

ANALISA PENYEBAB KERUSAKAN PADA *DIFFERENTIAL HEAVY DUTY TRUCK HD 785-5*

Rasma*, Loki Mardian

Program Studi D3 OAB, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jalan Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat, DKI Jakarta, Indonesia

*Email: emorasma@yahoo.com

ABSTRAK

Heavy Duty Truck (HD) 785-5 adalah unit pengangkut muatan (hauling) yang menggunakan tipe *differential conventional*. Dengan tipe ini apabila unit dalam keadaan medan yang sangat berat atau biasa dibilang keadaan jalan licin maka *differential* akan membuat unit berjalan sama antara roda kiri dan roda kanan untuk menyeimbangkan keadaan medan. Ini sangat penting untuk meningkatkan unit bekerja dengan efektif dan proses produksi berjalan dengan semestinya. HD 785-5 digunakan untuk *Houling* atau mengangkut *overburden/loading point* dari kendaraan pemuat seperti: *Dozer Shovel, Excavator*, dan *Wheel Loader* menuju tempat pembuangan limbah atau mengangkut batu bara menuju stockpile maupun crusher. *Differential* pada suatu unit merupakan suatu system yang sangat penting, Mengapa disebut demikian karena *differential* mempunyai fungsi yang penting. Apabila pada salah satu komponen dari *differential* ini ada yang tidak berfungsi maka secara otomatis unit tidak dapat beroperasi secara maksimal. Kemungkinan kerusakan yang terjadi pada *differential* bisa diakibatkan oleh kerusakan pada komponen seperti, terjadi keausan pada *rear axle shaft*, terjadi kerusakan pada *bevel pinion gear differential*, terjadi keausan (scracth) di *bevel gear, thrust washer rear differential* aus dan *scratch* pada bagian yang *contact* dengan *side gear*, terjadi kerusakan *planetary pinion gear*. Kemudian komponen diperiksa satu persatu untuk mencari data hasil kerusakan. Setelah dilakukan pemeriksaan terhadap komponen tersebut ternyata pada komponen - komponennya terdapat kerusakan. Dari hasil pemeriksaan yang diperoleh maka dapat dilakukan langkah - langkah perbaikan meliputi penggantian dan pengetesan dan seterusnya. Pada unit ini terdapat salah satu sistem penting yaitu *differential* yang berfungsi sebagai meneruskan tenaga putar dari transmisi melalui propoler shaft yang selanjutnya akan membuat penyaluran tenaga lebih halus dari final gear keroda kiri dan kanan pada kondisi apapun.

Kata kunci : *Heavy Duty Truck HD 785-5, Differential, gear*

1. PENDAHULUAN

Kemajuan zaman dan bertambahnya teknologi membuat perkembangan industri alat berat semakin pesat. Hal ini berpengaruh terhadap perusahaan yang bergelut dibidang industri alat berat, seiring berkembangnya pertambangan serta logging di Indonesia ini mmembuat PT. United Tractorss Tbk. Sebagai perusahaan distributor dan perakitan alat-alat berat terbesar dengan penjualan unit-unit diantaranya seperti *Heavy Duty (HD), Excavator (PC), Wheel Loader (WA), Motor Grader (GD), Buldozer (D)*, dan lain-lain. Disamping itu pula PT. United

Tractors, Tbk. menghasilkan mekanik-mekanik yang handal demi pertumbuhan teknologi dan menciptakan inovasi terbaru, ini sangat membantu salah satunya mencerdaskan anak bangsa. Perkembangan industri alat berat sedikit banyaknya telah memberikan nuansa tersendiri bagi kita semua, karena terbukanya lapangan pekerjaan. Negara kita Indonesia ini memiliki kekayaan alam yang melimpah,, sehingga tak heran industri alat berat di Indonesia maju dengan pesat. Kemajuan teknologi yang demikian pesat telah membawa kita pada keefektifan dari segi waktu, tenaga, maupun biaya.

Heavy Duty (HD) 785-5 adalah unit pengangkut muatan (*hauling*) yang menggunakan *type differential conventional*. Dengan tipe ini apabila unit dalam keadaan medan yang sangat berat atau biasa dibilang keadaan jalan licin maka *Differential* akan membuat unit

berjalan sama antara roda kiri dan roda kanan untuk menyeimbangkan keadaan medan. Ini sangat penting untuk meningkatkan unit bekerja dengan efektif dan proses produksi berjalan dengan semestinya.

