

PERANCANGAN *SPECIAL TOOL REMOVE AND INSTALL HOIST CYLINDER* PADA UNIT DUMP TRUCK HD 1500-7

Rasma, Hendro Purwono

Program Studi D3 Teknik Otomotif dan Alat Berat, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat
e-mail: rasma@ftumj.ac.id

Abstrak

Hoist Cylinder merupakan komponen penting pada unit Dump Truck HD 1500-7 yang berfungsi sebagai penopang vessel ketika proses loading maupun unloading. Kebocoran akibat rusaknya dust seal yang tidak mampu menyekat kotoran dan minyak pelumas (fluida), merupakan salah satu alasan dilakukan penggantian hoist cylinder. Solusi dari kebocoran tersebut adalah dengan mengganti hoist cylinder, namun sulitnya proses remove and install hoist cylinder menyebabkan proses penggantian (lead time) menjadi lama dan meningkatnya persentase unit tidak beroperasi (down time). Hal tersebut dikarenakan turunnya rod hoist cylinder dan sempitnya posisi pengerjaan remove and install. Untuk mengangkat sekaligus mencegah turunnya rod cylinder mekanik perlu mengikat rod cylinder dengan menggunakan belt. Tetapi cara tersebut berbahaya dan tidak efektif karena diperlukan reposisi belt akibat posisi yang sulit. Oleh karena itu, dibuatlah alat (tool) untuk mengangkat sekaligus menahan rod cylinder agar tidak memanjang, sehingga dapat mempercepat proses remove and install dan mengurangi persentase unit tidak beroperasi (down time), sekaligus dapat memberikan keuntungan pada dari segi save cost biaya man power dan lead time, maupun dari segi save cost loss production.

Kata Kunci : Hoist Cylinder, Lead Time, Rod Cylinder, Special Tool, Down Time

Abstract

Hoist Cylinder is an important component in Dump Truck HD 1500-7 unit that serves as a vessel support when loading and unloading process. Leakage due to damage to dust seals that are not able to seal the dirt and lubrication oil (fluid), is one reason done replacement hoist cylinder. The solution of the leak is to replace the hoist cylinder, but the difficulty of the process of removing and installing hoist cylinder causes the lead time to be prolonged and the increase of the percentage of units is not operating (down time). This is due to the decline of the rod hoist cylinder and the narrowness of the working position of remove and install. To lift at the same time prevent the decline of mechanical cylinder rod need to bind rod cylinder by using belt. But this method is dangerous and ineffective because it requires repositioning of the belt due to a difficult position. Therefore, a tool is made to lift and hold the rod cylinder so that it does not elongate, so that it can speed up the remove and install process and reduce the percentage of units not operating (down time), while at the same time providing benefits in terms of save cost for man power and lead time, or in terms of save cost loss production.

Keywords : Hoist Cylinder, Lead Time, Rod Cylinder, Special Tool, Down Tim

PENDAHULUAN

Perkembangan industri alat berat telah memberikan nuansa tersendiri bagi kita semua, karena terbukanya lapangan pekerjaan. Negara kita Indonesia ini memiliki kekayaan alam yang melimpah, sehingga industri alat berat di Indonesia maju dengan pesat. Kemajuan

teknologi yang demikian pesat telah membawa kita kepada keefektifan segi waktu, tenaga, maupun biaya. Adapun alat berat yang digunakan di *mining* maupun *logging* seperti : Dump Truck (HD) Excavator (PC), Bulldozer (D), Wheel Loader (WA), dan lain-lain.

Pada unit Dump Truck HD 1500-7, peneliti melihat adanya kendala dalam proses *remove and install hoist cylinder*. *Hoist cylinder* merupakan komponen penting untuk menggerakkan *vessel* pada saat *dumping*, membutuhkan waktu yang lama jika ingin melakukan proses penggantian (*remove and install*). Penggantian *hoist cylinder* yang disebabkan adanya kebocoran, sering terkendala di posisi *hoist cylinder* yang sempit dan *rod hoist cylinder* yang selalu memanjang jika dilakukan pengangkatan yang mengakibatkan proses *remove and install* menjadi lama.

