

**ANALISA DEFLEKSI PADA ROD BUCKET DI
SISTEM HIDROLIK EXCAVATOR HITACHI**

ZAXIS 210 MF SN 70165 5G

SKRIPSI



Oleh :

**HENDRI KURNIAWAN
111210306**

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK

2016

LEMBAR PERSETUJUAN

Yang bertanda tangan dibawah ini Dosen Pembimbing Skripsi, menerangkan bahwa :

Nama : Hendri Kurniawan

Nim : 111210306

Judul : Analisa Defleksi Pada Rod Bucket Di Sistem Hidrolik Excavator
Hitachi Zaxis 210 Mf Sn 70165 5G

Diperiksa Dan Disetujui :

Dosen Pembimbing I



(Gunarto, ST., M,Eng)
NIDN.0009097301

Dosen Pembimbing II



(Eko Sarwono, ST., MT)
NIDN. 0018106901

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik



(Aspivansyah, ST., M.Eng)
NIDN. 0003077601

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini telah disidangkan dan dipertahankan didepan tim penguji tanggal 23 februari 2016 dan dapat diterima sebagai salah satu syarat akhir studi pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak.

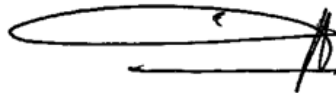
Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing I



(Gunarto, ST., M.Eng)
NIDN. 0009097301

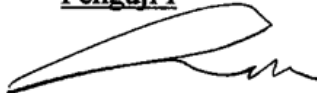
Dosen Pembimbing II



(Eko Sarwono, ST., MT)
NIDN. 0018106901

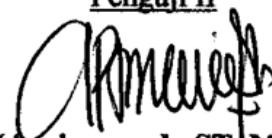
Tim Penguji

Penguji I



(Ir. Zam Zami, MT)
NIDN. 111015201

Penguji II



(Aspivansyah, ST., M.Eng)
NIDN. 0003077601

Pontianak, 23 februari 2016

Universitas Muhammadiyah Pontianak

Fakultas Teknik

Dekan



(Aspivansyah, ST., M.Eng)
NIDN. 0003077601

PERNYATAAN

**ANALISA DEFLEKSI PADA ROD BUCKET DI SISTEM HIDROLIK
EXCAVATOR HITACHI ZAXIS 210 MF SN 70165 5G**

SKRIPSI

Saya mengakui skripsi ini hasil kerja dari saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang sudah dicantumkan masing-masing sumbernya.

Pontianak, 23 Februari 2016



**HENDRI KURNIAWAN
111210306**

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- *Jangan pernah mengeluh untuk menuntut ilmu, ingatlah kedua orang tua yang tidak pernah mengeluh untuk membiayai kita sekolah.*
- *Gapailah ilmu setinggi mungkin.*

Persembahan

- ✓ *Untuk kedua orang tua, keluarga dan pacarku yang telah menjadi motivasi dan tiada henti memberikan dukungan dan do'a.*
- ✓ *Terimakasih yang tak terhingga untuk dosen - dosen ku, terutama pembimbing yang tak pernah lelah dan sabar memberikan bimbingan.*
- ✓ *Teman - teman angkatanku yang telah membantu, berbagi keceriaan dan melewati setiap suka dan duka selama kuliah, "tiada hari yang indah tanpa kalian semua".*

ABSTRAK

Skripsi ini berjudul “Analisa Defleksi Pada Rod Bucket Disistem Hidrolik Excavator Hitachi Zaxis 210 Mf Sn 70165 5G”. Masalah dalam Penelitian ini adalah menganalisa penyebab defleksi *rod bucket* dengan batasan masalah 1)Prinsip kerja sistem hidrolik, 2) Menganalisa secara teoritis terjadinya defleksi *cylinder bucket*,3) Defleksi dari tekanan *cylinder bucket* dan debit fluida pada tabung *cylinder*, 4) Jenis : Excavator Merek : Hitachi, type Zaxis210 mf Seri : Sn 70165 5G. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar defleksi yang terjadi pada batang rod bucket pada Excavator Hitachi Zaxis 210 Mf Sn 70265 5G. Karena seiring dengan perkembangan zaman, dunia industri saat ini juga telah mengalami perkembangan yang begitu pesat, ini dapat dilihat pada industri yang bergerak di bidang pengolahan kayu, pertambangan, pembukaan lahan, perkebunan sawit, pertambangan dan proyek pembuatan jalan dimana sebagian besar dikerjakan dengan menggunakan alat berat. Excavator itu sendiri terdiri dari beberapa komponen utama seperti *engine, pump, controll valve, final drive, swing, center joint, boom, arm dan bucket*.

Penelitian dilakukan di PT. Meta Estatika Graha. Dari hasil penelitian dan perhitungan yang disesuaikan dengan analisa dan pembahasan data teknis terjadi defleksi $L/2 = 0,944$ mm dan $L/4 = 0,579$ mm. Dikarenakan pemberian beban yang diluar standar pabrik atau dealer. Agar sistem dan komponen hidrolik dalam kondisi baik, maka lakukan prosedur perawatan tepat waktu dengan baik dan benar, selain itu alat juga digunakan sesuai fungsi yang sebenarnya.

Kata Kunci: *Defleksi, Rod Bucket, Sistem Hidrolik*.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur kepada Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“ANALISA DEFLEKSI PADA ROD BUCKET DI SISTEM HIDROLIK EXCAVATOR HITACHI ZAXIS 210 MF SN 70165 5G”** atas motivasi yang telah diberikan kepada penulis, oleh karena itu penulis banyak mengucapkan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Gunarto, ST.,M.Eng, sebagai pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang sangat berguna dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Eko Sarwono. ST.,MT, sebagai pembimbing kedua yang banyak sekali memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Kedua Orang Tua tercinta, saudara, dan seluruh keluarga besar yang menjadi dasar motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Banyak sekali dukungan yang telah diberikan kepada penulis baik secara moril maupun materi.
4. Bapak Yohanes Franslay, ST yang telah mengizinkan untuk melakukan penelitian di PT. META ESTATIKA GRAHA.
5. Bapak Andi Supriadi, S.Pd yang telah membantu penulis melakukan penelitian.

6. Bapak Aspiyansyah. ST.,M.Eng dan Bapak Ir.Zam Zami. MT selaku tim penguji.
7. Seluruh Dosen Fakultas Teknik dan tenaga Dosen yang pernah mengajar di Fakultas Teknik yang sudah memberikan ilmu dari awal perkuliahan hingga sekarang.
8. Seluruh pengurus Fakultas Teknik yang sudah memberikan pelayanan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Kepada sahabat khususnya kelas Teknik Mesin angkatan 2011, banyak suka duka yang telah dilalui semasa perkuliahan hingga sampai penulis menyelesaikan tugas ahir ini.
10. Kepala dan staf perpustakaan Universitas Muhamadiyah Pontianak yang telah membantu penulis dalam mencari referensi.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pengembangan Sistem hidrolis khususnya dan dapat menjadi contoh untuk penelitian - penelitian selanjutnya.

Pontianak, 23 Februari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penulisan	3
1.5. Metode Penulisan	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II. LANDASAN TEORI	
2.1. Sistem Hidrolik	5
2.2. Rangkaian Dasar Sistem Hidrolik	8
2.3. Komponen Utama Excavator	11
2.3.1. Track Frame.....	9
2.3.2. Engine.....	10
2.3.3. Hidraulic Pump.....	10
2.3.4. Operator Compartment (Cabin).....	10
2.3.5. Conterweight.....	10
2.3.6. Silinder Arm.....	10
2.3.7. Silinder Boom.....	10

2.3.8. Silinder Bucket.....	10
2.3.9. Shoe.....	10
2.4. Sistem Hidrolik Excavator	10
2.4.1. Hidrolik Silinder.....	11
2.4.2. Swing Motor Dan Drive.....	11
2.4.3. Trevel Motor Dan Final Drive.....	11
2.5. Bagian – Bagian Utama Komponen Hidrolik	11
2.5.1. Tangki Hidrolik.....	11
2.5.2. Engine Diesel.....	12
2.5.3. Pompa Hidrolik/Main Pump.....	13
2.5.3.1. Pompa Pemindahan Tetap (Fixed).....	15
2.5.3.2. Pompa Pemindahan Berubah – Ubah (Variabel).....	15
2.5.4. Analisa Pompa.....	16
2.5.5. Control Valve.....	17
2.5.5.1. Pressure Relief Control Valve.....	18
2.5.5.2. Directional Control Valve (Katup Arah).....	18
2.5.5.3. Flow Control Valve.....	19
2.5.6. Silinder Hidrolik.....	20
2.5.7. Fluida Hidrolik.....	24
2.5.8. Filter.....	27
2.5.9. Hose Hidrolik.....	29
2.5.10. Seal.....	30
2.6. Analisa Gaya Silinder Hidrolik.....	31
2.6.1. Perhitungan Tekanan.....	31
2.6.2. Perhitungan Kehilangan Tekanan.....	33
2.6.3. Gaya Tekanan Balik.....	34
2.6.4. Kapasitas Aliran.....	34
2.6.5. Defleksi (kebengkokan).....	35
2.6.5.1. Defleksi Vertikal.....	36
2.6.5.2. Defleksi Horizontal.....	36
2.6.6. Tebal Silinder.....	40

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Pelaksanaan	41
3.2. Bahan Dan Alat Penelitian	41
3.2.1. Bahan.....	41
3.2.2. Alat Penelitian.....	43
3.3. Prosedur Penelitian	44
3.4. Pembongkaran Silinder Bucket	44
3.5. Penelitian Kebocoran	46
3.5.1. Cylinder Rod.....	46
3.5.2. Sistem Seal.....	47
3.5.3. Piston.....	47
3.5.4. Head Cylinder.....	47
3.6. Langkah-langkah Penelitian	48
3.7. Flow Chart Penelitian	51

BAB IV. DATA TEKNIS DAN ANALISA PERHITUNGAN

4.1. Spesifikasi Dari Cylinder Bucket.....	52
4.1.1. Kapasitas Aliran Pompa.....	53
4.1.2. Kapasitas Aliran Posisi Menutup.....	53
4.1.3. Kapasitas Aliran Posisi Menutup.....	54
4.1.4. Daya Pompa Oli Yang Dibutuhkan.....	55
4.1.5. Kehilangan Tekanan Pada Hose Masuk Pompa.....	56
4.1.6. Kehilangan Tekanan Pada Hose Keluar Pompa.....	58
4.1.7. Gaya Tekanan Balik.....	60
4.2. Perhitungan Defleksi.....	61
4.3. Analisa Secara Teoritis.....	63

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	66
5.2. Saran.....	66

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1. Tekanan Pada Sistem Hidrolik	6
2. Gambar 2.2. Rangkaian Dasar Sistem Hidrolik	8
3. Gambar 2.3. Komponen Utama Excavator	9
4. Gambar 2.5.3. Pompa Jenis Swash Plate Pump.....	14
5. Gambar 2.5.5. Control Valve.....	17
6. Gambar 2.5.5.1. Pressure Relief Valve.....	18
7. Gambar 2.5.5.2. Katup Arah.....	19
8. Gambar 2.5.5.3. Flow Control Valve.....	20
9. Gambar 2.5.6. Silinder Bucket Excavator.....	24
10. Gambar 2.5.8. Filter Oli Hidrolik.....	29
11. Gambar 2.5.9. Hose Hidrolik.....	29
12. Gambar 2.5.10. Seal.....	30
13. Gambar 2.6. Analisa Gaya Piston Dan Batang Piston.....	31
14. Gambar 2.6. Tekanan Oli Dalam Silinder.....	32
15. Gambar 2.6. Persamaan Kontinuitas Pada Pipa.....	35
16. Gambar 2.6. Tabung Silinder.....	35
17. Gambar 2.6.5.1. Defleksi Vertikal.....	36
18. Gambar 2.6.5.2. Defleksi Horizontal.....	37
19. Gambar 2.6. Tumpuan Engsel.....	38
20. Gambar 2.6. Tumpuan Rol.....	39
21. Gambar 2.6. Tumpuan Jepit.....	39
22. Gambar 2.6. Tebal Silinder.....	40
23. Gambar 3.2. Silinder Hidrolik.....	41
24. Gambar 4.1. Tabung Silinder Hidrolik.....	53
25. Gambar 4.2. Skematis Silinder Bucket.....	61
26. Gambar 4.3. Rangkaian Sistem Hidrolik.....	63

DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.5.2. Kecepatan Engine excavator hitachi zaxis 210 mf12
2. Tabel 2.5.3. Tekanan Pompa Excavator hitachi zaxis 210 mf14
3. Tabel 2.5.6. Ukuran Silinder Bucket Excavator Hitachi Zaxis 210 mf21

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman, dunia industri saat ini juga telah mengalami perkembangan yang begitu pesat, ini dapat dilihat pada industri yang bergerak dibidang pengolahan kayu, pertambangan, pembukaan lahan, perkebunan sawit, pertambangan dan proyek pembuatan jalan dimana sebagian besar dikerjakan dengan menggunakan alat berat. Maka kebutuhan alat-alat khususnya di Kalimantan Barat juga semakin meningkat. Untuk itu, PT. Meta Estetika Graha sebagai salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang kontraktor dan suplayer berbagai macam peralatan alat berat, dan dump truck berusaha untuk dapat memenuhi segala macam kebutuhan pada proyek-proyek tersebut.

PT. Meta Estetika Graha adalah salah satu perusahaan *public* di Kalimantan Barat yang bergerak dibidang penyewaan unit alat-alat berat, seperti *Excavator, bulldozer, motor grader, farm tractor, vibro compactor, dump truck* dan lain-lain.

Salah satu alat berat yang sering digunakan didalam proyek adalah excavator, seperti yang diketahui excavator berperan penting dalam pekerjaan seperti menggali, meratakan tebing, mengangkat barang, dan lainnya.

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 defleksi pada *cylinder bucket excavator 210 mf*. sehingga menambah pengetahuan tentang peranan *cylinder bucket* dan kerusakan yang menyebabkan defleksi pada *cylinder bucket* dapat diminimalkan.

1.2. Permasalahan

Berdasarkan uraian latar belakang, maka permasalahan yang akan dibahas adalah menganalisa penyebab defleksi *rod bucket* pada *excavator hitachi zaxis 210 mf sn 70165 5G*.

