

ANALISIS PERANCANGAN ALAT KHUSUS UNTUK PEMASANGAN SUSPENSI BELAKANG PADA UNIT HD785-7

Rasma^{1,*}, Hendro Purwono², Riki Effendi³

^{1,2}Teknik Otomotif dan Alat Berat, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta,
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia

³Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia

*E-mail: rasma@ftumj.ac.id

Diterima: 17-10-2018

Direvisi: 24-11-2018

Disetujui: 01-12-2018

ABSTRAK

General Overhaul (GOH) begitu banyak pada unit HD785-7 sehingga membutuhkan kecepatan, ketelitian, dan kedisiplinan saat pengerjaannya agar target dapat terpenuhi. Cepat lambatnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah proses *install rear suspension*. Saat ini proses *install rear suspension* dilakukan oleh 6 tenaga kerja (*manpower*) dengan menggunakan *tools* berupa *belt* yang membutuhkan waktu pemasangan ± 2 jam (*1 piece*) sehingga dinilai tidak efisien dan tidak aman bagi mekanik. Tujuan penelitian ini adalah merancang alat khusus (*special tools*) agar pengerjaannya lebih cepat, aman, dan jumlah mekaniknya berkurang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Seven Ups++ Innovation Method* agar aktivitas inovasi dapat berjalan dalam kaidah dan menghasilkan *output* yang optimal. Hasil yang diperoleh dari rancangan alat khusus ini adalah proses *install rear suspension* hanya dilakukan oleh 3 tenaga kerja, lebih aman, dan waktu pemasangan ± 30 menit (*1 piece*).

Kata kunci: suspensi belakang, tenaga kerja, efisien, alat khusus, aman

ABSTRACT

General Overhaul (GOH) is so much on the HD785-7 unit that it requires speed, accuracy, and discipline during the process so that the target can be met. Slow speed is influenced by several factors, one of which is the process of installing rear suspension. Now the rear suspension installation process is carried out by 6 manpower using belt-shaped tools that require installation time of ± 2 hours (*1 piece*) so that it is considered inefficient and unsafe for mechanics. The purpose of this research is to design special tools so that the process is faster, safer, and the number of mechanics decreases. The method used in this study is *Seven-Ups ++ Innovation Method* so that innovation activities can run in rules and produce optimal output. The results obtained from the design of this special tool is that the rear suspension install process is only carried out by 3 manpower, is safer, and the installation time is ± 30 minutes (*1 piece*).

Keywords: rear suspension, manpower, efficiency, special tools, safety

1. PENDAHULUAN

Dump Truck adalah alat atau kendaraan yang digunakan untuk mengangkut material dari jarak sedang hingga jauh. Alat tersebut biasanya digunakan untuk mengangkut bahan material seperti: pasir, kerikil, tanah dan batu bara dimana material tersebut dapat diisikan oleh excavator, wheel loader, maupun shovel.

Secara umum, *dump truck* adalah alat yang dapat mengosongkan muatannya sendiri dengan bantuan *hydraulic*. Bagian depan dari bak atau *vessel* itu bisa diangkat ke atas sehingga memungkinkan material yang dimuat *dump truck* tersebut dapat turun ke tempat yang diinginkan.

Secara garis besar *dump truck* dibagi menjadi dua tipe, yaitu: mekanikal dan elektrik. *Dump truck electric* Komatsu mempunyai kode unit 730E, 830E, 860E, 930E dan 960E. *Dump truck* Komatsu dibagi lagi menjadi beberapa jenis, mulai dari *articulated dump truck* yang memiliki kode unit HM300, HM350 dan HM400. Lalu jenis yang kedua adalah *rigid dump truck* yang memiliki kode unit HD255, HD325, HD405, HD465, HD605, HD785, HD1500. Penelitian ini hanya memfokuskan pada *dump truck* yang memiliki kode unit HD785-7.

General Overhaul (GOH) begitu banyak sehingga membutuhkan kecepatan, ketelitian dan kedisiplinan saat pengerjaannya agar target dapat terpenuhi. Cepat lambatnya GOH tersebut di pengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: proses *install engine, radiator, drive shaft, transmission, final drive, tires, differential, hose, piping, hydraulic pump, cabin, hoist cylinder*; dan kabel-kabel dimana salah satunya adalah proses *install rear suspension*. Berdasarkan pengamatan peneliti, proses *install rear suspension* dapat dikerjakan lebih cepat, efisien dan lebih aman serta cukup dilakukan 3 *manpower* saja jika dibuatkannya *suspension tools*.

