

IDENTIFIKASI KERUSAKAN DAN PERENCANAAN KOMPONEN POROS DAN BEARING PADA TORQUE CONVERTER WHEEL LOADER CDM833

Nito Ibnu Luhur Nur Sejati; Ir. Bibit Sugito, M.T

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek-proyek konstruksi dengan skala besar. Tujuan penggunaan alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaan sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai lebih mudah pada waktu yang *relative* singkat. Alat berat dapat dikategorikan ke dalam beberapa klasifikasi, yaitu klasifikasi fungsional dan klasifikasi operasional. Sistem yang mendukung kinerja dari *Wheel Loader* yaitu *Torque Converter*, *Torque converter* adalah salah satu komponen utama pada sistem penggerak hidrolik yang berfungsi sebagai penerus tenaga atau daya dari *engine* ke *transmision* yang menggunakan fluida oli sebagai medianya. Dari sekian banyak pekerjaan yang dapat dilakukan oleh *Wheel Loader* tidak pernah lepas dari kerusakan, dan apabila *Torque Converter* mengalami kerusakan maka perpindahan tenaga dari engine ke transmision tidak akan berjalan dengan normal dan *Wheel Loader* juga akan mengalami penurunan performa yang signifikan, kerusakan yang dialami pada unit *Wheel Loader* ini adalah *low power* yang disebabkan oleh kerusakan *bearing* dan gram-gram halus yang menyumbat. Berdasarkan hal tersebut, sangat menarik untuk membahas terkait perbaikan pada komponen *Torque Converter*. Selain itu, pada tugas akhir ini juga terdapat perancangan perhitungan dan *design bearing* sebagai upaya pendekatan perancangan jangka umur bearing yang diharapkan dapat lebih baik dan dapat meminimalisir apabila terjadi kerusakan yang sama.

Kata kunci: Alat Berat, *Wheel Loader*, *Torque Converter*, *Bearing*, Poros, Fluida

Abstract

Heavy equipment is an important factor in large-scale construction projects. The purpose of using heavy equipment is to make it easier for humans to do work so that the expected results can be achieved more easily in a relatively short time. Heavy equipment can be categorized into several classifications, namely functional classification and operational classification. The system that supports the performance of the Wheel Loader is the Torque Converter. The torque converter is one of the main components in the hydraulic drive system which functions as a transmitter of energy or power from the engine to the transmission which uses oil fluid as the medium. Of the many jobs that can be carried out by a Wheel Loader, it is never free from damage, and if the Torque Converter is damaged, the transfer of power from the engine to the transmission will not run normally and the Wheel Loader will also experience a significant decrease in performance, causing damage to the unit. This Wheel Loader is low power which is caused by bearing damage and clogging of fine grams. Based on this, it is very interesting to discuss improvements to the Torque Converter component. Apart from that, in this final project there is also a calculation and design of bearings as an approach to designing bearing life spans which is expected to be better and can minimize if similar damage occurs.

Keywords: Heavy Equipment, Wheel Loaders, Torque Converters, Bearings, Shafts, Fluids

1. PENDAHULUAN

Alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek-proyek konstruksi dengan skala besar. Tujuan penggunaan alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaan sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai lebih mudah pada waktu yang *relative* singkat. Alat berat dapat dikategorikan ke dalam beberapa klasifikasi, yaitu klasifikasi fungsional dan klasifikasi operasional. (Minda Septiani, dkk 2019)

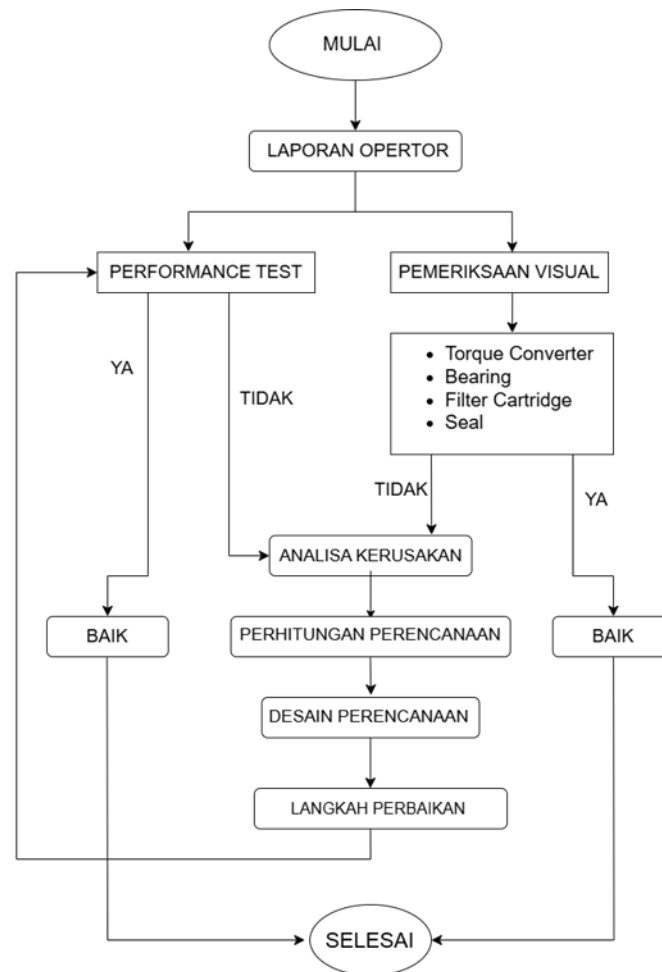
Sistem yang mendukung kinerja dari *wheel loader* yaitu *Torque Converter*, *Torque converter* adalah salah satu komponen utama pada sistem penggerak hidrolik yang berfungsi sebagai penerus tenaga atau daya dari engine ke transmisi yang menggunakan fluida oli sebagai medianya. *Torque converter* sendiri adalah bagian dari komponen *power train* atau sistem pemindah daya yang dipelajari pada mata kuliah power train (Renaldi P. dkk 2018).

