



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENINGKATAN PERAWATAN  
KOMPONEN UNDERCARRIAGE ALAT BERAT**

**SKRIPSI**

**HIDAYAH JATI**

**0706198581**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
PROGRAM TEKNIK MESIN  
DEPOK  
JUNI 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENINGKATAN PERAWATAN  
KOMPONEN UNDERCARRIAGE ALAT BERAT**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**HIDAYAH JATI**

**0706198581**

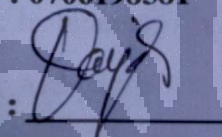
**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI EKSTENSI TEKNIK MESIN  
DEPOK  
JUNI 2011**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul:

### PENINGKATAN PERAWATAN KOMPONEN UNDERCARRIAGE ALAT BERAT

Skripsi/Tesis/Disertasi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Hidayah Jati  
NPM : 0706198581  
Tanda Tangan :   
Tanggal : 13 Juni 2011

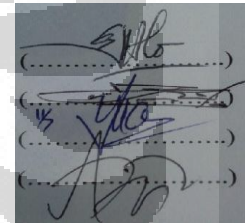
## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Hidayah Jati  
NPM : 0706198581  
Program studi : Teknik Mesin  
Judul skripsi : Peningkatan Perawatan Komponen  
Undercarriage Alat Berat

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Warjito M.Sc., Ph.D.  
Penguji : Dr. Ir. Engkos A. Kosasih M.T.  
Penguji : Ir. Imansyah Ibnu Hakim M.Eng.  
Penguji : Ardiyansyah S.T., M.Eng



Ditetapkan di : .....  
Tanggal : .....

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Ir. Warjito M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
- (2) Pihak PT. Riung Mitra Lestari yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan.
- (3) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, dan
- (4) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 13 Juni 2011

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hidayah Jati

NPM : 0706198581

Program Studi : Teknik Mesin

Departemen : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

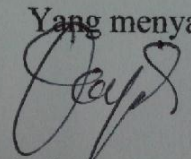
**PENINGKATAN PERAWATAN KOMPONEN UNDERCARRIAGE ALAT  
BERAT**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 13 Juni 2011

Yang menyatakan  
  
(..... Hidayah Jati .....)

## ABSTRAK

Nama : Hidayah Jati  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul : Peningkatan Perawatan Komponen *Undercarriage* Alat Berat

Pada unit alat berat terutama *bulldozer*, untuk aplikasi proses produksi sebagai unit *dozing and ripping*. Dimana biaya perawatan untuk komponen *undercarriage* sangat dominan.

Untuk mengurangi biaya perawatan akibat *breakdown unschedule* pada komponen *undercarriage*, maka ditekankan pada perbaikan program perawatan dengan menggunakan metode RCM.

Objektif dari penelitian adalah memperbaiki performa dan mengurangi biaya akibat kerusakan tidak terencana pada komponen *undercarriage*.

Hasil penelitian dari peningkatan perawatan komponen *undercarriage* di implementasikan dengan menentukan program *preventive maintenance* pada komponen *undercarriage* dengan menggunakan beberapa macam media, antara lain : *form standard operation procedure*, *form* intruksi kerja dan *form job schedule sheet* pada pelaksanaan *preventive maintenance*.

## ABSTRACT

Name : Hidayah Jati  
Study Program : Mechanical Engineering  
Title : Improvement Maintenance Program Component  
Undercarriage Heavy Equipment

Bulldozers is one of heavy equipment. This unit for the application process as a dozing and ripping. Where the cost of care for very dominant at undercarriage components.

To reduce the cost unscheduled maintenance of component undercarriage bulldozer, concentration at the improvement maintenance program used RCM method.

Objective of the research is improve and reduce cost damage unscheduled maintenance undercarriage components.

Research results of improvement maintenance program undercarriage components implemented by specifying with preventive maintenance program. Using several kinds of media , among other : form standard operation prosedure, form work instructions and form job schedule sheet at implementation of preventive maintenance.



## DAFTAR ISI

SAMPUL .....	i
JUDUL .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR DIAGRAM.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Pokok Permasalahan.....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5. Metode Penelitian .....	5
1.6. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB 2 DASAR TEORI .....</b>	<b>8</b>
2.1. <i>Undercarriage Bulldozer</i> .....	8
2.1.1. Pengertian, Fungsi dan Cara Kerja Komponen <i>Undercarriage</i> .....	8
2.1.1.1. <i>Track Frame</i> .....	8
2.1.1.2. <i>Track Roller</i> .....	11
2.1.1.3. <i>Carrier Roller</i> .....	16
2.1.1.4. <i>Front Idler</i> .....	17
2.1.1.5. <i>Recoil Spring</i> .....	19
2.1.1.6. <i>Sprocket</i> .....	21
2.1.1.7. <i>Track Link</i> .....	23
2.1.1.8. <i>Track Shoe</i> .....	26

2.2. Dasar Teori Perhitungan Umur Komponen <i>Undercarriage</i> .....	26
2.2.1. <i>Percent Worn Cart</i> .....	26
2.2.2. <i>Hour Left Chart</i> .....	29
2.2.3. Perhitungan Tanpa <i>Hour Left Chart</i> .....	31
2.3. RCM-FMEA .....	32
2.3.1. Langkah Proses RCM .....	33
2.3.2. Komponen RCM.....	35
2.3.2.1. <i>Reactive Maintenance</i> .....	35
2.3.2.2. <i>Preventive Maintenance</i> .....	35
2.3.2.3. <i>Predictive Testing dan Inspection</i> .....	36
2.3.2.4. <i>Proacting Maintenance</i> .....	37
<b>BAB 3 PENGUMPULAN DATA.....</b>	<b>43</b>
3.1. Metode Pengumpulan Data.....	43
3.2. Metode Pengolahan Data .....	48
3.3. Data-data Pendukung .....	50
<b>BAB 4 PROSES RCM - FMEA .....</b>	<b>51</b>
4.1. Analisa Perhitungan Efisiensi dan Pemilihan Program <i>Maintenance</i> .....	51
4.1.1. Data Manual Umur Komponen <i>Undercarriage</i> .....	51
4.1.1.1. Data Manual Umur Komponen <i>Undercarriage</i> .....	51
4.1.1.2. Data Manual Durasi Pengerjaan <i>Undercarriage</i> .....	55
4.1.1.3. Perhitungan Efisiensi <i>Maintenance</i> .....	57
4.2. Penyebab Kerusakan Komponen <i>Undercarriage</i> .....	61
4.2.1. Kerusakan Pada <i>Track Link</i> .....	61
4.2.1.1. Keausan pada permukaan <i>link</i> .....	62
4.2.1.2. Keausan pada sisi permukaan <i>link</i> .....	64
4.2.1.3. Keausan pada penahan <i>pin</i> bagian atas ( <i>pin boss top face</i> ) ....	65
4.2.1.4. <i>Link</i> retak ( <i>cracked link</i> ) .....	66
4.2.1.5. Kerusakan sudut permukaan <i>link</i> .....	67
4.2.1.6. Kerusakan sisi luar <i>link</i> .....	68
4.2.1.7. Keausan permukaan <i>link</i> yang berhubungan dengan <i>bushing</i> ..	69
4.2.1.8. Keausan bagian dalam yang berhubungan dengan <i>bushing</i> ...	69
4.2.1.9. Lubang <i>shoe bolt</i> yang semakin besar .....	70

4.2.2. Kerusakan Pada <i>Sprocket</i> .....	70
4.2.3. Kerusakan Pada <i>Front Idler</i> .....	71
4.2.4. Kerusakan Pada <i>Carrier Roller</i> .....	71
4.2.5. Kerusakan Pada <i>Track Roller</i> .....	72
4.3. <i>Risk Priority Number (RPN)</i> .....	73
4.4. <i>Analisa Pareto Risk Priority Number (RPN)</i> .....	75
4.5. Program Perawatan .....	77
4.5.1. <i>Periodical Maintenance</i> .....	77
4.5.1.1. <i>Periodic Inspection</i> .....	78
4.5.1.2. <i>Periodic Cleaning and Washing</i> .....	82
4.5.1.3. Program Pemeriksaan <i>Undercarriage (PPU)</i> .....	83
4.5.2. <i>Midlife Component</i> .....	83
4.5.3. <i>Overhoule Component</i> .....	88
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>90</b>
5.1. Kesimpulan .....	90
5.2. Saran .....	90
<b>DAFTAR REFERENSI</b> .....	<b>92</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>93</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 01. Model Unit Komatsu.....	02
Tabel 02. Tabel Susunan <i>Track Roller</i> pada <i>Bulldozer</i> .....	14
Tabel 03. Penyetelan Kekencangan <i>Track</i> .....	21
Tabel 04. <i>Worn Outer Diameter Bushing</i> .....	27
Tabel 05. <i>Worn Outer Diameter Track Roller</i> .....	28
Tabel 06. <i>Worn of Front Idler</i> .....	30
Tabel 07. Hasil pengukuran PPU.....	47
Tabel 08. Perencanaan Penggantian Komponen <i>Idler</i> .....	48
Tabel 09. Kerugian umur tiap komponen <i>undercarriage</i> .....	52
Tabel 10. Kerugian financial tiap komponen <i>undercarriage</i> .....	53
Tabel 11. Kerugian financial komponen <i>undercarriage</i> pada 8.000 Jam kerja	54
Tabel 12. Kerugian waktu pengerjaan <i>undercarriage</i> .....	56
Tabel 13. Durasi pengerjaan terencana komponen <i>undercarriage</i> .....	57
Tabel 14. <i>Risk Priority Number (RPN)</i> komponen <i>undercarriage</i> .....	74
Tabel 15. <i>Failure Modes and Effects Analysis</i> komponen <i>undercarriage</i> .....	76
Tabel 16. Instruksi Kerja Program <i>Periodic Inspection</i> .....	78
Tabel 17. <i>Adjustment Recoil Spring</i> .....	81
Tabel 18. <i>Standard Operation Prosedure Midlife dan Overhoule</i> .....	84
Tabel 19. <i>Form Job Schedule Sheet Midlife</i> .....	88
Tabel 20. <i>Form Job Schedule Sheet Overhoule</i> .....	89

## DAFTAR DIAGRAM

Diagram 01. Biaya Perawatan <i>Bulldozer</i> .....	03
Diagram 02. <i>Fishbone Life Time Undercarriedge</i> .....	77
Diagram 03. <i>Midlife</i> .....	83
Diagram 04. <i>Overhoule</i> .....	89



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 01. <i>Bulldozer D155A-2</i> .....	03
Gambar 02. <i>Component undercarriage</i> .....	08
Gambar 03. <i>Track frame</i> .....	09
Gambar 04. <i>Standard Toe in – Toe out</i> .....	10
Gambar 05. <i>Track roller</i> .....	11
Gambar 06. <i>Singe flange</i> .....	12
Gambar 07. <i>Double flange</i> .....	12
Gambar 08. <i>Inner part track roller</i> .....	13
Gambar 09. <i>Track roller tipe bogie</i> .....	15
Gambar 10. <i>Carrier roller</i> .....	16
Gambar 11. <i>Tipe carrier roller</i> .....	17
Gambar 12. <i>Front idler</i> .....	17
Gambar 13. <i>Komponen front idler</i> .....	19
Gambar 14. <i>Recoil spring</i> .....	20
Gambar 15. <i>Sprocket</i> .....	21
Gambar 16. <i>Segment type</i> .....	22
Gambar 17. <i>Solid type</i> .....	22
Gambar 18. <i>Komponen track link</i> .....	23
Gambar 19. <i>Bagian bushing</i> .....	24
Gambar 20. <i>Macam bushing</i> .....	25
Gambar 21. <i>Tipe master link</i> .....	25
Gambar 22. <i>Track shoe</i> .....	26
Gambar 23. <i>Point massurement</i> .....	27
Gambar 24. <i>Hour left front idler</i> .....	31
Gambar 25. <i>Komponen RCM</i> .....	35
Gambar 26. <i>Aspek dari Proactive Maintenance</i> .....	37
Gambar 27. <i>Langkah analisis kegagalan berulang</i> .....	40
Gambar 28. <i>Standard Operation Prosedure PPU</i> .....	44
Gambar 29. <i>Instruksi Kerja Program pemeriksaan undercarriage</i> .....	46

Gambar 30. Keausan tidak normal.....	47
Gambar 31. Pengerjaan <i>overhoule</i> diluar <i>work shop</i> .....	55
Gambar 32. Macam-macam kerusakan pada <i>track link</i> .....	62
Gambar 33. Keausan pada permukaan.....	63
Gambar 34. Gesekan pada <i>front idler</i> .....	63
Gambar 35. Keausan pada sisi permukaan <i>link</i> .....	65
Gambar 36. Keausan pada penahan pin bagian atas.....	66
Gambar 37. <i>Link</i> retak.....	67
Gambar 38. Kerusakan sudut permukaan <i>link</i> .....	68
Gambar 39. Kerusakan sisi luar <i>link</i> .....	68
Gambar 40. Keausan permukaan <i>link</i> yang berhubungan dengan <i>bushing</i> ...	69
Gambar 41. Keausan bagian dalam yang berhubungan dengan <i>bushing</i> .....	69
Gambar 42. Kerusakan pada lubang <i>shoe bolt</i> .....	70
Gambar 43. Area kontak pada <i>teeth sprocket</i> .....	71
Gambar 44. Keausan permukaan <i>idler</i> .....	71
Gambar 45. Keausan permukaan <i>carrier roller</i> .....	72
Gambar 46. Keausan pada flange <i>carrier roller</i> .....	73
Gambar 47. <i>Pareto Risk Number (RPN)</i> .....	75
Gambar 48. Kekencangan <i>track link</i> .....	80
Gambar 49. <i>Fitting grease</i> .....	81
Gambar 50. Aktivitas <i>cleaning and washing</i> .....	82

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Hasil PPU PT. United Tractor Tbk
- Lampiran 2 : Quotation No.: LUT/220/9915/IX/09/PN, PT. United Tractors Tbk.  
Penawaran harga unit bulldozer D155A-6
- Lampiran 3 : Invoice No. 25/IV/2011, PT. Mitra Excellent Indonesia.  
Penawaran harga kontrak mekanik
- Lampiran 4 : Purchase Order No. HO/PRO/1008003, PT. Riung Mitra Lestari.  
Penawaran harga rental unit bulldozer D155-2
- Lampiran 5 : Quotation No.: 121006882, PT. United Tractors Tbk.  
Penawaran harga komponen Undercarriage bulldozer D155-2.
- Lampiran 6 : Part Service News, REF NO. DZ05016, PT. KOMATSU JAPAN.  
Perubahan part number part & component undercarriage D155-2, DZ155-2,  
D155-6



# BAB 1 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 keagalannya, maka alat pemantau tidak dapat mendeteksi suatu kegagalan potensial sampai kegagalan potensial tersebut mencapai tingkat besaran tertentu atau saat kegagalan potensial berikutnya yang lebih intensif terjadi. Oleh karena itu bila kita berhasil mendeteksi perubahan pada sifat fisik maupun kimiawi yang berpengaruh pada fungsi peralatan, maka sebetulnya peralatan atau komponen itu telah mengalami kegagalan.

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

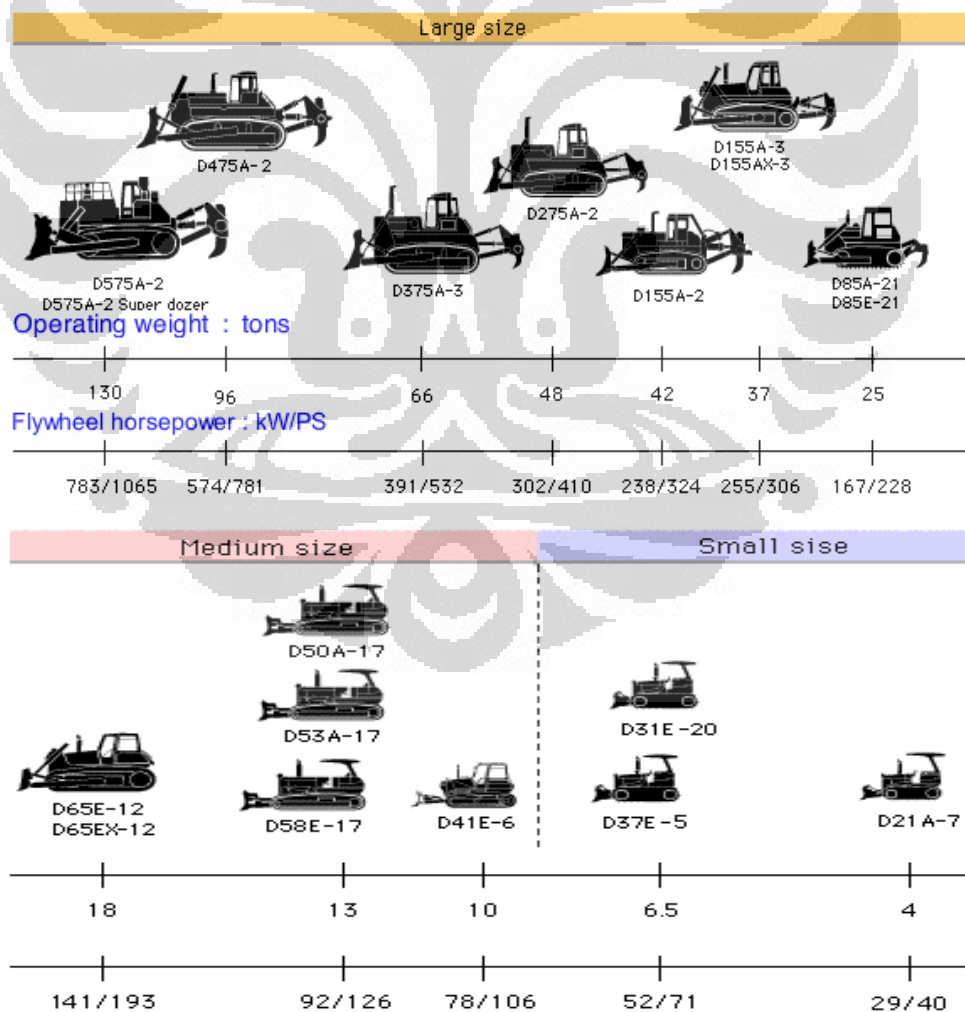
Perawatan dapat didefinisikan sebagai usaha reparasi yang dilakukan untuk menjaga kondisi dan performa sebuah mesin seperti pada kondisi waktu masih baru dengan biaya perawatan yang sewajarnya. Sebagaimana alat – alat besar harus diperlakukan sebagai layaknya sebuah alat produksi, yaitu agar selalu ada 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 dengan kemampuan 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 *bulldozer*, di mana setiap model memiliki fungsi yang lebih spesifikasi masing-masing. Seperti halnya produk Komatsu yang memiliki beberapa model seperti tabel dibawah ini.

Tabel 01. Model Unit Komatsu



(Sumber : *Handbook* Komatsu Seri 09)

Bahwa unit *bulldozer* untuk model D155 adalah model unit yang paling banyak peminatnya. Sehingga dapat dipastikan populasi unit *bulldozer* D155 sudah banyak di Indonesia. Hal tersebut dikarenakan model tersebut sangat cocok dan lebih fleksibel untuk dapat diaplikasikan pada tambang kecil sampai tambang besar.



Gambar 01. *Bulldozer* D155A-2

(Sumber : *Catalog Product Komatsu Bulldozer D155A-2*)

Seperti halnya perawatan pada unit *bulldozer*, 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.

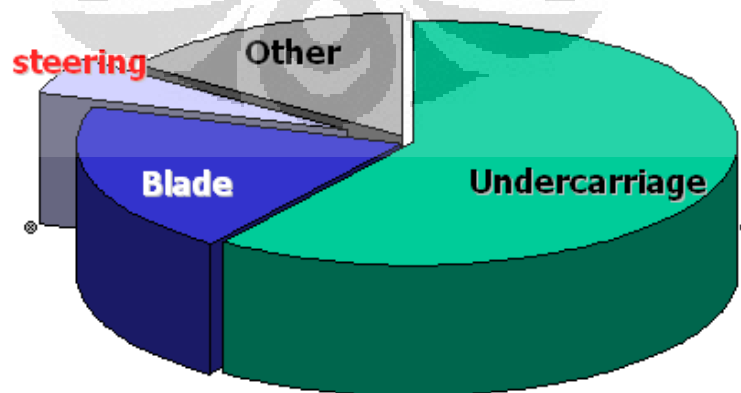


Diagram 01. Biaya Perawatan *Bulldozer*

(Sumber : *Basic Mechanical Course* PT. Pamapersada Nusantara 2004)

Gambar 03 di atas menunjukkan biaya perbaikan kerangka bawah tercatat 60% dari biaya total perbaikan unit *bulldozer* secara umum. Jadi sangat memungkinkan banyak hal yang dapat diperbaiki untuk menurunkan biaya perawatan pada unit *bulldozer*.

## 1.2. POKOK PERMASALAHAN

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.

Secara umum, komponen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sub-komponen *undercarriage bulldozer D155, track shoe* yang berfungsi sebagai penumpu langsung beban unit *bulldozer* dengan tanah. *Track link* berfungsi sebagai tumpuan (rel) *track roller*, sehingga memungkinkan *crawler* dapat berjalan. *Front idler* berfungsi membantu mengatur ketegangan pada *track* dan meredam kejutan. *Track roller* berfungsi sebagai pembagi berat *bulldozer* ke *Track shoe*. *Carrier roller* yang berfungsi sebagai penahan bagian atas dari *track link* dan sebagai penjaga gerakan *track shoe* tetap lurus antara *sprocket* ke *idler*, ataupun gerakan sebaliknya.

## 1.3. 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*.

## 1.4. BATASAN MASALAH

Meskipun pada penelitian dilakukan di tempat kerja PT. Riung Mitra Lestari ini dititik beratkan pada efisiensi dan efektivitas kinerja komponen *Undercarriage bulldozer D155* pada tanah abrasive terhadap *performance availability* dan *cost maintenance*, dan secara umum komponen *undercarriage* tersusun dari beberapa sub komponen, maka pada laporan ini penulis membatasi masalah hanya pada

bagian : *track roller, carrier roller, track link, track shoe, front idler & sprocket*, yaitu : Analisa Perawatan Komponen *Undercarriage Bulldozer D155*.

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

### 1.5. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang dilakukan penulis yaitu sebagai berikut :

#### 1. Studi Literatur

Penulis menambahkan data-data yang diperlukan dengan mengumpulkan data dari beberapa buku yang berhubungan dengan komponen *undercarriage D155* produk komatsu dan pengoperasiannya, dan membandingkannya dengan data lapangan.

#### 2. Penelitian langsung di lapangan

Penulis langsung mengikuti kegiatan kerja di lapangan, dalam bentuk kerja langsung ke peralatan dan proses kerja *bulldozer D155* komatsu di PT. Riung Mitra Lestari site embalut, teluk dalam, L2, Tenggarong Sebrang, Kalimantan Timur.

#### 3. Wawancara dengan *staff* dan karyawan

Penulis langsung berinteraksi kepada *staff* atau karyawan PT. Riung Mitra Lestari dan mereka memberikan penjelasan sesuai dengan pengetahuan dan pengalaman mereka di lapangan.

### 1.6. SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan laporan ini terdiri dari beberapa bab, dijelaskan sebagai berikut :

#### BAB I PENDAHULUAN

##### 1.1. Latar Belakang

##### 1.2. Pokok Permasalahan

##### 1.3. Batasan Masalah

##### 1.4. Tujuan Penelitian

- 1.5. Metode Penelitian
- 1.6. Sistematika Penulisan

## BAB II DASAR TEORI

### 2.1. *Undercarriage Bulldozer*

#### 2.1.1. Pengertian, Fungsi dan Cara Kerja Komponen *Undercarriage*

- 2.1.1.1. *Track Frame*
- 2.1.1.2. *Track Roller*
- 2.1.1.3. *Carrier Roller*
- 2.1.1.4. *Front Idler*
- 2.1.1.5. *Recoil Spring*
- 2.1.1.6. *Sprocket*
- 2.1.1.7. *Track Link*
- 2.1.1.8. *Track Shoe*

### 2.2. Dasar Teori Perhitungan Umur Komponen *Undercarriage*.

### 2.3. RCM – FMEA

#### 2.3.1. Langkah Proses RCM

#### 2.3.2. Komponen RCM

- 2.3.2.1. *Reactive Maintenance*
- 2.3.2.2. *Preventive Maintenance*
- 2.3.2.3. *Predictive Testing* dan Inspeksi
- 2.3.2.4. *Proacting Mintenance*

## BAB III PENGUMPULAN DATA

- 3.1. Metode Pengumpulan Data
- 3.2. Metode Pengolahan Data
- 3.3. Data-data Pendukung

## BAB IV PROSES RCM – FMEA

- 4.1. Analisa Perhitungan Efisiensi dan Pemilihan Program Perawatan
  - 4.1.1 Analisa perhitungan efisiensi
    - 4.1.1.1. Umur Komponen *Undercarriage*

- 4.1.1.2. Data Manual Durasi Pengerjaan *Undercarriage*
- 4.1.1.3. Perhitungan Efisiensi Perawatan
- 4.2. Penyebab Kerusakan Komponen *Undercarriage*
  - 4.2.1. Kerusakan Pada *Track Link*
    - 4.2.1.1. Keausan pada permukaan *link*
    - 4.2.1.2. Keausan pada sisi permukaan *link*
    - 4.2.1.3.. Keausan pada penahan *pin* bagian atas (*pin boss top face*)
    - 4.2.1.4. *Link* retak (*cracked link*)
    - 4.2.1.5. Kerusakan sudut permukaan *link*
    - 4.2.1.6. Kerusakan sisi luar *link*
    - 4.2.1.7. Keausan pada permukaan *link* yang berhubungan dengan *bushing*
    - 4.2.1.8. Keausan pada bagian dalam yang berhubungan dengan *bushing*
    - 4.2.1.9. Lubang *shoe bolt* yang semakin besar
  - 4.2.2. Kerusakan Pada *Sprocket*
  - 4.2.3. Kerusakan Pada *Front Idler*
  - 4.2.4. Kerusakan Pada *Carrier Roller*
  - 4.2.5. Kerusakan Pada *Track Roller*
- 4.3. *Risk Priority Number* (RPN)
- 4.4. Analisa *Pareto Risk Priority Number* (RPN)
- 4.5. Program Perawatan
  - 4.5.1. *Periodical Maintenance*
    - 4.5.1.1. *Periodic Inspection*
    - 4.5.1.2. *Periodic Cleaning and Washing*
    - 4.5.1.1. Program Pemeriksaan *Undercarriage* (PPU)
  - 4.5.2. *Midlife Component*
  - 4.5.3. *Overhoule Component*

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

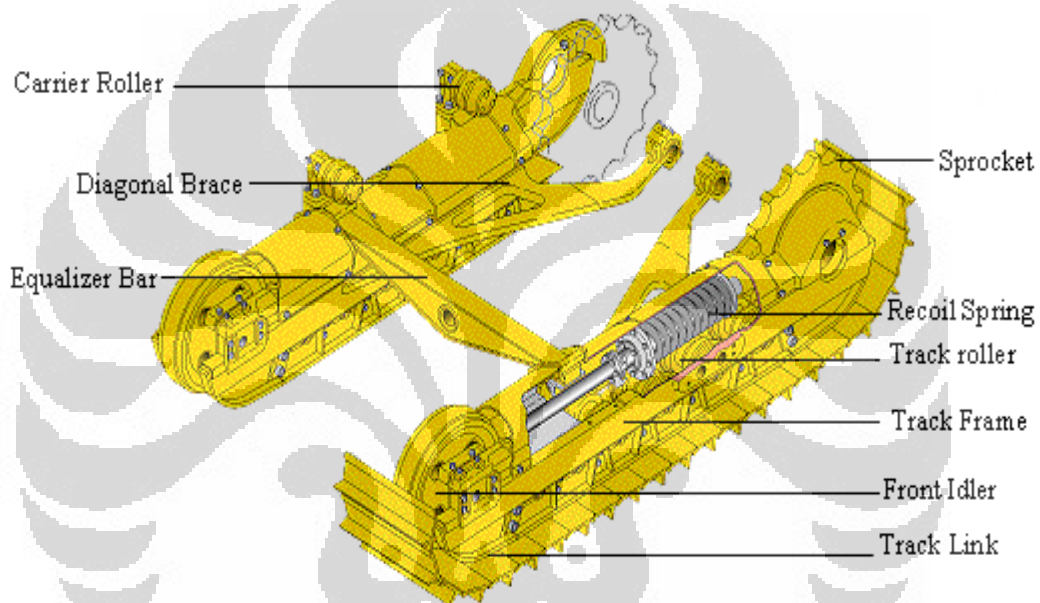
### 5.1. Kesimpulan

### 5.2. Saran

## BAB 2 DASAR TEORI

### 2.1. *Undercarriage Bulldozer*

*Undercarriage* merupakan komponen bagian bawah dari unit *bulldozer*, dimana komponen tersebut berfungsi sebagai media penggerak unit tersebut untuk berpindah dari tempat satu ke tempat lainnya. *Undercarriage* tersebut juga berfungsi sebagai media penahan dan meneruskan berat dari unit *bulldozer* ke ke tanah.



Gambar 02. *Component Undercarriage*  
(Sumber : *Linkone Versi 04*)

#### 2.1.1. Pengertian, Fungsi dan Cara Kerja Komponen *Undercarriage*

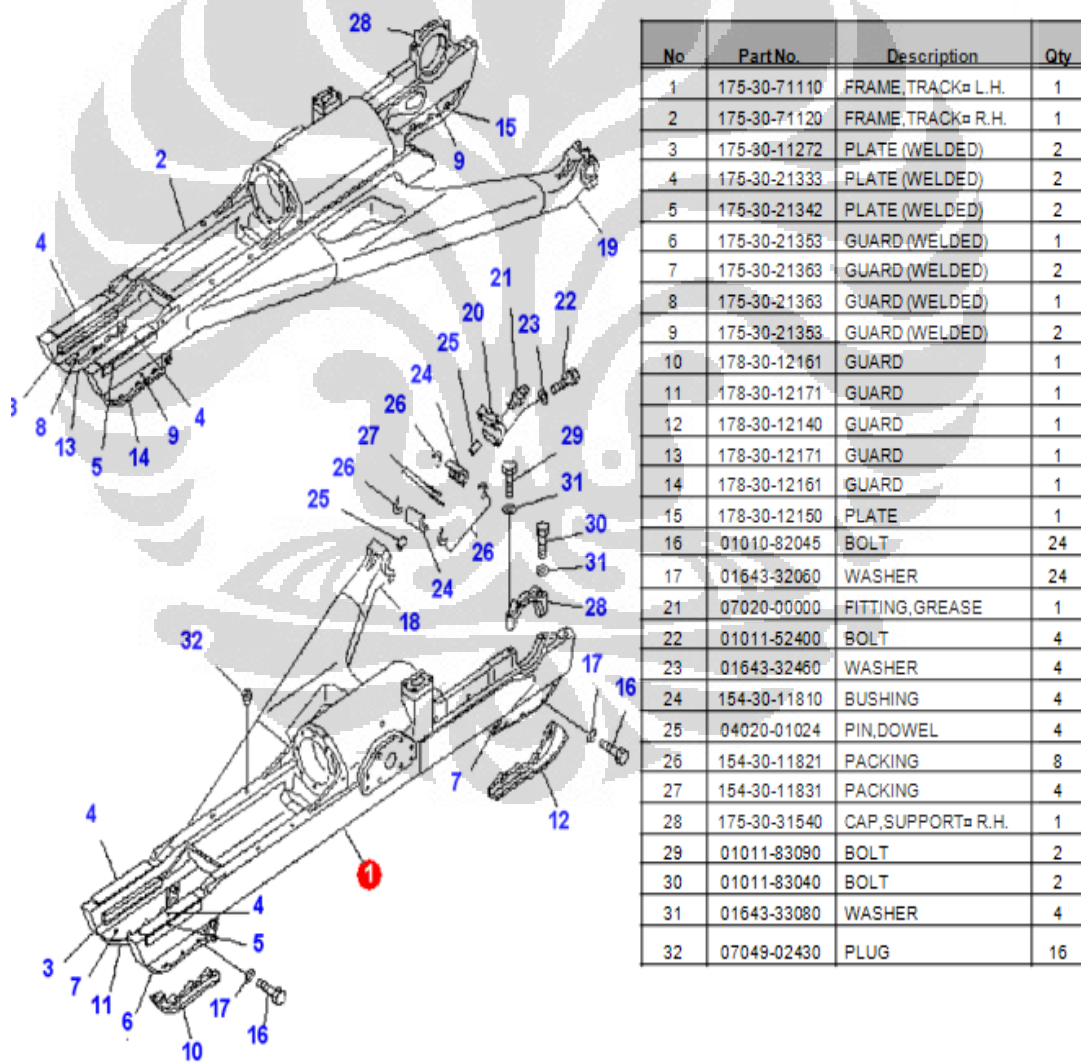
##### 2.1.1.1. *Track frame*.

*Track frame* merupakan tulang punggung dari pada *undercarriage*, *track frame* sebagai tumpuan *chassis* unit terhadap permukaan tanah dan tempat kedudukan komponen-komponen *undercarriage*. *Track frame* merupakan gabungan baja yang dibentuk menyerupai konstruksi *box* yang saling menyilang dan dirakit dengan plat baja.



*Track frame* khusus di *design* mampu melawan beban kejut selama operasi berat atau ringan dari kondisi kerja unit.