1.3. Batasan Masalah

Agar tugas akhir ini terhindar dari permasalahan yang tidak terarah maka tugas akhir ini dibuat ruang lingkup yaitu analisa penyebab defleksi *cylinder bucket* pada *Excavator Hitachi Zaxis 210 mf Sn 70165 5 G*.

Dalam batasan analisa ini yang diambil adalah :

- Prinsip kerja sistem hidrolik
- Menganalisa secara teoritis terjadinya defleksi *cylinder bucket*.
- Defleksi dari tekanan *cylinder bucket* dan debit fluida pada tabung *cylinder*.
- Tidak menganalisa pada komponen material silinder bucket.
- Jenis : Excavator

Merek : Hitachi

Type : Zaxis 210 mf

Seri : Sn 70165 5G

1.4. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

a. Tujuan Umum

- Sebagai syarat untuk menyelesaikan S1 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- Untuk mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang diterima dibangku kuliah dengan dilapangan.
- Untuk lebih mendalami pengetahuan tentang analisa defleksi pada *cylinder bucket excavator hitachi zaxis 210 mf Sn 70165 5G*.

b. Tujuan khusus

- Untuk mengetahui penyebab defleksi yang terjadi pada *cylinder bucket excavator zaxis 210 mf Sn 70165 5G*.

1.5. Metode Penulisan

Agar penulisan ini terarah dan mendapatkan hasil yang lebih baik dan benar, maka metode literature untuk memperoleh teori - teori dasar pendukung serta asumsi yang digunakan dalam penyelesaian masalah analisa dan menggunakan metode observasi dalam penyelesaian tulisan ini.

1.6. Sistematika Penulisan

Bab I : PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas tentang Latar Belakang, Permasalahan, Batasan Masalah, Tujuan Penulisan, dan Sistematika Penulisan.

Bab II : LANDASAN TEORI

Berisikan tentang dasar kerja System hidrolik serta komponen pendukungnya, rangkaian System Hidrolik excavator zaxis 210 mf, gambar komponen System Hidrolik serta bagian yang dianalisa.

Bab III : METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan pelaksanaan, Pengamatan dan Analisis Data.

Bab IV : DATA TEKNIS DAN ANALISA PERHITUNGAN

Berisikan tentang hasil perhitungan dan analisa secara teoritis.

Bab V : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan tentang kesimpulan hasil dari penelitian dan pembahasan, serta saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Hidrolik

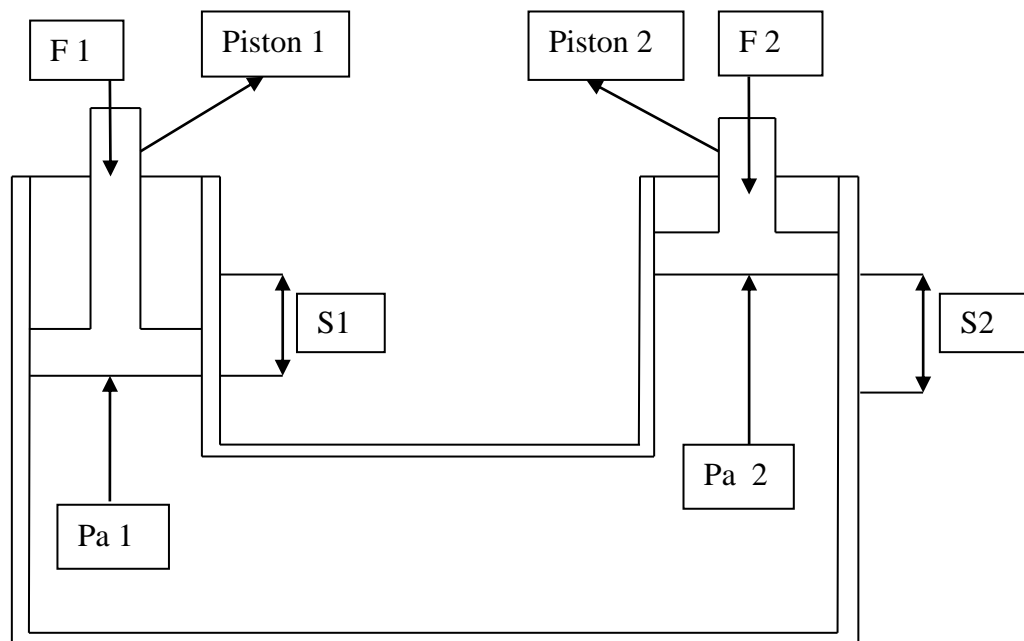
Sistem Hidrolik adalah suatu sistem/ peralatan yang bekerja berdasarkan sifat dan potensi / kemampuan yang ada pada zat cair (*liquid*). Berdasarkan kata Hidrolik berasal dari bahasa Yunani yakni “hydro” = air, dan “aulos” = pipa. Jadi hidrolik dapat diartikan suatu alat yang bekerjanya berdasarkan air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

Prinsip kerja hidrolik dalam berbagai hal hampir sama dan mendekati prinsip kerja sistem *pneumatik*. Komponen-komponen yang dipakai juga sama. Bedanya sistem *pneumatik* menggunakan fluida *compressible* dan setelah dipakai fluida *compressible* tersebut langsung dibuang keudara secara otomatis. Sedangkan sistem hidrolik menggunakan fluida *incompressible*.

Fluida setelah selesai digunakan disirkulasikan lagi ketangki penampung (*reservoir*). Jenis fluida yang paling banyak dipakai pada sistem hidrolik adalah fluida oli. Sedangkan pada sistem *pneumatik* fluida yang dipakai adalah udara luar dari tekanan kompressor. 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 hidrolik, seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar : 2.1. Tekanan Pada Sistem Hidrolik

(Sumber, Tugas Akhir Mulyadi)

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

$P = \text{Tekanan}$

Apabila piston 1 diberi gaya kecil F_1 maka menurut hukum pascal diperoleh persamaan keseimbangan sebagai berikut :

Tekanan pada silinder 1 :

$$P_1 = F_1 / A_1 \dots\dots\dots(1)$$

Tekanan pada silinder 2 :

$$P_2 = F_2 / A_2 \dots\dots\dots(2)$$

Berdasarkan penerapan hukum pascal yang diatas kita ketahui ternyata tekanan yang diteruskan pada suatu fluida cair akan sama besar dan merata pada suatu tempat dimana fluida itu saat bekerja. Maka persamaan hukum pascal ini (1) dan (2) dapat ditulis menjadi :

$$P_1 = P_2$$

$$F_1 / A_1 = F_2 / A_2 \dots\dots\dots(3)$$

Karena luas penampang A_2 lebih besar dari A_1 maka dapat ditulis :

$$A_2 = A_1 \cdot V_2 / V_1 \dots\dots\dots(4)$$

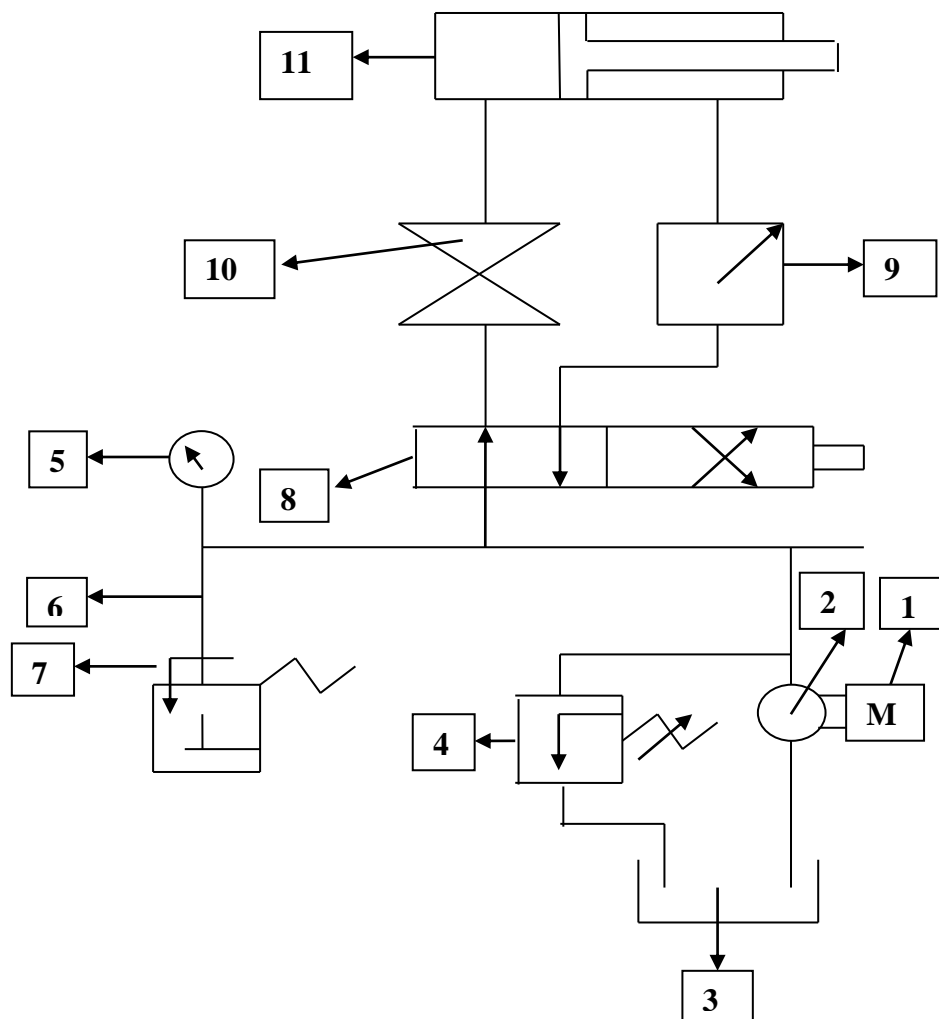
Diketahui bahwa gaya F_2 yang terjadi berkali-kali akan lebih besar dari gaya F_1 , maka dapat ditulis :

$$F_2 > F_1$$

Sesuai dengan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa suatu sistem hidrolik menghasilkan gaya output yang sangat besar dengan gaya input yang diberikan lebih kecil. Untuk gaya input dari sistem hidrolik dapat digunakan

dengan beberapa jenis pompa yang diantaranya adalah pompa roda gigi, pompa vane dan pompa hidrolis lainnya.

2.2. Rangkaian Dasar Sistem Hidrolik



Gambar : 2.2. Rangkaian Dasar Sistem Hidrolik

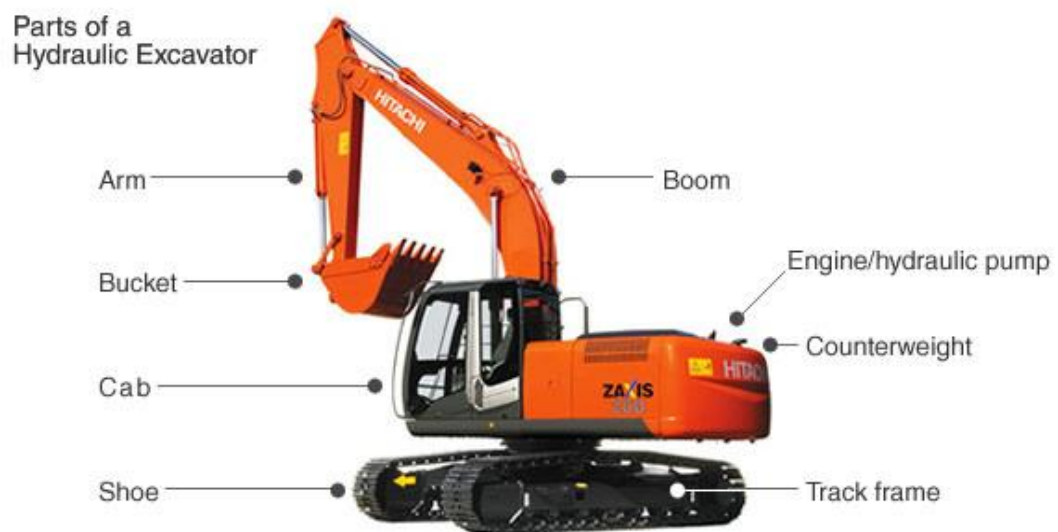
(Sumber, Tugas Akhir Fatkhurrahman)

Keterangan :

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| 1. Motor hidrolik | 7. Katup pengarah aliran |
| 2. Pompa hidrolik | 8. Katup kontrol |

- | | |
|-----------------------|------------------------------------|
| 3. Tangki (reservoir) | 9. Katup pengatur tekanan |
| 4. Katup pengaman | 10. Katup penghambat tekanan balik |
| 5. Filter | 11. Silinder hidrolis |
| 6. Pipa penghubung | |

2.3. Komponen Utama Excavator



Gambar : 2.3. Komponen Utama Excavator(Sumber,[https://maskub.wordpress.com/2010/06/11/cara-kerja-excavator-hidrolik-bulldoser/.](https://maskub.wordpress.com/2010/06/11/cara-kerja-excavator-hidrolik-bulldoser/))

Komponen utama excavator terdiri dari :

2.3.1. Track frame

Merupakan rangka utama yang digunakan untuk memasang komponen undercarriage.

2.3.2. Engine

Merupakan komponen utama yang menggerakkan komponen seperti pompa dan lainnya.

2.3.3. Hidraulic Pump

Berfungsi merubah energi mekanik menjadi energi hidrolik, dengan cara menekan fluida hidrolik kedalam system.

2.3.4. Operator Compartment (Cabin)

Merupakan ruang operator dan tempat peralatan kontrol serta monitor.

2.3.5. Counterweight

Merupakan pemberat yang dipasang dibagian belakang excavator untuk menjaga keseimbangan excavator saat mengangkat baban.

2.3.6. Silinder Arm

Merupakan penghubung antara silinder boom dan silinder bucket

2.3.7. Silinder Boom

Merupakan lengan yang terhubung ke main frame untuk menyangga stick dan bucket.

2.3.8. Silinder Bucket

Berfungsi untuk mengerakkan bucket agar bucket bisa berfungsi seperti menggali, memuat material dan lainnya.

