

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISA PERENCANAAN SISTEM PENGENDALI POMPA TERHADAP DEBIT ALIRAN, GAYA DAN KECEPATAAN TORAK PADA EXCAVATOR**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**PANJI SANTOSO**  
**1307230213**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

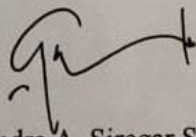
Nama : Panji Santoso  
NPM : 1307230213  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Tugas Akhir : Analisa Perencanaan Sistem Pengendali Pompa  
Terhadap Debit Aliran, Gaya, Dan Kecepatan Torak  
Pada Excavator.  
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Februari 2020

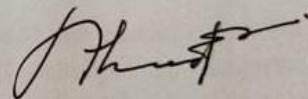
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



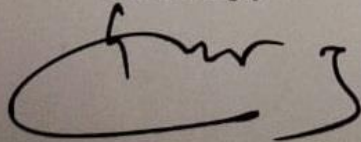
Chandra A. Siregar S.T., M.T

Dosen Penguji II



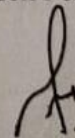
Ahmad Marabdi Siregar S.T., M.T

Dosen Penguji III



Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T

Dosen Penguji IV



H. Muharnif M S.T., M.Sc



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Panji Santoso  
Tempat /Tanggal Lahir : Cinta Rakyat / 03 Oktober 1995  
NPM : 1307230213  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“Analisa Perencanaan Sistem Pengendali Pompa Terhadap Debit Aliran, Gaya, Dan Kecepatan Torak Pada Excavator ”.**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Februari 2020

Saya yang menyatakan,



Panji Santoso

## ABSTRAK

Ekskavator (excavator) merupakan salah satu alat berat yang paling sering digunakan karena fleksibilitasnya yang sangat tinggi serta menjadikannya alat yang tepat untuk melakukan pekerjaan seperti menggali dan mengangkut ( loading and unloading ), mengeruk, membuka lahan dan lain-lain. Oleh sebab itu excavator mempunyai prinsip kerja yang menggunakan sistem pengendali pompa yang disebut control valve untuk menggerakkan torak melalui aliran fluida. Analisa dilakukan langsung dengan menggerakkan tuas kendali yang di mulai dari pompa 140 bar, boom 130 bar, arm 120 bar, bucket 110 bar pengujian menggunakan *peressur gueg*. Berdasarkan uraian di atas penulis mengetahui permasalahan yang terjadi dalam pengujian sistem kendali pompa excavator yaitu debit aliran, gaya , dan kecepatan torak pada silinder . dari hasil analisis sistem pengendali pompa di peroleh hasil debit aliran boom “max” 0,0000209 l/s debit aliran arm “max” 0,0000235 l/s debit aliran bucket 0,0000209 l/s. Gaya hidrolis boom 0,04082 N, gaya hidrolis bucket 0,03768 N , gaya hidrolis bucket 0,03458 N . kecepatan torak pada silinder boom 0.06 m/s , kecepatan torak pada silinder arm 0.075 m/s, kecepatan torak pada silinder bucket 0.066 m/s.

Kata kunci : excavator, sistem pengendali, debit aliran , gaya hidrolis, kecepatan torak silinder, pompa hidrolis.

## ABSTRACT

*Excavators (excavators) are one of the most frequently used heavy equipment because they involve very high levels and make them the right tools to do work such as collecting and transporting, dredging, clearing land and others. Therefore, the excavator has a working principle that uses a pump control system called valve control to move the piston through the fluid flow. The analysis is done directly by moving the control lever starting from the 140 bar pump, 130 bar boom, 120 bar arm, targeting the 110 bar bucket using a gueg machine. Based on the description above, find out what happened in the excavator pump inspection system test, namely the flow rate, force and speed of the piston on the cylinder. From the analysis of the pump control system, the result of the "max" discharge flow is 0.0000209 l / s. 0.04082 N hydraulic force boom, 0.03768 N style hydraulic bucket, 0.03458 N style hydraulic bucket. The piston speed on the boom cylinder is 0.06 m / s, the piston speed on the piston sleeve speed is 0.075 cylinder on the bucket cylinder 0.066 m/s.*

*Keywords: excavator, control system, flowrate, hydraulic force, piston piston speed, hydraulic pump.*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Perencanaan Sistem Pengendali Pompa Pada Terhadap Debit Aliran, Gaya Dan Kecepatan Torak Pada Excavator” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji sekaligus Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak H. Muharnif M, S.T.,M.T, selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Chandra A Siregar, S.T.,M.T selaku Dosen Pembanding I dan Penguji sekaligus Sekretaris Program Studi Teknik Mesin yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Affandi, S.T.,M.T, yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Seluruh Bapak / Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesin kepada penulis.
7. Orang tua penulis Darwanto dan Sri Eni yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak / Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis seperjuangan A-2 Teknik Mesin Angkatan 2013 dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebutkan satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi Teknik Mesin.