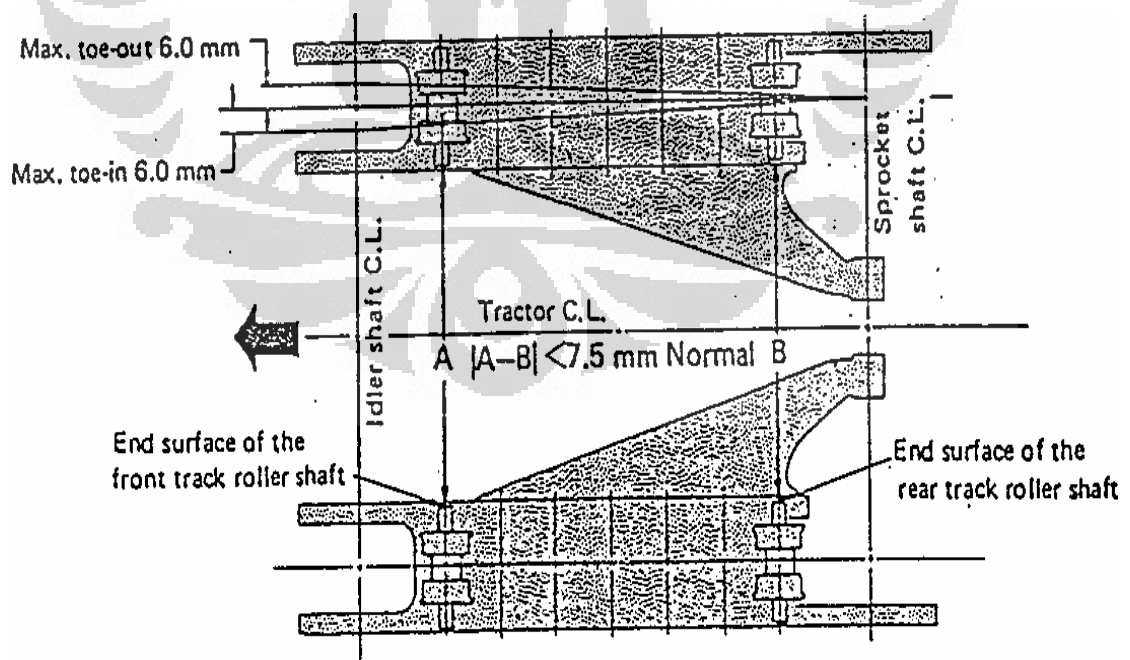
Pada unit *bulldozer* dibagian belakang *track frame* dihubungkan terhadap *chassis* menggunakan *pivot shaft* sedangkan bagian depannya dihubungkan dengan *equalizer bar*. *Equalizer bar* yang berfungsi seperti halnya sistem suspensi yang mengurangi kejutan yang terjadi karena ketidakrataan permukaan jalan (medan operasi). Sebagian besar *track* tetap kontak pada permukaan tanah sehingga mengurangi resiko unit terbalik. *Track frame* secara khusus di rancang mampu menerima beban kejut selama operasi.



Gambar 03. *Track frame*  
(Sumber : *Linkone Versi 04*)

*Frame crawler tractors* harus diperhatikan kondisi kelurusannya, apabila *crawler tractors* sudah dipakai operasi maka kemungkinan posisi kelurusan dari *frame* berubah yang menyebabkan *toe out* menjadi berubah pula. *Toe in* adalah suatu keadaan perubahan kelurusan *track frame* kiri dan kanan ketika permukaan idler menuju ke dalam mendekati “*center line of tractors*“. Sedangkan yang dimaksud *toe out* adalah suatu keadaan perubahan kelurusan *track frame* kiri dan kanan ketika permukaan idler menuju ke luar menjauhi “*center line of tractors*“. Perubahan kelurusan pada kondisi idler dilihat dari *sprocket*. *Track frame* mengalami *toe in* atau *toe out* disebabkan karena :

- Posisi (*pitch*) *track roller* yang dalam pemasangannya tidak memperhatikan ketentuan - ketentuan skala gambar.
- Terjadinya benturan antara batu dengan permukaan bawah *diagonal brace* yang dapat merusak fisik *diagonal brace*.
- Unit yang sudah beroperasi dalam waktu lama sehingga dengan variasi beban dapat menyebabkan perubahan kelurusan *track frame*.

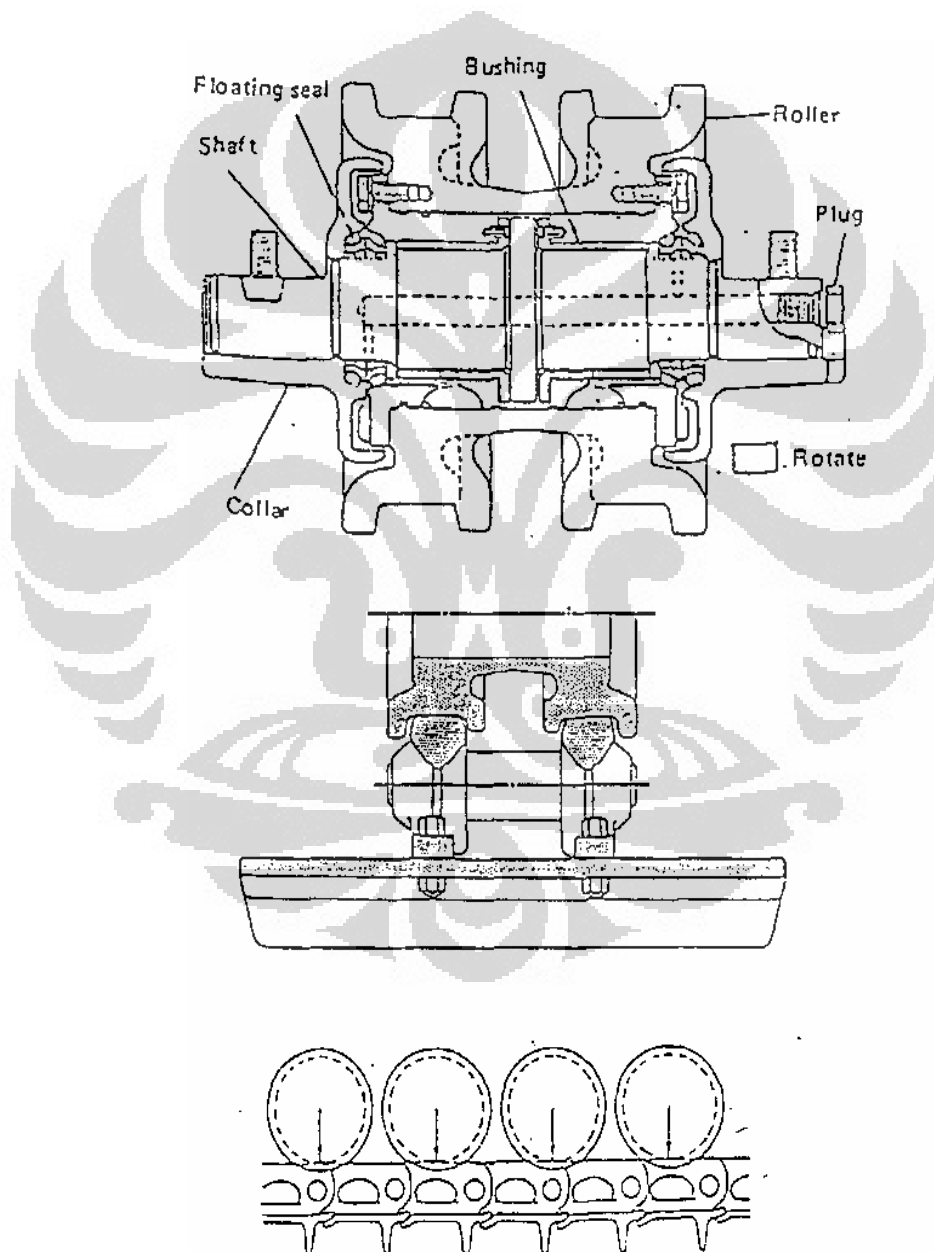


Gambar 04. *Standard Toe in – Toe out*

(Sumber : *Basic Mechanic Course* PT. Pamapersada Nusantara Tbk)

### 2.1.1.2. Track roller

*Track roller* adalah bagian dari komponen *undercarriage* yang berbentuk menyerupai roda besi yang berfungsi sebagai pembagi berat *bulldozer* ke *track*. Dimana beberapa *track roller* yang dipasang pada bagian bawah *track frame* akan menahan berat unit terhadap *track link*, sehingga dapat dikatakan *track roller* sebagai pembagi berat *chassis* terhadap *track link* seperti gambar berikut ini.

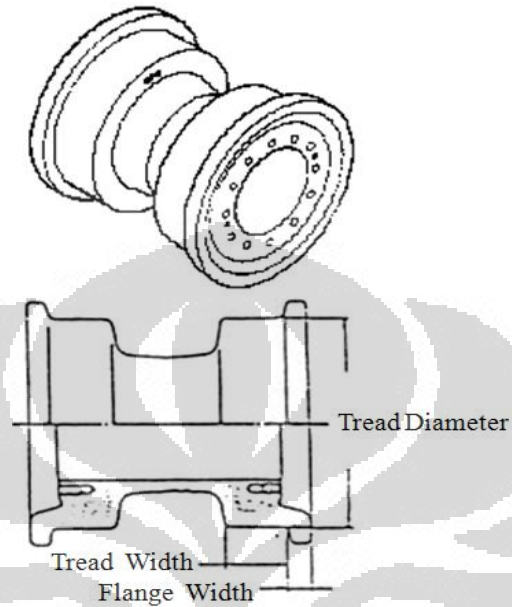


Gambar 05. *Track Roller*

(Sumber : *Linkone Versi 04*)

Pada unit *bulldozer* untuk *track roller* dibagi menjadi dua macam tipe yaitu :

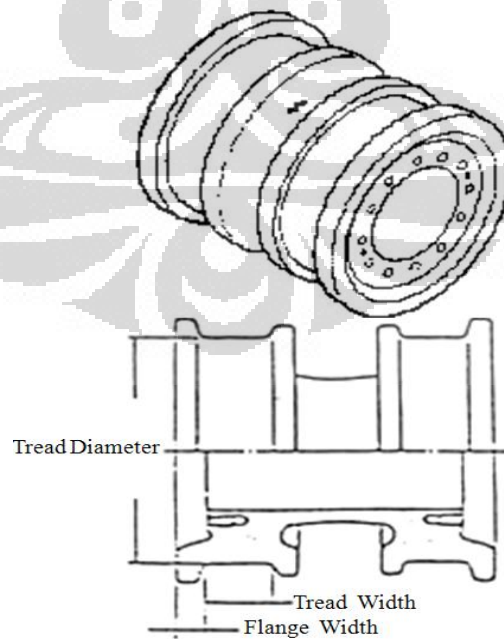
1. *Single flange roller.*



Gambar 06. *Singe Flange*

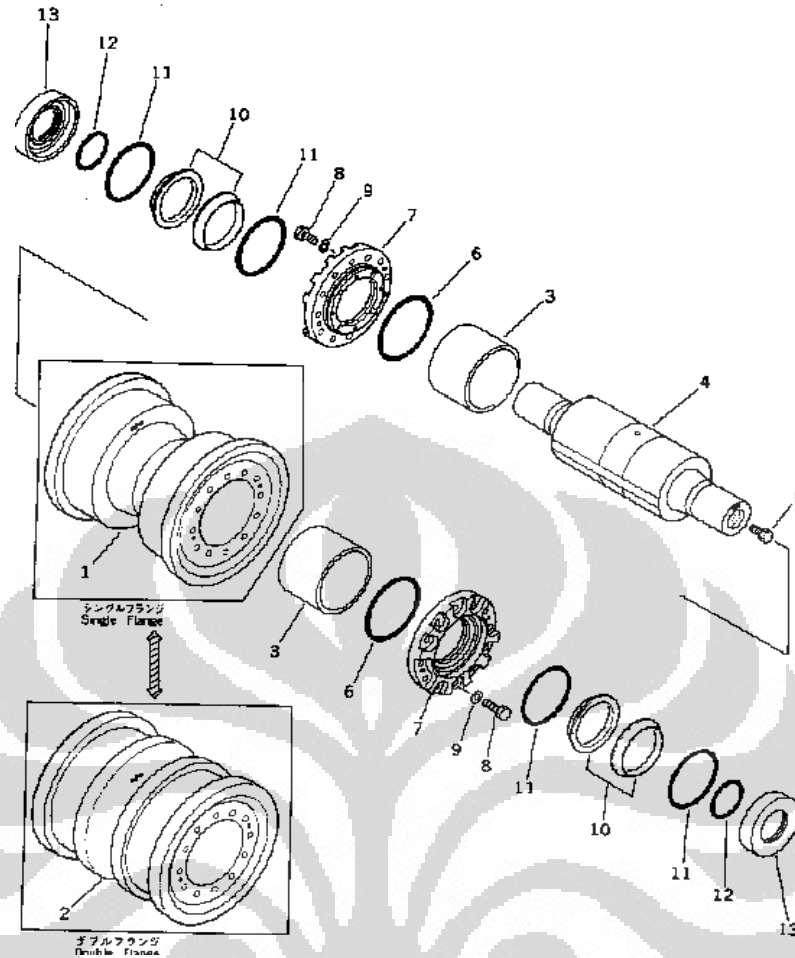
(Sumber : *Linkone Versi 04*)

2. *Double flange roller.*



Gambar 07. *Double Flange*

(Sumber : *Linkone Versi 04*)



No	Part No.	Description	Qty
	195-30-01011	TRACK ROLLER ASS'Y, SINGLE FLANGE	6
	195-30-01051	TRACK ROLLER ASS'Y, (B)	6
	195-30-01021	TRACK ROLLER ASS'Y, DOUBLE FLANGE	6
	195-30-01061	TRACK ROLLER ASS'Y, (B)	6
1	195-30-56110	ROLLER, TRACK $\square$ SINGLE FLANGE	1
2	195-30-56120	ROLLER, TRACK $\square$ DOUBLE FLANGE	1
3	195-30-36140	BUSHING	2
4	195-30-56130	SHAFT	1
5	07052-31624	PLUG	1
6	07000-12145	O-RING	2
	07000-52145	O-RING, (B)	2
7	195-30-36203	RETAINER ASS'Y	2
	195-30-36202	RETAINER ASS'Y	2
8	01010-81240	BOLT	24
9	01643-31232	WASHER	24
	205-30-00052	FLOATING SEAL ASS'Y	2
10	205-30-00160	FLOATING SEAL ASS'Y, (B)	2
11	07000-12075	O-RING	2
12	195-30-36182	RING	2

Gambar 08. Inner Part Track Roller

(Sumber : Linkone Versi 04)

Jumlah *track roller* yang dipasang pada *bulldozer* tergantung dari panjang *track* pada permukaan tanah yaitu jarak antara *idler* dengan *sprocket*. Pada posisi ke satu dan terakhir, pada umumnya dipasang *track roller single flanged type*, tujuannya agar keausan dapat dikurangi. Baik keausan pada *track link* maupun *track roller* itu sendiri akibat gesekan pada *track link* dengan *flange* pada *track roller* disaat berputas atau belok. Seperti tabel 02. unit D85ESS-2 punya susunan *track roller* dari depan : D D D D S D D S, Dimana D = *Double* dan S = *Single*.

Tabel 02. Tabel Susunan *Track Roller* pada *Bulldozer*

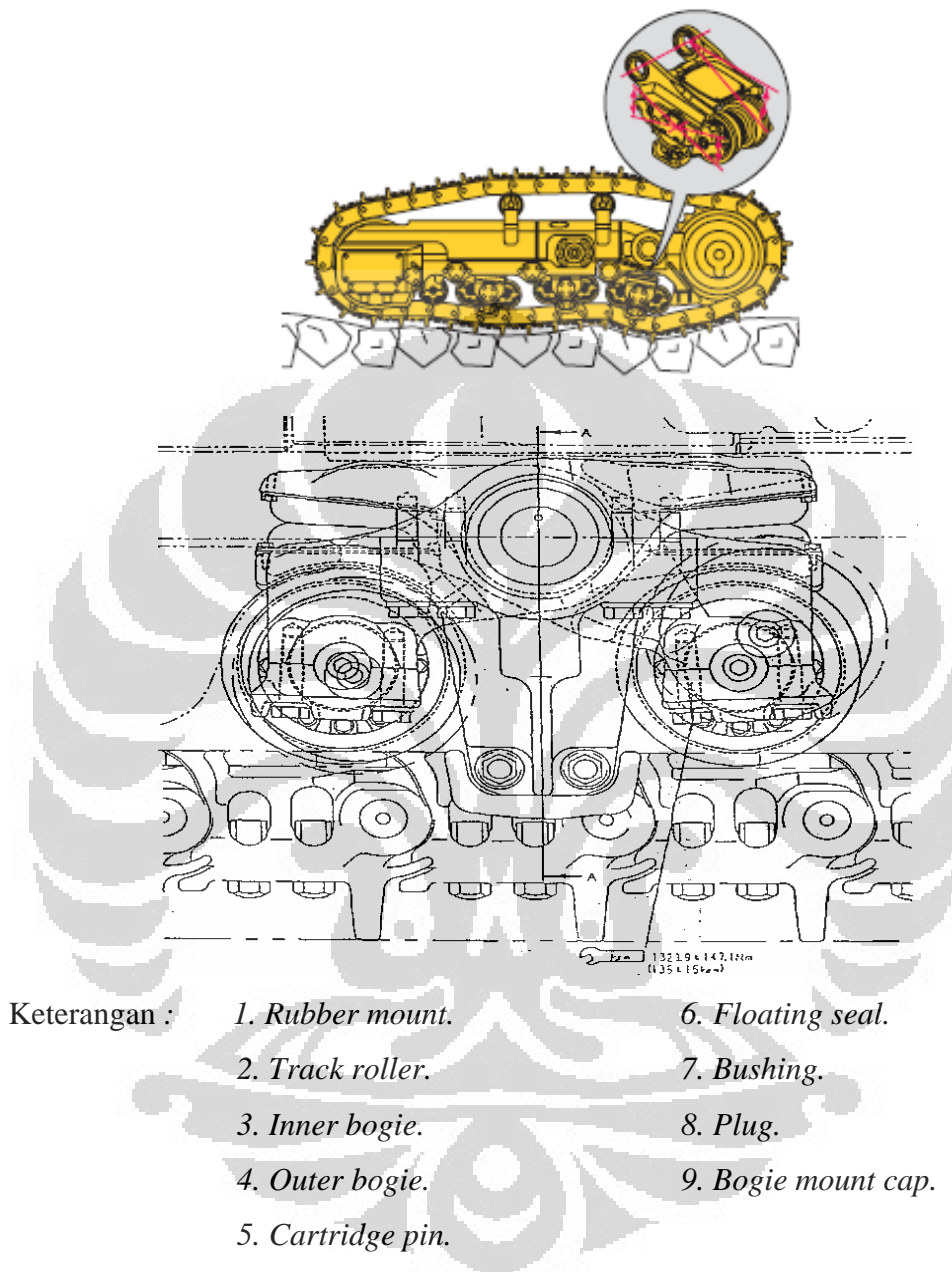
S: Single flanged roller  
D: Double flanged

Model	Rollers Per side	Rollers Position									
		Idler	1	2	3	4	5	6	7	8	Sprocket
D 10 A, S - I	3	S	S	S							
D 20 A, P, S, Q - 3	5	S	S	S	S	S					
D 21 A, P, S, Q - 3	5	S	S	S	S	S					
D 30 A, S, Q - 15	5	S	S	S	S	S					
D 30 P - 15	6	S	S	S	S	S	S				
D 31 A, Q, S - 15, 16	5	S	S	S	S	S					
D 31 P - 15, - 16	6	S	S	S	S	S	S				
D 40 A - 1	5	S	D	S	D	S	S				
D 40 P - 1	6	S	D	S	S	D	S				
D 45 A, S - 1	5	S	D	S	D	S					
D 45 P - 1	5	S	D	S	S	D	S				
D 50 A, S - 15	6	S	D	S	D	S					
D 50 P - 15	7	S	D	S	D	S	D	S			
D 53 A, S - 15	5	S	D	S	D	S					
D 55 S - 3	5	S	D	S	D	S					
D 57 S - 1	6	S	D	S	S	D	S				
D 60 A, S - 6	6	S	D	S	S	D	S				
D 60 E, P - 6	7	S	D	S	D	S	D	S			
D 65 A, S - 6	6	S	D	S	S	D	S				
D 65 E, P - 6	7	S	D	S	D	S	D	S			
D 75 S - 2, - 3	7	S	D	S	D	S	D	S			
D 80 A - 12	6	S	D	S	S	D	S				
D 80 E - 12	7	S	D	S	D	S	D	S			
D 85 A - 12	6	S	D	S	S	D	S				
D 85 E - 12	7	S	D	S	D	S	D	S			
D 95 S - 1	7	S	D	S	D	S	D	S			
D 150 A - 1	7	D	D	D	S	D	D	S			
D 155 A - 1	7	D	D	D	S	D	D	S			
D 155 S, C - 1	8	D	S	D	S	D	S	D	S		
D 355 A - 3	7	D	D	D	S	D	D	S			
D 355 C - 3	8	D	S	D	S	D	S	D	S		
D 455 A - 1	7	D	D	S	D	S	D	S			

(Sumber : *Basic Mechanical Courses* PT. Pamapersada Nusantara Tbk)

Unit D155 menggunakan *track roller* dengan tipe “*bogie*”, dimana *track roller* dapat berisolasi menyesuaikan permukaan tanah,

sehingga daya cengkram tetap baik, walaupun bekerja dipermukaan tanah yang tidak rata.



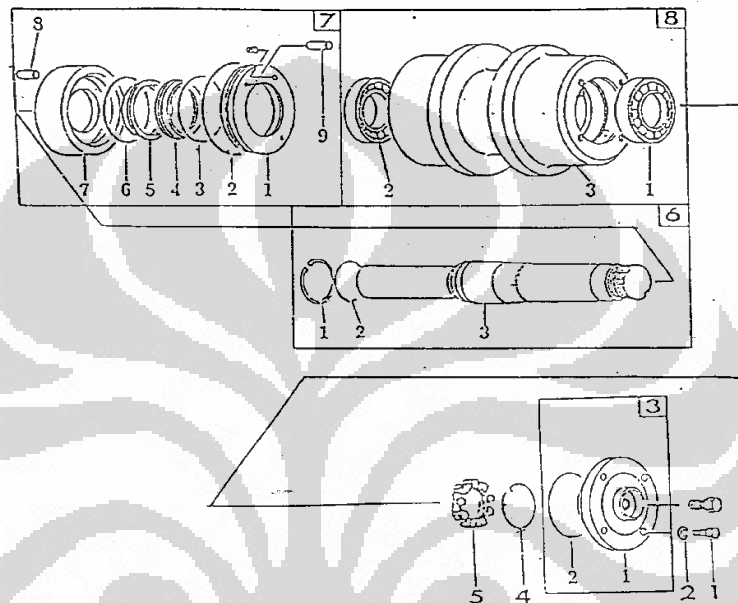
Gambar 09. *Track Roller Tipe Bogie*

(Sumber : *Basic Mechanical Courses* PT. Pamapersada Nusantara Tbk)

Tiap *track roller* dipasang pada masing-masing *inner bogie* dan *outer bogie* untuk menjamin *track roller* dan *track link* selalu bersentuhan. *Rubber mounting* digunakan untuk menyerap getaran yang disebabkan oleh permukaan tanah.

### 2.1.1.3. Carrier roller.

*Carrier roller* adalah bagian dari komponen *undercarriage* yang berbentuk hampir sama dengan *track roller*, akan tetapi memiliki fungsi yang berbeda yaitu 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.



Keterangan :

- |                  |                |                     |
|------------------|----------------|---------------------|
| 1. Bolt          | 6-2. O-ring    | 7-6. O-ring         |
| 2. Spring washer | 6-3. Shaft     | 7-7. Seal           |
| 3-1. Cover       | 7-1. Seat      | 7-8. Dowel pin      |
| 3-2. O-ring      | 7-2. O-ring    | 7-9. Bearing        |
| 4. Snap ring     | 7-3. O-ring    | 8-1. Bearing        |
| 5. Nut           | 7-4. Seal ring | 8-2. Bearing        |
| 6-1. Snap ring   | 7-5. Seal ring | 8-3. Carrier roller |

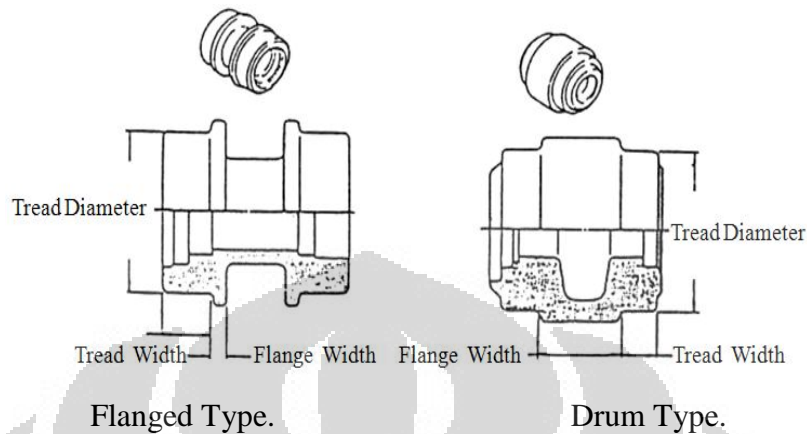
Gambar 10. Carrier Roller

(Sumber : Linkone Versi 04)

Untuk *bulldozer* D155 bisa menggunakan dua tipe *carrier roller*, baik *carrier roller flange type* maupun *drum type* seperti



gambar 11. Dimana jumlah *carrier roller* yang dipasang pada unit tergantung dari panjang *track*, pada umumnya antara satu buah dan dua buah tiap sisinya berikut.

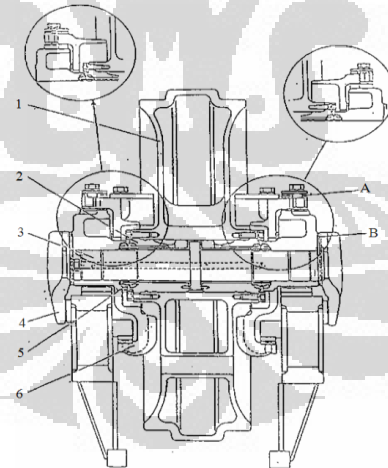


Gambar 11. Tipe *carrier roller*

(Sumber : *Basic Mechanical Courses* PT. Pamapersada Nusantara Tbk)

#### 2.1.1.4. *Front Idler*.

*Front idler* berfungsi untuk membantu menegangkan atau mengendorkan *track* dan juga meredam kejutan.



Keterangan :

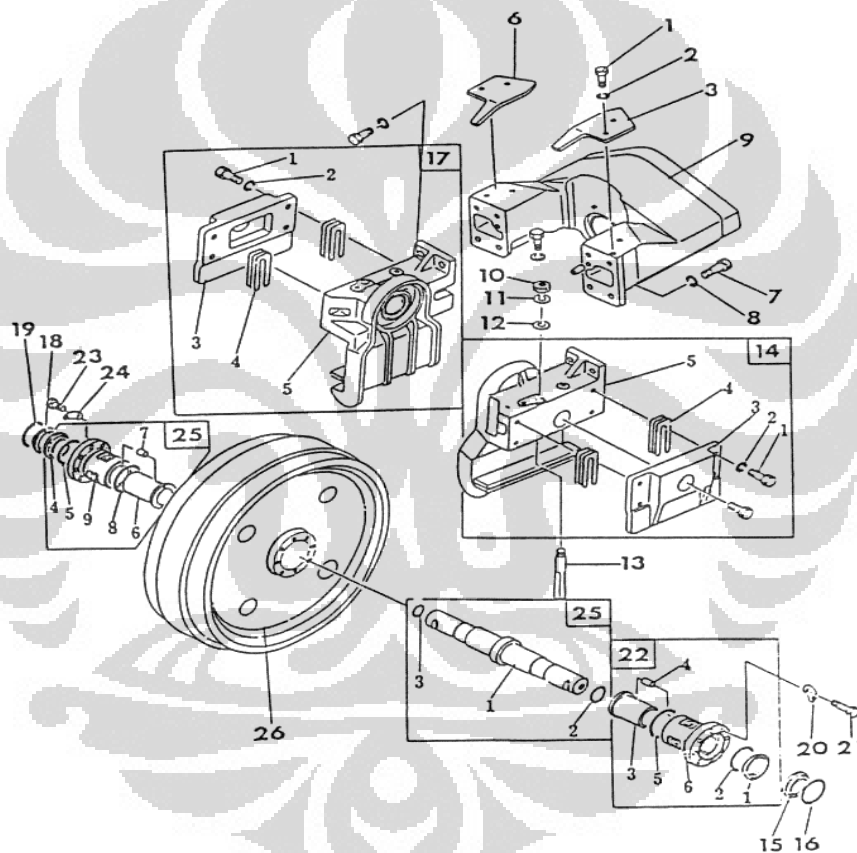
- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| 1. <i>Idler</i>   | 4. <i>Cover</i>         |
| 2. <i>Bushing</i> | 5. <i>Floating seal</i> |
| 3. <i>Shaft</i>   | 6. <i>Support</i>       |

Gambar 12. *Front Idler*

(Sumber : *Linkone Versi 04*)

Fungsi komponen-komponen antara lain :

- *Cover* bersama dengan ketebalan *shim* mengatur kelurusan *idler* antara *guide plate* dan *track frame*. Jika *clearance* besar untuk mengatur sesuai *standard clearance* ( 0.5 mm ~ 1.0 mm ) dengan cara mengurangi ketebalan *shim*. Begitu sebaliknya jika *clearance* kecil untuk mengaturnya dengan cara menambah *shim* sesuai dengan ketebalan tertentu.
- *Support* bersama dengan ketebalan *shim* mengatur kerataan sisi *idler* kiri dengan sisi *idler* kanan.



- |                    |                       |                 |
|--------------------|-----------------------|-----------------|
| 1. Bolt            | 14-4. Shim            | 22-4. Dowel pin |
| 2. Spring washer   | 14-5. Bracket ( R.H ) | 22-5. O-ring    |
| 3. Scraper ( L.H ) | 15. Seal ring         | 22-6. Bearing   |
| 4. Bolt            | 16. O-ring            | 23. Bolt        |
| 5. Spring washer   | 17-1. Bolt            | 24. Lock washer |
| 6. Scraper ( R.H ) | 17-2. Spring washer   | 25-1. Shaft     |
| 7. Bolt            | 17-3. Guide plate     | 25-2. O-ring    |

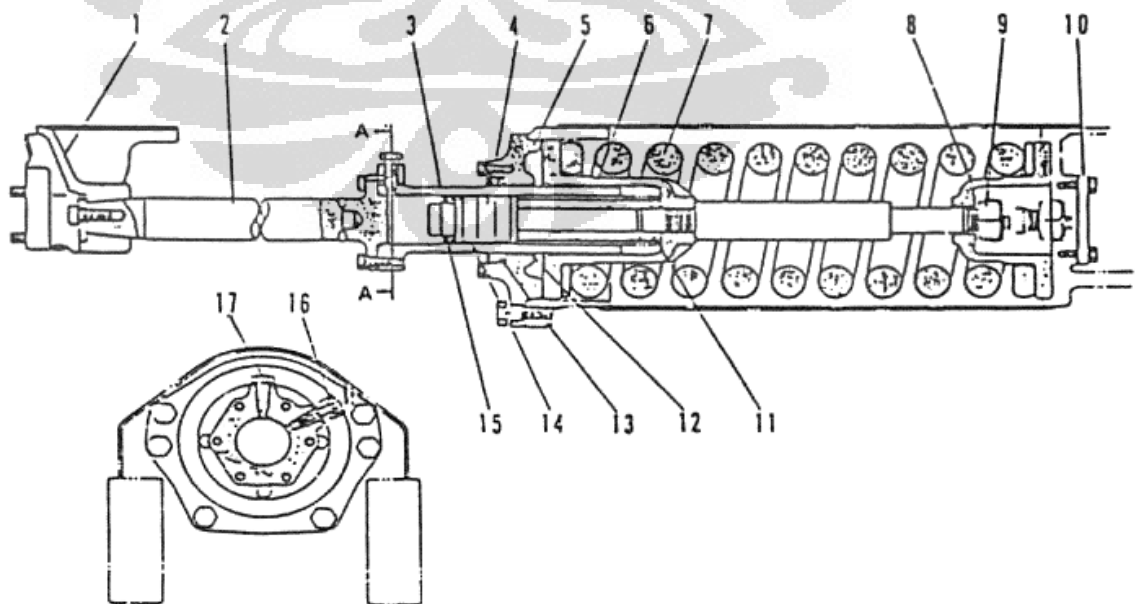
8. <i>Spring washer</i>	17-4. <i>Shim</i>	25-3. <i>O-ring</i>
9. <i>Yoke</i>	17-5. <i>Bracket ( L.H )</i>	25-4. <i>Seal ring</i>
10. <i>Nut</i>	18. <i>Seal ring</i>	25-5. <i>O-ring</i>
11. <i>Spring washer</i>	19. <i>O-ring</i>	25-6. <i>Bearing</i>
12. <i>Washer</i>	20. <i>Bolt</i>	25-7. <i>Dowel pin</i>
13. <i>Bolt</i>	21. <i>Lock washer</i>	25-8. <i>O-ring</i>
14-1. <i>Bolt</i>	22-1. <i>Seal ring</i>	25-9. <i>Bearing</i>
14-2. <i>Spring washer</i>	22-2. <i>O-ring</i>	26. <i>Idler</i>
14-3. <i>Guide plate</i>	22-3. <i>Bearing</i>	

Gambar 13. Komponen *Front Idler*

(Sumber : *Linkone Versi 04*)

#### 2.1.1.5. *Recoil spring*

*Recoil spring* berfungsi untuk meredam kejutan-kejutan dari *front idler*. *Track adjuster* berfungsi untuk mengatur kekencangan *track*. Untuk mengencangkan *track* dengan cara *grease* dipompakan masuk ke ruangan dalam *cylinder* melalui *grease fitting*. Sehingga *cylinder* akan bergerak keluar, sedangkan untuk mengendorkan *track* dengan cara *grease* harus dikeluarkan dari ruangan pada *cylinder* melalui *plug*, seperti dalam gambar berikut.



