

ANALISA UMUR PAKAI IDLER BARU DAN IDLER REKONDISI UNIT CAT D7G

Michael Davit Sambuari¹, Sadat N. S. Sidabutar²

Abstraksi

Dalam pengoperasian alat berat *bulldozer* D7G di pertambangan batu bara, hal yang harus diperhatikan adalah laju keausan pada bagian *undercarriage*. *Undercarriage* adalah bagian alat berat yang terletak pada bagian bawah *bulldozer* yang langsung bersentuhan dengan permukaan tanah, air, batubara, dan material lainnya. *Undercarriage* mempunyai beberapa komponen, diantaranya yaitu : *track frame*, *track roller*, *carrier roller*, *idler*, *sprocket*, *track link*, *track shoe*, dan *guard*. Dari hasil penelitian dan analisa penentuan waktu penggantian *quality track servis* pengukuran keausan *idler*, dan diambil data pengukuran umur pakai pada setiap *idler* yaitu 16 *idler* baru dan 16 *idler* rekondisi didapatkan rata-rata usia pakai pada *idler* baru yaitu selama 2133 jam, sedangkan pada *idler* rekondisi didapatkan rata-rata usia pakai yaitu selama 1755 jam. Jika dilihat secara keseluruhan diketahui bahwa *idler* baru mempunyai umur pakai yang lebih lama daripada *idler* rekondisi.

Kata Kunci : *Idler*, Keausan, Usia Pakai, Waktu Penggantian

PENDAHULUAN

Bulldozer merupakan alat berat yang dirancang untuk pekerjaan penggalian, mendorong, menimbun, membabat, merintis, menggusur, dan meratakan material. Komponen utama pada *bulldozer* adalah *engine* sebagai penghasil tenaga dan kemudian tenaga tersebut dikirim ke *final drive* dan akan diteruskan oleh *undercarriage*. *Undercarriage* merupakan bagian dari *track drive system*, komponen yang terdapat di dalamnya yaitu: *idler*, *track frame*, *track link*, *track shoe*, *track roller*, *sprocket*, *carrier roller*.

Rekondisi *idler* merupakan proses perbaikan sehingga bisa kembali ke bentuk aslinya atau sesuai dengan buatan pabrik. Untuk merekondisi *idler* dilakukanlah proses pengelasan dengan metode tertentu salah satunya adalah

dengan menggunakan metode SAW (*submerger arc welding*).

Pada setiap *idler* terjadi perbedaan keausan antara komponen *idler* yang baru dengan yang telah direkondisi bisa disebabkan karena berbagai macam hal. Berdasarkan uraian diatas maka penulis menetapkan “Analisa Umur Pakai *Idler* Baru dan *Idler* Rekondisi unit CAT D7G” sebagai judul penelitian ini.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan beberapa rumusan masalah yaitu, berapa lama usia pakai pada *idler* baru dan *idler* setelah rekondisi dan bagaimana cara perhitungan keausan pada *idler*?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui usia pakai pada *idler* baru dan *idler* setelah rekondisi, dan

¹ Alumni Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan

² Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan

mengetahui proses perhitungan *idler* yang meliputi persentase keausan serta usia pakai.

Batasan Penelitian

Pada penelitian diberikan batasan masalah, sebagai berikut:

1. Bahan spesimen atau objek penelitian hanya bagian luar pada *idler*.
2. Pada bagian *undercarriage* obyek yang diteliti hanya *idler*, dengan cara mengukur keausan kedalaman yang terjadi karena gesekan antara *idler* dengan *track link*.
3. Pada penelitian ini tidak membahas tentang laju korosi pada *idler*.

KAJIAN PUSTAKA

Bulldozer

Bulldozer atau *dozer* merupakan alat berat yang menggunakan roda rantai (*crawler tractor*) untuk bergerak dan mempunyai tenaga besar dengan fungsi utamanya adalah untuk menarik, mendorong, menggusur, meratakan, dan lain-lain. *Bulldozer* memiliki satu *engine* sebagai sumber tenaga, dari *engine* tenaga diteruskan oleh *torque converter* dan diteruskan sampai ke *transmise* menggunakan *universal joint*, selanjutnya dari *transmisi* tenaga diteruskan ke *transfer*, *steering clutch*, *steering brake*, dan terakhir menuju ke *final drive*, dan dari *final drive* tenaga akan diteruskan ke *track link* melalui *sprocket* yang

terpasang pada *final drive* dan menggerakkan seluruh komponen pada bagian *undercarriage*. *Caterpillar* memproduksi *bulldozer* dengan pengkodean produk yang dimulai dari huruf “D” dimana D3 sampai D11 adalah model yang menandakan ukuran dari *machine*.

