

## Identification of Damage to Plate And Disc Components On Transmission Off Highway Truck (OHT) 789C

Rabiatul Adawiyah<sup>1\*</sup>, Herliani<sup>2</sup>, M. Syahwansyah Effendi<sup>3</sup>, Ahmad Hendrawan<sup>4</sup> Dan Abdul Halim<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Department of Mechanical Engineering, Politeknik Negeri Banjarmasin, Kalimantan Selatan 70124

<sup>5</sup>Department of Mechanical Engineering, Politeknik Negeri Samarinda, Kalimantan Timur 75131

---

### Article Info

#### Article history:

Received :  
June 21<sup>th</sup>, 2022

Revised :  
July 02<sup>nd</sup>, 2022

Accepted  
July 19<sup>th</sup>, 2022

---

### ABSTRAK

*Transmission Off Highway Truck (OHT) 789C menggunakan jenis Powershift transmission. Transmission jenis ini menggunakan clutch yang diaktifkan secara hidrolis. Keuntungan utama powershift transmission ini adalah responnya yang sangat cepat pada saat perpindahan gigi tanpa harus memutuskan hubungan antar engine dengan transmisi. Salah satu komponen yang sangat berperan besar pada clutch ini adalah plate dan disc, yang berfungsi sebagai media penghantar putaran dari engine menuju transmisi, dan part ini juga berfungsi sebagai rangka utama pada clutch untuk menahan beban kerja. Sehingga kerusakan kerap terjadi pada part tersebut. Kerusakan ini dapat terjadi karena beberapa faktor. Sebuah analisa dilakukan untuk mendapatkan root cause dan tindakan untuk memperbaikinya. Tujuan penelitian adalah untuk mengidentifikasi kerusakan yang terjadi pada plate dan disc serta penyebabnya. Pada penelitian menerapkan metode 8 langkah applied failure analysis pada sebuah plate dan disc transmission 789C yang mengalami keausan up normal sehingga menyebabkan transmission slip. Hasil penelitian dengan metode 8 langkah applied failure analysis menunjukkan bahwa root cause masalah pada plate dan disc transmission 789C adalah kelalaian pelanggan dalam maintenance sehingga mempercepat keausan pada komponen, yang menyebabkan plate dan disc mengalami keausan up normal sehingga oli terkontaminasi menyebabkan piston selector jammed. Oil pressure berkurang mengakibatkan kurangnya pelumasan dan terjadilah problem transmission slip.*

**Kata kunci:** applied failure analysis, transmission, root cause, maintenance, plate dan disc

### ABSTRACT

*Transmission Off Highway Truck (OHT) 789C uses the Powershift transmission type. This type of transmission uses a hydraulically activated clutch. The main advantage of this powershift transmission is its very fast response when shifting gears without having to break the connection between the engine and the transmission. One component that plays a major role in this clutch is the plate and disc, which function as a medium for conducting rotation from the engine to the transmission, and this part also functions as the main frame of the clutch to withstand the workload. So that damage often occurs in these parts. This damage can occur due to several factors. An analysis is done to get the root cause and action to fix it. The purpose of the study was to identify the damage that occurred to the plate and disc and its causes. In this study, applying the 8-step method of applied failure analysis on a plate and disc transmission 789C which experienced normal wear and tear causing transmission slip. The results of the study using the 8-step applied failure analysis method showed that the root cause of the problem with the plate and disc transmission 789C was customer negligence in maintenance so that it accelerated wear and tear on the components, which caused the plate and disc to wear up normally so that contaminated oil caused the piston selector to be jammed. Reduced oil pressure results in a lack of lubrication and a transmission slip problem occurs.*

**Keywords:** applied failure analysis, transmission, root cause, maintenance, plate and disc

Copyright © 2022 Jurnal Teknologi MEDIA PERSPEKTIF  
All rights reserved

---

### Corresponding Author:

**Rabiatul Adawiyah**

Department of Mechanical Engineering

Politeknik Negeri Banjarmasin,

Jl. Brig Jend. Hasan Basri, Banjarmasin, Kalimantan Selatan 70124, Indonesia

Email: [rabiatul\\_adawiyah@poliban.ac.id](mailto:rabiatul_adawiyah@poliban.ac.id)

---

## 1. PENDAHULUAN

Dump truck merupakan salah satu jenis alat berat yang digunakan untuk memindahkan material maupun mengangkut material pada jarak lebih dari 5.000 meter. Adapun material yang diangkut oleh *dump truck* adalah material alam seperti tanah, batu, kerikil, batubara pasir, batu split, dan lain sebagainya. *Dump truck* dalam pekerjaannya dibantu oleh alat berat lain seperti excavator dan loader untuk memuat atau menaruh material ke dalam bak *dump truck*. Kecepatan, torsi, serta arah agar dapat bergerak maju mundur pada *dump truck* diatur oleh komponen transmisi. Penggunaan alat berat yang terus menerus tidak menutup kemungkinan untuk terjadinya kerusakan pada alat berat tersebut termasuk kerusakan pada sistem transmisi. Penelitian yang dilakukan [1] meneliti kerusakan dapat diakibatkan oleh faktor internal maupun eksternal penyebab terjadinya kerusakan transmisi pada *dump truck* menggunakan metode inspeksi visual dan analisis data *overhaul*, analisis data *vehicle health monitoring system*, analisis pelumas, serta analisis data riwayat perbaikan unit. Hasil analisis menunjukkan bahwa kerusakan transmisi disebabkan oleh keausan pada *disc* dan *plate* pada *low clutch* dan *fourth clutch* sehingga mengakibatkan muncul kode error 15J0MW (*low clutch slip*) [2]. Faktor masa pakai utama untuk semua komponen transmisi adalah pelumasan dan pendinginan yang memadai, dan peningkatan di area ini dicapai dengan mengurangi pembatasan dan penggunaan oli yang sebelumnya habis untuk pembuangan menjadi lebih baik. Model transmisi baru memiliki peningkatan lebih lanjut untuk masa pakai kopling melalui peningkatan kontrol torsi *kopling* dan waktu *slip* [3].

