

**ANALISA *BUCKLING* PADA *ROD BUCKET* DI SISTEM HIDROLIK  
*SPIDER EXCAVATOR KAISER S2 4X4 CROSS***



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

**Disusun oleh :**

**WAHID ZAINURI**

**D 200 130 115**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISA *BUCKLING* PADA *ROD BUCKET* DI SISTEM HIDROLIK  
*SPIDER EXCAVATOR KAISER S2 4X4 CROSS***

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**WAHID ZAINURI**

**D 200 130 115**

Telah disetujui dan disahkan oleh :

Dosen Pembimbing :

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Supriyono', written in a cursive style.

**Supriyono, ST, MT, Ph.D.**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISA BUCKLING PADA ROD BUCKET DI SISTEM HIDROLIK  
SPIDER EXCAVATOR KAISER S2 4X4 CROSS**

**OLEH**

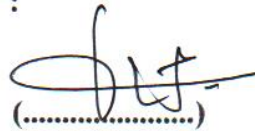
**WAHID ZAINURI**

**D 200 130 115**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Jum'at 12 Januari 2018  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji :**

1. **Supriyono, ST, MT, Ph.D.**  
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Ir. Tri Tjahjono, MT.**  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. **Amin Sulistyanto, ST, MT.**  
(Anggota II Dewan Penguji)

  
(.....)

  
(.....)

  
(.....)

**Dekan,**



**Ir. Sri Sunarjono, MT. Ph. D.**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 12 Januari 2017

Yang Menyatakan,



**Wahid Zainuri**

**D 200 130 115**

## **ANALISA BUCKLING PADA ROD BUCKET DI SISTEM HIDROLIK SPIDER EXCAVATOR KAISER S2 4X4 CROSS**

### **Abstrak**

*Sistem hidrolik merupakan proses mengalirnya oli hidrolik dari tangki melewati filter hidrolik terlebih dahulu, yang kemudian akan mengalirkan keseluruhan sistem hidrolik yang ada seperti controll valve, silinder actuator, dan sebagainya. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui penyebab terjadinya buckling maupun defleksi yang terjadi pada rod pada cylinder Bucket sebelum hour meter mencapai batas waktu service unit pada komponen sistem hidrolik, faktor penyebab serta langkah perbaikan, menentukan kerugian gaya setelah terjadi kerusakan dan menentukan besar kerugian aliran. Selanjutnya proses pemeriksaan dilakukan secara visual terhadap rod dan diperoleh cacat fisik berupa goresan dan tekukan kemungkinan terbesar terjadi akibat kotoran yang masuk dalam sirkulasi oli hidrolik serta terjadi benturan pada dinding rod. Untuk silinder hidrolik Kaiser S2 4x4 Cross dengan diameter piston 8 cm, diameter rod 4,6 cm, dan panjang rod 65 cm didapatkan hasil bahwa kerugian gaya setelah terjadi kerusakan pada silinder bucket sebesar 1029,26 kgf atau sebesar 20% dengan kerugian debit aliran sebesar = 0,1441 liter/s atau sebesar 28.3%.*

**Kata Kunci : Sistem hidrolik, Silinder hidrolik, Rod Cylinder Bucket**

### **Abstract**

*Hydraulic system is the process of hydraulic oil flow from the tank through the hydraulic filter first, which will then flow through the existing hydraulic system such as controll valve, actuator cylinder, and so on. This analysis is conducted to determine the cause of buckling or deflection that occurs on the rod on the Bucket cylinder before the hour meter reaches the service unit deadline on the hydraulic system components, the causal factors and corrective steps, determines the force losses after damage and determines the flow loss. Furthermore, the examination process is done visually to the rod and obtained physical defects in the form of scratches and bending most likely due to dirt entering the hydraulic oil circulation and impact on the rod wall. For Kaiser S2 4x4 Cross hydraulic cylinder with 8 cm piston diameter, 4,6 cm rod diameter and 65 cm rod length, it is found that the force loss after damage to bucket cylinder is 1029,26 kgf or 20% with flow rate loss of 0,1441 liter / s or equal to 28.3%.*

**Keywords: Hydraulic System, Hydraulic Cylinder, Rod Cylinder Bucket**

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Seiring berkembangnya zaman kebutuhan alat-alat besar yang sangat mendukung pembangunan di Indonesia sebagai negara berkembang merupakan termasuk dalam kebutuhan utama. Hal ini dikarenakan negara Indonesia merupakan negara kepulauan dengan beragam kekayaan alam didalamnya yang harus di manfaatkan demi memajukan negara Indonesia yang tidak mungkin dilakukan tanpa alat-alat besar. Kegiatan pembangunan yang memerlukan alat-alat besar antara lain membuka lahan baru, mengangkut material ( batu, tanah, kayu ) dan bahkan menggali. Kegiatan-kegiatan tersebut dapat dilakukan tanpa bantuan alat-alat, tetapi membutuhkan waktu sangat lama jika dibandingkan dengan menggunakan bantuan alat-alat besar.

*Spider Excavator* sebagai salah satu dari banyaknya alat-alat besar yang digunakan berfungsi sebagai alat yang dapat melakukan kegiatan antara lain seperti menggali, meratakan tebing, mengangkat barang, dan lainnya, dan dapat beroperasi di medan yang sangat sempit karena kaki-kaki yang dapat di gerakkan menyempit dan melebar, bucket dapat diganti sesuai kebutuhan. *Excavator* itu sendiri terdiri dari beberapa komponen utama seperti *engine, pump, controll valve, final drive, swing, center joint, boom, arm* dan *bucket*. Dari beberapa komponen tersebut yang sering mengalami kerusakan dibanding komponen lain yaitu *cylinder bucket*.

Berdasarkan hal tersebut penulis berinisiatif dalam tugas akhir ini akan menganalisa *buckling* pada *cylinder bucket spider excavator S2 4x4 cross*. sehingga menambah pengetahuan tentang peranan *cylinder bucket* dan kerusakan yang menyebabkan *buckling* pada *cylinder bucket* dapat diminimalkan.

