

Pengaruh Penggunaan Filter Non Original Terhadap Kerusakan Bucket Control Valve Excavator 320D

Darma Aviva^{1*}, Abdul Halim², Baso Cante³ dan Abdul Muis⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Alat Berat, Politeknik Negeri Samarinda, KALTIM Samarinda 75133

Article Info

Article history:

Received :
May 20th, 2021

Revised :
Juli 29th, 2021

Accepted
September 27th, 2021

ABSTRAK

Filter oli hidrolik merupakan salah satu komponen yang terdapat dalam sistem hidrolik yang berfungsi menyaring kotoran yang terkandung dalam oli agar tidak tersirkulasi ke dalam sistem. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kinerja filter original dan non-original dalam hubungannya dengan kerusakan yang terjadi pada control valve. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa kerusakan yang terjadi pada spool valve disebabkan oleh oli hidrolik yang terkontaminasi air sehingga mengakibatkan korosi pada permukaannya. Pemeriksaan visual pada filter oli hidrolik memperlihatkan adanya partikel-partikel yang ditemukan pada elemen filter.

Kata kunci: filter, control valve, bucket excavator, caterpillar excavator 320D

ABSTRACT

The hydraulic oil filter is one of the components contained in the hydraulic system which functions to filter the impurities contained in the oil so that it does not circulate into the system. The purpose of this study was to determine the performance of the original and non-original filters in relation to the damage that occurred to the control valve. The results indicated that the damage to the spool valve was caused by hydraulic oil contaminated with water, resulting in corrosion on its surface. Visual inspection of the hydraulic oil filter reveals particles found in the filter element.

Keywords: filter, control valve, bucket excavator, caterpillar excavator 320D

Copyright © 2021 Jurnal Teknologi MEDIA PERSPEKTIF
All rights reserved

Corresponding Author:

Darma Aviva,
Program Studi Teknik Alat Berat
Politeknik Negeri Samarinda,
Jl, Ciptomangunkusumo Kampus Gunung Lipan, Samarinda 75131, Indonesia
Email: darmaaviva70@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan problem yang sering terjadi terjadi di lapangan, teramati bahwa kinerja attachment sebuah unit excavator dapat mengalami penurunan, yaitu melambat naik turunnya Boom, Arm, Stick dan Bucket pada excavator akibat adanya beberapa kerusakan atau permasalahan di bagian hydraulic system seperti kebocoran seal cylinder, kebocoran hose, dan spool scratch (spool tergores). Spool scratch ini sendiri terjadi dikarenakan adanya kotoran atau partikel asing yang tidak seharusnya ada didalam sirkuit sistem hidrolik khususnya dalam sirkuit control valve sehingga terjadinya internal leakage (kebocoran dalam) yang mengakibatkan oli hydraulic yang akan disuplai ke attachment tidak maksimal atau kekurangan suplai oli hidrolik yang dapat mengakibatkan melambatnya attachment bergerak atau tidak kuatnya attachment bergerak mengangkat beban.

Hydraulic oil filter adalah komponen yang terdapat dalam hydraulic system yang berfungsi untuk menyaring kotoran yang terkandung didalam oli, agar tidak ikut bersirkulasi ke dalam system.

Control valve yang digunakan pada unit excavator dalam obyek penelitian adalah jenis Directional Control Valve (DCV). Directional Control Valve digunakan untuk mengarahkan oli menuju sirkuit yang berada pada hydraulic system.

2. TINJAUAN TEORI

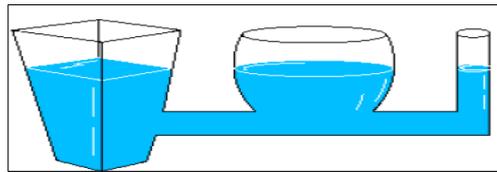
Sistem Lubrikasi

Kita semua tahu bahwa prinsip-prinsip hidrolik akan diaplikasikan pada saat menggunakan zat cair yang bertekanan untuk melakukan kerja. Ada hukum -hukum yang menerangkan aksi dari zat cair ditentukan oleh besar aliran dan naik/turunnya tekanan.

Ada beberapa keuntungan menggunakan zat cair :

Sifat Zat Cair

Zat cair akan mengikuti dari bermacam bentuk wadahnya. Zat cair juga akan mengalir ke segala arah melalui saluran-saluran dan hoses yang bentuk dan ukurannya bervariasi.