Kopling (*clutch*) merupakan bagian utama yang sangat penting pada suatu kendaraan atau unit untuk memindahkan daya engine menuju transmission secara perlahan-lahan agar tidak terjadi hentakan atau getaran pada saat perpindahan gigi, sehingga gerak awal jalannya kendaraan dapat berlangsung dengan lembut dan nyaman. Bisa dibayangkan ketika kita ingin memindahkan gigi kendaraan, kemudian terjadi slip atau gigi pada transmission susah masuk. Hal tersebut dapat menimbulkan kerusakan pada transmission dan dapat membahayakan pengemudi, karena kendaraan akan berhenti secara tiba-tiba. Hal ini terjadi dikarenakan suatu gejala yang tidak normal pada kopling (*clutch*), maka keamanan kendaraan pada saat dikemudikan akan terganggu. Oleh sebab itu perawatan dan perbaikan harus dilakukan secara berkala untuk mendapatkan kondisi unit dalam keadaan prima sehingga dapat mencegah terjadinya hal yang tidak diinginkan.

Untuk mengidentifikasi kerusakan komponen *plate* dan *disc* pada *transmission of highway truck 789C* dengan menerapkan metode 8 langkah *applied failure analysis*. Metode ini akan mengupas bagaimana kerusakan dapat terjadi, dapat menemukan penyebab-penyebab kerusakan yang terjadi, dan juga dapat membuat langkah perbaikan agar kejadian/kerusakan ini tidak akan terjadi lagi.

Selama melaksanakan penelitian ini, peneliti mengerjakan *job disassembly transmission*. Salah satu komponen yang terdapat pada kopling (*clutch transmission*) adalah *plate* dan *disc* komponen ini relatif berumur pendek dikarenakan beberapa factor [4]. Ditemukan permasalahan yang dialami pada komponen *plate* dan *disc* mengalami keausan up normal dimana keadaan permukaan *plate* dan *disc* telah habis, *plate* dan *disc* dalam keadaan patah, dan juga dalam keadaan hangus.

## TINJAUAN TEORI

### Off Highway Truck

Off Highway Truck merupakan kelompok hauling unit mengangkut material dari load area ke dump area, menuangkannya dan kembali kosong untuk mengambil muatan baru. Dipergunakan pada aplikasi pertambangan dan konstruksi dengan kehandalan dan kapasitas angkut yang tinggi.

Pengkodean produk *off highway truck* secara umum dimulai dengan angka 7 dan diikuti dengan angka lainnya seperti 773, 777 dan lain sebagainya, dimana 773 atau 777 disebut dengan model yang menandakan ukuran dari mesin. Semakin tinggi nomor modelnya, maka semakin besar ukuran mesin tersebut. Dibekas model nomor terdapat sederetan huruf lainnya yang di sebut series, seperti 773C, 777D dan lain sebagainya. Series ini menunjukkan teknologi yang dipergunakan oleh produk tersebut. Sebagai contoh, 777D memiliki teknologi yang lebih tinggi dibanding 773C, 777D memiliki teknologi yang lebih tinggi dibanding 777C.

*Off highway truck* merupakan alat kerja pemindahan material untuk jarak kerja minimal 900 m (3,000 feet), dan wagons yang terpasang pada *off highway truck* memiliki jarak kerja minimal 2150 m (7,000 feet). *Truck* ini memiliki perbandingan kemampuan membuat muatan dan beratnya sendiri yang tinggi, *truck* dapat memiliki kecepatan yang tinggi pada jarak kerja melampaui 900 m (3,000 feet) dengan kondisi jalan yang harus dijaga kekerasan dan kerataan permukaannya. Penelitian oleh [5] menganalisis akar penyebab kegagalan lapangan dari dua sistem *kopling* yang digunakan dalam *transmisi off-highway*. Kegagalan rakitan *kopling* ini menghentikan fungsi transmisi. Gesekan dan pelat tekanan dari paket *kopling* sangat aus dan rusak. Demikian pula, berbagai komponen dalam rakitan kopling ini diselidiki dengan tepat melalui inspeksi visual, uji metalurgi dan pemodelan elemen hingga untuk memahami penyebab kegagalan. Berdasarkan evaluasi ini, dapat dipahami bahwa salah satu

hub transfer yang digunakan dalam rakitan ini memiliki kekakuan yang lebih rendah. Deformasi berlebih dari anggota struktural menghambat dukungan kopling dan diyakini sebagai komponen bermasalah yang dapat menyebabkan kegagalan. Kesimpulan yang didapat berdasarkan evaluasi ini memberikan pemahaman tentang beberapa kemungkinan penyebab kegagalan. Kesimpulan kegagalan yang disajikan dalam artikel ini patut dicatat bahwa hal itu dapat meningkatkan desain kopling untuk aplikasi transmisi serupa.