Dari sekian banyak pekerjaan yang dapat dilakukan oleh *wheel loader* tidak pernah lepas dari kerusakan, dan apabila *Torque Converter* mengalami kerusakan maka perpindahan tenaga dari *engine* ke *transmission* tidak akan berjalan dengan normal dan akan mengalami penurunan performa yang signifikan. Berdasarkan hal tersebut, hal ini menarik untuk di bahas permasalahan tersebut pada tugas akhir kali ini dengan judul “IDENTIFIKASI KERUSAKAN DAN PERENCANAAN KOMPONEN POROS DAN *BEARING* PADA *TORQUE CONVERTER WHEEL LOADER CDM833*” sebagai judul Tugas Akhir, sehingga dapat meminimalisir apabila terjadi kerusakan yang sama.

Dalam kasus yang terjadi terhadap *wheel loader* dan latar belakang yang telah dikemukakan, maka dapat diambil perumusan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah *low power*. Dalam kasus ini, penulis mengidentifikasi bahwa permasalahan *low power* disebabkan oleh komponen *Torque Converter*. Oleh karena itu penulis tertarik untuk menyelidiki dan merinci jenis kerusakan yang mungkin terjadi pada komponen tersebut sehingga dapat mengakibatkan perpindahan tenaga dari *engine* ke *transmission* tidak berjalan dengan normal pada *Wheel Loader*.

2. METODE

Penelitian dilakukan dengan mengikuti alur penelitian yang telah direncanakan. Diagram alir dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Pemeriksaan

Laporan didapatkan dari operator untuk mengetahui gejala atau gangguan yang terjadi pada *Wheel Loader CDM833* saat beroperasi (bekerja) bahwa unit saat perpindahan tenaga tidak dapat berjalan dengan normal, maka dari itu diperlukan adanya pemeriksaan terhadap gangguan kinerja dari komponen yang terhubung dengan transmisi *Wheel Loader CDM833*.

a. Pemeriksaan Visual

Setelah mendapat laporan dari operator mengenai kendala pada unit *Wheel Loader CDM833*, maka tindakan pertama yang dilakukan mekanik untuk mengetahui penyebab *trouble* adalah dengan melakukan pemeriksaan secara runtut dari gejala-gejala yang dirasakan oleh operator saat pengoperasian unit serta melakukan pemeriksaan secara visual. Pemeriksaan dapat dilakukan sebagai berikut:

- 1) Langkah awal yang dilakukan dengan memeriksa *level oil Torque Converter*. Oli sebagai penyuplai ke semua system yang terdapat di *torque converter* seperti

untuk pelumasan dan menggerakkan *clutch* yang tersusun ditransmisi. Hasil pemeriksaan *level oil engine*.



Gambar 2 Pemeriksaan Level Oil Transmission

(Sumber: Workshop PT.Mitra Teknindo Sejati)

- 2) Langkah kedua yaitu mengecek komponen *torque converter*, *bearing*, *seal*, dan *filter cartridge*. Diketahui kondisi dari komponen terdapat gram-gram halus yang menyebabkan tersumbatnya atau tidak mengalir dengan baik oli pada *torque converter*. Gram-gram halus tersebut dapat merusak komponen pada *torque converter* dikarenakan gram-gram tersebut masuk kedalam celah-celah komponen sehingga menyebabkan rusak.

Tabel 1 Tabel Analisis Maintenance System Torque Converter Wheel Loader.

Problem	Penyebab	Tindakan yang dilakukan
<i>Low Power</i> pada Unit Wheel Loader CDM833	<i>level oil torque converter</i> kurang - Terdapat gram-gram halus pada komponen <i>torque converter</i>	- Cek, isi <i>oil Torque Converter</i> - Cek, <i>repair</i>

b. Performance Test

Performance Test dilakukan untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada komponen - komponen *torque converter*.

1) Stall Speed

Stall Speed ini dilakukan untuk mengetahui besarnya putaran maksimal *engine* pada saat putaran *turbine* di *torque converter* nol, karena kelebihan

beban. Dalam melakukan pengetesan , pemberi beban berlebihan dapat dilakukan dengan mengoperasikan *brake* (rem). Pada saat akan melakukan *stall speed* pastikan cara *stall test* sesuai dengan *shop manual unit*.

2) *Internal Leakage*

Internal leakage pada *torque converter* adalah kebocoran oli dari *torque converter* yang terkumpul dalam *case torque converter*. Jika oli atau fluida didalam *case* terlalu banyak , maka *torque converter* menjadi tertahan oleh rendaman oli atau fluida yang mengakibatkan pemborosan tenaga *engine*.