Sehubungan dengan masalah tersebut, peneliti mengambil tema inovasi yaitu “Perancangan *Special Tool Remove and Install Hoist Cylinder* Pada Unit Dump Truck HD 1500-7”. Adapun tujuan pembuatan *tool* ini adalah agar pada saat proses *remove and install hoist cylinder* menjadi lebih cepat dalam pengerjaannya dan mengurangi biaya serta mencegah terjadinya kecelakaan kerja.

LANDASAN TEORI

Dump Truck

Dump Truck merupakan alat berat berjenis *wheel* yang berfungsi untuk memindahkan material bebatuan dan *top soil* dari *over burden area* (OB) menuju disposal atau tempat pembuangan pada aktivitas pertambangan. Unit ini mempunyai kapasitas muatan yang besar sehingga sangat produktif dalam proses pertambangan.

Komatsu membuat dump truck dalam berbagai *size*, diantaranya dump truck HD 1500-7. HD 1500-7 memiliki arti sebagai berikut :

- HD : Dump Truck
- 1500 : Berat muatan unit 1500x0,1= 150 ton
- 7 : Modifikasi unit yang ke 7



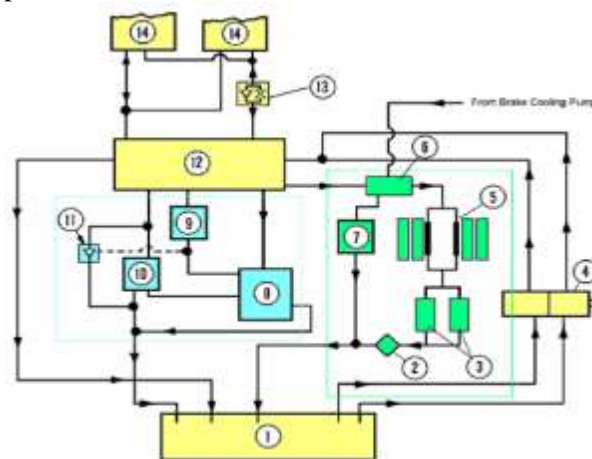
Gambar 1. Dump Truck HD 1500-7

Dump Truck HD 1500-7 mempunyai bobot kosong seberat 105.300 kg dan mampu

mengangkut muatan maksimal sebesar 150 ton. Unit ini sudah dilengkapi dengan mesin berteknologi canggih dari *Cummin* dengan model mesin SDA12V160 yang mempunyai tenaga sebesar 1406 *horse power* (HP). Dari segi transmisi, unit ini sudah *full automatic* dengan jenis *planetary shaft type* yang mempunyai 7 *speed* maju dan 1 *speed* mundur. Untuk *hydraulic system* HD 1500-7 menggunakan 3 pompa utama yang digerakan dengan menggunakan putaran *engine* melalui PTO (*power take off*). *Hydraulic system* pada HD 1500-7 digunakan untuk beberapa *system*, salah satunya adalah *hoist system* yang digunakan untuk menaik-turunkan *dump body* (*vessel*) untuk proses *loading* atau *unloading*.

Sirkuit Hoist System

Hoist system merupakan salah satu system penting untuk menunjang proses *loading* maupun *unloading*. System ini berfungsi untuk menaik-turunkan *dump body* (*vessel*). Pada *hoist system*, Oli hidrolik di suplai dari tank bagian belakang menuju ke *tandem gear pump* yang diputar PTO transmisi. Dari *pump* langsung ke *hoist valve* yang terpasang di belakang *hydraulic tank*. *Hoist valve* dikontrol oleh *hoist pilot valve* yang dioperasikan dengan kabel dari *dump lever*. Kemudian dari *hoist valve* oli langsung di gunakan untuk menaikkan/menurunkan *hoist cylinder*. Berikut merupakan gambar *hoist circuit* pada HD 1500-7



- | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1. Hydraulic Tank (Rear Section) | 6. Manifold | 11. Pilot Operated Check Valve |
| 2. Heat Exchanger | 7. Brake Control Valve (BCV) | 12. Hoist Valve |
| 3. Low Pressure Filters | 8. Hoist Pilot Valve | 13. Snubber Valve |
| 4. Hydraulic Pump | 9. Power Down Hoist Limit Solenoid | 14. Hoist Cylinder |
| 5. Rear Disc Brake | 10. Power Up Hoist Limit Solenoid | |