### 1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

- a. Tujuan Umum
  - Sebagai syarat untuk menyelesaikan S1 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
  - Untuk mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang diterima dibangku kuliah dengan dilapangan.
  - Untuk lebih mendalami pengetahuan tentang analisa *Buckling* pada *cylinder rod bucket spider excavator kaiser S2 4x4 cross*.

b. Tujuan khusus

- Untuk mengetahui berapa besar kerugian gaya akibat terjadi kerusakan pada silinder hidrolik
- Untuk mengetahui penyebab *buckling* yang terjadi pada *cylinder bucket spider excavator kaiser S2 4x4 cross*.

**1.3. Batasan Masalah**

Masalah dalam analisa kerusakan silinder hidrolik ini cukup banyak, sehingga masalah yang akan dibahas yaitu :

1. Mengetahui prinsip-prinsip kerja hidrolik.
2. Menganalisa secara teoritis terjadinya *buckling* pada *cylinder rod bucket..*
3. Menganalisa mengenai kerugian gaya akibat kerusakan.
4. Tidak menganalisa pada komponen material silinder *bucket*.

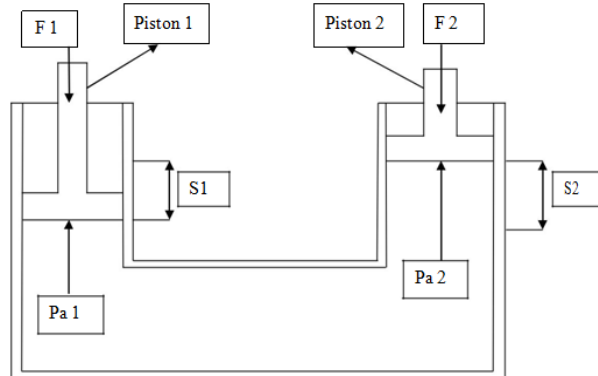
**1.4. LANDASAN TEORI**

**1.4.1 Sistem Hidrolik**

Sistem Hidrolik adalah suatu sistem/ peralatan yang bekerja berdasarkan sifat dan potensi / kemampuan yang ada pada zat cair ( *liquid* ). Berdasarkan kata Hidrolik berasal dari bahasa Yunani yakni “hydro” = air, dan “aulos” = pipa. Jadi hidrolik dapat diartikan suatu alat yang bekerjanya berdasarkan air dalam pipa. Namun, pada masa sekarang ini sistem hidrolik kebanyakan menggunakan air atau campuran oli dan air (*water emulsian*) atau oli saja. Sistem Hidrolik adalah teknologi yang memanfaatkan zat cair, biasanya oli, untuk melakukan suatu gerakan segaris atau putaran

Sistem ini bekerja berdasarkan HUKUM PASCAL "Jika suatu zat cair dikenakan tekanan, maka tekanan itu akan merambat kesegala arah dengan tidak bertambah atau berkurang kekuatannya".

Hukum pascal dapat diterangkan berdasarkan cara kerja penekanan hidrolis, seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar : 1 Tekanan Pada Sistem Hidrolik

Keterangan :

$F_1$  = Gaya pada piston 1

$F_2$  = Gaya pada piston 2

$S_1$  = Jarak pindahan piston 1

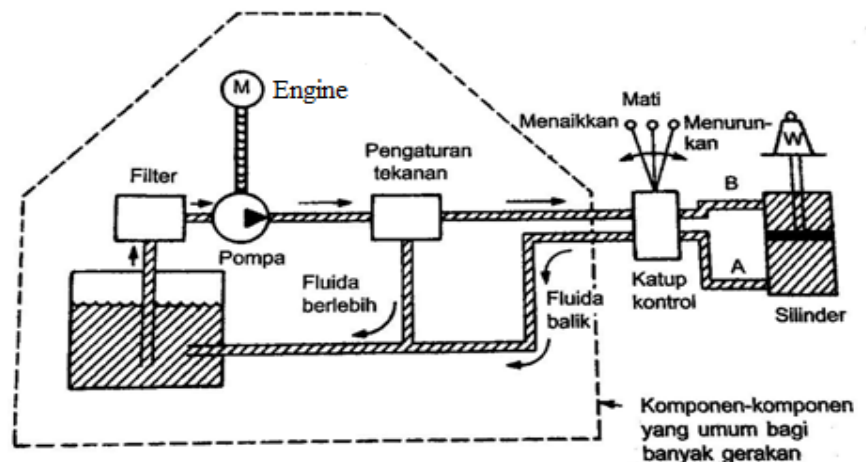
$S_2$  = Jarak pindahan piston 2

$A_1$  = Luas penampang piston 1

$A_2$  = Luas penampang piston 2

$P$  = Tekanan

Prinsip kerja sistem hidrolis pada silinder bucket



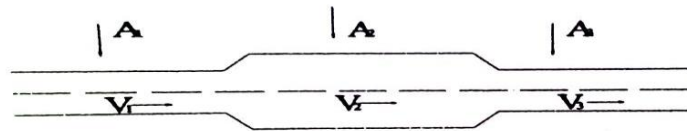
Gambar : 2 Rangkaian Sistem Hidrolik



Pada saat *engine*/motor di *start*, putaran dari *output shaft* yang terhubung langsung antara *engine* dengan pompa akan memutar pompa hidrolik, oli hidrolik yang mengalir dari tangki akan melewati filter hidrolik terlebih dahulu, yang kemudian akan mengalirkan keseluruhan sistem hidrolik yang ada. Seperti *control valve*, *motor swing*, *motor travel*, *silinder actuator*, dan sebagainya. Besar tekanan akan diatur oleh *relief valve*. Untuk menggerakkan atau mengoperasikan keseluruhan sistem sesuai yang diinginkan oleh operator pengendalinya adalah *pilot handle* yang terdapat atau terletak pada kanan dan kiri tempat duduk operator.