3) *Pressure Oil Torque Converter*

Pengetesan tekanan oli dilakukan pada *torque converter* dan *transmission control valve*. Pada dasarnya meliputi :

- *Torque converter relief pressure.*
- *Torque converter regulator pressure.*
- *Modulating relief pressure.*
- *Reducing pressure.*

Tabel 2 Hasil Analisa Performance Test Torque Converter

No.	Pemeriksaan	Komponen diuji	Standart	Hasil Pemeriksaan
1	Visual	level oil <i>Torque Converter</i>	Sesuai dengan level oil	level oil <i>Torque Converter</i> berkurang
2	Visual	Komponen <i>Torque converter</i>	Tidak ada goresan pada setiap komponen	Kerusakan pada dinding <i>turbine torque converter</i> akibat terjadinya goresan
3	Visual	<i>Bearing</i> dan <i>seal</i>	<i>Bearing</i> tidak aus/rusak dan <i>seal</i> tidak mengeras	Terdapat kerusakan pada <i>bearing dan seal</i> mengeras
4	<i>Operating Test</i>	<i>Torque converter</i>	Pemindahan gaya dan daya yang halus.	Pemindahan gaya dan daya yang kurang. Atau mengalami <i>Low Power</i>

Dari tabel diatas bahwa pada pengujian *operating test* didapatkan data pengecekan, dimana *torque converter* mengalami kerusakan pada saat *operating test* yaitu saat *engine* dihidupkan dan dilakukan *stall speed* pemindahan gaya dan daya mengalami *low power* dan suara yang timbul saat pengoperasian berisik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi Kerusakan Pada Torque Converter

Setelah melihat hasil dari identifikasi dan pembongkaran terdapat beberapa part yang mengalami kerusakan pada torque converter. Berikut komponen yang mengalami kerusakan :

- 1) Terjadi kerusakan atau aus pada *bearing* pada *torque converter*
- 2) *Seal* pada *torque converter* rusak atau mengeras.
- 3) Kerusakan pada dinding *turbine torque converter* akibat terjadinya goresan.
- 4) Tersumbatnya saluran oli akibat adanya gram-gram hasil gesekan dari *turbine* dan *bearing* dengan gram-gram yang terdapat pada oli.

Tabel 3 Trouble Shooting pada Torque Converter

No.	Masalah atau kerusakan	Penyebab Utama	Tindakan yang perlu dilakukan
1	Terjadi kerusakan atau aus pada <i>bearing</i>	Pelumasan tidak sempurna dan umur <i>bearing</i>	Melakukan pengecekan dan penggantian <i>bearing</i>
2	<i>Seal</i> pada <i>torque converter</i> rusak atau mengeras	<i>Seal</i> yang sudah getas dan rusak	Melakukan pengecekan dan penggantian <i>seal</i>
3	Kerusakan pada dinding <i>turbine torque converter</i>	akibat kontaminasi dari gram-gram halus yang tidak tersaring baik oleh filter oil.	Melakukan pengecekan dan penggantian <i>turbine</i>
4	Tersumbatnya saluran oli	akibat adanya gram-gram hasil gesekan dari <i>turbine</i> dengan gram-gram yang terdapat pada oli	Melakukan pengecekan dan <i>cleaning</i>

Dari tabel diatas diketahui bahwa kerusakan pada komponen *torque converter* terjadi dikarenakan system pelumasan yang tidak sempurna yang mengakibatkan terjadinya gesekan secara langsung, adanya gram-gram halus yang menyebabkan tersumbatnya atau tidak mengalir dengan baik oli pada *torque converter*. Gram-gram halus tersebut dapat merusak *bearing* pada *torque converter* dikarenakan gram-gram tersebut masuk kedalam celah-celah *ball bearing* dan pelumasan tidak merata sehingga menyebabkan kerusakan.

3.1.1 Hasil Disassembly

Disassembly adalah proses pembongkaran komponen, proses ini dilakukan untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada komponen *Transmission & Torque Converter Wheel Loader CDM 833*. Hasil *disassembly Transmission & Torque Converter* adalah sebagai berikut:

1) *Turbine pada Torque Converter*

Kondisi *turbine* mengalami keausan akibat gaya gesek fluida yang berkurang seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3 Turbine.

(Sumber: Workshop PT.[Mitra Teknindo Sejati](#))

2) *Seal dan Ring*

Kondisi *seal* dan *ring* sudah mengalami kegetasan sehingga memungkinkan terjadinya kebocoran

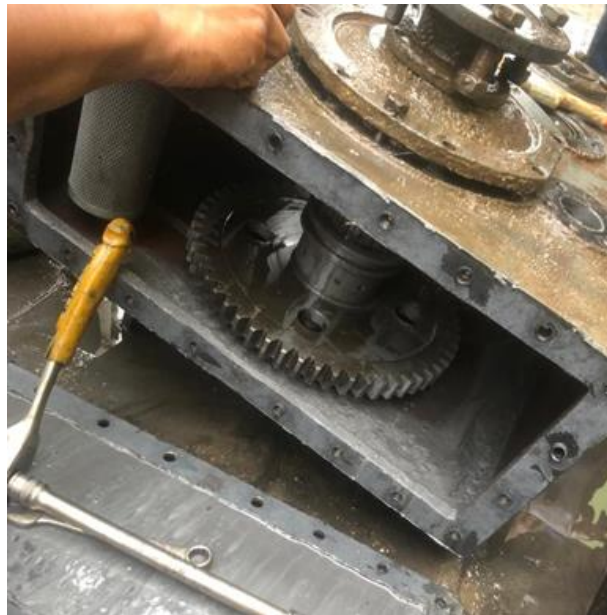


Gambar 4 Seal dan Ring

(Sumber: Workshop PT.[Mitra Teknindo Sejati](#))

3) *Filter Cartridge*

Terdapat banyak penyumbatan pada filter sehingga menyebabkan filtrasi kurang maksimal



Gambar 5 *Filter Cartidge*.