2.3.9. Shoe

Berfungsi untuk menimbulkan traksi dan kemudahan dalam bermanuver pada sebuah crawler tractors.

2.4. Sistem Hidrolik Excavator

Berdasarkan fungsinya sistem hidrolik pada excavator dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu :

2.4.1. Hidrolik silinder

Hidrolik silinder yang merupakan work tool untuk melakukan kerja yang terdiri dari tiga jenis, yaitu :

- Boom silinder.
- Stick silinder.
- Bucket silinder.

2.4.2. Swing motor dan drive

Oli hidrolik yang dikontrol oleh control valve memungkinkan swing drive dan motor berkerjasama memutar excavator.

2.4.3. Trevel motor dan final drive

Oli hidrolik yang dikontrol oleh control valve dan swivel joint memungkinkan trevel motor dan final drive menggerakkan excavator maju dan mundur.

2.5. Bagian Utama Komponen Hidrolik

Pengertian sistem dalam komponen hidrolik sangat luas dari yang sederhana sampai yang mutahir, bahkan karena kemajuan teknologi sistem dalam perangkat hidrolik akan selalu berkembang. Pada excavator komponen – komponen dari hidrolik system terdiri dari :

2.5.1. Tangki Hidrolik

Fungsinya adalah untuk menyimpan fluida oli hidrolik sebagai kerja dari sistem yang akan bersirkulasi keluar dan masuk, membuang panas yang diakibatkan dari tenaga yang hilang pada elemen penggerak dan elemen pengatur yakni katub, menetralsir adanya gelembung yang ditimbulkan, sehingga buih dan

gelembung dapat terpisah dari fluida hidrolik, mengendapkan kotoran – kotoran fluida. Kapasitas tangki hidrolik pada excavator hitachi zaxis 210 mf ini adalah sejumlah 200 liter.

2.5.2. Engine Diesel

Berdasarkan fungsinya maka engine adalah suatu alat yang memiliki kemampuan untuk merubah energi panas yang dimiliki oleh bahan bakar menjadi energi gerak. Yang biasanya digunakan sebagai penggerak utama pada machine, genset, kapal (*Marine Vessel*) ataupun berbagai macam peralatan industri.

Tabel 2.5.2. Kecepatan Engine excavator hitachi zaxis 210 mf

PERFORMANCE-TEST		ZAXIS 200
DESIGNATION		(Performance Standard)
ENGINE SPEED	min⁻¹	
Slow Idle Speed		900 ⁺¹⁵⁰ ₋₁₀₀
Fast Idle Speed (Normal)		1950 ⁺⁶⁵ ₋₅₀
Fast Idle Speed (Normal)		2050 ⁺⁶⁵ ₋₅₀
Fast Idle Speed (Relief Operation)		1900 ⁺⁶⁵ ₋₅₀
Fast Idle Speed (E Mode)		1800 ⁺⁹⁰ ₋₇₀
Fast Idle Speed (HP Mode)		2000 to 2250
Auto-Idle Speed		1300 ⁺¹³⁵ ₋₁₀₀
Auto-Acceleration speed		1650 ⁺¹²⁵ ₋₁₀₀
Warning Up Speed		1000 ⁺¹⁴⁰ ₋₁₀₀

2.5.3. Pompa Hidrolik /Main Pump

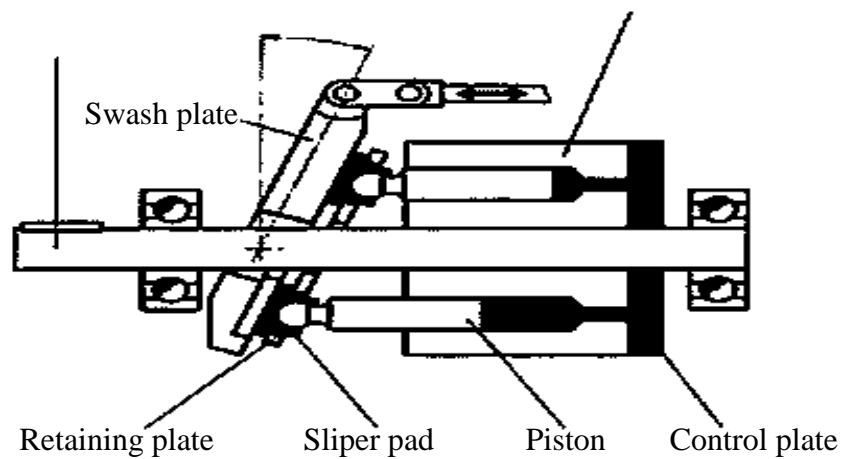
Dalam sistem hidrolik pompa merupakan jantung dari sistem tersebut yang berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi hidrolik dengan cara menekan fluida hidrolik ke dalam system. Dalam system hidrolik pompa merupakan suatu alat untuk menimbulkan atau membangkitkan aliran fluida (untuk memindahkan sejumlah volume fluida) dan untuk memberikan gaya sebagaimana diperlukan. Pompa adalah pembangkit aliran bukannya tekanan. Sering kali dianggap bahwa pompa adalah pembangkit tekanan fluida, tetapi sebenarnya tujuan utama pemakaian pompa hidrolik adalah untuk memproduksi aliran. Sedang tekanan adalah gaya persatuan luas dan ditimbulkan oleh adanya hambatan untuk mengalir. Tipe pompa yang digunakan pada excavator ini adalah tipe:

➤ **Swash plate pump**

Dalam versi ini, silinder barel digerakkan atau diputar yang mengakibatkan piston yang terpasang pada barrel ikut berputar, gerakan axial piston diatur oleh swash plate yang dipasang pada rumah pompa, swash plate dapat digerakkan vertical. Volume yang dipindahkan oleh pompa dihitung dengan sudut swash plate dengan vertical.

Prinsip ini memungkinkan pompa dapat dibalik. Dalam hal ini pompa mempunyai kapasitas yang konstan karena sudut swash plate tidak berubah.

Piston dapat berputar bergerak dalam sebuah orbit yang berbentuk elip pada swash plate yang diam. Gesekan diatasi oleh slipper pad atau bearing Drive shaft pada excavator hitachi zaxis 210 MF adalah jenis pompa plate pump.



Gambar 2.5.3. Pompa jenis swash plate pump

Tabel 2.5.3. Tekanan Pompa Excavator hitachi zaxis 210 mf

PERFORMANCE TEST DESIGNATION	ZAXIS 200 (Performance Standard)
PRIMARY PILOT PRESSURE	
Mpa (kgf/cm ² .psi)	
Engine : Fast Idle	4.0 ^{+1.0} _{-0.5} (40 ⁺¹⁰ ₋₅ , 570 ⁺¹⁴² ₋₇₁)
Engine : Slow Idle	3.5 ^{+1.0} ₋₀ (35 ⁺¹⁰ ₋₀ , 500 ⁺¹⁴² ₋₀)
SECONDARY PILOT PRESSURE	
(Engine : Fast Idle and Slow Idle)	3.4 to 4.0 (34 to 40, 483 to 570)

SELENOID VALVE SET PRESSURE	(Value Indicated On Dr.EX) ± 0.2
	(-2,28)
MAIN PUMP DELIVERY PRESSURE	$0.7^{+1.0}_{-0.5}$
	(7^{+10}_{-5} , 100^{+142}_{-71})
MAIN RELIEFVALVE SET PRESSURE	
Boom, Arm, and Bucket	$34.3^{+2.0}_{-0.5}$
	(350^{+20}_{-5} , 4980^{+284}_{-71})
OVERLOAD RELIEF VALVE SET PRESSURE	(Reference values at 50 L/min)
Boom (Raise/Lower), Arm Roll-In, and Bucket	$37.3^{+1.0}_{-0}$
roll-In	(380^{+10}_{-0} , 5400^{+142}_{-0})
Arm roll-Out, Bucket Roll-Out	$39.2^{+1.0}_{-0}$
	(400^{+10}_{-0} , 5690^{+142}_{-0})

Dilihat dari segi volume pemindahan yang dihasilkan, pompa hidrolik dibedakan menjadi dua bagian pula, yaitu :

2.5.3.1.Pompa Pemindahan Tetap (fixed)

Pada pompa pemindahan tetap, pompa akan menggerakkan atau memindahkan sejumlah volume oil yang sama dalam setiap putaran (cycle).

Volume ini hanya akan berubah apabila kecepatan putar pompa (rpm) juga diubah.

Pompa dengan pemindahan tetap biasa ditemukan dalam sistem tekanan lebih

rendah atau sebagai pembantu pompa yang lain dalam suatu sistem tekanan yang lebih tinggi.

2.5.3.2. Pompa Pemindahan Berubah – Ubah (variable)

Pada pompa dengan pemindahan tidak tetap (variable) dapat memberikan volume pemindahan olinya bervariasi dalam setiap putaran, bahkan pada kecepatan putaran yang sama sekalipun.

2.5.4. Analisa Pompa

Pompa pada jaringan hidrolik merupakan jantung dari sistem hidrolik yang akan mensirkulasikan fluida yang mana efisiensi mekanis (η_{mek}) 0,85-0,95 sedangkan untuk efisiensi volumetric (η_{vol}) 0,75-0,95. Yang mana efisiensi total (η_{tot}) diambil dari efisiensi mekanis dan efisiensi volumetric masing-masing adalah 0,95.

$$\text{Dimana : } (\eta_{tot}) = (\eta_{mek}) (\eta_{vol})$$

Untuk mengetahui Dp (displacement pump) yaitu jumlah fluida yang dapat dipindahkan dalam satu kali putaran (n), debit pompa adalah penjumlahan masing – masing komponen system hidrolik yaitu pada silinder dan motor hidrolik (Thomas Crist, hal 35). Maka Dp dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$Dp = Q / \eta_{vol} \cdot n \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

Dp = Displacement Pump (liter)

Q = Debit aliran pada pompa (liter/mnt)

η_{vol} = Efisiensi volumetris (%)

n = jumlah putaran (rpm)

Besarnya daya pompa secara teoritis yang diperlukan untuk mensirkulasikan fluida kesegala bagian dapat dihitung dengan persamaan :

$$Dp = \frac{P \cdot Q}{600} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

Dp = Daya pompa (Hp)

P = Tekanan

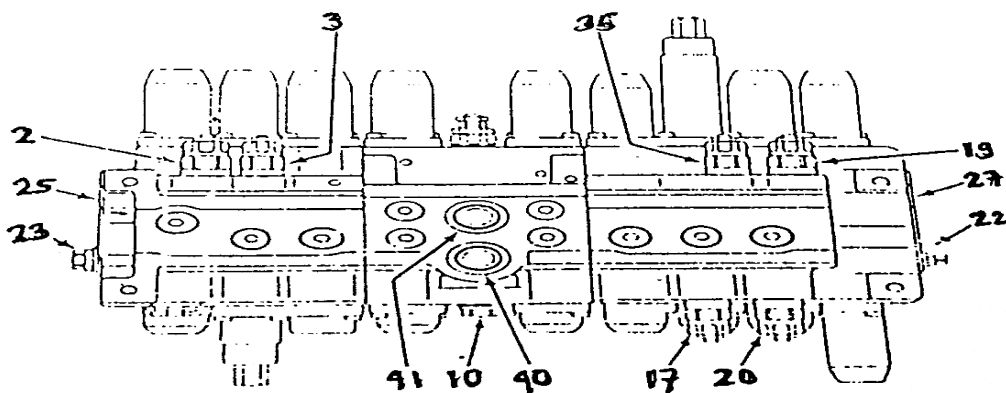
Q = Debit aliran pada pompa (litr/mnt)

Jadi daya motor yang diperlukan untuk menggerakkan pompa dicari dengan persamaan :

$$Dm = \frac{P \cdot Q}{600 \cdot \eta_{vol}} \dots\dots\dots(7)$$

2.5.5. Control Valve

Penggunaan control valve dalam sistem hidrolik terutama digunakan untuk mengontrol aliran fluida baik arah, kapasitas dan tekanan fluida yang dihasilkan oleh pompa hidrolik. Komponen ini sangat diperlukan agar keamanan serta kemandapan kerja dari sistem hidrolik tetap baik.



Gambar 2.5.5. Control Valve(Sumber, Tugas Akhir Eko Triono)

Keterangan :

(2-3) Line relief stick selinder rod end dan head end. (10) Straight travel valve.
(17-35) Line relief valve boom rod end dan head end. (19-20) Line relief valve bucket head end. (22-23) Negative Flow control relief valve. (25-27) Return port.
(40) Inlet port pompa belakang. (41) Inlet port pompa depan.

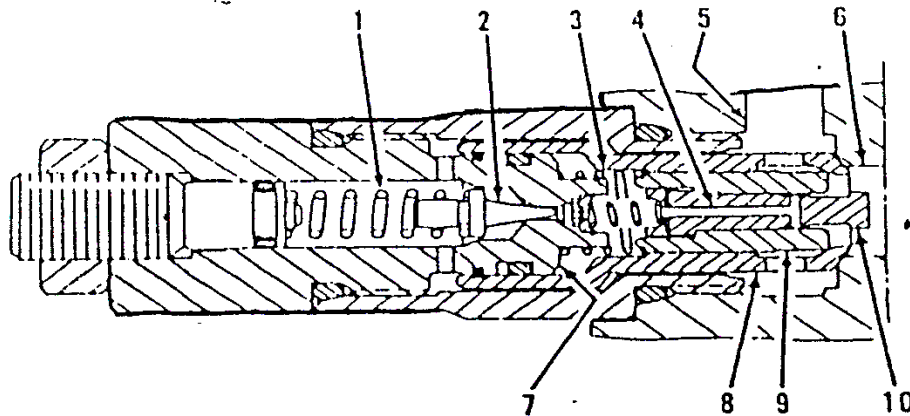
Menurut fungsinya control valve dapat di klasifikasikan menjadi tiga kelompok yaitu :

1. Pressure relief control valve
2. Directional control valve
3. Flow control valve

2.5.5.1. Pressure Relief Control Valve

Valve ini dirancang untuk mengatur tekanan fluida dalam sirkuit hidrolis dengan mengembalikan semua atau sebagian oli ke tangki apabila tekanan pada sirkuit mencapai setting pressure.