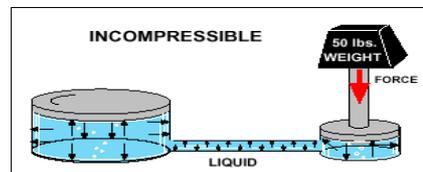


Sumber : *Hydraulic Fundamentals*

Gambar 1. Zat cair menempati ruang

Zat Cair Tidak Bisa Dikompres/Tekan

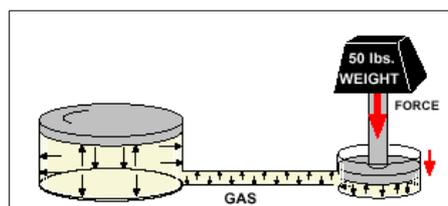
Sebuah zat cair pada prakteknya tidak bisa ditekan. Sebuah zat cair akan menempati ruangan yang sama atau volume yang terjadi pada saat ditekan. Ruangan atau volume yang ditempati oleh zat cair dinamakan "Displacement"



Sumber : *Hydraulic Fundamentals*

Gambar 2. Zat Cair Incompressible

Gas adalah zat yang bisa dikompres. Pada saat gas ditekan akan menempati ruang yang sedikit dan akibatnya displacement akan berkurang. Ruangan yang sudah terisi sebelumnya oleh gas tadi, mungkin akan diisi oleh zat/benda lain. Maka dari itu, zat cair adalah yang terbaik yang dipakai untuk sistem hidrolik karena zat cair akan mengikuti terus pada volume dan displacement yang sama.



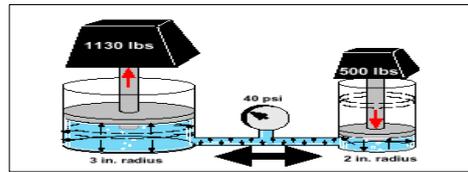
Sumber : *Hydraulic Fundamentals*

Gambar 3. Zat cair compressible

Zat Cair Meneruskan Tekanan Ke Segala Arah

Menurut hukum Pascal bahwa "Tekanan zat cair pada ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan sama besar dan bergerak dengan gaya/tenaga yang sama pada semua luas area yang sama." Oleh sebab itu, sebuah

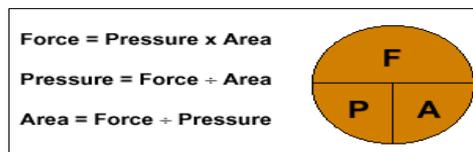
gaya yang mengalir pada beberapa komponen pada rangkaian sistem hidrolik tertutup akan memindahkan tekanan yang sama pada semua arah melalui sistem.



Sumber : *Hydraulic Fundamentals*

Gambar 4 Pemindah tenaga

Rumus sederhana dibawah akan menentukan force (gaya), pressure (tekanan) dan luas area. Ketika dua dari tiga faktor tersebut sudah diketahui. Pengertian istilah -istilah tadi dibutuhkan untuk memahami fundamental hidrolik.



Sumber : *Hydraulic Fundamentals*

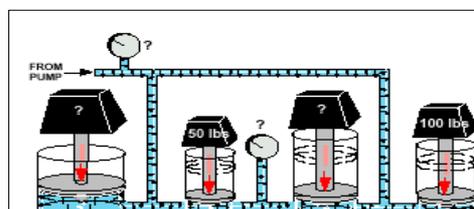
Gambar 5. Hukum Pascal

Adapun penjelasan dari rumus diatas, adalah sebagai berikut:

1. Force adalah gerakan mendorong atau menarik suatu object. Force biasanya dinyatakan dalam pounds (lbs). Force sama dengan pressure kali luas area. ($F = P \times A$).
2. Pressure adalah force pada fluida per satuan unit area, biasanya dinyatakan dalam pounds per square inch (psi).
3. Luas area adalah pengukuran pada suatu permukaan bidang. Luas area dihitung dalam square inches. Kadang-kadang permukaan bidang berhubungan dengan luas efektif suatu bidang. Efektif area adalah jumlah keseluruhan suatu permukaan yang digunakan untuk menghasilkan sebuah force/tenaga sesuai dengan arah yang diinginkan.