D → Model Unit *bulldozer*

7 → Ukuran dari unit *bulldozer*

G → Tingkat teknologi

Undercarriage

Pada Unit CAT D7G rancangan *undercarriage* berbentuk *oval track*. Rancangan *undercarriage* yang digunakan *caterpillar* terdiri dari dua jenis yaitu *oval track* dan *elevated sprocket track*. *Oval track undercarriage* terdapat pada unit *bulldozer* D3 hingga D7, sedangkan *elevated sprocket track undercarriage* adalah jenis terbaru yang terdapat pada unit *bulldozer* D8 hingga D11.

Komponen Utama *Undercarriage*

Komponen *undercarriage* adalah sebagai berikut:

1. *Track Link*, berfungsi sebagai alat untuk menghubungkan *track shoe* dan berfungsi sebagai rel bersambung (*continues rail*) untuk *roller*.
2. *Track Shoe*, berfungsi untuk menopang berat mesin, memberikan

traksi, pengapungan, dan kemudahan dalam bermanuver

3. *Sprocket*, adalah untuk mentransfer beban gerak dari *final drive* sampai *bushing*.
4. *Track Roller*, adalah untuk memandu mesin, menopang berat mesin dan mendistribusikan berat mesin disepanjang *track*.
5. *Carrier Roller*, berfungsi untuk menopang berat *track* di antara *idler* dan *sprocket*, serta menahan *track link* agar tidak melentur kebawah
6. *Idler*, adalah memastikan bahwa *track chain* dipandu dengan tepat masuk ke dalam *track roller*, menopang berat mesin, dan sebagai peredam kejut.

Idler Rekondisi

Idler rekondisi adalah *idler* yang telah mencapai batas usia pakai atau *idler* telah mencapai keausan 100% dan dilakukan peremajaan (*rebuild*) sehingga mengembalikan komponen *idler* seperti layaknya kondisi baru.

Jenis Keausan pada Idler

Terdapat 3 jenis keausan pada *idler* yang menyebabkan efek dan penanganan yang berbeda yaitu (Sonny Luntungan, 2003) :

1. *Tread Wear (Normal Wear Patern)*

Penyebab: *sliding* kontak dengan komponen *track link undercarriage*, *track* terlalu kencang, *impact*,

abrasive, *manuver*, kecepatan. **Efek:** *Track idler* akan lebih cepat aus dibandingkan komponen lainnya.

Penanganan: melakukan *rebuild* dengan cara pengelasan jika keausannya masih dalam batas standar dan lakukan penggantian jika keausannya sudah melebihi batas.

2. *Flange Side Wear*

Penyebab: *sliding* kontak dengan bagian dalam *track link*, pengoperasian unit pada posisi miring (*side hills*), pemilihan *shoe* yang salah atau *wide shoe*, *manuver*, ketidak sejajaran dengan *carrier roller* atau *track roller*. **Efek:** perbaikan pada bagian tersebut lebih sulit dilakukan, mempercepat umur pakai *track link*. **Penanganan:** penyetelan *track link* sesuai toleransi yang diizinkan, menyeimbangkan mesin sesuai dengan kebutuhan.

3. *Flange Top Wear*

Penyebab: *sliding* kontak dengan bahan *abrasive* atau bebatuan yang masuk kedalam daerah *idler*. *Sliding* kontak dengan *link* yang melompat kearah tapak, kondisi jalan yang keras, lepas jalur dari *track link*. **Efek:** mengurangi keakuratan pengukuran keausan pada kondisi normal, karena jarak *width center* berkurang. **Penanganan:** lakukan pembersihan

dan pasang pelindung *idler*, lakukan penyetelan *track* agar tidak keluar jalur.