### Transmission

Caterpillar menggunakan beberapa jenis transmisi, yaitu [6]:

#### ManualShift transmission

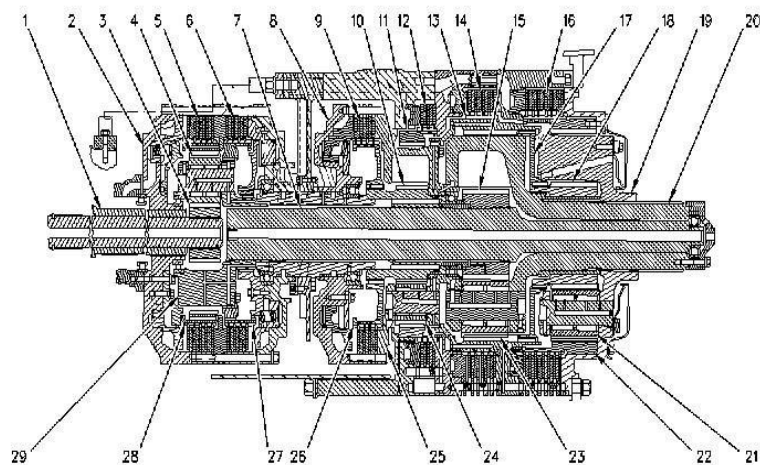
Manual *shift transmission* menggunakan *gear* dan *shaft* untuk mendapatkan berbagai perbandingan *gear*. *Gear train* adalah istilah untuk sekumpulan *gear* yang saling berhubungan (*engage*). *Gear train* memindahkan dan menyerap tenaga *engine* menuju roda penggerak atau *track* pada mesin. Terdapat tiga jenis manual *shift transmission* yang umum digunakan : (1) *sliding gear*; (2) *collar shift/Sliding collar*; (3) *synchronesh*.

#### Powershift transmission

*Power shift transmission* adalah transmisi yang menggunakan *clutch* yang diaktifkan secara hidrolis untuk mengatur aliran tenaga dimana proses perpindahan giginya berlangsung tanpa harus memutuskan hubungan antar *engine* dengan transmisi. Keuntungan utama *power shift transmission* adalah responnya yang cepat pada saat perpindahan gigi. Transmisi dapat berpindah gigi walaupun pada saat beban berat tanpa kehilangan produktifitas. Ada dua jenis *power shift transmission gear train* yaitu [7][8] : (1) *planetary*; (2) *coountershaft*.

Untuk meng-*engage*-kan *clutch* digunakan *transmission hydraulic control valve*, antara lain :

- a. Manual *control valve*;
- b. *Electronic transmission control valve*;
- c. *Individual clutch modulation*;
- d. *Electronic clutch pressure control*.



**Gambar 1.** Komponen Transmisi  
Sumber : Service Information System [9]

Keterangan : (1) *Input shaft*; (2) *Rotating housing*; (3) *Sun gear*; (4) *Planetary gears*; (5) *No. 1 clutch*; (6) *No. 2 clutch*; (7) *Center shaft*; (8) *Rotating housing of No. 3 clutch*; (9) *No. 3 clutch*; (10) *Sun gear*; (11) *Ring gear*; (12) *No. 4 clutch*; (13) *Ring gear*; (14) *No. 5 clutch*; (15) *Sun gear*; (16) *No. 6 clutch Hub*; (18) *Sun gear*; (19) *Planetary carrier*; (20) *Planetary carrier and output shaft*; (21) *Planetary gears*; (22) *Ring gear*; (23) *Planetary gears*; (24) *Planetary gears*; (25) *Planetary carrier*; (26) *Coupling hub*; (27) *Coupling ring gear*; (28) *Ring gear*; (29) *Planetary carrier*.

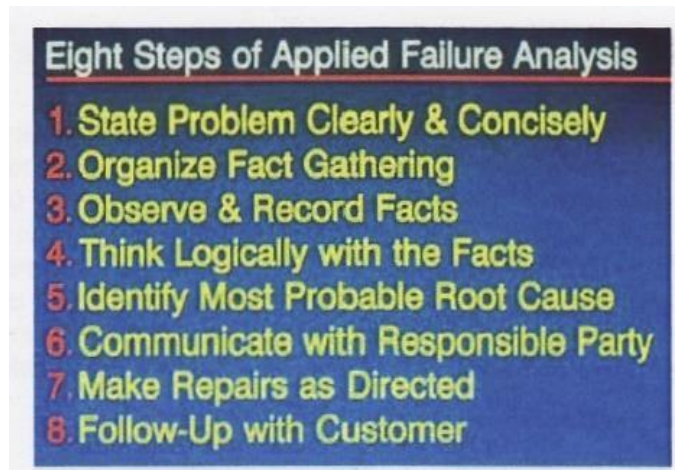
### Applied Failure Analysis (AFA)

*Failure analysis* didefinisikan sebagai penelitian yang mendalam terhadap fakta-fakta yang ditunjukkan produk dan lingkungannya yang menuntun kita menemukan akar penyebab (*root cause*) dan masalah-masalah yang timbul pada produk. Apabila penelitian mengikuti akibat akan mengarahkan pada kesimpulan yang salah, kesalahan, dan ketidak puasan pelanggan, sementara mengidentifikasi akar penyebab mengarahkan pada kesimpulan yang akurat, pemecahan masalah dan kepuasan pelanggan [10][11][12]. Jadi dalam *failure analysis*

pekerjaan analis harus mengevaluasi secara *konstan road sign* yang memastikan dia tetap mengarah pada akar penyebab. *Failure analysis* paling baik dilakukan secepatnya setelah masalah diketahui dan saat fakta masih baru. Itu harus dilakukan pada atau di dekat tempat bekerja, dan harus diatur oleh pemimpin *failure analysis loca* [13][14].

**Delapan Langkah Penerapan Analisa Kegagalan**

Pemimpin *failure analysis* harus mengikuti logika, pendekatan berdasarkan fakta seperti delapan langkah *failure analysis*. Lima langkah dalam proses dimulai dengan keluhan produk dan diakhiri dengan mengidentifikasi akar penyebab. Tiga langkah akhir mencakup komunikasi dan pelaksanaan perbaikan semestinya. Tiap langkah membantu analis untuk mencapai langkah-langkah berikutnya. Tiap langkah harus diselesaikan untuk melakukan kerja *failure analysis* yang baik.