2. LANDASAN TEORI

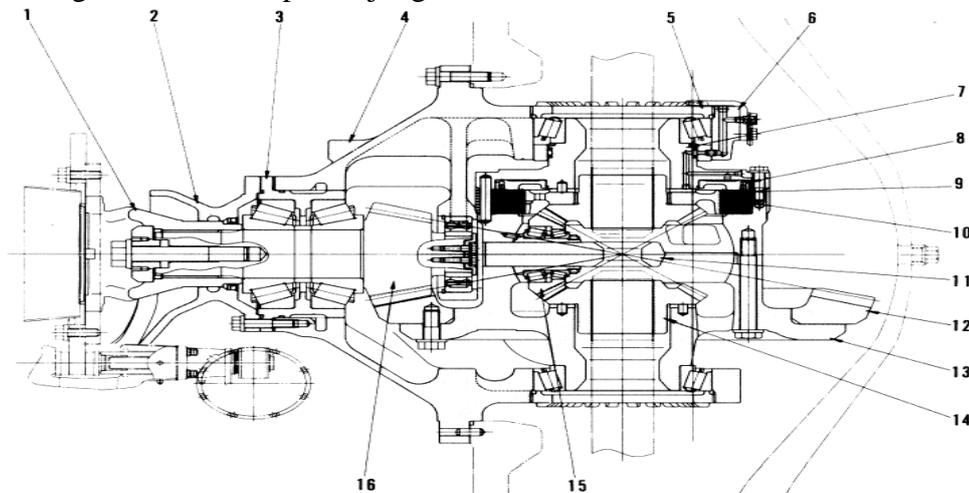
Prinsip dasar differential

Saat kendaraan bergerak lurus *Differential* akan membuat roda kiri dan kanan mempunyai kecepatan yang sama, tetapi pada saat unit berkelok atau jalan yang rusak maka roda pada sisi luar atau dimana hambatan kecil akan berputar lebih cepat.

- Saat gear rack kiri dan kanan mempunyai tahanan yang sama (bergerak lurus). Jika pinion yang terletak diantara dua rack dimana antara gear pinion dan gear rack dihubungkan kemudian pada ujung

bawah rack diberi beban yang besarnya sama maka pada saat ditarik kedua rack akan terbawa.

- Saat gear rack kiri dan kanan mempunyai tahanan yang berbeda,, ketika beban salah satu rack lebih besar maka pada saat pinion ditarik cenderung lebih membawa rack dengan beban ringan sedangkan pada rack dengan beban lebih berat pinion hanya berputar.



Gambar 1. Struktur *differential*

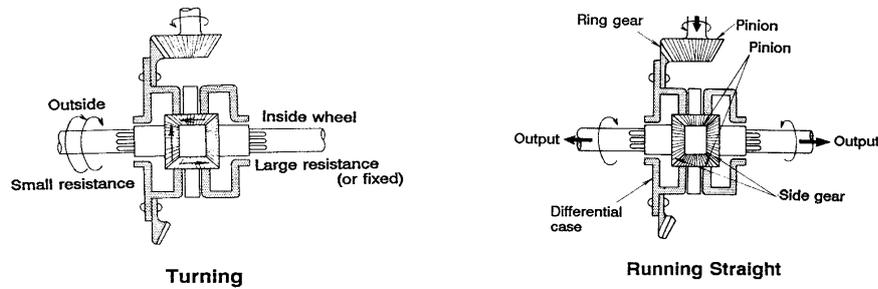
- | | | | |
|-------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|
| 1. Coupling | 5. Nut | 9. Plate | 13. Differential case |
| 2. Cage | 6. Cap | 10. Disc | 14. Side gear |
| 3. Cage | 7. Differential gear case | 11. Cross shaft | 15. Pinion gear |
| 4. Cage | 8. Piston | 12. Bevel gear | 16. Bevel pinion |

Tipe-tipe Differential

Adapun tipe-tipe pada *differential* dibagi menjadi :

Conventional Differential Gear

Adalah tipe yang paling luas digunakan, prinsip kerjanya seperti dijelaskan pada prinsip dasar dari Differential di atas.