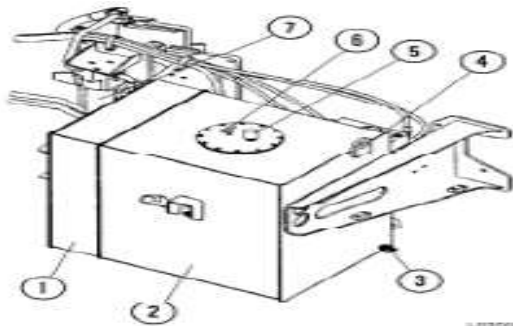
Gambar 2. Hoist Circuit HD 1500-7

Komponen Utama Hoist System

Hoist System pada unit HD 1500-7 terdiri dari komponen:

a. *Hydraulic Tank*

Hydraulic Tank merupakan tempat penampungan oli *hydraulic* sebelum ke *circuit* dan setelah dari *circuit hydraulic (return)*. *Hydraulic tank* pada HD 1500-7 memiliki kapasitas 576 liter. Komponen ini dibagi menjadi dua bagian. Bagian depan menyediakan pasokan oli untuk *steering* dan *brake* sirkuit, dan bagian belakang menyediakan pasokan oli untuk *hoist* dan *wet disk brake cooling oil*. Oli yang digunakan untuk *hoist circuit* mengalir melalui 100 *mesh trainer* ke *inlet housing hoist pump*.

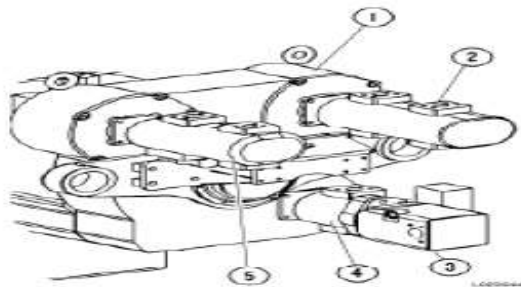


- 1. Tank Front Section
- 2. Tank Rear Section
- 3. Drain
- 4. Hoist Valve
- 5. Breather Valve
- 6. Pressure
- 7. Filter

Gambar 3. Hydraulic Tank HD 1500-7

b. *Hoist Pump*

Berfungsi untuk mensuplai oli hidraulik ke *hoist circuit*. *Hoist pump* menggunakan *tandem gear type pump* yang diputar PTO transmisi dengan total *output* 845 liter/menit pada 2100 rpm dan maksimum *pressure* 193 kg/cm² (2750 psi) yang dibatasi oleh *relief valve* yang terletak di *hoist control valve*.

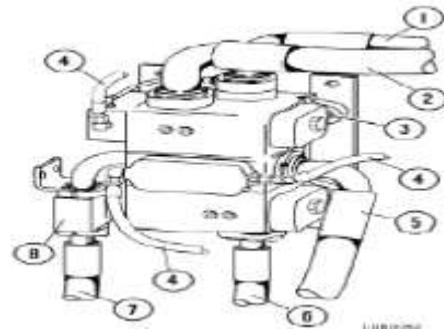


- 1. PTO
- 2. Hoist Pump
- 3. Steering Brake Pump
- 4. Transmission Cooling Pump
- 5. Brake Cooling Pump

Gambar 4. Hydraulic Pump HD 1500-7

c. *Hoist Valve*

Berfungsi untuk mengarahkan aliran oli dari *hoist pump* ke *hoist cylinder* dan sebaliknya. *Hoist valve* terletak di belakang *hydraulic tank* dan menggunakan *split spool design*. *Spool* yang terpisah tersebut mengontrol *flow* oli ke setiap sisi *cylinder* dan *valve* tersebut mempunyai *inlet section*, *spool section* dan *separator plate* yang sama. *Hoist valve* bekerja berdasarkan perbedaan tekanan *input signal* yang dibangkitkan *hoist pilot valve*.

