

ANALISIS KERUSAKAN MIDDLE AXLE TRUK RENAULT KERAX DXI 440 TIPE 17 X 35

Wahju Djalmono Putro, Anwar S. Ardjo, Munaputra

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Sudarto S.H., Tembalang, Semarang 50275
Telp. 024-7473417, 7466420 (hunting), Fax. 024-7472396

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah melaksanakan analisis penyebab kerusakan pada Middle Axle pada truk Renault Kerax 440 tipe 17 x 35. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah: mengenali gangguan-gangguan yang terjadi, pengumpulan data, praktek di lapangan, studi literatur, diskusi, proses analisis, dan pembahasan. Hasil dari analisis yang dilakukan ditemukan sejumlah tiga jenis kerusakan. Kerusakan yang ditemukan adalah inter axle mengalami pecah pada bagian spider disebabkan oleh kesalahan prosedur pengoperasian oleh operator, kondisi jalan atau medan yang dilalui oleh unit, dan perawatan yang tidak tepat (misalnya dalam penggunaan oli). Cara mengatasinya adalah pada saat proses overhaul, inter axle harus diganti dengan komponen yang baru dan juga dianjurkan juga untuk memakai oli yang direkomendasikan oleh truk Renault yaitu oli SAE 140. Thrust washers inter wheel yang mengalami keausan disebabkan oleh seringnya perbedaan putaran antara roda kiri dan kanan dikarenakan amblas, sehingga pergantian putaran inter wheel terjadi, kemudian terjadi gesekan antara thrust washer dengan Main Differential Case. Cara mengatasinya adalah mengganti komponen thrust washer dengan komponen thrust washer yang baru. Main differential case yang mengalami keausan disebabkan oleh seringnya perbedaan putaran antara roda kiri dan kanan dikarenakan amblas, sehingga pergantian putaran inter wheel terjadi, kemudian terjadi gesekan antara Main Differential Case dengan thrust washers. Cara mengatasinya adalah melakukan perbaikan setelah dilakukan overhaul atau mengganti dengan yang baru.

Kata Kunci : "Middle axle", "Truck Renault Kerax Dxi 440", "inter axle", "spider", "thrust washer", "inter wheel", "main differential case".

1. Pendahuluan

PT Indotruck Utama sebagai salah satu *dealer truck* dan alat berat yang ada di Indonesia, sangat memberikan kontribusi dalam penyediaan kebutuhan alat berat. PT indotruck Utama sangat mengutamakan kepuasan konsumen dengan layanan purna jual (*after sales*). Produk PT. Indotruck Utama yang dipasarkan pada wilayah Regional III Kalimantan yaitu Renault Truck dan Manitou, Manitou merupakan salah satu merek produk PT. Indotruck Utama yang berfungsi sebagai alat bantu angkat, misalnya: untuk mengangkat *tyre* saat akan dipasang pada HD, untuk mengangkat benda-benda yang berat, dan lain sebagainya. Renault Truck adalah truck buatan Perancis yang banyak digunakan oleh tambang-tambang yang ada di kawasan Indonesia, khususnya di Pulau Kalimantan. Salah satu

jenis truck yang dipasarkan oleh PT Indotruck Utama adalah Truck Renault Kerax DXi 440. Truck Renault Kerax DXi 440 sudah memiliki standart Euro 3 dan model mesin yang digunakan pada unit ini adalah Dxi 11 dengan kapasitas mesin 11 liter. Mesin kelas 11 liter ini dapat menghasilkan power rating sebesar 440 HP. Renault Kerax 440 merupakan jenis truk *dump truck*, dimana *dump truck* berfungsi sebagai alat untuk mengangkut batuan dan tanah ketempat penimbunan, serta mengangkut batu bara yang baru di keruk ke *stockpile*. Penggunaan truk pada daerah tambang yang memiliki medan cukup berat membuat truk harus bekerja dengan power yang extra sehingga mengakibatkan truk sering mengalami kerusakan, mulai dari kerusakan yang ringan hingga kerusakan berat. Kerusakan yang sering dialami oleh