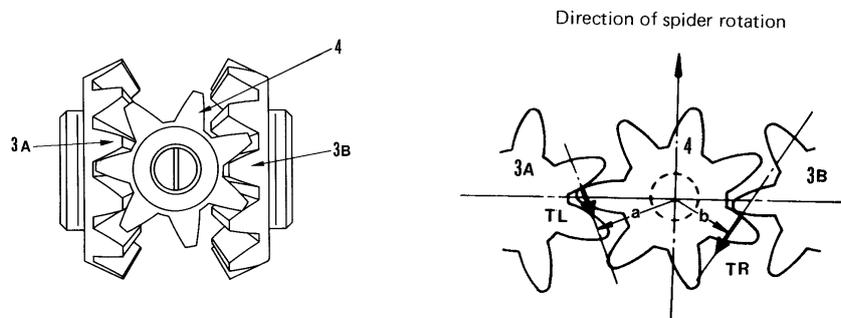
Gambar 2. *Running Straight* dan *Turning*

Torque Proportional Differential Gear

Merupakan tipe spin yang mempunyai gigi pinion gear ganjil sebab perbedaan tahanan dari permukaan jalan akan mengubah posisi hubungan antara pinion gear dan side gear yang akan menyebabkan pula perubahan traksi pada masing-masing roda.

Saat tahanan salah satu roda (misal sisi 3A) lebih rendah maka side gear pada sisi ini akan berusaha berputar lebih cepat sehingga akan menyebabkan perubahan antara hubungan pinion dan side gear,

jarak “a” akan menjadi lebih panjang dari “b” dan disini berlaku hubungan $a \times TL = b \times TR$. Ratio antara jarak “a” dan “b” dapat berubah menjadi 1 : 1,38, ketika ratio tersebut belum tercapai atau perbedaan tahanan antara roda kiri dan roda kanan kurang dari 38% pinion gear tidak akan berputar bebas pada sisi tahanannya rendah sehingga kedua roda masih meneruskan tenaga dan tidak terjadi hal ini akan menambah umur ban 20-30% dan efisiensi kerja naik.



Gambar 3. *Direction Of Spider Rotation*

Planetary Gear Differential

Yaitu tipe Differential yang menggunakan *planetary gear type* pada *final gear* nya. Susunan roda gigi penggerak akhir atau final drive adalah pengurang kecepatan yang biasanya dilengkapi dengan satu atau dua set roda gigi lurus dan pinion boss roda gigi penggerak akhir. Prinsip yang dipergunakan pada transmisi dimana kecepatan rotasi dikurangi dan momen puntir (*torque*) ditambah oleh sejumlah roda gigi yang dipergunakan pada penggerak akhir.

Masing-masing bak penggerak akhir (*final drive case*) dipasang melebar keluar dari bak roda gigi tirus (*bevel gear case*) pada masing-masing sisi. Dengan memilih perbandingan kecepatan yang tepat momen puntir sebelum ke penggerak akhir (*final drive*) dapat diperkecil. Dengan demikian, transmisi yang sama, poros roda tirus, (*bevel gear shaft*) dan lain lain dapat dipergunakan yang sama pada berbagai jenis model mesin.

Roda gigi penggerak akhir (*final drive gear*) dapat dihadapkan pada tekanan permukaan yang besar disebabkan oleh beban guncangan dan benturan (*shock and impact loads*), yang mana memerlukan perhatian ekstra untuk seleksi oli pelumas dan mencegah masuknya benda asing kedalam bak penggerak akhir (*final drive case*).

Perbandingan reduksi normal berada diantara 1/9 samapi 1/12 untuk perbandingan reduksi yang lebih kecil

dipergunakan sistem reduksi tunggal (*single reduction system*). Untuk perbandingan reduksi yang besar dipergunakan sistem reduksi ganda atau sistem roda gigi planet (*double reduction system or planetary gear system*).

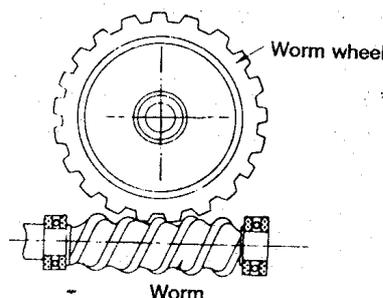
Differential Lock

Adalah suatu komponen yang meneruskan tenaga putar dari transmisi melalui propoler shaft yang selanjutnya akan membuat penyaluran tenaga lebih halus dari final gear keroda kiri dan kanan pada kondisi apapun. Saat kendaraan berjalan berkelok atau pada jalan kendaraan buruk akan terjadi jarak tempuh yang berbeda antara roda kanan dan kiri jika kedua roda berputar pada kecepatan sama, roda dengan jarak pendek akan selip. Tujuan dari Differential ini akan secara otomatis membuat kecepatan roda berbeda antara roda kiri dan kanan sehingga perputarannya akan lebih halus.