(Sumber: Workshop PT.Mitra Teknindo Sejati)

4) *Bearing*

Kondisi *bearing* yang terindikasi mengalami kerusakan.



Gambar 6 *Bearing*

(Sumber: Workshop PT.Mitra Teknindo Sejati)

3.1.2 Proses Sweeping

Proses sweeping adalah proses mendata komponen yang rusak dan membuat rekomendasi pemesanan (order) dengan melihat seluruh komponen yang mengalami

kerusakan serta menulis serial number-nya sesuai dengan part book. Berikut adalah daftar pemesanan (order) spareparts yang dapat dilihat pada gambar berikut :

PARTS RECOMMENDATION LIST

Y331 55350003

Scope of Work : Torque converter & Transmission 1053

Customer : PT. Surya TOTO Date : _____

Equipment type : _____ Hour meter : _____

Model : CDM 033 Serial number : _____

Engine : _____ Engine Number : _____

No	Part Name	Part Number	Qty
1	Outer friction disc	3620700005	6 pcs
2	Inner friction disc	3620710008	5 pcs
3	Bearing 32207	52324000501	2 pcs
4	Bearing 6009	52198015501	2 pcs
5	Bearing 6310	52198025101	2 pcs
6	Piston ring $\Phi 52$	609800001003	2 pcs
7	Outer Friction disc	3620700005	6 pcs
8	Inner friction disc	3620710008	5 pcs
9	Bearing 32207	52324000501	2 pcs
10	Bearing 6009	52198015501	2 pcs
11	Piston ring $\Phi 52$	609800001003	2 pcs
12	Outer friction disc	3620700005	6 pcs
13	Inner friction disc	3620710008	5 pcs
14	Bearing 32207	52324000501	2 pcs
15	Piston ring $\Phi 52$	609800001003	2 pcs
16	Seal ring $\Phi 65 \times 90 \times 10$	56177006802	4 pcs
17	Seal ring $\Phi 65 \times 62 \times 8$	56177005201	1 pcs
18	Torque Converter CDM 033 (Assy)	80815900205	Assy
19	tribon		1 pcs
20	Paper gasket	36200100009	3 pcs
21	Filter Cartridge assembly	36201100059	1 pcs
22	Oil seal	362071000108	3 pcs
23	O-ring 60x3.1	56146015701	3 pcs
24	Packing general Overhaul Transmission		1 Set
25	Solar		15 Lt

Mekanik Requester: Syamsul Huda Mengetahui: _____ Menyetujui: _____

Gambar 7 Quotation Part Recommendation List

(Sumber: mitra.teknindo.sejati.com)

3.2 Perbaikan dan Perencanaan pada Komponen Torque Converter

3.2.1 Langkah Perbaikan

Langkah perbaikan dilakukan berupa *re-fitting* dan *re-assembly* (merakit ulang) setiap komponen yang mengalami kerusakan dengan komponen baru hasil proses *sweeping*.

Penggantian spareparts dilakukan dengan tujuan agar komponen-komponen pendukung pada *torque converter* dapat bekerja dengan baik dan tidak terjadi permasalahan yang disebabkan oleh *spareparts* yang sama. Berikut komponen-komponen pengganti hasil proses *sweeping* sebagaimana terlihat pada gambar berikut :

- 1) Turbin pada Torque Converter



Gambar 8 Penggantian Turbine

(Sumber: Workshop PT.Mitra Teknindo Sejati)

2) Seal dan Ring



Gambar 9 Penggantian Seal dan Ring

(Sumber: Workshop PT.Mitra Teknindo Sejati)

3) Filter Cartridge



Gambar 10 Penggantian Filter Cartridge

(Sumber: Workshop PT.Mitra Teknindo Sejati)

4) Bearing



Gambar 11 Penggantian Bearing

(Sumber: Workshop PT. Mitra Teknindo Sejati)

3.2.2 Perancangan Pada Komponen Torque Converter

3.2.2.1 Perhitungan Bearing Pada Torque Converter

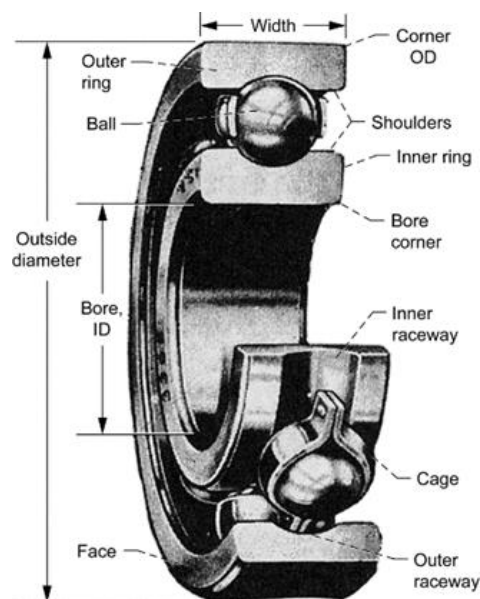
Bearing yang digunakan pada *shaft torque converter* adalah tipe *Deep Groove Ball Bearing Open Type* (bantalan gelinding radial).