Faktor Yang Mempengaruhi Keausan Idler

Faktor yang dapat dikendalikan :

1. Kekencangan *track*
2. Kelurusan (*alignment*)

Posisi *idler* yang tidak tepat dapat menyebabkan keausan menjadi lebih cepat misalnya:

a. *Toe-in* atau *toe-out*

Bila dilihat dari atas, *idler* tidak sejajar dengan garis tengah *roller frame*.

Penyebab: *idler support box* atau *idler yoke* tertekuk atau bengkok. **Efek:** mempercepat keausan sisi *idler* karena bergesekan dengan *track link*. **Penanganan:** meluruskan *idler* bagian *support box* atau *yoke*.

b. Ketinggian *idler*

Penyebab: ketinggian *idler* yang tidak cukup, *manuver*, kecepatan yang berlebihan, karena kesalahan penyesuaian (*adjustment*) dan menyebabkan hilangnya bantalan *bogie*. **Efek:** jika tinggi *idler* terlalu rendah akan menyebabkan getaran mesin yang berlebihan. **Penanganan:** menggunakan standart ketinggian untuk mengatur ketinggian *idler* yang benar.

c. *Idler* bergeser

Penyebab: *sliding* kontak dengan komponen *track link undercarriage*,

track terlalu kencang, *impact*, *abrasive*, *manuver*, kecepatan. **Efek:** *track idler* akan lebih cepat aus dibandingkan komponen lainnya. **Penanganan:** penyetelan *track link* sesuai toleransi yang diizinkan, menyeimbangkan mesin sesuai dengan kebutuhan.

d. *Idler* terpuntir (*twist*)

Penyebab: *sliding* kontak dengan komponen *track link undercarriage*, *track* terlalu kencang, *impact*, *abrasive*, *manuver*, kecepatan. **Efek:** *track idler* akan lebih cepat aus dibandingkan komponen lainnya. **Penanganan:** penyetelan *track link* sesuai toleransi yang diizinkan.

3. Pembersihan komponen *idler*

Faktor Yang Sebagian Dapat Dikendalikan

Pada faktor yang sebagian dapat dikendalikan memang tidak dapat dikendalikan sepenuhnya, tetapi dapat diimbangi oleh perilaku operator *dozer*, misalnya :

1. *Speed* (kecepatan *dozer* saat beroperasi)
2. *Turning* (sering membelok ke arah yang sama)
3. *Slipping* (tergelincir)

Faktor yang Tidak Dapat Dikendalikan

1. Kondisi tanah dan kondisi permukaan tanah (*soil and underfoot conditions*)

- a. *Abrasivitas*, adalah bebatuan atau tanah yang menggores atau mengikis komponen *idler*.
 - b. *Impact* (dampak tumbukan), adalah yang terjadi di area medan ditentukan oleh berat mesin dan kecepatan, jika bagian depan *dozer* sering mengalami *impact* akan mengakibatkan *idler* cepat mengalami kerusakan misalnya : *shaft* dan *bearing*.
 - c. *Packing* (material yang menempel atau menyumbat), adalah kondisi dimana pada saat *dozer* beroperasi material-material asing menempel, menyumbat, dan mengganjal.
 - d. *Moisture* (embun), sangat berkontribusi terhadap *abrasivitas* dan *packin*, Kelembaban atau air sendiri dapat menimbulkan korosi pada komponen *idler*.
 - e. *Temperatur* (suhu), suhu yang sangat tinggi dapat merusak *seal* dan melunakkan baja yang tadinya sudah dikeraskan. Sedangkan suhu yang rendah, dibawah -40°C dapat menyebabkan kerapuhan pada baja.
 - f. *Chemical and salinity* (bahan kimia dan kadar garam), dapat menyebabkan kerusakan dan keausan pada *idler* menjadi lebih parah misalnya : keretakan dan *korosi*.
2. Kondisi daerah medan (*terrain conditions*)

3. Jenis aplikasi saat pengoperasian (*Aplication conditions*)
 - a. *Dozing and push loading*
 - b. *Ripping and drawbar*
 (*Caterpillar Inc.*, 2007).

