

# MENURUNKAN BIAYA *UNSCCHEDULE BREAKDOWN* AKIBAT *FRONT DRIVE SHAFT* LEPAS DENGAN PEMBUATAN *ENGINE SAFETY CUT OFF* PADA UNIT HD1500-7 FMC PAMA BATUKAJANG

Vuko AT Manurung, Fajar Ariyahya

Program Studi Teknik Otomotif, Politeknik Manufaktur Astra Jl. Gaya Motor Raya No. 8, Sunter II, Jakarta 14330, Indonesia

Email : [vuko.manurung@polman.astra.ac.id](mailto:vuko.manurung@polman.astra.ac.id)

**Abstrak --** Terlepasnya *front drive shaft* HD 1500-7 saat mesin sedang bekerja akan mengakibatkan kerusakan komponen disekitarnya sekitarnya seperti, *hoist pump*, *steering brake pump*, *transmission pump*, *brake cooling pump* dan *transmission assy*. Untuk menghindari kerusakan yang serius dan vatal, maka perlu dibuatkan alat mencegah kerusakan tersebut berupa *safety engine cut off*. Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan memanfaatkan pembacaan tekanan pada *output hydraulic pump* yang selanjutnya akan mengaktifkan *pressure switch* dan *relay* agar *engine* otomatis mati. Dengan menggunakan alat ini kerusakan yang lebih serius dan berbiaya mahal akibat *front drive shaft* terlepas dapat dihindari.

**Kata Kunci:** *front drive shaft*, *safety cut off engine*, *engine shutdown*, *pump pressure switch*

## I. LATAR BELAKANG.

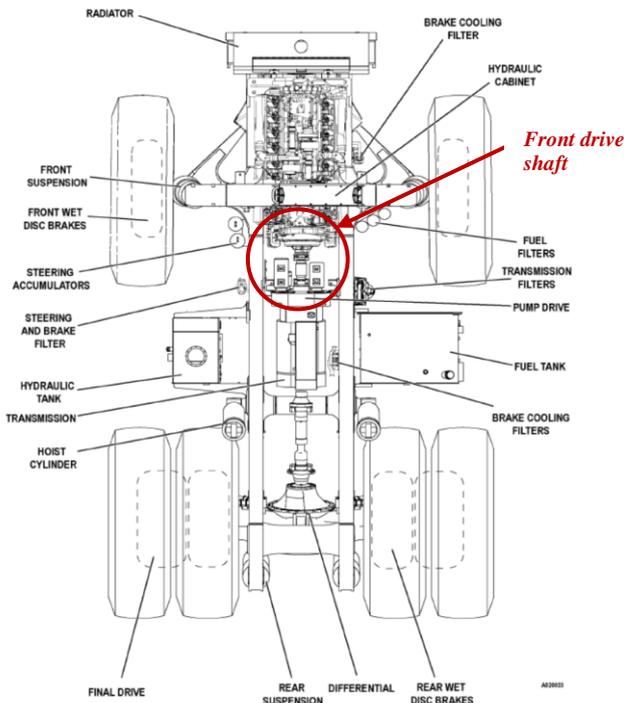
HD1500-7 merupakan salah satu unit *Full Maintenance Contract* (FMC) yang diandalkan PT Pamapersada Nusantara karena memiliki produktivitas dan daya angkut yang besar dan dapat mencapai 150 ton dalam sekali angkut. Adapun HD 1500-7 memiliki arti sbb: HD: merupakan singkatan dari *Heavy Duty dump truck*, kode yang menunjukkan jenis dump truck

menunjukkan generasi, -7 berarti unit tersebut merupakan generasi ke -7.

Dengan didukung *engine* Cummins QSK50, HD1500-7 memiliki *torque* yang besar dan mampu mencapai 1900 rpm pada *high idle* rpm. Kemampuan kerja *engine* diteruskan melalui *front drive shaft* menuju transmisi *assy* dan *rear drive shaft* menuju *rear axle*. Selanjutnya *rear axle* yang bekerja sebagai penggerak gaya dorong unit.

Pada kenyataan dilapangan masih sering dijumpai kerusakan pada *drive shaft* khususnya *front drive shaft* yang tidak termonitor dengan baik seperti lepasnya baut *mounting front drive shaft*. Tidak adanya *warning alarm* dan pengendali putaran *front drive shaft* saat lepas, menyebabkan kerusakan fatal pada komponen sekitarnya yang menjadi penyebab mahalnya biaya perbaikan unit tersebut.