Medan, Februari 2020

Panji santoso

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACK</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>3</b>
2.1 Pengertian Sistem Pengendali	3
2.1.1 Klasifikasi Sistem Pengendali	4
2.1.2 Jenis-jenis katup/valve	7
2.2 Pengertian Pompa	12
2.2.1 jenis-jenis pompa	13
2.3 Pengertian silinder hidrolik	16
2.3.1 Jenis-jenis silinder hidrolik	16
2.3.2 hukum pascal	18
2.3.4 Istilah dan lambang dalam sistem hidrolik	19
<b>BAB 3 METODOLOGI</b>	<b>23</b>
3.1 Tempat dan Waktu	23
3.1.1 Tempat penelitian	23
3.1.2 Waktu penelitian	23
3.2 Perosedur perencanaan sistem pengendali pompa	24
3.3 Diagram alir	25
3.4 Bahan	26
<b>BAB 4 Hasil Dan Pembahasan</b>	<b>31</b>
4.1 Sistem pengendali	31
4.1.1 Control valve yang digunakan	31
4.1.2 Pembahasan rancangan sistem kendali pompa	32
4.2 Perhitungan analisa sistem kendali pompa	38



4.2.1 Perhitungan sistem kendali pompa pada silinder boom	38
4.2.2 Perhitungan sistem kendali pompa pada silinder arm	39
4.2.3 perhitungan sistem kendali pompa pada bucket	40
<b>BAB 5 Kesimpulan Dan Saran</b>	<b>44</b>
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	45

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **LEMBAR ASISTENSI**

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Sistem pengendali	3
Gambar 2.2 Sistem pengendali lup terbuka ( open lup system )	4
Gambar 2.3 Sistem pengendali lup tertutup	4
Gambar 2.4 Sistem pengendali manual	5
Gambar 2.5 Sistem pengendali otomatis	5
Gambar 2.6 Sistem pengendali digital	7
Gambar 2.7 valve ball	8
Gambar 2.8 valve plug/cok	9
Gambar 2.9 valve beautiful	9
Gambar 2.10 valve pengatur tekanan	10
Gambar 2.11 valve direksional	10
Gambar 2.12 (a) katup dua posisi, (b) katup tiga posisi	11
Gambar 2.13 (a) lintas aliran (b) shut- off (c) hubungan masukan	11
Gambar 2.14 Pompa	12
Gambar 2.15 Pompa roda gigi	13
Gambar 2.16 Pompa impeler	14
Gambar 2.17 Pompa torak	15
Gambar 2.18 Pompa aksial sumbu bengkok	15
Gambar 2.19 Silinder kerja tunggal	16
Gambar 2.20 Silinder kerja ganda	17
Gambar 2.21 hukum pascal	19
Gambar 2.22 simbol-simbol pipa hidrolis	20
Gambar 2.23 simbol katup pengarah menurut jumlah lubang dan posisi kontrol	21
Gambar 2.24 simbol-simbol untuk melayani katup	22
Gambar 2.25 Beberapa lambang komponen penyusun dalam sistem hidrolis	25
Gambar 3.1 Diagram Alir	26
Gambar 3.2 Silinder Hidrolis	26
Gambar 3.3 Selang	27
Gambar 3.4 Nepel	27
Gambar 3.5 Pompa	28
Gambar 3.6 Tuas Pengendali	28
Gambar 3.7 Peresure gueg tekanan tekanan pompa	29
Gambar 3.8 peresure gueg tekanan silinder pada boom 130 bar	29
Gambar 3.9 pereure gueg tekanan silinder pada arm 120 bar	30
Gambar 3.10 presure guag tekanan silinder pada bucket 110 bar	31
Gambar 4.1 Sistem pengendali	31
Gambar 4.2 2D Sistem pengendali	32
Gambar 4.3 tuas kendali saat di tarik dan silinder boom turun	32

Gambar 4.4 tuas kendali saat di dorong dan silinder boom naik	32
Gambar 4.5 rangkaian kendali pada hidrolik boom	33
Gambar 4.6 tuas kendali saat di dorong dan silinder arm naik	34
Gambar 4.7 tuas kendali saat di tarik dan silinder arm naik	34
Gambar 4.8 rangkaian kendali pada hidrolik arm	35
Gambar 4.9 tus kendali saat di dorong dan silinder bucket naik	36
Gambar 4.10 tuas kendali saat di tarik dan silinder bucket turun	36
Gambar 4.11 rangkaian kendali pada hidrolik bucket	37

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. waktu penelitian	23
Tabal 4.1. hasil data analisa pengujian sistem pengendali pompa	42

## DAFTAR GRAFIK

Diagram 4.1 Gaya vs kecepatan	42
Diagram 4.2 Gaya vs debit aliran	43

## DAFTAR NOTASI

Keterangan	Simbol	Satuan
Tekanan yang di teruskan	$p$	$N/m^2$
Gaya tekn pada bejana 1	$F_1$	$N$
Gaya tekan pada bejana 2	$F_2$	$N$
Luas penampak pada bejana 1	$A_1$	$m^2$
Luas penampang pada bejana 2	$A_2$	$m^2$
Luas penampang silinder	$A$	$mm$
Panjang silinder	$S$	$cm$
Waktu	$t$	$s$

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar belakang

Kata pompa sudah tidak asing lagi di telinga kita ,hampir setiap orang telah mempunyai alat ini terutama jenis pompa air. Namun pompa air hanyalah salah satu dari berbagai jenis pompa dan tiap jenis memiliki cara kerja masing-masing untuk melakukan pengaliran , selain cara kerjanya yang berbeda-beda bentuknya pun tidak sama terutama yang digunakan pada pabrik besar seperti kilang minyak.