Uji Kecukupan Data

Untuk Penentuan jumlah sampel menggunakan cara *Slovin*:

$$N' = \frac{N}{N(d)^2 + 1}$$

Dimana :

N' = Jumlah sampel

N = Jumlah populasi

D = Derajat kepercayaan 99% dengan tingkat kesalahan (*error*) 1% (0,01)

Menghitung Persentase Keausan *Idler*

Untuk menentukan berapa persen (%) keausan pada *idler*, dapat menggunakan rumus, sebagai berikut:

$$Y_n = \frac{std - act}{std - lmt} \times 100\%$$

Dimana:

y_n =Persentase keausan (%)

std =Ukuran standar (mm)

act =Hasil pengukuran aktual (mm)

lmt =Batas limit keausan (mm)

(Anonim, *Caterpillar Inc.*, 2007).

Menghitung Usia Pakai *Idler*

Ekstrapolasi adalah memperkirakan data baru dengan menggunakan data-data pengukuran yang didapatkan.

$$x_n = \frac{100\%}{y_n} (x_2 - x_1) + x_1$$

Dimana:

x_n =Perencanaan jam penggantian (jam)

y_n =Keausan pengukuran terakhir (%)

x_1 =Service Meter Reading pemasangan (jam)

x_2 =Service Meter Reading pengukuran terakhir (jam)

Untuk mengetahui tanggal penggantian *idler* digunakan rumus sebagai berikut :

$$D_n = \frac{x_n - lt}{Whd}$$

Dimana:

D_n =Tanggal penggantian *idler* (hari)

x_n =Perencanaan jam pengantian (jam)

lt =Masa pakai inspeksi terakhir (jam)

Whd =Jam kerja (jam/hari)

(Ali Abrar, 2012).

Menghitung Rata-rata Usia Pakai *Idler*

Untuk menghitung rata-rata usia pakai pada *idler* digunakan rumus sebagai berikut (Sudjana, 1989) :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Dimana :

\bar{x} =Rata-rata hitung

x_i =Nilai jumlah ke- i

n =Jumlah sampel

METODOLOGI PENELITIAN

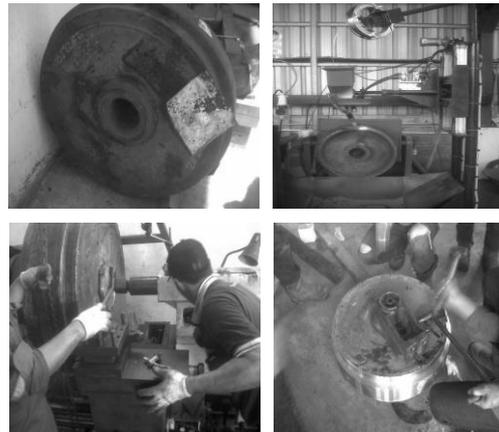
Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di PT. Surya Putra Perkasa Abadi yang berlokasi di Jl. Mulawarman No. 08 RT. 03, Balikpapan.

Penelitian berlangsung pada bulan November 2014 - Juni 2015.

Obyek Penelitian

Obyek penelitian pada penelitian ini adalah analisa kerusakan pada *undercarriage* komponen *idler* alat berat, yang meliputi tentang keausan yang terjadi karna gesekan.



Gambar 1. Proses Perbaikan *Idler* Rekondisi

Metode Penelitian

1. Metode *literatur*, yaitu peneliti mengumpulkan berbagai macam data-data yang berupa buku-buku yang diterbitkan oleh *caterpillar* dan referensi pendukung lainnya.
2. Metode *observasi*, yaitu peneliti secara langsung melakukan pengamatan dan langsung terlibat di dalam proses pengukuran keausan terhadap obyek yang akan diteliti.
3. Metode *analisa*, yaitu peneliti menyusun semua data-data yang didapatkan dari pelaksanaan metode literatur dan observasi