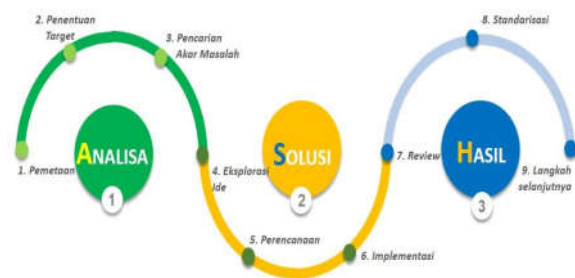
2. METODE PENELITIAN

Untuk menghadapi tantangan dan peluang dengan sumber daya yang dimiliki melalui kegiatan proyek inovasi, maka diperlukan metode yang tepat dalam pengelolaannya. Oleh karena itu, mengintisarikan dari beberapa metode perbaikan atau inovasi yang ada, disusunlah tiga langkah inovasi sebagai

penyempurnaan atas kelebihan dari metode-metode inovasi yang ada.

Metode ini menyempurnakan dari metode inovasi yang sebelumnya *7-Ups* dan menggabungkan dengan beberapa metode inovasi terbaik lainnya. Tujuannya adalah agar aktivitas inovasi dapat berjalan dalam kaidah dan metode yang terbaik sehingga dihasilkan *output* yang optimal sesuai dengan harapan.

Keunggulan dari 3 langkah inovasi ini antara lain:



Gambar 1. Seven Ups++ Inovation Method [1].

1. Fokus pada 3 aktifitas dasar dan utama dalam mengerjakan proyek inovasi.
2. Penyelesaian masalah dan kegiatan perbaikan dilakukan secara sistematis dan terarah.
3. Proses di setiap langkah dapat terstandarisasi sehingga mudah untuk dipelajari dan diajarkan.
4. Hasil baik yang telah dicapai dapat dipertahankan.
5. Kegiatan inovasi menggunakan metode, alat dan bahasa yang sama sehingga mudah untuk dipahami oleh tim yang lain.

Kerangka logika 3 langkah inovasi, yaitu:

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| a. Pemetaan | } Langkah 1:
Analisa |
| b. Penentuan target | |
| c. Pencarian akar masalah | |
| d. Eksplorasi ide | } Langkah 2:
Solusi |
| e. Perencanaan | |
| f. Implementasi | |
| g. Review | } Langkah 3:
Hasil |
| h. Standarisasi | |
| i. Langkah selanjutnya | |

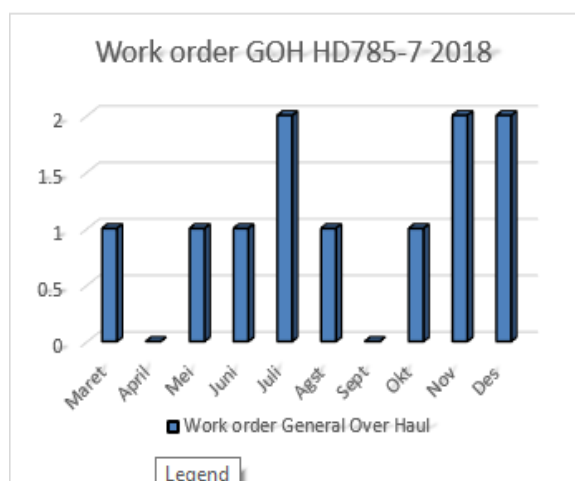
2.1. Pemetaan Populasi Unit

Penelitian yang dilakukan di Site Satui, Kalimantan Selatan memiliki jumlah alat berat sebanyak 179 unit seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Populasi Unit di Satui Kalimantan Selatan

Unit	Populasi Unit
HD785-7 (DT)	66
HD465-7R (WT)	4
HD465-7R (DT)	28
PC200-8	12
PC400LC-8	14
PC800ES-7	1
PC1250-8	9
PC2000-8	9
D85ESS-2	10
D155A-6	7
D375A-6R	11
GD825A-2	8
JUMLAH	179

Berdasarkan tabel diatas, HD785-7 adalah unit yang paling banyak dan setiap tahunnya dilakukan proyek *General Overhaul* (GOH).