Pompa suatu jenis mesin fluida yang berfungsi untuk memindahkan fluida melalui pipa dari satu tempat ke tempat lain dalam menjalankan fluida tersebut pompa mengubah energi mekanik poros yang menggerakkan sudu-sudu pompa menjadi energi kinetik pada fluida dan di masa sekarang ini dimana pompa sangat penting pada kelangsungan makhluk hidup. Pompa memegang peranan penting bagi kebutuhan lainnya seperti industri,perumahan, tenaga listrik dan lainnya.

Sebagai mana fungsi dan kegunaanya juga dapat di gunakan sebagai hidrolik yang besar, dalam hal ini bisa di jumpai antara lain pada alat berat dalam pengoprasianya membutuhkan aliran dan tekanan yang besar seperti excavator,krain,buldozer, dan lain-lain.

Akan tetapi excavator sejatinya mempunyai silinder hidrolik yang di kendalikan melalui katup yang gunanya untuk membuka dan menutup lubang pemasukan dan pengeluaran karna adanya perbadaaan tekanan di atas dan di bawah katup. Katup perangkat yang terpasang pada perpipaan yang berfungsi untuk mengatur, mengontrol dan mengarahkan laju aliran fluida dengan cara membuka atau menutup sebagian aliran fluida.

Katup ini sering di namakan dengan check valve yang umumnya menggunakan sistem bola simbol katup pengendali arah ada yang beberapa simbol katup ini terdiri dari bagian yang menjadi satu blok atau juga dengan blok terpisah, di katup ini lah akan terjadi gaya dan tekanan saat tuas di gerakan Saluran akan menyambung atau memutuskan aliran tergantung dengan jenis katup normal atau normal kebuka spring berfungsi mengkondisikan katup dalam posisi normal jika tekanan sudah membagi pada sisi aliran akan menekan dan katup akan

terbuka ketika tekanan sudah turun kembali maka spring akan mengembalikan ke posisi semula dibantu tuas kendali sehingga aliran akan terputus.

Berdasarkan dari konsep di atas , penulis tertarik untuk membuat laporan akhir yang berjudul **“Analisa perencanaan sistem pengendali pompa terhadap debit aliran , gaya dan kecepatan torak pada excavator”**

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulisan masalah berupa pengaruh gaya dan tekanan fluida saat katup bukaan sistem control di gerakan.

### 1.3 Ruang lingkup

Dalam penelitian ini penulis membatasi masalah pada perhitungan perencanaan system pengendali pompa yang meliputi :

- a. perancangan sistem kendali pompa pada excavator mini.
- b. Analisa kontrol valve, dan silinder hidrolik excavator.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah mampu menganalisa cara kerja pengendali pompa excavator dengan baik, di antaranya meliputi :

- a. Untuk mencari debit aliran fluida yang masuk ke dalam masing- masing silinder double acting
- b. Mencari gaya yang mampu di hasilkan dari masing-masing silinder double acting
- c. Mencari laju kecepatan torak masing- masing silinder double acting pada saat di alirkan fluida

### 1.5 Manfaat

Tugas akhir ini di harapkan bermanfaat bagi :

- a. Bagi penulis tersendiri untuk menambah pengetahuan dan pengalaman agar mampu mengetahui excavator dan sejarahnya.
- b. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara jurusan Teknik Mesin sebagai bahan kajian di dalam pengajaran mata kuliah Mesin Fluida dengan topik excavator



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Pengertian Sistem Pengendali

Sistem pengendali merupakan susunan komponen-komponen fisik yang di ikat sedemikian rupa sehingga mampu mengatur sistem nya sendiri atau sistem di luarnya . sistem pengendali terhadap satu atau beberapa basar ( variabel, parameter) sehingga beradapada suatu harga range tertentu sistem kontrol atau teknik kendali atau teknik pengaturan juga dapat di definisikan suatu usaha perlakuan terhadap suatu sistem dengan masukan terterntu guna mendapatkan keluaran sesuai yang di inginkan.

Tujuan utama dari pengendalian untuk mendapatkan unjuk kerja yang optimal pada suatu sistem yang di rancang untuk mengukur performasi dalam pengaturan berdasarkan prinsip kerja sistem kontrol ( pengendali) ada yang menggunakan sitem kendali buka tutup katup yang di namakan valve .

Sistem ini menggunakan fluida untuk mengatur pengendalian yang di inginkan Akan tetapi valve hanya mengontrol laju aliran fluida dengan merubah arah aliran dan memutuskan aliran fluida oleh karna itu sistem kendali ini menggunakan sentem manual yang di kendalikan oleh operator .



Gambar 2.1 Sistem Pengendali valve

### 2.1.1 klasifikasi sistem pengendali

Berdasarkan beberapa kriteria ada sistem pengendali yang dikenal loop terbuka (open loop system) dan sistem loop tertutup (closed loop system).

dimana suatu keadaan apakah plant benar-benar telah mencapai target seperti yang di kehendaki masukan atau referensi, tidak dapat mempengaruhi kinerja kontroler.

#### 1. Sistem kendali lup terbuka (open loop system)

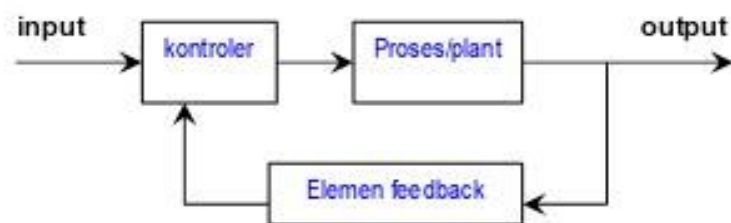
Pada sistem pengendali ini umumnya menggunakan pengetur (controller) serta aktuator kendali (control actuator) yang berguna untuk memperoleh respon sistem yang baik, sistem kendali ini keluarnya tidak di perhitungkan ulang oleh controler.