#### 1.4.2 Kapasitas aliran

Kapasitas aliran (*flow rate*) fluida yang mengalir melalui silinder hidrolik adalah konstan. Bila debit tepat sama, dan jika penampang pipa “A” berubah kecepatan arus “V” dari aliran pun harus berubah.



Gambar 3 Persamaan Kontinuitas Pada Pipa

Persamaan kontinuitas :

$$Q = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 = A_3 \cdot V_3$$

dimana :

Q = Debita aliran (*liter/menit*)

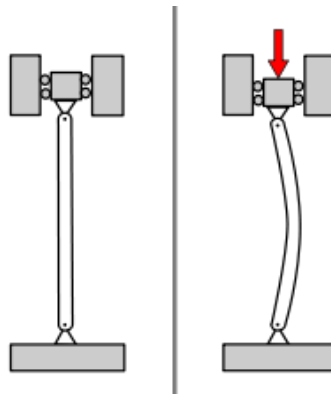
A = Luas penampang ( $m^2$ )

V = Kecepatan (*m/min*)

#### 1.4.3 Buckling Stress (Tegangan Tekuk)

*Buckling* merupakan suatu proses dimana suatu struktur tidak mampu mempertahankan bentuk aslinya, sedemikian rupa

berubah bentuk dalam rangka menemukan keseimbangan baru. Konsekuensi *buckling* pada dasarnya adalah masalah geometrik dasar, dimana terjadi lendutan besar sehingga akan mengubah bentuk struktur. Fenomena tekuk atau *buckling* dapat terjadi pada sebuah kolom, *lateral buckling* balok, pelat dan cangkang (*shell*).



Gambar 4 Fenomena *Buckling*

Hal-hal yang mempengaruhi terjadinya buckling yaitu :

1. Kekakuan batang

Semakin kaku suatu batang maka lendutan batang yang akan terjadi pada batang akan semakin kecil

2. Besar kecilnya gaya yang diberikan

Besar-kecilnya gaya yang diberikan pada batang berbanding lurus dengan besarnya defleksi yang terjadi. Dengan kata lain semakin besar beban yang dialami batang maka defleksi yang terjadi pun semakin kecil.

3. Jenis tumpuan yang diberikan

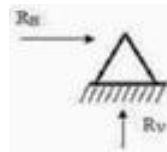
Jumlah reaksi dan arah pada tiap jenis tumpuan berbeda-beda. Jika karena itu besarnya defleksi pada penggunaan tumpuan yang berbeda-beda tidaklah sama. Semakin banyak reaksi dari tumpuan yang melawan gaya dari beban maka defleksi yang terjadi pada tumpuan rol lebih besar dari tumpuan

pin (pasak) dan defleksi yang terjadi pada tumpuan pin lebih besar dari tumpuan jepit.

Macam-macam tumpuan, antara lain

a) Engsel

Engsel merupakan tumpuan yang dapat menerima gaya reaksi vertikal dan gaya reaksi horizontal. Tumpuan yang berpasak ini mampu melawan gaya yang bekerja dalam setiap arah dari bidang.



Gambar 5 Tumpuan Engsel

b) Rol

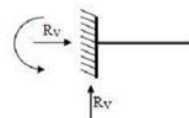
Rol merupakan tumpuan yang hanya dapat menerima gaya reaksi vertikal. Jenis tumpuan ini mampu melawan gaya-gaya dalam suatu garis aksi yang spesifik.



Gambar 6 Tumpuan Rol

c) Jepit

Jepit merupakan tumpuan yang dapat menerima gaya reaksi vertikal, gaya reaksi horizontal dan momen akibat jepitan dua penampang. Tumpuan jepit ini mampu melawan gaya dalam setiap arah dan juga mampu melawan suatu kopel atau momen.



Gambar 7 Tumpuan Jepit

#### 1.4.4 Tegangan Tekuk Euler

Untuk beban tekuk kritis dapat dihitung menggunakan rumus Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2}$$

dimana:

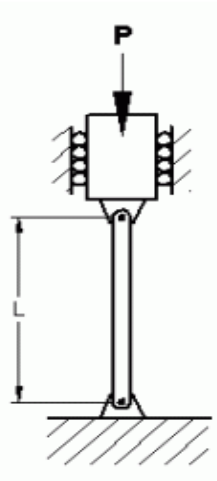
E = Modulus elastisitas bahan

I = Minimum momen inersia

L = panjang Didukung kolom (lihat gambar di bawah)

Perhatikan bahwa terlepas dari kondisi akhir, beban kritis tidak tergantung pada kekuatan materi, melainkan kekakuan lentur, Ketahanan tekuk dapat ditingkatkan dengan meningkatkan momen inersia. Ideal pinned, ia mempertahankan bentuknya dibelokkan setelah penerapan beban kritis.

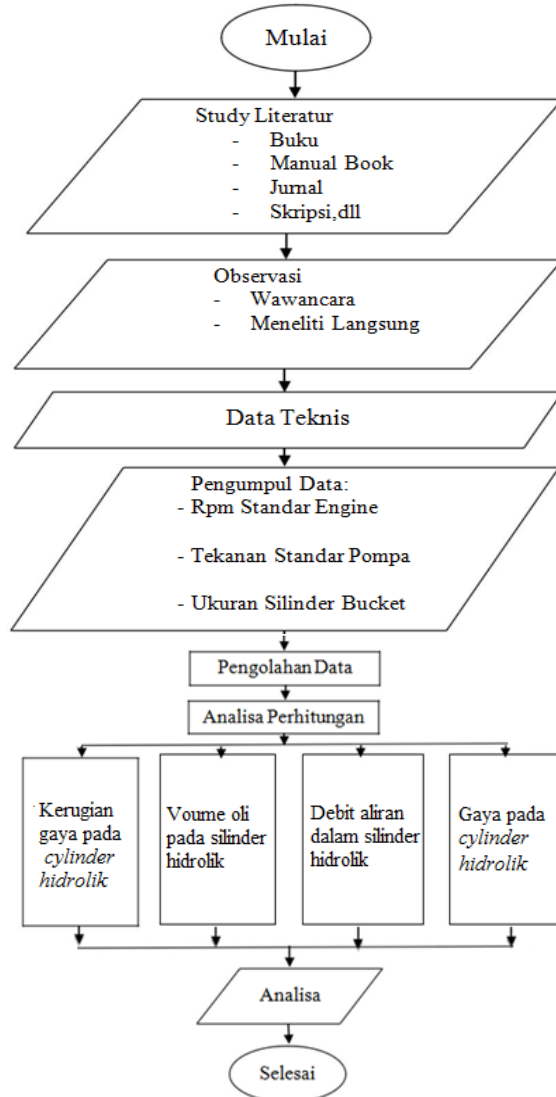
Dalam sebagian besar aplikasi, beban kritis biasanya dianggap sebagai beban maksimum yang berkelanjutan dengan kolom. Secara teoritis, setiap modulus *buckling* adalah mungkin, tetapi kolom biasanya akan membelokkan ke mode pertama. Kolom A akan tertekuk sewaktu P beban mencapai tingkat kritis, disebut beban kritis,  $P_{cr}$ .