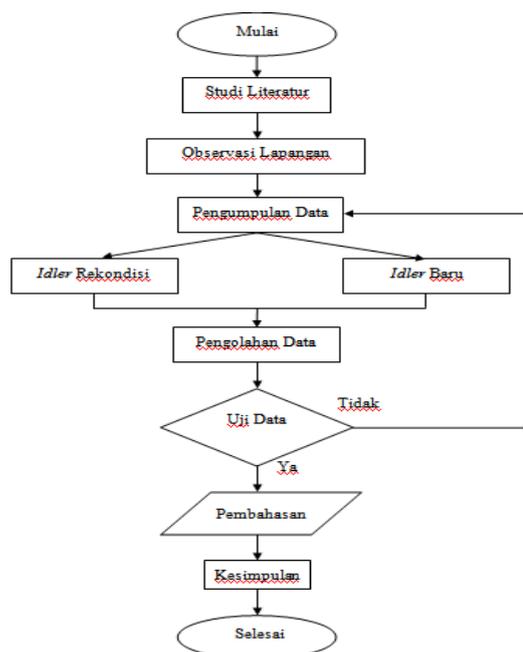
Variabel Penelitian

1. Variabel bebas yaitu, pada penelitian ini dilakukan pengukuran kedalaman keausan pada *idler*.
2. Variabel terikat, yaitu perhitungan persentase keausan.
3. Variabel terkontrol, yaitu usia pakai pada *idler*, jadi dari data *inspection* peneliti menghitung usia pakai pada *idler* baru dan *idler* rekondisi dan melakukan perencanaan penggantian *idler*.

Prosedur Penelitian

1. Menyiapkan semua alat sebelum mengukur keausan pada komponen *idler*.
2. Membersihkan terlebih dahulu bagian yang akan diukur pada *idler* dari material-material yang menempel.
3. Melakukan pengambilan data keausan pada *idler*.
4. Peneliti menggunakan alat ukur jangka sorong, dibantu dengan penggaris besi untuk meratakan bagian atas *idler*.
5. Hasil pengukuran didapatkan, dalam berupa angka dalam satuan millimeter.
6. Peneliti mendapatkan kesimpulan yang sebenarnya pengaruh dari gesekan yang menyebabkan keausan pada komponen *idler* dan didapatkan pula data usia pakai pada *idler*.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengukuran *Idler* CAT D7G

Dari hasil Pengukuran dilapangan diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 1. Pengukuran Keausan *Idler* Baru

<i>Idler Baru</i>				
Date	SMR (jam)	Life (jam)	Standar: 20 mm Limit: 32.5 mm	
			Left side	Right side
24 November 2014	23,700	0	20 mm	20 mm
21 Desember 2014	24,240	540	23 mm	23 mm
17 Januari 2015	24,770	1070	26 mm	26 mm
28 Februari 2015	25,602	1902	31 mm	31 mm

Tabel 2. Pengukuran Keausan *Idler* Rekondisi

<i>Idler Rekondisi</i>				
Date	SMR (jam)	Life (jam)	Standar: 20 mm Limit: 32.5 mm	
			Left side	Right side
12 Maret 2015	25,875	0	20 mm	20 mm
11 April 2015	26,420	545	24 mm	24 mm
30 April 2015	26,785	910	27 mm	27 mm
4 Juni 2015	27,477	1602	31,5 mm	31,5 mm

Analisa Data

Uji Kecukupan Data

Peneliti menentukan jumlah sampel berdasarkan populasi *idler* yang berjumlah 16 *idler* baru dan 16 *idler* setelah rekondisi dengan tingkat kesalahan 1% maka akan diperoleh jumlah sampel sebagai berikut:

$$N' = \frac{16}{16(0,01)^2 + 1} = 16 \text{ sampel idler}$$

Menghitung Persentase Keausan *Idler*

a. *Idler* baru

1. Persentase keausan data pertama

$$y_n = \frac{20 - 20}{20 - 32,5} \times 100\% = 0\%$$

2. Persentase keausan data kedua

$$y_n = \frac{20 - 23}{20 - 32,5} \times 100\% = 24\%$$

3. Persentase keausan data ketiga

$$y_n = \frac{20 - 26}{20 - 32,5} \times 100\% = 48\%$$

4. Persentase keausan data keempat

$$y_n = \frac{20 - 31}{20 - 32,5} \times 100\% = 88\%$$

b. *Idler* rekondisi

1. Persentase keausan data pertama

$$y_n = \frac{20 - 20}{20 - 32,5} \times 100\% = 0\%$$

2. Persentase keausan data kedua

$$y_n = \frac{20 - 24}{20 - 32,5} \times 100\% = 32\%$$

3. Persentase keausan data ketiga

$$y_n = \frac{20 - 27}{20 - 32,5} \times 100\% = 56\%$$

4. Persentase keausan data keempat

$$y_n = \frac{20 - 31,5}{20 - 32,5} \times 100\% = 92\%$$

Menghitung Usia Pakai *Idler*

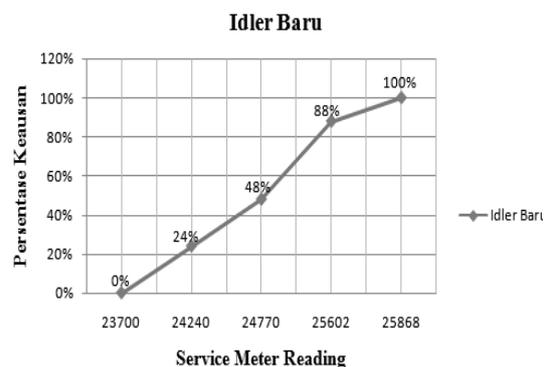
1. *Idler* baru

$$x_n = \frac{100\%}{88\%} (25602 - 2370 + 23700) \\ = 25868 \text{ jam}$$

Jadi *idler* baru perlu diganti pada saat SMR alat berat mencapai 25868 jam, sehingga diketahui bahwa *idler* baru mempunyai masa pakai selama 25868 jam - 23700 jam = 2168 jam. Maka penggantian *idler* baru akan dilakukan pada tanggal (dengan 1 hari kerja = 20 jam) :

$$D_n = \frac{2168 - 1902}{20} = 13 \text{ hari}$$

Sehingga diketahui pada inspeksi terakhir yang dilakukan pada tanggal 28 Februari 2015 + 13 hari, dan didapatkan tanggal penggantian *idler* yang akan dilakukan pada 12 Maret 2015 pada saat SMR alat berat menunjukkan 25868 jam.



Gambar 3. Grafik Keausan *Idler* Baru

2. *Idler* rekondisi

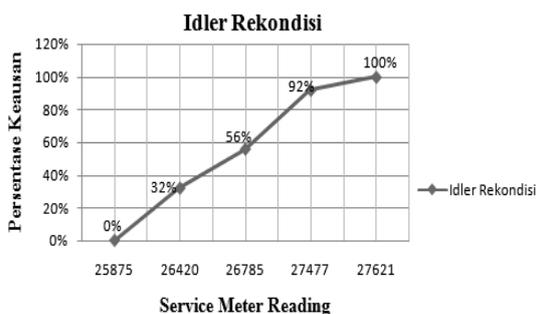
$$x_n = \frac{100\%}{92\%} (27477 - 25875) + 25875 \\ = 27621 \text{ jam}$$

Jadi *idler* rekondisi perlu diganti pada saat SMR alat berat mencapai

25875 jam, sehingga diketahui bahwa *idler* rekondisi mempunyai masa pakai selama 27621 jam – 25875 jam = 1746 jam. Maka penggantian *idler* rekondisi akan dilakukan pada tanggal :

$$D_n = \frac{1746 - 1602}{20} = 7 \text{ hari}$$

Sehingga diketahui pada inspeksi terakhir yang dilakukan pada tanggal 4 Juni 2015 + 7 hari, dan didapatkan tanggal penggantian *idler* yang akan dilakukan pada 11 Juni 2015 pada saat SMR alat berat menunjukkan 27621 jam.



Gambar 4. Grafik Keausan *Idler* Rekondisi

Menghitung Rata-Rata Usia Pakai *Idler*

1. *Idler* baru

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = 2133 \text{ jam}$$

Jadi dapat disimpulkan rata-rata *idler* baru dapat bertahan selama 2133 jam.

2. *Idler* rekondisi

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = 1755 \text{ jam}$$

Jadi dapat disimpulkan rata-rata *idler* rekondisi dapat bertahan selama 1755 jam.