Beberapa tipe Final Gear

Worm gear

Karakteristik tipe ini smooth dan sangat meshing tidak bersuara karena poros *drive gear* dan *driven gear* tidak lurus. Level rantai dapat lebih rendah dan ratio reduksinya lebih besar dan lebih mudah dicapai, tetapi tipe ini hanya digunakan untuk sedikit jenis kendaraan type heavy-clutch dan cenderung pana karena efisiensi rendah.

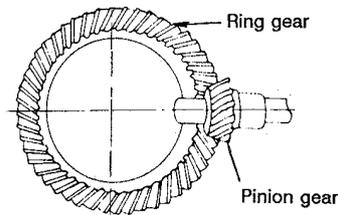


Gambar 4. Worm Gear

Spiral Bevel Gear

Karakteristiknya terus menerus, smooth, saat kapasitas torque besar dan efisiensi transmisi tinggi karena itu tipe ini

sekarang banyak digunakan untuk efisiensi bahan bakar kendaraan. Konstruksi antara poros pinion dan ring gear pada tipe ini satu garis lurus.

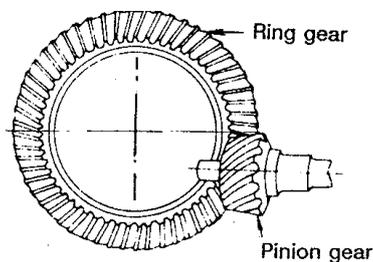


Gambar 5. *Spiral Bevel*

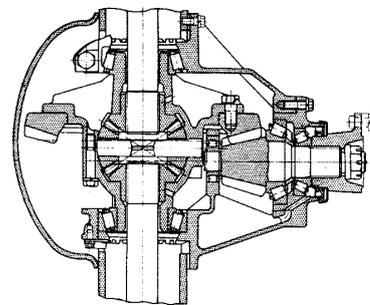
Hypoid Gear

Hypoid gear mempunyai type spiral bevel gear, keduanya mempunyai bentuk yang sama tetapi antara poros drive gear dan tipe driven gear pada tipe hypoid tidak

lurus (garis pinion lebih rendah dari garis tengah ring gear). Sehingga level lantai dapat lebih rendah, selain itu tipe ini lebih tahan lama dan tidak menimbulkan kebisingan.



Gambar 6. *Hypoid Gear*



Gambar 7. *Hypoid*

Selain tipe tersebut pada kendaraan heavy duty ada yang menggunakan type planetary gear. Final gear dapat pula diklasifikasikan berdasarkan speed reduction method dan driving method.

Speed Reduction Method :

- *One-stage reduction type*
- *Two-stage reduction type*

- *Two speed type*
- *Planetary gear type*

Driving Method :

- *Single axle independent driving type*
- *Double axle interlocked driving type*

Sistem Pelumasan

Pada *differential* sistem kerjanya yaitu secara mekanis akan tetapi dalam sistem ini menggunakan sistem pelumasan. Dimana pada saat *differential* bekerja maka akan membutuhkan pelumas (*oil*) untuk melumasi komponen - komponen yang bergesekan dan sebagai pelapisan film pada komponen. Agar pelumasan pada seluruh komponen *differential* terlumasi dengan baik, maka menggunakan fluida sebagai perantaranya. Lubrication system terbagi menjadi 2 bagian, yaitu:

a. *Splash system*

Adalah sistem pelumasan yang menggunakan sistem penyipratan terhadap komponen-komponen *differential*.

b. *Force system*

Adalah sistem pelumasan dengan menggunakan alur pelumasan dengan aliran oli bertekanan dari pompa.