Hidrolik Melakukan Kerja

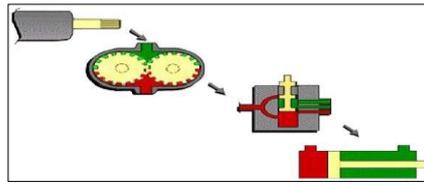
Gambar 6 memperlihatkan fluida pada sebuah sistem hidrolik menyedia-kan keuntungan mekanis. Selama semua *cylinder* terhubung, semua area harus terisi fluida sebelum timbulnya pressure pada sistem.



Sumber : *Hydraulic Fundamentals*

Gambar 6. Hidrolik melakukan kerja

Untuk melakukan pekerjaan yang berguna, sebuah sistem hidrolik harus dapat mengubah tenaga dan mengontrol aliran dari suatu komponen ke komponen yang lainnya.



Sumber : *Hydraulic Fundamentals*

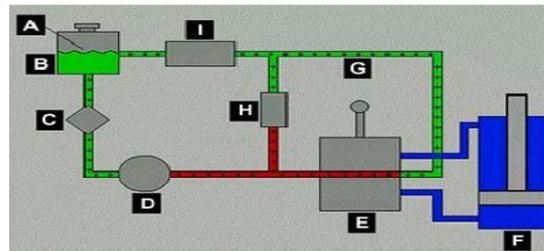
Gambar 7. Pemindah tenaga

Gambar 7 di atas menunjukkan prinsip perubahan dan titik pengontrolan suatu sistem. Sistem hidrolik menerima input energi dari sumber, biasanya dari engine atau rangkaian gigi-gigi (*gear train*) yang berputar. Pompa hidrolik mengubah energi gerak menjadi energi hidrolik dalam bentuk aliran dan tekanan. *Valve* mengontrol perubahan energi hidrolik menuju sistem dengan mengontrol aliran fluida dan arah aliran. Aktuator (yang dapat berupa silinder atau motor) mengubah energi hidrolik menjadi energi mekanis yang menghasilkan gaya putar yang berguna melakukan pekerjaan.

Hydraulic System Component

Mesin-mesin alat berat saat ini menggunakan sistem hidrolik dengan berbagai komponen hidrolik untuk mencapai tingkat pengoperasian yang efisien. Silinder hidrolik memiliki bermacam tipe yang digunakan untuk mengoperasikan *implement*, seperti *bucket*, *blade*, *ripper*, *backhoe* dan bak *truck*.

Motor Hidrolik menggerakkan *track*, *roda*, *car* bodi dan *conveyor*. *Brake*, *steering*, *transmisi*, suspensi dan sistem kendaraan lainnya juga menggunakan sistem hidrolik sebagai tenaga dan *control*. Gambar 8 menjelaskan sistem dasar hidrolik, yang terdiri dari komponen- komponen berikut:



Sumber : *Hydraulic Fundamentals*

Gambar 8. Komponen Sistem Hidrolik

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| A. Fluida | F. Aktuator atau hidrolik silinder |
| B. <i>Reservoir</i> | G. Saluran (line)) |
| C. <i>Filter</i> | H. <i>Pressure control valve</i> |
| D. Pompa | I. <i>Oil cooler</i> |
| E. <i>Directional control valve</i> | |

Directional Control Valve (D.C.V)

Directional Control Valve (D.C.V.) digunakan untuk mengarahkan oli menuju sirkuit yang berbeda pada sistem hidrolik (Gambar 9). Kapasitas aliran maksimum dan tekanan yang turun saat melewati *valve* merupakan pertimbangan utama.



Sumber : *Hydraulic Fundamentals*

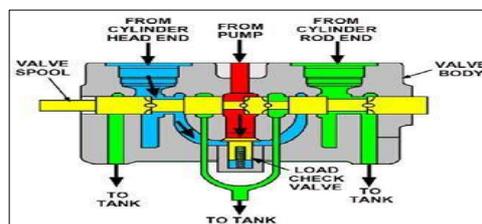
Gambar 9. Directional control valve

Directional control valve dapat dikombinasikan dengan manual, hidrolik, *pneumatic* dan kontrol elektronik. Faktor ini umumnya ditentukan selama melakukan desain sistem untuk pertama kali. *Directional control valve* mengarahkan aliran oli menuju sistem hidrolik. Dengan kata lain merupakan komponen dimana operator mengontrol mesin. *Directional control valve* mengarahkan suplai oli menuju aktuator pada sistem hidrolik. *Valve body* dilubangi, dihaluskan dan kadang lubangnya di keraskan dengan perlakuan panas.