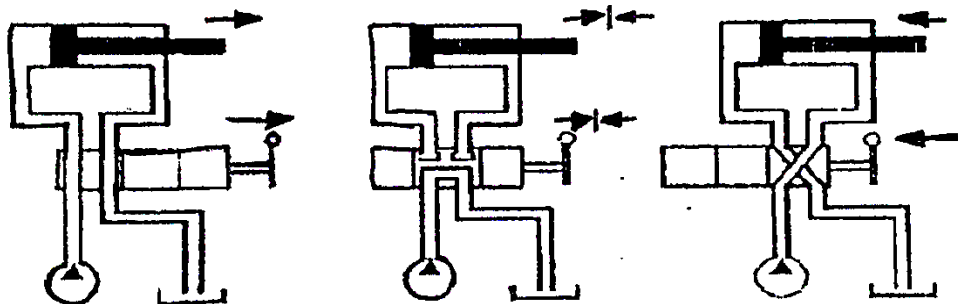
Pressure control valve pada umumnya digunakan untuk mengontrol tekanan agar tidak melebihi batas tekanan maksimum (sebagai pengaman).



Gambar 2.5.5.1. Pressure Relief Valve(Sumber, Tugas Akhir Eko Triono)

2.5.5.2. Directional Control Valve (Katup arah)

Directional control valve ini digunakan untuk membuka, menutup dan mengatur arah aliran fluida hidrolik. Valve ini banyak digunakan untuk mengontrol gerakan silinder hidrolik, sehingga gerakan silinder dapat diatur dengan cara merubah arah aliran fluida atau memutuskan aliran fluida tersebut.



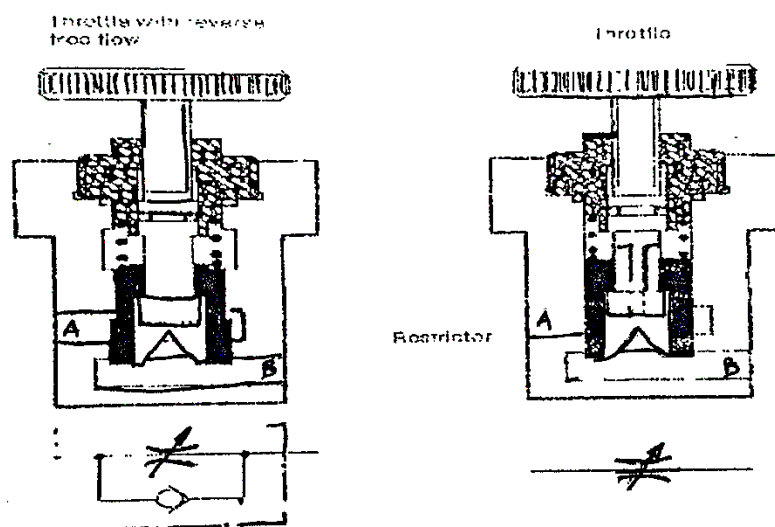
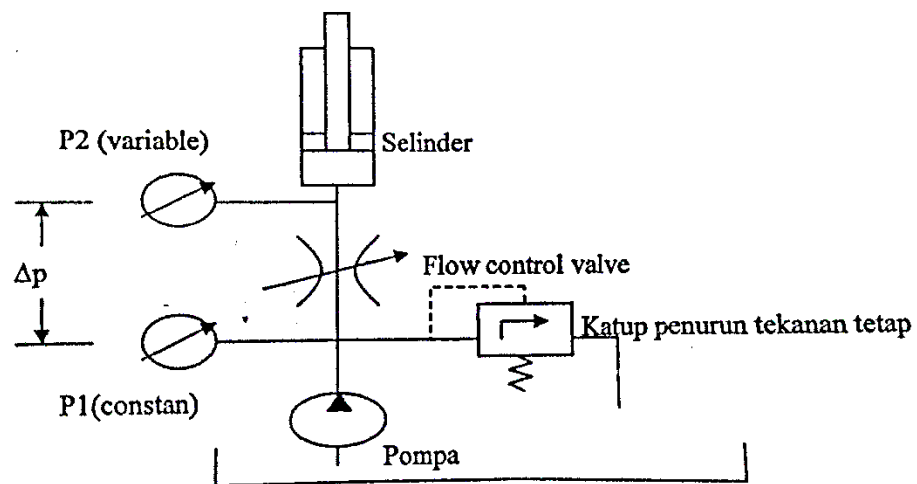
Gambar 2.5.5.2. Katup arah(Sumber, Tugas Akhir Eko Triono)

Hal yang terpenting dalam directional control valve adalah posisi katup dan jumlah saluran yang berbeda. Informasi ini selalu ditunjukkan oleh tanda didepannya. Setiap posisi katup ditunjukkan arah aliran antara saluran. Jadi simbol

yang lengkap adalah jumlah segi empat yang digabung dengan panah. Contoh yang sederhana adalah dua lubang saluran dan dua posisi katup.

2.5.5.3. Flow Control Valve

Valve ini berfungsi untuk mengontrol kecepatan peralatan hidrolis (Silinder atau motor hidrolis) dengan cara mengatur volume aliran. Kelebihan aliran dari pompa di alirkan kembali ke tangki.



Gambar 2.5.5.3. Flow Control Valve(Sumber, Tugas Akhir Eko Triono)

2.5.6. Silinder Hidrolik

Silinder hidrolik adalah sebuah aktuator mekanik yang menghasilkan gaya searah melalui gerakan *stroke* yang searah. Alat ini menjadi salah satu bagian dari sistem hidrolik selain pompa dan motor hidrolik. Jika motor hidrolik (mengubah tekanan fluida hidrolik menjadi gerakan putar), maka silinder hidrolik (menghasilkan gerakan *stroke* yang searah).

Ada empat macam silinder hidrolik yaitu :

1. *Single Acting Cylinder*
2. *Telescopic Acting Cylinder*
3. *Double Acting Cylinder*
4. *Double Rod End Cylinder*

Pada *single acting cylinder* beban yang menngerakkan piston pada satu sisi dan fluida kerja dari pompa digunakan untuk menggerakkan sisi piston yang lain biasanya silinder ini dipasang vertikal.

Telescopic cylinder adalah bentuk silinder yang terdiri dari beberapa batang piston disusun seri. Silinder ini biasanya digunakan untuk kebutuhan langkah panjang.

Double acting cylinder adalah jenis silinder yang paling banyak dipakai. Gerakan tekan dan gerakan kembali batang piston disebabkan oleh aliran fluida pada kedua sisi piston.

Double rod end cylinder adalah silinder hidrolik yang digunakan apabila kedua ujung silinder harus melakukan kerja. Bentuknya sama seperti *Double acting cylinder* hanya kedua ujung silinder diberi batang piston.

Tabel 2.5.6. Ukuran Silinder Bucket Excavator Hitachi Zaxis 210 mf

Komponen Silinder Bucket	Ukuran
Rod diameter	80 mm (3.15")
Stroke	1060 mm (3'6")
Fully retracted length	1590 mm (5'3")
Plating thickness	30 μ m (1.18 μ m)

Berdasarkan penelitian Adriyan Saputra,(2013). Cylinder bucket adalah salah satu komponen penting dalam Front Attachment Excavator. Komponen tersebut dikombinasikan dengan Hose yang mengalirkan aliran oli hidrolik yang berasal dari main pump sampai ke Cylinder Bucket yang mempunyai fungsi menggerakkan bucket pada Excavator. Jika Cylinder Bucket tidak bekerja sesuai standar maka akan terjadi banyak masalah dan terjadi kerusakan pada inner parts nya. Metode penelitian adalah pengumpulan data dari berbagai literature, yang pengamatan kerusakan Cylinder Bucket, mekanik berpengalaman dan mandor. Ini bisa membantu menyelidiki masalah.

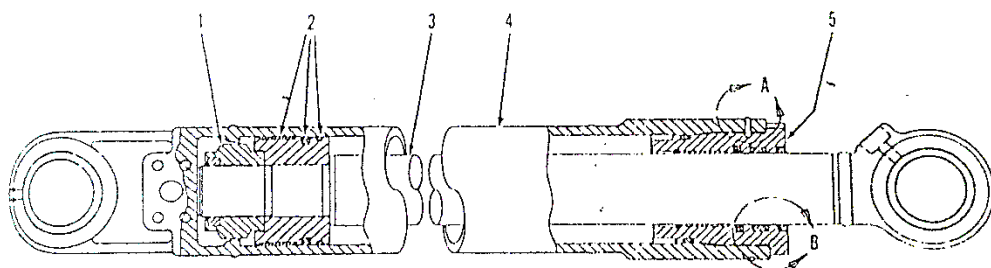
Ada banyak masalah operasional yang menyebabkan Cylinder Bucket mengalami defleksi. Masalah defleksi bisa diminimalisir dengan menerapkan perawatan yang tepat dari cylinder atau rod seperti pembersihan pemasangan kembali, dan yang lebih penting menjaga kebersihan dari oli hidrolik dan semua alat-alat bantu. Dan juga area kerja harus bersih.

Sedangkan menurut Eko Triono,(2006). Defleksi yang diperoleh dengan perhitungan didapat kebengkokan yang terjadi pada silinder rod bucket sebesar 0,015 cm. Yang menyebabkan kebengkokan pada rod silinder adalah pada saat alat / unit sedang bekerja, silinder bucket bekerja karena pilot handle digerakan dengan panduan operator.

Terjadi kebengkokan pada saat rod silinder pada posisi akan bergerak masuk kedalam housing silinder dengan dorongan fluida oli hidrolis, oli akan kembali ketangkis hidrolis sesuai dengan kapasitasnya melalui control valve terlebih dahulu, karena lubang aliran oli pada spool tersumbat maka aliran oli tertahan didalam system, terjadi tekanan yang berlawanan didalam tabung silinder bucket dengan tekanan perlawanan yang besar maka secara langsung rod bengkok. Katup directional control valve tidak berfungsi karena tidak mendapat tekanan yang sesuai untuk spesifikasi dengan mengalirkan oli kembali ketangkis, sedangkan menurut perhitungan yang telah dilakukan sesuai dengan spesifikasi data dari silinder bucket, jika komponen dari sistem baik dan berfungsi dengan benar maka kesalahan dari kebengkokan rod silinder bucket tidak akan terjadi.

Silinder hidrolis mendapatkan gaya dari fluida hidrolis bertekanan. Di dalam silinder hidrolis terdapat piston yang terhubung dengan *rod* yang dapat bergerak maju dan mundur bergantung pada sisi mana yang diisi oleh fluida hidrolis bertekanan. Besar tekanan yang digunakan berbeda pada kedua sisi silinder, bergantung pada beban, luas penampang silinder dan sisi *rod*-nya.

Menurut Mulyadi, (2008). Debit fluida pada diameter piston rod standar 25 cm sebesar 2,82 lt/menit, setelah terjadinya keausan sebesar 1 cm sehingga diameter piston rod menjadi 24 cm dimana debit fluida menurun sebesar 0,12 lt/menit, sedangkan dari analisa dan pembahasan yang dapat penulis sampaikan disini adalah gunakan fluida hydraulic yang disesuaikan dengan spesifikasi (Society Of Automotive Engineering) dengan kelas SAE 10 W pada temperature 100° F dibawah yang dianjurkan, jika temperature kurang dari 10° F digunakan fluida *MIL-L-10295.B.O.E.S*. Yang perlu diketahui dalam fluida bila semakin kecil angkanya fluida mengalir dengan baik pada temperature rendah, jika besar angkanya, kekentalan dipergunakan buat temperature tinggi.



Gambar 2.5.6. Silinder Bucket Excavator(Sumber, Tugas Akhir Eko Triono)

Keterangan :

- (1) Nut pengunci piston (2) seal piston (3) Rod silinder (4) Tabung silinder (5) Head piston.

2.5.7. Fluida Hidrolik

Fluida hidrolik merupakan salah satu unsur penting dalam sistem, yang berperan sebagai media perantara untuk memindahkan tenaga, juga sebagai

pelumas bagi alat atau komponen yang ada dalam sistem hidrolik. Fungsi fluida hidrolik :

- Sebagai pemindah/penerus gaya.
- Pelumas bagian-bagian yang bergesekan.
- Pengisi celah (seal) jarak antara dua bidang yang melakukan gesekan.
- Sebagai pendingin atau penyerap panas yang timbul akibat gesekan.

Syarat fluida hidrolik :

- Mampu mencegah korosi atau kontaminasi.
- Mampu mencegah adanya pembentukan endapan.
- Tidak mudah membentuk buih-buih oli.
- Stabil & mampu menjaga nilai kekentalan.
- Dapat memisahkan kandungan air.
- Sesuai atau cocok dengan penyekat/seal dan gasket yang dipakai pada komponen.

Hal terpenting yang perlu diperhatikan dalam pemilihan fluida hidrolik adalah “Viscositas”, karena viscositas akan mempengaruhi kemampuan untuk mengalir dan melumasi bagian-bagian yang bergesekan. Viscositas fluida hidrolik dinyatakan dengan Nilai Viscositas.

Dalam pemilihan nilai viscositas oli sebaiknya mengacu pada manufactur pompa / sistem hidrolik agar sistem bekerja secara optimal. Viscositas oli yang tinggi memberikan pengisian yang baik antara celah (gap) dari pompa, valve & motor hidrolik, tetapi jika nilai viscositas terlalu tinggi akan mengakibatkan :

- Hambatan yang besar sehingga menyebabkan seretnya gesekan elemen penggerak (actuator) dan kavitasi pompa (udara masuk ke pompa).
- Pemakaian tenaga bertambah, karena kerugian gesekan.
- Penurunan tekanan bertambah melalui saluran-saluran dan katup-katup. Jika viscositas oli terlalu rendah, akan mengakibatkan :
- Kerugian-kerugian kebocoran dalam yang berlebihan.
- Aus berlebihan oleh karena pelumasan tidak mencukupi pada pompa dan motor.
- Menurunkan efisiensi motor dan pompa.
- Suhu oli naik atau bertambah karena kerugian-kerugian kebocoran bagian dalam.

Nilai viscositas oli dinyatakan dengan :

- Viscositas absolut : Poise atau Centipoise (Cp).
- Viscositas kinematik : Centistoke (Cst).
- Viscositas relatif : SUS (Saybolt Universal Second).
- Angka koefisien Society of Automotive Engineer (SAE).
- Derajat engler (oE).