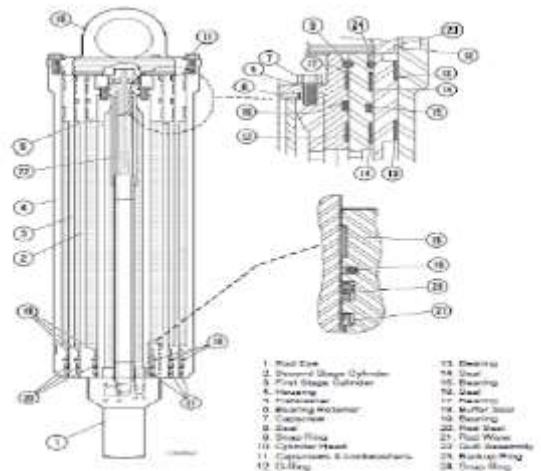


- 1. Supply From Pump
- 2. Return To Manifold/BCV
- 3. Capscrews Washers & Nuts
- 4. To hydraulic Cabinet
- 5. To Hoist Cylinder
- 6. Return To Tank
- 7. To Hoist Cylinder
- 8. Snubber Valve

Gambar 5. Hoist valve HD 1500-7

d. *Hoist Cylinder*

Hoist Cylinder merupakan *actuator* yang mengubah tenaga fluida (*oil pressure*) menjadi tenaga mekanik pada *hoist system* yang berfungsi untuk menaik-turunkan (*loading- unloading*) sekaligus menopang *dump body (vessel)*. *Hoist Cylinder* pada HD 1500-7 menggunakan tipe *3-stage telescoping piston*.



Gambar 6. Hoist Cylinder HD 1500-7

Tool

Tools yang umum digunakan antara lain:

a. *Common Tools*

Merupakan alat yang digunakan untuk melakukan pekerjaan umum. Alat ini banyak digunakan pada aktivitas perbengkelan.



Gambar 7. Common Tools

b. Diagnostic Tools

Merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi atau mengetahui temperatur, arus listrik, tekanan dan kecepatan. Terdapat berbagai macam jenis diagnostic tools, diantaranya pressure gauge yang berfungsi untuk mengukur tekanan fluida, termometer yang berfungsi untuk mengukur temperatur dan multi tachometer yang berfungsi untuk mengukur besaran listrik.



Gambar 8. Pressure Gauge Tachometer



Gambar 9. Multi

c. Measurement Tools

Merupakan alat yang digunakan untuk mengukur dimensi dari sebuah benda. Berikut jenis-jenis measurement tools yang digunakan.



Gambar 10. Meteran



Gambar 11. Micrometer



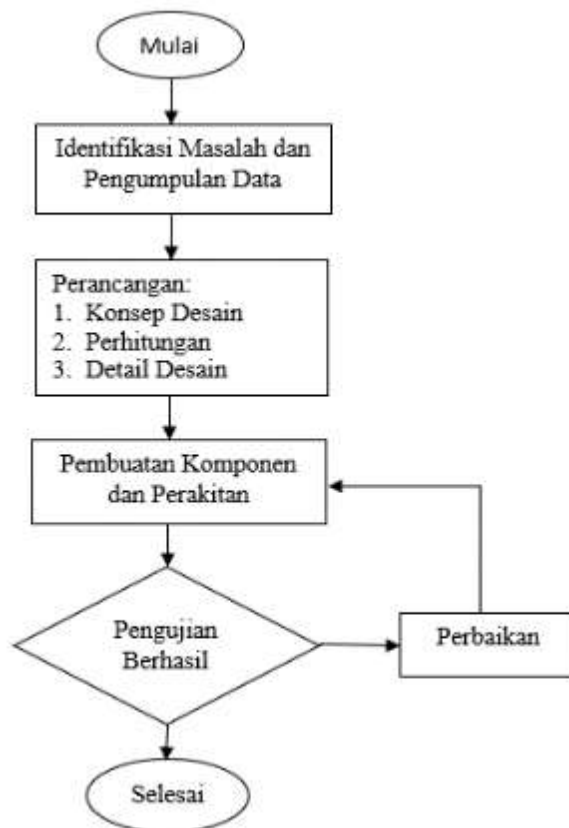
Gambar 12. Vernier Califer

METODE PENELITIAN

Langkah-langkah metodologi penelitian dalam membuat desain tool remove and install hoist cylinder pada unit dump truck HD 1500-7 adalah sebagai berikut:

- Melakukan studi literatur dan desain tool remove and intall hoist cylinder pada unit HD 1500-7.
- Membuat perhitungan berat dan kekuatan bahan.
- Melakukan uji coba special tool dan SOP special tool
- Perbandingan sebelum dan sesudah adanya special tool.