Gambar 8 *Ideal Pinned (Pinned–Pinned)*

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 9 Diagram alir

### 2.2 Tempat Dan Waktu Pelaksanaan

Metode pengumpulan data yang dipakai dalam penelitian ini adalah studi literatur dan metode observasi di PT. ALTRAK 1978 yaitu salah satu perusahaan yang bergerak di bidang distributor unit alat-alat berat, seperti *Tractor*, *Genset*, *Excavator*, *wheel Loader*, *mobile crane*, *Backhoe Loader*, dan lain-lain.

## 2.3 Bahan Dan Alat Penelitian

- a) *Spider Excavator Kaiser S2 4x4 Cross*



Gambar 10 *Spider Excavator Kaiser S2 4x4 Cross*

Digunakan sebagai bahan utama karena penulis menganalisa mengenai buckling pada rod silinder hidrolik pada unit ini.

- a) *Pressure gauge*



Gambar 11 *pressure gauge*

Digunakan untuk mengetahui *pressure charging pump*,

- b) *stopwatch*



Gambar 12 *stopwatch*

Digunakan untuk mengetahui waktu pada saat *operating speeds*.

c) *Special Service tool*

*Special Service tool* adalah alat service spesial yang digunakan untuk produk-produk tertentu. misalkan produk *caterpillar, Komatsu, Hitachi, dan Jhon deree, nissan, merci, dan lain-lain*.

d) *Manual book*

Manual book merupakan buku panduan dalam perawatan dan perbaikan unit.

e) *Hand tools*

Peralatan umum yang digunakan. Seperti kunci shock, ring, pas ring, obeng, dan lain-lain.

f) *Compressor*

Digunakan untuk *cleaning* komponen serta untuk penggunaan *spesial service tool*.

## 2.4 Pemeriksaan Sistem Hidrolik

### 1. *Performance Test*

*Performance test* dilakukan untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada *charging pump*, dimana kerja main pump dibagi menjadi dua yaitu :

Tabel 1 kombinasi kerja *Hidrostatic*

<i>Pump</i>	<i>Function</i>
<i>Charging pump</i>	<i>Cylinder actuator</i>
<i>Front</i>	<i>R.H. Travel motor</i>
<i>Rear Pump</i>	<i>L.H. Travel motor</i>

#### a. *Operating Speed Test*

*Operating speed test* ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan cylinder hidrolik dalam melakukan kerja, dengan cara menaikkan dan menurunkan *cylinder*

*bucket* pada keadaan unit tidak ada pembebanan dan operasikan putaran pada 2000 rpm



Gambar 13 Operasi Kerja *Cylinder*

b. *Pressure Test*

*Pressure test* ini dilakukan untuk mengetahui tekanan *output charging pump* yang akan di suplai ke *control valve* untuk menggerakkan *cylinder hidrolik*. Hal ini dilakukan dengan unit pada putaran 2000 rpm dan dengan menggerakkan *cylinder bucket* keatas dan kebawah.

## 2.5 Prosedur Pemeriksaan

Pemeriksaan sebelum pembongkaran *cylinder bucket* kita harus mengetahui kerusakan-kerusakan yang terjadi pada *cylinder* yang mengharuskan pembongkaran dan perbaikan *cylinder bucket*.

1. Kerusakan sebelum pengecekan dilakukan (*trouble shoting*)

- Tekanan *pressure cylinder bucket* melemah
- Terjadi kebocoran didalam silinder
- Oli keluar dari celah-celah *cylinder bucket*
- Susah untuk mengoprasikan *cylinder bucket*

2. Hal yang dilakukan sebelum pengecekan

- Cek pressure pada *pompa* dan *control valve*,
- Cek komponen *control valve*



- Pemeriksaan dan pembongkaran *cylinder bucket*

## 2.6 Pembongkaran Silinder *Bucket*

### A. Langkah-langkah pembongkaran

1. Sebelum pembongkaran terlebih dahulu siapkan peralatan keselamatan kesehatan kerja dan peralatan yang diperlukan untuk pembongkaran.
2. Melepas pin pengunci silinder dari lengan *Arm* dan *bucket*
3. Memasukkan *piston rod* kedalam silinder supaya oli di dalam silinder habis.
4. Melepas *hose* dari silinder
5. Melepas tutup silinder hidrolik
6. Melepas rod dari silinder barel
7. Melepas piston dari *rod*

## 2.7 Penelitian Kebocoran

Adapun penelitian yang dilakukan penulis untuk menganalisa penyebab kerusakan sampai terjadinya kerusakan pada bagian dari *cylinder bucket* seperti dibawah ini:

### 1. *Cylinder Rod*

Gejala kerusakan yang sering terjadi pada *cylinder Rod* :

- a. Kerusakan yang sering terjadi pada *cylinder rod* adalah tergoresnya atau terkikisnya batang dalam skala besar atau kecil. Hal ini dapat disebabkan oleh kotoran-kotoran yang masuk dan menyebabkan terkikisnya batang piston ke gland cover. Ketika rod melakukan gerakan maju mundur pada saat operasi kotoran dapat menempel pada as dan masuk ke dalam tabung. Hal ini juga dipengaruhi oleh *Dust Seal* (Seal Debu) yang tidak baik lagi atau sudah rusak.
- b. Kemungkinan kerusakan yang kedua adalah batang rod bengkok dan bisa sampai mengakibatkan batang patah. Bengkoknya as piston ini disebabkan oleh pembebanan yang berlebihan ketika excavator sedang beroperasi. Operator

terkadang kurang memperhatikan dan tidak hati-hati menggunakan *cylinder bucket*. Mengangkat beban yang berlebihan dapat mengakibatkan rod menjadi bengkok.