truck Renault yaitu kerusakan pada *engine*, *transmission* dan *axles*. Apabila kerusakan yang dialami oleh unit masih ringan, dapat dilakukan *repair* di mana unit tersebut mengalami kerusakan namun apabila kerusakan yang dialami oleh unit sangat berat dan harus dilakukan *overhaul*, maka unit tersebut akan dikirim ke *workshop*.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji analisis kerusakan Middle Axle truk Renault Kerax DXi 440 tipe 17 x 35 dan cara mengatasinya.

Manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui penyebab kerusakan dan cara menyelesaikan kerusakan pada Middle Axle tipe 17 x 35.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan metode-metode penelitian sebagai berikut:

a.) Mengenali gangguan-gangguan yang terjadi.

Prosedur ini dilakukan saat pertama kali *middle axle* datang ke *workshop* sebelum dilakukan proses *overhaul*. Prosedur ini dilakukan agar dapat mengetahui permasalahan yang dialami oleh *middle axle* sebelum dilakukan proses *overhaul*.

b.) Pengumpulan data.

Mengumpulkan data-data berupa foto-foto, serta diskusi dengan mekanik senior mengenai masalah yang terjadi pada *middle axle*.

c.) Praktek di lapangan.

Terlibat langsung dan ikut berperan aktif dalam proses *overhaul middle axle* yang dilakukan di *workshop*.

d.) Studi literatur.

Mempelajari buku-buku referensi, *manual book*, untuk mendukung proses analisis terhadap topik yang diambil, sehingga didapatkan landasan teori yang sesuai dengan pokok bahasan.

e.) Proses analisis.

Proses menganalisis permasalahan yang menjadi topik, serta menemukan dan menentukan penyelesaian masalah yang dihadapi untuk mengambil kesimpulan dari hasil observasi.

3. Dasar Teori

3.1 Pengertian Truk Renault Kerax Dxi 440

Truk Renault Kerax DXi 440 standar Euro 3 keluaran terbaru digunakan model mesin DXi 11, dengan kapasitas mesin kelas 11 liter. Mesin kelas 11 liter ini dapat menghasilkan power rating 440 HP.

DXi 11 – 440

D = *Diesel Engine*

Xi = Sistem unit *injector*

11 = Kapasitas mesin 11 liter

440 = Dayanya 440 HP (*Training Center, 2003:2*)



Gambar 1. Truk Renault Kerax Dxi 440

3.2 Fungsi Middle Axle

a. Meningkatkan torque

Komponen utama yang berfungsi menaikkan torque yaitu *pinion gear* dan *bevel gear (crown wheel)*. *Pinion gear* yang menerima putaran dari *propeller shaft* dan meneruskannya ke *bevel gear (crown wheel)*, karena jumlah gigi dan diameter yang lebih besar pada *bevel gear (crown wheel)* maka torque akan bertambah pada saat *bevel gear*

(*crown wheel*) berputar meneruskan *pinion gear*.

- b. Merubah arah putaran dari *propeller shaft* 90° ke *middle axle*

Pinion gear dan *bevel gear (crown wheel)* juga berfungsi merubah arah putaran dari *propeller shaft* 90° ke *middle axle*. Ini terjadi karena kontak dari gigi-gigi pada *pinion gear* dan pada *bevel gear (crown wheel)* bersudut 90°.