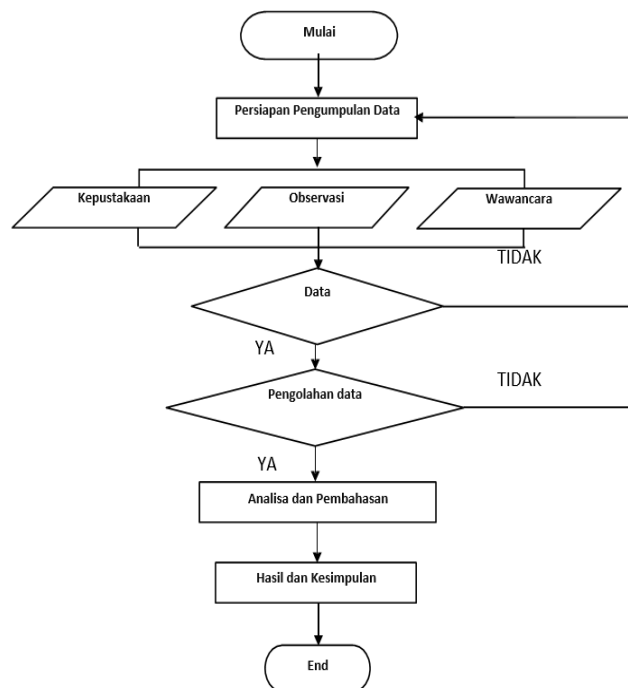


**Gambar 2.** 8 langkah AFA

Sumber : *Applied Failure Analysis Fundamental Knowledge* [15]

**2. METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam pembuatan



**Gambar 2.** Diagram Alir Metode Penelitian

### Pengumpulan Data

Setelah melakukan riset awal, hal yang selanjutnya dilakukan adalah pengumpulan data. Pada tahap ini ada beberapa metode yang dilakukan:

#### *Studi Literatur*

Mempelajari teori-teori yang mendukung dan berhubungan dengan *applied failure analysis*. Hal ini perlu dilakukan agar dapat memahami bagaimana sebuah model bisa digunakan dalam pengolahan data pada penentuan dan mengidentifikasi kerusakan

#### *Studi Lapangan*

Studi lapangan dilakukan dengan mengumpulkan data-data yang digunakan dalam proses identifikasi dan pengamatan visual serta inspeksi sebelum melakukan *dissably and assembly*.

### Analisis Data

Pada tahap ini akan dilakukan analisa data-data yang sudah didapatkan sebelumnya. Identifikasi permasalahan penulis menggunakan metode 8 langkah *applied failure analysis* dimana pada tiap - tiap langkahnya membantu untuk menemukan akar permasalahan (*root cause*) dan menyelesaikan permasalahan tersebut.

### Implementasi metode 8 langkah

Tahap selanjutnya adalah implementasi Metode, yaitu metode metode 8 langkah *applied failure analysis*. Urutan langkahnya sebagai berikut :

- a. Langkah 1 - Nyatakan masalah dengan singkat, jelas dan tepat;
- b. Langkah 2 - Persiapan untuk pengumpulan fakta;
- c. Langkah 3 - Mengumpulkan dan mencatat fakta;
- d. Langkah 4 - Berpikir logis dengan fakta – fakta;
- b. Langkah 5 - Mengidentifikasi penyebab yang paling mungkin;
- e. Langkah 6 - Menyampaikan kepada pihak yang bertanggung jawab;
- f. Langkah 7 - Lakukan perbaikan sesuai yang disetujui;
- g. Langkah 8 - Lakukan tindak lanjut.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Identifikasi Permasalahan*

Dalam melakukan identifikasi permasalahan penulis menggunakan metode 8 langkah *applied failure analysis* dimana pada tiap - tiap langkahnya membantu untuk menemukan akar permasalahan (*root cause*) dan menyelesaikan permasalahan tersebut. Pada permasalahan kerusakan komponen plate dan disc dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti usia komponen yang telah tercapai, kesalahan saat pemasangan/perakitan, kesalahan dalam pengoperasian alat berat, perawatan yang salah, maupun lingkungan atau area beroperasi unit tersebut.

#### *Langkah 1 - Nyatakan Masalah Dengan Singkat, Jelas dan Tepat*

Langkah 1 menyatakan masalah secara jelas dan tegas. Failure analisis diperlukan ketika komponen mengalami perubahan bentuk, aus atau patah, bukan ketika masalah dapat diselesaikan dengan adjustment.

Keluhannya : *Transmission slip (repair continue life)*

Area spesifik atau komponen yang mengalami kerusakan : *plate dan discs clutch nomor 5*

Pada saat *dissassembly component transmission* OHT 789C saya mencium oli berbau busuk, saya juga melihat salah satu disc pada clutch nomor 5 patah dan sudah tidak pada tempatnya lagi. Hal ini dapat menjadi indikasi kerusakan pada plate dan disc bahkan dapat merusak component transmission itu sendiri. Maka permasalahannya adalah “*clutch nomor 5 mengalami keausan up normal sehingga menyebabkan transmission slip*”




#### *Langkah 2 - Persiapan Untuk Pengumpulan Fakta*










Menyusun semua rencana untuk pengumpulan fakta. Agar semua fakta dapat dikumpulkan untuk memudahkan analisa kegagalan. Rencana pengumpulan fakta : (1) *Component inspection* dan *analysis component condition*; (2) *Scheduled oil sampling* (SOS); (3) Peralatan analisa kamera, alat tulis, buku/kertas, kaca pembesar, *literature*; (4) *Literature applied failure analysis fundamental knowledge, guidelines for reusable part* (GRPTS).








#### *Langkah 3 - Mengumpulkan dan Mencatat Fakta*

Langkah 3 mengamati dan mendokumentasikan fakta-fakta. Analis harus mengikuti rencana dalam langkah 2 dan mengumpulkan sebanyak mungkin fakta. Terkadang fakta perlu untuk diperbesar sebelum dikenali dan dicatat. Analis harus mengumpulkan dan mendokumentasikan fakta dengan menuliskan dan mengambil gambar, tidak hanya mengandalkan ingatan. Sumber fakta diperoleh dari *job site, component inspection*, dan lab metalurgi.