Kapasitas Nominal Dinamis (C) = 35.8 kN = 3650,58 kg

Kapasitas Nominal Dinamis (Co) = 33.5 kN = 3416,04 kg

Putaran Motor Penggerak = 2200 rpm

Putaran Poros Pada Bearing = 1400 rpm dan 1600 rpm



Gambar 12 Groove Ball Bearing Open Type

(Sumber : jbptppolban-gdl-leonardo17-12579-3-bab2--2.pdf)

1) Perhitungan umur bearing pada putaran 1400 rpm

Dalam menghitung umur bearing dengan keandalan 90% hal yang perlu dilakukan adalah menghitung beban yang diterima oleh bearing adalah

a. Beban aksial :

$$\begin{aligned}F_a &= C_o \cdot 0,056 \\&= 3416 \cdot 0,056 \\&= 191,296\end{aligned}$$

b. Beban Radial :

$$\begin{aligned}F_r &= \frac{F_a}{V \cdot e} \\&= \frac{191,296}{1,0,26} \\&= 735,753 \text{ kg}\end{aligned}$$

Beban ekuivalen dinamis yaitu suatu beban yang besarnya sedemikian rupa sehingga memberikan umur yang sama dengan umur yang diberikan oleh beban dan kondisi putaran sebenarnya.

Besar beban ekuivalen dapat dihitung dengan cara menggunakan rumus:

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a \dots\dots\dots (\text{Sularso, Hal: 135})$$

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

$$\begin{aligned}\frac{F_a}{C_o} &= \frac{191,296}{3416,04} \\&= 0,056\end{aligned}$$

Besar faktor pembanding e dengan $F_a/C_o = 0,056$ terdapat pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3 faktor-faktor V, X, Y, dan X_o , Y_o

Jenis bantalan		Beban putar pd cincin dalam	Beban putar pada cincin luar	Baris tunggal		Baris ganda				ϵ	Baris tunggal		Baris ganda						
				$F_r/VF_r > \epsilon$		$F_r/VF_r \leq \epsilon$					$F_a/VF_a > \epsilon$								
				X	Y	X	Y	X	Y		X_0	Y_0	X_0	Y_0					
Bantalan bola alur dalam	$F_r/C_0 = 0,014$	1	1,2	0,56	1	0	0,56	2,30	0,19	0,6	0,5	0,6	0,5						
	$= 0,028$													2,30	0,22				
	$= 0,056$													1,99	0,26				
	$= 0,084$													1,71	0,28				
	$= 0,11$													1,55	0,30				
	$= 0,17$													1,45	0,34				
	$= 0,28$													1,31	0,38				
	$= 0,42$													1,15	0,42				
	$= 0,56$													1,04	0,44				
														1,00					
Bantalan bola sudut	$\alpha = 20^\circ$	1	1,2	0,43	1,00	1	0,78	0,70	1,63	0,57	0,5	0,33	1						
	$= 25^\circ$													1,09	0,67	1,41	0,68	0,42	0,38
	$= 30^\circ$													0,92	0,63	1,24	0,80	0,33	0,29
	$= 35^\circ$													0,78	0,60	1,07	0,95	0,26	0,58
	$= 40^\circ$													0,66	0,57	0,93	1,14	0,52	
														0,66	0,55				

(Sumber : DasarPerencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

Sehingga untuk mendapatkan X (faktor beban radial) dan Y (faktor beban aksial) dapat dilihat pada tabel 3.

$$Y=1,171$$

Faktor beban radial (X) untuk semua perbandingan pada tabel 3 adalah 0,56 sehingga beban ekuivalen adalah :

$$\begin{aligned}
 P &= X \cdot Fr + Y \cdot Fa \dots \dots \dots (\text{Sularso, Hal: 135}) \\
 &= (0,56 \cdot 735,753) + (1,71 \cdot 191,296) \\
 &= 412,02 + 327,166 \\
 &= 739,13 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Umur nominal L (90% dari jumlah sampel, setelah berputar 1 juta putaran :

$$f_n = \left[\frac{33.3}{n} \right]^{3/10} \dots \dots \dots (\text{Sularso, Hal: 136})$$

$$f_n = \left[\frac{33.3}{1400} \right]^{3/10}$$

$$f_n = 0,3257$$

Faktor umur adalah :

$$f_h = f_n \frac{c}{p} \dots\dots\dots(\text{Sularso, Hal: 136})$$

$$f_h = 0,3257 \frac{3650,58}{739,13}$$

$$f_h = 0,3257 \times 4,939$$

$$f_h = 1.6086$$

Umur nominal L h adalah :

$$L h = 500 f_h^{10/3} \dots\dots\dots(\text{Sularso, Hal: 136})$$

$$= 500. 16086^{3,33}$$

$$= 2434,68 \text{ jam}$$

2) Perhitungan umur *bearing* pada putaran 1600 rpm

Dalam Dalam menghitung umur bearing dengan keandalan 90% hal yang perlu dilakukan adalah menghitung beban yang diterima oleh bearing adalah :

1) Beban aksial :

$$Fa = C_o . 0,056$$

$$= 3416 . 0,056$$

$$= 191,296$$

2) Beban Radial :

$$Fr = \frac{Fa}{V.e}$$

$$= \frac{191,296}{1.0,26}$$

$$= 735,753 \text{ kg}$$

Beban ekuivalen dinamis yaitu suatu beban yang besarnya sedemikian rupa sehingga memberikan umur yang sama dengan umur yang diberikan oleh beban dan kondisi putaran sebenarnya. Besar beban ekuivalen dapat dihitung dengan cara menggunakan rumus :

$$P = X \cdot Fr + Y \cdot Fa \dots\dots\dots (\text{Sularso, Hal: 135})$$

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

$$\frac{Fa}{Co} = \frac{191,296}{3416,04}$$

$$= 0,056$$

Besar faktor pembanding e dengan $Fa/Co = 0,056$ terdapat pada tabel 3 sehingga untuk mendapatkan X (faktor beban radial) dan Y (faktor beban aksial).