- |                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| 1. <i>Yoke</i>          | 11. <i>Collar</i>         |
| 2. <i>Rod</i>           | 12. <i>Bushing</i>        |
| 3. <i>Cylinder</i>      | 13. <i>Oil seal</i>       |
| 4. <i>Piston</i>        | 14. <i>Wear ring</i>      |
| 5. <i>Cover</i>         | 15. <i>Packing</i>        |
| 6. <i>Front pilot</i>   | 16. <i>Grease fitting</i> |
| 7. <i>Recoil Spring</i> | 17. <i>Plug</i>           |
| 8. <i>Rear pilot</i>    |                           |
| 9. <i>Nut</i>           |                           |
| 10. <i>Cover</i>        |                           |

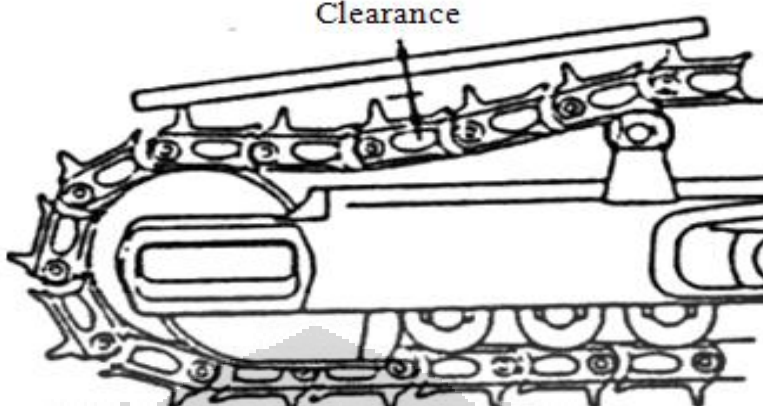
Gambar 14. *Recoil Spring*  
(Sumber : *Linkone Versi 04*)

Bagian-bagian recoil spring dan fungsinya :

- *Rod* : Sebagai penerus tekanan ke *yoke*.
- *Cylinder* : Sebagai penekan *rod*.
- *Piston* : Sebagai penerus tekanan rod ke arah *spring*.
- *Front Cover* : Sebagai penahan dan tempat mengeluarkan *spring*.
- *Pilot dan seat* : Tempat kedudukan *spring* dan oil pelumas.
- *Housing* : Tempat susunan *recoil spring* dan menerima gaya.
- *Spring* : Sebagai peredam kejut.
- *Bolt / Rod* : Meluruskan gaya.
- *Rear Cover* : Tempat pengecekan kondisi *recoil spring*.

Penyetelan Kekencangan *Track* :

Ketika *track* kendor, cek ketegangan *track* dengan menempatkan unit ditempat yang rata, letakkan mistar lurus di atas *track shoe* diantara *front idler* dan *front carrier* seperti ditunjukkan dalam tabel 03.

Tabel 03. Penyetelan Kekencangan *track*


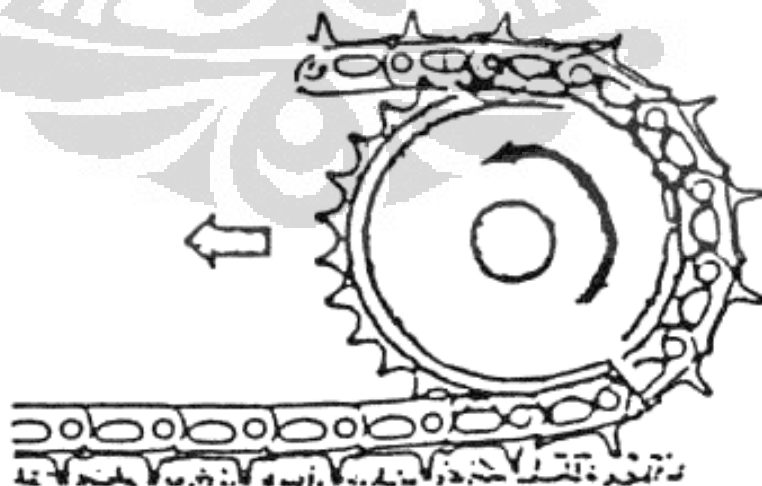
Clearance

Model	D20. 21	D30. 31	D40. 45	D50	D53	D55	D57	D60. 65	D75.	D80. 85	D95	D120. 125	D150. 155	D355	D455
Standard clearance				20 ~ 30 mm							30 ~ 40 mm			20 ~ 40mm	

(Sumber : *Handbook komatsu versi 07*)

#### 2.1.1.6. 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.



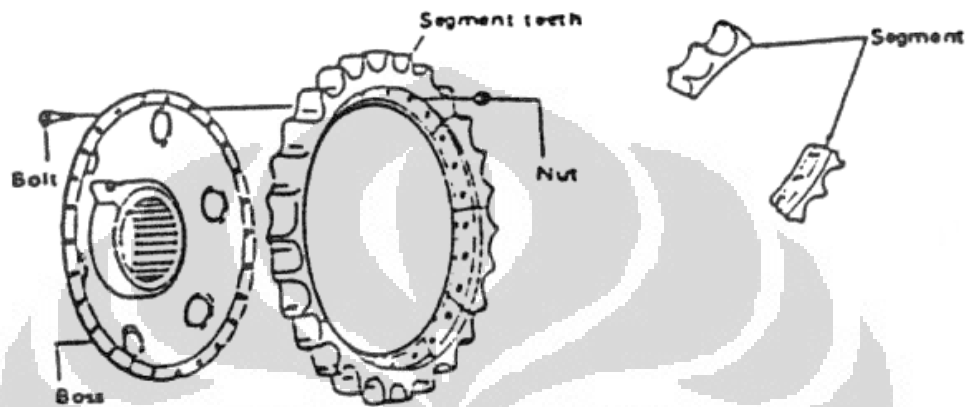
Gambar 15. Sprocket

(Sumber : *Basic Mechanical Courses* PT. Pamapersada Nusantara Tbk)

Untuk sprocket unit *bulldozer* D155 memiliki dua tipe :

1. *Segment type*

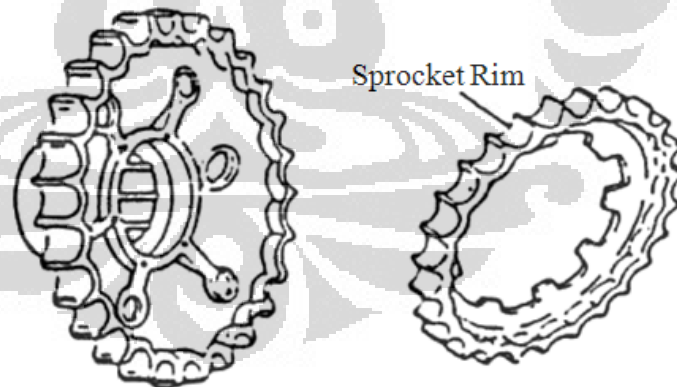
Pada *segment type* ini untuk pergantian *segment* tidak perlu melepas *track link* sehingga mempermudah dan mempercepat proses penggantian komponen tersebut.



Gambar 16. *Segment Type*

(Sumber : *Basic Mechanical Courses* PT. Pamapersada Nusantara Tbk)

2. *Solid type*



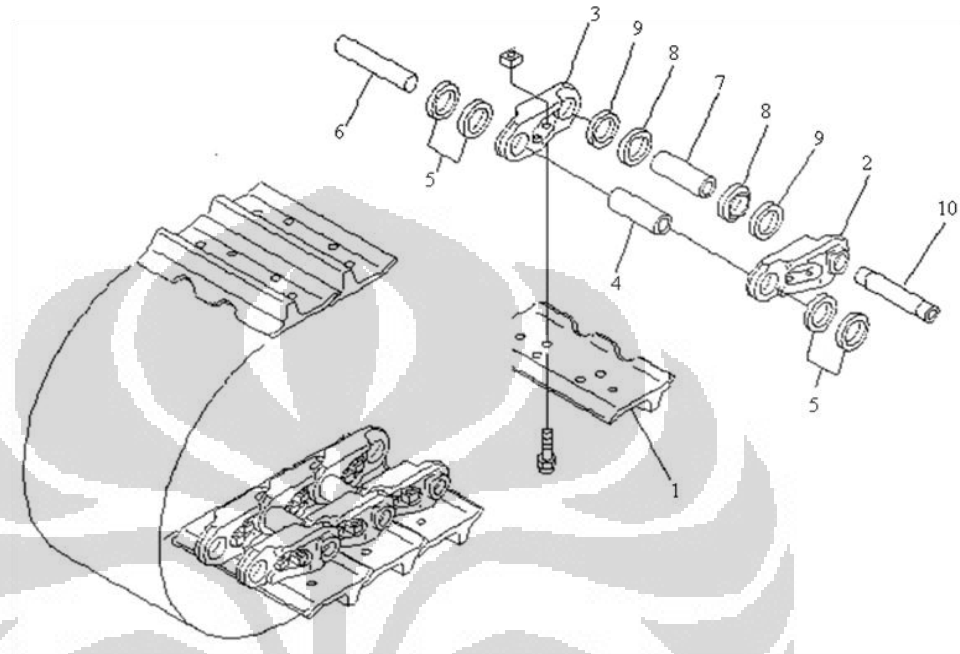
Gambar 17. *Solid Type*

(Sumber : *Basic Mechanical Courses* PT. Pamapersada Nusantara Tbk)

Pada *solid type sprocket*, apabila *teeth* sudah aus maka pada waktu pengantiannya, harus banyak yang dilepas dan *solid type*

*sprocket* harus dipotong, kemudian diganti dengan *sprocket rim* yang baru dan di las.

#### 2.1.1.7. *Track Link.*



No	Part No.	Description
1	175-32-31313	SHOE, TRACK
2	15A-32-11121	LINK, TRACK $\square$ L.H.
3	15A-32-11131	LINK, TRACK $\square$ R.H.
4	176-32-11144	BUSHING, REGULAR
5	176-32-11292	WASHER
6	176-32-11152	PIN, REGULAR
7	176-32-11173	BUSHING, MASTER
8	176-32-11332	SPACER, MASTER
9	176-32-11292	WASHER
10	176-32-11193	PIN, MASTER

Gambar 18. Komponen *Track Link*.

(Sumber : *Link one versi 04*)

*Track link* pada unit *bulldozer* memiliki fungsi sebagai penumpu dari total beban pada *track roller* sehingga memungkinkan *crawler tractors* dapat berjalan. Dimana *track link* dihubungkan antara *link*

satu dengan *link* yang lain dengan pin dan bushing, serta dihubungkan dengan *track shoe* dengan *bolt* dan *nut*. Dimana tumpuan *track link* terletak pada *track roller*, *carrier roller* dan *front idler*.

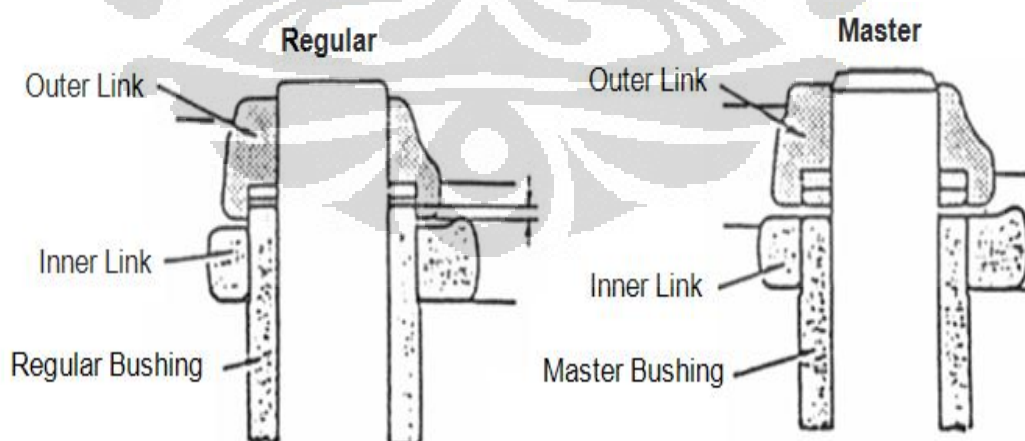
Adapun Komponen-komponen *track link* sebagai berikut :

a. *Pin*

*Pin* berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan *link* satu dengan *link* berikutnya disamping juga sebagai tempat kedudukan *bushing*, *seal assy*, *plug* dan *spacer*. Struktur pada *pin* di bagian permukaannya diproses panas ( *heat treatment* ) yang tujuannya agar didapatkan bahan dengan kekerasan tertentu sehingga proses keausan karena gesekan terjadi lebih lama.

b. *Bushing*

*Bushing* berfungsi untuk sebagai media persinggungan antara diameter luar *bushing* dengan permukaan *teeth sprocket*, dan merupakan fungsi fleksibel daripada *track* saat bergerak menggulung. Struktur pada *bushing* di bagian diameter dalam dan diameter luar juga diproses panas ( *heat treatment* ) yang tujuannya agar didapatkan bahan dengan kekerasan tertentu sehingga proses keausan karena gesekan terjadi lebih lama. Tipe-tipe *bushing* yang berfungsi sebagai fleksibel dari *track* sebagai berikut :



Gambar 19. Bagian *bushing*

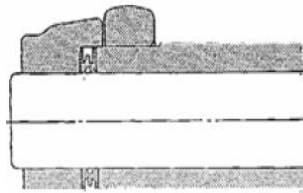
(Sumber : *Basic Mechanical Courses* PT. Pamapersada Nusantara Tbk)



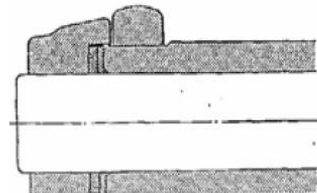
c. Seal Assy

Berfungsi untuk mencegah masuknya debu dari luar ke dalam clearance antara bushing dan pin.

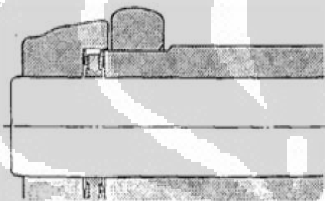
• E type dust seal.



• W type dust seal.



• X type dust seal.



Item	Application	Material
E Type	Medium and large bulldozers	Polyurethane rubber
W Type	Small bulldozer	Teflon - filled urethane rubber
X Type	Large bulldozer	Steed plate spring

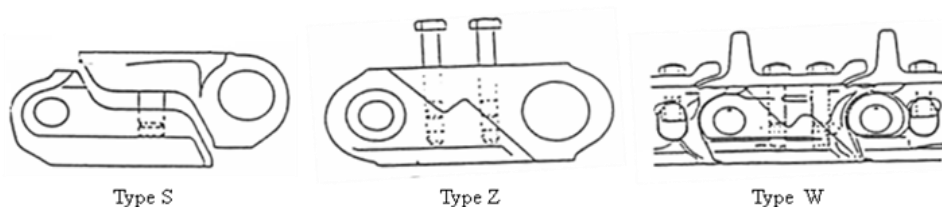
Gambar 20. Macam bushing

(Sumber : *Basic Mechanical Courses* PT. Pamapersada Nusantara Tbk)

d. Link

Link berfungsi sebagai penumpu berat unit ke landasan sekaligus sebagai tempat kedudukan pin, bushing dan track shoe. Dimana link juga berfungsi sebagai tempat persinggungan dengan roller saat crawler tractors diam maupun bergerak. link ini menghubungkan dan memutuskan crawler ( hanya pada master link ). Dimana dalam mempermudah proses assembly dan disassembly, maka pada track link dibuat master link.

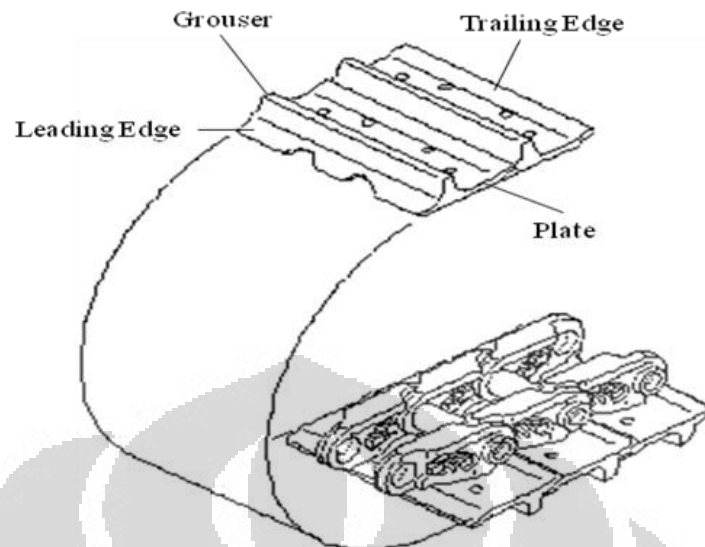
Tipe-tipe master link adalah :



Gambar 21. Tipe Master Link

(Sumber : *Basic Mechanical Courses* PT. Pamapersada Nusantara Tbk)

### 2.1.1.8. *Track Shoe*



Gambar 22. *Track Shoe*  
(Sumber : *Link one versi 04*)

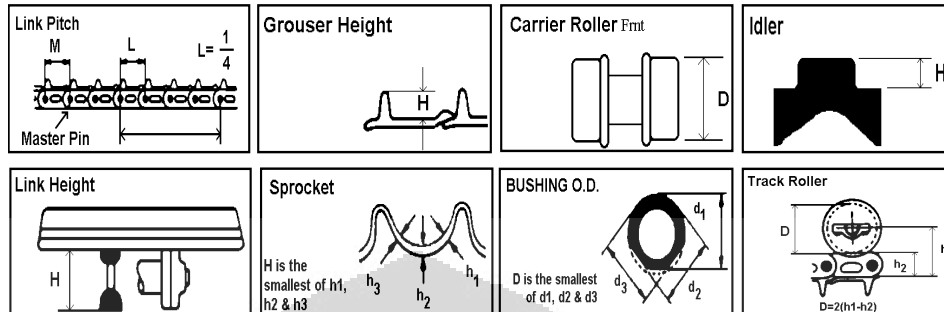
*Track shoe* adalah bagian dari *undercarriage* yang berfungsi disamping tempat persinggungan dengan tanah juga merupakan alas gerak *crawler tractors*. *Track shoe* merupakan pembagi berat unit ke permukaan tanah ( *ground* ). Dipasang pada *bulldozer* untuk keperluan operasi di daerah yang berbatu, sedangkan apabila dioperasikan di daerah yang berpasir tingkat keausannya cenderung lebih besar. Pada *rock shoe*, dilengkapi dengan *rib* dengan tujuannya untuk mengurangi geseran ke samping dan dilengkapi dengan *bolt guard* bertujuan untuk mengurangi kerusakan pada kepala *bolt*.

## 2.2. Dasar Teori Perhitungan Umur Elemen Penyusun Komponen *Undercarriage*

### 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 persent (%). Dalam *percent worn chart* tingkat keausan dibagi menjadi : Normal dan *Impact*




Gambar 23. Point Massurement

(Sumber : *Basic Mechanical Courses* PT. Pamapersada Nusantara Tbk)

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. Contoh diameter luar *bushing* untuk *bulldozer* D20 - 6.

Tabel 04. Diameter Luar *Bushing*

BUSHING O.D.  
(For Sealed Track)



mm	% Worn 3 mm (0.118 in) For Impact	% Worn 5 mm (0.197 in) For Normal	Inches
41.2	0	0	1.62
40.9	10	6	1.61
40.6	20	12	1.60
40.3	30	18	1.59
40.0	40	24	1.57
39.7	50	30	1.56
39.4	60	36	1.55
39.1	70	42	1.54
38.8	80	48	1.53
38.5	90	54	1.52
38.2	100	60	1.50
37.9	110	66	1.49
37.6	120	72	1.48
37.3	130	78	1.47
37.0	140	84	1.46
36.7	150	90	1.44
36.4	160	96	1.43
36.2	167	100	1.42

(Sumber : *Handbook Bulldozer* Komatsu)

Apabila diperoleh dari hasil pengukuran *bushing* diameter luar 39.1 mm, maka tingkat keausan untuk unit yang beroperasi di daerah sering mendapat beban kejut adalah sudah mencapai 70% sedang apabila unit dipakai pada operasi medan biasa, tingkat keausannya baru mencapai 42 %. Apabila hasil pengukuran tidak tercantum dalam *percent worn chart* maka keausan dapat dihitung dengan memakai persamaan sebagai berikut (Sumber : referensi no. 03) :

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

Contoh :

*Track roller* D20 - 6 s/n 6001 - up. Hasil pengukuran 131.4mm.

Penyelesaian : Dilihat dari *percent worn chart*, maka tingkat keausannya tidak terlihat. Masukkan ke persamaan seperti di atas.

Tabel 05. *Worn Outer Diameter Track Roller*

TRACK  
ROLLER



mm	% Worn	Inches
135.0	0	5.31
134.2	10	5.28
133.4	20	5.25
132.6	30	5.22
131.8	40	5.19
131.0	50	5.16
130.2	60	5.13
129.4	70	5.09
128.6	80	5.06
127.8	90	5.03
127.0	100	5.00
126.2	110	4.97
125.4	120	4.94
124.6	130	4.91

(Sumber : *Handbook Bulldozer* Komatsu)

*Standard value* 13, *repair limit* 127 mm, maka :

$$\begin{aligned} \text{Worn} &= \frac{135 - 131.4}{135 - 127} \times 100 \% \\ &= \frac{3.6}{8} \times 100 \% \\ &= 45 \% \end{aligned}$$

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

#### 2.2.2. *Hour Left Chart*

*Hour left chart* dipakai untuk mengestimasi sampai berapa 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. Garis mendatar pada *hour left chart* menunjukkan waktu operasi, garis vertikal menunjukkan tingkat keausan komponen (*wear rate*). Contoh :

Pengukuran *front idler* D85-18

- ▶ *Service meter* menunjukkan 1600 jam.
- ▶ Hasil pengukuran pada *idler tread step* 27.3 mm.

Penyelesaian :

Langkah 1 : Dari *percent worn chart* tingkat keausan pada *idler tread step* adalah 70 %. Sebagai catatan untuk penggunaan *percent worn chart* yang sesuai dengan komponen untuk model dan serial number yang cocok. Sedangkan untuk *wear rate* diperoleh dari hasil pengukuran yang selanjutnya dimasukkan ke *percent worn chart*, maka angka *wear rate* (*% worn*) akan diperoleh dari *percent worn chart* tersebut.


Langkah – langkah dalam membaca *hour left chart* :

- Tarik garis ke arah atas dari angka 1600 jam kerja (*hours meter*).

- Buat titik A pada pertemuan dari garis 1600 jam dan 70 %.
- Tarik garis sejajar dengan yang paling dekat terhadap titik A, sampai garis tersebut memotong garis *wear rate* 100 % ( atau titik B ).
- Selanjutnya dari titik B tarik garis ke bawah sehingga memotong garis operation hour ( titik C ) diperoleh operating hoursnya adalah 2000 jam.
- Titik C atau 2000 jam merupakan *service limit* dari *idler tread step*.
- Maka *idler tread step* masih dapat dipakai lagi selama  $2000 - 1600 = 400$  jam, dari waktu saat pengukuran.

Tabel 06. *Worn of Front idler*

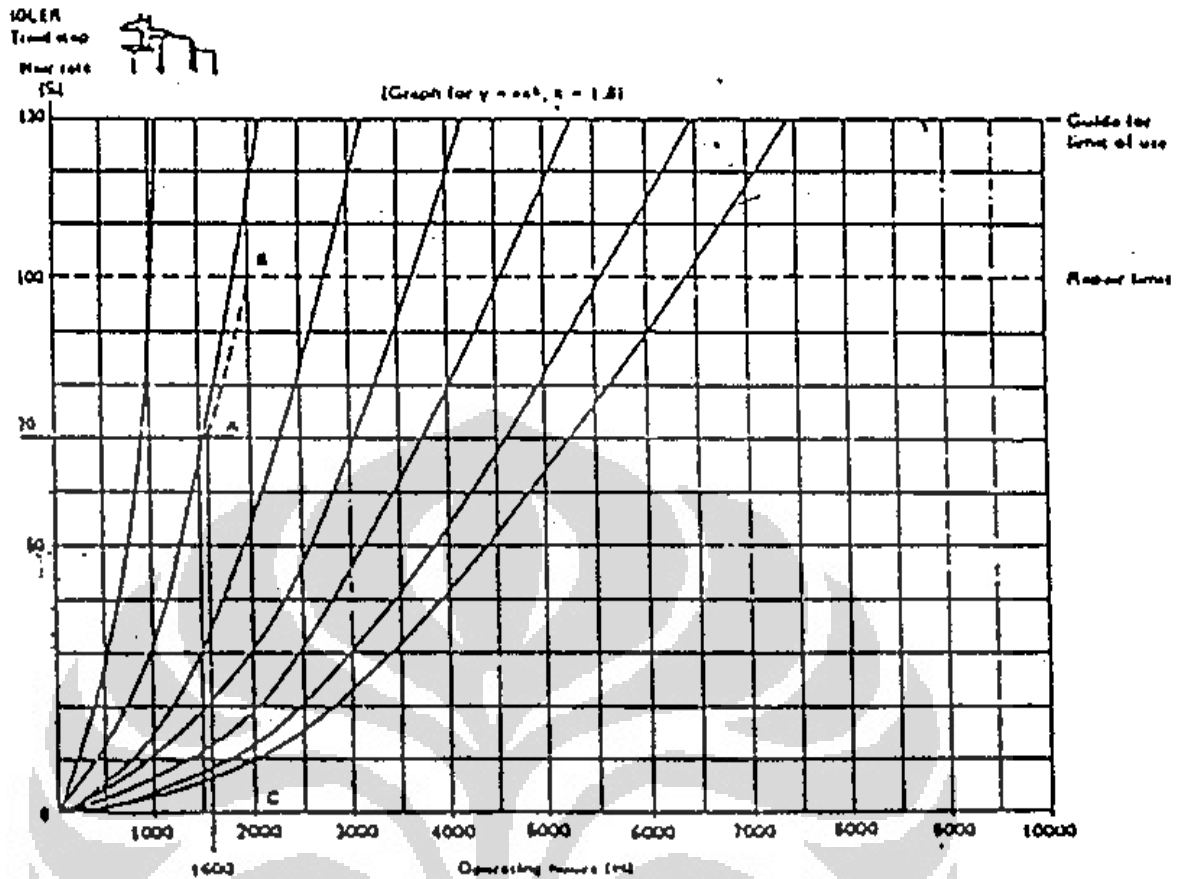
**D80.85-18 (#25001 - )**  
**IDLER**  
**Tread Step**



mm	Worn	Inches
22.0	0	0.87
22.8	10	0.90
23.5	20	0.93
24.3	30	0.96
25.0	40	0.98
25.8	50	1.07
26.5	60	1.04
27.3	70	1.07
28.0	80	1.10
28.8	90	1.13
29.5	100	1.16
30.3	110	1.19
31.0	120	1.22
31.8	130	1.25

Measured wear value

(Sumber : *Handbook Bulldozer* Komatsu)



Gambar 24. Hour Left Front idler  
(Sumber : Handbook Bulldozer Komatsu)

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 (Sumber : referensi 03) :

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

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

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

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

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

Mengambil contoh diatas dari point B, dimana dari percent worn chart diperoleh keausan 70 % pada service meter 1600 jam, sehingga :

$$y_1 = a_1 \cdot x_1^k \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

$$y_1 = 70 \%$$

$$x_1 = 1600 \text{ jam}$$

$$k = 1,8 \text{ (idler tread step, sesuai gambar 24 )}$$

$$70 = a_1 \cdot 1600^{1,8}$$

$$a_1 = \frac{70}{1600^{1,8}}$$

$$a_1 = 0,000119586$$

Apabila keausannya 100 % , maka  $x_2$  = jam kerjanya adalah sebagai berikut :

$$y_2 = a_2 \cdot x_2^k \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

$$a_1 = a_2$$

$$100 = 0,000119586 \cdot x_2^{1,8}$$

$$x_2 = 836.214,96$$

$$x_2 = 1950,6377.$$

“ $x_2$ ” dibulatkan menjadi 1950 jam maka *idler tread step* masih dapat dipakai lagi selama  $1950 - 1600 = 350$  jam, dari waktu pada saat pengukuran.

### 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 sistem dengan cara mengidentifikasi mode kegagalan (*failure mode*) dan memprioritaskan kepentingan dari mode kegagalan kemudian memilih tindakan perawatan pencegahan yang efektif. Dalam aplikasi *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dapat kita pilah-pilah seperti berikut :



### 2.3.1. Langkah Proses RCM

Mempermudah dalam pelaksanaan RCM dapat terlaksana, maka dapat digunakan langka-langkah (Sumber: referensi 11):

1. Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi

Dalam pemilihan sistem, sistem yang akan dipilih adalah sistem yang mempunyai frekuensi *corrective maintenance* yang tinggi, dengan biaya yang mahal dan berpengaruh besar terhadap kelancaran proses pada lingkungannya.

2. Definisi batasan sistem.

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

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

Setelah sistem dipilih dan batasan sistem telah dibuat, maka dilakukan 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. Fungsi berhubungan dengan masalah kecepatan, *output*, kapasitas dan kualitas produk. Kegagalan (*failure*) dapat diartikan sebagai ketidakmampuan suatu peralatan untuk melakukan apa yang diharapkan oleh 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 memungkinkan untuk mengetahui dampak kegagalan yang menggambarkan apa yang akan terjadi ketika mode kegagalan tersebut terjadi, selanjutnya digunakan untuk menentukan konsekuensi dan memutuskan apa yang akan dilakukan untuk mengantisipasi, mencegah, mendeteksi atau memperbaikinya.

6. *Logic Tree Analysis (LTA)*.

*Logic Tree Analysis* merupakan suatu alat pengukuran kualitatif untuk mengklasifikasikan 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 sistem yang digunakan tidak dapat bekerja.

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

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

d. *Hidden Failure* (kategori D)

Kegagalan yang terjadi pada sebuah sistem 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

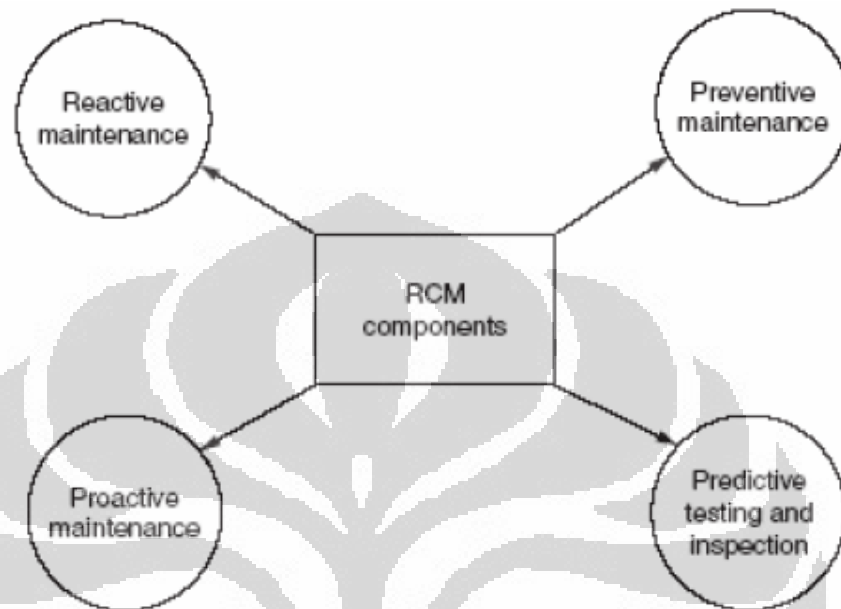
Berarti kebijakan perawatan yang dilakukan dapat mencegah, mendeteksi suatu kegagalan yang terjadi pada sebuah sistem atau menemukan *hidden failure*.

b. Efisien

Berarti kebijakan perawatan yang dilakukan ekonomis bila dilihat dari total biaya perawatan.

### 2.3.2. Komponen dari RCM

Didalam RCM terdiri beberapa komponen penting seperti terlihat pada gambar 25 (sumber : referensi 11)



Gambar 25. Komponen RCM

.(Sumber : Referensi 11)

#### 2.3.2.1. *Reactive Maintenance*

Ini adalah jenis perawatan yang berprinsip pada pengoperasian unit sampai rusak, atau perbaiki ketika rusak. Perawatan jenis ini hanya dilakukan ketika proses deteriorasi sudah menghasilkan kerusakan (sumber : referensi 11).

#### 2.3.2.2. *Preventive Maintenance*

Perawatan jenis ini sering disebut *time based maintenance*, sudah dapat mengurangi frekuensi kegagalan ketika perawatan jenis ini diterapkan, jika dibandingkan dengan reactive perawatan. Perawatan jenis ini dilakukan tanpa mempertimbangkan kondisi komponen. Kegiatannya antara lain terdiri dari pemeriksaan, 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 plant (sumber : referensi 11).

### 2.3.2.3. *Predictive Testing and Inspection (PTI)*

Walaupun banyak metode yang dapat digunakan untuk menentukan jadwal *preventive maintenance*, namun tidak ada yang tepat dan akurat sebelum didapatkan *age-reliability characteristic* dari sebuah komponen, biasanya informasi ini tidak ada, namun harus segera didapatkan untuk komponen baru. Pengalaman menunjukkan bahwa PTI sangat berguna untuk menentukan kondisi suatu komponen terhadap umurnya (sumber : referensi 11).