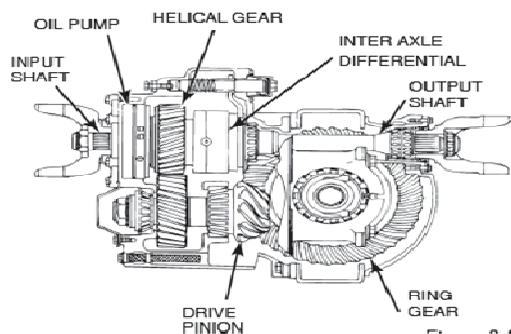
- c. Membedakan jumlah putaran antara roda kiri dengan kanan

3.3 Middle Axle Tipe 17 x 35

Spesifikasi *Middle Axle* Tipe 17 x 35 *Axle* adalah mata rantai yang kelima didalam sistem aliran tenaga setelah *propeller shaft*. Truk Renault Kerax DXi 440 menggunakan *middle axle* tipe 17 x 35 dengan spesifikasi:
 17 = jumlah gigi pada *gear pinion*
 35 = jumlah gigi pada *bevel gear*

3.4 Bagian Utama Middle Axle

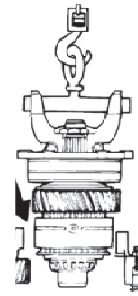
Bagian utama dalam *middle axle* adalah *input shaft*, *drive pinion*, dan *differential gear*. Berikut ini adalah bagian utama dalam *middle axle*:



Gambar 2. Bagian Utama *Middle Axle* (Meritor, 2011:08)

3.4.1 Input Shaft

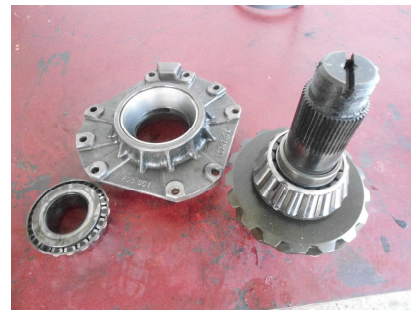
Input shaft adalah salah satu bagian utama dalam *middle axle*. *Input shaft* terletak dibagian depan dari *middle axle* yang berfungsi untuk menerima putaran dari *transmission* melalui *propeller shaft*.



Gambar 3. *Input Shaft* (Meritor, 2011:69)

3.4.2 Drive Pinion

Drive pinion adalah komponen utama *middle axle* yang berfungsi untuk memperbesar momen dan merubah arah putaran sebesar 90°.



Gambar 4. *Drive Pinion*

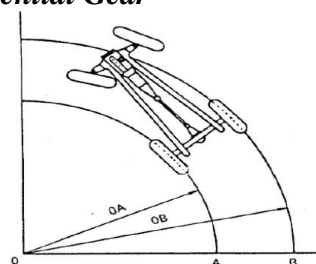
3.4.3 Differential Gear

Differential gear terdiri dari *side gear* dan *pinion gear*, berfungsi untuk membedakan kecepatan putar roda kiri dan kanan saat membelok.



Gambar 5. *Differential Gear*

3.5 Differential Gear



Gambar 6. Saat Kendaraan Berbelok

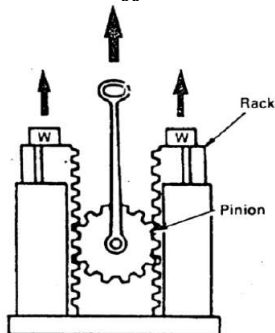
Saat kendaraan membelok, jarak tempuh roda bagian dalam (A) lebih kecil dari jarak tempuh roda bagian luar (B), dengan demikian roda bagian luar harus berputar lebih cepat dari roda bagian dalam. Bila roda-roda berputar dengan putaran yang sama, maka salah satu ban akan slip, yang akan menyebabkan ban akan cepat aus. Untuk mengatasi hal ini diperlukan differential gear dengan tujuan membedakan putaran roda.

$$\text{Jarak A} < \text{Jarak B}$$

RPM roda bagian dalam < RPM roda bagian luar

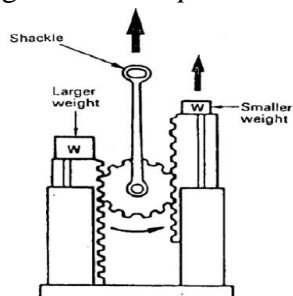
(<http://dc197.4shared.com/doc/psWmzy6c/prview.html>)

3.6 Prinsip Dasar Differential Gear



Gambar 7. Prinsip Dasar Differential Gear

Bila kedua rack diberi beban yang sama, maka ketika shackle ditarik ke atas akan menyebabkan kedua rack akan terangkat pada jarak yang sama karena tahanan sama dan pinion gear tidak berputar.