Tabel 3. Rekapitulasi Usia Pakai

a. *Idler* Baru

No	Life (jam)
1	2168
2	2168
3	2192
4	2192
5	2045
6	2045
7	2122
8	2122
9	2118
10	2118
11	2120
12	2120
13	2151
14	2151
15	2147
16	2147

b. *Idler* Rekondisi

No	Life (jam)
1	1746
2	1746
3	1789
4	1789
5	1686
6	1686
7	1744
8	1744
9	1752
10	1752
11	1775
12	1775
13	1767
14	1767
15	1780
16	1780

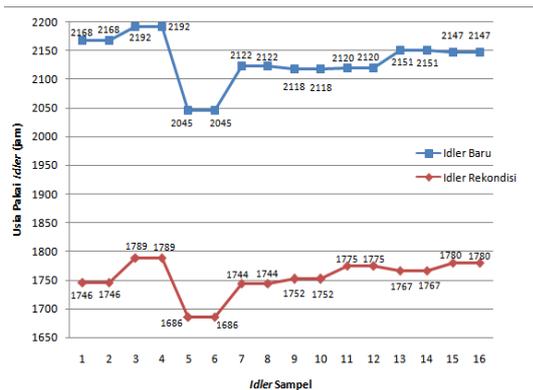
Pembahasan

Analisa *Idler* Baru dan *Idler* Rekondisi

Dari hasil pengukuran keausan pada setiap spesimen uji dan dilakukan analisa ke setiap *idler* tampak terlihat perbedaan keausan dari masing-masing *idler* yaitu pada 16 *idler* baru dan 16 *idler* rekondisi. Sebelum didapatkan hasil usia pakai pada *idler* terlebih dahulu menghitung persentase keausan kemudian dilanjutkan ke menghitung usia pakai *idler* yang menggunakan metode ekstrapolasi linear.

Tabel 4. Perbandingan Usia Pakai *Idler* Baru Dan *Idler* Rekondisi

Sampel <i>Idler</i>	Unit Bulldozer	Usia Pakai (jam)	
		<i>Idler</i> Baru	<i>Idler</i> Rekondisi
1	BD05	2168	1746
2	BD05	2168	1746
3	BD10	2192	1789
4	BD10	2192	1789
5	BD28	2045	1686
6	BD28	2045	1686
7	BD21	2122	1744
8	BD21	2122	1744
9	BD26	2118	1752
10	BD26	2118	1752
11	BD17	2120	1775
12	BD17	2120	1775
13	BD14	2151	1767
14	BD14	2151	1767
15	BD13	2147	1780
16	BD13	2147	1780



Gambar 5. Grafik Perbandingan Usia Pakai Idler

Pada tabel dan grafik yang telah dibuat, dapat dilihat bahwa usia pakai idler baru setelah di rata-ratakan dapat bertahan selama 2133 jam, dibandingkan dengan usia pakai pada idler rekondisi rata-rata dapat bertahan selama 1755 jam, dan terjadinya perbedaan usia pakai, disebabkan oleh:

1. Faktor yang dapat dikendalikan, yaitu kekencangan track yang kendor, kelurusan alignment, pembersihan komponen yang tidak dilakukan secara berkala.
2. Faktor yang sebagian dapat dikendalikan, yaitu kecepatan bulldozer saat beroperasi, operator bulldozer yang kurang berhati-hati dalam pengoperasiannya.
3. Faktor yang tidak dapat dikendalikan yaitu kondisi medan, cuaca, suhu serta kadar garam.

SIMPULAN

Dari hasil pengolahan dan analisa data, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a) Dari hasil pengukuran dan dilakukan analisa pada setiap data pada idler baru dan dilakukan penjumlahan rata-rata pada setiap umur pakai idler baru dapat bertahan selama 2133 jam.
- b) Dari hasil pengukuran dan dilakukan analisa pada setiap data pada idler rekondisi dan dilakukan penjumlahan rata-rata pada setiap umur pakai idler rekondisi dapat bertahan selama 1755 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali Abrar, 2012, **Analisa Metode Penentuan Waktu Penggantian Komponen Undercarriage Pada Sistem Quality Track Service (QTS)**, Tesis : Universitas Pancasila.
- Anonim, *Caterpillar Inc.* 2007. **Caterpillar Custom Track Service (CTS) Handbook Edition 16**, USA.
- Sonny Luntungan, 2003, **Modul Teknisi Layanan Caterpillar APLTCLO40 Undercarriage**, Melbourne, Australia.
- Sudjana, 1989, **Metode Statistika**, Edisi Kelima, Bandung, Penerbit Tarsito
- United Tractors School, 2009, **Modul Siswa Undercarriage**, Yayasan Karya Bakti United Tracktors, Jakarta.