Adapun alur penelitian yang dilakukan dalam perancangan dan pembuatan special tool remove and install hoist cylinder pada unit Dump Truck HD 1500-7 sebagai berikut:



Gambar 13. Alur penelitian yang dilakukan

ANALISA DAN HASIL

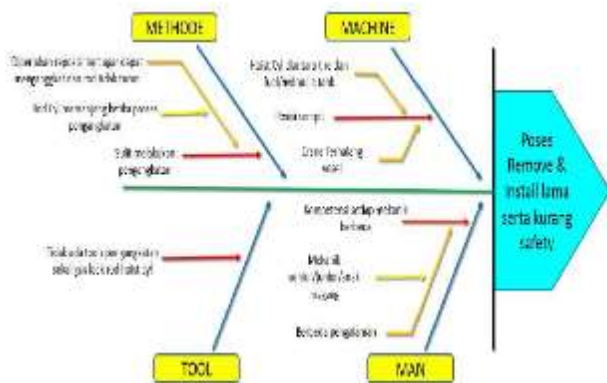
Analisa Sebab-Akibat

Lamanya proses remove and install hoist cylinder disebabkan karena sulitnya proses pengangkatan. Akibat turunnya rod cylinder maka diperlukan reposisi belt agar dapat mengangkat hoist cylinder sekaligus menahan

rod cylinder sehingga tidak turun saat pengangkatan. Hal ini dapat menyebabkan proses *remove and install hoist cylinder* kurang aman karena turunnya *rod cylinder* dan memperbesar *lead time*. Oleh karena itu, peneliti melakukan analisa dengan tujuan agar dapat mengurangi *lead time* pada setiap *remove and install hoist cylinder*



Gambar 14. Mengangkat Hoist Cylinder dengan Belt



Gambar 15. Fishbone Diagram

Berdasarkan *fishbone* diagram diatas, lamanya proses *remove and install hoist cylinder* HD 1500-7 dipengaruhi oleh beberapa aspek yaitu: *man*, *machine*, *method* dan *tool*. Dari beberapa aspek tersebut, peneliti memfokuskan pada aspek *tool*. Peneliti berasumsi, jika ada *tool* yang dapat menahan turunnya *rod cylinder* dan sekaligus dapat mengangkat *hoist cylinder* maka dapat mempercepat proses *remove and install hoist cylinder* HD 1500-7 dan keamanan bagi operator dapat meningkat.

Rencana Perbaikan

Dari analisa sebab-akibat diatas, maka peneliti melakukan rencana perbaikan yang dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini:

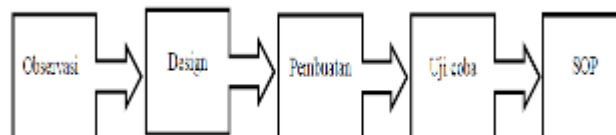
Tabel 1. Rencana Perbaikan

WHAT	Proses <i>remove and install hoist cylinder</i> lama dan kurang safety
WHY	Tools yang digunakan untuk menahan <i>rod cylinder</i> dan proses pengangkatan kurang efisien, karena diperlukan reposisi belt jika pada saat pengangkatan belt kurang pas (kepanjangan)
WHEN	Ketika penggantian <i>hoist cylinder</i>
WHERE	Di PT United Tractors Tbk FMC SIS Site Adaro Kalimantan Selatan
WHO	Awan Novikotama
HOW	Membuat <i>special tool</i> yang dapat digunakan untuk menahan turunnya <i>rod cylinder</i> sekaligus sebagai alat bantu pengangkatan <i>hoist cylinder</i>
HOW MUCH	.

Dari tabel perbaikan diatas, penyebab lamanya *remove and install hoist cylinder tool belt* adalah masih diperlukannya reposisi *belt* untuk menahan turunnya *rod cylinder* sekaligus sebagai alat bantu proses pengangkatan *hoist cylinder* HD 1500-7 sehingga kurang efisien. Atas dasar tersebut, peneliti berencana melakukan perbaikan dengan membuat *special tool* untuk mengatasi penyebab tersebut.