Gambar 2.2 Sistem pengendali lup terbuka (open lup system)

#### 2. Sistem kendali lup tertutup

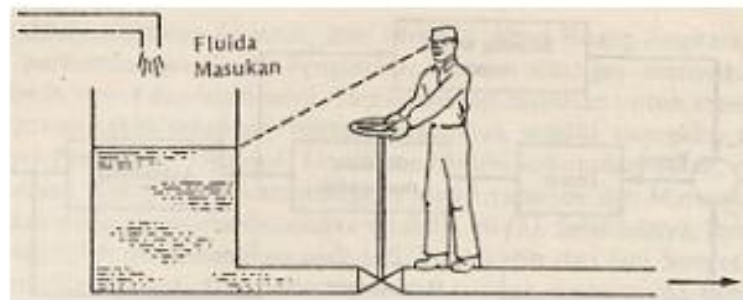
Pada sistem pengendali ini sering di sebut sistem pengendali umpan balik. pengendalian jenis ini adalah suatu sistem pengaturan dimana sistem keluaran pengendalian ikut andil dalam aksi kendali.



Gambar 2.3 Sistem pengendali lup tertutup

### 3. Sistem kendali manual

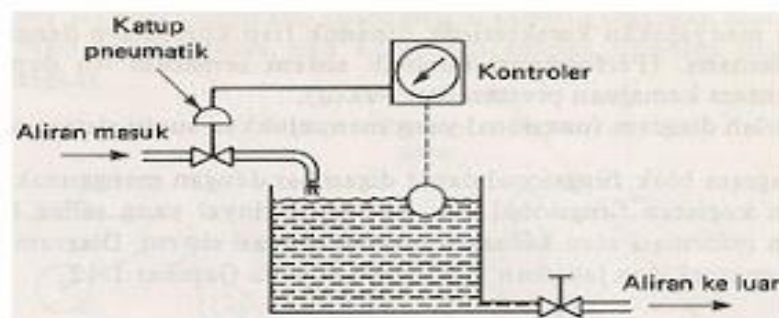
Sistem pengendali dimana faktor manusia sangat dominan dalam aksi pengendalian yang dilakukan pada sistem tersebut. Peran manusia sangat dominan dalam menjalankan perintah, sehingga hasil pengendalian akan dipengaruhi pelakunya. Pada sistem kendali manual ini juga termasuk dalam kategori sistem kendali jerat tertutup.



Gambar 2.4 Sistem pengendali manual

### 4. Sistem kendali otomatis

Sistem kendali otomatis tidak diharuskan manusia dalam aksi pengendalian yang dilakukan pada sistem tersebut. Peran manusia digantikan oleh sistem kontrol yang telah diprogram secara otomatis sesuai fungsinya, sehingga bisa memerankan seperti yang dilakukan manusia.



Gambar 2.5 Sistem pengendali otomatis

## 5. Sistem kendali digital

Dalam sistem pengendalian digital terdapat komponen-komponen utama seperti elemen proses, elemen pengukuran (sensing element dan transmitter) elemen controller (control unit) dan final control element.

adapun bagian kendali digital yaitu :

### a. Gangguan (disturbance)

Suatu sinyal yang mempunyai kecenderungan untuk memberikan efek yang melawan terhadap keluarnya sistem pengendali.

### b. Sensing element

Bagian paling ujung suatu sistem pengukur atau sering di sebut sensor. sensor bertugas mendeteksi gerakan atau fenomena lingkungan yang diperlukan sistem controller, sistem yang paling sederhana seperti on/off menggunakan limit switch, sistem analog, sistem bus paralel, sistem bus serialserta sistem mata kamera.

### c. Transmitter

alat yang berfungsi untuk membaca sinyal sensing element dan mengubahnya supaya seperti oleh controller.

### d. Alkuator

alkuator yang berfungsi untuk manggasilkan daya gerak. prangkat yang dibuat dari system motor listrik untuk menungkatkan tenaga mekanik lktuator atau torsi gerakan maka bisa dipasang sistem gear box atau sprochet chain.

### e. Transduser

transduser berfungsi untuk mengubah satu bentuk energi manjadi energi bentuk lainnya atau unit penggali sinyal.terkadang antara transmitter dan transduser dirancukan keduanya memang mempunyai fungsi serupa.

transduser lebih bersifat umum, namun transmitter pemakaiannya pada sistem pengukuran.

### f. Measurement variabel

sinyal yang keluar dari transmitter, ini merupakan cermin sinyal pengukur.

### g. setting point

Besar variabel proses yang dikehendaki, suatu kontrorer akan selalu berusaha menyamakan variabel terkendali terhadap set point.

#### h. Error

Selisih antara set point dikurangi variabel terkendali nilainya bisa positif atau negatif. tergantung nilai set point dan variabel terkendali, maka kecil error terhitung. maka makin kecil pula sinyal kendali kontroler terhadap plant hingga akhirnya mencapai kondisi tenang.