Saluran *Inlet* dan *outlet* dilubangi dan diberi ulir. *Valve spool* dibuat dengan mesin dengan bahan *high-grade steel*. Beberapa *valve spool* dikeraskan dengan perlakuan panas, digerinda dan dihaluskan hingga mencapai ukuran tertentu. *Valve spool* lainnya ada yang di *chrome plated*, digerinda dan *dipolish* hingga ukuran tertentu. *Valve body* dan *valve spool* kemudian dirangkai sesuai spesifikasi rancangan. Ketika dirakit, *valve spool* adalah satu-satunya komponen yang dapat bergerak.

Simple Spool Directional Control Valve

Spool yang ditunjukkan Gambar 10, merupakan *double acting* silinder yang sedang beroperasi, dengan mengarahkan aliran pada salah satu ujung silinder. Saluran A dan B merupakan saluran silinder, saluran P merupakan tekanan oli dari pompa. Saluran T merupakan oli yang dikembalikan ke tangki Oli menuju silinder ditutup oleh posisi *spool*.



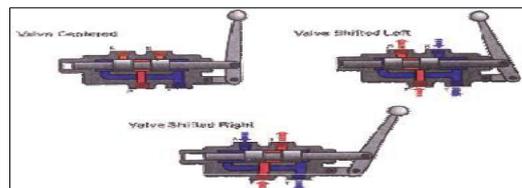
Sumber : *Hydraulic Fundamentals*

Gambar 10. Simple D.C.V.

Open Centre Directional Control Valve

Open centre valve memiliki saluran yang didesain didalam *valve body casting* yang memungkinkan seluruh aliran *inlet*, ketika *spool* diposisi netral atau posisi tengah-tengah, mengalir menuju *bypass area*. Aliran yang terdapat pada *valve* kembali ke tangki atau tersedia untuk *valve* lainnya yang terhubung secara seri ke *valve* yang pertama.

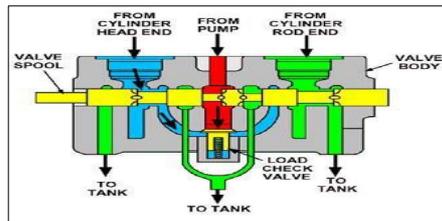
Gambar 11 menunjukkan diagram potongan *open centre directional control valve* yang umum pada posisi *HOLD*. Pada posisi *HOLD*, aliran oli dipompakan menuju *valve body*, kesekitar *valve spool* dan kembali ke tangki. *Valve spool* juga menutup jalur oli menuju *rod end* dan *head end* silinder.



Sumber : *Hydraulic Fundamentals*

Gambar 11. Posisi Hold

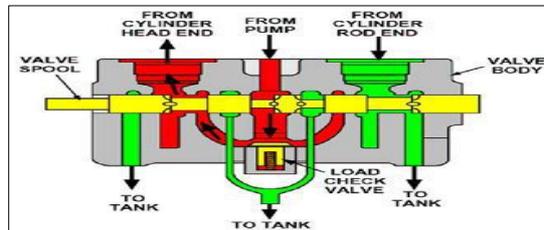
Gambar 12 menunjukkan *valve spool* ketika dengan tiba-tiba *spool* digerakkan keposisi naik (*RAISE*).



Sumber : *Hydraulic Fundamentals*

Gambar 12. Posisi Naik (Raise)

Ketika *valve spool* digerakkan, *Valve spool* menutup aliran oli yang dipompakan ke tangki sehingga aliran oli dari pompa membuka *load check valve*. *Valve spool* juga terhubung dengan *head end* silinder dan oli dibelakang *load check valve* dan *rod end* silinder terhubung ke saluran tangki. *Load check valve* mencegah oli pada *head end* silinder mengalir menuju saluran oli dari pompa. Aliran oli pompa yang tertutup menyebabkan naiknya tekanan oli. Hal ini mencegah terjadinya *drift* pada *implement* hingga tekanan pompa naik. Gambar 13 berikut ini menunjukkan oli telah mengalir menuju *head end*.