Perancangan Special Tool

Setelah melakukan pemahaman dengan melakukan beberapa kali proses *remove and install hoist cylinder*, maka peneliti berinisiatif melakukan inovasi pembuatan *special tool* untuk *remove and install hoist cylinder* HD 1500-7. Peneliti menggunakan lima tahapan dalam proses pembuatan *special tool* seperti terlihat pada gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 16. Flow Chart Perancangan Special Tool

Observasi

Setelah beberapa kali penggantian *hoist cylinder* HD 1500-7, peneliti mengamati cara pengangkatan yang selama ini dilakukan. Prosedur penggantian *hoist cylinder* yang terdapat pada *shop manual* tidak menjelaskan secara detail cara mencegah turunnya *rod cylinder*. Selama ini *belt* yang digunakan berfungsi untuk mengikat *rod cylinder* pada lubang pin bagian atas *hoist cylinder* dan sekaligus menjadi alat bantu pengangkatan.



Gambar 21. Tool Assy

Perhitungan Berat dan Kekuatan Bahan

Menghitung berat komponen *hoist cylinder* dengan tujuan untuk mencari kesesuaian antara berat komponen dengan ketebalan bahan plat besi yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan *special tool* berdasarkan kekuatan bahan.

Installation

1. Install a retaining strap or chain to prevent the cylinder from extending during handling. The hoist cylinder weighs approximately 330 kg (730 lb.). Attach a suitable lifting device that can handle the load safely.

Berdasarkan stop manual HD 1500-7 berat hoist cylinder sebesar 330kg

Gambar 22. Berat Hoist Cylinder

Setelah mengetahui berat komponen *hoist cylinder*, maka kekuatan bahan plat besi yang digunakan dapat dihitung dengan asumsi berat *hoist cylinder* sebagai gaya tarik. Setelah *tool* terpasang maka diangkat menggunakan *crane truck* dan menggantung sekitar 3 meter diatas permukaan tanah, maka energi potensial *tool* tersebut adalah:

$$\begin{aligned}
 (Ep) &= m \times g \times h \\
 &= 330 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 3 \text{ m} \\
 &= 9900 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Setelah diketahui besarnya energi potensial, maka langkah selanjutnya adalah menentukan tegangan tarik (σ) *tool* tersebut.

$$\begin{aligned}
 \sigma &= Ep : A \text{ (luas permukaan)} \\
 &= 9900 \text{ N} : (53,3 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}) \\
 &= 9900 \text{ N} : 1066 \text{ cm}^2 = 9,28 \text{ N/cm}^2 = 0,092 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tegangan Max (σ_{max}) = $2 \times \sigma \times A : \text{radius (pt)}^{1/2}$

$$\begin{aligned}
 &= 2 \times 0,092 \text{ MPa} (0,533 \text{ m} \\
 &: \\
 &0,17 \text{ m})^{1/2} \\
 &= 2 \times 0,092 \text{ MPa} \times 1,78 \\
 &= 0,33 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Jadi tegangan maksimum *tool* tersebut dalam menahan berat *hoist cylinder* adalah 0,33 MPa atau 0,13% dari batas tegangan yang diizinkan material tersebut (Fe) sesuai pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Kekuatan Logam

Logam	Kekuatan luluh (MPa)	Kekuatan tarik (MPa)	Keuletan %El.
Au	-	130	45
Al	28	69	45
Cu	69	200	45
Fe	130	262	45
Ni	138	480	40
Ti	240	330	30
Mo	565	655	35

Untuk menyatukan clam, menggunakan bolt 24 M16 yang maksimal torque-nya 28,5 kg. Kekuatan *clam tool* tersebut dapat dihitung menggunakan hasil perkalian dari *torque* maksimal *bolt* yang digunakan yaitu:
Kekuatan clam = maksimum torque x jumlah bolt

$$= 28,5 \text{ kg} \times 4 = 114 \text{ kg}$$

Uji Coba Special Tool

Setelah *special tool* selesai, maka langkah selanjutnya adalah diadakan tahap uji coba dengan tujuan untuk memastikan *special tool* dapat terpasang dengan baik dan siap digunakan sekaligus menghitung berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk memasang *special tool*



Gambar 22. Pemasangan Special Tool



Gambar 23. *Special Tool* Selesai Terpasang
Setelah uji coba dilakukan, *special tool* terpasang dengan baik dan hanya membutuhkan waktu 15 menit untuk memasangnya.