#### i. Alat pengendali (Controller)

alat pengendali sepenuhnya menggantikan peran manusia dalam mengendalikan suatu proses. Controller mengerjakan tiga dari empat tahap pengaturan yaitu:

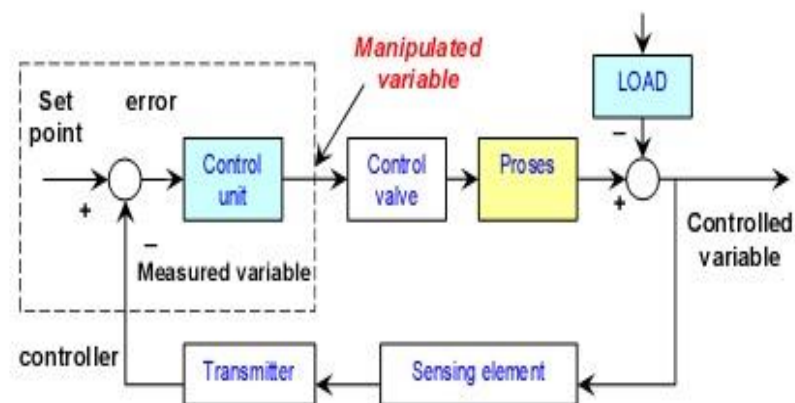
- Membandingkan set point dengan measurement variabel.
- Menghitung berapa banyak koreksi yang harus dilakukan.
- Mengeluarkan sinyal koreksi sesuai dengan hasil perhitungannya.

#### j. Control Unit

Bagian unit controller yang menghitung besarnya koreksi yang diperlukan

#### k. Final Controller Element

bagian yang berfungsi mengubah measurement variabel dengan memanipulasi besarnya manipulated variabel atas dasar perintah controller.



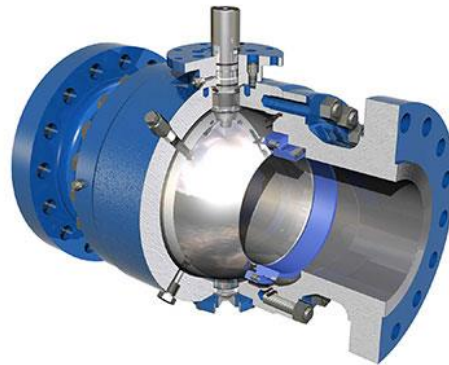
Gambar 2.6 Sistem pengendali Digital

#### 2.1.2. Jenis-jenis katup/valve

##### A. Ball Valve

Ball valve adalah sebuah valve atau katup dengan pengontrol aliran berbentuk seperti bola atau belahan bola itu memiliki lubang, yang berada di tengah sehingga ketika lubang tersebut segaris lurus atau sejalan dengan kedua

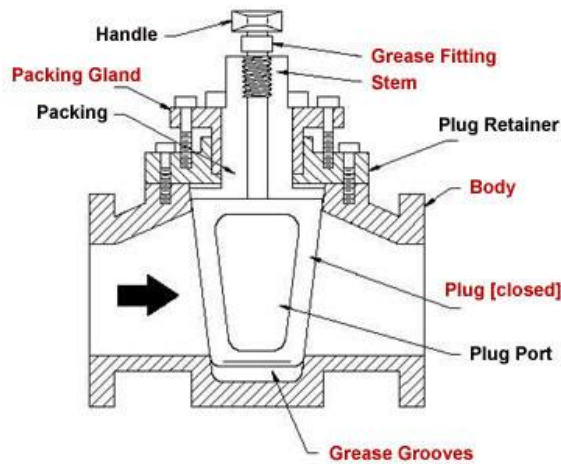
ujung velve/katup maka aliran akan terjadi tetapi ketika katup tertutup , posisi lubang berada tegak lurus terhadap ujung katup maka aliran akan terhalang atau tertutup. Katup ini di gunakan secara luas dalam aplikasi industri karna mereka sangat serbaguna, dapat menahan tekanan hingga 1000 barr dan suhu hingga 482<sup>o</sup>f (250<sup>o</sup>C). Ukuranya biasanya berkisar 0,2-11,81 inci(0,5 cm sampai 30cm)



Gambar 2.7 valve ball

#### B . Plug/cock valve

Plug valve adalah untuk mengontrol membuka dan menutup , plug mempunyai celah atau lubang tempat aliran lewat .saat hendle di putar menuju open position maka plug akan berputar secara rotasi terhadap seat dan bagian yang bercela akan melewatkan aliran . namun pada saat hendle di putar pada close position maka plug akan berputar secara rotasi terhadap seat dan bagian yang tak bercela akan menahan aliran sehingga aliran pun akan berhenti . sama seperti ball valve namun tetapi bagian dalamnya bukan bentuk bola melainkan silinder karna tidak ada ruang kosong di dalam badan valve , maka cocok untuk fluida yang berat atau mengandung unsur padat seperti lumpur.



Gambar 2.8 valve plug/cok

### c. Butterfly Valve

Butterfly valve memiliki bentuk yang unik jika dibandingkan dengan valve yang lain, butterfly menggunakan plat bundar atau disk yang dioperasikan dengan ankel untuk posisi membuka penuh atau menutup penuh dengan sudut  $90^\circ$ . disk ini tetap berada di tengah aliran dengan hubungannya ke ankel melalui shaft. Saat valve dalam keadaan tertutup disk tersebut tegak lurus dengan arah aliran sehingga aliran terbelah dan saat valve terbuka sejajar/segaris dengan aliran sehingga zat dapat mengalir melalui valve.