Gambar 2. Grafik Work Order GOH HD785-7 [2]

2.2. Penentuan Target

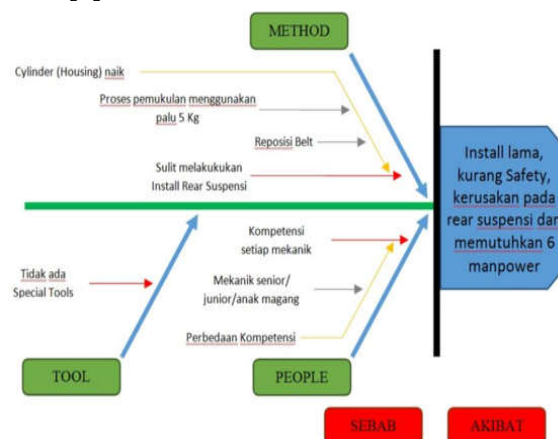
Value to improve yang akan diperbaiki untuk proses *install rear suspension* adalah mengurangi *manpower* yang berbanding lurus dengan peningkatan *income*, *install rear suspension* lebih cepat dan juga proses *install rear suspension* HD785-7 lebih aman.

Target dari penelitian ini adalah:

- ✓ *Manpower* berkurang, dari 6 orang menjadi 3 orang.
- ✓ Kurang aman menjadi lebih aman.
- ✓ *Install rear suspension* semula ± 2 jam menjadi ± 30 menit

2.3. Pencarian Akar Masalah

Untuk pencarian masalah utama dalam proses *install rear suspension* HD785-7 yang paling tepat adalah menggunakan metode *Fish Bone* [3].



Gambar 3. Fish Bone Method

Dari metode di atas dapat disimpulkan bahwa akibat terjadinya proses *short cut*, *tools* yang kurang memadai dan kompetensi dari setiap mekanik itu berbeda adalah proses *install rear suspension* HD785-7 yang lama, kurang aman, adanya kerusakan pada *rear suspension* dan membutuhkan 6 *manpower*.

Setelah dilakukan observasi ditemukan bahwa *manpower* melakukan pekerjaan *install rear suspension* tidak sesuai dengan *shop manual*. *Manpower* tersebut berinisiatif menggunakan *belt* yang di angkat dengan *Over Head Crane* (OHC) karena tempat yang sulit serta *vessel* yang sedang di lepas karena adanya proyek GOH. Proses *install rear suspension* tersebut dikerjakan oleh 6 *manpower* (1 *manpower* mengoperasikan OHC, 2 *manpower* menahan *rear suspension*, 2 *manpower* menahan tangga dan 1 *manpower* sebagai *toolsman*). Proses tersebut diawali dengan pengangkatan *rear suspension* dan dilanjutkan dengan pemasangan *pin* bagian bawah (*rod*), setelah itu proses pemasangan *pin* bagian atas *cylinder (housing)*. Saat pemasangan *pin* bagian bawah dapat dilakukan dengan cepat tetapi saat proses pemasangan *pin* bagian atas *cylinder (housing)* butuh waktu yang lama karena posisinya tinggi dan *housing* yang naik saat mempresisikan lubang sehingga perlu dilakukan pemukulan agar *housing* turun kemudian *rear suspension* ditahan agar tidak jatuh atau turun dan memerlukan reposisi *belt*

agar *pin cylinder (housing)* dapat terpasang. Oleh sebab itu, proses *install rear suspension* menjadi lama, kurang aman, adanya kerusakan pada *rear suspension* karena ada proses pemukulan dan membutuhkan 6 *manpower*.

2.4. Eplorasi Ide

Berikut adalah eksplorasi ide *install rear suspension* HD785-7 yang berisikan masalah dan mencari solusi perbaikan baik dari *people* maupun *tools*.

Perancangan *tools* untuk *install rear suspension* HD785-7 bertujuan agar proses ini tidak lagi menggunakan *belt* yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja dan mengurangi jumlah *manpower* yang semula 6 orang menjadi 3 orang.

Pada saat proses *install rear suspensi* bahaya yang timbul adalah kejatuhan *rear suspensi*. Hal ini disebabkan posisi *belt* hanya mengikat *housing* dan tidak ada penahannya untuk tetap pada posisinya. Atas dasar itu, peneliti berinisiatif untuk membuat *tools rear suspension* HD785-7.