*Front drive shaft* memiliki berat 80 kg (176 lb) yang masing masing ujungnya terdapat *U-joint* terhubung dengan *engine* dan *transmission*. Tiap dari *U-joint* terpasang oleh 4 *cap screws* dengan *tighten to*  $192 \pm 10$  Nm ( $142 \pm 7$  ft lbs). *U-joint* memiliki *bearings* yang digunakan sebagai *anti friction* saat *front drive shaft* berputar. *Bearings* ini sendiri terhubung dengan *spider* yang terpasang pada *flanges front drive shaft*. Masing-masing dari *flanges* terpasang 4 *cap screws* dengan *tighten to*  $176 \pm 20$  Nm ( $130 \pm 15$  ft lbs). Pada *spider* yang terpasang terdapat *grease fittings* yang digunakan untuk *greasing manual* agar *spider* tidak mudah aus.



Gambar 1. Lokasi *Power Line* dan *Front Drive Shaft*

itu sendiri. 1500: menunjukkan kapasitas vessel standard yang dipakai dikalikan dengan 0,1. Dalam artian  $1500 \times 0,1 = 150$  ton. -7: kode yang

## II. PENYEBAB RUSAK *FRONT DRIVE SHAFT*.

*Front drive shaft* bertopang pada *bolt mounting* sebagai komponen penyangga *front drive shaft* agar tetap melekat pada *engine* dan *transmission*. Adapun penyebab kerusakan *bolt mounting* yang berujung patah atau terlepas adalah sebagai berikut:

- baut *mounting* terpasang miring sehingga antar *thread* tidak terhubung dengan baik.

- b. baut *mounting* tidak terpasang sesuai *torque* yang ditentukan, yaitu  $176 \pm 20$  Nm ( $130 \pm 15$  ft lbs)
- c. Tidak dilakukannya prosedur *retorque* setelah *unit* operasi.
- d. Kurangnya pelumasan pada *spider front drive shaft* yang berakibat tegangan geser pada baut terlalu besar.
- e. Kondisi lapangan tempat *unit* beroperasi yang menimbulkan tingginya gaya luar yang bekerja pada baut *mounting*.
- f. Kurangnya pemeriksaan kondisi baut *mounting* secara *visual* saat *daily check*.
- g. Umur baut *mounting* sudah mencapai batas penggunaannya, akan tetapi tidak dilakukan penggantian bolt *mounting* saat *midlife unit*.

Apabila *front drive shaft* lepas dan masih ikut berputar sesuai dengan putaran *engine* maka dapat berakibat rusaknya komponen sekitar area *front drive shaft* seperti *brake cooling pump*, *hoist pump*, *steering brake pump*, *transmission pump*, dan *transmission assy*. Berikut adalah biaya pembelian suku cadang yang telah dikeluarkan akibat terlepasnya *front drive shaft* (*report ke management PT United Tractors Tbk*):

- *Transmission pump*: Rp. 25.534.000,00
- *Steering & brake pump*: Rp.106.521.000,00
- *Hoist pump*: Rp. 69.941.000,00
- *Brake cooling pump*: Rp. 49.181.000,00
- *Transmission assy*: Rp.1.276.582.000,00
- *Part R and I transmission & pump*: ± Rp. 150.000.000,00

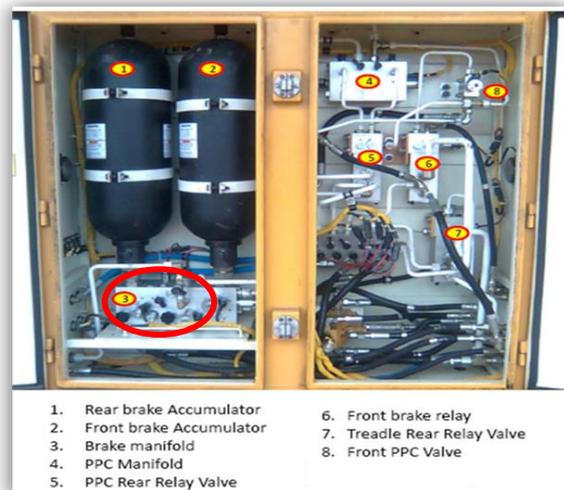
Total biaya yang dikeluarkan: Rp.1.677.753.000,00