#### 1. *Monitoring Equipment*

Tujuan utama memonitor sebuah unit adalah 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*), seringkali pengalaman kegagalan sebelumnya dapat digunakan untuk menentukan *trend* kegagalan.
- b. Statistik distribusi kegagalan (*failure distribution statistic*), distribusi kegagalan dan propabilitas kegagalan harus diketahui untuk menentukan periode akan terjadinya kegagalan.
- c. Pendekatan konservatif (*conservative approach*), praktik yang sering dilakukan di lapangan adalah melakukan monitoring secara rutin tiap bulan atau tiap minggu. Sering kali data yang didapatkan tidak mencukupi untuk mengetahui kondisi unit, hal ini akan menyebabkan periode atau *interval monitoring* semakin diperpendek.

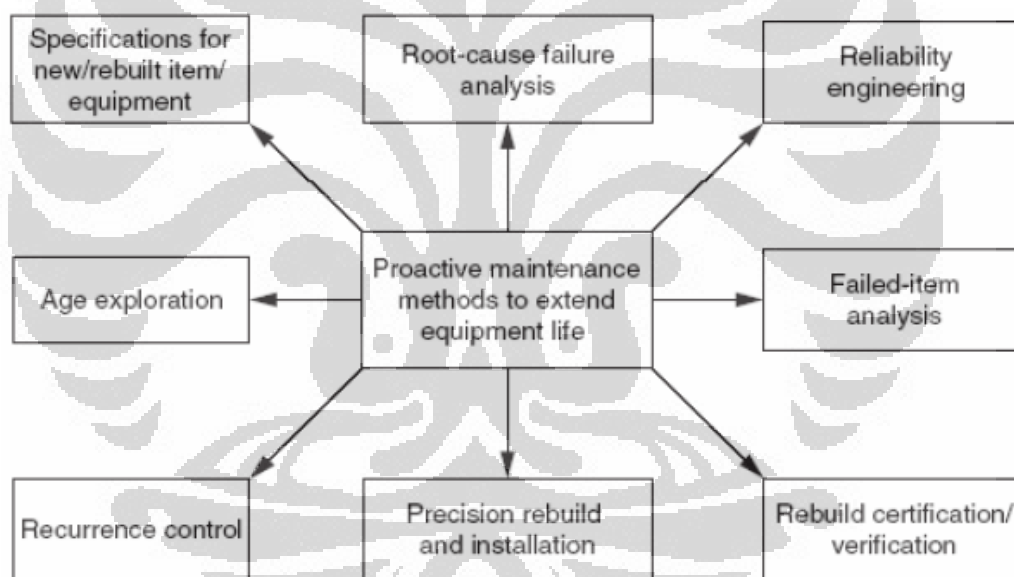
#### 2. Tes Prediksi dan Inpeksi (*Prediction Testing dan Inspection*)

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 periodik dapat digunakan untuk menentukan trend kondisi *equipment*, perbandingan data antar *equipment*, proses analisis statistik, dan

sebagainya. PTI tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya metode perawatan, karena PTI tidak dapat mengatasi semua moda 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. Analisa *root-cause failure* dan *predictive analysis* diterapkan antara lain untuk mendapatkan perawatan yang efektif, menyusun interval kegiatan perawatan, dan memperoleh *life cycle*. Dari gambar 26 menunjukkan aspek yang merupakan bagian dari *proactive maintenance* untuk mendapatkan *life extent* (sumber: referensi 11).



Gambar 26. Aspek dari *proactive maintenance*

(Sumber : Referensi 11)

#### 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 untuk setelah komponen yang mengalami kegagalan dilepaskan dari sistemnya. Analisis kasus secara lebih detail diterapkan untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan. Contoh sebuah *failed item analysis*: sebuah bearing mengalami kerusakan, penyebabnya bisa dari *mis-alignment*, *unbalance*, *grease* yang buruk atau sebab lainnya.

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

RCFA secara berkonsentrasi secara proaktif mencari penyebab terjadinya kegagalan. Bedanya dengan *failed item analysis* adalah RCFA melakukan kegiatan proaktif sebelum dan juga bisa sesudah terjadinya kegagalan, sedangkan *failed item analysis* mutlak setelah terjadi kegagalan. Tujuan utama dari RCFA adalah mencari penyebab terjadinya ketidakefisienan, ketidakekonomisan, mengkoreksi penyebab kegagalan dan tidak hanya berkonsentrasi pada efeknya saja. Membangkitkan semangat untuk melakukan perbaikan secara berkelanjutan dan menyediakan data untuk mencegah terjadinya kegagalan.

## 4. *Age Exploration*

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

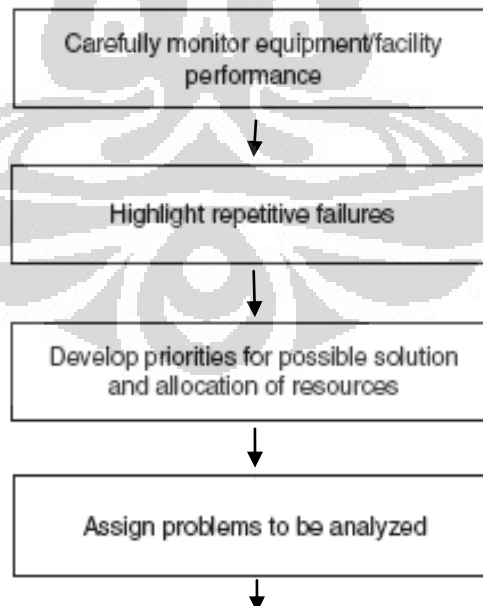
- a. *Technical Content*, adalah serangkaian verifikasi untuk memastikan bahwa semua moda kegagalan sudah dipetakan, dan juga memastikan bahwa metode perawatan yang sudah ada sekarang dapat membawa ke kondisi *reliability* yang lebih baik.
- b. *Performance Interval, adjustment* dilakukan berkelanjutan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

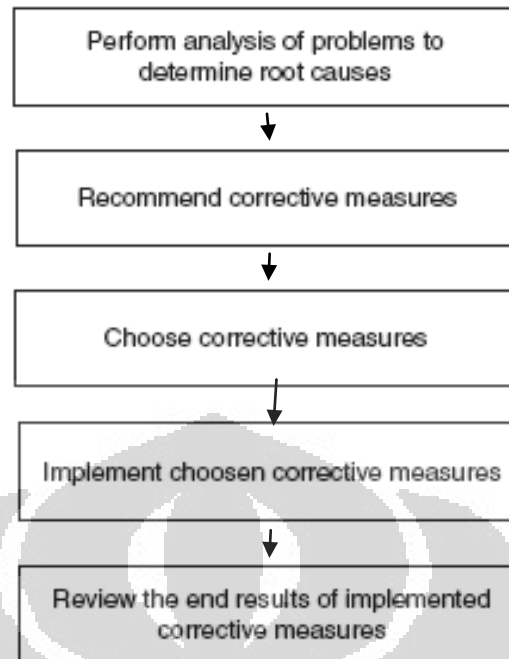
### 5. *Spesification for New, Rebuild Item, Equipment*

Pendekatan kegiatan ini adalah melakukan dokumentasi sebuah unit, seperti dokumentasi data awal (*commisioning*), seperti *vibrasi*, *alignment*, *balancing*, juga melakukan *record* data masalah yang terjadi selama waktu pengoperasian, melakukan perbandingan data berbagai *merk equipment*. Hal-hal tersebut dilakukan sehingga dalam melakukan pembelian komponen atau unit baru dapat memperoleh spesifikasi yang lebih baik yang merupakan koreksi dari data-data yang sebelumnya.

### 6. *Recurrence Control*

Seperti arti kata *reccurence* yaitu keadaan sakit yang berulang, maka definisi *reccurence control* adalah mengontrol kegagalan yang terjadi berulang. Kegagalan berulang dapat terjadi akibat ketidakmampuan mencari informasi yang cukup tentang penyebab terjadinya kegagalan tersebut. Beberapa situasi yang dapat digolongkan sebagai kegagalan berulang adalah kegagalan berulang yang terjadi pada sebuah *equipment*, kegagalan yang berulang yang terjadi pada sistem. Kegagalan pada sebuah part yang terjadi pada beberapa *equipment* atau sistem.





Gambar 27. Langkah Analisis Kegagalan Berulang.

(Sumber : Referensi 11)

*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 sistem untuk menentukan efek dari kegagalan dari sistem 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 kekritisannya 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 sebuah industri pertambangan, yaitu :

- *System*, berfokus pada fungsi sistem 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
- Menurangi waktu dan biaya pengembangan produk
- Memperkirakan tindakan dan dokumen yang dapat mengurangi resiko

Sedangkan manfaat khusus dari proses FMEA bagi perusahaan adalah:

- Membantu menganalisis proses manufaktur baru.
- Meningkatkan pemahaman bahwa kegagalan potensial pada proses manufaktur harus dipertimbangkan.

- Mengidentifikasi defisiensi proses, sehingga para *engineer* dapat berfokus pada pengendalian untuk mengurangi munculnya produksi yang menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan yang diinginkan atau pada metode untuk meningkatkan deteksi pada produk yang tidak sesuai tersebut.
- Menetapkan prioritas untuk tindakan perbaikan pada proses.
- Menyediakan dokumen yang lengkap tentang perubahan proses untuk memandu pengembangan proses manufaktur atau perakitan di masa datang.

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.

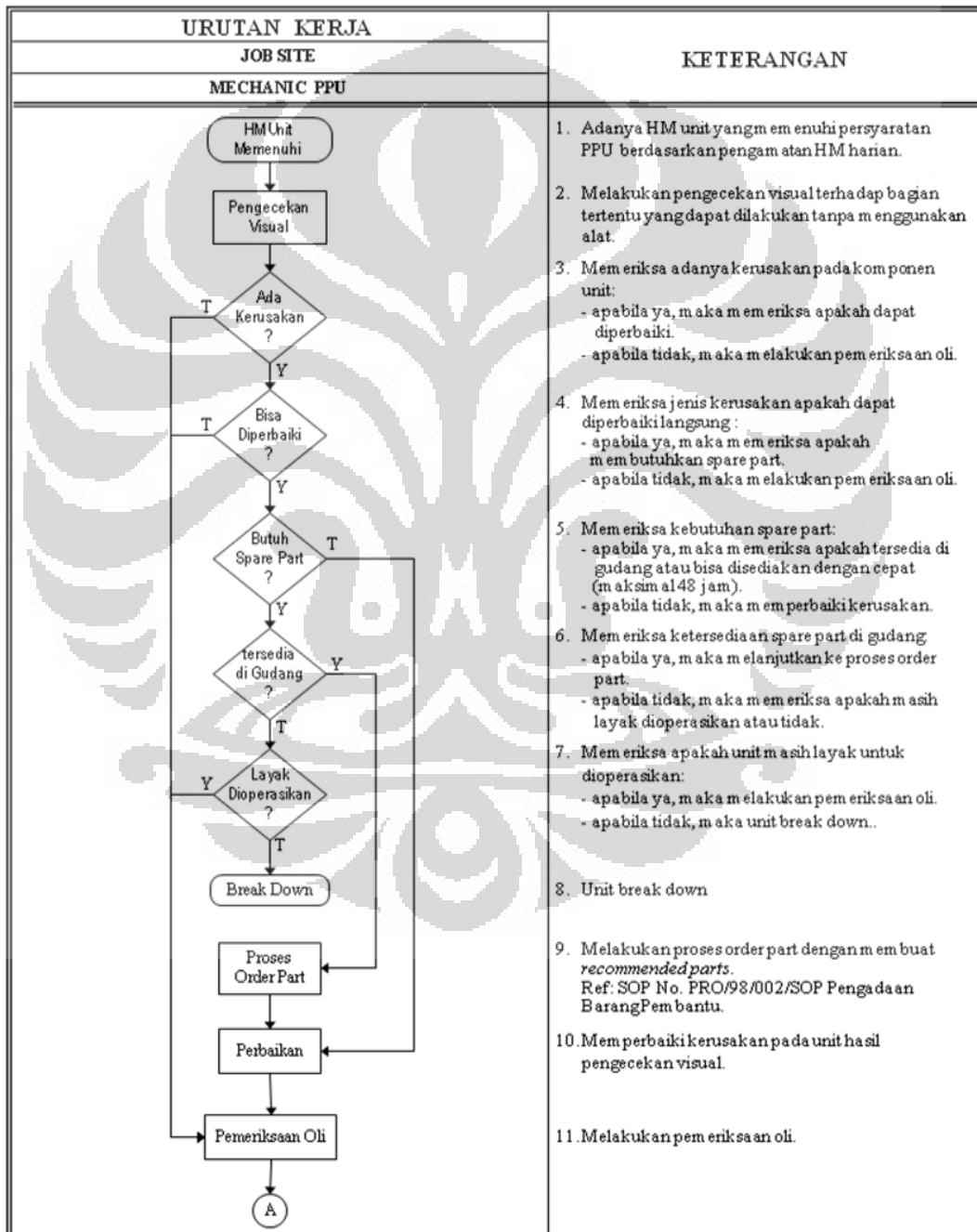
FMEA merupakan dokumen yang berkembang terus. Semua pembaharuan dan perubahan siklus pengembangan produk dibuat untuk produk atau proses. Perubahan ini dapat dan sering digunakan untuk mengenal mode kegagalan baru. Mengulas dan memperbaharui FMEA adalah penting terutama ketika:

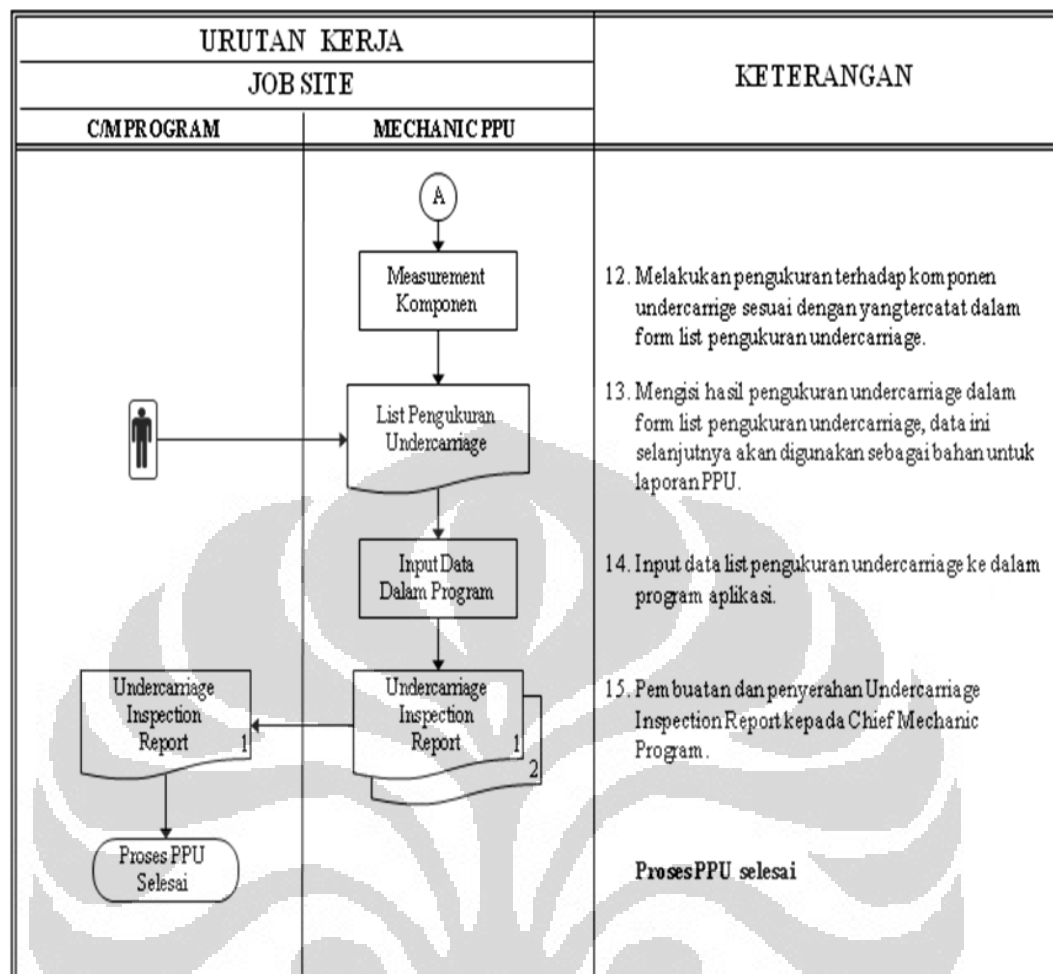
- Produk atau proses baru diperkenalkan.
- Perubahan dibuat pada kondisi operasi produk atau proses diharapkan berfungsi.
- Perubahan dibuat pada produk atau proses, dimana produk atau proses berhubungan. Jika desain produk dirubah, maka proses terpengaruh begitu juga sebaliknya.
- Konsumen memberikan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

## BAB 3 PENGUMPULAN DATA

### 3.1. Metode Pengumpulan Data

Untuk penelitian dilakukan dengan menggunakan data yang diperoleh dari Program Pemeriksaan *Undercarriage* (PPU). Dimana program PPU tersebut bekerjasama dengan PT. United Tractors Tbk.

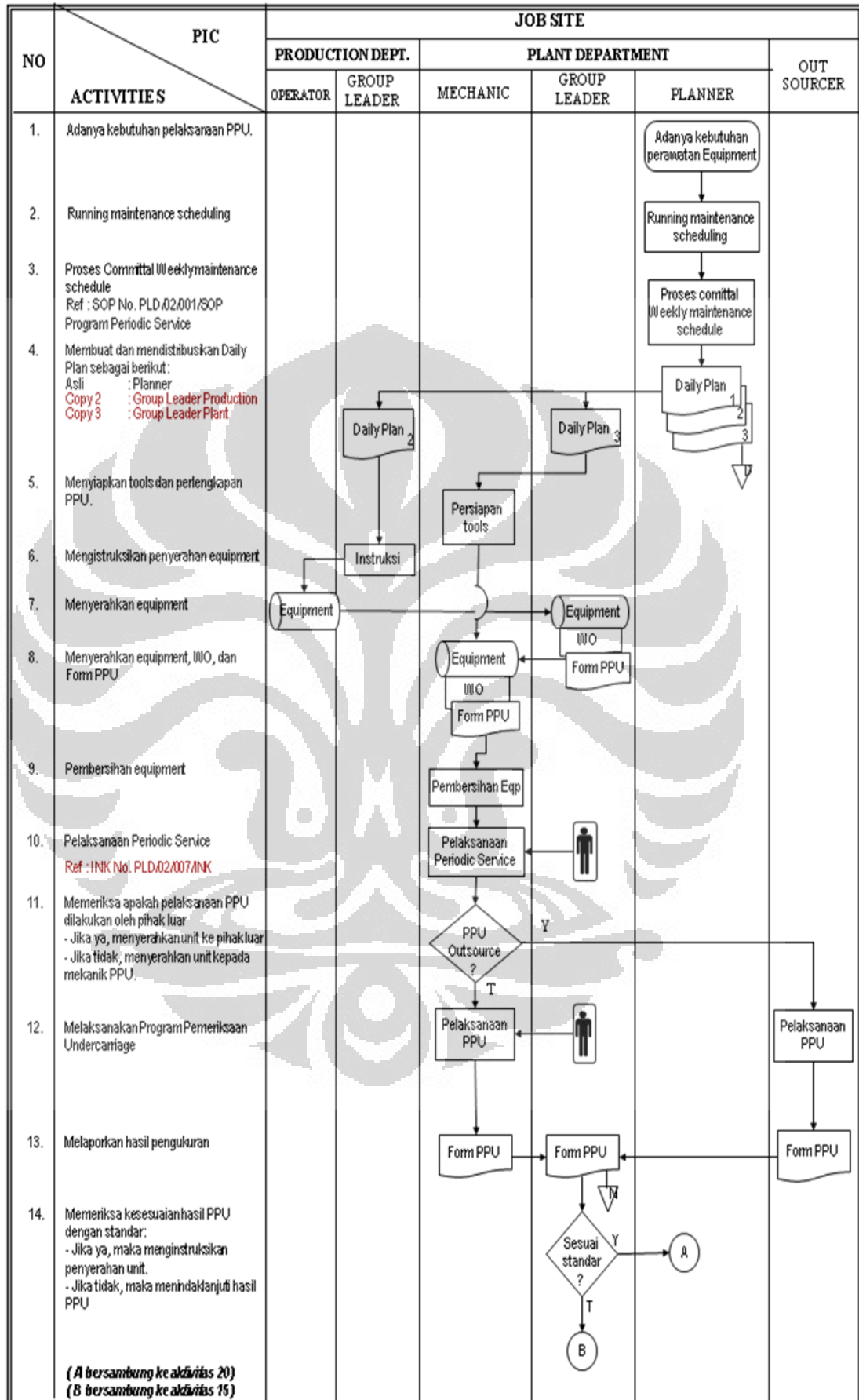


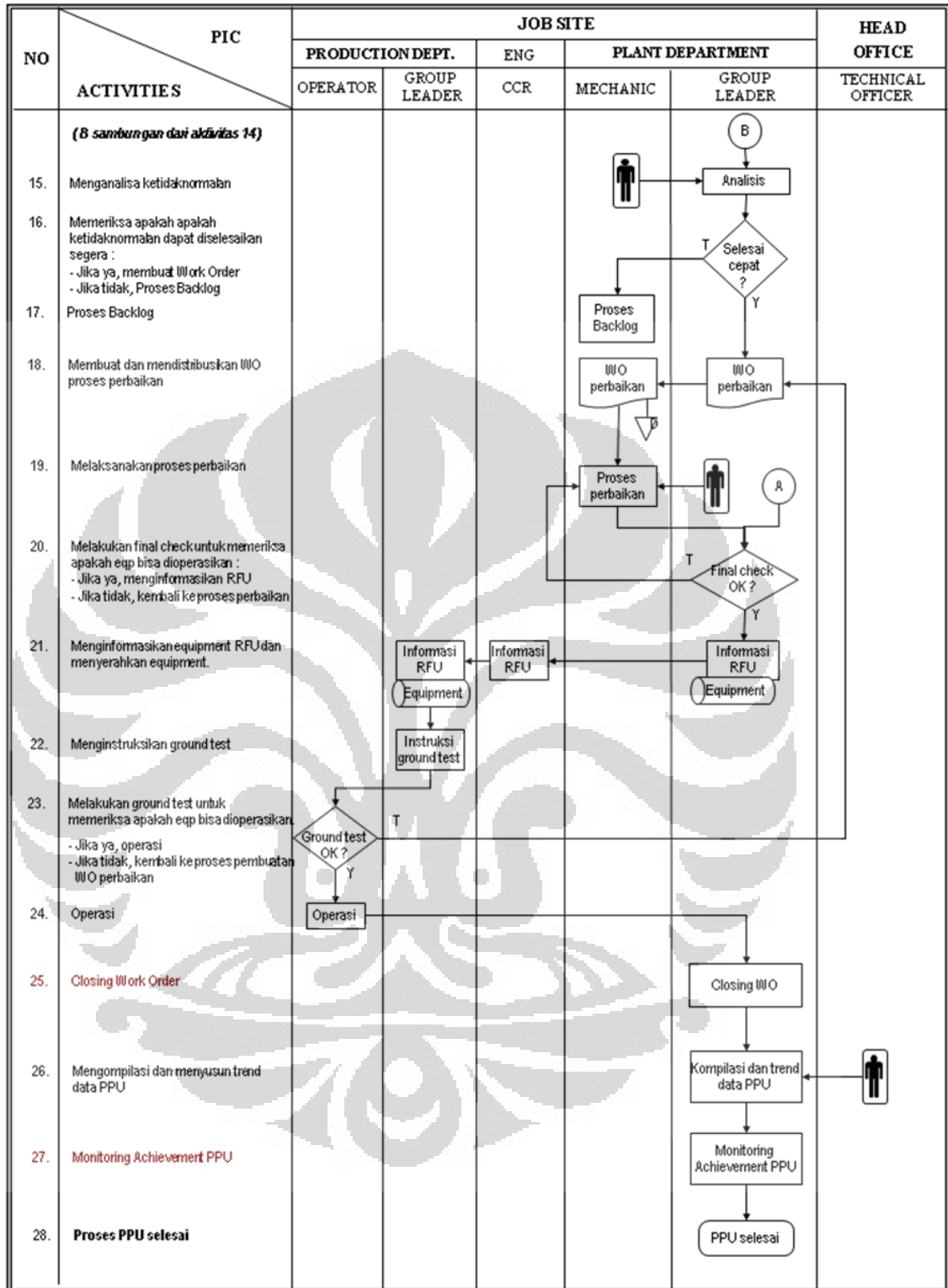


Gambar 28. *Standard Operation Procedure (SOP) PPU*

Untuk proses aktual pelaksanaan program pemeriksaan *undercarriage* diatur dalam *Standard Operation Procedure (SOP)* seperti gambar 28. PPU merupakan salah satu program perawatan *equipment* yang dilakukan secara berkala. Salah satu aktivitas dalam PPU dengan melakukan pengukuran terhadap komponen *undercarriage* untuk mengetahui tingkat keausan komponen sehingga waktu penggantian komponen dapat direncanakan.

Interval PPU pada unit *bulldozer* dilakukan setiap 500 jam operasi. Keselamatan bagi karyawan maupun alat dan efisiensi mendapatkan kualitas yang diharapkan, maka dalam pelaksanaan program pemeriksaan *undercarriage* dilakukan dengan acuan SOP yang telah ditentukan.












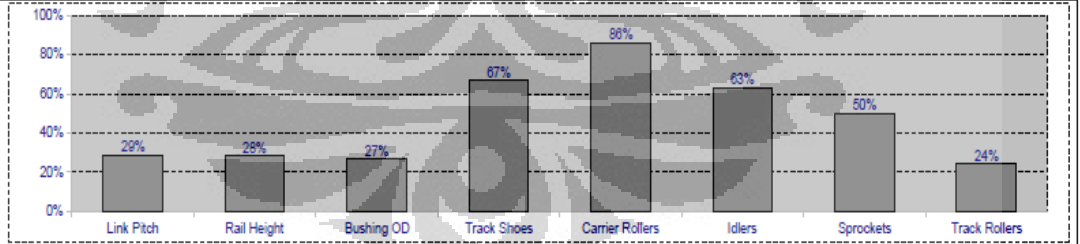


Gambar 29. Instruksi Kerja Program Pemeriksaan *Undercarriage*

Untuk mempermudah pelaksanaan program pemeriksaan *undercarriage*, diperlukan perencanaan seperti gambar 29. Dari hasil program pemeriksaan *undercarriage* didapatkan data-data aktual keausan normal maupun tidak normal pada tiap-tiap komponen *undercarriage* seperti contoh pada tabel .

Tabel 07. Hasil pengukuran PPU

Components	Nominal Meas.	Measurement		% worn		LH Replacement Plan on	RH Replacement Plan on	HM Install		Life Time LH	Life Time RH	BRAND PARTS	
	Rebuild Limit	Left	Right	Left	Right			Left	Right			Left	Right
	915,4	922,0	922,0	29%	29%	21 Okt 10	21 Okt 10			5342	5342	KOMATSU	KOMATSU
	938,4												
	144,0	139,0	140,0	31%	25%	18 Nov 10	7 Des 10			5342	5342	KOMATSU	KOMATSU
	128,0												
	79,0	77,0	77,0	27%	27%	2 Des 10	2 Des 10			5342	5342	KOMATSU	KOMATSU
	71,5												
	80,0	45,0	48,0	70%	64%	23 Sep 10	23 Okt 10			5342	5342	KOMATSU	KOMATSU
	30,0												
	190,0	168,5	173,0	113%	89%	24 Mar 10	22 Mei 10			5342	5342	KOMATSU	KOMATSU
	171,0												
	190,0	181,0	172,0	47%	95%	4 Sep 10	9 Mei 10			5342	5342	KOMATSU	KOMATSU
	171,0												
	20,0	26,0	26,0	63%	63%	14 Agu 10	14 Agu 10			5342	5342	KOMATSU	KOMATSU
	29,5												
	0,0	3,0	3,0	50%	50%	10 Jul 10	10 Jul 10			5342	5342	KOMATSU	KOMATSU
	6,0												
	255,0	247,0	247,0	32%	32%	16 Nov 10	16 Nov 10			5342	5342	KOMATSU	KOMATSU
		250,0	250,0	20%	20%	22 Des 10	22 Des 10			5342	5342	KOMATSU	KOMATSU
		250,0	250,0	20%	20%	22 Des 10	22 Des 10			5342	5342	KOMATSU	KOMATSU
		248,0	250,0	28%	20%	28 Nov 10	22 Des 10			5342	5342	KOMATSU	KOMATSU
		250,0	250,0	20%	20%	22 Des 10	22 Des 10			5342	5342	KOMATSU	KOMATSU
		250,0	250,0	20%	20%	22 Des 10	22 Des 10			5342	5342	KOMATSU	KOMATSU
		247,0	247,0	32%	32%	16 Nov 10	16 Nov 10			5342	5342	KOMATSU	KOMATSU
		230,0											


Gambar 30. Keausan Tidak Normal

### 3.2. 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. Seperti salah satu contoh untuk perhitungan pada komponent *idler* kode unit DZ108 pada tabel 08. Dalam perhitungan ini digunakan persamaan *rate worn chart* (sumber : referensi 05).

CN : DZ108

Date	25-Mar-10	26-Apr-10	09-Jul-10
HM ( <i>hour</i> )	1652	2277	3704
Right (%)	21,00%	42,00%	47,00%
Left (%)	21,00%	42,00%	47,00%



Estimate	
Date	HM
10 Februari 2011	7892
10 Februari 2011	7892

Tabel 08. Perencanaan Penggantian Komponen *Idler*

$$HM \max = \frac{Wo \max}{(Wo 2 - Wo 1)} \times (HM 2 - HM 1)$$

- Dimana :
- Wo max : % Keausan maksimum (100%)
  - Wo 1 : % Keausan saat pengukuran awal
  - Wo 2 : % Keausan saat pengukuran terakhir
  - Dt max : Tanggal Penggantian
  - Dt 1 : Tanggal saat pengukuran awal
  - Dt 2 : Tanggal saat pengukuran terakhir
  - HM max : *Hours Meter* saat Penggantian
  - HM 1 : *Hours Meter* saat pengukuran awal
  - HM 2 : *Hours Meter* saat pengukuran terakhir



$$\begin{aligned}
 \text{HM max} &= \frac{\text{Wo max}}{(\text{Wo 2} - \text{Wo 1})} \times (\text{HM 2} - \text{HM 1}) \\
 &= \frac{100}{(47 - 21)} \times (3704 - 1652) \\
 &= 3,85 \times 2.052 \\
 &= 7.892 \text{ Hrs.}
 \end{aligned}$$

Rata-rata Jam kerja unit tiap hari dari Dt 1 sampai Dt 2 :

$$\begin{aligned}
 \text{Whd} &= \frac{\sum \text{Working Hours}}{\sum \text{Day}} \\
 &= \frac{\text{HM 2} - \text{HM 1}}{106} \\
 &= \frac{3.704 - 1.652 \text{ Hrs}}{106} = 19,36 \text{ Hrs /day}
 \end{aligned}$$

Tanggal penggantian :

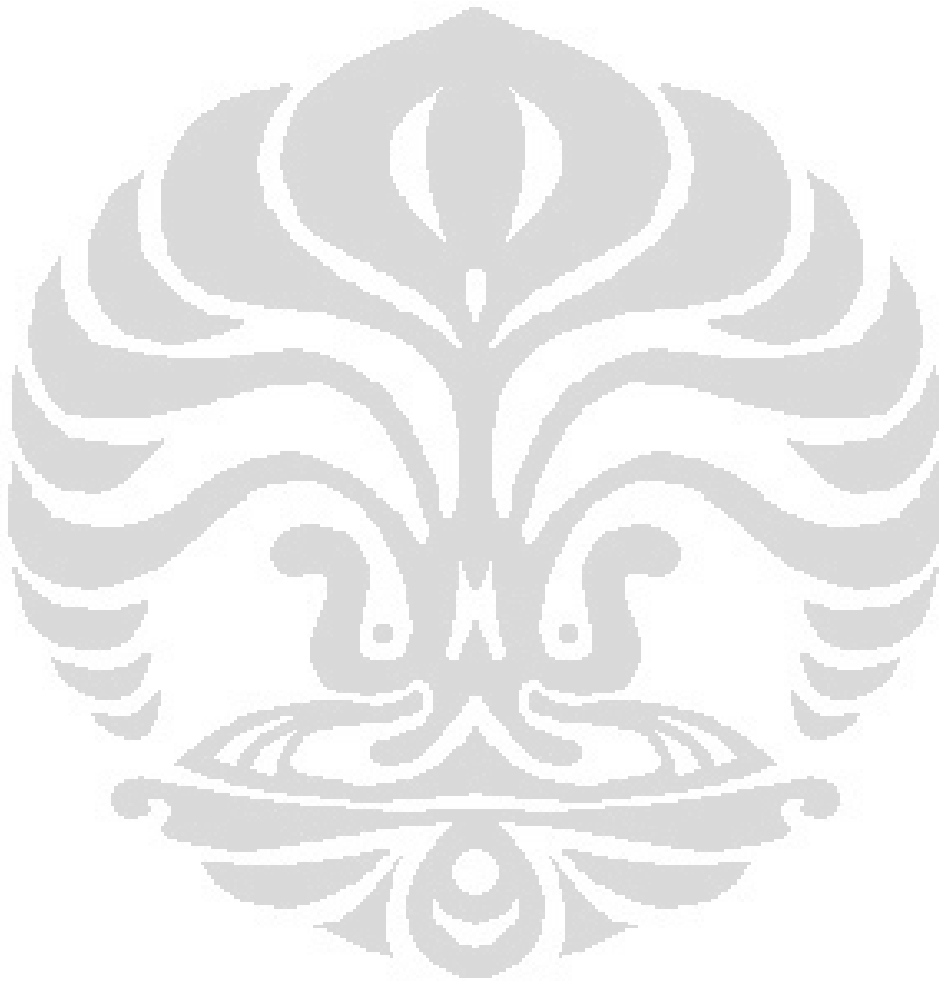
$$\begin{aligned}
 \text{Dt max} &= \frac{\text{HM max} - \text{HM 2}}{\text{Whd}} + \text{Dt 2} \\
 &= \frac{7.892 - 3.704}{19,36} + 09 \text{ Jul '10} \\
 &= 216 + 09 \text{ Jul 2010} \\
 &= 10 \text{ Feb 2011.}
 \end{aligned}$$

Perencanaan penggantian seperti tabel 08 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*

### **3.3. Data-data Pendukung**

Data-data pendukung diperoleh dari hasil pengukuran komponen undercarriage pada program PPU, seperti pada data lampiran 01.



