) deviasi tertinggi (336, 24,14%). Kemudian untuk *carrier roller* (288, 24,14%), *track roller* (240, 13,79%), *idler* (105, 10,34%), *link assy* (72, 10,34%) *Shoe bolt kit* (54, 10,34%), dan *shoe* (45, 6,90%).

Program *preventive maintenance* yang perlu dilakukan untuk peningkatan perawatan komponen *undercarriage* adalah program *periodical maintenance* yang meliputi program *periodic inspection*, *periodic cleaning and washing* serta PPU. Selain program *periodical maintenance* juga perlu dilakukan program *midlife* dan *overhaul*.

#### 5.2 Saran

1. Aktivitas program tersebut supaya tidak mengurangi jam kerja unit
  - Aktivitas *periodic inspection* dilakukan saat perpindahan jam kerja operator (*over shift*).
  - Aktivitas *cleaning and washing* dilakukan pada saat jam istirahat operator, dan dimaksudkan dalam program *periodical service*, *midlife* dan *overhaul* unit.
  - Aktivitas program PPU, *midlife* dan *overhaul* komponen *undercarriage* di rencanakan bersamaan dengan program *periodical service* unit.
2. Pastikan sebelum melakukan aktivitas yang berhubungan dengan komponen *undercarriage* kondisi *engine* unit sudah mati kemudian unit berada pada tumpuan tanah yg stabil dan kondisi komponen *undercarriage* tidak dapat bergerak.



## DAFTAR PUSTAKA

- KOMATSU. 2006. *KUC Procedure Manual Edition 12*. Jakarta: PT. Komatsu Indonesia Tbk.
- KOMATSU. 2002. *Modul Analisa Undercarriage Wear*. Jakarta: PT. Komatsu Indonesia Tbk.
- KOMATSU. 2002. *Operating and Maintenance Manual Book Excavator PC200*. Jakarta: PT. Komatsu Indonesia Tbk.
- KOMATSU. 2002. *Modul Basic Trainee Measurement Undercarriage*. Jakarta: PT. Komatsu Indonesia Tbk. <http://www.komatsuamerica.com> (diakses 1 september 2014)
- KOMATSU. 2002. *Shop Manual Excavator PC200 Komatsu*. Jakarta: PT. Komatsu Indonesia Tbk.
- Hutabarat, R. 2006. *Reliability Centered Maintenance*. Jakarta: PT Daun Biru Engineering. <http://www.daunbiru.com/cms/RCM.pdf> (diakses 1 september 2014)
- Technical Training Department Service Division. 2011. *Basic Mechanic Course Final Drive and Undercarriage*. Jakarta: PT. United Tractors Tbk.
- Indriawati, K. & Cahyono, D, T. 2010. Penerapan Reliability Centered Maintenance Pada Sistem Gas Buang Boiler di PT. Ipmomi Paiton - Probolinggo. *Jurnal Teknik*. 13 (1):1-9.
- Sutanto, W. & Palit, H. C. 2012. Perancangan RCM Untuk Mengurangi Downtime Mesin Pada Perusahaan Manufaktur Alumunium. *Jurnal Teknik*. 13 (1):1-7.
- Sriyanto. & Hartini, S. 2006. Pemetaan Perawatan Untuk Meminimasi Breakdown Dengan Pendekatan *Reliability Centered Maintenance*. *Jurnal Teknik*. 13 (2):11-19.

Lampiran 01. Hasil Hasil PPU PT. United Tractors Tbk.

REGISTER REPORT - SMDP/PTUPA/PC200-BMO/E0204/13/12/13  
Unit Number: **E0204** Distributor's Name: **PT. United Tractors Tbk**

**Undercarriage Inspection Report**

Customer Name: **PUTRA PERKASA ABADI** Inspection Date: **13-Dec-13** Model: **PC200-BMO** Serial No: **C10080** S.M.R.: **3734** Work Location: **Asta - Loa Kulu**  
ASTA - LOA KULU Inspection By: **EKO MEI SAPUTRO** Applic: **Mining** Soil condition: **Soil & Sand** Work condition: **Excavating / Loading**

**Kondisi keausan Carrier roller Tinggi ( Worn out )**, Segera prepare parts dan lakukan penggantian pada komponen undercarriage tersebut, Jaga kebersihan komponen undercarriage dan lakukan perawatan secara berkala supaya dapat memperpanjang umur pakai komponen undercarriage.