Gambar 4. Proses *Install Rear Suspension* Menggunakan *Belt*

2.5. Perencanaan

Perencanaan agenda kerja dalam pembuatan *suspension tools* untuk *install rear suspension* HD785-7 adalah sebagai berikut:

a. Pengukuran

Berikut adalah proses pengukuran *rear suspension* HD785-7 dengan menggunakan mistar dan jangka sorong.



Gambar 5. Proses Pengukuran *Rear Suspension* HD785-7

b. Perhitungan Kekuatan Bahan

Setelah dilakukan pengukuran *rear suspension* HD785-7, langkah selanjutnya adalah menghitung kekuatan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan *tools rear suspension* HD785-7. Untuk pembuatan *suspension tools* digunakan baja tipe S45C.

Berikut adalah batas mulur dan kekuatan tarik dari berbagai macam baja karbon mulai dari S30C sampai dengan S15CK dengan satuan (kg/mm^2).

Tabel 2. Batas Mulur Dan Kekuatan Tarik Dari Masing-Masing Baja [4]

Lambang	Batas Mulur (kg/mm^2)		Kekuatan Tarik (kg/mm^2)	
	N	H	N	H
S30C	29	34	48	55
S35C	31	40	52	58
S40C	33	45	55	62
S45C	35	50	58	70
S50C	37	55	62	75
S55C	40	60	66	80
S15CK	-	35	-	50

Berikut adalah perhitungan terhadap baja tipe S45C sesuai beban kerja aman pada peralatan alat angkat *Safe Working Load (SWL)*.

Formula Tegangan:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

σ : Tegangan (kg/cm^2)

F : Gaya yang di berikan (N)

A : Luas Penampang (mm^2)

Gaya yang bekerja adalah Gaya Berat, yaitu:

$$F = m \times g \quad (2)$$

Keterangan:

m : Beban yang di angkat (kg)
g : Gravitasi bumi (9,8 m/s²)

Luas penampang berbentuk lingkaran:

$$A = (T \times L) \times \pi \quad (3)$$

Keterangan: T = Tebal plat (mm)
L = Lebar plat (mm)
 $\pi = \frac{22}{7}$ atau 3,14

Diketahui: $\sigma = 35 \text{ kg/mm}^2$ (baja S45C)
m = 246 kg
g = 9,8 m/s²
L = 5 cm
 $\pi = 3,14$

Ditanya:

- ❖ SWL = kg
- ❖ σ = kg/cm²
- ❖ A = cm
- ❖ T = mm

Jawab :

- ❖ SWL = (m × 20%) + m
= (246 kg × 0,2) + 246 kg
= 49,2 + 246 kg
= 295,2 kg → 300 kg
- ❖ Tegangan Ijin Baja S45C = 35 kg/mm²
 - Jika 1 mm = $\frac{1}{100}$ cm²
 - Maka $\sigma = \frac{35}{\frac{1}{100}} = 35 \times \frac{100}{1}$ cm²
= 35 × 100 = 3500 kg/cm²
 - Jadi σ S45C adalah 3500 kg/cm²
- ❖ $\sigma = \frac{F}{A} \rightarrow \sigma = \frac{m \cdot g}{A} \rightarrow A = \frac{m \cdot g}{\sigma}$
 $A = \frac{m \cdot g}{\sigma} = \frac{300 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{3500 \text{ kg/cm}^2} = 0,84 \text{ cm}$
- ❖ $A = (T \times L) \times \pi \rightarrow T = \frac{A}{L} \times \pi$
- ❖ $T = \frac{A}{L} \times \pi = \frac{0,84 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} \times 3,14$