**Tabel 1.** Data hasil *observation*

<p><b>Part Number -Name – Modifier Code (RH/LH/Upper/Lower etc)</b></p>	<p><b>OBSERVATION To Help Explain Progression/Stage of Failure, Use – Notes /Photos/Parts Book Illustration. Identify Type, Amount, Location of Wear, Deposits, Damage, Fractures etc.</b></p>
<p><i>Site Inspection</i>  Kondisi unit 789C –pada area mining, Tampak samping.</p>	
<p><i>Transmission gruop before disassemble</i></p>	
<p>Ring retaining RT -01 ditemukan telah rusak, fracture.</p>	<p>Ring Retaining</p>
<p><i>Planetary transmission before disassemble</i> ditemukan <i>disc cluth</i> no.5 keluar dari dudukannya.</p>	<p>Clutch No.5</p>
<p>Bolt BL-01 ditemukan mengalami erotion wear. Erotion terjadi ketika parikel kecil yang keras yang terdapat di dalam fluida mengalir menghantam komponen yang dilaluinya dengan kecepatan tinggi dan menimbulkan benturan.</p>	
<p><i>Gear ring RG-01</i> ditemukan banyak terdapat <i>pitting</i> pada <i>gear teeth</i>. <i>Pitting</i> adalah pengembangan lubang kecil di permukaan gear, <i>pitting</i> disebabkan oleh stress akibat kontak pada permukaan gigi.</p>	<p>Pitting</p>

<p>Piston PT-01 ditemukan keausan pada lubang dowel dan mengalami fretting corrosion, hal ini terjadi bila dua part yang seharusnya diikat dengan keta mengalami pergerakan/getaran sehingga membuat masing-masing part saling menekan. (clutch no.5)</p>	
<p>Gear sun GS-01 ditemukan banyak terdapat pitting pada gear teeth. Pitting adalah pengembangan lubang kecil di permukaan gear, pitting disebabkan oleh stress akibat kontak pada permukaan gigi.</p>	
<p>Housing clutch HC-01 Ditemukan skirt pada dudukan seal piston (clutch no.5)</p>	<p style="text-align: center;">Skirt</p>
<p>Gear sun GS-02 ditemukan banyak terdapat pitting pada gear teeth. Pitting adalah pengembangan lubang kecil di permukaan gear, pitting disebabkan oleh stress akibat kontak pada permukaan gigi.</p>	
<p>Gear as ring GR-01 ditemukan banyak terdapat pitting pada gear teeth. Pitting adalah pengembangan lubang kecil di permukaan gear, pitting disebabkan oleh stress akibat kontak pada permukaan gigi.</p>	
<p>Gear planetary GP-01 (3 pcs) Ditemukan adhesive wear pada permukaan kontak dengan bearing. Adhesive wear terjadi ketika dua permukaan bergerak membuat kontak tanpa pelumasan atau pendinginan yang cukup, permukaan yang bergerak ini menghasilkan friksi dan menaikkan temperatur permukaan sampai titik lebur dan menyebabkan permukaan menempel satu sama lain.</p>	
<p>Gear planetary GP-02 (4 pcs) Ditemukan adhesive wear pada permukaan kontak dengan bearing. Adhesive wear terjadi ketika dua permukaan bergerak membuat kontak tanpa pelumasan atau pendinginan yang cukup, permukaan yang bergerak ini menghasilkan friksi dan menaikkan temperatur permukaan sampai titik lebur dan menyebabkan permukaan menempel satu sama lain.</p>	
<p>Gear planetary GP-03 Ditemukan banyak terdapat pitting dan berkembang menjadi spalling 1 pcs. Pitting adalah pengembangan lubang kecil di permukaan gear, pitting disebabkan oleh stress akibat kontak pada permukaan gigi. Lubang-lubang yang dibiarkan akan menjadi lubang yang semakin dalam dan berkembang menjadi spalling bahkan fracture jika tidak cepat diperbaiki.</p>	
<p>Shaft SH-01 Ditemukan worn pada thrust bearing contact 5 pcs</p> 	

Shaft SH-02 Ditemukan worn pada thrust bearing contact 4 pcs	
Seat SE-01 Ditemukan worn pada retaining ring contact	Worm
Exhaust Valve EV-01 Has Missing	Missing
Piston selector PS-01 Ditemukan telah jammed dari body load piston LP-01	
Plate PC-01 ( clutch no 1 ) has out spec 4 pcs. Spec $6.73 \pm 0.08$ mm	
Disc DC-01 ( clutch no 1 ) has out spec. Spec $5.59 \pm 0.08$ mm 5 pcs	
Plate PC-02 ( clutch no 2 ) has out spec 3 pcs. Spec $6.73 \pm 0.08$ mm	
Plate PC-03 ( clutch no 3 ) has out spec 3 pcs. Spec $6.73 \pm 0.08$ mm Disc DC-03 ( clutch no 3 ) has out spec 4 pcs. Spec $5.59 \pm 0.08$ mm	
Disc DC-04 ( clutch no 4 ) has out spec 3 pcs. Spec $5.56 \pm 0.08$ mm	



Disc DC-05 has worn and plate 8E-5621 and 8E5266 has abrasive wear terjadi ketika terdapat partikel-partikel keras yang berukuran lebih besar dari ketebalan film pelumas diantara dua permukaan yang bergerak. Permukaan yang lebih lunak terpotong meninggalkan goresan dan menghasilkan gram-gram.(clutch no 5)	Abrasive Wear
Plate PC-06 ( clutch no 6 ) has out spec 1 pcs. Spec $6.35 \pm 0.08$ mm  Disc DC-06 ( clutch no 6 ) has out spec 6 pcs. Spec $5.59 \pm 0.08$ mm	