## **2. Sistem Seal**

Gejala kerusakan terjadi pada *Seal Gland Cover* :

Kerusakan yang umum terjadi adalah seal-seal yang digunakan pada piston sudah habis. Hal ini ditandai dengan menipisnya lapisan seal-seal tersebut. Seal yang sudah rusak dapat dilihat dari bentuknya yang tidak simetris lagi. Jika seal-seal yang sudah rusak atau habis dipaksakan untuk dipakai maka akan mengakibatkan kerusakan-kerusakan pada dinding silinder hidrolis dan piston dan sampai ke batang piston.

## **3. Piston**

Gejala kerusakan yang sering terjadi pada Piston silinder :

Umumnya kerusakan yang terjadi pada piston hidrolis yaitu terletak pada pinggiran/tepi piston tergores. Kerusakan yang sering terjadi juga yaitu berupa benjolan pada piston yang mengakibatkan piston menjadi baling. Hal ini bisa terjadi karena seal yang terpasang pada piston mengalami gangguan/kerusakan, apabila seal pada piston mengalami kerusakan sedikit pun otomatis pergerakan piston akan terganggu yaitu mengakibatkan piston langsung bergesekan dengan dinding silinder hidrolis sehingga membuat piston mengalami kerusakan.

## **4 Head Cylinder**

Gejala kerusakan yang sering terjadi pada *Head Cylinder*:

- a. *Head cylinder* mengalami keretakan pada bagian dalam atau luar. Hal ini dapat terjadi karena benturan benda keras yang mengenai *Head Cylinder* pada saat beroperasi.

- b. Kerusakan yang umum terjadi yaitu terjadinya goresan atau terkikisnya dinding *head cylinder* bagian dalam. Dalam hal ini goresan diakibatkan oleh masuknya kotoran dari luar.
- c. *Head cylinder* mengalami kebalingan. Hal ini cukup mengganggu kinerja dari *bucket cylinder hydraulic*. *Head cylinder* yang baling dapat membuat kebocoran pada tabung.

## 2.8 Langkah-langkah penelitian

Agar penelitian ini berjalan lebih terarah dan mendapatkan hasil yang lebih baik dan benar, maka langkah-langkah yang dilakukan dari awal hingga akhir adalah :

1. Mencari perhitungan tekanan yang diperlukan didalam silinder
2. Mencari perhitungan kehilangan tekanan pada pipa masuk pompa (*suction line*) dan pipa keluar pompa (*discharge line*).
3. Pemilihan fluida hidrolis “Viscositas” ,
4. Melakukan penelitian terhadap engine, dimana engine tersebut adalah komponen utama yang menggerakkan komponen seperti pompa dan lainnya.
5. Melakukan penelitian terhadap pompa, dimana pompa tersebut yang merubah energi mekanik menjadi energi hidrolis.
6. Melakukan penelitian terhadap *control valve*.
7. Melakukan penelitian terhadap silinder hidrolis.

## 3. DATA TEKNIS DAN ANALISA PERHITUNGAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil analisa peneliti yang didapatkan dilapangan pada alat *spider excavator kaiser S2 4x4 cross* di PT. ALTRAK 1978.

### 3.1 Spesifikasi Dari *Cylinder Bucket*

- Panjang rod silinder	65 cm
- Tekanan <i>output</i> pompa	1500
- Diameter piston	8 cm
- Diameter <i>rod</i>	4,6 cm
- Temperatur oli	55 ± 60° C

- Panjang *hose L/H* 160 cm
- Diameter *hose open* 3 cm
- Diameter *hose close* 3,2 cm
- Bahan *rod bucket* Baja S45C
- Kecepatan penekan silinder *bucket* :
  - Posisi membuka 4,3 (detik)
  - Posisi menutup 2,5 (detik)

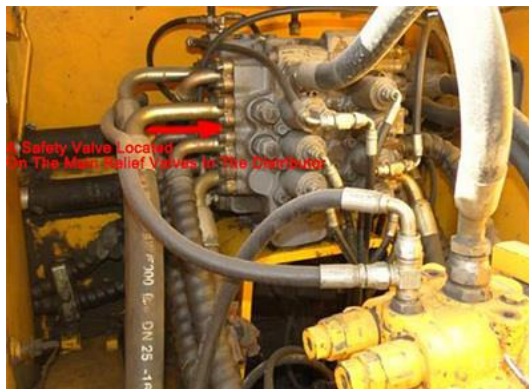
### 3.2 Hasil Performance Test

Tabel 2 Hasil *performance test cylinder hydraulic*

No	Pengujian	Komponen diuji	Standard Test	Actual Checking
1	<i>Operating speed</i>	<i>Cylinder Bucket</i>	4,3Second	6 second
2	<i>Pressure</i>	<i>Cylinder</i>	15 Mpa	12 Mpa
3	<i>Pressure</i>	<i>Bucket Charging Pump</i>	30,9 Mpa	30,9 Mpa

### 3.3 Hasil analisa visual kerusakan piston rod cylinder hidrolik

#### 1. Control Valve



Gambar 14 *Control Valve*

Karena pada *charging pump* tidak mengalami penurunan tekanan maka langkah pertama mengecek pada *control valve*

apakah katup-katup pada *control valve* tersumbat kotoran yang terbawa dari sirkulasi oli hidrolik.