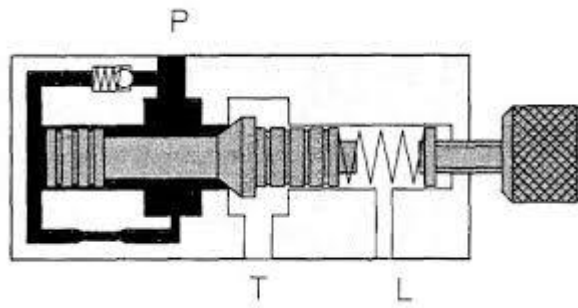
Butterfly ini memiliki turbulensi dan penurunan tekanan yang minimal. Valve ini bagus untuk pengoperasian on-off ataupun throttling dan bagus untuk mengontrol aliran zat cair atau gas dalam jumlah yang besar. Namun demikian valve ini biasanya tidak memiliki kedapannya yang bagus, dan harus digunakan pada situasi yang memiliki tekanan rendah.



Gambar 2.9 beautiful valve

#### D. katup pengatur tekanan

katup pengatur tekanan digunakan untuk melindungi pompa dan katup kontrol dari kelebihan tekanan dan untuk mempertahankan tekanan tetap dalam sirkuit hidrolik minyak , cara kerja katup ini yaitu berdasarkan kesetimbangan antara gaya pegas dengan gaya tekan fluida. Dalam kerjanya katup ini akan membuka ini akan mebuca apabila tekanan fluida dalam ruang yang lebih besar dari tekanan katupnya .dan katup akan tertutup kembali setelah tekanan fluida turun sampai lebih kecil dari tekanan pegas katup.



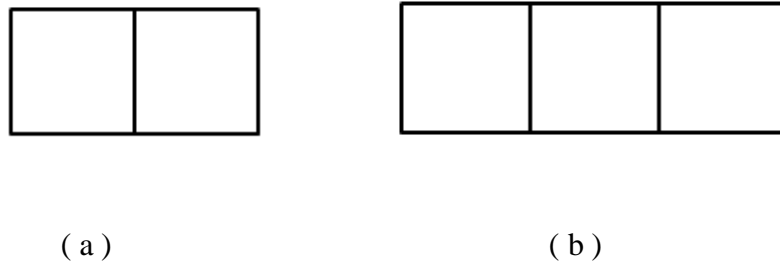
Gambar 2.10 katup pengatur tekanan

#### E. Katup kontrol direksional

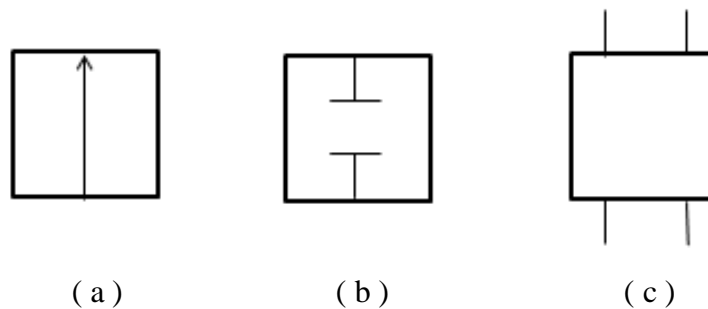


gambar 2.11 valve direksiona





Gambar 2.12 ( a ) Katup dua posisi, ( b ) Katup tiga posisi



Gambar 2.13 ( a ) Lintasan aliran, ( b ) Shut-off, ( c ) Hubungan masukan

Katup kontrol direksional banyak di gunakan dalam sistem kontrol sebagai elemen untuk menyalakan ataupun memadamkan tekanan hidrolik atau pnumatik,yang selanjutnya melalui sebuah aktuator dapat di gunakan untuk mengontrol pergerakan dari suatu benda tertentu . katup kontrol direksional pada saat menerima sinyal external yang dapat merubah sinyal mekanis , listrik ,atau tekanan akan mengubah arah , menghentikan , atau memulai fluida pada beberapa bagian dari suatu rangkaian hidrolik .

Simbol dasar untuk kantung kontrol adalah sebuah kontak bujur sangkar untuk katup direksional di gunakan dua atau lebih kotak bujur sangkar , di mana masing-masing kotak bujur sangkar mempersentasikan posisi pensaklaran yang dilakukan terhadap katup jadi Gambar 2.11(a) mempersentasikan sebuah katup dengan dua posisi pensaklaran. Sedangkan Gambar 2.11(b) mempersentasikan sebuah katup dengan posisi tiga pensaklaran. Garis –garis yang digambarkan di gambarkan dalam kotrak di gunakan untuk menunjukan lintasan aliran dengan anak panah yang mengendikasikan arah aliran (Gambar2.12 (a)) dan posisi *shut-off* (padam) diidikasikan oleh garis olah garis yang di putus (Gambar2.12(b))

Hubungan pipa yaitu pada gerbang masukan dan keluaran katup , diindikasikan oleh garis-garis yang di gambarkan di luar kotak dan di gambarkan hanya untuk posisi ” netral / mula-mula”, yaitu katup tidak di gerakan (Gambar2.2(c)).