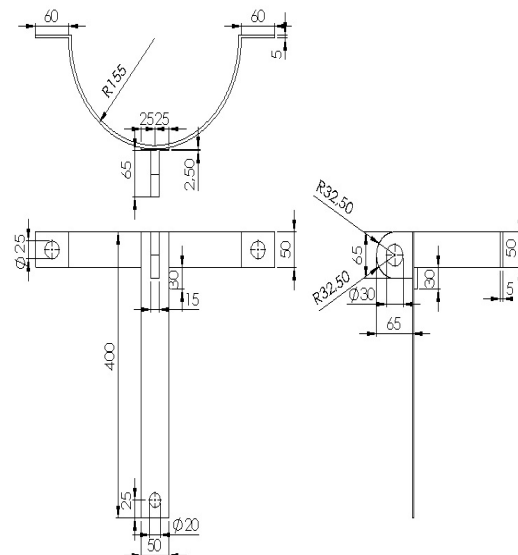
$$= 0,168 \text{ cm} \times 3,14 = 0,527 \text{ cm} = 0,53 \text{ cm} = 5,3 \text{ mm}$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa tebal plat 5,3 mm yang terbuat dari material S45C aman digunakan sesuai *Safe Working Load* (SWL) untuk mengangkat beban *rear suspension* yang beratnya 246 kg. Secara teori *tools* ini aman digunakan hingga beban mencapai 300 kg.

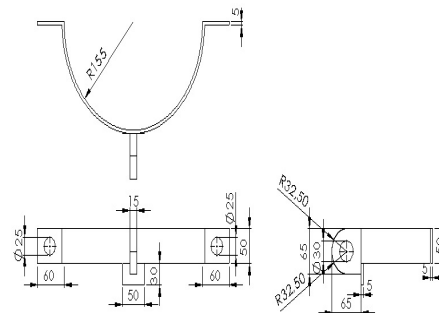
c. Desain *Suspension Tools*

Mendesain suatu model *tools* adalah penting dalam sebuah bidang pekerjaan karena dapat mengetahui gambaran secara detail tentang *tools* yang akan di rancang.

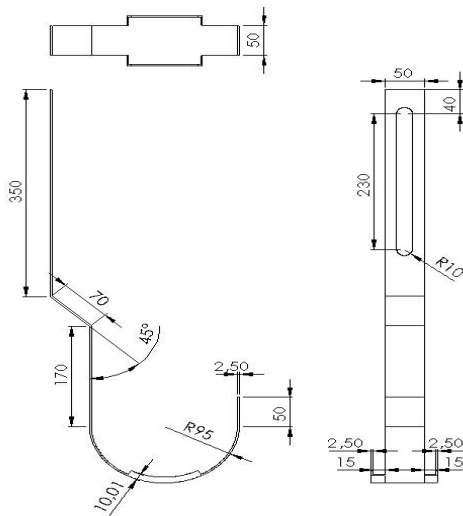
Berikut adalah desain *suspension tools* HD785-7, [4].



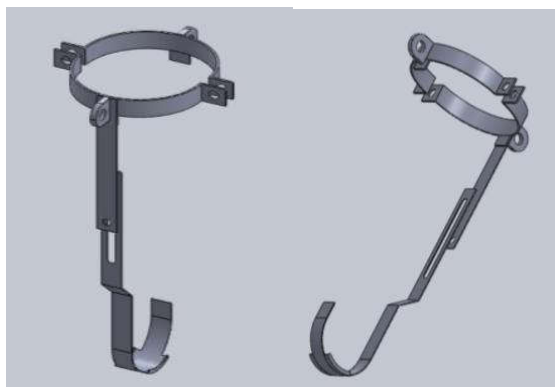
Gambar 6. Desain 2D *Suspension Tools Clamp* (Part 1)



Gambar 7. Desain 2D *Suspension Tools Clamp* (Part 2)



Gambar 8. Desain 2D Suspension Tools Adjusting



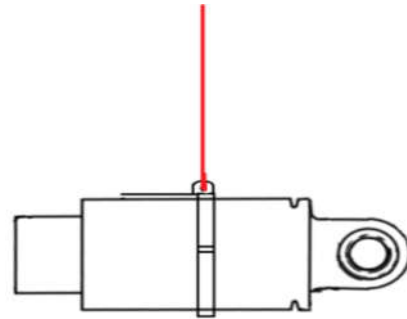
Gambar 9. Desain 3D Suspension Tool

d. Uji Coba Suspension Tools

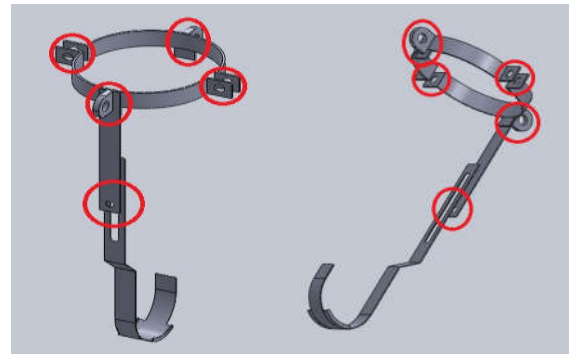
Proses pengujian yang akan dilakukan ketika *suspension tools* sudah jadi yaitu dengan cara test pengangkatan selama 10-15 menit dengan ketinggian 1-2 meter dari permukaan tanah, [5,6]. Pengujian ini bertujuan untuk:

- Mengetahui *tools* kuat atau tidak.
- Jika digunakan *safety* atau tidak.
- Ada perubahan bentuk *tools* atau tidak.