Components	Nominal Meas. Rebuild Limit	Measurement		% worn		LH Replacement Plan on	RH Replacement Plan on	HM Install		Date Install		Life Time LH	Life Time RH	BRAND PARTS	
		Left	Right	Left	Right			Left	Right	Left	Right			Left	Right
	761.0	765.0	765.0	33%	33%	5-Sep-14	5-Sep-14	0	0			3734	3734	Komatsu	Komatsu
	773.0														
	20.5	26.0	25.7	30%	34%	19-Sep-14	4-Sep-14	0	0			3734	3734	Komatsu	Komatsu
	20.2														
	10.4	7.5	7.8	57%	52%	2-Jun-14	21-Jun-14	0	0			3734	3734	Komatsu	Komatsu
	5.4														
	36.0	34.1	34.1	20%	20%	19-Jan-15	19-Jan-15	0	0			3734	3734	Komatsu	Komatsu
	26.0														
	120.0	100.0	107.0	143%	93%	13-Dec-13	23-Dec-13	0	0			3734	3734	Komatsu	Komatsu
	106.0														
	120.0	101.0	100.0	136%	143%	13-Dec-13	13-Dec-13	0	0			3734	3734	Komatsu	Komatsu
	106.0														
	19.0	23.0	23.0	67%	67%	25-Apr-14	25-Apr-14	0	0			3734	3734	Komatsu	Komatsu
	25.0														
	0.0	2.0	2.0	33%	33%	23-Mar-14	23-Mar-14	0	0			3734	3734	Komatsu	Komatsu
	6.0														
	156.0	149.0	147.0	58%	75%	17-Apr-14	26-Feb-14	0	0			3734	3734	Komatsu	Komatsu
		149.0	147.0	58%	75%	17-Apr-14	26-Feb-14	0	0			3734	3734	Komatsu	Komatsu
		149.0	147.0	58%	75%	17-Apr-14	26-Feb-14	0	0			3734	3734	Komatsu	Komatsu
		149.0	147.0	58%	75%	17-Apr-14	26-Feb-14	0	0			3734	3734	Komatsu	Komatsu
		149.0	147.0	58%	75%	17-Apr-14	26-Feb-14	0	0			3734	3734	Komatsu	Komatsu
	144.0	149.0	147.0	58%	75%	17-Apr-14	26-Feb-14	0	0			3734	3734	Komatsu	Komatsu
		149.0	147.0	58%	75%	17-Apr-14	26-Feb-14	0	0			3734	3734	Komatsu	Komatsu

Component	Wear Percentage
Link Pitch	33%
Rail Height	32%
Bushing OD	55%
Track Shoes	20%
Carrier Rollers	100%
Idlers	67%
Sprockets	33%
Track Rollers	67%

Inspection Was Performed : Manual & Ultrasonic

Inspection By: **EKO MEI SAPUTRO**  
P2U OFFICER

Approved by: **PT UNITED TRACTORS.Tbk**

Approved by: **PUTRA PERKASA ABADI**

**I. WIDEYANTORO** PARTS ANALYST      **EKO SUCIPTO** Parts Sales & Support      **NOWO PANGARSO** PARTS DEPT HEAD

( Authorized signature & company chop )



REGISTRY REPORT : SMCIP2U/PPA/PC200-SMC/E0204/01/10/06/2014  
Unit Number: E0204  
Distributor Name: PT. United Tractors Tbk

**Undercarriage Inspection Report**

Customer Name: PUTRA PERKASA ABADI  
ASTA - LOA KLEJU  
Inspection Date: 10-Jun-14  
Inspection By: EKO MEI SAPUTRO  
Model: PC200-8MO  
Applic: Mining  
Serial No: C10080  
Soil condition: Soil & Sand  
S.H.R.: 5637  
Work condition: Excavating / Loading  
Walk Operation: Asta - Loa Kulu

**Comment and Summary:**  
Kondisi keausan Track Roller RH, LH Tinggi ( Worn out ), Segera prepare parts dan lakukan penggantian komponen undercarriage tersebut agar tidak mempengaruhi performance komponen yang lain, Jaga kebersihan komponen undercarriage dan lakukan perawatan secara berkala supaya dapat memperpanjang umur pakai komponen undercarriage.