Gambar 8. Prinsip Dasar Differential Gear Saat Diberi Beban

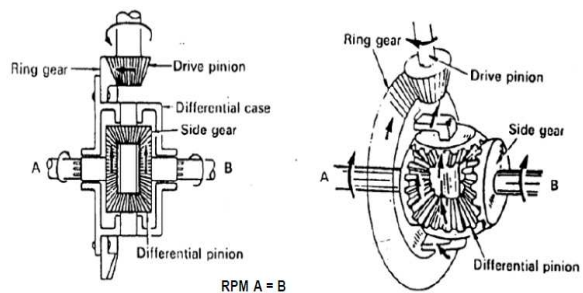
Tetapi bila beban yang lebih besar diletakkan pada rack sebelah kiri dan shackle ditarik ke atas, maka pinion gear akan berputar sepanjang gerigi rack yang mendapat beban lebih berat disebabkan adanya perbedaan tahanan. Dan ini mengakibatkan rack yang mendapat beban lebih kecil akan terangkat.

(<http://dc197.4shared.com/doc/psWmzy6c/prview.html>)

3.7 Cara Kerja Differential Gear

3.7.1 Jalan Lurus

Drive pinion memutarakan ring gear, ring gear memutarakan differential case, differential case menggerakkan pinion gear melalui pinion shaft dan pinion gear memutarakan side gear kiri dan kanan dengan rpm yang sama karena tahanan roda kiri dan kanan sama, sehingga menyebabkan putaran roda kiri dan kanan sama.

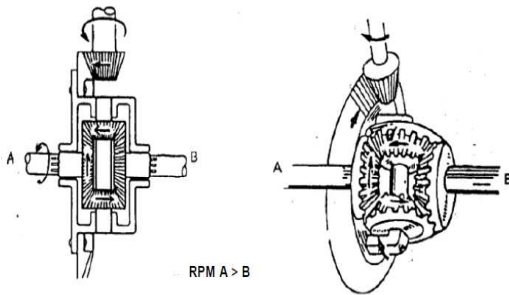


Gambar 9. Cara Kerja Differential Gear Jalan Lurus

(<http://dc197.4shared.com/doc/psWmzy6c/prview.html>)

3.7.2 Belok Kanan

Drive pinion memutarakan ring gear, ring gear memutarakan differential case, differential case menggerakkan pinion gear melalui pinion shaft dan pinion gear memutarakan side gear kiri mengitari side gear kanan karena tahanan roda kanan lebih besar, sehingga menyebabkan putaran roda kiri lebih besar dari roda kanan.

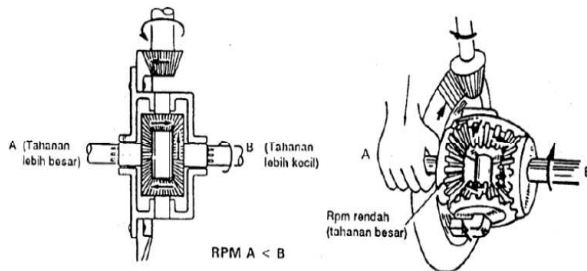


Gambar 10. Cara Kerja *Differential Gear* Belok Kanan

(<http://dc197.4shared.com/doc/psWmzy6c/preview.html>)

3.7.3 Belok Kiri

Drive pinion memutar *ring gear*, *ring gear* memutar *differential case*, *differential case* menggerakkan *pinion gear* melalui *pinion shaft* dan *pinion gear* memutar *side gear* kanan mengitari *side gear* kiri karena tahanan roda kiri lebih besar, sehingga menyebabkan putaran roda kanan lebih besar dari roda kiri.