Sumber : Data penelitian

**Langkah 4 - Berpikir Logis Dengan Fakta - Fakta**

Dari fakta – fakta yang telah dikumpulkan pada langkah 3, sebagai berikut :

**Tabel 1.** Fakta temua

No	Komponen (Kode) /Bahan	Fakta Temuan
1.	Oli	Terkontaminan
2.	RT-01 Ring Retaining	Rusak (fracture)
3.	Planetary Transmission Before Dissassemble Clutch Nomor 5	Disc ditemukan keluar dari dudukannya
4.	BL-01 Bolt	Erosion wear
5.	RG-01 P/N 9G-9132 Ring Gear	Pitting
6.	PC-01 Piston Clutch Nomor 5	Keausan pada bore dowel
7.	SG-01P/N 3T-1064 Sun Gear	Pitting
8.	HC-01P/N 8E-5624 Housing Clutch Nomor 5	Skrit
9.	SG-02P/N 9G-9576 Sun Gear	Pitting
10.	RG-02P/N 9G-9337 Ring Gear	Pitting
11.	GP-01 Planetary Gear	Adhesive wear
12.	GP-02 Planetary Gear	Adhesive wear
13.	GP-03 Planetary Gear	Adhesive wear
14.	GP-04 Planetary Gear	Pitting dan Spalling
15.	SH-01 Shaft	Worn (usang)
16.	SH-02 Shaft	Worn (usang)
17.	SE-01 Seat	Worn (usang)
18.	EV-01 Exhaust Valve	Ball Check Has Missing
19.	PS-01 Piston Selector	Jammed
20.	PC-01 Plate Clutch Nomor 1	Out Specification
21.	DC-01 Disc Clutch Nomor 1	Out Specification
22.	PC-02 Plate Clutch Nomor 2	Out Specification
23.	DC-02 Disc Clutch Nomor 2	Out Specification
24.	PC-03 Plate Clutch Nomor 3	Out Specification
25.	DC-03 Disc Clutch Nomor 3	Out Specification
26.	PC-04 Plate Clutch Nomor 4	Out Specification
27.	DC-04 Disc Clutch Nomor 4	Out Specification
28.	DC-05 Disc Clutch Nomor 5	Abrasive Wear
29.	PC-06 Plate Clutch Nomor 6	Out Specification
30.	DC-06 Disc Clutch Nomor 6	Out Specification

Sumber : Data penelitian

Plate dan disc ditemukan dalam keadaan *out specification*, pada *disc clutch* nomor 5 mengalami keausan up normal, dan pada plate mengalami abrasive wear yang akan dapat mengakibatkan kegagalan komponen yang

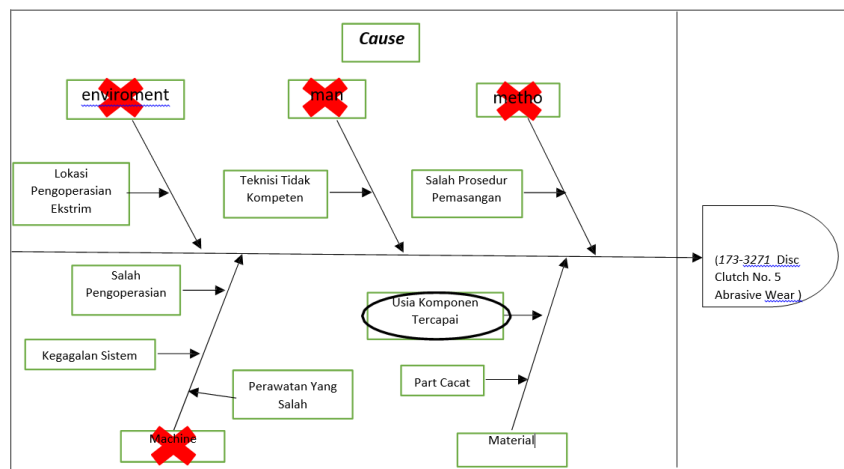
lain. Pada umumnya plate dan disc akan aus apabila sudah sampai masanya, plate mengalami *discoloration* yang biasanya disebabkan beroperasi dengan temperature tinggi karena kurangnya pelumasan.

Timeline :

- (Planetary Transmission Before Dissassemble Clutch Nomor 5) Disc ditemukan keluar dari dudukannya
- Plate dan disc clutch nomor 1 sampai 6 out specification
- Oli terkontaminasi
- Piston selector jammed
- (RG-01 Ring Gear) Pitting
- (SG-01 Sun Gear) Pitting
- (PG-01 Planetary Gear) Pitting dan Spalling
- (SH-01 Shaft) Worn
- PC-05 Clutch nomor 5 slip

**Langkah 5 - Mengidentifikasi Penyebab Yang Paling Mungkin.**

Disarankan menggunakan diagram fishbone untuk memudahkan mengidentifikasi root cause yang paling mungkin menyebabkan (Plate dan disc) mengalami keausan up normal dan abrasive wear.



**Gambar 3.** Diagram *Fishbone*

Sumber : Analisa data penelitian

Fishbone diagram akan mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari satu efek atau masalah, dan menganalisis masalah tersebut melalui sesi brainstorming.