Suhu oli naik atau bertambah karena kerugian kebocoran bagian dalam menurut Reynold (Re), suatu aliran dapat ditentukan dengan menggunakan angka Re , dan angka Re sendiri tidak mempunyai satuan. Angka Re tersebut adalah :

Harga Re diatas berlaku untuk pipa melingkar, dengan bengkokan yang halus, dan pipa – pipa yang lurus. Pada titik angka Re kritis, konfigurasi aliran berubah dari *laminar* ke *turbulen*, atau sebaliknya. Jadi apabila hasil perhitungan

angka Re harganya dibawah 2300, maka aliran itu dapat digolongkan aliran *laminar*, tetapi apabila telah melebihi 2300 berarti aliran itu telah mencapai *turbulen*.

Pada temperatur tertentu dimana fluida membeku disebut titik alir. Secara praktisnya semua minyak hidrolik terutama minyak dari tambang mengandung lilin. Pada suhu rendah komponen lilin cenderung untuk mengkristal dan mengikat sebagian fluida tidak bergerak. Untuk permesinan hidrolik pengoprasian pada suhu dingin, titik aliran harus 10-15° C dibawah suhu awal yang mendahului, ini akan menjamin bahwa oli akan mengalir mengisi sisi saluran masuk pompa.

2.5.8. Filter

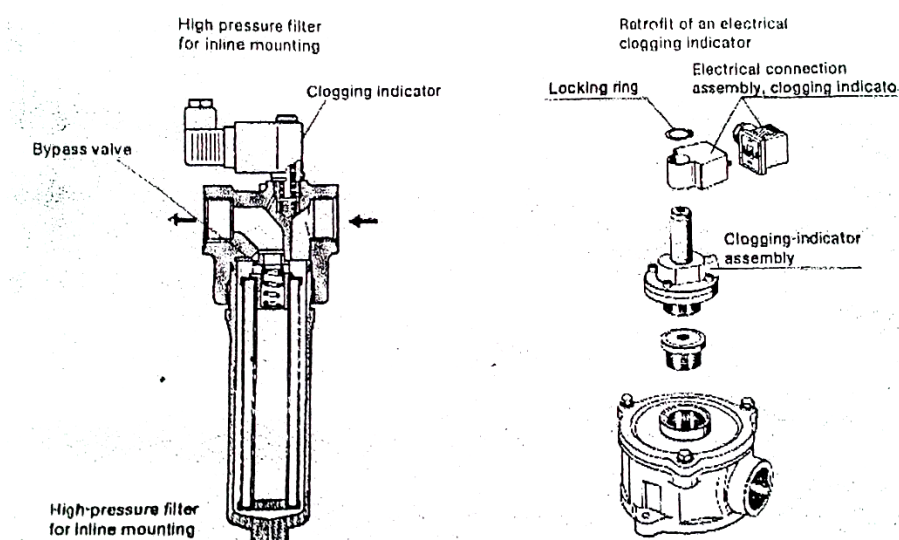
Fluida hidrolik harus dijaga tetap bersih dalam suatu sistem dengan menggunakan filter (saringan halus disebut juga penapis) dan strainer (saringan kasar). Yang membedakan antara strainer dan filter adalah kemampuan penyaringnya terhadap kotoran-kotoran yang melewatinya. Filter mempunyai komponen penyaring yang lebih halus, sehingga kotoran yang dapat tersaring pun sampai butiran-butiran yang paling kecil. Berbeda dengan strainer, komponen penyaring (cartridge) yang digunakan lebih kasar, sehingga butiran-butiran yang tersaring pun lebih kasar. Pemisah magnet juga digunakan untuk menjerat kotoran-kotoran yang terbawa oleh fluida, khususnya kotoran-kotoran dari logam ferrous seperti keausan yang ditimbulkan oleh gesekan pada bidang-bidang bergerak. Karena pada prinsipnya partikel sebesar 1 – 5 mikron mampu menyebabkan kerusakan pada sistem servo dan mempercepat kerusakan oli dalam berbagai hal.

Filtrasi (penyaringan) fluida hidrolik adalah merupakan hal yang paling penting untuk memelihara fungsi dan ketahanan sistem hidrolik. Kontaminasi (kotoran) fluida terjadi melalui berbagai sumber, antara lain :

- Kotoran yang tertinggal dalam sistem selama dalam perakitan awal atau akibat kerja pemeliharaan seperti terak pengelasan dan butiran-butiran pengelasan, sobekan pita silicon (pad penyekat), lepasan-lepasan pada sambungan ulir, potongan-potongan bahan penyekat, dan bram-bram pengerindaan.
- Kotoran yang ditimbulkan ketika sistem bekerja seperti ketika lepasan-lepasan (bram) akibat gesekan antara logam dengan logam atau non logam, endapan dan pernis karena oksidasi fluida, demikian juga karat dan kondensasi air pada bagian dalam reservoir.
- Kotoran yang dihadirkan dari luar kedalam sistem. Hal ini terjadi pada pengguna fluida yang tidak sesuai, dan kotoran-kotoran yang dihadirkan oleh bram-bram sewaktu perbaikan komponen.

Fluida bertekanan tinggi dalam jumlah yang besar membawa kotoran-kotoran melalui sistem atau pengendapan dalam ruangan yang sempit pada pompa, katup, elemen penggerak, dan motor tidak habisnya. Apabila kotoran tersebut tidak disaring sistem itu lambat laun akan macet, atau justru dalam waktu yang pendek bisa menyebabkan keausan yang besar. Keausan ini ditimbulkan oleh adanya gesekan antara elemen-elemen bergerak dengan fluida yang mengandung kotoran (terak). Karena demikian kebocoran yang timbul akan semakin besar, sehingga rugi-rugi tenaganya bertambah besar.

Filter (saringan) diklasifikasikan dalam micrometer (μm) yang sebanding dengan seperjuta meter. Pengujian pada fluida hidrolis telah menunjukkan hubungan dekat antara derajat kontaminasi dan ukuran dari partikel-partikelnya. Menurut standar SAE, derajat kontaminasi fluida dibagi dalam tujuh kelas, kelas 0 (nol) adalah kelas terbaik.



Gambar 2.5.8. Filter oli hidrolis(Sumber, Tugas Akhir Eko Triono)

2.5.9. Hose Hidrolis

Hose hidrolis adalah salah satu bagian pada unit yang berfungsi sebagai penghantar oli hydraulic sesuai dengan tekanan yang di inginkan. Biasanya pada bagian ini sangat rentan pada kerusakan, bahkan jika tidak sesuai dengan tekanannya dalam 1 hari dapat terjadi penggantian 3 kali, tetapi hal tersebut bukan hanya terjadi akibat spec hose salah atau tekanan pressing tidak pas, pada saat instalsi juga mesti sangat di perhatikan.

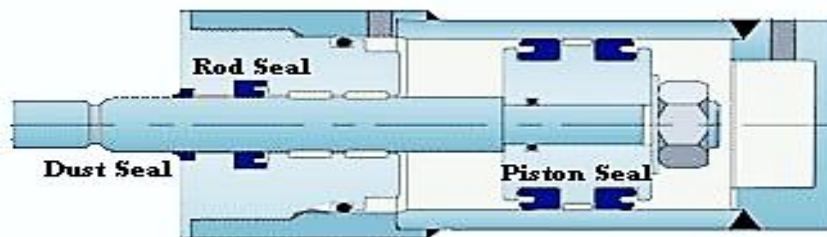


Gambar 2.6. Hose Hidrolik

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

2.5.10. Seal

Seal ialah seal yang digunakan untuk mencegah kecocoran dari suatu sistem yang bergerak secara resiprokal (naik/turun, kanan/kiri). seal ini secara umum dapat dikelompokkan menjadi:



Gambar 2.5.10. Sistem seal

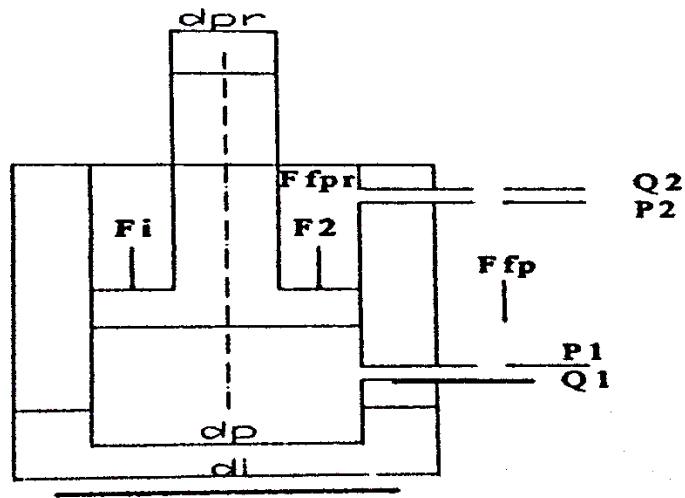
- **Rod Seal**, rod seal terletak pada rumah silinder dan berfungsi untuk menjaga kebocoran melalui rod/as/piston yang bergerak resiprokal.
- **Piston Seal**, seal ini terletak pada rod/as/piston, dan juga berfungsi untuk menutup celah antara piston dengan rumah piston. pada prinsipnya rod seal dan piston seal hampir identik, yang membedakan ialah peletakannya dalam suatu sistem pneumatic/hydraulic.

- **Backup Ring** (tidak selalu terdapat pada semua sistem), berfungsi untuk memperkuat piston/rod seal terhadap tekanan yang diterima seal tersebut.
- **Weeper/Dust Seal**, seal ini berguna untuk mencegah masuknya kotoran yang akan terbawa masuk kedalam sistem hidrolik/pneumatik akibat keluarnya rod/as/piston dari rumahnya pada saat beroperasi

2.6. Analisa Gaya Silinder Hidrolik

Dimana :

F_i	= Gaya inersia	dpr	= Diameter batang piston
W	= Gaya beban	do	= Diameter dalam silinder
F_2	= Gaya tekanan balik	di	= Diameter luar silinder
F_{f_p}	= Gaya gesek piston	Q1	= Kapasitas aliran masuk
$F_{f_{pr}}$	= Gaya gesek batang piston	Q2	= Kapasitas aliran keluar
F	= Gaya (piston)	P1	= Tekanan fluida masuk

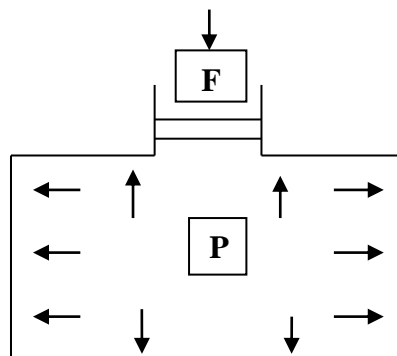


Gambar 2.6. Analisa gaya pada piston dan batang piston

(Sumber, Tugas Akhir Eko Triono)

2.6.1. Perhitungan Tekanan

Tekanan oli yang diperlukan didalam silinder untuk dapat menggerakkan torak adalah P_1 , dan tekanan ini dapat dihitung dari gaya torak F_1 . Jadi tekanan minyak dalam silinder.



Gambar 2.6.1. Tekanan Oli Dalam Silinder

(Sumber, Tugas Akhir Eko Triono)

Dimana :

P_1 = Tekanan minyak (kg/cm^2)

F_1 = Gaya piston/torak (kg)

A_1 = Luas penampang kerja piston/torak (cm^2).....(Pustaka 1, hal 27)

Bila tekanan dalam silinder sudah dapat, maka tekanan minyak yang keluar dari pompa adalah :

Dimana :

P = Tekanan pompa keluar

P_1 = Tekanan oli dari silinder

ΔP_1 = Kerugian tekanan dalam pressure line dan exhaust line

Daya piston di transmisikan :

$$N_1 = \frac{Q_1 \cdot P_1}{455,62} = A_1 \cdot V_1 \dots \dots \dots (8)$$

Dimana :

P_1 = Tekanan minyak dalam silinder

Q_1 = Kapasitas aliran (cm^3/min)

A_1 = Luas penampang piston (cm^2)

V_1 = Kecepatan piston/torak (cm/s)

2.6.2. Perhitungan Kehilangan Tekanan

Kehilangan tekanan pada pipa masuk pompa (Suction line) dan pipa keluar pompa (Discharge line)

$$A = \frac{\pi \cdot (d_o)^2}{4} \dots\dots\dots(9)$$

$$\text{Kecepatan aliran fluida : } V = \frac{Q_{pompa}}{A} \dots\dots\dots(10)$$

Koefisien gesek untuk turbulen :

$$\lambda = \frac{64}{Re} \dots\dots\dots(11)$$

$$\text{Kehilangan tekanan : } pf = \lambda \frac{L_e}{d_o} \cdot \frac{V^2}{2g} \cdot p \dots\dots\dots(12)$$

Indicated power piston :

$$\begin{aligned} N_I &= N_1 \cdot Nf \dots\dots\dots(13) \\ &= \frac{Q_1 \cdot P_1}{455,62} \end{aligned}$$

Dimana :

Nf = Kerugian daya karena gesekan dan tekanan balik (hp)

P = Tekanan karena beban (kg/cm^2)

$$Nf = \frac{Q_1 \cdot P_1}{455,62} \left(Pf + P_2 \frac{A_2}{A_1} \right) \dots\dots\dots(14)$$

$$\text{Efisiensi mekanis} = \frac{\text{DayaIndicatedPiston}}{\text{Dayapiston}}$$

$$\eta_{mek} = \frac{N_1 \cdot Nf}{N_1} = 1 - \frac{Nf}{N_1}$$

Kecepatan piston pada saat menggerakkan beban:

$$V_I = \frac{Q_1}{A_1} \dots\dots\dots(15)$$

$$A_I = \frac{\pi}{4} (d_o)^2$$

Dimana :

d_0 = Diameter dalam piston

Q_1 = Kapasitas aliran

2.6.3. Gaya tekanan balik :

$$F_2 = \frac{p_2 \cdot \pi (d_0 - d_{pr}^2)}{4} \dots\dots\dots(16)$$

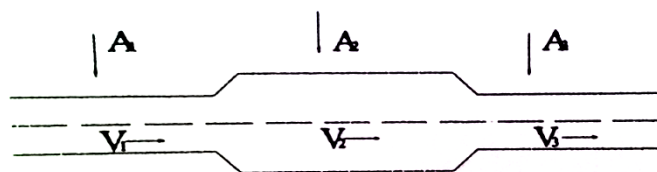
Dimana :

P_2 = Tekanan balik (*back pressure*)

D_{pr} = Diameter batang piston (untuk silinder bucket)

2.6.4. Kapasitas aliran

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



Gambar 2.6.4. Persamaan Kontinuitas Pada Pipa

(Sumber, Tugas Akhir Eko Triono)

Persamaan kontinuitas :

$$Q = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 = A_3 \cdot V_3 \dots\dots\dots(17)$$

Dimana :

Q = Debita aliran (*liter/menit*)

A = Luas penampang (m^2)

V = Kecepatan (*m/min*)

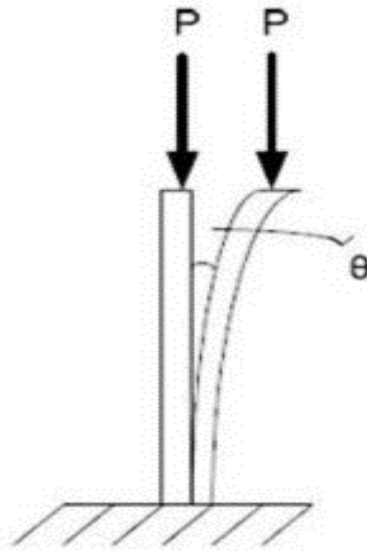
2.6.5. Defleksi (Kebengkokan)

Defleksi adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah vertical dan horisontal akibat adanya pembebanan yang diberikan pada balok atau batang. Sumbu sebuah batang akan terdeteksi dari kedudukannya semula bila benda dibawah pengaruh gaya terpakai. Dengan kata lain suatu batang akan mengalami pembebanan transversal baik itu beban terpusat maupun terbagi merata akan mengalami defleksi.