Gambar 11. Cara Kerja *Differential Gear* Belok Kiri

(<http://dc197.4shared.com/doc/psWmzy6c/preview.html>)

3.7.4 Salah Satu Roda Masuk Lumpur

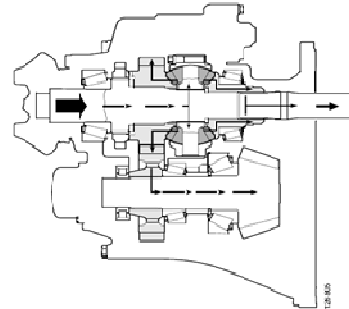
Saat salah satu roda masuk lumpur maka roda yang masuk lumpur tersebut mempunyai tahanan yang kecil, dan menyebabkan sulitnya mengeluarkan roda dari lumpur.

(<http://dc197.4shared.com/doc/psWmzy6c/preview.html>)

3.7.5 Penggerak Roda Depan (*Middle Axle*) Selip

Ketika roda pada *middle axle* selip, gerakan putaran dari *propeller shaft* di *distribusikan*

dari *middle axle* menuju ke *rear axle* dengan cara mengaktifkan *inter axle*. Dalam mengaktifkan *inter axle* digunakan *spline spider bogie* untuk meneruskan putaran *middle axle* menuju *rear axle* secara bersamaan.



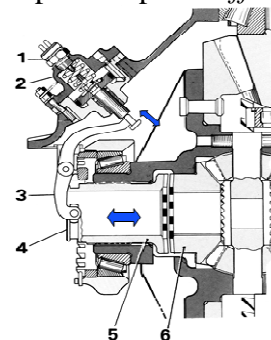
Gambar 12. Transfer *Spline Spider Bogie* Saat Roda Depan Selip

3.7.6 Penggerak Roda Belakang (*Rear Axle*) Selip

Ketika roda pada *rear axle* selip, gerakan dari *propeller shaft* di *distribusikan* ke semua roda pada *middle axle* dan *rear axle* dengan cara mengaktifkan *inter wheel*. Dalam mengaktifkan *inter wheel* digunakan *differential lock* untuk menyamakan putaran antar roda.

3.8 Differential Lock

Differential lock berfungsi untuk menyamakan putaran pada *differential gear*.



1. Switch
2. Control cylinder
3. Shifter fork
4. Coupling half
5. Differential housing
6. Differential gear
7. Piston

Gambar 13. *Differential Lock*

(Suharsono, 2008:06)

Cara kerja *differential lock* : Pada saat mengaktifkan *inter axle* dan *inter wheel*, udara bertekanan lebih kurang 7,3 bar akan masuk dan mendorong piston (7) pada *control cylinder* keatas sehingga menyentuh *switch* (1) untuk menghidupkan lampu indikator pada panel, pada saat bersamaan menggerakkan pula *shifter fork* (3) mendorong *coupling half* (4), sehingga menyatu dengan *input shaft* dan mengikuti putaran dari *differential gear* (6).

(Suharsono, 2008:07)

Differential lock terbagi menjadi 2 :

1. *Inter axle differential lock*

Berfungsi menyamakan putaran antara *axle* depan dengan *axle* belakang.



Gambar 14. Switch Inter Axle Differential Lock

2. *Inter wheel differential lock*

Berfungsi menyamakan putaran antara roda kiri dan kanan.



Gambar 15. Switch Inter Wheel Differential Lock

(Suharsono, 2008:07)

Interaxle dan *Interwheel differential lock* diperlukan pada saat unit :

- Menanjak bermuatan pada kemiringan curam
- Menanjak bermuatan pada jalan yang berpasir / kerikil

- Berjalan bermuatan pada permukaan yang licin (contoh sehabis hujan atau disiram)
- Berjalan bermuatan di daerah yang lunak dan beresiko amblas
- Berjalan bermuatan di area loading (galian) dan di area dumping (buangan)

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pembongkaran Middle Axle

Sebelum ditemukannya kerusakan pada *middle axle*, langkah awal yang dilakukan adalah pembongkaran *middle axle*.