## 2. *Hose hidrolik*

Setelah dilakukan pemeriksaan secara visual pada seluruh *hose hidrolik* pada sistem hidrolik yang menghubungkan *control valve* dengan *oil filter* apakah ada kerusakan pada hose yang bisa menyebabkan *hose hidrolik* bocor.



Gambar 15 Hasil pemeriksaan *hose hidraulic*

## 3. *Seal kit*

Dari pemeriksaan pada *cylinder hidrolik* didapatkan beberapa hasil antara lain kebocoran pada oli hidrolik yang terjadi pada *piston rod silinder* dikarenakan *seal kit* pada *cylinder hydraulic* mengalami kerusakan karena faktor umur *seal kit* sendiri.



Gambar 16 *Seal kit cylinder hydraulic*

## 4. *Cylinder Rod*

Bada bagian ini lah menjadi pokok permasalahan dimana secara visual dapat dilihat cacat yang terbentuk pada bagian *cylinder rod* apakah terjadi goresan atau mungkin melengkung



Gambar 17 *Cylinder rod*

### 3.4 Proses *Sweeping*

Proses *sweeping* adalah proses yang dilakukan dengan melihat seluruh komponen yang mengalami kerusakan dan melakukan rekomendasi untuk melakukan pergantian part dengan cara mendata komponen yang rusak serta menulis *serial number* sesuai dengan *part book* untuk

Tabel 3 *Part request* untuk sistem hidrolik kaiser S2 4x4 cross

No	Part Name	Serial Number
1	Silinder Hidraulik	EC290
2	Seal kit	1-61280-1321
3	Hose hidrolik	0-2100-01070

### 3.5 Penyebab Kerusakan dan Usaha Meminimalisir Kerusakan

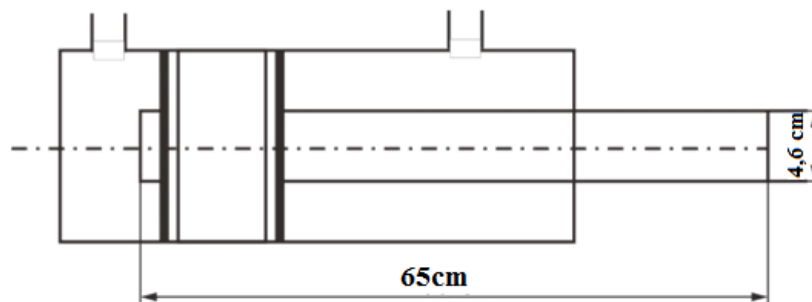
Untuk mengetahui penyebab kerusakan sistem hidrolik pada silinder hidrolik pada excavator kaiser s2 4x4 cross, maka diperlukan diagram fishbone untuk mengetahui penyebab – penyebab lain yang mengakibatkan kerusakan dengan menganalisa dari : (1) Manusia, (2)Metode,(3)Mesin,(4)Material.

Tabel 4 Rangkuman Pembahasan *Fishbone Diagram*

Possible Root Cause	Discussion	Root Cause
Manusia		
Kesalahan <i>install</i>	Unit dalam keadaan baru belum	No

	pernah di <i>un-install</i>	
Kesalahan perawatan	Mekanik tidak melakukan <i>daily check</i> pada unit mengakibatkan adanya <i>eksternal leak</i> pada sistem hidrolik	Yes
<b>Metode</b>		
Salah dalam mode operasi	Operator menggunakan mode H dalam penggunaan unit	No
Waktu operasi yang lama	<i>Hour meter</i> melebihi jadwal <i>maintenance</i>	Yes
<i>Load</i> terlalu besar	Matrial yang diangkat tidak melebihi beban maksimal	No
<b>Mesin</b>		
<i>Adust</i> yang tidak sesuai dengan standar	<i>Adjust main pump</i> sudah dilakukan oleh distributor	No
<i>Life time</i>	<i>Hour meter</i> unit sudah mencapai 5000 h	No
<b>Material</b>		
Kesalahan penggunaan oli	Spesifikasi oli hidrolik sudah menggunakan iso vg 68	No
Pelumasan	Minyak pelumas tidak mencukupi	Yes

### 3.6 Kerugian gaya pada *cylinder hidrolik* akibat kerusakan



Gambar 18 *Sketch cylinder hidrolik*

dimana :

$$S = \text{Panjang langkah} = 65 \text{ cm}$$

$$D = \text{Diameter piston} = 8 \text{ cm}$$

$$D_{\text{rod}} = \text{Diameter rod} = 4,6 \text{ cm}$$

Luas alas silinder hidrolik.

$$\begin{aligned} A (\text{Luas penampang}) &= \left(\frac{1}{4}\right) \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \\ &= (0,7854 \times (8^2 - 4,6^2)) \\ &= 33,646 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

a. Voume oli pada silinder hidrolik.

Volume oli = Luas penampang x Panjang langkah

$$\begin{aligned} V &= A \times S \\ &= \left(\frac{1}{4}\right) \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \times S \\ &= 33,646 \text{ cm}^2 \times 65 \text{ cm} \\ &= 2187 \text{ cm}^3 \\ &= 2,187 \text{ liter} \end{aligned}$$

Jadi volume oli yang dibutuhkan untuk menggerakan *cylinder* hidrolik dengan kondisi memanjang penuh adalah 2,187 liter

b. Debit aliran dalam silinder hidrolik pada bucket ( Q )

$$Q = \frac{A \cdot S}{t}$$

dimana :

$$S = \text{Panjang langkah} = 65 \text{ cm}$$

$$T = \text{Waktu yang ditempuh} = 4.3 \text{ second (pada tabel 4.1)}$$

maka :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{A \cdot S}{t} \\ &= \frac{33,646 \text{ cm}^2 \cdot 65 \text{ cm}}{4.3 \text{ second}} \\ &= 508,6 \text{ cm}^3/\text{s} \\ &= 0,5086 \text{ liter/s} \end{aligned}$$