## 2.2 Pengertian pompa

Pompa suatu alat yang di gunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan cara menaikkan tekanann cairan tersebut, Kenaikan cairan tersebut di gunakan untuk mengatasi hambatan- hambatan pengaliran.

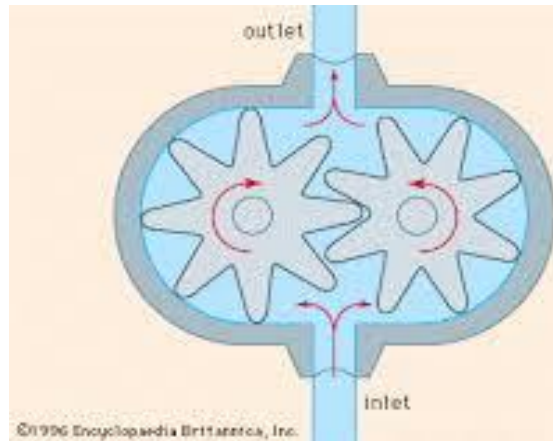
Pada prinsipnya ,pompa mengubah energi mekanik motor menjadi menjadi aliran fluida energi yang di terima oleh fluida akan di gunakan untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan-tahanan yang terdapat pada saluran yang di lalui.



Gambar 2.14 pompa

## 2.2.1 Jenis – jenis pompa

### 1. Pompa roda gigi



Gambar 2.15 pompa roda gigi

Pompa roda gigi adalah jenis pompa fluida yang akan mengalir melalui celah-celah roda gigi dengan dinding rumahnya .Pompa positive displacement berarti pompa menghisap sejumlah fluida yang terjebak kemudian di tekan dan di pindahkan ke arah keluaran (outlet) pompa roda gigi sering di gunakan untuk aplikasi hydraulic fluid power namun tidak jarang juga di gunakan pada bidang kimia pada aliran viskositas tertentu.

#### A Prinsip kerja pompa roda gigi

- Berkerja dengan cara mengalirkan fluida melalui cela-cela antara gigi dengan dinding , kemudian fluida di dikeluarkan melalui saluran outlet karna sifat pasangan roda gigi selalu memiliki titik kontak.

Suatu pasangan roda gigi secara ideal akan selalu memiliki satu titik kontak dengan pasangannya meskipun roda gigi tersebut berputar , hal inilah yang di dimanfaatkan oleh mekanisme gear pump untuk mengalirkan fluida .

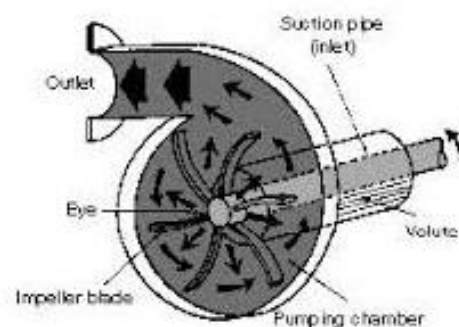
#### a. Penggunaan

- Mengalirkan berbagai macam oli atau bahan bakar maupun pelumas
- Mengukur jumlah adiktif yang di campurkan pada bahan kimia

- Mencampur dan mengaduk bahan kimia
  - Aplikasi untuk low volume transfer dan lainnya
- b. Keuntungan
- High speed
  - High pressure
  - Tidak ada beban yang tinggi pada bearing
  - Tidak berisak jika semua bagian di manufactur dengan baik
  - Desain tersedia dalam berbagai macam material sesuai kebutuhan
- c. Ketugian
- Membutuhkan empat bushing yaitu pada ujung masing-masing poros gear
  - No solid allowed
  - Fixed and clearance

## 2. pompa kipas/impeller

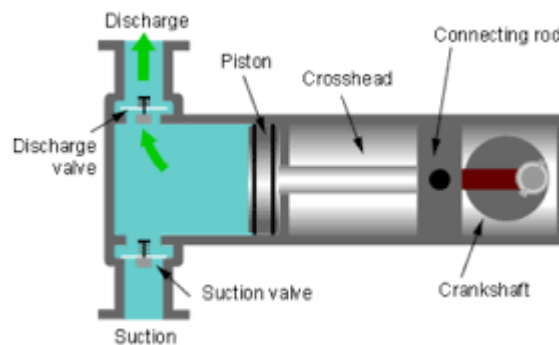
Pompa jenis kipas/impeller ini mekanisme kerjanya mirip atau bahkan sama persis dengan pompa air yang berada di rumah-rumah , atau mirip juga dengan pomp pada aquarium . pompa ini menggunakan rumah pompa yang pada bagian dalamnya berbentuk elips dan terdapat dua buah lubang pemasukan (intel) dan dua buah lubang pengeluaran ( outler) yang berlawanan arah . kontruksi seperti ini bertujuan agar tekanan radial pada cairan hidrolik selang seimbang.