### III. PEMBUATAN ALAT.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan alat adalah sebagai berikut:

- a. Pembuatan *guard pump pressure switch*. *Guard Pump Pressure Switch* ini digunakan untuk melindungi *pressure switch* yang akan dipasang pada pompa agar terhindar dari benturan *mud guard* maupun tanah dari *tyre* yang ada didekatnya. Penggunaan *plate* untuk pembuatan *guard* menggunakan *plate* dengan tebal 3mm. Pertama kita membutuhkan sebuah *plate* persegi panjang dengan panjang 30cm dan lebar 15 cm. Lalu plat tersebut dibengkokkan tepat di sisi bagian tengah untuk membentuk siku. Setelah itu persiapkan plat yang lain dengan panjang 17cm dan lebar 3cm kemudian dilakukan pengelasan agar plat tersebut dapat menempel pada plat pertama yang berbentuk siku. kemudian membuat lubang untuk baut *mounting* M12 dengan jarak masing-masing 1.5cm dari ujung plat kedua. Lubang ini dibuat untuk plat *mounting* pada klem HPF (*High Pressure Filter*)

- b. Proses pemasangan wiring dari *parking brake pressure switch* ke *pump pressure switch* dan kabin. *Wiring* sesuai elektrik diagram ini digunakan untuk menghubungkan *power* dari *parking brake pressure switch* menuju ke *pump pressure switch* dan *Br shutdown switch* yang berada di kabin. Pemasangan *wiring* ini pertama membutuhkan *T-adapter* yang berfungsi untuk mengambil *power* dari kaki *normally open parking brake pressure switch*. Selanjutnya dari *adapter* dihubungkan menuju *pump pressure switch* yang berada pada HPF (*high pressure filter*). Dalam pemasangannya menggunakan kabel dengan spesifikasi 10 ampere.

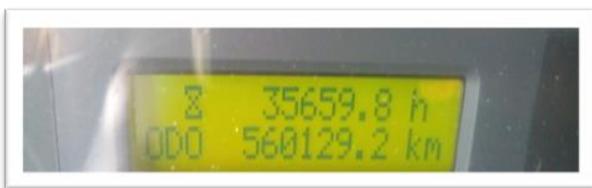


Gambar 2. Brake Cabinet Tempat T-Adapter Parking Brake Pressure Switch Akan Dipasang

- Setelah dilakukan pemasangan *T-Adapter* pada *parking brake pressure switch*, selanjutnya *wiring* dihubungkan pada *pump pressure switch* dan relay yang berada di kabin. *Kritikal point* pada pemasangan *T-Adapter* ini adalah harus dipastikan bahwa *power voltage* dari *parking brake pressure switch* ke *pump pressure switch* merupakan *normally open parking brake pressure switch* menuju *normally close pump pressure switch*.
- c. Pemasangan *Pump Pressure Switch* Pada HPF (*High Pressure Filter*). Pada proses pemasangan *pump pressure switch* ini membutuhkan *block adapter* dan *union* untuk digunakan dudukan *pump pressure switch* pada HPF (*high pressure filter*). *Block adapter* didapat dari *hoist pump* dipindah ke HPF, sedangkan *union* dibeli dari luar. Setelah *pump pressure switch* terpasang, selanjutnya melakukan pemasangan *guard* yang berguna untuk melindungi *pump pressure switch* dari *mud guard* maupun dari tanah yang terlempar oleh roda unit.
  - d. Proses *connecting relay*, *Battery relay* (*Br shutdown switch*), dan lampu *indicator* di kabin. Pada proses *connecting* ini, dimulai dengan menghubungkan antara *wiring pump pressure switch* menuju ke relay yang

berada di kabin melalui sebuah celah yang berada di sisi depan kabin. *Wiring* yang telah berada di dalam kabin selanjutnya dihubungkan menuju relay *spare chapter 3 'U'* pada *coil* nomor 86 di dalam relay *box*. Relay ini berfungsi mematikan *engine* pada nantinya. Untuk itu, Br (*BatteryRelay*) dari *shutdown switch* dihubungkan secara seri pada kontaktor *normally close* kaki nomor 30 dan 87 relay ini. Dengan tujuan apabila nanti *front drive shaft* lepas maka akan mengaktifkan relay dan *coil* relay akan menarik kontaktor *normally close* relay menjadi *open*. Setelah itu, kaki relay *normally open* nomor 87a dihubungkan menuju lampu yang digunakan untuk *indicator lamp*, dengan tujuan apabila *front drive shaft* lepas dan *engine shutdown* maka *indicator lamp* akan menyala.