Oli Pelumas

Oli pelumas adalah merupakan zat fluida yang memiliki fungsi sebagai berikut:

- Membentuk lapisan minyak (film)
- Sebagai pendingin (cooling)
- Sebagai penyekat (saling)
- Sebagai pembersih (cleaning)
- Dan sebagai anti karat

Adapun sifat - sifat oli pelumas adalah sebagai berikut :

- Tidak bisa dimampatkan
- Mudah mengalir
- Mempunyai sifat fisika dan kimia yang stabil
- Mempunyai sifat melumasi

- Mencegah terjadinya karat pada komponen
- Bersifat mudah menyesuaikan dengan tempat
- Dan harus dapat memisahkan kotoran

Kekentalan Oli Pelumas

Kekentalan oli pelumas dinyatakan dengan angka (*viscositas index*). Dimana semakin tinggi angkanya maka akan semakin tinggi kekentalan oli tersebut. Contoh SAE 10, SAE 30, SAE 40 dan lain - lain. Adapun oli pelumas yang digunakan pada sistem ini adalah SAE 30.

Semakin tinggi temperatur oli pelumas, maka akan semakin rendah tingkat kekentalannya, dan begitu pula sebaliknya. Kekentalan oli juga dapat berubah, tetapi perubahan tersebut tidaklah besar.

Kerusakan pada Oli Pelumas

Oli pelumas juga dapat mengalami kerusakan, dan penyebab terjadinya kerusakan pada oli tersebut disebabkan oleh :

Kontaminasi

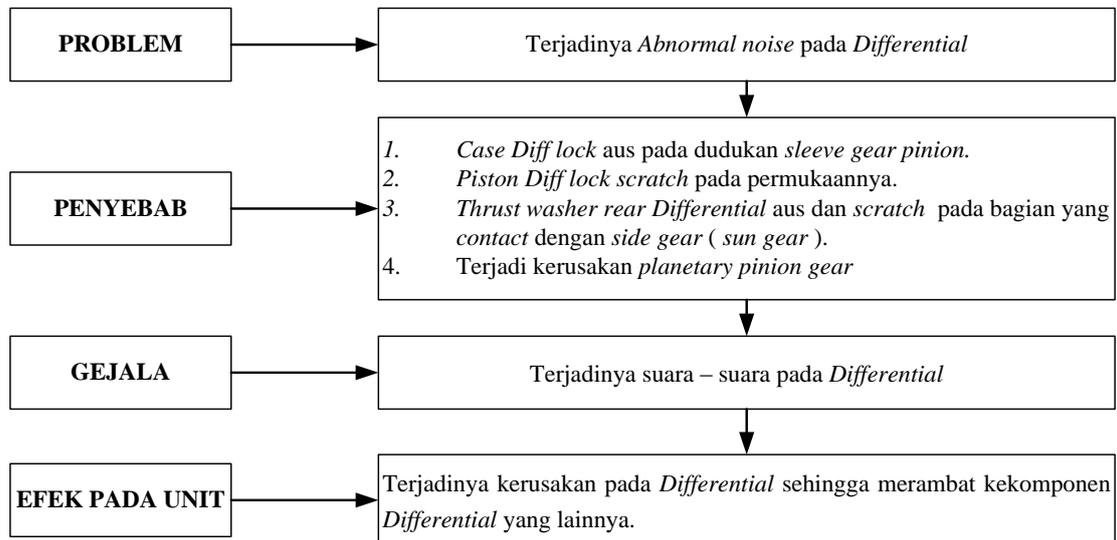
Kontaminasi adalah kerusakan pada oli yang disebabkan karena adanya pengaruh dari luar oli tersebut, misalnya seperti debu, lumpur dan lain sebagainya.

Deteriorasi

Deteriorasi adalah kerusakan pada oli yang disebabkan karena pengaruh dari dalam oli tersebut, misalnya kekentalan oli yang sudah tidak standar lagi.

Terjadinya kerusakan pada kualitas oli akan dapat menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen dan akan mengganggu sistem.

3. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 8. Metode Analisa

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Case Diff lock aus pada dudukan sleeve gear pinion

Apabila case dipakai ulang akan menyebabkan backlash antara planetary gear dan side gear Differential besar berakibat noise pada Differential.

Analisis: Keausan yang terjadi pada case disebabkan oleh gerak axial sleeve pinion gear saat menerima beban, dimana terjadi benturan terus menerus dalam waktu yang lama dan terjadi backlash gear yang besar mengakibatkan keausan pada dinding case, seperti gambar 9.



Gambar 9. Case Diff lock

Piston Diff lock scratch pada permukaannya

Jika dipakai ulang, bagian permukaan piston yang kasar akan mempercepat proses kerusakan pada *plate* dan komponen *Diff lock*

Analisis: Keausan yang terjadi disebabkan adanya gram diantara piston dengan *plate*,

dengan adanya gaya tekan dan gesek saat *Diff lock engage* mengakibatkan permukaan piston dan *plate* mengalami *scratch*, *scratch* semakin memanjang dengan proses yang cukup lama, seperti gambar 10.