## BAB 4

### PROSES RCM – FMEA

#### 4.1. Analisa Perhitungan Efisiensi dan Pemilihan Program Perawatan

##### 4.1.1. Analisa perhitungan efisiensi

###### 4.1.1.1. Umur Komponen *Undercarriage*

Sebagai parameter umur *genuine part* dari komponen *Undercarriage* dapat diambil dari data *handbook* komatsu edisi 27. Untuk kondisi normal operasional dan lahan tanah abrasif dapat dilihat standar umur komponen pada tabel 09.

Dari tabel 09 dapat dilihat masing-masing umur *part* atau komponen *undercarriage*, Seperti halnya komponen *front idler*, *track link*, dan *track shoe* memiliki kemampuan bekerja pada 8.000 jam kerja, sedangkan *carrier roller*, *track roller*, dan *sprocket* memiliki kemampuan pada 4.000 jam kerja. Sehingga untuk komponen *front idler*, *track link*, dan *track shoe* dalam sekali penggantian sudah mengalami dua kali penggantian komponen *carrier roller*, *track roller*, dan *sprocket*.

Untuk membandingkan berapa kerugian yang dapat dikurangi bila kita melakukan program perawatan dan normal pengoperasian pada unit, dibutuhkan data aktual rata-rata umur operasional komponent *undercarriage* tersebut. Tabel 09 menunjukkan hasil rata-rata aktual umur komponen *Undercarriage* pada periode tahun 2010 sampai tahun 2011.

Dari data tabel 09 dapat diolah data berapa berapa persen kerugian umur tiap komponen *Undercarriage* yang seharusnya masih bisa dipakai bila dilakukan perawatan dengan baik dan pengoperasian normal dengan persamaan berikut :

$$\% \text{ Deviasi} = \frac{\text{Lost Time}}{\text{Standard Life Time}} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

$$\frac{\text{Standard Life Time} - \text{Actual Life Time}}{\text{Standard Life Time}} \times 100\%$$

Sebagai contoh untuk komponen *front idler* untuk standar umur komponen selama 8.000 jam kerja, sedangkan aktualnya hanya bisa bertahan pada rata-rata 6.52.

$$\begin{aligned} \text{\% Deviasi} &= \frac{\text{Lost Time}}{\text{Standard Life Time}} \times 100\% \\ &= \frac{8.000 - 6.528}{8.000} \times 100\% \\ &= \frac{1.472}{8.000} \times 100\% \\ &= 18,40\% \end{aligned}$$

Tabel 09. Kerugian umur tiap komponen *Undercarriage*

No.	Part No.	Description	Life Time (WH)		Deviasi %
			Standard	Actual	
1.	175-30-00575E	<i>Idler Assy</i>	8000	6528	18,40%
2.	175-30-00760E	<i>Track Roller Assy, Single Flange</i>	4000	2577	35,58%
3.	175-30-00770E	<i>Track Roller Assy, Double Flange</i>	4000	2514	37,14%
4.	175-30-00516E	<i>Carrier Roller Assy</i>	4000	2388	40,30%
5.	175-32-00503	<i>Link Assy</i>	8000	6528	18,40%
6.	175-32-E1200	<i>Shoe</i>	8000	6428	19,65%
7.	178-32-05000E	<i>Shoe Bolt Kit</i>	8000	6428	19,65%
8.	178-27-11150	<i>Bolt</i>	4000	2362	40,98%
9.	17A-27-11630E	<i>Teeth</i>	4000	2362	40,98%
10.	01803-02430	<i>Nut</i>	4000	2362	40,98%

Dengan kombinasi perhitungan dari Tabel 09 dan harga *part* pada tabel 11 (sumber : lampiran 05), maka dapat dicari berapa kerugian finansial tiap part komponen *Undercarriage* :

$$\text{\$ Lose} = \% \text{ Deviasi} \times \text{Qty} \times \text{Price Part} \dots\dots\dots(6)$$

Sebagai contoh untuk komponen *front idler* untuk % deviasi rata-rata 18,46% dengan harga sesuai tabel 10 sebesar \$ 8.114,40 / pcs. Untuk unit *bulldozer* memiliki dua *front idler* pada sebelah kanan dan kiri unit.

$$\begin{aligned}
 \$ \text{ Lose} &= \% \text{ Deviasi} \times \text{Qty} \times \text{Price Part} \\
 &= 18,40 \% \times 2 \times \$ 8.114,40 \\
 &= \$ 2.986,10
 \end{aligned}$$

Tabel 10. Kerugian financial tiap komponen *Undercarriage*

No.	Part No.	Description	Qty	Price @. (In USD)	Amount (In USD)	Deviasi (%)	Lose (In USD)
1.	175-30-00575E	<i>Idler Assy</i>	2	8.114,40	16.228,80	-18,40%	2.986,10
2.	175-30-00760E	<i>Track Roller Assy, Single Flange</i>	4	1.174,30	4.697,20	-35,58%	1.671,03
3.	175-30-00770E	<i>Track Roller Assy, Double Flange</i>	10	1.225,00	12.250,00	-37,14%	4.550,88
4.	175-30-00516E	<i>Carrier Roller Assy</i>	4	703,50	2.814,00	-40,30%	1.134,04
5.	175-32-00503	<i>Link Assy</i>	1	14.114,00	14.114,00	-18,40%	2.596,98
6.	175-32-E1200	<i>Shoe</i>	82	109,10	8.946,20	-19,65%	1.757,93
7.	178-32-05000E	<i>Shoe Bolt Kit</i>	11	229,80	2.527,80	-19,65%	496,71
8.	178-27-11150	<i>Bolt</i>	54	7,70	415,80	-40,98%	170,27
9.	17A-27-11630E	<i>Teeth</i>	18	130,70	2.352,60	-40,98%	963,39
10.	01803-02430	<i>Nut</i>	54	5,70	307,80	-40,98%	126,04
<b>Total Lose</b>							<b>16.453,37</b>

Table 10 diatas menunjukkan besarnya kerugian finansial pada *spare part* sesuai standar umur dari tiap komponen. Sedangkan untuk dapat mengetahui prosentase total kerugian financial pada waktu 8000 jam kerja dan tiap jam kerja akibat *spare part*, maka dikembangkan dengan menggunakan tabel 11. Dengan menyamakan terlebih dahulu kerugian finansial *spare part* pada umur kerja 8.000 jam kerja.

Tabel 11. Kerugian financial komponen *undercarriage* pada 8.000 Jam kerja

No	Part No.	Description	Amount (In USD)	Deviasi %	Lose (In USD)	Amount / 8000 Hrs	
						Standard	Lose
1	175-30-00575E	IDLER ASS'Y	16.228,80	18,40%	2.986,10	16.228,80	2.986,10
2	175-30-00760E	TRACK ROLLER ASS'Y, SINGLE FLANGE	4.697,20	35,58%	1.671,03	9.394,40	3.342,06
3	175-30-00770E	TRACK ROLLER ASS'Y, DOUBLE FLANGE	12.250,00	37,15%	4.550,88	24.500,00	9.101,75
4	175-30-00516E	CARRIER ROLLER ASS'Y	2.814,00	40,30%	1.134,04	5.628,00	2.268,08
5	175-32-00503	LINK ASSY	14.114,00	18,40%	2.596,98	14.114,00	2.596,98
6	175-32-E1200	SHOE	8.946,20	19,65%	1.757,93	8.946,20	1.757,93
7	178-32-05000E	SHOE BOLT KIT	2.527,80	19,65%	496,71	2.527,80	496,71
8	178-27-11150	BOLT	415,80	40,95%	170,27	831,60	340,54
9	17A-27-11630E	TEETH	2.352,60	40,95%	963,39	4.705,20	1.926,78
10	01803-02430	NUT	307,80	40,95%	126,04	615,60	252,09
<b>Total Lose</b>						87.491,60	25.069,02

Dari Table 11 didapatkan prosentase total kerugian financial pada *spare part* pada 8.000 jam kerja.

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Total lose} &= \frac{\text{Total lose}}{\text{Amount}} \times 100\% \\
 &= \frac{\$ 25.069,02}{\$ 87.491,60} \times 100\% \\
 &= 28,65 \%
 \end{aligned}$$

Sedangkan dalam waktu 8.000 jam kerja dapat dicari kerugian financial pada *spare part* untuk tiap jam kerjanya.

$$\begin{aligned}
 \text{Lose / Work Hours} &= \frac{\text{Total lose}}{\text{Durasi Work Hours}} \\
 &= \frac{\$ 25.069,02}{8.000 \text{ hrs}} \\
 &= \$ 3,13 / \text{hrs}
 \end{aligned}$$

Prosentase kerugian yang ditanggung sebesar,

$$\begin{aligned} \% \text{ Lose / Work Hours} &= \frac{\text{Lose / Work Hours}}{\text{Amount}} \times 100\% \\ &= \frac{\$ 3,13}{\$ 87.491,60} \times 100\% \\ &= 0,0036 \% \end{aligned}$$

#### 4.1.1.2. 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*. Karena tidak menutup kemungkinan unit-unit pendukung tersebut juga di perlukan untuk pekerjaan-pekerjaan yang lain.
3. Kesiapan *man power* atau mekanik saat kerusakan tersebut.
4. Faktor alam seperti hujan dan malam hari, karena pekerjaan tidak direncanakan biasa dilakukan ditempat unit tersebut rusak. Sehingga pekerjaan berat akibat kerusakan komponen *track* tidak diizinkan dikerjakan saat hujan atau pencahayaan yang kurang. Hal tersebut dikarenakan faktor keselamatan yang sangat tinggi, seperti ditunjukkan pada gambar



Gambar 31. Pengerjaan *overhoule* diluar *work shop*

Faktor pengalaman kerja berpengaruh besar dalam menentukan jumlah ideal mekanik yang diperlukan. Sedangkan untuk mempermudah dalam perhitungan pekerjaan tidak direncanakan dapat dilihat tabel 12.

Tabel 12. Kerugian waktu pengerjaan *undercarriage*

No	Description	Qty Mechanic			Dur	WH /Pcs	Qty Part	Σ MH	Unit Support
		Senior	Junior	Total					
1	Ganti carrier roller - Bersihkan Track - Release recoil spring (kendorkan track) - 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 (kendorkan track) - 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 (kendorkan track) - 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 (kendorkan track) - Lepas track assy - Ganti front idler - Adjust to in, to out & clearance - 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 (kendorkan track) - 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</b>	<b>Hours</b>

Dimana untuk perhitungan tabel 12 tersebut diatas dapat dicari total durasi lamanya pekerjaan tiap mekanik :

$$\sum \text{Man Hourse} = \sum \text{Mechanic} \times \text{Durasi per pcs} \times \text{Qty Component} \dots (7)$$

Dimana :  $\sum \text{Mechanic}$  = Mekanik yang bekerja



Dari tabel 12 didapat total kerugian yang ditimbulkan akibat kerusakan tidak direncanakan 504 *man hours*.

#### 4.1.1.3. Perhitungan Efisiensi Perawatan

Untuk mengetahui berapa kerugian akibat pekerjaan tidak terencana seperti tabel 12, maka harus ada pembandingan dengan durasi pekerjaan terencana seperti terlampir tabel 13 (sumber : *JSS overhoul undercarriage D155A-2*).

Tabel 13. 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) LH	3
27	Install track shoe assy ( rolling track) RH	3
28	Completed	4
29	Final check	2
<b>Total Durasi (Hours)</b>		<b>103</b>

Tabel 13 diatas menunjukkan durasi pekerjaan terencana (*schedule job*) untuk mekanik sebanyak 3 orang. Sehingga dapat diambil perhitungan durasi secara keseluruhan waktu yang direncanakan untuk pengerjaan tersebut.

$$\begin{aligned}
 \Sigma \text{ Man Hourse} &= \Sigma \text{ Mechanic} \times \Sigma \text{ Durasi} \dots \dots \dots (8) \\
 &= 3 \times 103 \\
 &= 309 \text{ man hours}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi Deviasi} &= \text{Durasi } \textit{Unsch. Maintenance} - \textit{Sch. Maintenance} \\
 &= 504 - 309 \\
 &= 195 \text{ man hours}
 \end{aligned}$$

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

1. Biaya mekanik

Berikut kerugian dari jam kerja mekanik yang hilang (sumber : lampiran 03). Didalam kontrak tersebut untuk setiap mekanik terkena Rp. 8.500.000,00 tiap 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 25 Mei 2011 untuk \$ 1,00 = Rp. 9.068,00.

$$\begin{aligned}
 \text{Harga kontrak dalam 1 bulan} \\
 \text{Harga / Jam (Rp)} &= \frac{\text{-----}}{\text{Hari kerja efektif x jam kerja}} \\
 &= \frac{\text{Rp. 8.500.000,00}}{24 \text{ hari} \times 12 \text{ jam}} \\
 &= \text{Rp. 29.513,89}
 \end{aligned}$$

Dimana Kurs \$ 1,00 = Rp. 9.068,00

Maka biaya mekanik tiap jam dapat dikonversikan ke dollar USD.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya mekanik tiap jam (Rp)} \\
 \text{Harga / Jam (\$)} &= \frac{\text{-----}}{\text{Kurs \$}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Rp. 29.513,89} \\
 & = \frac{\text{Rp. 29.513,89}}{\text{Rp. 9.068,00}} \\
 & = \$ 3,25
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan kerugian untuk biaya mekanik :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya} &= \text{Durasi deviasi} \times \text{Prise/Hrs} = 195 \text{ Hrs} \times \$ 3,25 \\
 &= \$ 633,75
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk prosentase kerugian untuk biaya mekanik, dikombinasikan dengan total harga komponen *undercarriage* seperti tabel 12.

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Lose biaya mekanik} &= \frac{\text{Total biaya mekanik}}{\text{Amount}} \times 100\% \\
 &= \frac{\$ 633,75}{\$ 87.491,60} \times 100\% \\
 &= 0,72 \%
 \end{aligned}$$

## 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*. Dalam perhitungan besar kerugian alat tidak berproduksi selama durasi deviasi dipakai data *purchase order* (PO) rental unit bulldozer D155A-2 (sumber : lampiran 04). Berikut kerugian dari jam kerja unit yang hilang, dimana PO sewa unit tersebut untuk setiap unit *bulldozer* D155 terkena Rp.60.500.000,00 tiap bulan setelah terkena PPN 10%. Dalam satu hari, jam kerja efektif rata rata setelah dipotong pergantian jam kerja, jam istirahat dan pembagian kerja operator. Maka unit tiap hari bekerja rata-rata 18 jam. Sedangkan *kurs dollar* USD pertanggal 25 Mei 2011 untuk \$ 1,00 = Rp. 9.068,00

$$\text{Biaya sewa (Rp) / Jam} = \frac{\text{Biaya sewa 1 bulan (Rp)}}{\text{Jam kerja efektif 1 bulan}}$$

$$\begin{aligned} & \text{Rp. 60.500.000,00} \\ & = \frac{\text{Rp. 60.500.000,00}}{18 \text{ Hrs} \times 28 \text{ Hari}} \\ & = \text{Rp. 120.040,00} \end{aligned}$$

$$\text{Biaya sewa (\$) / Jam} = \frac{\text{Biaya sewa 1 bulan (Rp)}}{\text{Kurs \$}}$$

$$\begin{aligned} & \text{Rp. 120.040,00} \\ & = \frac{\text{Rp. 120.040,00}}{\text{Rp. 9.068,00}} = \$ 13,24 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan kerugian untuk biaya unit :

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Durasi deviasi} \times \text{Biaya sewa /hrs} \\ &= 195 \text{ Hrs} \times \$ 13,24 = \$ 2.581,80 \end{aligned}$$

Sedangkan prosentase kerugian akibat unit tidak beroperasi,

$$\begin{aligned} \% \text{ Lose unit tidak beroperasi} &= \frac{\text{Biaya unit}}{\text{Amount}} \times 100\% \\ &= \frac{\$ 2.581,80}{\$ 87.491,60} \times 100\% \\ &= 2,95 \% \end{aligned}$$

Total minimal kerugian yang dapat dihilangkan dalam pekerjaan tidak terencana pada komponen *undercarriage* dalam waktu 8000 jam kerja unit.

$$\begin{aligned} \text{Total kerugian} &= \text{Spare Part} + \text{Man power} + \text{Unit} \\ &= \$ 25.069,02 + \$ 633,75 + \$ 2.581,80 \\ &= \$ 28.284,60 \end{aligned}$$

Sedangkan prosentase total minimal kerugian,

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

$$\begin{aligned}
 & \$ 28.284,60 \\
 = & \frac{\text{-----}}{\$ 87.491,60} \times 100\% \\
 = & 32,32 \%
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan total kerugian financial minimal pada 8.000 jam kerja.

$$\begin{aligned}
 \text{Kerugian / Jam kerja} &= \frac{\text{Total lose}}{\text{Durasi Work Hours}} \\
 &= \frac{\$ 28.284,60}{8.000 \text{ Hrs}} \\
 &= \$ 3,53 / \text{Hrs}
 \end{aligned}$$

Sedangkan prosentase total minimal kerugian tiap jam,

$$\begin{aligned}
 \% \sum \text{Lose/hrs} &= \frac{\text{Lose/hrs}}{\text{Amount}} \times 100\% \\
 &= \frac{\$ 3,53}{\$ 87.491,60} \times 100\% \\
 &= 00,40 \%
 \end{aligned}$$

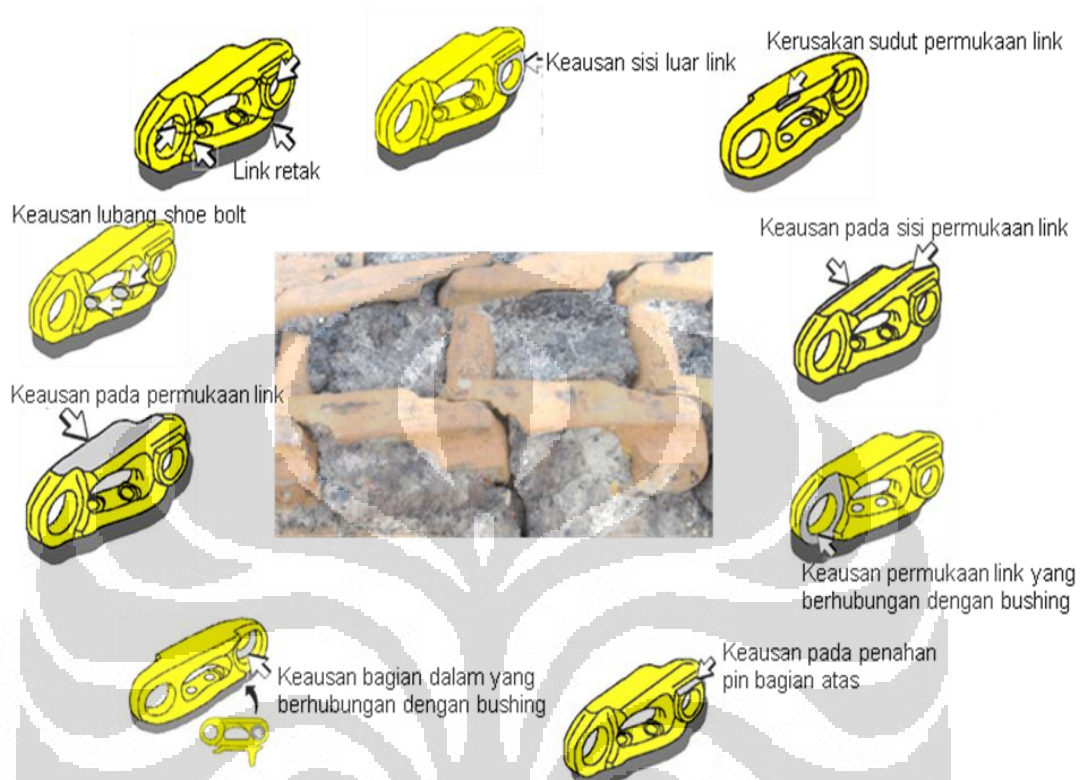
#### 4.2. Penyebab Kerusakan Komponen *Undercarriage*

Pada komponen *undercarriage* akan selalu mengalami kerusakan atau keausan, dikarenakan pada komponen-komponen 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*

Struktur *track link* sebetulnya memerlukan hal yang kompleks. Karakteristik yang diperlukan adalah umur pakai yang panjang dan ketahanan terhadap retak

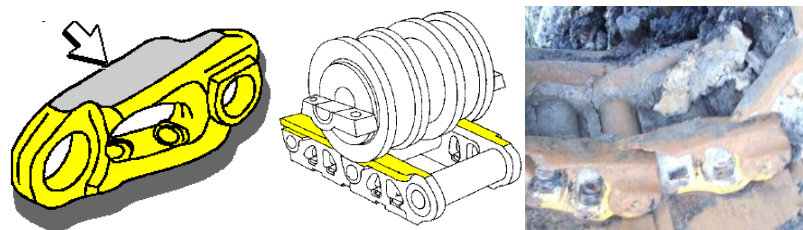
(*crack*). Berikut beberapa kerusakan normal dan tidak normal yang terjadi pada komponen *track link*.

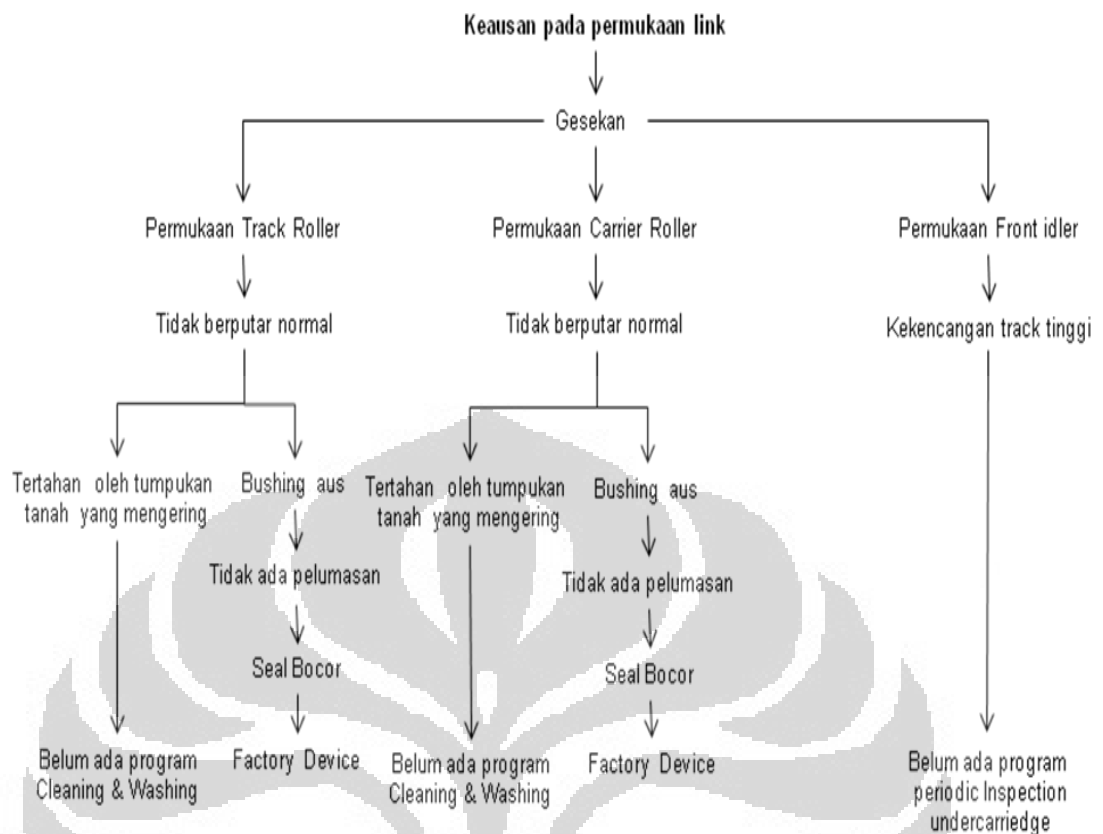


Gambar 32. Macam-macam kerusakan pada *track link*

#### 4.2.1.1. Keausan pada permukaan *link*

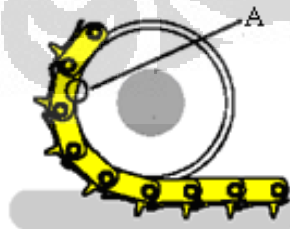
Kerusakan akibat keausan normal terjadi pada permukaan *track link*. *Track link tread* mengalami keausan selain diakibatkan karena pasir dan partikel-partikel abrasif lainnya, juga karena menerima tekanan dan gesekan yang menerus dari *track roller*. Hal itulah yang menyebabkan *track link* harus dibangun dari material yang tidak mudah retak dan tidak mudah aus dalam waktu yang pendek. *Pin* dipasang dengan cara di-*press* pada salah satu sisi mata *link* dan *bushing* pada sisi yang lainnya.





Gambar 33. 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 34. Gesekan pada *Front Idler*

Selain itu pula keausan pada permukaan *link* diakibatkan dari gesekan dengan *front idler* seperti pada tanda huruf "A". 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*), direkomendasi untuk penggantian *track link*, karena jika tidak maka akan sulit untuk ditambah daging (*reinforce welding*).

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

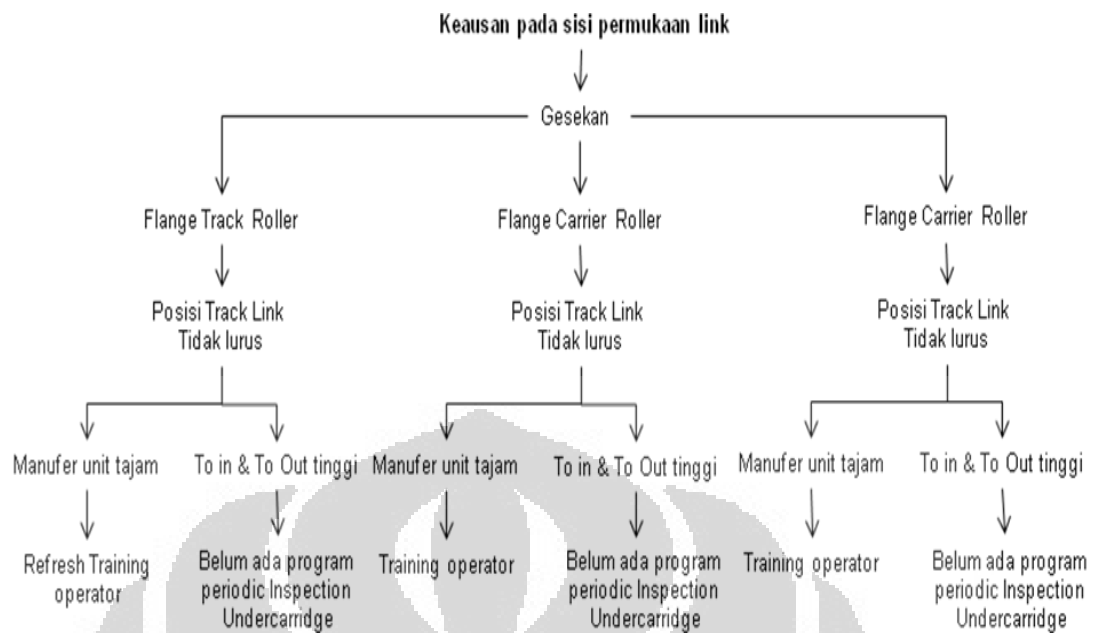
Keausan terjadi akibat persinggungan permukaan *link* dengan permukaan *sprocket teeth*, permukaan *front idler*, *track roller track* dan *carrier roller* tersebut tidak mungkin dihindarkan. Akan tetapi keausan akan terjadi dengan cepat apabila kondisi pengoperasian alat yang tidak sesuai :

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 di atas, 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.





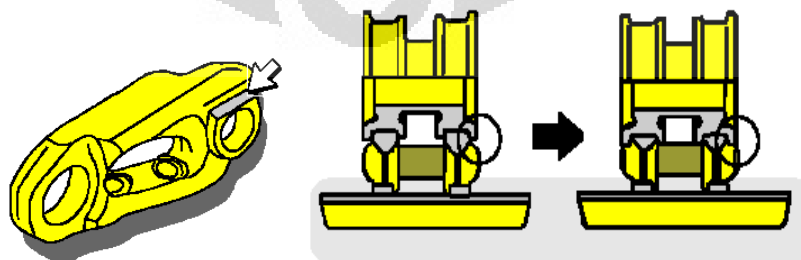


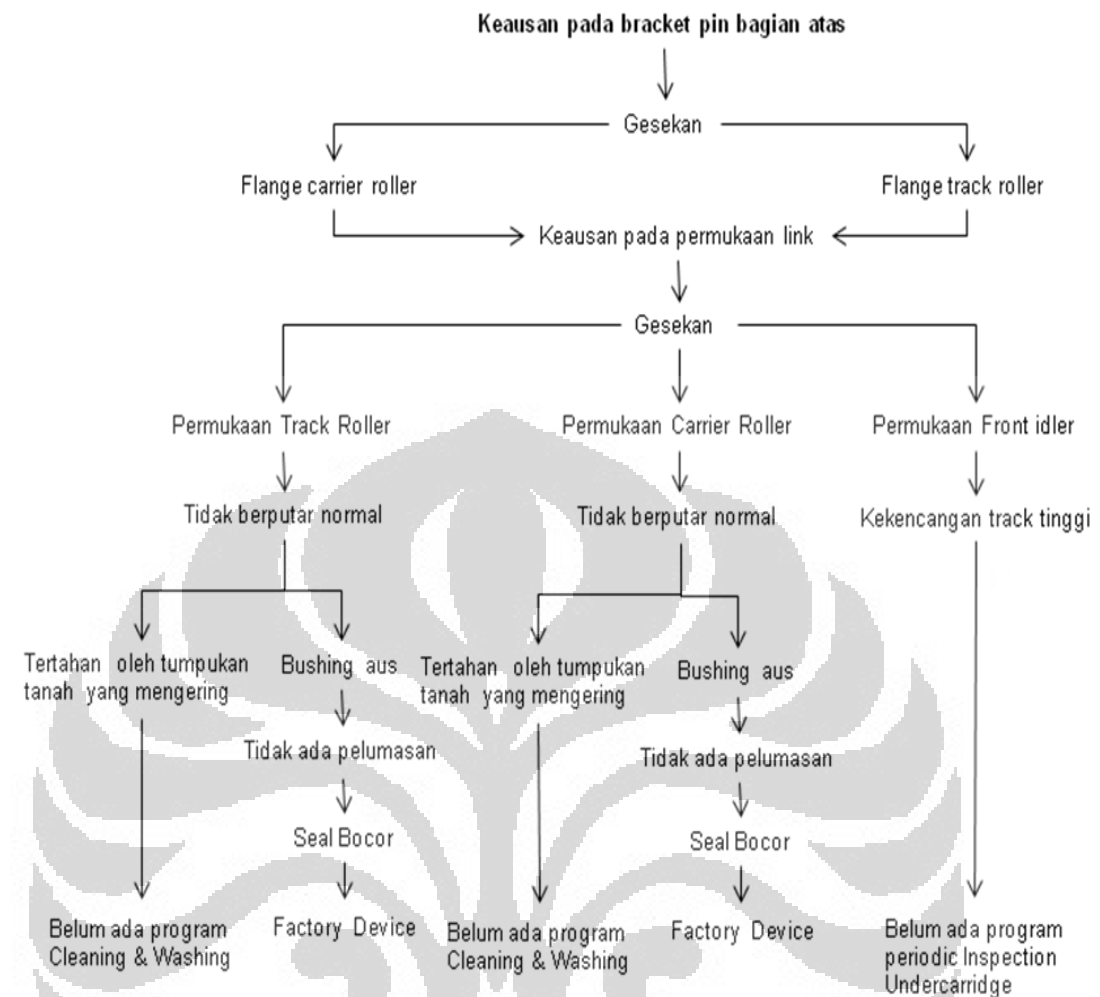
**Gambar 35. Keausan pada sisi permukaan link**

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 keterlaluan 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 36. Keausan pada penahan *pin* bagian atas

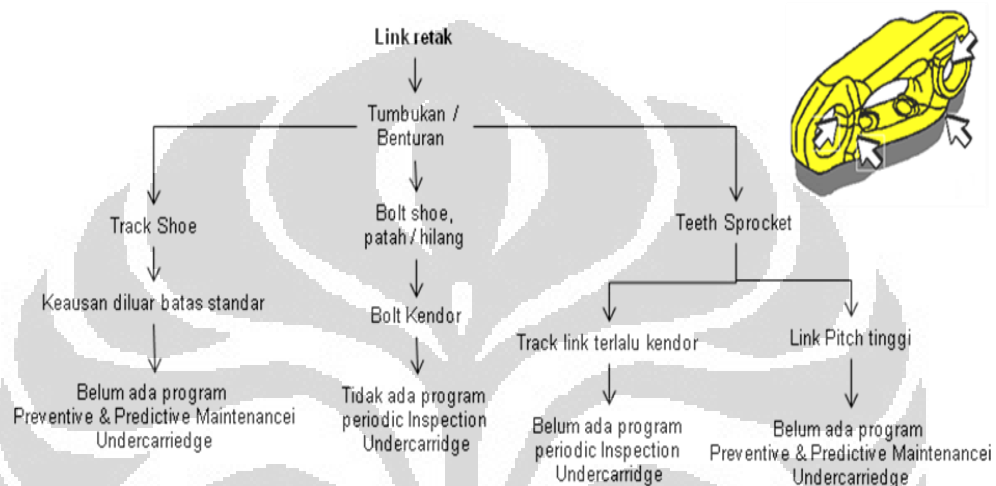
Pengaruh yang terjadi bila terjadi keausan pada pada penahan *pin* bagian atas terjadi :

- 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 bisa terjadi dari faktor luar seperti sering unit beroperasi di daerah yang memiliki struktur tanah batuan keras. Sedangkan dari faktor dari kondisi unit sendiri bisa terjadinya akibat :

- Keausan *shoe* sudah tinggi, sehingga fungsi *shoe* untuk mengurangi beban unit kepermukaan 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 bisa menyebabkan hentakan keras yang diteruskan ke *track link*.