SOP Penggunaan Spesial Tool

Selanjutnya peneliti membuat standar *operasional prosedur* (SOP) yang poin-poinnya:

1. Pastikan area kerja aman
2. Pastikan *internal pressure* pada *hydraulic tank* telah di *release* sebelum melepas *hose supply* dan *return oli hoist cylinder*
3. Blok saluran *supply* dan *return oli* menuju *hoist cylinder* yang akan diganti.
4. Lepaskan saluran *lubricating (autolube)* pin atas dan bawah *hoist cylinder*.
5. Pastikan *hoist cylinder* bersih dari tanah/material yang menempel.
6. Pasang *tool* bagian depan terlebih dahulu, Pastikan *tool* pada bagian *rod cylinder* pas dengan lubang *bolt hose supply* dan *return oli*.
7. *Mounting tool* bagian *rod cylinder* pada lubang *hose supply* dan *return oli*, kemudian kencangkan.
8. Pasang *tool* bagian belakang, kemudian kencangkan *bolt clam*.
9. Lepaskan pin atas *hoist cylinder*.
10. Kaitkan *tool* pada *hook crane*. *Tool* siap dilakukan pengangkatan.

Perbandingan sebelum dan setelah adanya *special tool*

Berikut ini *lead time* penggantian *hoist cylinder* sebelum dan setelah adanya *special tool*:

Tabel 3. Lamanya Pekerjaan Sebelum Adanya *Special Tool*

Pengerjaan	Lead time
Me-release pressure hydraulic, melepas hose dan menutup supply oli	15 menit
Melepas hose grease sekaligus pin bagian atas	15 menit
Menyiapkan dan melipat belt	15 menit
Setting hoist dengan belt beserta reposisi belt untuk pengangkatan (remove)	120 menit
Pengangkatan (remove)	15 menit
Menyiapkan belt (melepas dari hoist cyl yg lama)	15 menit
Setting hoist dengan belt beserta reposisi belt untuk pengangkatan (install)	120 menit
Pengangkatan (install) dan memasang pin bawah	15 menit
Memasang pin atas dan hose grease	15 menit
Memasang hose supply-return oli dan completed	15 menit
Total	6 jam

Tabel 4. Lamanya Pekerjaan Sesudah Adanya *Special Tool*

Pengerjaan	Lead time
Me-release pressure hydraulic, melepas hose dan menutup supply oli	15 menit
Melepas hose grease pin bagian atas dan bawah	15 menit
Memasang <i>special tool</i>	15 menit
Melepas pin atas dan mengaitkan <i>special tool</i> ke <i>hook crane</i> dan pengangkatan (remove)	15 menit
Menyiapkan <i>tool</i> (melepas dari hoist cyl yg lama)	15 menit
Memasang <i>special tool</i> dan mengkaitkan ke <i>hook crane</i> untuk pengangkatan (install)	15 menit
Memasang pin bawah kemudian atas	15 menit
Memasang hose supply-return oli dan completed	15 menit
Total	2 jam

Dari tabel 3 dan 4 dapat di lihat perbandingan proses penggantian *hoist cylinder* beserta *lead time* sebelum adanya *special tool* lama pengerjaan 6 jam dan setelah adanya *special tool* lama pengerjaan menjadi 2 jam.

Benefit

Berikut ini besaran biaya sebelum dan setelah adanya *special tool remove and install*.