Jadi debit aliran oli hidrolik tanpa ada kerusakan adalah 0,5086 liter/s

c. Gaya pada *cylinder hydraulic bucket*

$$P = \frac{F}{A}$$

Dimana :

$$P = 15 \text{ Mpa} = 150 \text{ bar} = 152,957 \text{ kgf/cm}^2$$

$$A = \text{Luas Penampang} = 33,646 \text{ cm}^2$$

maka :

$$P = \frac{F}{A}$$

$$F = P \times A$$

$$= 152,957 \text{ kgf/cm}^2 \times 33,646 \text{ cm}^2$$

$$= 5146,39 \text{ kgf}$$

Jadi gaya yang terdapat pada silinder hidrolik sebelum ada kerusakan adalah 5146,39 kgf

d. Debit aliran dalam silinder hidrolik setelah mengalami kerusakan

$$Q = \frac{A \cdot S}{t}$$

dimana :

$$S = \text{Panjang langkah} = 65 \text{ cm}$$

$$T = \text{Waktu yang ditempuh} = 6 \text{ second (pada tabel 4.1)}$$

maka :

$$Q = \frac{A \cdot S}{t}$$

$$= \frac{33,646 \text{ cm}^2 \cdot 65 \text{ cm}}{6 \text{ second}}$$

$$= 364,5 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$= 0,3645 \text{ liter/s}$$

Jadi debit aliran oli hidrolik dengan kerusakan adalah 0,3645 liter/s

- e. Gaya pada silinder hidrolik bucket saat terjadi kerusakan

$$P = \frac{F}{A}$$

dimana :

$$P = 12 \text{ mpa} = 120 \text{ bar} = 122,366 \text{ kgf/cm}^2$$

$$A = \text{Luas Penampang} = 33,646 \text{ cm}^2$$

maka :

$$P = \frac{F}{A}$$

$$F = P \times A$$

$$= 122,366 \text{ kgf/cm}^2 \times 33,646 \text{ cm}^2$$

$$= 4117,13 \text{ kgf}$$

Jadi gaya yang terdapat pada silinder hidrolik dengan ada kerusakan pada rod adalah 4117,13 kgf

- f. Kerugian debit aliran oli hidrolik pada silinder hidrolik

Debit aliran tanpa kerusakan – debit aliran dengan kerusakan = 0,5086 liter/s – 0,3645 liter/s = 0,1441 liter/s

Maka kerugian debit akibat kerusakan sistem hidrolik pada

$$\text{silinder hidrolik adalah} = \frac{0,1441}{0,5086} \times 100 \% = 28.3 \%$$

- g. Kerugian gaya silinder hidrolik pada bucket

Gaya cyl. hidrolik tanpa kerusakan – gaya cyl. hidrolik dengan kerusakan

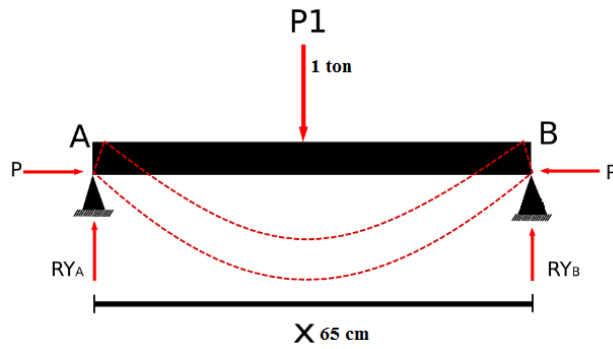
$$5146,39 \text{ kgf} - 4117,13 \text{ kgf} = 1029,26 \text{ kgf}$$

Maka kerugian gaya akibat kerusakan sistem hidrolik pada

$$\text{silinder hidrolik adalah} = \frac{1029,2}{5146,39} \times 100 \% = 20 \%$$

### 3.7 Analisa Perhitungan Reaksi Tumpuan, Momen, Gaya Lintang dan Gaya Normal

Diasumsikan batang rod mengalami pembebanan sebesar 1 ton dari arah horisontal dan dipusatkan pada tiga titik P1 (1 ton).



1. Komponen gaya horizontal

$$\Sigma H = 0 \rightarrow H_A = 0, H_B = 0$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_{Y_A} \cdot 65 - P_1 \cdot 32,5 = 0$$

$$R_{Y_A} \cdot 65 - 1 \cdot 32,5 = 0$$

$$R_{Y_A} \cdot 65 - 32,5 = 0$$

$$R_{Y_A} = 32,5 / 65 = 0,5 \text{ ton}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-R_{Y_B} \cdot 65 + P_1 \cdot 32,5 = 0$$

$$-R_{Y_B} \cdot 65 + 1 \cdot 32,5 = 0$$

$$-R_{Y_B} \cdot 65 + 32,5 = 0$$

$$-R_{Y_B} \cdot 65 = -32,5$$

$$-R_{Y_B} = -32,5 / -65$$

$$R_{Y_B} = 0,5 \text{ ton}$$

3. Komponen arah vertikal :  $\Sigma V = 0$

$$R_{Y_A} + R_{Y_B} - P_1 = 0$$

$$0,5 + 0,5 - 1 = 0$$

$$1 - 1 = 0$$

$$0 = 0$$

4. Daya Lintang

$$D_A = R_{Y_A} = 0,5 \text{ ton}$$

$$D_C = R_{Y_A} - P_1 = 0,5 - 1 = -0,5 \text{ ton}$$

$$D_B = R_{Y_A} - P_1 + R_{Y_B} = 0,5 - 1 + 0,5 = 0 \text{ ton}$$

5. Momen

$$M_A = 0 \text{ ton.m}$$

$$M_B = 0 \text{ ton.m}$$

$$M_C = R_{Y_A} \cdot L_C = 0,5 \cdot 0,0325 = 0,016 \text{ ton.m}$$

## 6. Gaya Normal

Karena  $\Sigma H = 0$  ,  $H_A = 0$  ,  $H_B = 0$  maka gaya normal tidak ada

### 3.8 Pembebanan Kritis

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2}$$

$$L = 65 \text{ cm} \longrightarrow 65 \text{ mm}$$

$$\pi = 3,14$$

$$E = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$I = 46.400 \text{ Kg.mm}^2$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2}$$

$$P_{cr} = \frac{3,14^2 \cdot 200 \cdot 46400}{650^2}$$

$$= \frac{9,8596 \cdot 200 \text{ N/mm}^2 \cdot 46400 \text{ kg mm}^2}{422500 \text{ mm}^2}$$

$$= 216.561 \text{ N/mm}^2$$

### 3.9 Analisa Secara Teoritis

Dari analisa peneliti dilapangan didapat kerusakan *cylinder bucket* adalah bengkoknya *cylinder rod*. Penyebab kerusakan ini dengan menggunakan analisa perhitungan dan dengan hasil yang telah diperoleh, jika tidak diberikan beban diluar standar spesifikasi yang telah ditentukan oleh pabrik tersebut atau *dealer* maka tidak akan sampai terjadi kebengkokkan pada *cylinder rod* tersebut.