Components	Nominal Meas. Rebuild Limit	Measurement		% worn		LH Replacement Plan on	RH Replacement Plan on	HM Detail		Date Install		Life Time LH	Life Time RH	BRAND PARTS	
		Left	Right	Left	Right			Left	Right	Left	Right			Left	Right
	761.0	768.0	768.0	58%	58%	23-Nov-14	23-Nov-14	0	0			5637	5637	Komatsu	Komatsu
	773.0														
	26.5	22.9	23.2	68%	63%	17-Oct-14	1-Nov-14	0	0			5637	5637	Komatsu	Komatsu
	20.2														
	10.4	6.2	6.1	83%	86%	16-Aug-14	6-Aug-14	0	0			5637	5637	Komatsu	Komatsu
	5.4														
	26.0	33.2	33.2	28%	28%	6-Jun-15	6-Jun-15	0	0			5637	5637	Komatsu	Komatsu
	26.9														
	120.0	118.0	118.0	14%	14%	16-Oct-14	16-Oct-14	5422	5422	22-May-14	22-May-14	215	215	Komatsu	Komatsu
	106.0														
	120.0	118.0	118.0	14%	14%	16-Oct-14	16-Oct-14	5422	5422	22-May-14	22-May-14	215	215	Komatsu	Komatsu
	106.0														
	19.0	23.5	23.5	75%	75%	10-Sep-14	10-Sep-14	0	0			5637	5637	Komatsu	Komatsu
	25.0														
	8.0	4.0	4.0	67%	67%	30-Jul-14	30-Jul-14	0	0			5637	5637	Komatsu	Komatsu
	6.0														
	156.0	143.0	143.0	108%	108%	10-Jun-14	10-Jun-14	0	0			5637	5637	Komatsu	Komatsu
		143.0	143.0	108%	108%	10-Jun-14	10-Jun-14	0	0			5637	5637	Komatsu	Komatsu
		144.0	144.0	100%	100%	10-Jun-14	10-Jun-14	0	0			5637	5637	Komatsu	Komatsu
		144.0	144.0	100%	100%	10-Jun-14	10-Jun-14	0	0			5637	5637	Komatsu	Komatsu
	144.0	144.0	144.0	100%	100%	10-Jun-14	10-Jun-14	0	0			5637	5637	Komatsu	Komatsu
		143.0	143.0	108%	108%	10-Jun-14	10-Jun-14	0	0			5637	5637	Komatsu	Komatsu
		143.0	143.0	108%	108%	10-Jun-14	10-Jun-14	0	0			5637	5637	Komatsu	Komatsu

Component	Wear Percentage
Link Pitch	58%
Rail Height	66%
Bushing OD	84%
Track Shoes	28%
Carrier Rollers	14%
Idlers	75%
Sprockets	67%
Track Rollers	100%

Inspection Was Performed : Manual & Ultrasonic

Inspection By: EKO MEI SAPUTRO, PDU OFFICER

Approved by: PT UNITED TRACTORS, Tbk

Approved by: PUTRA PERKASA ABADI

BASUKI OKTAEYOND (PARTS ANALYST), EKO SUCIYTO (Parts Sales & Support), BOWO PANGANSO (PARTS DEPT HEAD)

[ Authorized signature & company stamp ]





Nomor : LUT/051/3300-B/2014

Samrinda, 10 September 2014

Kepada:  
PT Ario Putra Jaya  
Kp. Anah RT 02  
Kutai Barat, Kalimantan Timur 75576

Up : Bp. Hermanus

Perihal: Penawaran Produk KOMATSU

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan kebutuhan Bapak dalam merencanakan investasi unit alat berat (*Hydraulic Excavator*), khususnya untuk mendukung proyek agro yang akan Bapak tangani maka PT. United Tractors, Tbk., menawarkan unit "*KOMATSU PRODUCT*" dengan perincian sebagai berikut :

<u>Unit Model</u>	<u>Price</u>	<u>Unit Availability</u>
KOMATSU Hydraulic Excavator PC200-8M0/S3	IDR 1.392.000.000,-	Balikpapan

Specification of KOMATSU Hydraulic Excavator PC200-8M0/S3:

Base Machine  
Batteries Std Capacity  
Alternator 35A (Std)  
Reps, Vand, Provision  
Shoes TG Hole 800MM (Skidding Link)  
Pnor V, Large Pre Filter  
Mark Plate Indonesian/English  
Boom-5700MM - Strengthened  
100H Arm-2900MM - Strengthened  
Bucket 0.93 M3  
Deck Guard (Side Bumper) Logging Spec  
Logging Guards (Cab, Door, Bat) Logging Spec  
Working Light Front  
FM/AM Radio for Asia  
Kontrax, Orbcomm  
Parts Book & OMM  
Cap & Overall  
General Tool Kit  
Spare Parts for First Service  
Additional Service Valve





**UNITED TRACTORS****Note:**

- Harga di atas belum termasuk PPN 10 %.
- Pembayaran 20 % saat kontrak ; 80 % saat serah terima.
- Cara Penyerahan adalah Loco - PT United Tractors Tbk Samarinda
- Validasi Penawaran 1 Bulan setelah penawaran (subject to prior sales)
- Spesifikasi terlampir.