Defleksi terbagi dua yaitu :

2.6.5.1. Deflkesi Vertikal (Δw)

Perubahan bentuk suatu batang akibat pembebanan arah vertikal (tarik, tekan) hingga membentuk sudut defleksi, dan posisi batang vertikal, kemudian kembali ke posisi semula.



Gambar 2.6.5.1. Defleksi Vertikal

2.6.5.2. Defleksi Horizontal (Δ_p)

Perubahan bentuk suatu batang akibat pembebanan arah vertikal (bending) posisi batang horizontal, hingga membentuk sudut defleksi, kemudian kembali ke posisi semula.



Gambar 2.6.5.2. Defleksi Horizontal

Hal-hal yang mempengaruhi terjadinya defleksi yaitu :

1. Kekakuan batang

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

2. Besarnya kecil 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.

4. Jenis beban yang terjadi pada batang

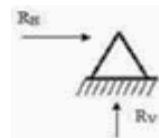
Beban terdistribusi merata dengan beban titik, keduanya memiliki kurva defleksi yang berbeda-beda. Pada beban terdistribusi merata slope yang terjadi pada bagian batang yang paling dekat lebih besar

dari slope titik. Ini karena sepanjang batang mengalami beban sedangkan pada beban titik hanya terjadi pada beban titik tertentu saja.

Macam-macam tumpuan, antara lain:

1. 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 2.6. Tumpuan Engsel

2. Rol

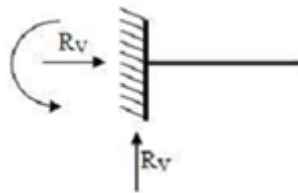
Rol merupakan tumpuan yang hanya dapat menerima gaya reaksi vertikal. Jenis tumpuan ini mampu melawan gaya-gaya dalam suatu garis aksi yang spesifik.



Gambar 2.6. Tumpuan Rol

3. 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 2.6. Tumpuan Jepit

Defleksi yang terjadi pada tabung silinder rumus yang dapat digunakan :

$$\Delta = \frac{P \cdot L}{A \cdot E} \dots \dots \dots (18)$$

Dimana :

P = Tekanan (kg/cm^2)

L = Panjang rod (m)

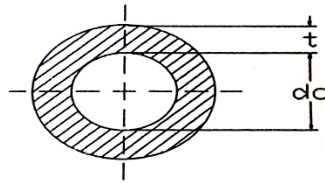
A = Luas penampang (m^2)

E = Modulus elastisitas (Kn/m^2)

2.6.6. Tebal Silinder

Tebal silinder hidrolik harus mampu mengatasi terhadap kemungkinan belah (*circumferential stress*) dan kemungkinan putus (*longitudinal stress*), dimana dapat ditentukan dengan rumus :

$$t = \frac{P \cdot d_0}{2 \cdot \sigma} \dots\dots\dots(19)$$



Gambar 2.6. Tebal Silinder

(Sumber, Tugas Akhir Eko Triono)

Dimana :

P = Tekanan fluida maksimum (kg/cm)

σ = Tegangan tarik yang diperbolehkan (kg/cm^2)

d_0 = Diameter dalam silinder (cm)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Pelaksanaan

Metode pengumpulan data yang dipakai dalam penelitian ini adalah studi literatur dan metode observasi di PT. (META ESTATIKA GRAHA) yaitu salah satu perusahaan public di Kalimantan Barat yang bergerak di bidang penyewaan unit alat-alat berat, seperti *Excavator, bulldozer, motor grader, farm tractor, vibro compactor, dump truck* dan lain-lain.

3.2. Bahan Dan Alat Penelitian



Gambar 3.2. Silinder Hidrolik

(Sumber, https://en.wikipedia.org/wiki/Hydraulic_cylinder)

3.2.1. Bahan

A. Silinder Body

Bagian ini menjadi sisi terluar dari silinder hidrolik yang posisinya didesain diam. Proses permesinan pada sisi dalamnya didesain presisi sesuai dengan komponen yang lain.

B. Piston

Bagian ini berada pada sisi dalam barel yang berfungsi untuk memisahkan antara kedua sisi ruang silinder. Berkontak langsung dengan fluida hidrolik dan memiliki luas penampang tertentu. Luas penampang inilah yang mengubah tekanan hidrolik menjadi gaya tertentu yang besarnya sesuai dengan rumus umum.

C. Piston Rod

Bagian yang berbentuk silinder memanjang ini salah satu ujungnya terkoneksi langsung dengan piston, dan sisi lainnya terkoneksi dengan peralatan lain yang digerakkan. Bagian inilah yang meneruskan gaya yang timbul akibat tekanan fluida hidrolik ke alat lain yang terhubung.

D. Sistem Seal/Gland

Beberapa bagian dari silinder hidrolik terpasang sistem *seal* yang umumnya berbahan karet, untuk mencegah kebocoran fluida hidrolik. Pada sisi piston terpasang *seal* untuk mencegah fluida kerja berpindah dari sisi satu ke yang lainnya, sehingga dapat mengganggu kerja silinder hidrolik. Pada sisi *piston rod* terpasang sistem *seal* yang *fix* pada sisi barel sebelah dalam untuk mencegah kebocoran fluida hidrolik yang berada pada ruang sisi *piston rod*.

3.2.2. Alat Penelitian

Adapun alat penelitian yang digunakan adalah :

a. *Excavator Hitachi Zaxis 210 Mf*

Excavator adalah salah satu alat berat pada umumnya sering digunakan untuk menggali, meratakan tebing, mencabut tunggul, menggali parit. Excavator terdiri dari beberapa komponen utama seperti *engine, pump, control valve, final drive, swing, center joint, boom, arm, bucket*. Berdasarkan kegunaan excavator tersebut penulis mengambil penelitian pada kebocoran yang terjadi pada cylinder bucket tersebut.

b. Peralatan

1. *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*.

2. *Manual book*

Manual book merupakan buku panduan dalam perawatan dan perbaikan unit.

3. *Hand tools*

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

4. *Compressor*

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

5. Alat ukur

Digunakan saat untuk mengukur silinder dan lainnya.

3.3. Prosedur Penelitian

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 *control valve, pompa*
- Cek komponen *control valve*
- Pemeriksaan dan pembongkaran *cylinder bucket*

3.4. Pembongkaran Silinder Bucket

A. Langkah-langkah pembongkaran

1. Sebelum pembongkaran terlebih dahulu siapkan peralatan keselamatan kesehatan kerja dan peralatan yang diperlukan untuk pembongkaran.
2. Sebelum pembongkaran dilakukan terlebih dahulu :
 - Melepaskan *ling I* pada *bucket*
 - Melepaskan *hose* saluran *oli* masuk dan keluar
 - Membuka *pin cylinder bucket*

- Memindahkan *cylinder bucket*
 - Melepaskan pasak *pin bucket*
 - Melepaskan *pin bucket*
 - Melepaskan *link I*
 - Melepaskan *waser*
 - Mengangkat *cylinder*
 - Mengeluarkan *oli* dari saluran masuk dan keluar pada *hose cylinder*
3. Melepas baut pengikat *piston rod*
4. Setelah itu mencabut *pin slim rod* dari kepala *cylinder*
- Mengeluarkan *cyinder bucket, cylinder tube* dengan menggunakan palu karet.
 - Untuk membuka *piston rod* terlebih dahulu melepas *baut socket* (6buah) dan *washer* dari *piston* , dengan menggunakan alat pembuka *socket* 14 mm.
 - Melepas *piston*, untuk melepas *piston* harus melakukan pembongkaran *cushing ring* dan kepala *cylinder* dari *piston rod* dengan menggunakan alat *special tool* (ST 5908).
 - Melepas *teflon rings* (2 buah), *wear ring* (2 buah) *seal ring* dan *o-ring* dari *piston*.
 - Melepas *retainng ring, dust seal, seal ring* dan *bushing* dari kepala *cylinder* (untuk membuka *bushing* dengan menggunakan *special tool bucket* 90 mm(ST 8024).

3.5. Penelitian Kebocoran

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

3.5.1.Cylinder Rod

Gejala kerusakan yang sering terjadi pada cylinder Rod :

1. 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.
2. 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.

3.5.2. 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.

3.5.3. 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.

3.5.4. Head Cylinder

Gejala kerusakan yang sering terjadi pada Head Cylinder:

1. Head cylinder mengalami keretakan pada bagian dalam atau luar. Hal ini dapat terjadi karena benturan benda keras yang mengenai Head Cylinder pada saat beroperasi.
2. Kerusakan yang umum terjadi yaitu terjadinya goresan atau terkikisnya dinding head cylinder bagian dalam. Dalam hal ini goresan diakibatkan oleh masuknya kotoran dari luar.
3. Head cylinder mengalami kebalingan. Hal ini cukup mengganggu kinerja dari bucket cylinder hydraulic. Head cylinder yang baling dapat membuat kebocoran pada tabung.

3.6. 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 :

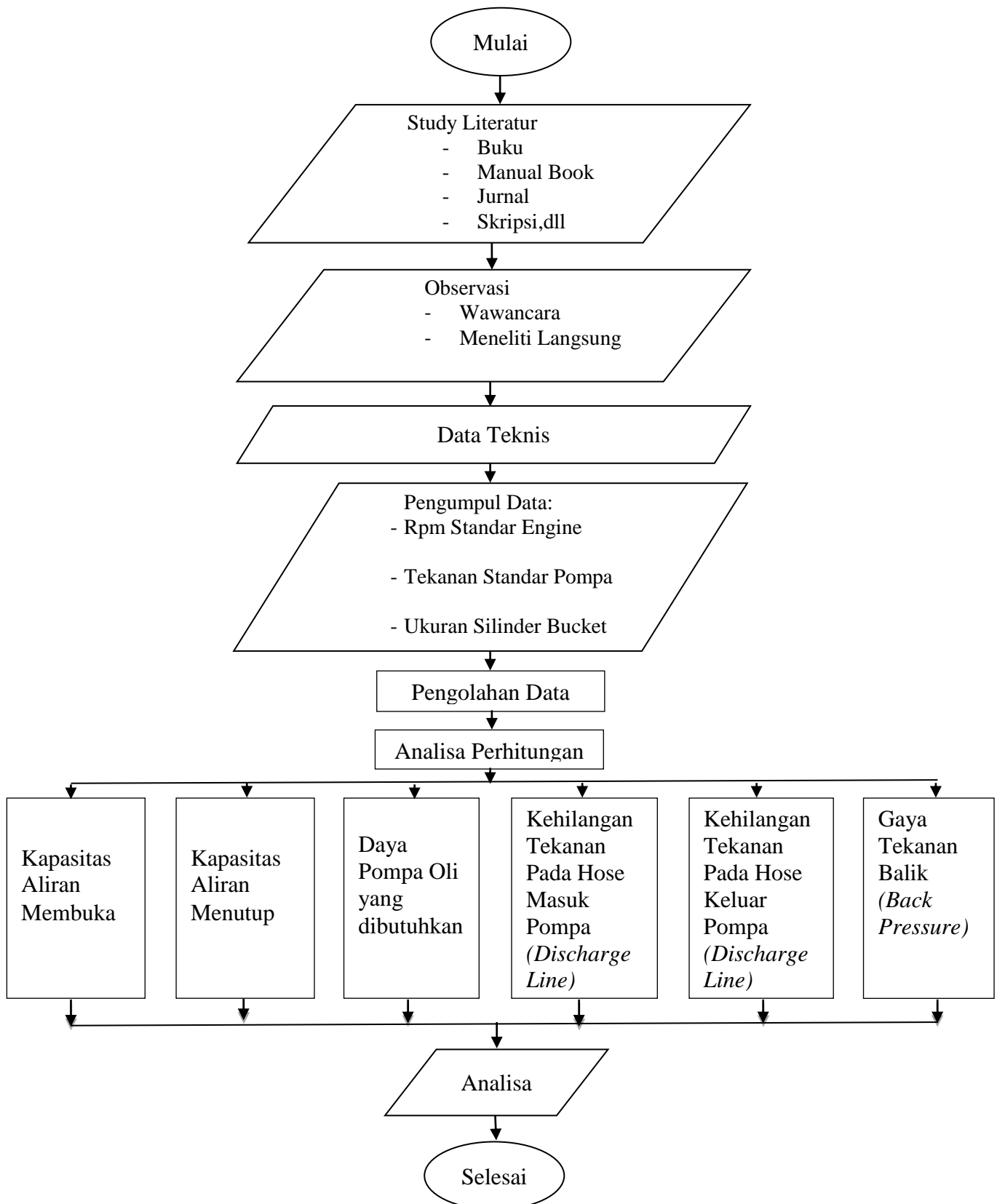
1. Mencari perhitungan tekanan yang diperlukan didalam silinder untuk dapat menggerakkan torak adalah P_1 , dan tekanan dapat dihitung dari gaya torak F_1 dengan rumus yang sudah ditentukan.
2. Mencari perhitungan kehilangan tekanan pada pipa masuk pompa (*suction line*) dan pipa keluar pompa (*discharge line*) dengan menggunakan rumus yang sudah ditentukan.
3. Fluida hidrolis merupakan salah satu unsur penting dalam sistem, yang berperan sebagai media perantara untuk memindahkan tenaga, juga sebagai pelumas bagi alat atau komponen yang ada dalam sistem hidrolis. Hal terpenting yang perlu diperhatikan dalam pemilihan fluida hidrolis

adalah “Viscositas”, karena viscositas akan mempengaruhi kemampuan untuk mengalir dan melumasi bagian-bagian yang bergesekan. Viscositas fluida hidrolik dinyatakan dengan nilai viscositas.