Lingkaran berwarna merah adalah bagian *suspension tools* yang terkena banyak gaya tarik oleh *crane* sehingga perlu diperhatikan betul-betul karena rawan dengan kerusakan, [7,8,9].



Gambar 10. Uji Coba Angkat Rear Suspension dengan Suspension Tools



Gambar 11. Bagian Pembebanan Suspension Tools

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perbandingan Proses Yang Diharapkan

Perbandingan proses *install rear suspension tools* HD785-7 yang menggunakan *belt* dan *suspension tools* yang diharapkan setelah dibuat ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Proses Yang Diharapkan

<i>Install menggunakan belt</i>	<i>Install menggunakan suspension tools</i>
Pemasangan ±2 jam (1pcs).	Pemasangan ±30 menit (1pcs).
Kurang <i>safety</i> .	Lebih <i>safety</i> .
Membutuhkan banyak tenaga.	Membutuhkan sedikit tenaga.
Ada proses pemukulan pada <i>rear suspensi</i> .	Tidak ada proses pemukulan pada <i>rear suspensi</i> .
Membutuhkan ±6 <i>manpower</i> .	Membutuhkan ±3 <i>manpower</i> .
Rumit.	Ringkas.

3.2. Perbandingan *Benefit* Yang Diharapkan

Benefit sebelum dan sesudah menggunakan *suspension tools* ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Benefit Yang Diharapkan

ASPECT	BEFORE	AFTER
Quality	Ada proses pukul-memukul	Tidak ada proses pukul-memukul
Cost	- Biaya GOH unit yang terbuang lebih besar - Membutuhkan ≈ 6 manpower	- Biaya GOH unit yang terbuang lebih kecil. - Membutuhkan ≈ 3 manpower
Delivery	Proses <i>Install</i> ≈ 2 jam (1pcs)	Proses <i>Install</i> ≈ 30 menit (1pcs)
Safety	Kurang <i>safety</i>	Lebih <i>safety</i>
Productivity	Install Rear Suspension lam	Install Rear Suspension cepat

3.3. Perbandingan *Cost* Yang Diharapkan

Berikut ini perbandingan *cost* yang di keluarkan sebelum dan sesudah menggunakan *suspension tools*.

Tabel 5. Perbandingan Cost Yang Diharapkan

Sebelum	Sesudah
<p><i>Manpower</i></p> <p>Jumlah <i>manpower</i> dalam sekali pengerjaan 6 orang. Bayaran satu <i>manpower</i> per jam \$27. Lama install rear suspension 2 Jam. (1 pieces) $\times 2 = 4$ Jam. Pekerja GOH sesuai Gambar 3.1 sebanyak 11 kali.</p> <p>Total 6 <i>manpower</i> \times \$27 \times 4 Jam \times 11 = \$ 7.128</p>	<p><i>Manpower</i></p> <p>Jumlah <i>manpower</i> dalam sekali pengerjaan 3 orang. Bayaran satu <i>manpower</i> per jam \$27. Lama install rear suspension 30 menit. (1 pieces) $\times 2 = 1$ Jam. Pekerja GOH sesuai Gambar 3.1 sebanyak 11 kali.</p> <p>Total 3 <i>manpower</i> \times \$27 \times 1 Jam \times 11 = \$ 891</p>
Total	
<p>Kerugian</p> <p>1 Dolar Amerika Serikat sama dengan 14.617,- Rupiah Indonesia</p> <p>\$ 7.128 Atau Setara dengan Rp. 104.189.976,-</p>	<p><i>Save Cost</i></p> <p>1 Dolar Amerika Serikat sama dengan 14.617,- Rupiah Indonesia</p> <p>\$ 891 Atau setara dengan Rp. 13.023.747,-</p>

3.4. Standarisasi Yang Diharapkan

Standarisasi yang diharapkan setelah *suspension tools* dibuat pada tabel 6.