Dengan analisa teoritis dan berdasarkan permasalahan dilapangan, penyebab terjadinya kebengkokan untuk *cylinder rod bucket* adalah pada sistem hidrolik dikomponen control valve. Didalam *control valve* terdapat *spool* yang fungsinya adalah untuk mengarahkan aliran fluida oli hidrolik didalam sistem, biasanya lubang aliran oli didalam *spool* tersumbat oleh kotoran atau gram besi akibat salah satu komponen sparepart ada yang rusak karena gesekan antara logam, sehingga menghambat aliran fluida didalam sistem dan menyebabkan fungsi dari katup pembebas tekanan

(*Directional control valve*) jika terjadi tekanan balik dari sistem tidak berfungsi dengan baik atau justru tidak berfungsi sama sekali.

Adapun penyebab lainnya seperti : pemakaian filter oli yang sudah tidak layak atau melawati masa pemakaian, sehingga fungsi penyaringan terhadap kotoran-kotoran tidak berfungsi dengan baik, viskositas/kekentalan oli yang tidak baik, sehingga gesekan antara dua logam tidak dapat didinginkan oleh oli hidrolik.

#### **4. PENUTUP**

##### **4.1 Kesimpulan**

Dari hasil yang disesuaikan dengan analisa dan pembahasan data teknis, maka dapat diambil kesimpulan bahwa kerugian gaya setelah terjadi kerusakan pada silinder *bucket* sebesar 1029,26 kgf atau sebesar 20% dengan kerugian debit aliran sebesar 0,1441 liter/s atau sebesar 28.3%.

dimana penyebab Kerusakan (*Buckling*) ini yaitu :

1. Pemberian beban yang diluar standar spesifikasi yang telah ditentukan dari pabrik atau *dealer*.
2. Pada *control valve*, didalam *control valve* terdapat *spool* yang berfungsi untuk mengarahkan aliran fluida oli hidrolik tidak berfungsi dengan baik, dikarenakan lubang aliran oli didalam *spool* tersumbat oleh kotoran.
3. Masa pemakaian filter oli yang sudah melewati jangka waktu pemakaian, sehingga penyaringan terhadap kotoran tidak berfungsi dengan baik.
4. Faktor yang tidak disengaja misalnya rod terbentur benda keras.

##### **4.2 Saran**

1. Lakukanlah perawatan sesuai prosedur yang telah ditentukan.
2. Lakukan penggantian oli sesuai SAE nya dan setiap 4000 – 5000 jam kerja.
3. Pemahaman terhadap perawatan seperti harian, mingguan hingga bulanan harus di pahami oleh seorang operator alat.

## **PERSANTUAN**

Puji syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusunan naskah publikasi dengan judul “ANALISA *BUCKLING* PADA *ROD BUCKET* DI SISTEM HIDROLIK *SPIDER EXCAVATOR KAISER S2 4X4 CROSS*” dapat diselesaikan dengan baik atas dukungan berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua Tercinta Bapak (Partoyo) dan Ibu (Suparni), yang telah mencurahkan kasih sayang, cinta, tenaga, dukungan, dan do'a yang tulus untuk keberhasilan ananda. Hanya do'a dan ucapan terimakasih yang bias ananda berikan. Ananda berjanji suatu hari nanti akan membuat bangga ibu dan bapak.
2. Sekolah Vokasi yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang dapat penulis terapkan di dalam pelaksanaan program OJT dan selanjutnya di dunia kerja
3. Bapak Dr. Supriyono selaku Dosen pembimbing tugas akhir yang telah bersabar memberikan saran dan koreksi kepada penulis
4. Segenap keluarga PT. ALTRAK 1978 yang telah memberikan ilmu dan pengalaman pada saat OJT sehingga penulis dapat banyak belajar.
5. Darti Ervina yang senantiasa mengingatkan dan memberi nasehat. Terimakasih telah menjadi penyemangat dan pendengar yang baik.
6. Saudara-saudara Teknik Mesin angkatan 2013 khususnya anggota Kos Ngundi Ilmu yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terimakasih atas persahabatan layaknya saudara, kepedulian, keceriaan, dan semangat yang kalian berikan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

[http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian\\_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku\\_id=65481](http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku_id=65481) (13desember 2017)

Popov. E.P, Astamar. Z. 1984. *Mekanika Teknik (mechanics of materials)*. Erlangga : Jakarta. Cara Kerja Sistem Hidrolik, <http://intisawit.blogspot.com/2012/05/cara-kerja-sistem-hidrolik.html>

(16 september 2017)

***Hydraulic cylinder***, [https://en.wikipedia.org/wiki/Hydraulic\\_cylinder](https://en.wikipedia.org/wiki/Hydraulic_cylinder)

(03 november 2017)

<http://dunia-alat-berat.blogspot.co.id/2011/11/seputar-hydraulic-hose.html>

(16 november 2017)

<http://hydroservgroup.com/index.php?sub=10&list=53> (16 desember 2017)

Vokasi, T.P (2013). ***Hydraulic System***. Surakarta : Sekolah Vokasi

Vokasi, T.P (2013). ***Basic Trouble shooting***. Surakarta : Sekolah Vokasi