4. Melakukan penelitian terhadap engine, dimana engine tersebut adalah komponen utama yang menggerakkan komponen seperti pompa dan lainnya, dengan cara mengetahui speed operational performance dan disesuaikan dengan speed standar dari pabrikan, karena sangat berpengaruh bagi sistem yang lainnya.
5. Melakukan penelitian terhadap pompa, dimana pompa tersebut yang merubah energi mekanik menjadi energi hidrolik, dengan cara menekan fluida hidrolik kedalam system. Untuk mengetahui pressure pompa untuk mengalirkan ke silinder bucket.
6. Melakukan penelitian terhadap control valve, dimana kontrol valve tersebut adalah suatu komponen yang berfungsi untuk mengarahkan aliran fluida oli hidrolik dari pompa hidrolik keseluruhan system yang membutuhkan komponen-komponen yang terdapat didalam control valve, yang terdiri dari spool control aliran oli, katup control pembebas tekanan, katup control penguat tekanan.
7. Melakukan penelitian terhadap silinder hidrolik, yang mana didalam silinder bucket tersebut terdapat berbagai macam komponen dan berbagai fungsinya. Pengertian silinder hidrolik itu sendiri adalah suatu komponen yang mengubah tenaga hidrolik menjadi tenaga mekanik yang menghasilkan gerak lurus berulang atau translasi. Salah satu aplikasinya

yang digunakan pada excavator adalah untuk menggerakkan silinder bucket. Melakukan penelitian terhadap silinder bucket ini dengan cara mengetahui ukuran standard silinder dan silinder rod, beserta komponen yang terdapat didalam silinder bucket.

3.7. Flow Chart



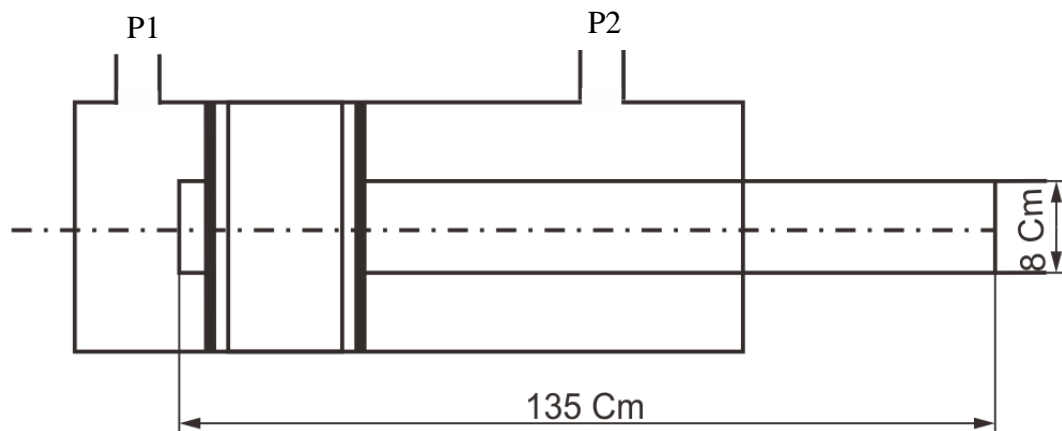
BAB IV

DATA TEKNIS DAN ANALISA PERHITUNGAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil analisa peneliti yang didapatkan dilapangan pada alat excavator hitachi zaxis 210 mf Sn 70165 5G di PT. META ESTATIKA GRAHA.

4.1. Spesifikasi Dari Cylinder Bucket

- Panjang rod silinder	135 cm
- Diameter cylinder	11 cm
- Diameter rod	8 cm
- Temperatur oli	$55 \pm 60^{\circ} C$
- 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)
- Tekanan out put pompa	1500 Psi



Gambar 4.1. Tabung Silinder Hidrolik

4.1.1. Kapasitas Aliran Pompa

Dalam menentukan kapasitas aliran pompa, diasumsikan bahwa kapasitas aliran maximum akan terjadi pada saat silinder bucket digerakan (yang

terbesar). $Q_{bucket} = \frac{\pi}{4} \cdot d_0 \cdot V_{bucket} \cdot n$

Dimana:

Q_{bucket} = kapasitas aliran maximum oli yang dibutuhkan silinder bucket (l/mnt)

d_0 = diameter dalam silinder bucket (11cm)

V_{bucket} = kecepatan angkat (cm/s)

n = jumlah silinder angkat (1 buah)

4.1.2. Kapasitas Aliran Posisi Menutup

$$Q_{bucket} = \frac{\pi}{4} \cdot 11^2 \cdot 31,39.1$$

$$= 2981,6 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$= 178,8 \text{ l/mnt}$$

Kapasitas pompayang dibutuhkan:

$$Q = Q_{bucket} + \Sigma (Q_{bocor} + Q_{drain})$$

Dimana:

Q_{bocor} = jumlah kapasitas aliran yang bocor dari silinder angkat

Q_{drain} = jumlah kapasitas aliran kembali ke tangki dari katup kontrol

Diasumsikan;

$$\Sigma (Q_{\text{bocor}} + Q_{\text{drain}}) = 5\% \cdot Q_{\text{bucket}}$$

$$\begin{aligned} \Sigma (Q_{\text{bocor}} + Q_{\text{drain}}) &= 5\% \cdot 178,8 \\ &= 9 \text{ l/mnt} \end{aligned}$$

Sehingga kapasitas pompa:

$$\begin{aligned} Q &= 178,8 + 9 \\ &= 187,8 \text{ l/mnt} \end{aligned}$$

4.1.3. Kapasitas Aliran Posisi Membuka

$$\begin{aligned} Q_{\text{bucket}} &= \frac{\pi}{4} \cdot 11^2 \cdot 54 \cdot 1 \\ &= 5129,2 \text{ cm}^3/\text{s} \\ &= 307,8 \text{ l/mnt} \end{aligned}$$

Kapasitas pompayang dibutuhkan:

$$Q = Q_{\text{bucket}} + \Sigma (Q_{\text{bocor}} + Q_{\text{drain}})$$

Diasumsikan;

$$\Sigma (Q_{\text{bocor}} + Q_{\text{drain}}) = 5\% \cdot Q_{\text{bucket}}$$

$$\begin{aligned} \Sigma (Q_{\text{bocor}} + Q_{\text{drain}}) &= 5\% \cdot 307,8 \\ &= 15,39 \text{ l/mnt} \end{aligned}$$

Sehingga kapasitas pompa:

$$Q = 307,8 + 15,39$$

$$= 323,19 \text{ l/mnt}$$

4.1.4. Daya Pompa Oli Yang Dibutuhkan

Tekanan keluar pompa (*Discharge Pressure Pump*) diatur oleh pegas pada katup relief. Tekanan untuk silinder bucket, $P_{bucket} = 1500 \text{ psi} = 105,4 \text{ kg/cm}^2$.

Kapasitas aliran $Q = 323,19 \text{ l/mnt}$

Diasumsikan :

- Efisiensi volumetrik, $\eta_{vol} = 85\%$
- Efisiensi mekanis, $\eta_{mek} = 90\%$

Maka efisiensi total (*overall efficiency*) :

$$\eta_{tot} = \eta_{vol} \cdot \eta_{mek}$$

$$= 0,85 \cdot 0,95$$

$$= 0,765$$

Daya out put pompa adalah :

$$Np = \frac{P \cdot Q}{455,62} \text{ (hp)}$$

Dimana :

Np = daya out put pompa (hp)

Q = kapasitas aliran (l/mnt)

P = tekanan pompa (kg/cm^2)

Maka :

$$Np = \frac{105,4 \cdot 323,19}{455,62}$$

$$= 74,765 = 74,8 \text{ hp}$$

$$= 55,7 \text{ kw}$$

Daya angkat yang diperlukan silinder bucket :

$$\begin{aligned} N_{bucket} &= \frac{Np}{\eta_{tot}} \\ &= \frac{74,8}{0,765} \\ &= 97,7 \text{ hp} = 72,8 \text{ kw} \end{aligned}$$

4.1.5. Kehilangan Tekanan Pada Hose Masuk Pompa (*Suction Line*)

$$d_0 = 3 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{\pi \cdot (3)^2}{4} \\ &= 7,065 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$Q_{pompa} = 307,8 \text{ l/mnt} = 307,800/60 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Maka kecepatan aliran fluida :

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q_{pompa}}{v} \\ &= \frac{307800/60}{7,065} \\ &= 726,1 \text{ cm/s} = 7,261 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\text{Viskositas kinematik, } \nu = 68 \text{ cst} = 0,68 \text{ cm}^2/\text{s}$$

Bilangan Reynold :

$$\begin{aligned} Re &= \frac{V \cdot d_0}{\nu} \\ &= \frac{726,1 \cdot 3}{0,68} \\ &= 3203,4 \dots (\text{jenis aliran turbulen}) \end{aligned}$$

Sehingga koefisien gesek:

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{64}{Re} \\ &= \frac{64}{3203,4} \\ &= 0,020\end{aligned}$$

Panjang ekivalen (Le):

Panjang pipa masuk $Le_1=160$ cm, $k = 0,5$

$$\begin{aligned}Le_2 &= \frac{k}{\lambda} \cdot d_0 \\ &= \frac{0,5}{0,020} \cdot 3 \\ &= 75\text{cm}\end{aligned}$$

Maka panjang ekivalen:

$$\begin{aligned}Le &= Le_1 + Le_2 \\ &= 160 + 75 \\ &= 235 \text{ cm}\end{aligned}$$

Kehilangan tekanan:

$$\begin{aligned}
 pf &= \lambda \frac{Le}{d_0} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \cdot \rho \\
 &= 0,020 \frac{235}{3} \cdot \frac{(726)^2}{2.981} \cdot 0,000845 \\
 &= 0,020 \cdot 78,3 \cdot 268,7 \cdot 0,000845 \\
 &= 0,35 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

4.1.6. Kehilangan Tekanan Pada Hose Keluar Pompa (*Discharge Line*)

$$d_0 = 3,2 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{\pi \cdot (3,2)^2}{4} \\
 &= 8,04 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$Q_{pompa} = 307,8 \text{ l/mnt} = 307,800/60 \text{ cm}^3/\text{s} = 3078 \text{ m}^3/\text{s}$$

Maka kecepatan aliran fluida :

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{Q_{pompa}}{v} \\
 &= \frac{307800/60}{8,04} \\
 &= 638,1 \text{ cm/s} = 6,381 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Viskositas kinematik, $\nu = 68 \text{ cst} = 0,68 \text{ cm}^2/\text{s}$

Bilangan Reynold :

$$\begin{aligned}
 Re &= \frac{V \cdot d_0}{\nu} \\
 &= \frac{638,1 \cdot 3,2}{0,68}
 \end{aligned}$$

$$= 3002,8 \dots (\text{jenis aliran turbulen})$$

Sehingga koefisien gesek:

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

$$= \frac{64}{3002,8}$$

$$= 0,021$$

Panjang ekivalen (Le):

Panjang pipa masuk $Le_1 = 160$ cm, $k = 0,5$

$$Le_2 = \frac{k}{\lambda} \cdot d_0$$

$$= \frac{0,5}{0,021} \cdot 3,2$$

$$= 76,2 \text{ cm}$$

Maka panjang ekivalen:

$$Le = Le_1 + Le_2$$

$$= 160 + 76,2$$

$$= 236,2 \text{ cm}$$

Kehilangan tekanan:

$$\begin{aligned}
 pf &= \lambda \frac{Le}{d_0} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \cdot \rho \\
 &= 0,021 \frac{236}{3,2} \cdot \frac{(638,1)^2}{2.981} \cdot 0,000845 \\
 &= 0,021 \cdot 73,81 \cdot 207,5 \cdot 0,000845 \\
 &= 0,27 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

4.1.7. Gaya Tekanan Balik (*Back Pressure*)

$$F_2 = \frac{P_2 \cdot \pi (d_0 - d_{pr})}{4}$$

Dimana :

P_2 = tekanan balik 15 (kg/cm^2)

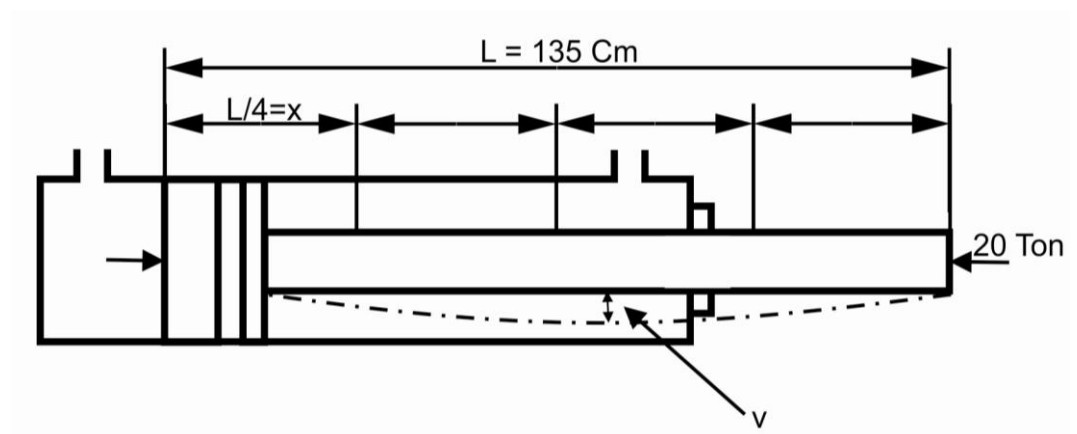
D_{pr} = diameter batang piston \rightarrow untuk rod bucket 8 cm