4.2 Data Temuan Kerusakan Middle Axle

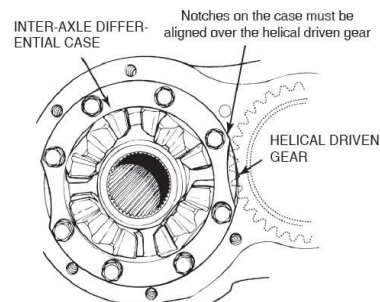
Setelah dilakukan pembongkaran *middle axle* kemudian ditemukan beberapa kerusakan, antara lain :

- a. *Inter axle* mengalami patah pada bagian *spider*
- b. *Thrust washer inter wheel* yang mengalami keausan
- c. *Main Differential Case* yang Mengalami Keausan

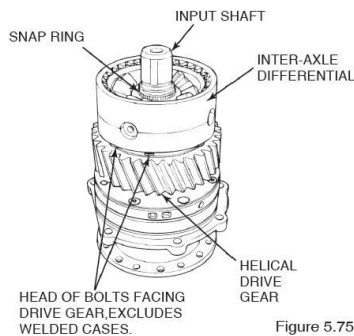
4.3 Analisis Data Temuan Kerusakan Middle Axle

4.3.1 Inter Axle Mengalami Patah pada Bagian Spider

Komponen *inter axle* pada kondisi baik yaitu permukaan halus tidak terdapat goresan, pada *spider* tidak terdapat retakan, *pinion gear inter axle* dalam kondisi normal, *housing pinion gear inter axle* halus. Berikut gambar komponen *inter axle* yang baik :



Gambar 16. Inter Axle yang Baik
(Meritor, 2011:18)



Gambar 17. Housing Inter Axle yang Baik
(Meritor, 2011:67)

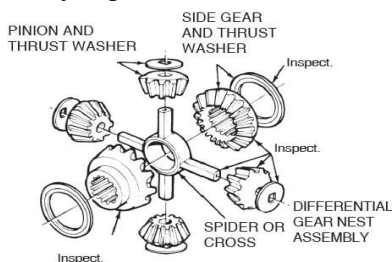
Gejala yang terjadi pada *middle axle* sebelum dilakukan pembongkaran yaitu saat penggerak roda depan (*middle axle*) selip kemudian operator mengaktifkan *inter axle* ditemukan *inter axle* tidak dapat terhubung dan tidak berfungsi saat diaktifkan oleh operator. Kemudian setelah dilakukan pembongkaran ditemukan *inter axle* mengalami patah pada *spider*. Berikut gambar kerusakan pada *inter axle* :



Gambar 18. Spider Inter Axle Patah

4.3.2 Thrust Washer Inter Wheel yang Mengalami Keausan

Thrust washer inter wheel yang baik yaitu tidak terdapat goresan pada permukaannya, tidak terdapat aus pada permukaannya, *thrust washer inter wheel* memenuhi standar pemakaian. Berikut gambar *thrust washer inter wheel* yang baik :



Gambar 19. Thrust Washer Inter Wheel yang Baik
(Meritor, 2011:30)

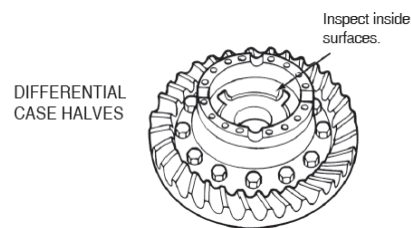
Gejala yang terjadi pada *middle axle* sebelum dilakukan pembongkaran yaitu saat penggerak roda belakang (*inter wheel*) selip kemudian operator mengaktifkan *inter wheel* ditemukan suara bising pada *inter wheel* dan pergerakan dari *inter wheel* yang tidak lancar. Kemudian setelah dilakukan pembongkaran ditemukan kerusakan pada *thrust washers inter wheel* yang mengalami keausan. Berikut gambar kerusakan pada *thrust washer inter wheel*:



Gambar 20. Thrust Washer Inter Wheel

4.3.3 Main Differential Case yang Mengalami Keausan

Main differential inter wheel yang baik yaitu tidak terdapat goresan pada permukaannya, tidak terdapat aus pada permukaannya, *main differential inter wheel* memenuhi standar pemakaian. Berikut gambar *main differential inter wheel* yang baik:



Gambar 21. Main Differential Inter Wheel Yang Baik
(Meritor, 2011:30)

Gejala yang terjadi pada *middle axle* sebelum dilakukan pembongkaran yaitu saat penggerak roda belakang (*inter wheel*) selip kemudian operator mengaktifkan *inter wheel* ditemukan suara bising pada *inter wheel* dan pergerakan dari *inter wheel* yang tidak lancar. Kemudian setelah dilakukan pembongkaran ditemukan kerusakan pada *main differential case (right & left)* yang

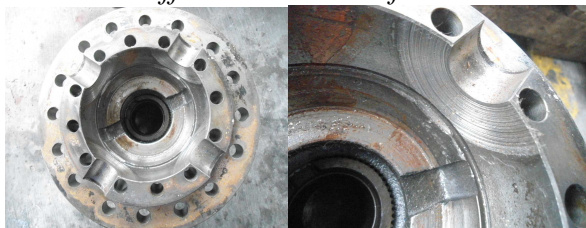
mengalami keausan. Main Differential Case Right. Berikut gambar kerusakan main differential inter wheel:

a. *Main Differential Case Right*



Gambar 22. *Main Differential Case Right*

b. *Main Differential Case Left*



Gambar 23. *Main Differential Case Left*

4.4 Hasil Analisis Kerusakan *Middle Axle*

4.4.1 Hasil Analisis *Inter Axle* Mengalami Patah Pada Bagian *Spider*

Inter axle mengalami kerusakan dengan patahnya *spider* disebabkan oleh beberapa hal antara lain : kesalahan pengoperasian operator saat penggunaan *inter axle*, jalan yang begitu ekstrim sehingga terjadi pemaksaan pada *inter axle* dan perawatan yang kurang sesuai. Akibat beberapa penyebab kerusakan tersebut pada *inter axle* akan mengalami patah pada *spider* karena seringnya gesekan antara roda gigi *spider* dengan *input shaft*, kemudian temperature naik, kemudian terjadi pemuaihan material, dan berakhir keretakan (patah).

4.4.2 Hasil Analisis *Thrust Washer Inter Wheel* yang Mengalami Keausan

Thrust washers pada *inter wheel* mengalami keausan disebabkan oleh seringnya penggunaan *inter wheel* dan seringnya perbedaan putaran antara roda kiri dan kanan dikarenakan ambles/selip. Sehingga pergantian putaran *inter wheel* terjadi,

kemudian terjadi gesekan antara *thrust washer* dengan *main differential case*.

4.4.3 Hasil Analisis *Main Differential Case* yang Mengalami Keausan

Terdapat goresan pada *main differential case* (*right and left*) disebabkan oleh seringnya penggunaan *inter wheel* dan seringnya perbedaan putaran antara roda kiri dan kanan dikarenakan ambles/selip. Sehingga pergantian putaran *inter wheel* terjadi, kemudian terjadi gesekan antara *main differential case* dengan *thrust washers*. karena *main differential case* merupakan *housing inter wheel*.

4.5 Prosedur Pemasangan

Sebelum melakukan pemasangan (*assembly*) *middle axle*, maka hal yang dilakukan terlebih dahulu adalah mencuci komponen *middle axle*. Setelah dilakukan proses pencucian komponen (*washing component*), kemudian dilakukan proses pemasangan (*assembly*).