Gambar 10. *Piston Diff lock*

Keausan Yang Terdapat Pada Pinion Gear

Analisis: *Pinion gear* mengalami keausan tetapi tidak menimbulkan *crack* dan rompal pada *gear*, penyebabnya adalah akibat adanya gram-gram pada *oil*

Differential, yang terjadi dari kerusakan *case Differential* dan bersirkulasi dalam system pelumasan. *Parts* Bisa dipakai ulang dengan pengecekan menggunakan *colour check*, seperti gambar 11.



Gambar 11. *Differential Pinion Gear*

Keausan Yang Terdapat Pada Thrusts Washer Yang Menumpu Side Gear

Apabila dipakai maka akan mengakibatkan *backlash* besar maka harus diganti.

Analisis: *Scratch* terjadi akibat gram - gram yang berasal dari kerusakan pada *pinion gear*, kemudian ikut bergesekan diantara *thrust* dengan *side gear* dan

mengakibatkan *scratch* pada *thrust*. Jika dipakai ulang maka permukaan *thrust washer* yang kasar akan mempercepat kerusakan *side gear / sun gear* dan apabila di repair maka *backlash* akan menjadi besar dan menimbulkan *noise*. Seperti gambar 12.



Gambar 12. *Thrusts Washer*

4. KESIMPULAN

Setelah penulis melakukan pemeriksaan, dan analisa pada penyebab kerusakan *Differential*, maka penulis dapat memperoleh kesimpulan bahwa penyebab rusaknya *Differential* diakibatkan oleh:

- *Scratch* pada *thrust washer* terjadi akibat gram - gram yang berasal dari kerusakan pada *pinion gear*, kemudian ikut bergesekan diantara *thrust washer* dengan *side gear* dan mengakibatkan *scratch* pada *thrust*.
- *Pinion gear* mengalami keausan tetapi tidak menimbulkan *crack* dan rompal pada gear, penyebabnya adalah akibat adanya gram-gram pada oil *Differential*, akibat dari kerusakan *case Differential* yang bersirkulasi dalam system pelumasan.
- Keausan yang terjadi pada piston *Diff lock* disebabkan adanya gram diantara piston dengan *plate*, dengan adanya gaya tekan dan gesek saat *Diff lock engage* mengakibatkan permukaan piston dan *plate* mengalami *scratch*, *scratch* semakin memanjang dengan proses yang cukup lama
- Keausan yang terjadi pada *case Diff lock* disebabkan oleh gerak *axial sleeve pinion gear* saat menerima beban, terjadi benturan terus menerus dalam waktu yang lama dan *baclash gear* yang besar (*gear scracth*) mengakibatkan keausan pada dinding *case*.
- *Differential* yang digunakan pada HD 785-5 menggunakan *type Conventional Differential Gear*.

- Kerusakan pada komponen *Differential* bila salah satu komponen rusak atau keausan maka akan berpengaruh terhadap komponen yang lain.
- Ketika melakukan *Overhaul* ketelitian dalam pengukuran sesuai dengan *Shop manual*

Untuk menjaga agar performa dan kondisi unit selalu dalam keadaan baik dapat dilakukan:

- Menjaga agar unit selalu dalam keadaan siap pakai (*High Availability*)
- Menjaga agar unit selalu dalam kemampuan prima (*East Performance*)
- Agar biaya perbaikan unit menjadi lebih hemat (*Reduce / Reosenable repair cost*)
- Lakukan perawatan harian (*daily chek*) dan perawatan mingguan (*weekly chek*).
- Lakukan pemeriksaan kualitas dan kuantitas pelumasan pada *Differential* sebelum melakukan pengoperasian unit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Komatsu, Shop manual HD 785 - 5 PT. United Tractors. Tbk.
- [2] Komatsu, Preventive maintenance HD 785 - 5, PT. United Tractors. Tbk.
- [3] Shop Manual Guidance For Reusable Part Of Differential, PT. UnitedTractors. Tbk.
- [4] Training Center Dept. PT. United Tractors, Tbk, Basic Competency 1 Differential, 1994, Jakarta.
- [5] Training Center Dept. PT. United Tractors, Tbk, Basic Competency 1, 1994, Jakarta.