Gambar 37. *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 38. 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.

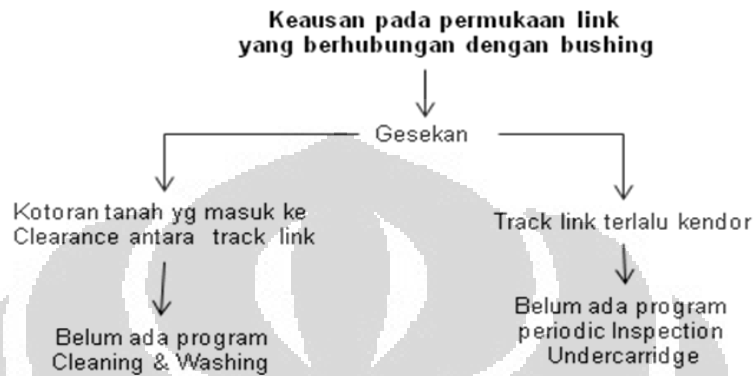
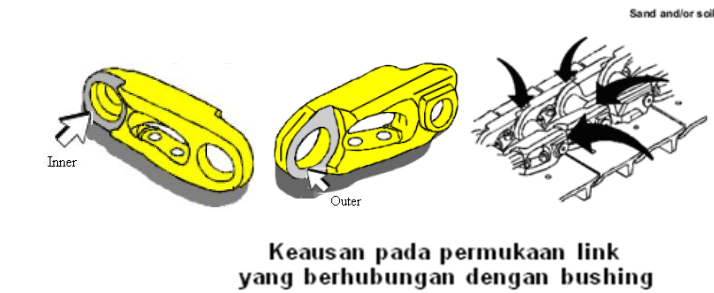
#### 4.2.1.6. Kerusakan sisi luar *link*

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* dan permukaan *track roller*, menyebabkan penahan *pin* pada *link* akan bersinggungan dengan *track roller guard*. Keausan ini disebabkan karena *track link* yang bergerak tidak lurus (*snaky track*) akibat tegangan *track* yang kendor.



Gambar 39. Kerusakan sisi luar *link*

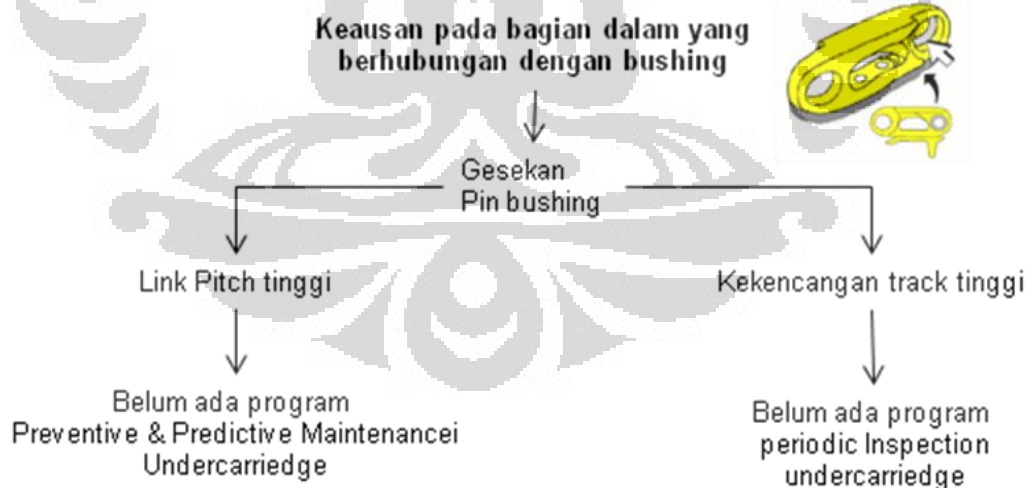
#### 4.2.1.7. Keausan pada permukaan *link* yang berhubungan dengan *bushing*



Gambar 40. 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 41. 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

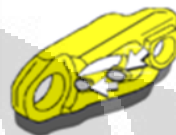
Kerusakan ini sering diakibatkan karena torsi kekencangan *bolt* tidak sampai standarnya dan pengaruh penggunaan *shoe* yang lebarnya tidak sesuai. Sehingga sering mengakibatkan *bolt track* patah dan ulir baik di *link* maupun *bolt* rusak.

#### Lubang shoe bolt yang semakin besar

Gesekan dengan Bolt

Bolt Kendor

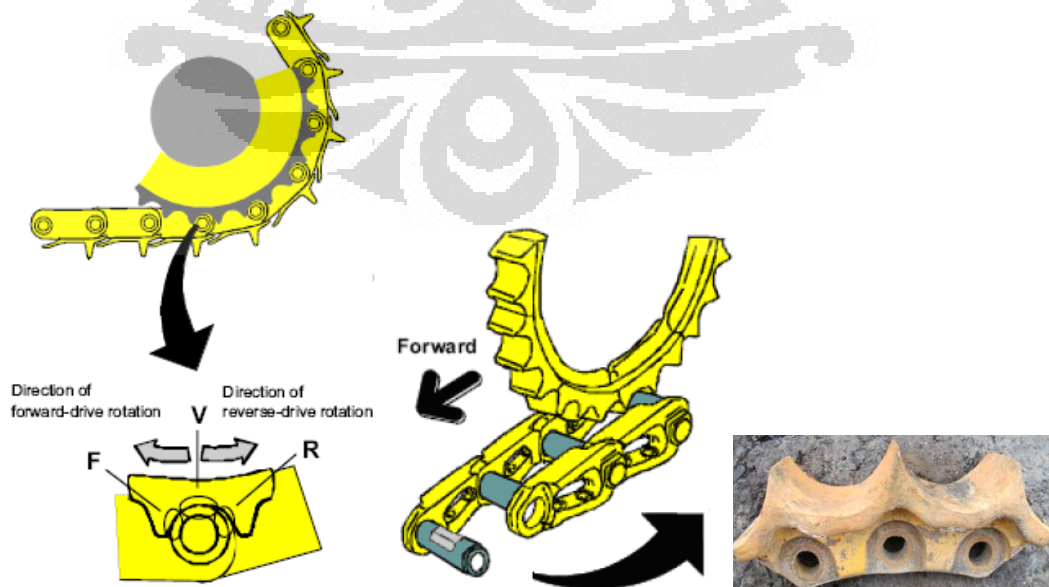
Tidak ada program periodic Inspection Undercarriage

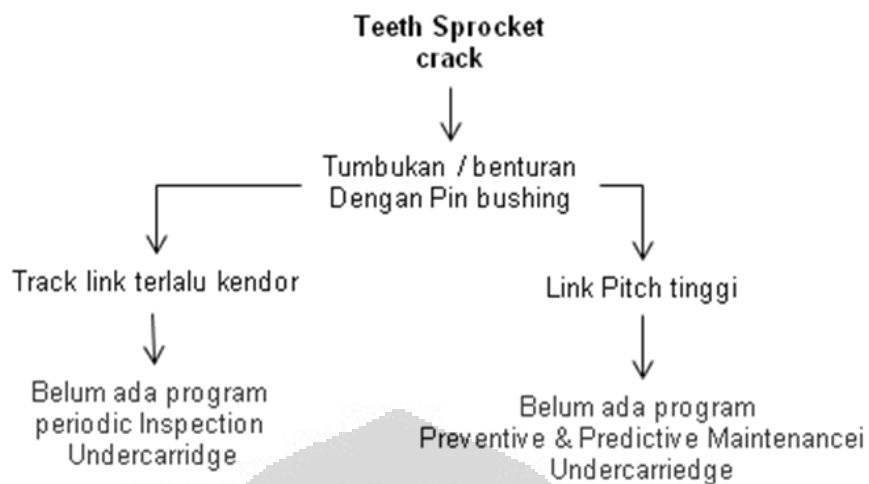


Gambar 42. Kerusakan pada lubang *shoe bolt*

#### 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.

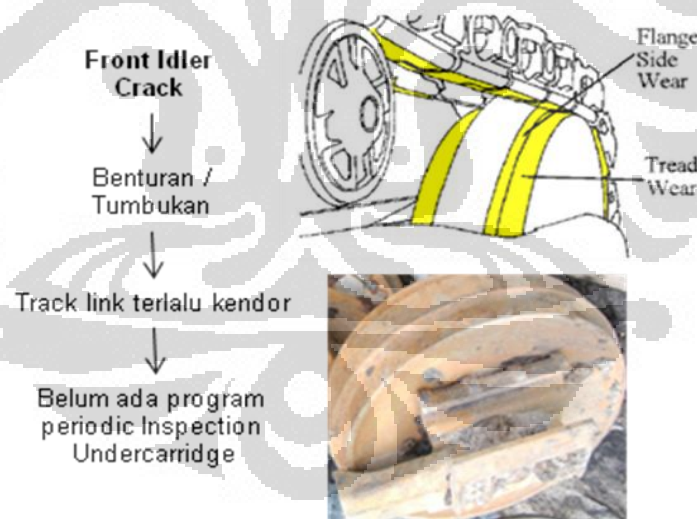




Gambar 43. Area kontak pada *teeth sprocket*

#### 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* yg terlalu kendur ini merupakan kerusakan tidak normal.



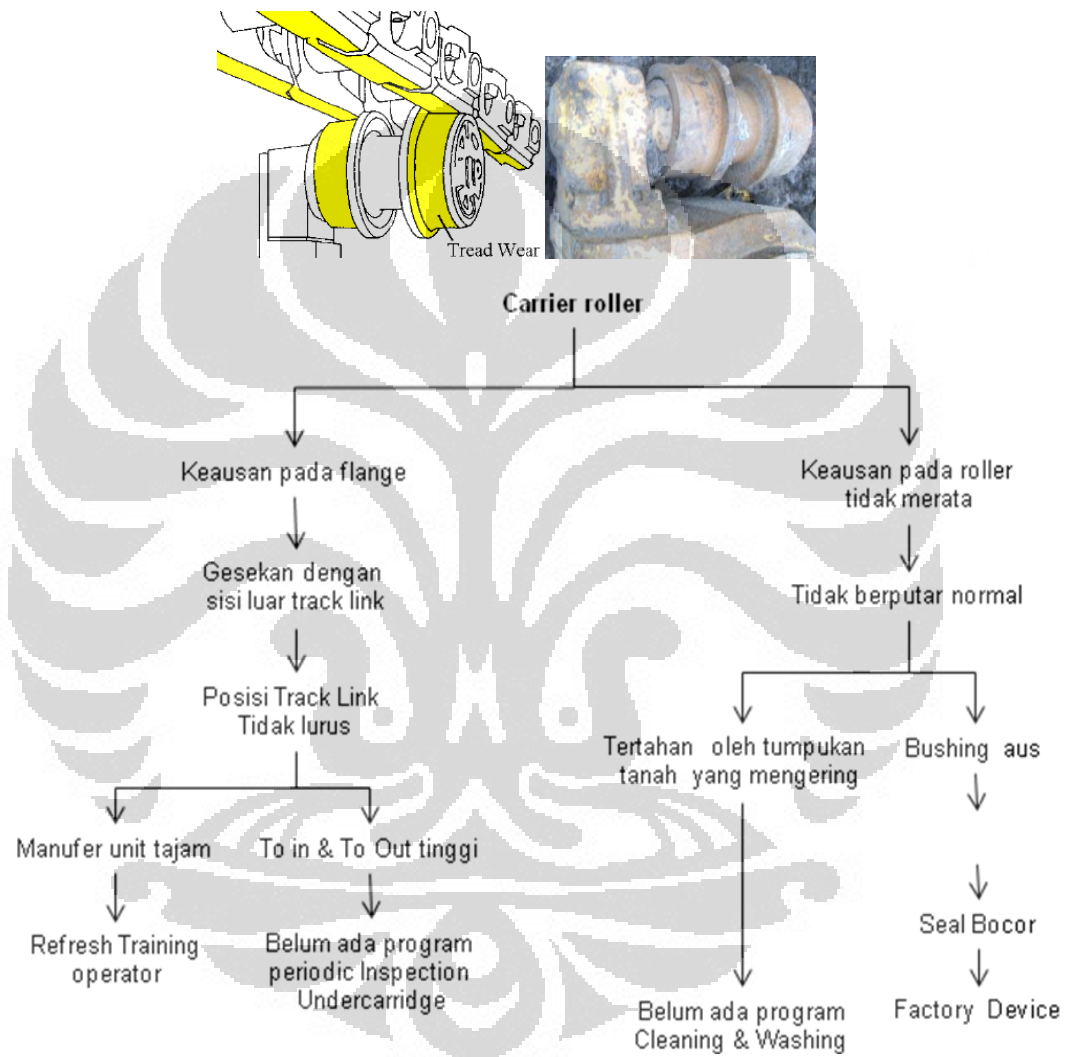
Gambar 44. Keausan permukaan *idler*

#### 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

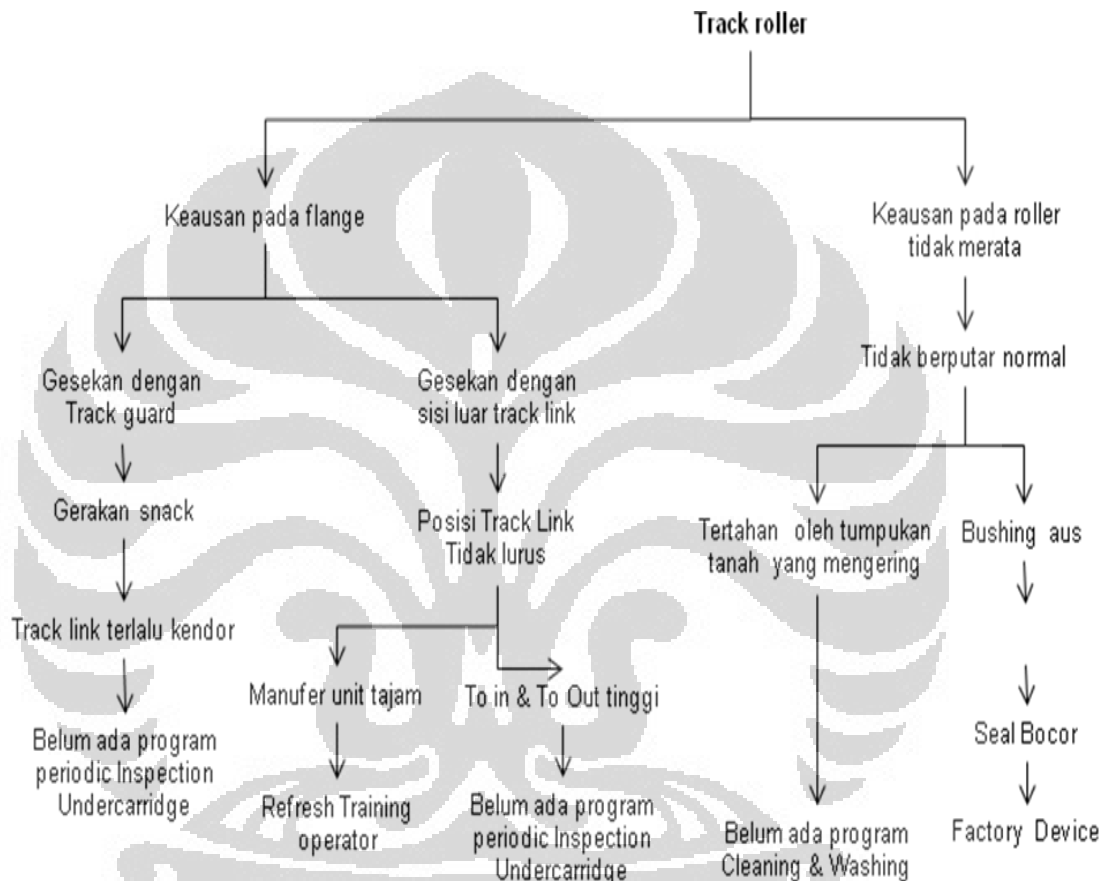
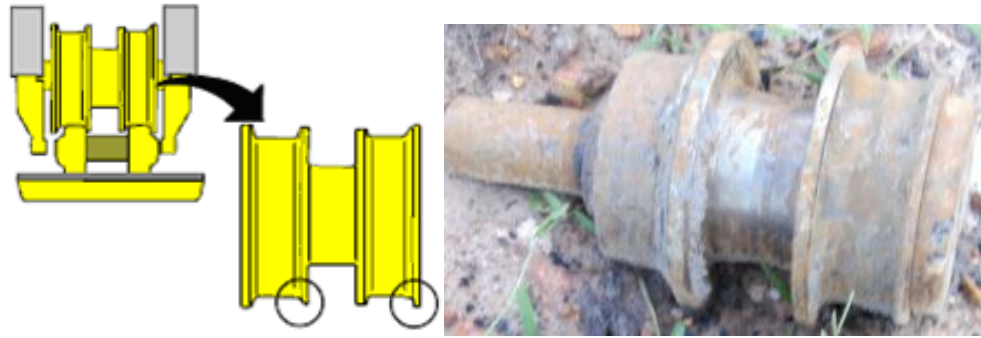


Gambar 45. Keausan permukaan *carrier roller*

#### 4.2.5. Kerusakan Pada *Track Roller*

Kerusakan secara umum hampir 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 46. Keausan pada *flange carrier roller*

### 4.3. Risk Priority Number (RPN)

Dari tabel 11. besarnya deviasi pada 8000 jam kerja dapat digunakan untuk mencari prosentase skala prioritas kegagalan yang terjadi, seperti ditampilkan dalam tabel 14. Dalam menentukan tingkat RPN untuk mencari penyebab resiko yang saling berkaitan pada komponen undercarriage di terangkan dalam sub bab 4.2. Maka kadar *Occurrence*, *Severity*, dan *Detection* digunakan untuk menentukan RPN pada komponen *undercarriage* terlampir seperti tabel 14.

Tabel 14. *Risk Priority Number (RPN ) komponen undercarriage*

No.	Description	Life Time (WH)		Deviasi (8000 Hrs)	$\Sigma$ Deviasi (8000 hrs)	Kegagalan (%)	Kadar			RPN
		Ovh	Actual				O	S	D	
1	Front Idler	8000	6528	1472	16834	8,74%	5	7	3	105
2	Track Roller Assy (SF)	8000	5154	2846	16834	16,91%	8	5	7	280
3	Track Roller Assy (DF)	8000	5028	2972	16834	17,65%	8	5	7	280
4	Carrier Roller Assy	8000	4776	3224	16834	19,15%	8	7	8	448
5	Link Assy	8000	6528	1472	16834	8,74%	3	8	3	72
6	Track Shoe	8000	6428	1572	16834	9,34%	3	6	4	72
7	Teeth Sprocket	8000	4724	3276	16834	19,46%	7	6	6	252

Dimana *rating* tiap-tiap faktor 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*

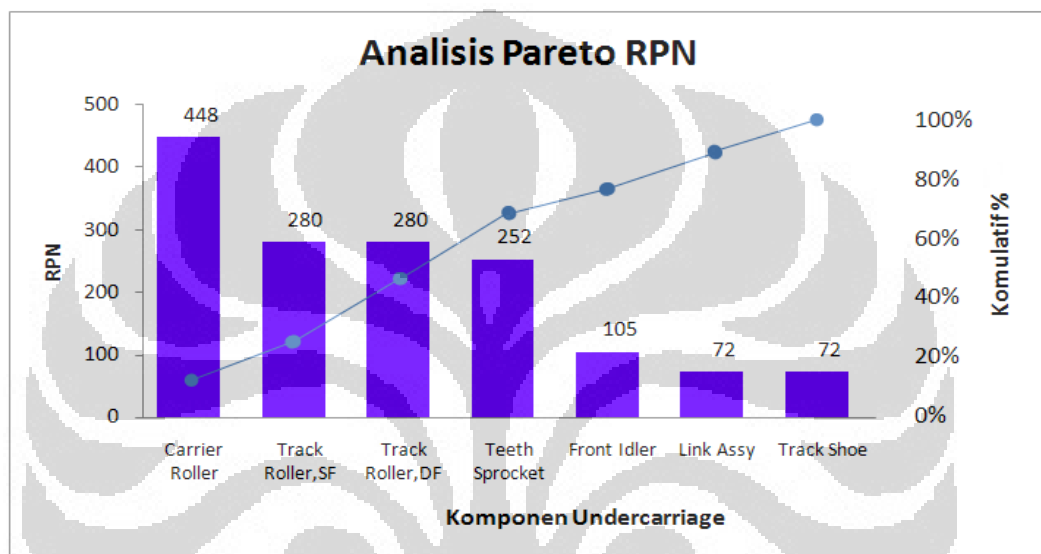
7/8 : *Low*

9/10 : *Very remote to absolute uncertainty*

Dari tabel 14. untuk komponen yang memiliki prosentase (%) kegagalan tertinggi pada komponen teeth sprocket (19,46%), kemudian komponen *carrier roller* (19,15%), dan *track roller* (double flange 17,65% , single flange 16,91%).

#### 4.4. Analisa 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 14 dikembangkan kedalam bentuk diagram pareto seperti gambar 47.



Gambar 47. Pareto Risk Priority Number (RPN)

Tabel 15. Reliability Centered Maintenance (RCM)

Function	Failure mode	Effects of Failure	Exiting Condition				Recommended actions
			S	O	D	RPN	
Carrier Roller	Keausan pada flange	- Gerakan track link tidak bis lurus Mempercepat keausan pada flange idler - Mempercepat keausan pada sisi luar dan dalam teeth sprocket	6	5	5	150	- Pastikan To in & to out masih dalam standarnya, adjust to in- out. - Cek kelurusan tumpuan track link pada idler, bila kurang lurus djust shim pada samping idler
	Keausan pada roller tidak merata	- Keausan pada permukaan track link semakin cepat - Keausan pada permukaan link yang berhubungan dengan bushing	7	6	7	294	- Pastikan kondisi carrier roller dapat berputar dengan normal saat unit dioperasikan. - Bersihkan kotoran atau tanah kering yang menggumpal, yang dapat mengakibatkan roller dapat berputar dengan baik. - Pastikan tidak ada kebocoran pada track roller
Track Roller	Keausan pada flange	- Gerakan track link tidak bis lurus - Mempercepat keausan pada flange idler - Mempercepat keausan pada sisi luar dan dalam teeth sprocket	6	5	6	180	- Pastikan kekencangan track link masih dalam standarnya, adjust bila track link terlalu kendur. - Pastikan To in & to out masih dalam standarnya, adjust to in- out.
	Keausan pada roller tidak merata	- Keausan pada permukaan track link semakin cepat. - Keausan pada permukaan link yang berhubungan dengan bushing	6	4	5	120	- Pastikan kondisi carrier roller dapat berputar dengan normal saat unit dioperasikan. - Bersihkan kotoran atau tanah kering yang menggumpal, yang dapat mengakibatkan roller dapat berputar dengan baik.
Teeth Sprocket	Crack / retak	- Mempercepat keausan diameter luar bushing track link - Link pitch semakin tinggi - Track mudah lepas	7	6	6	252	- Ganti teeth sprocket
Front Idler	Crack / retak	- Keausan pada permukaan track link semakin cepat	5	7	3	105	- Pastikan kekencangan track link masih dalam standarnya - Adjust bila track link terlalu kendur. - Pastikan link pitch masih masuk dalam standarnya
Track link	Keausan pada permukaan link	- Ketinggian link (link height) akan berkurang, menyebabkan kemungkinan bertemunya permukaan roller (roller flange) ke (pin boss). - Keausan yang terlalu banyak bisa menyulitkan perekondisian track link tersebut.	3	3	4	36	Pada saat tingkat keausan permukaan link telah mencapai batas perbaikan (repair limit), direkomendasi untuk penggantian track link karena jika tidak maka akan sulit untuk ditambah daging (welding).
	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. Keausan yang keterlaluan menyebabkan sulitnya track link ini diremajakan.	3	3	4	36	- Melakukan penyetelan (adjusting) arah track (track alignment) mengganti shoe yang lebih pendek. - Mengganti link ke jenis track yang berpelumas (sealed and lubricated track).
Track Shoe	Track shoe lepas	Bolt track shoe lepas / patah akibat bolt track shoe kendur	3	4	6	72	- Cek kelengkapan shoe bolt dan cek selalu kondisi kesesuaian penggunaan shoe pada kondisi batuan di job site. - Selalu rekomendasikan untuk mengganti track link assembly

Dari gambar 47 untuk komponen yang memiliki skala prioritas untuk dilakukan perbaikan terletak pada komponen *carrier roller* (448), *track roller* (280), dan *teeth sprocket* (252).

#### 4.5. Program Perawatan

Untuk mencari sumber penyebab kerusakan tiap-tiap komponen *undercarriage* di dijelaskan dalam sub bab 4.1. Sedangkan untuk mempermudah langkah perbaikan yang akan digunakan, maka digunakan *tool fishbone*, seperti diagram 02.

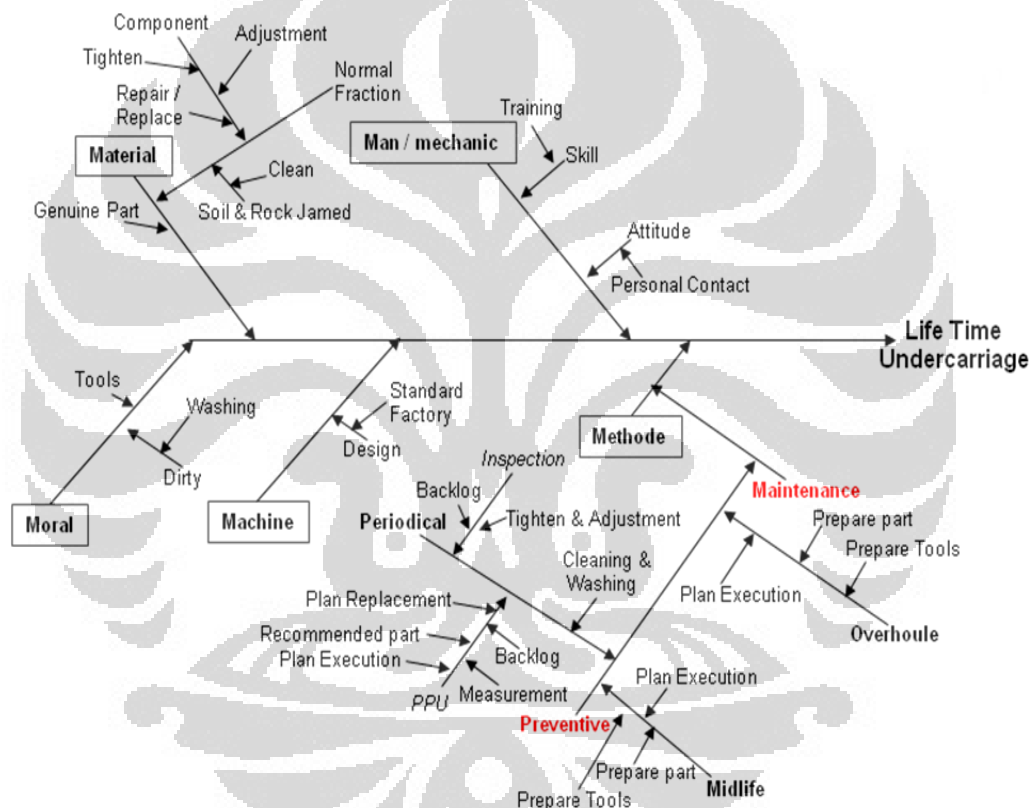


Diagram 02. *Fishbone Life Time Undercarriage*

Dari kombinasi dari tabel 15 dan diagram 02 dapat ditentukan langkah perbaikan, Adapun langkah-langkah perbaikan tersebut :

##### 4.5.1. *Periodical maintenance*

Merupakan sebuah program maintenance yang dilakukan secara periodikal tertentu setelah peralatan bekerja dalam jumlah jam operasi tertentu.

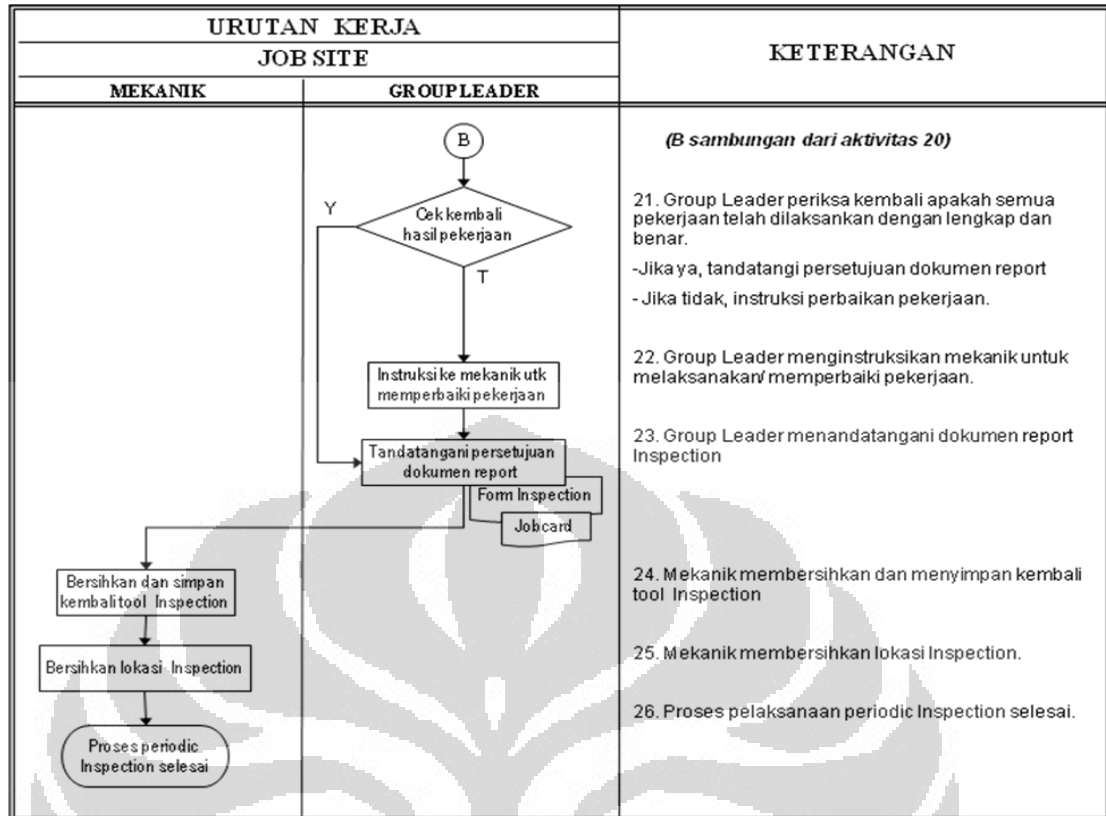
#### 4.5.1.1. Periodical Inspection

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 sparepart dan perencanaan penggantian maupun perbaikannya. Hal ini untuk mengantisipasi ketidak normalan yang ada pada komponen *undercarriage* unit tersebut sebelum unit itu dioperasikan. Dalam kegiatan ini selain dilakukan pengecekan juga dilakukan perbaikan kecil dan penyetulan terhadap komponen *undercarriage*, seperti ditunjukkan dalam tabel 16.