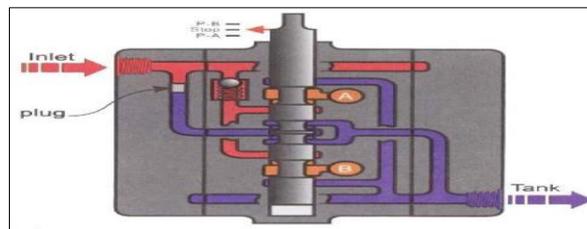
Sumber : *Hydraulic Fundamentals*

Gambar 13. Oli Berakhir di Head-End

Peningkatan tekanan oli yang berasal dari pompa akan sanggup melawan tekanan dibelakang *load check valve* dan mendorong *valve*. Oli dari pompa mengalir melewati *load check valve* dan disekitar *valve spool* menuju *head end* silinder. Oli pada *rod end* silinder mengalir melewati *valve spool* ke tangki. Kejadian sebaliknya akan terjadi jika *spool* digerakkan ke posisi *LOWER*.

Closed Centre Directional Control Valve

Closed centre valve tidak memiliki *bypass passage* dan menutup seluruh aliran oli pada *valve* ketika *spool* diposisi netral atau diposisi tengah-tengah. Tipe *valve* ini menggunakan *variable displacement pump* dimana aliran sistem tidak pada posisi netral dan pompa sedang berada pada posisi “*cut off*” atau “*standby*”.

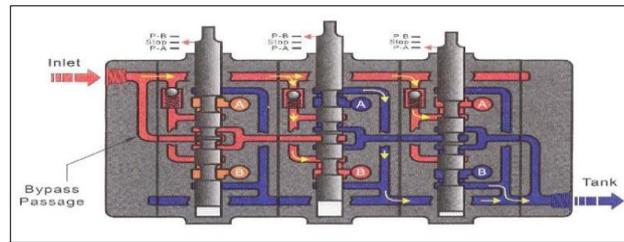


Sumber : *Hydraulic Fundamentals*

Gambar 14. Directional control valve dengan saluran bypass tertutup

Gambar 14 memperlihatkan tipe *closed centre mobile spool valve*. *Closed centre valve* dapat juga merupakan kombinasi *inlet spool* dengan *outlet poppet* atau *inlet poppet* dengan *outlet poppet*. Keunggulannya adalah diperoleh pengontrolan *valve inlet* dan *valve outlet* sendiri-sendiri (*independent*) sehingga diperoleh

pengontrolan *valve* yang fleksibel. Gambar 15 memperlihatkan *multiple spool, open centre valve*, saluran *bypass* yang berada ditengah-tengah.



Sumber : *Hydraulic Fundamentals*

Gambar 15. Valve Spool Ganda dengan Rancangan Bypass Tengah

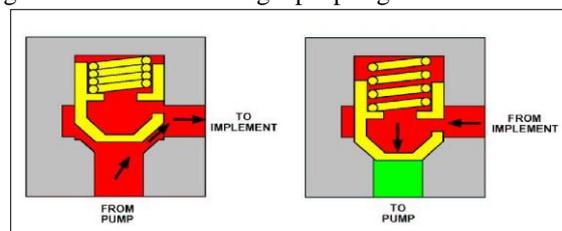
Pada Gambar 15 *valve* sebelah kiri berada pada posisi netral dan *bypass* mengarahkan aliran oli sesuai dengan settingan tekanan *bypass* menuju bagian *valve* berikut. Pada *valve* yang berada ditengah terlihat *bypass* bekerja ketika *valve* digerakkan mengalirkan oli menuju saluran B; dan pada *valve* sebelah kanan, *valve* digerakkan untuk mengalirkan oli ke saluran A. Sebelum aliran oli bekerja pada *valve* tengah dan kanan, *bypass* harus terlebih dahulu bergerak kebawah supaya oli dapat mengalir menuju masing-masing *valve*. Seperti ditunjukkan pada *valve* tengah, ketika *spool* digerakkan cukup jauh, *bypass* akan tertutup dan aliran akan langsung ke port B.

Multiple spool valve umumnya didesain secara seri atau seri parallel. *Valve* dengan desain seri biasanya lebih murah dengan tekanan *maximum* sistem tidak terlalu tinggi, umumnya 2000 psi (13790kPa) atau lebih rendah. Semua aliran disediakan untuk setiap bagian *valve* secara maksimal. Desain ini tidak terlalu menguntungkan pada aplikasi dimana panas dan konsumsi energi merupakan hal yang lebih diutamakan.