Tabel 6. Rencana Standarisasi

Rencana Standarisasi	
People	Harus ada sosialisasi lebih lanjut tentang <i>suspension tools</i> ini agar semua pihak terkait tidak terjadi miss komunikasi saat proses <i>install rear suspension</i> HD785-7.
Tools	Harus diimplementasi saat proses <i>install rear suspensi</i> agar peningkatan income dapat tercapai.

3.5. Langkah Selanjutnya Yang Diharapkan

Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi potensi kegagalan pada *suspension tools* HD785-7, kemudian penetapan rencana untuk kedepannya dan terakhir adalah potensi re-implementasi di tempat lain.

3.6. Identifikasi Potensi Kegagalan Yang Kemungkinan Terjadi

Mengidentifikasi potensi kegagalan pada *suspension tools* HD785-7 sangat penting. Oleh sebab itu perlu identifikasi lebih lanjut agar potensi kegagalan bisa di minimalisir. Berikut adalah identifikasi potensi kegagalan yang dilakukan oleh peneliti.

Saat proses *adjusting* panjang *Rear Suspensi* kurang tepat (lebing panjang dari lubang A dan B), mengakibatkan sedikit lamanya proses *install* karena *adjusting* di atas lebih sulit dari pada di bawah. Oleh sebab itu, diusahakan saat proses *adjusting* panjangnya sesuai lubang A dan B.

3.7. Penetapan Rencana Selanjutnya Yang Diharapkan

Dalam penyelesaian inovasi ini peneliti menyadari banyak kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, pada langkah selanjutnya yang ingin dicapai peneliti adalah penyempurnaan *suspension tools* ini dapat digunakan di HD465 sampai HD1500.

4. KESIMPULAN

Tidak adanya cara lain untuk *install rear suspension* HD785-7 selain menggunakan *belt* dan *chain block*, oleh sebab itu jumlah *manpower* begitu banyak, kurang *safety* dan kurang *efisien*. Kemudian adanya pemukulan pada *rear suspensi* karena *rod* memanjang dan juga *re-posisi belt* agar *rear suspension* dapat terinstall. Pada saat *re-posisi belt*, *manpower* beresiko tertimpa dan terjepit *rear suspensi*. Terakhir adalah proses *install rear suspensi* membutuhkan ± 2 jam (1 pcs).

Pembuatan *suspension tools* sesuai *Safe Working Load* (SWL) berupa *clamp* sebagai pengangkat *rear suspension* dan penahan *rod* (*adjusting*) agar *cylinder* (*housing*) tidak

memanjang saat proses *install* dapat mengurangi waktu yang terbuang dan mengurangi *manpower* serta mengurangi potensi bahaya dalam proses *install rear suspension*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tractors.United, *Management Innovation & Improvement, UTVI Guidebook*. PT United Tractors Tbk, Jakarta, 2018.
- [2] Lectura, Komatsu HD785-7 Specifications & Technical Data (2006-2018). <https://www.lectura-specs.com/en/model>.
- [3] Effendi, R., Faozan, F., Modifikasi Konstruksi Dies Lever Comp Brake Motor Matik untuk Meningkatkan Kapasitas Proses Produksi, *FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 2017; 3: 20-23.
- [4] UT School, *Product Knowledge, Basic Competence Course-1*. PT United Tractors Tbk, Jakarta, 2008.
- [5] Habibulloh, Improvement Process Replace Track Shoe With Hydraulic Torque Wrench Holder, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta, 2017.
- [6] UT School, *Product Knowledge, Basic Competence Course-1*. PT United Tractors Tbk, Jakarta, 2008.
- [7] UT School, *Axle, Suspension and Wheel, Basic Competence Course-1*. PT United Tractors Tbk, Jakarta, 2008.
- [8] Komatsu, Shop Manual Komatsu Galeo HD785-7 Dump Truck 7001 and up, Komatsu, Japan, 2006.
- [9] Komatsu, Shop Manual Dump Truck HD785-7 Serial Number 30000 and up, Komatsu, Japan, 2016.
- [10] Komatsu, *Operation & Maintenance Manual Galeo HD785-7 Dump Truck*, Komatsu, Japan, 2006.