Tabel 5. Besaran Biaya Sebelum Adanya *Special Tool*

<p><i>Lead Time</i> Lead time pengerjaan sebelum adanya <i>tool</i> adalah 6 jam Nilai bayaran operasi HD 1500-7 per jam adalah \$ 63,8 Penggantian <i>hoist cylinder</i> sebanyak 14 kali total $14 \times 6 \text{ jam} \times \\$ 63,8 = \\$ 5359,2$</p>
<p><i>Man power</i> Jumlah <i>man power</i> dalam sekali pengerjaan 4 orang Bayaran satu <i>man power</i> per jam \$ 27 Penggantian <i>hoist cylinder</i> sebanyak 14 kali total $4 \text{ man power} \times \\$ 27 \times 6 \text{ jam} \times 14 = \\$ 9072$</p>
<p><i>Loss production</i> Ritasi HD 1500-7 adalah 3 rit/jam. 1 rit = 54 bcm (\$1/bcm) Waktu 6 jam, terdapat 14 kali penggantian Total = $3 \text{ rit/jam} \times 6 \text{ jam} \times 54 \text{ bcm} \times \\$1/\text{bcm} \times 14 = \\$ 13608$</p>
<p>Kerugian $\\$ 5359.2 + \\$ 9072 + \\$ 13608 = \\$ 28039.2$ Setara dengan Rp.364.509.600,-</p>

Tabel 5. Besaran Biaya Setelah Adanya *Special Tool* *Remove and Install*.

<p><i>Lead Time</i> Lead time pengerjaan setelah adanya <i>tool</i> adalah 2 jam Selisih waktu $6-2 = 4 \text{ jam}$, nilai bayaran operasi per jam \$ 63.8 Penggantian <i>hoist cylinder</i> sebanyak 14 kali total $14 \times 4 \text{ jam} \times \\$ 63,8 = 3572,8$</p>
<p><i>Man power</i> Jumlah <i>man power</i> dalam sekali pengerjaan 4 orang Selisih waktu $6 \text{ jam} - 2 \text{ jam} = 4 \text{ jam}$ Penggantian <i>hoist cylinder</i> sebanyak 14 kali total $4 \text{ man power} \times \\$ 27 \times 4 \text{ jam} \times 14 = \\$ 6048$</p>
<p><i>Loss production</i> Ritasi HD 1500-7 adalah 3 rit/jam. 1rit = 54 bcm (\$1/bcm) Selisih waktu $6 \text{ jam} - 2 \text{ jam} = 4 \text{ jam}$ Total = $3 \text{ rit/jam} \times 4 \text{ jam} \times 54 \text{ bcm} \times \\$1/\text{bcm} \times 14 = \\$ 9072$</p>
<p><i>Save cost</i> $\\$ 3572.8 + \\$ 6048 + \\$ 9072 = \\$ 18692.2$ Setara dengan Rp. 243.006.400,-</p>

Total potensi kerugian yang diselamatkan dengan menggunakan *special tool* pada saat penggantian *hoist cylinder* yaitu sebesar \$ 18692.2 atau setara dengan Rp 243.006.400,-

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini memberikan kesimpulan sebagai berikut :

1. *Tool* ini mempermudah dan memberikan kenyamanan pada saat proses pengerjaan *remove and install hoist cylinder*.
2. *Tool* ini dapat menurunkan *lead time* proses pengerjaan penggantian *hoist cylinder* dari 6 jam menjadi 2 jam.
3. *Tool* ini mampu menyelamatkan potensi kerugian proses pengerjaan penggantian *hoist cylinder* sebesar Rp. 243.006.400,-
4. *Tool* ini meningkatkan *safety value* dengan menghilangkan potensi turunnya *rod cylinder* dan melesetnya *belt* pada saat pengangkatan *hoist cylinder*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Basri H., Ramadhan AI., Jurnal Teknologi Alat-alat Berat, *Analisa Kerusakan Suspension System Pada HD 1500-5*, Vol.2 (2013)

- [2] Hadiyanto M., Diniardi E., Jurnal Teknologi Alat-alat Berat, *Analisa penyebab kerusakan suspensi bocor pada HD 785-7*, Vol.2 (2014)
- [3] Komatsu Ltd., *Shop Manual Komatsu HD 1500-7*, Komatsu Ltd,Japan (2010)
- [4] Setiawaan B., Yulianto S., Jurnal Teknologi Alat-alat berat, *Analisa Rear Suspension Hard Pada Unit HD 785-7*, Vol.3 (2014)
- [5] Training Centre Department., *Basic Mecahanic Course, Tools*, Jakarta PT United Tractors Tbk (1996)
- [6] Training Center Department, *Mechanic Development Setion Preventive Maintenance HD 1500-7*, Jakarta. PT United Tractors Tbk (2000)