Desain seri parallel (Gambar 15) merupakan tipe yang paling umum digunakan pada *multiple spool valve*. Desain ini memungkinkan adanya tekanan operasi tersendiri untuk masing- masing bagian, aliran oli akan mengikuti jalur yang memiliki tahanan terendah dan bagian dengan tekanan terendah akan memiliki kecenderungan mendapatkan semua aliran, kecuali operator dapat meminimalkan hal ini dengan melakukan pengaturan.

Check Valve

Kegunaan *check valve* adalah untuk memungkinkan oli mengalir ke salah satu arah, tapi tidak dapat mengalir ke arah sebaliknya. *Check valve* sering kali disebut juga 'one way' yang terdiri dari spring dan dudukan tirus seperti ditunjukkan gambar diatas. Namun selain dudukan tirus, sering juga digunakan bola bulat. *Check valve* dapat juga mengambang bebas atau tidak dilengkapi spring.



Sumber : *Hydraulic Fundamentals*

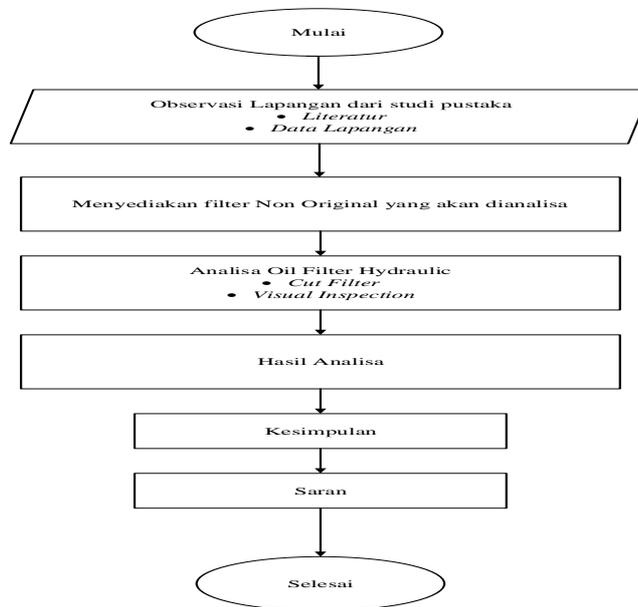
Gambar 16. Check valve

Pada *valve* sebelah kiri Gambar 16, ketika tekanan oli yang dipompakan melawan *check valve* ditambah gaya pegas ringan pada *check valve*, *check valve* membuka dan memungkinkan oli mengalir menuju *implement*.

Pada *valve* sebelah kanan, ketika tekanan oli yang dipompakan lebih rendah dari tekanan oli di *implement*, *Check valve* menutup dan mencegah *implement* oli mengalir balik.

3. METODOLOGI

Untuk memahami metodologi yang digunakan, akan diperlihatkan pada Diagram Alir berikut.



Gambar 17. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dalam penelitian ini, mencakup semua kegiatan yang dilakukan terhadap *Directional Control Valve (Boom Cylinder)* beserta semua komponen yang ada didalamnya, kegiatan-kegiatan tersebut meliputi:

1. Proses pembongkaran *Directional Control Valve*
2. Proses pemeriksaan secara visual
3. Proses pengukuran

Adapun semua kegiatan yang dilakukan diatas merupakan upaya yang dilakukan untuk mengambil semua data yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir ini, dan semua kegiatan tersebut dilakukan dengan mengacu kepada panduan yang terdapat dalam *Service Manual/Service Literature (S.I.S.)*

1. Proses Pembongkaran *Directional Control Valve*
2. Melepas *Directional Control Valve* dari Unit
3. Membongkar Valve.
4. Pemeriksaan Visual *Directional Control Valve*
5. Pengukuran Komponen-komponen *Directional Control Valve*

Pengukuran yang dilakukan pada komponen *Directional Control Valve* dilakukan dengan membandingkan data hasil pengukuran dengan standar spesifikasi yang ditetapkan oleh pabrikan pembuat komponen tersebut. Dengan membandingkan data aktual dari hasil pengukuran dengan standar spesifikasi yang telah ditetapkan oleh dealer, dapat diketahui apakah komponen tersebut masih dapat digunakan kembali atau tidak.