Tabel 16. Instruksi Kerja Program *Periodic Inspection*

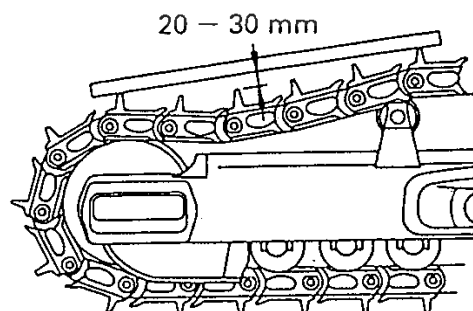
URUTAN KERJA		KETERANGAN
JOB SITE		
MECHANIC	GROUPLEADER	
<pre> graph TD     Start([Adanya jadwal periodic inspection equipment]) --&gt; D1{Cek apakah dokumen inspection lengkap?}     D1 -- Y --&gt; C1[Konfirmasi ke Group Leader]     D1 -- T --&gt; L1[Form inspection Jobcard Daily Plan]     L1 --&gt; C2[Group Leader lengkapi dokumen inspection]     C1 --&gt; D2{Cek kembali apakah part backlog lengkap?}     C2 --&gt; D2     D2 -- Y --&gt; C3[Konfirmasi ke Group Leader]     D2 -- T --&gt; C4[Group Leader konfirmasi ke Logistics untuk segera melengkapi part]     C3 --&gt; D3{Cek apakah tool inspection siap?}     C4 --&gt; D3     D3 -- Y --&gt; C5[Konfirmasi ke Group Leader]     D3 -- T --&gt; C6[Group Leader menyediakan tool yg diperlukan]     C5 --&gt; D4{Cek kebersihan equipment}     C6 --&gt; D4     D4 -- Y --&gt; C7[Equipment dicuci kembali]     D4 -- T --&gt; C6     C7 --&gt; A((A))     C6 --&gt; A   </pre>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adanya jadwal periodic inspection berdasarkan hour meter equipment</li> <li>2. Mekanik cek kelengkapan dokumen Inspection (Form Inspection, job card, daily plan inspection) - Jika ya, cek kelengkapan part. - Jika tidak, konfirmasi ke Group Leader utk melengkapi</li> <li>3. Mekanik konfirmasi kekurangan dokumen ke Group Leader.</li> <li>4. Group Leader melengkapi dokumen Inspection yang kurang</li> <li>5. Mekanik periksa kembali kelengkapan part backlog : - Jika ya, periksa kelengkapan tool service - Jika tidak, mekanik konfirmasi ke Group Leader.</li> <li>6. Mekanik konfirmasi kekurangan part ke Group Leader</li> <li>7. Group Leader konfirmasi kekurangan part ke Logistic agar segera dilengkapi.</li> <li>8. Mekanik periksa kembali kesiapan tool yang diperlukan - Jika ya, Mekanik periksa kebersihan equipment - Jika tidak, mekanik segera konfirmasi ke Group Leader</li> <li>9. Mekanik konfirmasi kekurangan tool ke group Leader</li> <li>10. Group Leader siapkan kekurangan tool yang diperlukan.</li> <li>11. Mekanik periksa kebersihan equipment untuk inspection - Jika ya, posisikan equipment di lokasi aman -- Jika tidak, cuci kembali equipment</li> <li>12. Equipment dicuci kembali</li> </ol> <p style="text-align: right;">(A bersambung ke aktivitas 13)</p>

URUTAN KERJA		KETERANGAN
JOB SITE		
MEKANIK	GROUPLADER	
<pre> graph TD     A((A)) --&gt; B[Posisikan equipment pada lokasi aman, aktifkan parking brake, lock, dan ganjal ban]     B --&gt; C[Cek hourmeter aktual equipment, catat di Fom Inspection]     C --- C1[Fom Inspection]     C --&gt; D[Isi data-data awal pada Fom Inspection]     D --- D1[Fom Inspection]     D --&gt; E[Laksanakan proses inspeccion sesuai item pada Fom]     E --- E1[Fom Inspection]     E --&gt; F[Langsung beritanda (V) pada Fom Inspection untuk Setiap item yg telah selesai dikerjakan]     F --- F1[Fom Inspection]     F --&gt; G{Cek kembali apakah semua item telah dilakukan.}     G -- Y --&gt; H[Lengkapi penyelesaian dokumen Fom Inspection dan Jobcard]     G -- T --&gt; E     H --- H1[Fom Inspection]     H --- H2[Jobcard]     H --&gt; I[Fom Inspection]     I --- I1[Jobcard]     I --&gt; J[Fom Inspection]     J --- J1[Jobcard]     J --&gt; B((B))   </pre>		<p><i>(A sambungan dari aktivitas 12)</i></p> <p>13. Mekanik memposisikan equipment pada lokasi aman, mengaktifkan parking brake, lock, dan ganjal ban.</p> <p>14. Mekanik periksa hour meter aktual equipment dan mencatat pada Form Inspection.</p> <p>15. Mekanik mengisi data-data awal pada Form Inspection S.</p> <p>16. Mekanik melaksanakan pekerjaan Inspection sesuai item pada Form Inspection.</p> <p>17. Mekanik langsung memberi tanda (V) ada Form Inspection untuk setiap item yang telah selesai dikerjakan.</p> <p>18. Mekanik periksa apakah seluruh item dalam Form Inspection telah dikerjakan : - Jika ya, lengkapi dokumen. - Jika tidak, laksanakan Inspection sesuai item pada Form Inspection.</p> <p>19. Mekanik melengkapi pengisian dokumen.</p> <p>20. Mekanik menyerahkan dokumen ke Group Leader</p> <p><i>(B bersambung ke aktivitas 21)</i></p>



Hal yang sangat penting dalam inspeksi tersebut adalah kekencangan pada *track link*. Berikut cara melakukan pengecekan kekencangan *track link* seperti gambar 48.

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

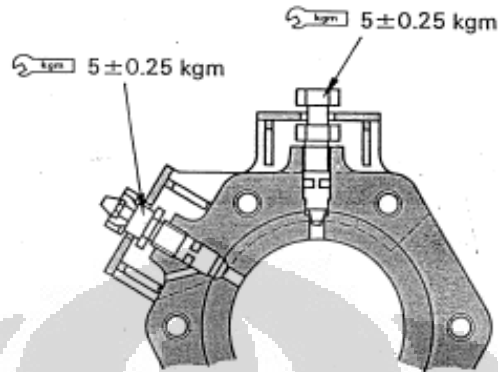


Gambar 48. Kekencangan *Track Link*



Berikut cara penyetelan untuk mengencangkan *track link* :

- a. Dengan menggunakan *grease pump*, injeksikan *grease* pada *fitting grease* pada *equalizer bar* seperti ditunjukkan pada gambar 49.



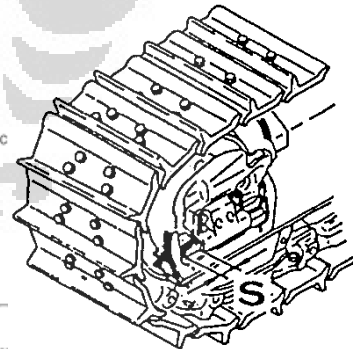
Gambar 49. *Fitting Grease*

- b. Periksa ketegangan *track* apakah sudah sesuai dengan standar atau belum, seperti ditunjukkan pada gambar 48.
- c. Perhatikan jarak *S* ( seperti pada gambar ) apabila mencapai 130 mm berarti keausan *link* assy sudah maksimal. Seperti ditunjukkan pada tabel 17.

Tabel 17. *Adjustment Recoil Spring*

Unit: mm

No.	Check item	Criteria				Remedy
		Standard size		Repair limit		
1	Recoil spring	Free length	Installed length	Installed load	Free length	Installed load
		952	755.0	29.288 kg		
2	Clearance between adjustment cylinder and bushing	Standard size	Tolerance		Standard clearance	Clearance limit
			Shaft	Hole		
		130	-0.036 -0.090	+0.070 0	0.036 — 0.160	0.5
3	Fitting pressure of idler yoke	40 ton				Adjustment
4	Clearance between rear pilot and nut	10				



(Sumber : *Shop Manual bulldozer Komatsu D155*)

Sebaliknya bila kondisi *track link* terlalu kencang, maka harus dikuranga dengan cara :

- a. Keluarkan *grease* dengan mengendorkan *fitting grease* pada *equalizer bar* seperti ditunjukkan pada gambar 49 satu putaran.

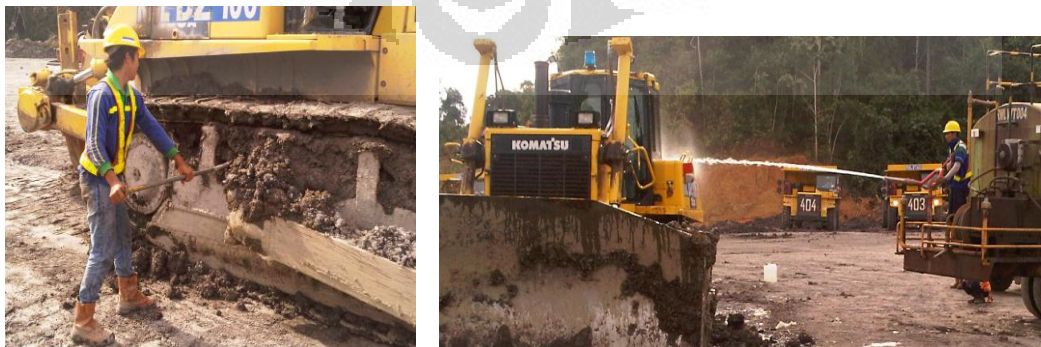
- b. Apabila *grease* tidak keluar, gerakan unit maju dan mundur.
- c. Kencangkan kembali *fitting grease* sesuai torsi nya.
- d. Periksa ketegangan *track*, apakah sudah mencapai nilai standar atau belum.
- e. Periksa ketegangan *track*, apabila belum mencapai nilai standar, lakukan lagi langkah dari a sampai e.

Adapun poin yang lain dalam inspeksi tersebut yang perlu dilakukan :

- a. Keausan secara fisik komponen *undercarriage*
- b. Kerusakan pada komponen *undercarriage*, seperti retak, bengkok, dan tidak berfungsinya komponen secara normal, seperti *carrier roller* tidak berputar.
- c. Kekendoran atau hilangnya *bolt* pada komponen *undercarriage*.

#### 4.5.1.2. *Periodic Cleaning dan Washing*

Kegiatan dimana 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. Karena tanah yang telah mengeras tersebut yang mempercepat keausan dan mengganggu fungsi kerja dari komponen *undercarriage*. Perawatan terhadap kebersihan komponen *undercarriage* dilakukan dengan interval waktu yang telah ditentukan selama tujuh (7) hari. Selain itu program ini berfungsi untuk meningkatkan kenyamanan dalam bekerja, meningkatkan kualitas ketelitian dalam melakukan inspeksi dan pengukuran. Program tersebut sering dijalankan bersamaan dengan *service* unit supaya mengurangi durasi *breakdown service*.



Gambar 50. Aktivitas *Cleaning & Washing*

#### 4.5.1.3. Program Pemeriksaan *Undercarriage*

Untuk program tersebut merupakan program yg sudah di jalankan sebelumnya dengan bekerja sama dengan PT.United Tracttors Tbk. sebagai *single distributor* unit-unit produk Komatsu. Dalam program PPU sudah dijelaskan sebelumnya pada Bab III, hanya dalam aplikasinya untuk perencanaan eksekusi dilakukan bersamaan dengan program *periodical service* kelipatan 500 Hrs. Sehingga pihak PT. United Tracttors Tbk. Akan diinformasikan *plan service* tersebut, dan hasil dari program pemeriksaan akan diinformasikan balik berupa hasil pengukuran, umur sisa dan rekomendasi *spare part* atau komponennya. Sehingga dari umur sisa pemakaian bisa direncanakan untuk perbaikan atau pengantiannya di perencanaan *service* berikutnya atau saat program *midlife* maupun *overhoule*.

#### 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 tersebut, seperti ditunjukkan dalam Diagram 08. Umur komponen-komponen kecil tersebut memiliki standar umur komponen 4.000 jam kerja. Komponent-komponen tersebut antara lain : *carrier roller, track roller* dan *teeth sprocket*.

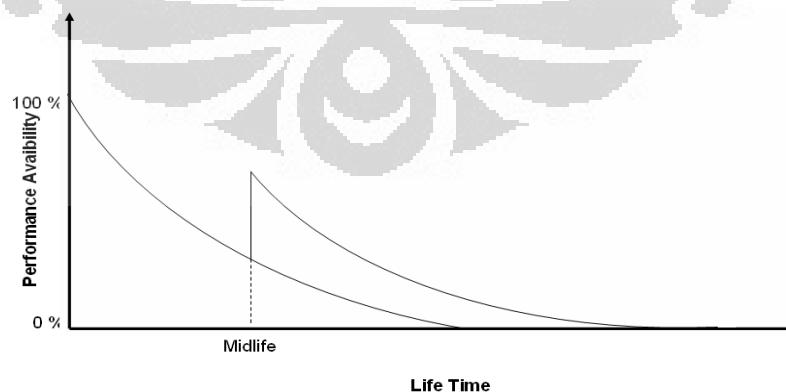
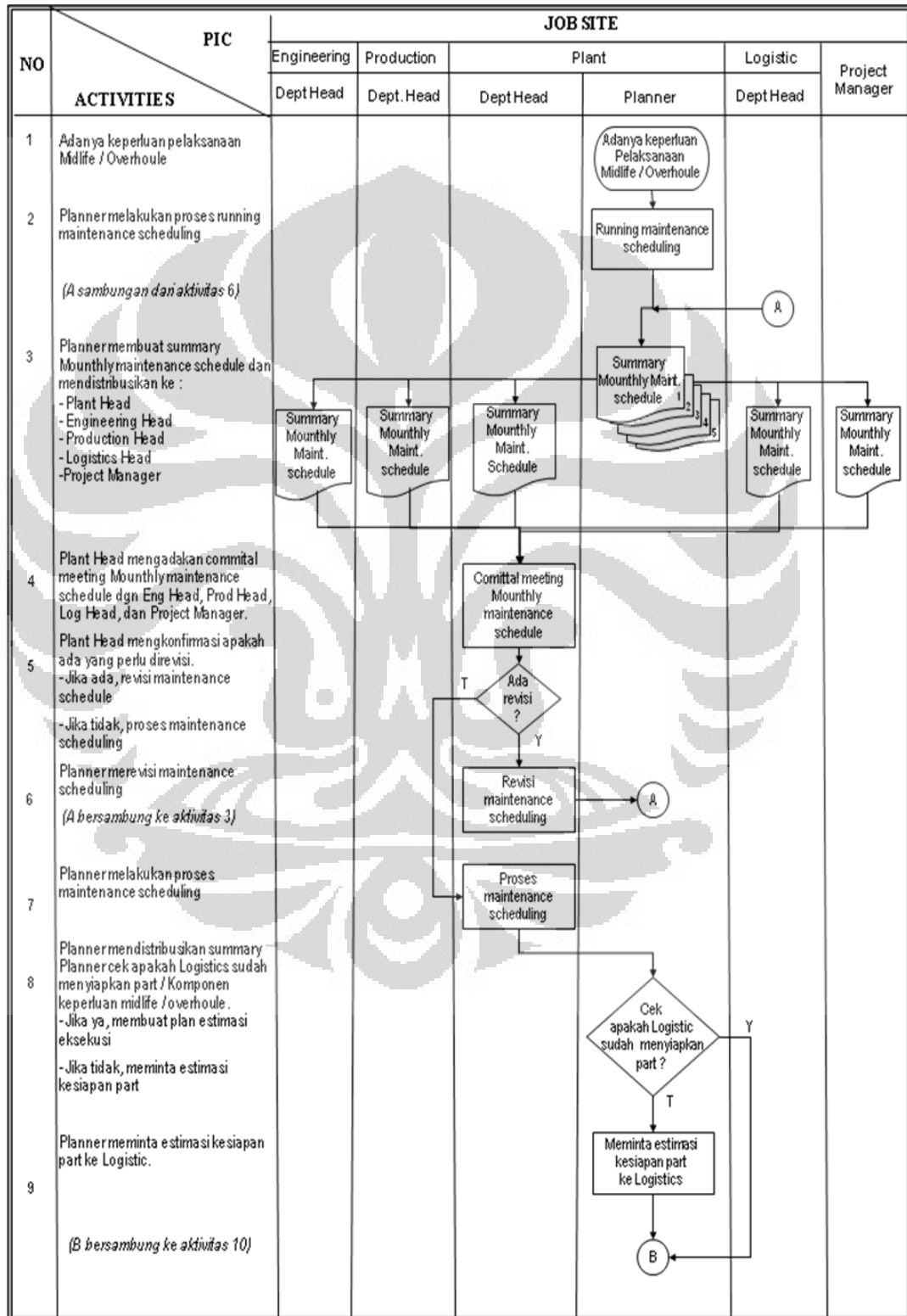


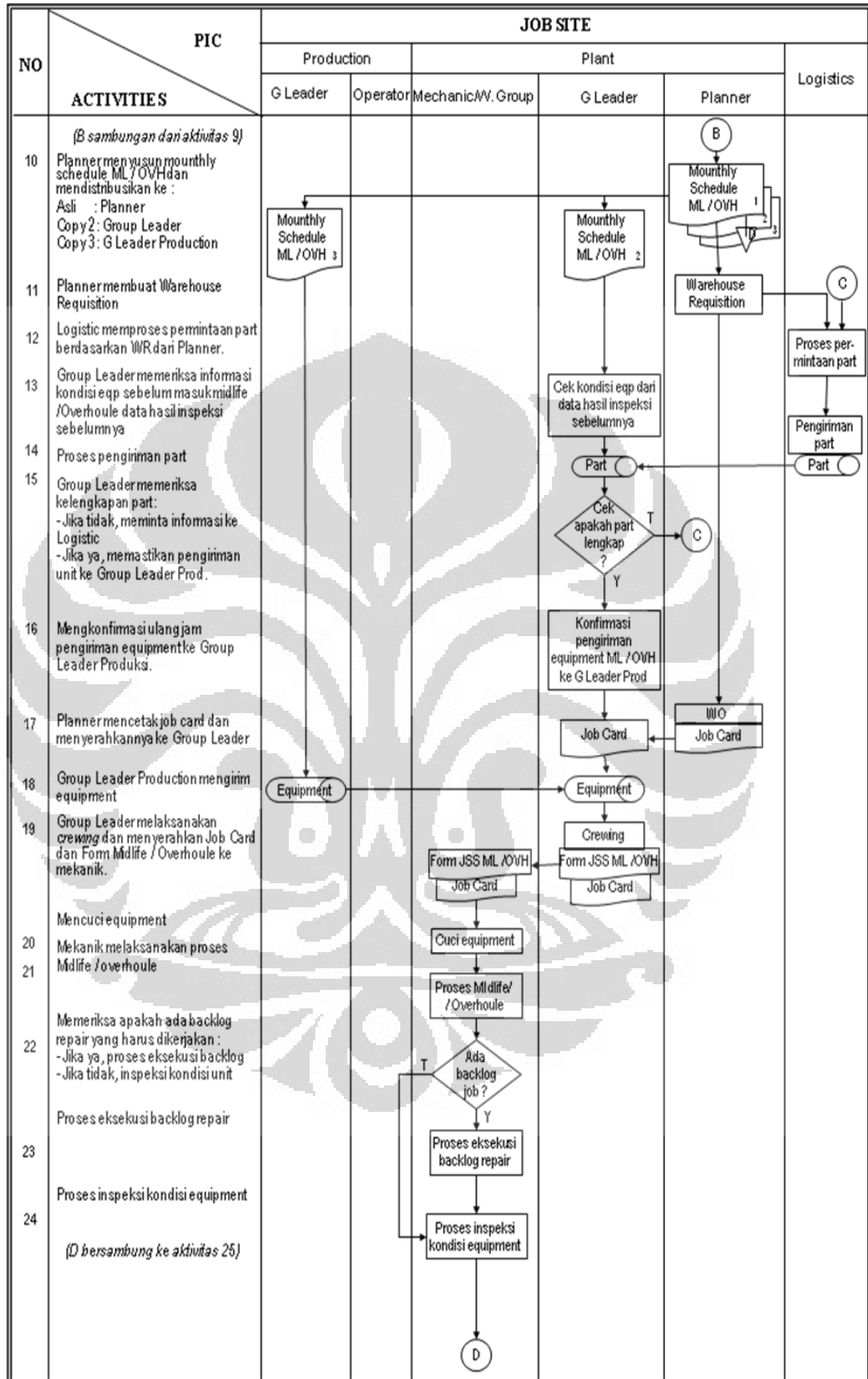
Diagram 03. *Midlife*

(Sumber : *Maintenance Trainee* PT. Pamapersada Nusantara Tbk.)

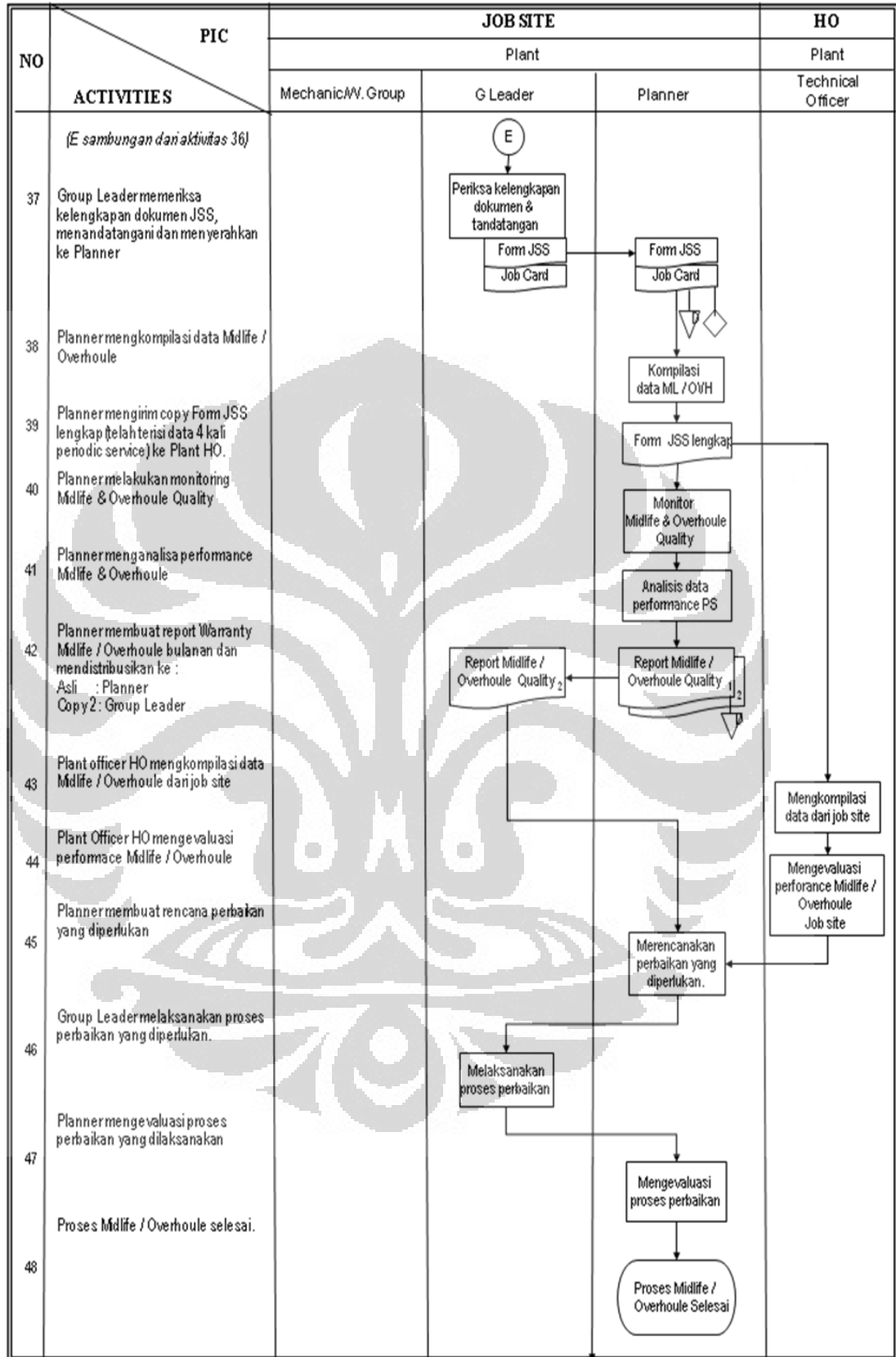
Untuk mempermudah dalam pelaksanaan program *midlife* dan *overhoule* maka dibuat sebuah *Standard Operation Prosedure (SOP)* seperti tabel 18.

Tabel 18. Standar Operation Prosedure Midlife dan Overhoule









Sedangkan untuk mengatur target dalam pelaksanaan program *midlife* maka dibuat sebuah *Form Job Schedule Sheet (JSS)* seperti tabel 19 Sehingga dari

form tersebut bisa ditemukan kendala-kendala yang membuat pelaksanaan program *midlife* lama, sehingga diharapkan dalam pelaksanaan eksekusi berikutnya tidak terulang kembali.

Tabel 19. Form Job Schedule Sheet Midlife

**JOB SCHEDULE SHEET**

PT. RUNG  
PT. RUNG MITRA LESTARI  
Mining Company  
Site :

Lead Time Monitoring Graph

MACHINE	COMPONENT		JOB DESCRIPTION	WO NO.	NO. DOCUMENT
MODEL	C/N	MODEL	S/N	WO DATE	SUPERVISOR
D155A-2		UNDERCARRIAGE	OVERHAUL	START	FINISH

NO	DESCRIPTION	DAY	%	hrs	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180	198	216	234	252	270	288	REMARK	
TOTAL		3,4																				
17	Final check	0,1	3,4	100%																		
18	Completed	0,22	3,3	97%																		
15	Install track shoe assy (rolling track) RH	0,17	3,1	91%																		
14	Install track shoe assy (rolling track) LH	0,17	2,9	85%																		
13	Replace teeth sprocket LH	0,22	2,7	80%																		
12	Replace teeth sprocket RH	0,22	2,5	74%																		
11	Install guard track roller LH	0,06	2,3	67%																		
10	Install guard track roller RH	0,06	2,2	65%																		
9	Replace track roller LH, no. 01,02,03,04,05,06, &	0,78	2,2	64%																		
8	Replace track roller RH, no. 01,02,03,04,05,06, &	0,78	1,4	41%																		
7	Remove guard track roller LH	0,06	0,6	18%																		
6	Remove guard track roller RH	0,06	0,6	18%																		
5	Replace carrier roller LH, no. 01,02	0,06	0,6	18%																		
4	Replace carrier roller RH, no. 01,02	0,06	0,4	12%																		
3	Remove track assy LH	0,2	0,4	11%																		
2	Remove track assy RH	0,2	0,2	7%																		
1	Washing Unit	0,06	0,1	3%																		

SECTION MECHANICAL		Date	Backlog																				
		Month																					
MAN POWER :		Man hours	u	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
1.		N	'04	'04	'04	'04	'04	'04	'04	'04	'04	'04	'04	'04	'04	'04	'04	'04	'04	'04			
2.	DELAYED	COULDS	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9			
3.		HOURS	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9			
	NORMAL ORDER	ITEM																					
		PCS																					
	REORDER	ITEM																					
		PCS																					

### 4.5.3. Overhoule Component

Jenis perawatan yang dilakukan dengan interval tertentu sesuai dengan standar *overhaule* di lakukan yang telah ditemukan terhadap masing - masing komponen yang ada. *Schedule overhaule* dilaksanakan untuk mengembalikan kondisi mesin atau komponen agar kembali ke kondisi standar sesuai dengan standar dari *factory*, seperti diagram 04. Dimana lama umur komponen berbanding terbalik dengan perfoma komponen tersebut. Untuk komponent-komponen overhoule antara lain : *front idler*, *Track link assy*, dan *recoil spring*.



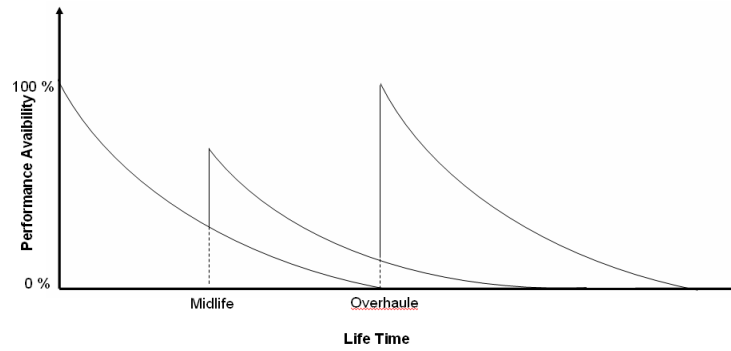


Diagram 04. Overhoul

(Sumber : Maintenance Trainee PT. Pamapersada Nusantara Tbk.)

Seperti halnya pada program *midlife* untuk program *overhoul* dalam perencanaan target pelaksanaan program *overhoul* dibuat juga sebuah *Form Job Schedule Sheet (JSS)*, seperti ditunjukkan dalam tabel 20.

Tabel 20. Form Job Schedule Sheet Overhoul

MACHINE		COMPONENT		JOB DESCRIPTION	WO NO.	RTU SC 1104012	NO. DOCUMENT	001 03 788 11																
MODEL	C/N	MODEL	S/N	OVERHAUL	WO DATE	12-Feb-11	SUPERVISOR	Dini Santoso																
DISSA-2	DZ 102	UNDERCARRIAGE	58025		START	06-Apr-11 <th>FINISH</th> <td>19-Apr-11</td>	FINISH	19-Apr-11																
NO	DESCRIPTION	DAY	%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%	21%
TOTAL		5.7																						
29	Final check	0.11	5.7	100%																				
28	Completed	0.22	5.6	96%																				
27	Install track shoe assy (rolling track) RH	0.17	5.4	94%																				
26	Install track shoe assy (rolling track) LH	0.17	5.2	91%																				
25	Install track frame assy LH	0.28	5.1	88%																				
24	Install track frame assy RH	0.28	4.8	83%																				
23	Install front idler LH	0.17	4.5	78%																				
22	Install front idler RH	0.17	4.3	75%																				
21	Install recoil spring LH	0.22	4.2	73%																				
20	Install recoil spring RH	0.22	3.9	68%																				
19	Replace teeth sprocket LH	0.22	3.7	65%																				
18	Replace teeth sprocket RH	0.22	3.5	61%																				
17	Install guard track roller LH	0.06	3.3	57%																				
16	Install guard track roller RH	0.06	3.2	56%																				
15	Replace track roller LH, no. 01,02,03,04,05,06, & 07	0.78	3.2	56%																				
14	Replace track roller RH, no. 01,02,03,04,05,06, & 07	0.78	2.4	41%																				
13	Remove guard track roller LH	0.06	1.6	28%																				
12	Remove guard track roller RH	0.06	1.6	27%																				
11	Replace carrier roller LH, no. 01,02	0.06	1.5	26%																				
10	Replace carrier roller RH, no. 01,02	0.06	1.4	25%																				
9	Remove front idler LH	0.11	1.4	24%																				
8	Remove front idler RH	0.11	1.3	23%																				
7	Remove recoil spring LH	0.17	1.2	20%																				
6	Remove recoil spring RH	0.17	1.0	17%																				
5	Remove track frame assy LH	0.22	0.8	14%																				
4	Remove track frame assy RH	0.22	0.6	11%																				
3	Remove track assy LH	0.17	0.4	7%																				
2	Remove track assy RH	0.17	0.2	4%																				
1	Washing Unit	0.06	0.1	2%																				

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 2.1. Kesimpulan

Komponen yang mengalami keausan yang paling besar pada unit *bulldozer* 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 yang bisa dikurangi akibat dari kerusakan yang tidak wajar pada komponen *undercarriage* sebesar 32,31%, yang terdiri dari kerugian biaya *spare part* (28,65%), biaya *man power* (0,72%), dan unit tidak beroperasi (2,94%).

Dalam menentukan peningkatan program perawatan komponen *undercarriage bulldozer* digunakan metode RCM. Dimana komponen *carrier roller* memiliki RPN dan prosentase (%) deviasi tertinggi (448, 19,15%). Kemudian untuk *track roller double flange* (280, 17,65%), *track roller single flange* (280, 16,91%), dan *teeth sprocket* (252, 19,47%).

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*. Untuk memperlancar dalam pelaksanaan program tersebut dibuat form *standard operation prosedure* (SOP), intruksi kerja (INK) dan *job schedule sheet* (JSS).

#### 2.2. 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 saat jam istirahat operator, dan dimasukkan dalam program *periodical service*, *midlife* dan *overhoule* unit.

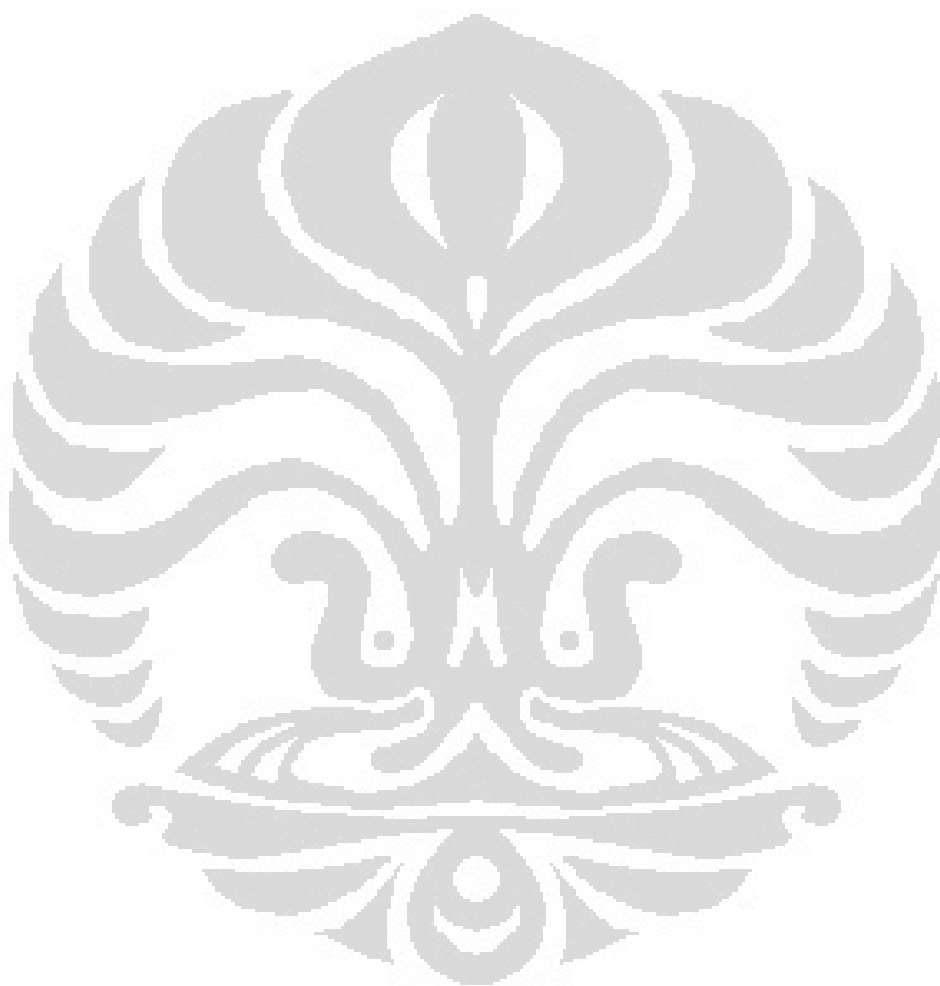
- Aktivitas program PPU, *midlife* dan *overhoule* komponen *undercarriage* di rencanakan bersamaan dengan program *periodical service* unit.
2. Pastikan sebelum melakukan aktivitas yang berhubungan dengan komponen *undercarriage*,
- Kondisi *engine* unit sudah mati
  - Unit berada pada tumpuan tanah yg stabil
  - Kondisi komponen *undercarriage* tidak dapat bergerak.