$$Y = 1,71.$$

Faktor beban radial (X) untuk semua perbandingan pada tabel 3 adalah 0,56 sehingga beban ekuivalen adalah :

$$\begin{aligned} P &= X \cdot Fr + Y \cdot Fa \quad \dots\dots\dots(Sularso, Hal: 135) \\ &= (0,56 \cdot 735,753) + (1,71 \cdot 191,296) \\ &= 412,02 + 327,166 \\ &= 739,13kg \end{aligned}$$

Umur nominal L (90% dari jumlah sampel, setelah berputar 1 juta putaran :

$$f_n = \left[\frac{33.3}{n} \right]^{3/10} \quad \dots\dots\dots(Sularso, Hal: 136)$$

$$f_n = \left[\frac{33.3}{1600} \right]^{3/10}$$

$$f_n = 0,3129$$

Faktor umur adalah :

$$f_h = f_n \frac{c}{p} \quad \dots\dots\dots(Sularso, Hal: 136)$$

$$f_h = 0,3129 \frac{3650,58}{739,13}$$

$$f_h = 0,3129 \times 4,939$$

$$f_h = 1.5454$$

Umur nominal L h adalah :

$$L h = 500 f_h^{10/3} \quad \dots\dots\dots(Sularso, Hal: 136)$$

$$= 500. 1.5454^{3,33}$$

$$= 2130.47 \text{ jam}$$

Tabel 4 Hasil Umur Pakai Bearing

No	Putaran Mesin	Umur Pakai Pada <i>Bearing</i>
1	1600	2130.47 Jam
2	1400	2434,68 Jam

Dari hasil tabel diatas jika unit beroperasi selama 8 jam dalam waktu 5 hari sesuai dengan jam kerja yang telah ditentukan, dan digunakan pada putaran kerja engine maksimal dengan nilai pembebanan dinamis dan statis sesuai dengan spesifikasi dari produk bearing yaitu pembebanan dinamis ($C=3650,58 \text{ kg}$) dan pembebanan statis ($C_0=3729,59 \text{ kg}$) didapatkan hasil, jika putaran 1600 rpm usia pakai bearing bernilai 2130.47 jam. Sedangkan, pada putaran 1400 rpm didapatkan usia pakai bearing bernilai 2434,68 jam. Dari kedua hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa usia pakai bearing yakni selama 11 bulan. Dengan asumsi apabila pemakaian unit selama beroperasi sesuai dengan kapasitas, lalu melakukan checking unit sebelum beroperasi, dan melakukan maintenance sesuai dengan hour meter. Hal tersebut dapat meminimalisir kerusakan yang terjadi pada bearing. Sehingga bearing tidak mudah rusak dan usia penggunaan bearing dapat lebih lama.

3.2.2.2 Perhitungan Poros Pada Torque Converter

1) Daya rencana (Pd)

$$P_d = f_c \cdot P \dots\dots\dots(\text{Sularso, Hal : 7})$$

$$= 1 \cdot 92 \text{ KW}$$

$$P_d = 92 \text{ KW}$$

dimana :

$$f_c = 1 \text{ (faktor koreksi). Table 1.6 Sularso, Elemen Mesin hal 7}$$

$$P = 92 \text{ KW}$$

2) Momen Puntir Rencana (T)

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n} \dots\dots\dots(\text{Sularso, Hal : 7})$$

$$= 9,74 \times 10^5 \frac{92}{2200}$$

$$T = 40.730,91 \text{ kg.mm}$$

3) Tegangan geser yang diijinkan (τ_a)

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{SF_1 \times SF_2} \dots\dots\dots(\text{Sularso, Hal : 8})$$

$$= \frac{55}{6 \times 2}$$

$$\tau_a = 4,58 \text{ kg/mm}^2$$

4) Diameter poros (d)

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} \times K_t \times C_b \times T \right]^{\frac{1}{3}}$$

dimana :

K_t = Faktor koreksi beban akibat tumbukan kejut = 2,0

C_b = Faktor koreksi lentur akibat beban lentur = 2,3

Maka :

$$ds = \left[\frac{5,1}{\tau_a} \times K_t \times C_b \times T \right]^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(\text{Sularso, Hal : 8})$$

$$= \left[\frac{5,1}{\tau_a} \times 2,0 \times 2,3 \times 40730,91 \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$ds = 59,31 \text{ mm diambil } \mathbf{60 \text{ mm}}$$

5) Tegangan geser yang terjadi pada poros (τ)

$$\tau = 5,1 \frac{T}{(ds)^3} \dots\dots\dots(\text{Sularso, Hal : 7})$$

$$= 5,1 \frac{40730,91}{(59)^3}$$

$$\tau = 1 \text{ kg/mm}^2$$

Checking Tegangan

$$\tau_{\text{maks}} < \tau_a$$

$$1 \text{ kg/mm}^2 < 4,58 \text{ kg/mm}^2 \text{ (Aman)}$$

6) Gaya keliling poros : FH (N)

$$FH = \frac{Mt}{do/2}$$

$$FH2 = \frac{Mt}{do_2/2} = \frac{40730,91}{56 / 2} = 1454,68 \text{ N}$$

$$FH3 = \frac{Mt}{do_3/2} = \frac{40730,91}{92 / 2} = 885,45 \text{ N}$$

$$FH4 = \frac{Mt}{do_4/2} = \frac{40730,91}{62 / 2} = 1313,90 \text{ N}$$

7) Gaya Radial poros : FR (N)