**Tabel 2.** *Brainstorming*


<i>Possible Root Cause</i>	<i>Discussion</i>	<i>Root Cause?</i>
Prosedur pemasangan yang salah.	Pemasangan sesuai <i>service manual</i> (standar pabrik). Keausan yang terjadi merata dipermukaan <i>plate</i> dan <i>disc</i> .	No
Teknisi tidak kompeten.	Teknisi sudah di- <i>training</i> dan lulus.	No
Perawatan yang salah.	<i>Customer</i> tidak melakukan SOS.	No
	Beberapa kali terjadi keterlambatan	No
Kegagalan sistem.	Fakta yang ditemukan kondisi oli	Yes
	<i>Disc</i> telah keluar dari dudukannya.	Yes
Lokasi pengoperasian	<i>Part</i> telah didesain untuk tahan di	No
<i>Part</i> cacat.	Pembuatan <i>part</i> berstandar pabrik	No

Sumber : Data penelitian

Dari hasil sesi brainstorming, akar masalah/root cause adalah keausan berlebihan pada komponen plate dan disc. Hampir semua clutch pack mengalami keausan dan analisis menemukan clutch no 5 mengalami keausan up normal dimana kondisi permukaan plate dan disc telah habis bahkan sampai patah. Keausan up normal akan menghasilkan gram – gram yang mengakibatkan oli transmission terkontaminasi.

#### **Langkah 6 - Menyampaikan Kepada Pihak yang Bertanggung Jawab**

Membuat failure analysis report untuk menjelaskan kerusakan apa saja yang terjadi dan penyebab kerusakan/root cause. Lalu membuat sebuah quotation untuk memberikan solusi penawaran perbaikan.

SERVICEMAN REQUEST FORM		
Diisi oleh Pelanggan / Filled by Customer Kepada / To : PT TRAKINDO UTAMA Perhatian / Attention : Sabria Galih Telepon / Phone : 0811608840      Faks / Fax : Email : <a href="mailto:sabria.ubomo@traiindo.co.id">sabria.ubomo@traiindo.co.id</a> Tanggal / Date : 26-Nov-18		
Nama Pelanggan / Customer Name : PT BUKIT MAKMUR MANDIRI UTAMA (BUMA) Alamat / Address : Jln. Hauling Road Adaro Km. 74 -Kec. Paringin - Kal. Sei		Kontak Person untuk info lebih lanjut / Contact Person for Further info : Dian      081080903858
<b>INFORMASI UNIT / UNIT INFORMATION</b> Model : 789      Service Motor Unit (SMU) : \$1,288.70 Hrc Serial No. : 2BW01928      Arrangement No. : HDCT79011 Lokasi Perlatan / Mesin / Machine / Engine Location : Workshop Paringin      Tanggal Mekanik Dibutuhkan / Date of Technician Required :		<b>IDENTIFIKASI MASALAH / PROBLEM IDENTIFICATION</b> Nama Komponen / Component Name : TRANSMISSION ASSEMBLY      Component Hours : \$1,288.70 Hrc Diagnostic Code * : <input type="checkbox"/> Wawancara / Rework <input type="checkbox"/> Revenue / Normal <input checked="" type="checkbox"/> Lainnya / Others (REPAIR TRANSMISSION) <small>* (Khusus di unit yang dilengkapi dengan display informasi di dashboard)            *Available on unit equipped with display information dashboard</small>
<b>DESKRIPSI MASALAH / PROBLEM DESCRIPTION</b> REPAIR TRANSMISSION		
Yang Meminta / Requestor, Tanda Tangan / Signature :  Nama / Name : Dian		
Diisi oleh Marketing Dept. PTTU / Filled by Marketing Department PTTU <b>INFORMASI AKUN PELANGGAN / CUSTOMER ACCOUNT INFORMATION</b> Request No. :      Customer ID :      Waktu dan Tanggal Pengiriman Mekanik / Time and Date to Dispatch Tech. (Disetujui / Agreed by: Service & Customer) Metode Pembayaran / Payment Method : <input type="checkbox"/> Cash      Official Receipt No. (For Cash Customer Only) <input type="checkbox"/> Credit      Customer Credit Status : <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Overlimit <input type="checkbox"/> Overdue <input type="checkbox"/> Others      Estimated to Credit Release (dd/mm/yy) : ..... / ..... / .....		
<b>INSTRUKSI KHUSUS / SPECIAL INSTRUCTION</b>    Name / SN : _____ Tanggal / Date : _____ Tanda Tangan / Signature : _____		
Bagian dari / Part of : PSDV.SVOP.SOP.002.R00      Form Number : PSDV.SVOP.FRM.001.R01 PSDV.SVOP.SOP.003.R00      Page 1 of 1		

**Gambar 3. Serviceman Request Form**

Sumber : Analisa data penelitian

#### **Langkah 7 - Lakukan Perbaikan Sesuai yang Disetujui**

Setelah quotation disetujui, barulah dilakukan perbaikan terhadap transmission 789C. Perbaikan yang dilakukan adalah *repair continue life component*.

#### **Langkah 8 - Lakukan Tindak Lanjut**

Tindak lanjut pertama dilakukan dengan telepon atau email, dan dilakukan seminggu setelah perbaikan. Tindak lanjut kedua dilakukan secara langsung sebulan setelah masalah telah diperbaiki untuk memastikan:

- Bahwa akar penyebab telah diidentifikasi dan tindakan perbaikan yang tepat sudah dilakukan, dan
- Bahwa pelanggan telah puas dengan : produk miliknya, dan dukungan produk yang diperolehnya.

#### **Proses Kegagalan**

Clutch 1,2,3,4, dan 6 dalam keadaan out specification, dan clutch no. 5, disc mengalami keausan up normal dimana permukaan disc telah habis termakan bahkan sampai patah dan plate mengalami abrasive wear. Keausan ini

meyebabkan gram-gram pada oil transmission, karena banyaknya gram pada oil transmission mengakibatkan oil terkontaminasi. Gram-gram ini mengakibatkan piston selector pada control valve jammed, karena piston selector jammed maka pressure yang dialirkan menjadi turun dan menyebabkan clutch kekurangan pelumas temperatur menjadi naik. Hal ini apabila dibiarkan unit beroperasi akan dapat merusak komponen transmission itu sendiri karena plate dan disc tidak berfungsi dengan baik.