Maka :

$$\begin{aligned}
 F_2 &= \frac{15 \cdot \pi [(11)^2 - (8)^2]}{4} \\
 &= \frac{47,1 \cdot (57)}{4} \\
 &= 671,175 \text{ kg/cm} = 6581,98 \text{ N} \\
 &= 65 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

4.2. Perhitungan Defleksi

Perhitungan defleksi ini dengan menggunakan persamaan kolom dengan beban aksial eksentris, untuk mengetahui berapa besar defleksi yang terjadi pada titik $L/2$ dan $L/4$ pada batang rod, agar mempermudah melakukan perhitungan sebelumnya harus mencari nilai yang diperlukan seperti nilai elastisitas (E), momen inersia (I) dan luas penampang (π) dari batang rod tersebut, adapun perhitungan yang dilakukan peneliti sebagai berikut :



Gambar 4.2. Skematis Silinder Bucket

Diketahui : $L = 135 \text{ cm} \longrightarrow 1350 \text{ mm}$

$$\pi = 3,14$$

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

$$I = 46.400 \text{ Kg/mm}^4$$

$$P_{cr} = \frac{2046 \cdot \pi^2 EI}{L^2}$$

$$P_{cr} = \frac{2046 \cdot 3,14^2 \cdot 200 \cdot 46.400}{1350^2}$$

$$= \frac{2046 \cdot 9,8596 \cdot 200 \cdot 46.400}{1.822.500}$$

$$= 102.717,7 \text{ KN}$$

$$EIv^2 = M$$

$$M + Pv = 0 \text{ atau } M = - Pv$$

$$Eiv^2 + Pv = 0$$

$$V^2 + k^2 v = 0$$

$$V = C_1 \sin kx$$

$$\text{Dengan } k = \sqrt{\frac{P}{EI}} = \sqrt{\frac{102.717,7}{200 \cdot 46.400}}$$

$$= \sqrt{\frac{102.717,7}{9.280.000}}$$

$$= 0,105$$

$$V^2 + 0,105 \cdot v = 0$$

$$V(0) = 0 \text{ dan } V(L) = 0$$

$$V = C_1 \sin kx$$

$$V = 1 \sin 0,105 \cdot 337,5 \text{ mm}$$

$$= \sin 35,437$$

$$L/4 = 0,579 \text{ mm}$$

$$L/2$$

$$V = 1 \sin 0,105 \cdot 675 \text{ mm}$$

$$= \sin 70,875$$

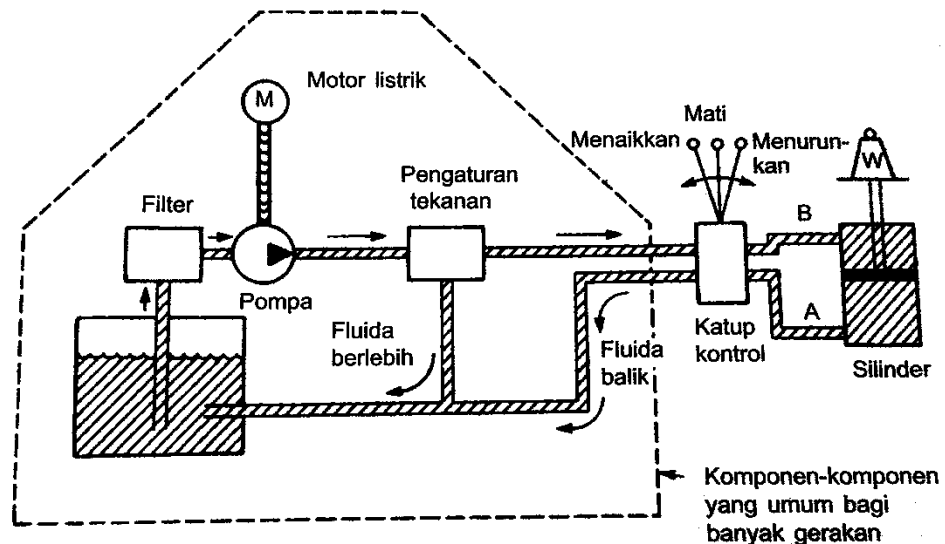
$$= 0,944$$

$$L/2 = 0,944 \text{ mm}$$

Beban yang diberikan sebesar 20 ton dengan panjang batang rod dengan panjang batang rod 1350 mm dan berdiameter 80 mm. Pembebanan dengan arah horizontal yang saling berlawanan yang dilihat seperti pada gambar, yang mana pembebanan berlawanan dengan tekanan fluida yang menekan piston rod mengakibatkan terjadi defleksi pada batang rod yang disebabkan karena kekuatan penekukan dari beban dengan tekanan fluida yang cukup besar, sehingga melebihi kekuatan dari bahan rod tersebut. Adapun hasil perhitungan yang didapat adalah $L/2 = 0,944 \text{ mm}$ dan $L/4 = 0,579 \text{ mm}$.

4.3. Analisa Secara Teoritis

- Prinsip kerja sistem hidrolik pada silinder bucket



Gambar 4.3. Rangkaian Sistem hidrolik

Pada saat engine/motor di start, putaran dari out put 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.

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 kebengkokan 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 hidrolis.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil yang disesuaikan dengan analisa dan pembahasan data teknis, maka dapat diambil kesimpulan bahwa terjadi defleksi pada rod bucket adalah sebesar $L/2 = 0,944$ mm dan $L/4 = 0,579$ mm dimana penyebab defleksi 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. Viscositas olinya tidak baik, sehingga gesekan antara dua logam tidak dapat didinginkan dengan baik.

5.2. 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.

4. Dalam penganalisaan dari sistem kerja hidrolik ini ada beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain, daya out put dari mesin yang menggerakkan pompa, kapasitas dari pompa oli untuk mendapatkan tekanan yang tepat, jenis fluida yang digunakan harus tepat, sistem pengaturan oli yang terdapat pada control valve, dan komponen yang melengkapi sistem hidrolik lainnya harus dapat bekerja dengan baik.
5. Diharapkan kepada peneliti selanjutnya untuk berusaha melakukan penelitian kekuatan bahan dari komponen silinder bucket, karena penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan.

Daftar Pustaka

- Adriyan Saputra, (2013) Analisa Kerusakan Pada Cylinder Hydraulic Bucket Excavator Hitachi Ex 2500, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
- http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku_id=65481 (13 Agustus 2015)
- Candro Luga Marbun, “Perbaikan Dan Perakitan Arm Cylinder Hydraulic Pada Excavator Komatsu Tipe Pc-200”, <http://canroluga.blogspot.com/2011/08/perbaikan-dan-perakitan-arm-cylinder.html> (13 agustus 2015)
- Eko Triono, (2006), Analisa Penyebab Bengkok Rod Cylinder Bucket Work Equipment Excavator Seri 311 Caterpillar, Universitas Muhammadiyah Pontianak
- Fatkhurrahman, (2006), Analisa Sistem Hidraulik Forklif Tipe Cater Pillar Seri %CP-10001-UP-DP 4.5, Universitas Muhammadiyah Pontianak
- Ir. Mulyono, MT.”Analisis Hambatan Hidroulik Pada Aliran Dua Fase (Cair-Gas) Terstratifikasi”, Universitas Muhammadiyah Magelang, Lembaga Penelitian Tahun 2007/2008
- Mulyadi, (2008), Analisa Terjadinya Penurunan Tekanan Pada System Hydraulic Wheel Loader LK 300 A KOBELCO. Universitas Muhammadiyah Pontianak
- Maskub, ”Cara kerja excavator hidrolik bulldoser”
<https://maskub.wordpress.com/2010/06/11/cara-kerja-excavator-hidrolik-buldoser/>(28 juni 2015)
- Komponen – Komponen Dasar Pada Hydraulic System, <http://pengetahuan-dibidang-hydraulic.blogspot.com/2009/05/komponen-komponen-dasar-pada-hydraulic.html> (09 september 2015)
- Jenis-Jenis Pompa Hidrolik (Pompa Roda Gigi Dalam Dan Pompa Roda Gigi Luar), <http://conectingwillys.blogspot.com/2013/04/jenis-jenis-pompa-hidrolik-pompa-roda.html> (09 september 2015)

- Trouble Excavator, <http://hartono-exca.blogspot.com/2012/08/machine-trouble-shooting-big-digger.html> (09 september 2015)
- Mansur, Makalah Sistem Hidrolik, <http://samoeji.blogspot.com/2013/04/makalah-sistem-hidrolik.html> (16 september 2015)
- Klasifikasi Pompa Hidrolik, <http://teknisiberat.blogspot.co.id/2011/12/klasifikasi-pompa-hidrolik.html>
- Fortek Pembangunan, “Sistem Hidrolik Dan Pompa Hidrolik” <http://fortek-pembangunan.blogspot.com/2013/05/sistem-hidrolik-dan-pompa-hidrolik.html> (16 september 2015)
- Perbaikan Komponen Hidrolik, <http://1stinformation.blogspot.com/2011/05/perbaikan-komponen-hidrolik.html> (16 september 2015)
- 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 2015)
- Utin Dewi Sartika, (2007), *Analisa Kerusakan Hosing Pada Sistem Hidrolik Forklift Komatsu Fd 100-7*, Universitas Muhammadiyah Pontianak
- Sugi Hartono Drs, “Sistem Kontrol dan Pesawat Tenaga Hidrolik”, Penerbit Tarsito Bandung
- E.p. Popov, zainul Astamar, “Mekanika Teknik (Mechanics Of Material)”, Penerbit Erlangga, Ciracas – Jakarta
- Frank M. White, “Mekanika Fluida”, Penerbit Erlangga, Ciracas – Jakarta
- Andrew Parr, “ Hidrolika Dan Pneumatika” , Penerbit Erlangga, Ciracas, Jakarta
- Hydraulic cylinder, https://en.wikipedia.org/wiki/Hydraulic_cylinder (03 juli 2015)
- Technikal Manual (Operational Principle) Zaxis
- Shop Manual Zaxis, Hitachi, Japan*
- TIM, 1980, Disassembly and Assembly Cylinder Bucket Zaxis 210, Hitachi, Japan*
- <http://dunia-alat-berat.blogspot.co.id/2011/11/seputar-hydraulic-hose.html> (16 januari 2016)
- <http://hydroservgroup.com/index.php?sub=10&list=53> (16 januari 2016)

<http://4.bp.blogspot.com/-c4X3aRj5S0g/VeZHelcULiI/AAAAAAAAADjs/UbmrKWzKjyk/s1600/Double%2Bacting%2Bcylinder.png> (16 januari 2016)

<http://www.excavatorspare-parts.com/sale-2631520-excavator-boom-arm-bucket-cylinder-oil-seal-for-komatsu-or-hitachi-excavators.html> (18 januari 2016)

<http://sumantry.com/produk/hydraulic-pneumatic-seal> (18 januari 2016)

<https://temonsoejadi.com/2014/04/04/defleksi-fenomena-dasar-mesin/> (14 **maret 2016**)

LAMPIRAN FOTO PENELITIAN



Gambar 1. Layar Monitor



Gambar 2. Engine Excavator



Gambar 3. Pompa Hidrolik Excavator



Gambar 4. Control Valve



Gambar 5. Hose Hidrolik



Gambar 6. Rod Bucket



Gambar 7. Tabung Silinder



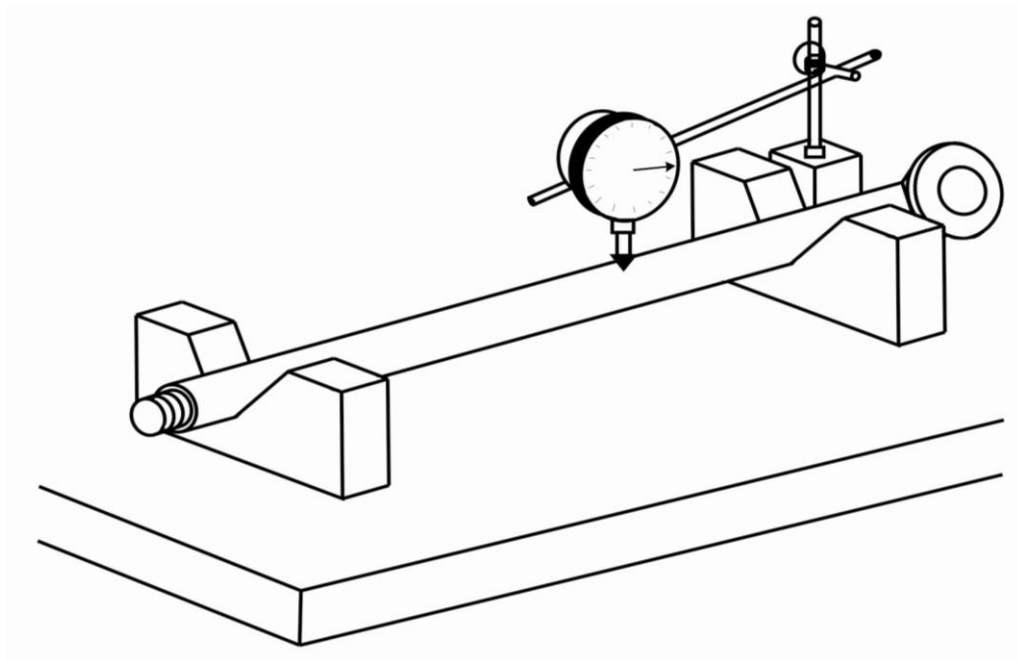
Gambar 8. Head Silinder Bucket



Gambar 9. Seal Silinder Bucket



Gambar 10. Piston Rod Bucket



Gambar 11. Pengukuran Defleksi (Kebengkokan)