6. Pengukuran Spring pada Valve Spool (Bucket Cylinder)

Spring yang terletak pada valve spool (bucket cylinder) dengan part number 71-1248 berfungsi menahan spool valve tetap pada posisinya yaitu pada posisi normally close/ close center. Adapun pengukuran yang dilakukan pada spring tersebut, sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil pengukuran Spring Valve Spool – Diameter Luar

Jenis pengukuran	Spesifikasi	Aktual	Keterangan
Diameter Luar	36 mm	36.02 mm	Out Spec

Tabel 2. Hasil pengukuran Spring Valve Spool – Free Length

Jenis pengukuran	Spesifikasi	Aktual	Keterangan
Free length	59.7 mm	59.6 mm	Out Spec

7. Proses Pemotongan Filter Oli Hidrolik

Baik tidaknya kondisi *spool* juga sangat bergantung pada oli yang bersih, dan yang bertugas menjaga oli tetap bersih ialah filter.

Berdasarkan pemeriksaan secara visual pada filter oli hidrolik, ditemukan adanya partikel-partikel yang terdapat di elemen filter.

5. KESIMPULAN

Spool Valve:

1. Kerusakan yang terjadi pada komponen spool valve disebabkan oleh adanya oli hidrolik yang terkontaminasi dengan air.
2. Terjadi korosi pada permukaan spool valve, dan juga pada partikel abrasive yang bersirkulasi pada sistem yang terbawa oleh oli hidrolik. Menyebabkan abrasive wear pada beberapa bagian spool valve sehingga terjadi scratch.

Spring:

1. Dari hasil pengukuran *spring* pada *valve spool (Bucket cylinder)* didapat hasil yang menyimpang (*out spec*) dari standar yang telah ditetapkan. Pada outside diameter terjadi penambahan diameter 0,02 mm dari awal 36 mm menjadi 36,02 mm. Sedang pada pengukuran terhadap panjang spring, didapat pada spring mengalami penyusutan sebesar 0,1 mm dari standar 59,7 mm menjadi 59,6 mm.
2. Dari hasil pengukuran *spring* pada *relief valve* didapat angka yang menyimpang (*out spec*) dari standar yang telah ditetapkan. Pada panjang spring, didapat pada spring mengalami sedikit penyusutan sebesar 0,05 mm dari standar 35,60 mm menjadi 35,55 mm.
3. Pada komponen *spring* masih dapat digunakan kembali, dengan catatan melakukan pengetesan terlebih dahulu dan juga penyetelan terhadap tekanan kerja pada pilot spool valve (Bucket cylinder).

Filter:

1. Berdasarkan pemeriksaan secara visual pada filter oli hidrolik ditemukan adanya partikel-partikel yang terdapat di element filter.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Besol, R., "Hydraulic Control Valve Pada Alat Berat," <http://komponenalat-berat.blogspot.com/2017/09/jenis-katup-pada-alat-berat.html> , 2018
- [2] Caterpillar Inc., "System Operation -Stick Hyd. Systeml," Media Number SENR9246-07, United State of America: Caterpillar Inc, 2001

-
- [3] Caterpillar Inc., “*Specification - Control Valve (Main)*,” *Media Number, SENR9244-04*, United State of America: Caterpillar Inc, 2003
 - [4] Caterpillar Inc., “*Testing and Adjusting – Pressure Specification*,” *Media Number SENR9247-07*, United State of America: Caterpillar Inc, 2004
 - [5] Caterpillar Inc., “*CC Guidelines – Basic Principles of Kidney Loop Filtering Hyd. Fluid System*,” *Media Number, SEBF8840-02*, United State of America: Caterpillar Inc, 2012
 - [6] Caterpillar Inc., “*Schematic – Fluid Power Graphic Symbol*,” *Media Number SENR3981-05*, United State of America: Caterpillar Inc, 2012
 - [7] Caterpillar Inc., “*Part Identification Valve GP - Control, Media Number*,” *XEBP7645-03*, United State of America: Caterpillar Inc, 2013
 - [8] Caterpillar Inc., “*Remove and Install - Main Control Valve*,” *Media Number SENR9257- 06*, United State of America: Caterpillar Inc, 2014
 - [9] Trakindo, “*Dasar-dasar Sistem Hidrolik*,” Jakarta: Learning Center Departement PT. Trakindo utama, 2003
 - [10] Trakindo, “*Intermediate Hydraulic. Jakarta*,” Learning Center Departement PT. Trakindo utama, 2003
 - [11] Team TC, “*Aplied Failure Analisis, Cileungsi*,” Training Center PT. Trakindo Utama, 2003
 - [12] Team TC. “*Contamination Control, Cileungsi*,” Training Center PT. Trakindo Utama, 2005