Demikian penawaran kami, dan kami harap penawaran ini berguna untuk menghitung *Return on Investment* yang terbaik bagi Bapak, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

**Hormat Kami**  
**PT UNITED TRACTORS Tbk****Agung Dwi Kurniawan**  
**Business Consultant**

Lampiran 03. Quotation Harga Sparepart

KOPLET		SYARAT		SALESMAN CODE		TANDA TANGAN (AUTHORIZED SIGNATURE)			
NO		TANGGAL (DATE)	PEMBAYARAN	TANGGAL (DATE)		KETERANGAN (REMARKS)			
118634921 PAD		17/10/2014		17/10/2014					
LDP		PRODUK (PRODUCT NO.)	ORDER REF.	TANGGAL (DATE)		KETERANGAN (REMARKS)			
KOMATSU		BY EMAIL		17/10/2014					
NO URUT (ORDER)	NO SUKU CADANG (PARTS NUMBER)	PEJELASAN (DESCRIPTION)	BANYAKNYA (QTY)	HARGA SATUAN (UNIT PRICE)	JUMLAH PESANAN (ORDER AMOUNT)	TERSEDIA (AVAILABLE)	JUMLAH TERSEDIA (AMOUNT OF AVAILABLE)	KETERSEDIAAN (AVAILABLE STOCK)	LAMA ORDER (LEADTIME ORDER)
10	20Y-32-00030	LINK ASSY	1	81.503.200	81.503.200	1	81.503.200		
20	20Y-32-31320	SHOE TRIPLE 800MM	90	1.320.000	119.610.000	90	119.610.000		
21	20Y-32-31320	SHOE TRIPLE 800MM	8	2.510.500	20.084.000	8	20.084.000		
30	20Y-32-05000	SHOE BOLT KIT	8	2.510.500	20.084.000	8	20.084.000		
31	20Y-32-05000	SHOE BOLT KIT	2	20.628.400	41.256.800	2	41.256.800		
40	20Y-30-00322	IDLER ASSY PC200-8	2	5.150.000	10.310.000	2	10.310.000		
41	20Y-30-00322	IDLER ASSY PC200-8	4	2.717.200	10.868.800	4	10.868.800		
50	20Y-27-77110	SPROCKET	4	3.533.600	14.134.400	4	14.134.400		
60	20Y-30-00481	CARRIER ROLLER PC200-8	2	2.717.200	5.434.400	2	5.434.400		
70	20Y-30-07000	TRACK ROLLER	14	3.533.600	49.470.400	14	49.470.400		
Info: Inquiry and the data are valid today					353.197.000	353.197.000			
Currency : IDR					Discount				
					Surchage	35.319.700			
Page 1 (of 1)					PPN 10% TOTAL	388.516.700			



PT UNITED TRACTORS Tbk  
 Pusat Pengembangan Industri, Jl Raya Lda Bakung No. 1 Sekeloa, Kota  
 Kalimantan Timur 75125 - Indonesia  
 Telp : ( 62-541 ) 272851  
 Fax : ( 62-541 ) 274437  
 www.unitedtractors.com



Lampiran 04. Part Service News Replacement Part No. Comp. Undercarriage PC200,  
PT. Komatsu Japan

**PART & SERVICE  
NEWS**

REF NO. PC200-8

DATE FEB. 21, 2012

SUBJECT : REPLACEMENT TO PART NUMBER UNDERCARRIAGE ON PC200-8

PURPOSE : To introduce modification procedure replacement part number undercarriage  
excavator PC200-8

APPLICATION : Allocate Soil, Clay, Blue Clay, Sand Stone

DESCRIPTION :

1. List of parts

Part Number	Description	Qty	Life Time	Remarks
20Y-32-00030	T/L ASSY, STD. (90L - PC200)	1	8000 WH	Not Replace
20Y-32-31320	SHOE, TRIPLE 800 MM	90	10000 WH	Not Replace
20Y-32-05000	SBK HEXAGONAL	8	8000 WH	Not Replace
20Y-30-00322	IDLER ASSY	2	8000 WH	Repalce
20Y-27-77110	SPROCKET	2	4000 WH	Repalce
20Y-30-00481	CARRIER ROLLER (PC200-8)	4	4000 WH	Repalce
20Y-30-07300	TRACK ROLLER ASSY	14	8000 WH	Repalce

**KOMATSU**

PC200-8