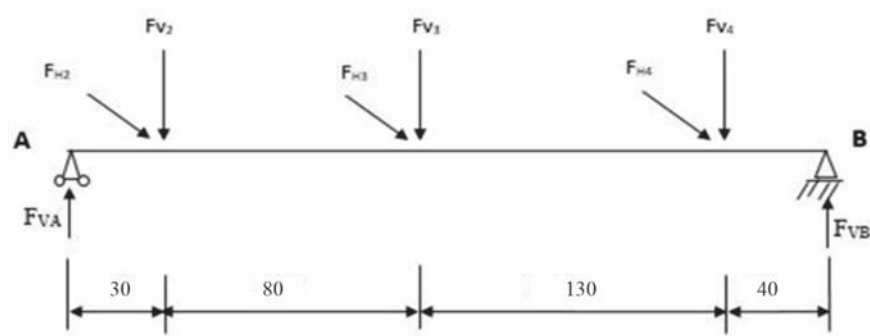
$$F_v = \tan \alpha \cdot FH$$

$$\alpha = 20^\circ \text{ sudut tekan roda gigi}$$

$$F_{v2} = \tan \alpha \cdot FH2 = \tan 20^\circ \times 1454,67 = 529,45 \text{ N}$$

$$F_{v3} = \tan \alpha \cdot FH3 = \tan 20^\circ \times 885,45 = 322,27 \text{ N}$$

$$F_{v4} = \tan \alpha \cdot FH4 = \tan 20^\circ \times 1313,90 = 478,22 \text{ N}$$



Tumpuan A

$$\sum MA = 0$$

$$= FA(30+80+130+40) - Fv2(80+130+40) - Fv3(130+40) - Fv4(40)$$

$$FvA = \frac{Fv2 (250) + Fv3 (170) + Fv4 (40)}{280}$$

$$FvA = \frac{529,45 (250) + 322,27 (170) + 478,22 (40)}{280}$$

$$= \frac{206.277,2}{280}$$

$$FvA = 736,70 \text{ N}$$

$$FHA = \frac{FH2 (250) + FH3 (170) + FH4 (40)}{280}$$

$$FHA = \frac{1454,68(250) + 885,45(170) + 1313,90(40)}{280}$$

$$= \frac{566.752,5}{280}$$

$$FHA = 2024,11 \text{ N}$$

Tumpuan B

$$\sum MB = 0$$

$$= FB (40+130+80+30) - Fv4(130+80+30) - Fv3(80+30) - Fv2(30)$$

$$FvB = \frac{Fv4 (240) + Fv3 (110) + Fv2 (30)}{280}$$

$$FvB = \frac{478,22 (240) + 322,27 (110) + 529,45 (30)}{280}$$

$$= \frac{166.106}{280}$$

$$FvB = 593,23 \text{ N}$$

$$FHB = \frac{FH4 (240) + FH3 (110) + FH2 (30)}{280}$$

$$\begin{aligned}
 FHB &= \frac{1313,90(240) + 885,45(110) + 1454,68(30)}{280} \\
 &= \frac{456.376}{280} \\
 FHB &= 1629,91 \text{ N}
 \end{aligned}$$

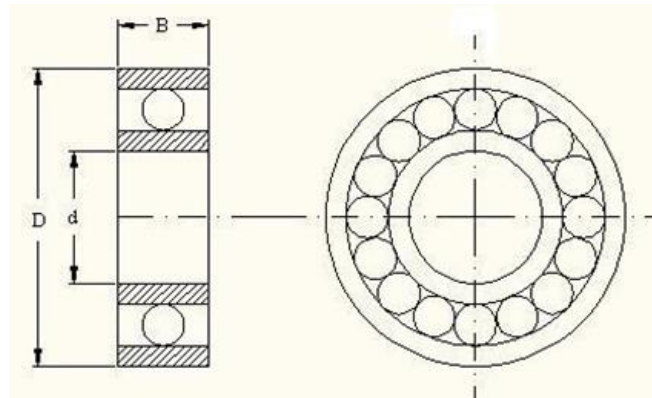
$$\begin{aligned}
 FVR &= FVA + FVB \\
 &= 736,70 + 593,23
 \end{aligned}$$

$$FVR = 1329,94 \text{ N}$$

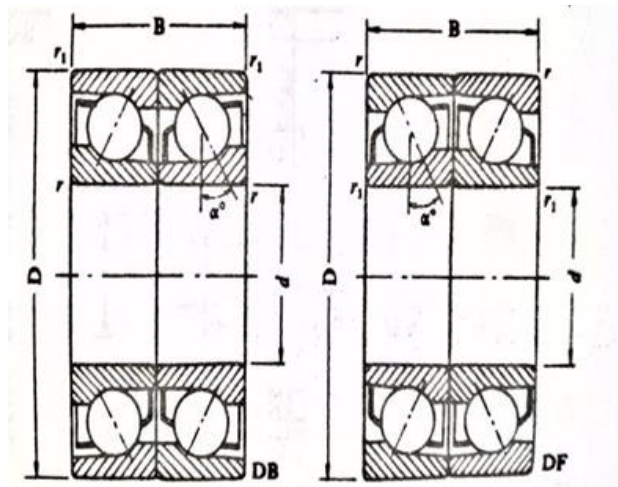
$$\begin{aligned}
 \text{Check } \sum F_v &= F_{vA} + F_{vB} - F_{v2} - F_{v3} - F_{v4} \\
 &= 736,70 + 593,23 - 529,45 - 322,27 - 478,22 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Check } \sum F_H &= F_{HA} + F_{HB} - F_{H2} - F_{H3} - F_{H4} \\
 &= 2024,11 + 1629,91 - 1454,68 - 885,45 - 1313,90 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