## DAFTAR REFERENSI

1. Anonim, *.Konsep Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Sumber dari :  
[http://digilib.itelkom.ac.id/index.php?option=com\\_content&view=article&id=453:konsep-reliability-centered-maintenance-rcm&catid=25:industri&Itemid=14](http://digilib.itelkom.ac.id/index.php?option=com_content&view=article&id=453:konsep-reliability-centered-maintenance-rcm&catid=25:industri&Itemid=14)
2. Anonim, *.Modul Analisa Undercarriage Wear*. Jakarta. PT. Komatsu Indonesia Tbk.
3. Anonim, *. Modul Basic Mechanical Course, Final Drive & Undercarriage*. Jakarta. PT. Pamapersada Nusantara Tbk.
4. Anonim, *. Modul Basic Trainee measurement Undercarriage*. Jakarta. PT. Komatsu Indonesia Tbk. *Catalog Bulldozer D155-6 Komatsu*. Sumber dari : [www.KomatsuAmerica.com](http://www.KomatsuAmerica.com)
5. Anonim, *. Modul Basic Undercarriage Wear*. Jakarta. PT. Komatsu Indonesia Tbk.
6. Anonim, 2002. *Operating and Maintenance Manual Book Bulldozer D155-2*. Jakarta. PT. Komatsu Indonesia Tbk.
7. Anonim, 2002. *Shop Manual Bulldozer D155 Komatsu*. Jakarta. PT. Komatsu Indonesia Tbk.
8. Anonim, 2005. *Specifications & Application Hand Book Komatsu Edition 26*.  
 Sumber : <http://www.scribd.com/doc/25234396/Handbook-Komatsu-Edition26>
9. Anonim, 2006. *Specifications & Application Hand Book Komatsu Edition 27*.  
 Sumber : <http://www.scribd.com/doc/25234396/Handbook-Komatsu-Edition27>
10. Anonim, 2011. *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)*.  
 Sumber : [http://en.wikipedia.org/wiki/Failure\\_mode\\_and\\_effects\\_analysis](http://en.wikipedia.org/wiki/Failure_mode_and_effects_analysis)
11. Anonim, 2011. *Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Sumber dari :  
[http://www.daunbiru.com/cms/index.php?option=com\\_frontpage&Itemid=1&limit=4&limitstart=4](http://www.daunbiru.com/cms/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1&limit=4&limitstart=4)
12. *Linkone 7 version software. Komatsu Product. 2009.*

# LAMPIRAN



Lampiran 01: Hasil Hasil PPU PT. United Traktor Tbk

REGISTER REPORT : SPR / P2U / RML / DZ1-08 / II / 25 / 03 / 10.

<b>Undercarriage Inspection Report</b>		Unit Number: <b>DZ1-08</b>	<b>PT. UNITED TRACTORS Tbk</b>			
Customer Name: <b>PT. RIUNG MITRA LESTARI</b>	Inspection Date : <b>25 Mar 10</b>	Model: <b>D155A-6</b>	Serial No: <b>85099</b>	S.N.R. <b>1652</b>	Work Operation: <b>EMBALUT</b>	
	Inspection By : <b>EKO MEI SAPUTRO</b>	Applic. <b>MINING</b>	Soil condition: <b>SOIL</b>	Work condition: <b>DOZING &amp; RIPPING</b>		
		Comment and Summary : <b>KEAUSAN KOMPONEN MASIH DALAM BATAS NORMAL</b>				

Components	Nominal Meas.	Measurement		% worn		LH Replacement Plan on	RH Replacement Plan on	HM Install		Life Time LH	Life Time RH	BRAND PARTS	
	Rebuild Limit	Left	Right	Left	Right			Left	Right			Left	Right
Link Pitch	915,4	920,0	920,0	20%	20%	11 Okt 10	11 Okt 10			1652	1652	KOMATSU	KOMATSU
	938,4												
Rail Height	144,0	143,0	143,0	6%	6%	31 Des 10	31 Des 10			1652	1652	KOMATSU	KOMATSU
	128,0												
Bushing OD	79,0	78,0	78,0	13%	13%	10 Des 10	10 Des 10			1652	1652	KOMATSU	KOMATSU
	71,5												
Carrier Height	80,0	72,0	70,0	16%	20%	19 Mei 11	29 Apr 11			1652	1652	KOMATSU	KOMATSU
	30,0												
Carrier Roller LH	190,0	181,0	183,0	47%	37%	3 Agu 10	29 Agu 10			1652	1652	KOMATSU	KOMATSU
	171,0												
Carrier Roller RH	190,0	181,0	183,0	47%	37%	3 Agu 10	29 Agu 10			1652	1652	KOMATSU	KOMATSU
	171,0												
Idlers	20,0	22,0	22,0	21%	21%	16 Nov 10	16 Nov 10			1652	1652	KOMATSU	KOMATSU
	29,5												
Track Shoes	0,0	2,0	2,0	33%	33%	3 Jul 10	3 Jul 10			1652	1652	KOMATSU	KOMATSU
	6,0												
Track Rollers	255,0	252,0	252,0	12%	12%	14 Des 10	14 Des 10			1652	1652	KOMATSU	KOMATSU
		252,0	252,0	12%	12%	14 Des 10	14 Des 10			1652	1652	KOMATSU	KOMATSU
		252,0	252,0	12%	12%	14 Des 10	14 Des 10			1652	1652	KOMATSU	KOMATSU
		252,0	252,0	12%	12%	14 Des 10	14 Des 10			1652	1652	KOMATSU	KOMATSU
		252,0	252,0	12%	12%	14 Des 10	14 Des 10			1652	1652	KOMATSU	KOMATSU
		252,0	252,0	12%	12%	14 Des 10	14 Des 10			1652	1652	KOMATSU	KOMATSU
	230,0	251,0	251,0	16%	16%	2 Des 10	2 Des 10			1652	1652	KOMATSU	KOMATSU

Component	Wear Percentage
Link Pitch	20%
Rail Height	6%
Bushing OD	13%
Track Shoes	33%
Carrier Rollers	42%
Idlers	21%
Sprockets	35%
Track Rollers	13%

Inspection Was Performed : Manually

Inspected By  
**EKO MEI SAPUTRO**  
( P2U Officer )

Aproved by  
**PT. UNITED TRACTORS Tbk.**

Aproved by  
**PT. RIUNG MITRA LESTARI**

**F. AGUNG N** ( Parts Analyst )  
**ILHAM KURNIAWAN** ( Parts Sales & Support )  
**WIJANG SASMITO A** ( Parts Dept Head )  
( Authorized Signature & Company Chop )

REGISTER REPORT : SPR / P2U / RML / DZ1-08 / III / 26 / 04 / 10.

<b>Undercarriage Inspection Report</b>		Link Number: <b>DZ1-08</b>	Distributor's Name: <b>PT. UNITED TRACTORS Tbk</b>			
Customer Name: <b>PT. RIUNG MITRA LESTARI</b>	Inspection Date : <b>26 Apr 10</b>	Model: <b>D155A-6</b>	Serial No: <b>85099</b>	S.M.R. <b>2277</b>	Work Operation: <b>EMBALUT</b>	
	Inspection By : <b>EKO MEI SAPUTRO</b>	Appl. : <b>MINING</b>	Soil condition: <b>SOIL</b>	Work condition: <b>DOZING &amp; RIPPING</b>		
		Comment and Summary : <b>KEAUSAN KOMPONEN MASIH DALAM BATAS NORMAL</b>				

Components	Nominal Meas.	Measurement		% worn		LH Replacement Plan on	RH Replacement Plan on	HM Install		Life Time LH	Life Time RH	BRAND PARTS	
	Rebuild Limit	Left	Right	Left	Right			Left	Right			Left	Right
	915,4	921,0	921,0	24%	24%	1 Nov 10	1 Nov 10			2277	2277	KOMATSU	KOMATSU
	938,4												
	144,0	142,5	142,5	9%	9%	22 Jan 11	22 Jan 11			2277	2277	KOMATSU	KOMATSU
	128,0												
	79,0	78,0	78,0	13%	13%	11 Jan 11	11 Jan 11			2277	2277	KOMATSU	KOMATSU
	71,5												
	80,0	65,5	64,0	29%	32%	16 Apr 11	1 Apr 11			2277	2277	KOMATSU	KOMATSU
	30,0												
	190,0	180,0	180,0	53%	53%	22 Agu 10	22 Agu 10			2277	2277	KOMATSU	KOMATSU
	171,0												
	190,0	180,0	180,0	53%	53%	22 Agu 10	22 Agu 10			2277	2277	KOMATSU	KOMATSU
	171,0												
	20,0	24,0	24,0	42%	42%	16 Okt 10	16 Okt 10			2277	2277	KOMATSU	KOMATSU
	29,5												
	0,0	2,5	2,5	42%	42%	22 Jul 10	22 Jul 10			2277	2277	KOMATSU	KOMATSU
	6,0												
	255,0	251,0	251,0	16%	16%	3 Jan 11	3 Jan 11			2277	2277	KOMATSU	KOMATSU
		251,0	251,0	16%	16%	3 Jan 11	3 Jan 11			2277	2277	KOMATSU	KOMATSU
		251,0	251,0	16%	16%	3 Jan 11	3 Jan 11			2277	2277	KOMATSU	KOMATSU
		251,0	251,0	16%	16%	3 Jan 11	3 Jan 11			2277	2277	KOMATSU	KOMATSU
		251,0	251,0	16%	16%	3 Jan 11	3 Jan 11			2277	2277	KOMATSU	KOMATSU
		251,0	251,0	16%	16%	3 Jan 11	3 Jan 11			2277	2277	KOMATSU	KOMATSU
	230,0	250,0	250,0	20%	20%	22 Des 10	22 Des 10			2277	2277	KOMATSU	KOMATSU

Component	Wear %
Link Pin	24%
Rail Height	9%
Bushing OD	13%
Track Shoes	31%
Carrier Rollers	53%
Idlers	42%
Sprockets	42%
Track Rollers	42%

Inspection Was Performed : **Manually**

Inspected By  
**EKO MEI SAPUTRO**  
( P2U Officer )

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

Approved by  
**PT. RIUNG MITRA LESTARI**



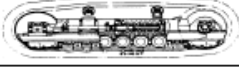
**F. AGUNG N**  
( Parts Analyst )










**AMAR ZAMANI**  
( Parts Sales & Support )

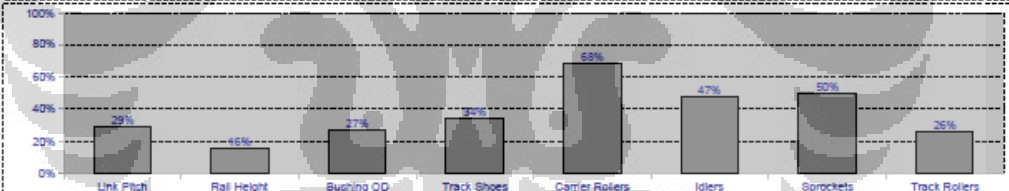
**WIJANG SASMITO A**  
( Parts Dept Head )

\_\_\_\_\_  
( Authorized Signature & Company Chop )

REGISTER REPORT : SPR / P2U / RML / DZ1-08 / IV / 09 / 07 / 10.

 <b>Undercarriage Inspection Report</b>		Link Number: <span style="background-color: yellow; padding: 5px;"><b>DZ1-08</b></span>		Distributor's Name:  <b>PT. UNITED TRACTORS Tbk</b>							
Customer Name: <b>PT. RIJUNG MITRA LESTARI</b>		Inspection Date : <b>9 Jul 10</b>		Model: <b>D155A-6</b>		Serial No: <b>85099</b>		S.M.R. <b>3704</b>		Work Operation: <b>EMBALUT</b>	
		Inspection By : <b>EKO MEI SAPUTRO</b>		Applic.: <b>MINING</b>		Soil condition: <b>SOIL</b>		Work condition: <b>DOZING &amp; RIPPING</b>			
		Comment and Summary : <b>KEAUSAN KOMPONEN MASIH DALAM BATAS NORMAL</b>									

Components	Nominal Meas.	Measurement		% worn		LH Replacement Plan on	RH Replacement Plan on	HM Install		Life Time LH	Life Time RH	BRAND PARTS	
	Rebuild Limit	Left	Right	Left	Right			Left	Right			Left	Right
	915,4	922,0	922,0	29%	29%	15 Mar 11	15 Mar 11	0	0	3704	3704	KOMATSU	KOMATSU
	938,4												
	144,0	141,5	141,5	16%	16%	30 Apr 11	30 Apr 11	0	0	3704	3704	KOMATSU	KOMATSU
	128,0												
	79,0	77,0	77,0	27%	27%	22 Mar 11	22 Mar 11	0	0	3704	3704	KOMATSU	KOMATSU
	71,5												
	80,0	63,0	63,0	34%	34%	4 Jun 11	4 Jun 11	0	0	3704	3704	KOMATSU	KOMATSU
	30,0												
	190,0	177,0	177,0	68%	68%	25 Sep 10	25 Sep 10	0	0	3704	3704	KOMATSU	KOMATSU
	171,0												
	190,0	177,0	177,0	68%	68%	25 Sep 10	25 Sep 10	0	0	3704	3704	KOMATSU	KOMATSU
	171,0												
	20,0	24,5	24,5	47%	47%	13 Des 10	13 Des 10	0	0	3704	3704	KOMATSU	KOMATSU
	29,5												
	0,0	3,0	3,0	50%	50%	17 Okt 10	17 Okt 10	0	0	3704	3704	KOMATSU	KOMATSU
	6,0												
	255,0	249,0	249,0	24%	24%	16 Jun 11	16 Jun 11	0	0	3704	3704	KOMATSU	KOMATSU
		249,0	249,0	24%	24%	16 Jun 11	16 Jun 11	0	0	3704	3704	KOMATSU	KOMATSU
		249,0	249,0	24%	24%	16 Jun 11	16 Jun 11	0	0	3704	3704	KOMATSU	KOMATSU
		249,0	249,0	24%	24%	16 Jun 11	16 Jun 11	0	0	3704	3704	KOMATSU	KOMATSU
		249,0	249,0	24%	24%	16 Jun 11	16 Jun 11	0	0	3704	3704	KOMATSU	KOMATSU
	248,0	248,0	28%	28%	29 Mei 11	29 Mei 11	0	0	3704	3704	KOMATSU	KOMATSU	
	230,0	247,0	247,0	32%	32%	11 Mei 11	11 Mei 11	0	0	3704	3704	KOMATSU	KOMATSU



Inspection Was Performed : Manually

Inspected By

**EKO MEI SAPUTRO**  
( P2U Officer )

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

Approved by  
**PT. RIJUNG MITRA LESTARI**

**F. AGUNG N**  
( Parts Analyst )

**AMAR ZAMANI**  
( Parts Sales & Support )

**WIJANG SASMITO A**  
( Parts Dept Head )

( Authorized Signature & Company Chop )



Lampiran 2 : Quotation No.: LUT/220/9915/IX/09/PN, PT.United Tractors

Tbk



No. : LUT/220/9915/IX/09/PN

Jakarta, 28 September 2009

Kepada Yth.

**PT RIUNG MITRA LESTARI**

Di Bekasi

**u.p Bpk. H. Afifi Jauhari**

**Hal: Penawaran Harga Alat-alat Berat (New Price)**

Dengan hormat,

Bersama ini kami sampaikan penawaran harga khusus/terbaik untuk produk KOMATSU HEAVY EQUIPMENT & SCANIA DUMP TRUCK yang berlaku mulai tanggal **1 September 2009**, yang dapat dipergunakan pada proyek pertambangan/perkebunan/konstruksi sbb:

**1. KOMATSU Hydraulic Excavator ..... Price : USD 305,000.-**

**Model : PC400LCSE-7 Standard (Brandnew)**

Spesifikasi Teknis:

Komatsu Engine SAA6D125E-3 330HP 1850 RPM, Travel Speed Control, 2 Stages Auto, Batteries 2x12 Volt 150 AH, Starting Motor 7.5 KW, Air Cleaner Double Element, Revo Frame Under Cover Std, Track Roller Guard Std, Mark & name Plate English and Indonesian, Conter Weight 9220 Kg, Rear View Mirror RH, Suspension Seat, With Reclining, Cab S/S type RH & Rear Window Fix, Track Shoe 800 MM Triple Shoe, Alternator 50 A, 7060 MM Boom Strengthened, 2400 MM Arm Strengthened, Hard Water Arrangement (Corrosion resistor), Poor Fuel (Contamination) Arrangement, Poor Fuel (Water) Arrangement, Water Separator, Working Light Front Add (Cab), Seat Belt 3 inch (78mm) Width, Radio AM/FM, Air Conditioner, Track Frame Under Cover, Cap & Overall, General Tool Kit, Spare Parts For First Service, 3.2 M3 (SAE) Strengthened Bucket , with Pin Adjuster

\*) Delivery Time: Ready stock di Jakarta, subject to prior sales.

**2. KOMATSU Hydraulic Excavator ..... Price : USD 210,000.-**

**Model : PC300SE-8 Standard (Brandnew)**

Spesifikasi Teknis:

246 HP (184 KW)/1950 RPM, Komatsu SAA6D114E-3 diesel engine, 800 mm triple grouser shoes, 6500 mm Boom Strengthened, 2200 mm Arm Assy 100H, Bucket HD 2.30 M3 HP c/w Teeth, Side Cutter, 60A alternator, 24 V/7.5 kW electric starting motor, Weather steel cab with safety glass window, Rigid seat with reclining + tilt, Seat Belt 3 inch ( 78 mm ) width, Radio AM/FM, Air Conditioner, Travel Alarm, Tool kits and ordinary spare parts

\*) Delivery Time: Ready stock di Jakarta, subject to prior sales.

**3. KOMATSU Hydraulic Excavator ..... Price : USD 107,000.-**

**Model : PC200-8 Standard Spec (Brandnew)**

Spesifikasi Teknis:

Base Machine, Batteries Large, Alternator (Seal) - 35A, Eops, Vand. Provision, Shoes TG Hole 800MM, Mark Plate Indonesian/English, Boom-5700MM – HD, 100H Arm-2900MM – HD, Bucket 0.93 M3, Hard water Arrangement, Working Light Front, FM/Am Radio for Asia, Pre Cleaner, All Materials, O.Manual (P) Eng.500H, EN Parts EMS, Cap & Overall, General Tool Kit, Spare Parts General

\*) Delivery Time: Ready stock di Jakarta, subject to prior sales.

UNIVERSITAS INDONESIA

- 4. KOMATSU Bulldozer ..... Price : USD 430,000.-**  
**Model : D155A-6 Mining Spec (Brandnew)**  
Spesifikasi Teknis:  
 360 HP/1900 RPM, Komatsu direct injection SAA6D140E-5, Turbocharged aftercooled diesel engine, Semi-U tilt dozer, Torqflow transmission, 560 mm single grouser shoes, Alternator 24 volt, 60 ampere, 24 V/11 kW electric starting motor, Seat belt for suspension seat, 50 mm, Engine hood and side covers, perforated type, Lighting system, Giant Ripper, variable digging angle type, Cabin Rops, Air Conditioner, Automatic Fire Suppression System, Automatic Lubrication System, Fast fuel fill system, Engine Shutdown, Komtrax, Orbcam, Tools kit and ordinary spare parts  
 \*) Delivery Time: Ready stock di Jakarta, subject to prior sales.
- 5. KOMATSU Bulldozer ..... Price : USD 203,000.-**  
**Model : D85E-SS-2A Standard (Brandnew)**  
Spesifikasi Teknis:  
 200 HP/1950 RPM, Komatsu S6D125E turbo charged water cooled diesel engine, Angle Dozer, Torqflow transmission, 610 mm single grouser shoe, 8 track rollers each side, Mark/Plate Indonesian/English, Front Pull Hook, Hitch, Poor Fuel (Dust) Arrangement, Poor Fuel (Water) Arrangement, Centralized Inspection Port, Fuel Tank Strainer, Water Separator, Intake W/ Precleaner, Cab Guard, All Materials, Cap & Overall, General Tool Kit, Spare Parts General, Operator and Maintenance Manual, Parts Book, Cab Guard.  
 \*) Delivery Time: Ready stock di Jakarta, subject to prior sales.
- 6. KOMATSU Motor Grader ..... Price : USD 138,000.-**  
**Model : GD511A-1 Standard Spec (Brandnew)**  
Spesifikasi Teknis:  
 135 HP/2900 RPM, Komatsu S6D95L diesel engine, 2x 12V 100 AH batteries, Starting Motor 5.5 Kw, 25 A Alternator, Air cleaner Double Element type, Seat Rigid type, 3.7 M Blade, Drawbar shift, Hyd Bank cut system, Wired stepladder, Hard water area arrangement, 2x 13.00/14.00-24 10PR G2 tubed tires with rim, 4x 13.00/14.00-24 10PR G2 tubed tires with rim, Head lights, Working Lights Rear, Combination lights, Water separator, Engine side cover, Scarifier Assy 9 Shank, Speedo Meter, Back Up Alarm, Steel Canopy, General Tool Kit, Spare Parts for First service, Operation & Maintenance Manual, Parts Book  
 \*) Delivery Time: Ready stock di Jakarta, subject to prior sales.
- 7. SCANIA Dump Truck ..... Price : USD 145,000.-**  
**Model : P380CB-6x4 Standard Spec (Brandnew)**  
Spesifikasi Teknis:  
 Gross Vehicle Weight : 30,000 Kgs  
 Front Axle Capacity : 9,000 Kgs  
 Rear Axle Capacity : 21,000 Kgs  
 Gross Combination Weight : 65,000 Kgs  
 Wheelbase : 3,100 mm  
 Drive : 6 x 4  
 Engine  
 Engine model : DC1217 - Euro 3  
 Number of Cylinder : 6 cylinder diesel engine with turbo & intercooler  
 Displacement : 12 litres  
 Net out put (HP) : 380 HP (280 KW)at 1900 rpm  
 Max Torque (Nm) : 1,900 Nm at 1100 - 1300 rpm  
 Engine retardation : Exhaust brake

## Transmission

Transmission model : GR900

Number of forward speed : Nine(9) forward speed + one (1) reverse speed with oil cooler

Gear ratios

Crawler : 16.86

1st : 10.1

2nd : 7.1

3rd : 5.09

4th : 3.75

5th : 2.69

6th : 1.89

7th : 1.36

8th : 1.00

Reverse : 16.42

Clutch type : Single dry plate with clutch wear protection

Front Axle

Capacity : 9,000 Kgs

Suspension : Parabolic 3 x 29 with shock absorber & anti roll bar

Rear Axle

Axle model : Bogie axle

Axle capacity : 21,000 Kgs

Axle gear : RB662 with hub reduction

Gear ratio : 3.42

Differential lock : Differential lock between axle & wheel

suspension : Multileaf 4 x 41 with anti roll bar

Brake : Air Brake - dual circuit

Fuel Tank capacity : 300 litres, steel material

Wheel & Tires

Tire size : 295/80 R22.5

Rim size : 8.25 x 22.5 inch

Frame

Type : Double Frame

Material : High tensile steel

Cab and its accessories

Cab model : CP14, with 4 point mechanical cab suspension

Operator seat : Air cushion - adjustable driver seat

Cab equipment : Air Conditioning (R134 gas)

Tinted windscreen

Clutch wear protection & Overload warning

Instrument cluster km/h with Trip

Computer

Air pressure display bar

Tachograph 7-day with record sheet

Adjustable steering wheel

Cruise control switch steering wheel

Engine hourmeter

Reverse alarm

Compressor air horn

Strobe light on top of cab

Fire Extinguisher

Hydraulic Jack

Rear high air intake

Accessories

Dump Vessel : PATRIA Dump Vessel (Scope End Type) DV17 Cap. 17 M3  
\*) Delivery Time: Ready stock di Jakarta, subject to prior sales.

Syarat-syarat penawaran adalah sebagai berikut :

- **Harga belum termasuk PPN 10%**
- Syarat Pembayaran : Cash, atau via Leasing/Bank
- Syarat Penyerahan : Franco Site di Embalut / Sungai Danau
- Waktu Penyerahan : Tercantum dalam spesifikasi teknis.
- Masa berlaku penawaran : 1 bulan sejak tanggal penawaran ini.

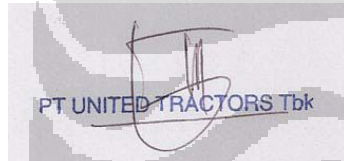
Harga tersebut diatas sudah termasuk :

1. Tiga kali Free Periodical Services pada : 250, 500 dan 1.000 HM.
2. Free Training untuk operator dan mekanik
3. Field Guidance untuk operator dan mekanik pada saat serah terima alat.
4. **Standard Warranty selama 1 (satu) tahun, unlimited hours untuk KOMATSU & SCANIA**

Demikian penawaran ini kami sampaikan, semoga telah sesuai dengan kebutuhan proyek Bapak. Apabila terdapat hal-hal lain yang dibutuhkan atau informasi selanjutnya tentang penawaran tersebut diatas, silakan menghubungi : **sdr. Erwin Listya Budi (HP: 0811 515 888)**. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,

**PT UNITED TRACTORS Tbk.**



**Erwin Listya Budi**  
Business Consultant

Lampiran 3 : Invoice No. 25/IV/2011, PT. Mitra Excellent Indonesia.



## Invoice

Address : Ruko Graha Mas Pemuda Blok AD 16  
 NPWP No. : 02.702.949.5-003.000  
 City, State ZIP : Pulogadung Jakarta Timur, 13220  
 Phone : +62 4712489  
 Fax : +62 471864483

DATE : 21-Apr-11  
 INVOICE # 025/IV/2011

**Bill To:**

Name : Mr. Totok Setiawan  
 Company : PT. Riung Mitra Lestari  
 Address : Perumahan Harapan Indah  
 Blok BB-06  
 City, State ZIP : Bekasi Barat 17131  
 Phone : (021) 888-65787  
 Fax : (021) 888-79842

Comments or Special Instructions : None

CONTACTPERSON	P.O. NUMBER	INV. DATE	POST	REC'D	TERMS
Lilik Adik K.	-	21-Apr-11			N30

QUANTITY	DESCRIPTION	Mp/Months	AMOUNT
52	Kontrak Mekanik Site Rantau Periode 21 Maret s/d 20 April 2011	8.500.000	Rp 442.000.000
7	Supervisor Site Rantau	15.000.000	Rp 105.000.000
59	Kontrak Mekanik Site Embalut Periode 21 Maret s/d 20 April 2011	8.500.000	Rp 501.500.000
9	Supervisor Site Embalut	15.000.000	Rp 135.000.000
33	Kontrak Mekanik Site Berau Periode 21 Maret s/d 20 April 2011	8.500.000	Rp 280.500.000
6	Supervisor Site Berau	15.000.000	Rp 90.000.000
15	Kontrak Mekanik Site Melak Periode 21 Maret s/d 20 April 2011	8.500.000	Rp 127.500.000
4	Supervisor Site Melak	15.000.000	Rp 60.000.000
SUBTOTAL			Rp 1.741.500.000
PPH			174.150.000
PPh 23			34.830.000
TOTAL			Rp 1.880.820.000

Please remit payment to :  
**PT. MITRA EXCELLENT INDONESIA**  
 BNI KCU Rawamangun  
 A/C. 159217479

INTEGRATED MAINTENANCE

UNIVERSITAS INDONESIA

## Lampiran 4 : Purchase Order No.HO/PRO/1008003, PT. Riung Mitra Lestari



Page : 1

**PURCHASE ORDER**

Revisi : 0

No. : HO/PRO/1008003

DATE : 11/08/2010

WO No. : -

**MESSR**

PT. Green Energy Investment  
 Jl. Tebet Timur Raya No. 58  
 Tebet Jakarta Selatan 12820  
 Telp. : (021) 83705184 / 83705082  
 Fax. : (021) 8315572

**DELIVERY PLACE/FREIGHT FORWARDER:**

PT. RIUNG MITRA LESTARI  
 Perumahan Harapan Indah Blok BB No.06  
 TELP : 021-88865787  
 FAX : 021-88879842  
 Bekasi Barat 17131, Indonesia

NO.	DESCRIPTION	PERIODE	QTY ORDER	UNIT PRICE IN IDR	TOTAL PRICE IN IDR	REFERENCE INV. NO.	COUNT. CODE
1	Bulldozer D155A-2 Komatsu	01-31 juli '10	1	Rp 55.000.000,00	Rp 55.000.000,00	INV-07-RML/VIII/10	5702-00-001
	PPN10%				Rp 5.500.000,00		
Note : Allocate : Site Rantau Exclude Maintenance Exclude Operator Exclude Mechanic							
<b>Total In IDR</b>					<b>Rp 60.500.000,00</b>		

*Supplier Confirmation:*  
 We acknowledge receipt of this Purchase Order  
 and confirm our compliance with details  
 and other terms and condition behind this page

SIGNED


NAME  
DATE

AUTHORIZED PERSON,

PT. RIUNG MITRA LESTARI

Yohanes Cahyo Wibowo

Lampiran 5 : Quotation No.: 121006882, PT. United Tractors Tbk.

 <b>PT UNITED TRACTORS Tbk</b> Jl. Raya Bekasi Km. 22, Jakarta 13310 - Indonesia Telp: (62-21) 4605649-4605655-4605673, Fax: (62-21) 4600766 www.unitedtractors.com		<b>QUOTATION</b> NO: <b>121006882</b> TANGGAL (DATE): 13/10/2009 TANGGAL (DATE): 13/10/2009		SYMBOL/PEMBAYARAN (T/C): <b>M30</b> SALESMAN/ODE: <b>Under Carriage D155A-2</b>		KEMERDIAAN SOLUTO <b>RILING MITRA LESTARI</b> Blok A-24 RT 022 RIV 005 / Landasan Ulin, Banjarbaru					
NO	MODEL	NO. PESANAN (ORDER REF)	NO. BUKU/CADANG PART'S NUMBER	RELEJASAN DESCRIPTION	BIANYANYA (QTY)	HARGA SATUAN (UNIT PRICE)	Jumlah Pesanan (ORDER AMOUNT)	TERSEDIA (AVAILABLE)	Jumlah Tersedia (AMOUNT OF AVAILABLE)	TANDA TANGAN (AUTHORIZED SIGNATURE)	
TPC	LDP	NO. PESANAN (ORDER REF)	KOMAR	NO. BUKU/CADANG PART'S NUMBER	NO. BUKU/CADANG PART'S NUMBER	NO. BUKU/CADANG PART'S NUMBER	NO. BUKU/CADANG PART'S NUMBER	NO. BUKU/CADANG PART'S NUMBER	NO. BUKU/CADANG PART'S NUMBER	NO. BUKU/CADANG PART'S NUMBER	
1				175-30-00575E	2	8.114,40	16.228,80				
2				175-30-00760E	4	1.174,30	4.697,20				
3				175-30-00770E	10	1.250,00	12.250,00				
4				175-30-00516E	4	703,50	2.814,00				
5				175-32-00503	1	14.114,00	14.114,00				
6				175-32-E1200	82	109,10	8.946,20				
7				178-32-05000E	11	229,80	2.527,80				
8				178-27-11150	54	7,70	415,80				
9				174-27-11630E	16	130,70	2.091,20				
10				01803-02430	54	5,70	307,80				
Jumlah: <b>64.854,70</b>											
Diskon: <b>6.465,42</b>											
PPN 10%: <b>71.119,62</b>											
TOTAL: <b>71.119,62</b>											

Lampiran 6 : Part Service News Replacement Part No. Comp.  
Undercarriage D155-2, D155A-2, D155-6, PT Komatsu Japan

COMPONENT CODE 03

## PART & SERVICE NEWS

REF NO.	DZ05016
DATE	FEB. 21, 2005

Page 1 of 1

**SUBJECT :** REPLACEMENT TO PART NUMBER UNDERCARRIAGE ON DZ155-2,  
DZ155A-2, D155-6

**PURPOSE :** To introduce modification procedure replacement part number undercarriage  
bulldozer DZ155-2, DZ155A-2, D155-6

**APPLICATION :** DZ155-2, DZ155A-2, D155-6  
Allocate Soil, Clay, Blue Clay, Sand Stone

**FAILURE CODE:** 0130AH

**DESCRIPTION:**

1. Introduction

Repair part number for interchange old part number in linkone programs

2. List of parts

Old Part No.	New Part No.	Description	Q'ty	Life Tim	Remarks
175-30-00575	175-30-00575E	IDLER ASSY	2	8000 WH	Replace
175-30-00760	175-30-00760E	TRACK ROLLER ASSY,SINGLE FLANGE	4	4000 WH	Replace
175-30-00770	175-30-00770E	TRACK ROLLER ASSY,DOUBLE FLANGE	10	4000 WH	Replace
175-30-00516	175-30-00516E	CARRIER ROLLER ASSY	4	4000 WH	Replace
175-32-00503	175-32-00503	LINK ASSY	1	8000 WH	Not Replace
175-32-E1200	175-32-E1200	SHOE	82	8000 WH	Not Replace
178-32-05000	178-32-05000E	SHOE BOLT KIT	11	8000 WH	Replace
178-27-11150	178-27-11150	BOLT	54	4000 WH	Not Replace
17A-27-11630	17A-27-11630E	TEETH	18	4000 WH	Replace
01803-02430	01803-02430	NUT	54	4000 WH	Not Replace

Printed in Japan  
(05)1

# KOMATSU

DZ05016