#### **Pencegahan Kerusakan Plate dan disc transmission 789C**

Kerusakan diatas dapat dicegah dengan berbagai cara, seperti berikut : (1) Melakukan preventive maintenance sesuai service manual. Menghindari keausan berlebihan pada komponen, keausan berlebihan akan terjadi selama terjadi perpanjangan interval waktu perawatan. Lakukan preventive maintenance secara berkala dan tepat waktu. (2) Melakukan scheduled oil sampling. Scheduled oil sampling (SOS) dapat mempresentasikan kondisi dan kandungan oli, tingkat keausan komponen yang terjadi pada transmission, dan langkah pencegahan yang harus dilakukan sebelum kerusakan parah terjadi. (3) Pengoperasian unit dengan benar. Hindari travelling terlalu lama tanpa berhenti. Akan menyebabkan transmission panas. (4) Gunakan jenis oli sesuai standar dealer. Gunakan oli yang sesuai temperature unit beroperasi.

#### **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa : dengan menggunakan metode 8 langkah *applied failure analysis* permasalahan slip pada transmission dapat ditemukan akar permasalahan/*root cause*. Clutch 1,2,3,4, dan 6 dalam keadaan *out specification*, dan *clutch no. 5* disc mengalami keausan up normal dimana permukaan disc telah habis termakan bahkan sampai patah dan plate mengalami abrasive wear. Keausan ini meyebabkan gram-gram pada oil transmission, karena banyaknya gram pada oil transmission mengakibatkan oil terkontaminasi. Gram-gram ini mengakibatkan piston selector pada *control valve jammed*, karena *piston selector jammed* maka *pressure* yang dialirkan menjadi turun dan menyebabkan clutch kekurangan pelumas temperatur menjadi naik. Dan apabila dibiarkan unit beroperasi akan dapat merusak komponen transmission itu sendiri karena plate dan disc tidak berfungsi dengan baik. *Premature failure* pada transmission dapat dicegah dengan cara: melakukan preventive maintenance sesuai service manual, melakukan scheduled oil sampling, pengoperasian unit dengan benar, gunakan jenis oli sesuai standar dealer.

#### **5. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Diana Puspita S, "Analisis Penyebab Kerusakan Transmisi Dump Truck Komatsu HD 465-7R," *journal teknik pengelolaan dan perawatan alat berat Universitas Gajah Mada*, vol. 1. 2020.
- [2] R. Rasma, H. Purwono, and R. Effendi, "Analisis Terjadinya Slip Pada Kopling Di Unit Scania P 124 CB 8x4 NZ 420," *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 13, no. 1. p. 32, 2019, doi: 10.24853/sintek.13.1.32-37.
- [3] R. L. Crum and J. R. Wiley, "New transmissions for off-highway dump trucks," *SAE Technical Papers*. 1996, doi: 10.4271/961767.
- [4] L. Xue, H. Jiang, Y. Zhao, J. Wang, G. Wang, and M. Xiao, "Fault diagnosis of wet clutch control system of tractor hydrostatic power split continuously variable transmission," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 194. 2022, doi: 10.1016/j.compag.2022.106778.
- [5] K. C. Ganesh, K. Dhanasekaran, P. Saravanan, and R. Panda, "Failure analysis of multi plate wet-clutch used in off-highway transmission," *Engineering Failure Analysis*, vol. 127. 2021, doi: 10.1016/j.engfailanal.2021.105534.
- [6] N. Trushin, "A Concept of Hydraulic Power Transmission for Heavy Self-Propelled Mining Vehicles," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 666, no. 3. 2021, doi: 10.1088/1755-1315/666/3/032023.
- [7] S. Tan, J. Yang, X. Zhao, W. Yang, W. Yu, and A. Khajepour, "Power Distribution Strategy Development and Optimization of an Integrated Dual-Motor Transmission for Electric Dump Truck," *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, vol. 7, no. 3. pp. 1964–1975, 2021, doi: 10.1109/TTE.2021.3056548.
- [8] M. Haghshenas and W. Savich, "A Case Study on Fatigue Failure of a Transmission Gearbox Input Shaft," *Journal of Failure Analysis and Prevention*, vol. 17, no. 6. pp. 1119–1125, 2017, doi: 10.1007/s11668-017-0352-x.
- [9] I. U. S. Caterpillar, *Service Information System*. Cileungsi: Training Center PT Trakindo Utama, 2018.
- [10] A. Patil and A. Kolhe, "Review on Engineering Failure Analysis of Various Mechanical Systems," *Irjet*, vol. 2, no. 5, pp. 512–515, 2015.
- [11] S. Das, G. Mukhopadhyay, and S. Bhattacharyya, "Failure analysis of axle shaft of a fork lift," *Case Studies in Engineering Failure Analysis*, vol. 3. pp. 46–51, 2015, doi: 10.1016/j.csefa.2015.01.003.

- 
- [12] W. Muhammad, N. Ejaz, and S. A. Rizvi, "Failure Analysis of High-Speed Pinion Gear Shaft," *Journal of Failure Analysis and Prevention*, vol. 9, no. 5, pp. 470–478, 2009, doi: 10.1007/s11668-009-9268-4.
- [13] S. F. Hassan and M. R. Alam, "Failure analysis of gearbox and clutch shaft from a marine engine," *Journal of Failure Analysis and Prevention*, vol. 10, no. 5, pp. 393–398, 2010, doi: 10.1007/s11668-010-9373-4.
- [14] Kondru Nagendra Babu and Dr. D Suneel, "Failure Analysis of Flange Coupling with Two Different Materials," *Int. J. Eng. Res.*, vol. V4, no. 04, 2015, doi: 10.17577/ijertv4is040823.
- [15] I. U. S. Caterpillar, *Applied Failure Analysis Fundamental Knowledge*. Cileungsi: Training Center PT Trakindo Utama, 2012.