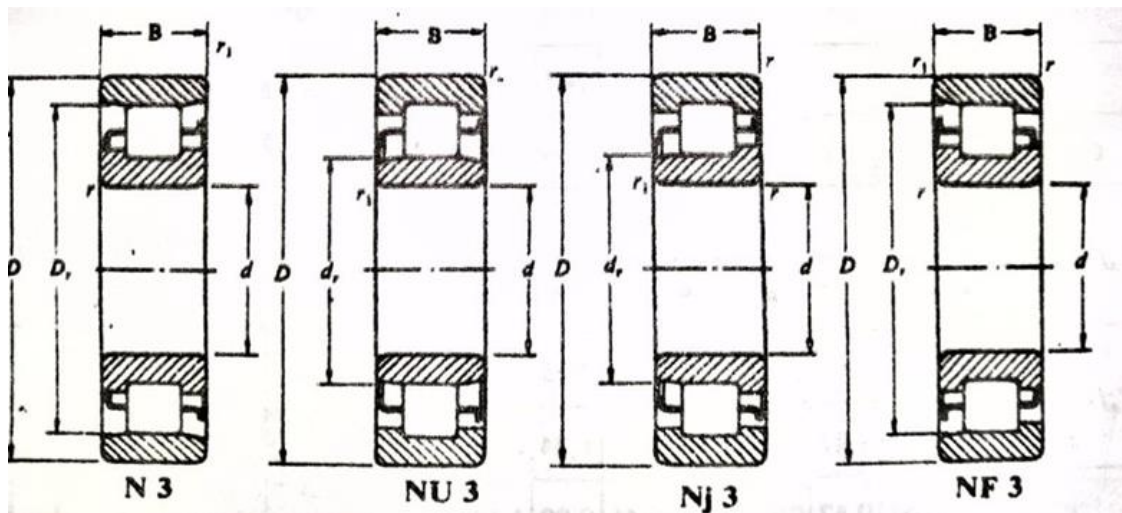
3.2.3 Design Deep Groove Ball Bearing



Gambar 13 *Bearing Groove Ball Bearing Open Type*



Gambar 14 Sketsa Bantalan Bola Sudut Dalam Keadaan Terpasang



Gambar 15 Sketsa gambar bantalan roll silindris

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengecekan yang dilakukan melalui proses pengecekan komponen *torqflow system*, maka dapat disimpulkan :

- 1) Terjadinya *low power* pada *Torque Converter* disebabkan karena adanya keausan dan kerusakan pada bearing sehingga kinerja *Wheel Loader CDM833* menurun.
- 2) Penyebab keausan dan kerusakan bearing diantaranya karena kontaminasi partikel asing yang masuk pada *bearing* atau gram-gram yang menyubut pada *filter oil* dan Pelumasan yang kurang atau tidak tepat.

4.2 Saran

Terdapat beberapa saran yang dapat disampaikan agar proses pemeriksaan dan perbaikan dapat berjalan dengan lebih baik yaitu :

- 1) Dalam melaksanakan kegiatan perlu menerapkan K3 agar dalam melakukan pekerjaan dapat meminimalisir resiko kecelakaan kerja.
- 2) Melakukan perawatan secara berkala atau melakukan preventif maintenance agar komponen tidak mudah rusak dan menghemat biaya perbaikan.
- 3) Perlu dilakukan analisa lebih lanjut terhadap ketahanan pada bearing serta kapasitas mesin dengan usia pemakaian bearing sehingga bearing tidak mudah rusak dan waktu penggunaan *bearing* bisa lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagaskara, F.S., et al. 2023. Perawatan Mesin Alat Berat Wheel Loader PT. XYZ. Jurnal Teknik Mesin.
- Penambang, 2014, Klasifikasi Dan Performance Torque Converter, Mekanik Alat Berat, dilihat 16 Mei 2024, < <https://penambang.com/klasifikasi-dan-performance-torque-converter> >
- Purwanto, A., (2019). “Perencanaan Powershift Transmission Kawasaki Wheel Loader 60VZ”. Tugas Akhir. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Renaldi P, et al., 2018. Pembuatan Alat Simulasi Torque Converter Type Conventional.
- Septiani, M., et al., 2019. Perancangan Sistem Informasi Penyewaan Alat Berat.
- Seputar Teknik Sipil, 2017, Pengertian Dan Cara Kerja Wheel Loader, Situs Teknik Sipil, Diakses pada 16 Mei 2024, < [Pengertian Dan Cara Kerja Wheel Loader \(situstekniksipil.com\)](http://situstekniksipil.com) >
- SKF. 16012. Diakses pada 26 Mei 2024, <<https://www.skf.com/id/products/rolling-bearings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/productid-16012> >
- Sularso, Suga, K., 1978. Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin. PT. Prima Karsa Utama, Jakarta.
- Team Pengembang Vokasi, 2017, Torqflow Drive System, Sekolah Vokasi Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.