- e. *Kawashima wiring*. *Kawashima wiring* merupakan proses dimana *wiring* yang telah terpasang dirapikan dan diberi pengaman berupa *conduit* agar terhindar dari *short ke ground* maupun *hot short* dengan *power* lain.
- f. Uji coba *wiring*. Uji coba *wiring* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keberhasilan alat yang dibuat. Disimulasikan *front drive shaft* lepas dengan cara jumper *power* pada *pump pressure switch*. Ketika alat berfungsi dengan baik, maka *engine* akan otomatis mati dan lampu akan menyala. Uji coba ini merupakan tahap akhir pemasangan alat yang dilakukan pada HM (hours meter) 35659 unit DT 1060. Setelah semua peralatan terpasang pada unit DT 1060, maka dilakukan *monitoring* untuk memastikan tidak ada lagi kendala atau permasalahan yang mengganggu pengoperasian unit. *Monitoring* dilakukan mulai akhir uji coba pada HM 35659 sampai dengan HM 36999 saat *service* 1000 *hours*.

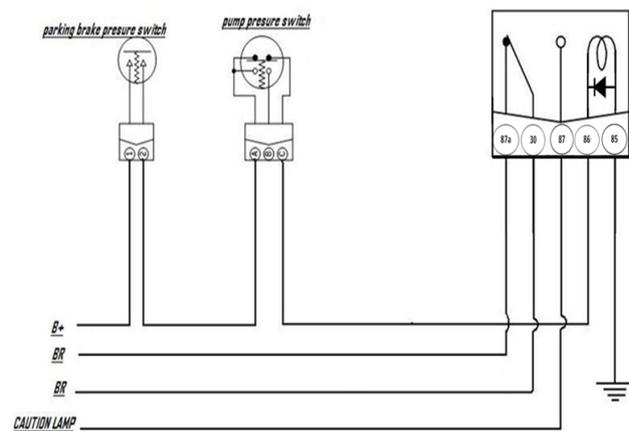


Gambar 3. *Hours Meter* DT1060 Saat Uji Coba

Gambar 4, berikut merupakan diagram elektrik pembuatan alat untuk *engine safety cut off*. Prinsip kerjanya adalah sbb: pada awal *start unit* normal seperti biasa yang terhubung adalah dari B-Br-C-Acc. Dalam rangkaian diatas kabel Br dilepas dan di hubungkan pada relay posisi 'On' atau terhubung, dan *engine* dapat *running* normal. Setelah *engine* normal *running* dan unit beroperasi kemudian disimulasikan t terlepasnya *bolt mounting* dari *front drive shaft*. Dalam kondisi ini dengan mengambil *input power* dari

*pump hydraulic pressure switch*, yang apabila *front drive shaft* terlepas maka pompa hidrolis tidak berputar dan *pump pressure switch* akan kembali ke kondisi normal (terhubung). Kondisi terhubung tersebut dengan dibantu dengan *pressure switch parking brake* yang masih dalam kondisi terhubung akan mengaktifkan *coil* dari relay sehingga apabila relay aktif maka akan memutuskan hubungan dari Br pada *starting* sistem dan secara otomatis *engine* akan *shutdown*.

Pemanfaatan pembacaan *pressure* pada *pump hydraulic* menjadikan alat ini memiliki fungsi ganda yaitu sekaligus sebagai indikator kebocoran internal pada pompa *hydraulic*.