4.6 Pengujian *Middle Axle* Setelah *Overhaul*

Setelah dilakukan proses perakitan *middle axle* (*assembly middle axle*), selanjutnya dilakukan pengujian terhadap *middle axle* yang telah dirakit tersebut bertujuan untuk meneliti dan memastikan bahwa *middle axle* sudah dapat bekerja dengan baik.

Middle axle dinyatakan telah lolos tes apabila:

1. Semua fungsi pada *middle axle* dinyatakan dalam kondisi baik, misalnya: *output shaft* diputar secara manual apabila saat diputar itu ringan dan berarti *middle axle* dalam kondisi baik.
2. Tidak ada *abnormal noise* yang terjadi pada *middle axle* saat pengetesan. *Middle axle* yang tidak lolos tes atau tidak memenuhi kriteria yang disebutkan di atas, maka tindakan yang harus dilakukan adalah *adjusting* ulang dan penyetelan ulang

5. Kesimpulan

- a. *Inter axle* mengalami patah pada *spider* disebabkan oleh kesalahan prosedur pengoperasian oleh operator. Kesalahan operator saat penggunaan *inter axle* yang tidak tepat serta jalan yang begitu ekstrim akan terjadi pemaksaan pada *inter axle*. Pemaksaan tersebut mengakibatkan beban lebih pada *inter axle sehingga* akan kalah dan mengalami patah pada *spider*. *Spider* patah juga karena saling gesekan, kemudian temperature naik, terjadi pemuatan, dan berakhir keretakan (patah). Cara mengatasinya adalah pada saat proses *overhaul*, *inter axle* harus diganti dengan komponen yang baru dan juga dianjurkan juga untuk memakai oli yang direkomendasikan oleh truk Renault yaitu oli SAE 140.
- b. *Thrust washers inter wheel* yang mengalami keausan disebabkan oleh seringnya perbedaan putaran antara roda kiri dan kanan dikarenakan amblas, sehingga pergantian putaran *inter wheel* terjadi, kemudian terjadi gesekan antara *thrust washer* dengan *Main Differential Case*. Cara mengatasinya adalah mengganti komponen *thrust washer* dengan komponen *thrust washer* yang baru.
- c. *Thrust washers inter wheel* yang mengalami keausan disebabkan oleh seringnya perbedaan putaran antara roda kiri dan kanan dikarenakan amblas, sehingga pergantian putaran *inter wheel* terjadi, kemudian terjadi gesekan antara *thrust washer* dengan *Main Differential Case*. Cara mengatasinya adalah mengganti komponen *thrust washer*

dengan komponen *thrust washer* yang baru.

6. Daftar Pustaka

- Anugerah Adi Mulia, PT. Amanah (2010). Tata Cara Penambangan. From <http://www.amanahgroup.co.id/index.php/menu-profile/tatacarapenambangan>. diakses 4 Agustus 2012.
- Center, Training. 2003. *Buku Petunjuk Perawatan*. Jakarta : PT. Indotruck Utama.
- *Differential* (2012), Test Kompetensi. From <http://dc197.4shared.com/doc/psWmzy6c/preview.html>.
- Infodunia (2009). *Apa Itu Batubara*. From <http://infodunia4u.blogspot.com/2009/06/apa-itu-batubara.html>, diakses 4 Agustus 2012
- Meritor. 2011. *Maintenance Manual Differential Axle Tandem: Meritor, 2011*.
- Suharsono. 2008. *Analisis Penyebab Abnormal Noise Sistem Differential pada Unit Scania Truck P124 CB8x4 NZ 420 Di PT. United Tractor, Tbk Site Muara Tae*. Balikpapan: PT. United Tractor.
- Infodunia (2009). *Apa Itu Batubara*. From <http://infodunia4u.blogspot.com/2009/06/apa-itu-batubara.html>, diakses 4 Agustus 2012.