Gambar 4. Elektrik Diagram *Engine Safety Cut Off*

#### IV. MANFAAT ALAT PADA UNIT.

Untuk mengetahui manfaat dari pemakaian alat ini maka dilakukan perhitungan biaya sebelum dan sesudah alat tersebut terpasang di unit kendaraan. Perhitungan diawali saat *unschedule breakdown* akibat lepasnya *front drive shaft* memerlukan waktu selama 6 hari kerja (selama waktu tersebut unit kendaraan di parkir di *workshop*) dengan perincian sebagai berikut:

Waktu pengerjaan mencopot *transmission* selama dua hari, pemesanan *transmission* dan pengirimannya ke lokasi memerlukan waktu 3 hari, serta pemasangan kembali ke unit kendaraan memerlukan waktu 2 hari. Bila 1 jam HD 1500-7 beroperasi ongkosnya adalah USD 41.87 atau setara dengan Rp.556.871,00 (kurs 1USD = Rp. 13.300,00). Bila 1 hari beroperasi selama 20 jam maka selama 6 hari unit tidak beroperasi selama 120 jam, sehingga pendapatan yang hilang akibat unit tidak beroperasi sebesar Rp. 66.854.620,00. Jika ditambah dengan biaya pembongkaran dan pemasangan kembali *transmission assy* Rp. 1.677.753.000,00 maka total ongkos yang dikeluarkan: Rp. 1.744.607.620,00

Jika biaya pembuat alat *engine cut off* ini adalah Rp.4.967.000,00, maka *opportunity cost* yang akan diperoleh dengan menggunakan alat ini adalah: Rp. 1.744.607.620,00 - Rp.4.967.000,00 = Rp.1.739.640.620,00.

Table 1, berikut adalah tinjauan aspek QCSMP (*quality, cost, safety, morale, productivity*):

Tabel 1. Manfaat Pemakaian *engine safety cut off*

Benefit Non Financial	For Customer		For UT	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
Safety	Bisa menimbulkan <i>accident</i> saat lepas di tanjakan	Unit terhindar dari <i>accident</i>	Tidak ada <i>safety</i> untuk <i>component</i> area transmisi	Dengan inovasi ini bisa mengamankan unit maupun <i>component</i>
Quality	<i>Performance</i> dibawah target	<i>Performance</i> tercapai diatas target	<i>Performance</i> unit menurun	<i>Performance</i> unit meningkat dengan tidak ada <i>breakdown</i> <i>unschedule</i> lama
Cost	Menurun karena unit tidak beroperasi yang cukup lama	Meningkat karena tidak ada <i>breakdown</i>	<i>Revenue</i> tidak tercapai dan <i>cost</i> pengeluaran FMC besar 1 Milyar 338 juta rupiah.	Dapat menurunkan <i>cost</i> yang cukup tinggi dari penggantian transmisi
Morale	Rendah karena unit <i>breakdown</i> dalam waktu lama	Tinggi karena unit tidak terjadi <i>breakdown</i> yang lama	Rendah karena kualitas <i>maintenance</i> unit FMC kurang baik.	Tinggi karena meningkatnya kualitas <i>maintenance</i> unit FMC
Productivity	Produktivitas alat rendah -60.000 ton	Produktivitas tinggi	Produktivitas <i>physical</i> <i>availability</i> unit rendah	Produktivitas <i>physical</i> <i>availability</i> tinggi

## V. KESIMPULAN:

Setelah dilakukan uji cobaalat ini secara langsung pada unit HD 1500-7 maka diperoleh hasil yang bagus dan berfungsi dengan baik. Apabila terjadi *front drive shaft* lepas maka alat ini akan otomatis mematikan *engine* sehingga dapat menurunkan biaya *unschedule breakdown* akibat lepasnya *front drive shaft*.

## VII DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tim Instruktur UT School (2008). *Product Knowledge*. Jakarta: Yayasan Karya Bakti United Tractors
- [2] Tim Instruktur UT School (2008) *Electrical System 1*. Jakarta: Yayasan Karya Bakti United Tractors.
- [3] Tim Instruktur UT School (2008) *Electrical System 2*. Jakarta: Yayasan Karya Bakti United Tractors.
- [4] Komatsu Ltd (2006). *Shop Manual* Komatsu HD 1500-7. Komatsu Ltd. Japan.
- [5] Komatsu Ltd. (2005). *Operation Manual and Maintenance* (OMM) HD 1500-7.
- [6] <http://artikel-teknologi.com/prinsip-kerja-pressure-switch/> (Minggu, 02 February 2015, Jam 00:02 WITA)
- [7] <http://free.komatsupartsbook.com/?Book=887&Page=11> (Minggu, 06 april 2015, Jam 13:02 WITA)