Gambar 2.16 pompa impeller

### 3 pompa torak

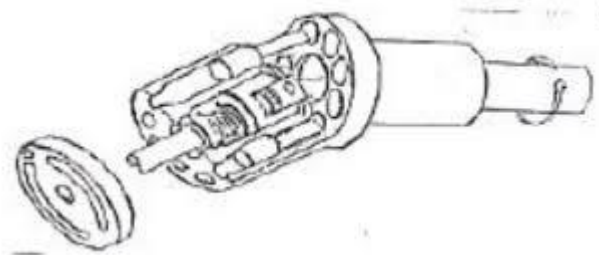
Pompa torak ini proses kerjanya atau mekanisme kerjanya sama seperti pada pompa kompresor , yang berbeda hanyalah medianya saja kalau pada pompa kompresor yang di pompa adalah udara sedangkan pompa hidrolik piston ini yang di pompa adalah cairan (oil) proses penghisapan terjadi pada saat piston/torak dalam posisi terbuka sehingga oli hidrolik dari cranksharf masuk ke dalam silinder



Gambar 2.17 pompa torak

### 4. pompa piston aksial

dalam tipe ini piston dan silinder tidak sejajar dengan as penggerak tapi di hubungkan dengan satu sudut dengan mengubah sudut keluaran minyak dapat di atur ,bengkokan sumbu juga dapat dibuat menjadi berlawanan arah sehingga arah hisap dan keluar menjadi terbalik.



Gambar 2.18 pompa aksial sumbu bengkok

### 2.3 Pengertian Silinder hidrolik

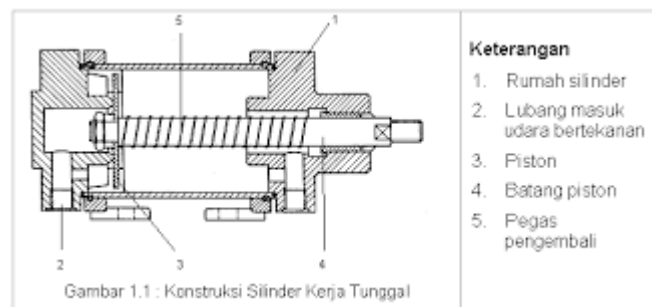
Sistem hidrolik adalah sistem penerusan daya dengan menggunakan fluida cair. prinsip dasar dari hidrolik adalah memanfaatkan sifat bahwa zat cair tidak mempunyai bentuk yang tetap, namun menyesuaikan yang di tempati . karna itu tekanan yang di terimah di teruskan ke segala arah yang merata .

Sistem hidrolik biasanya di aplikasikan untuk memperoleh gaya yang lebih besar dari gaya awal yang di dikeluarkan. Fluida ini di naikan tekananya oleh pompa yang kemudian di teruskan ke silinder hidrolik kerja melalui pipa-pipa dan katup gerakan translasi batang piston dari silinder kerja yang di akibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder di manfaatkan untuk gerak maju dan mundur maupun naik dan turun sesuai dengn pemasangan silinder yaitu horizontal maupun vertikal

#### 2.3.1 jenis-jenis silinder hidrolik

##### 1. silinder kerja tunggal

Silinder ini di sebut kerja tunggal (ram) karna pada penggunaan cairan hidrolik hanya pada satu sisi piston saja.



Gambar 2.19 silinder kerja tunggal

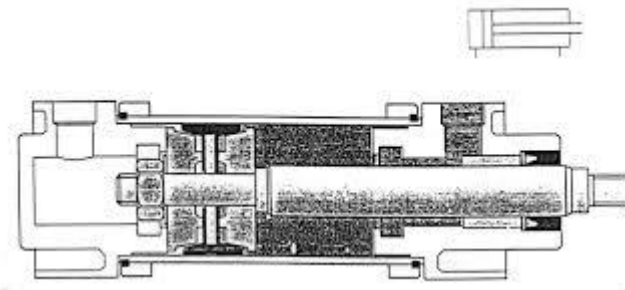
#### Prinsip kerja

Jika rangkaian atau hidrolik mulai bekerja maka cairan hidrolik masuk dan menekan dari sisi kira sehingga torak bergerak ke kanan. Selanjutnya pergeseran piston telah mencapai posisi yang di kehendaki dan cairan hidrolik tidak ada tekanan lagi maka pluyer kembali karna adanya bobot dari benda yang di angkat atau di geser . untuk mengembalikan torak ke posisi semula dan juga yang di

lengkapi dengan pegas pembalik, pemekaaian silinder ini di gunakan pada dongkrak, atau alat pembengkok pipa, crane truk dan crane boom.

## 2. Silinder kerja ganda

Hidrolik ini merupakan yang paling banyak di gunakan dalam peralatan bergerak sekarang ini . silinder ini di gunakan dalam pengimentlasan , pengemudi dan sistem lain dimana dibutuhkan silinder untuk melakukan kerja dalam dua arah



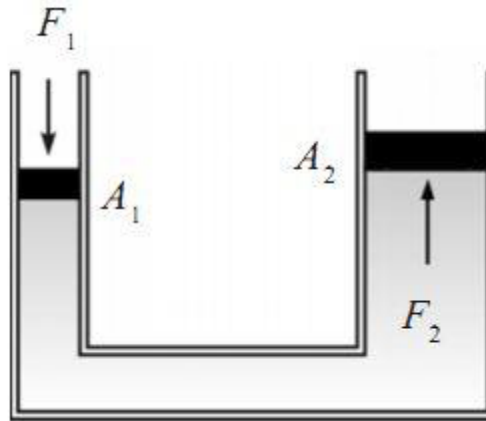
Gambar 2.20 silinder kerja ganda

### Prinsip kerja

Jika sistem mulai bekerja maka suatu waktu cairan hidrolik masuk dan menekan dari kiri sehingga torak bergerak ke kanan . bersamaan dengan itu pada sisi kanan torak cairan hidrolik tertekan dan keluar dari dalam silinder selanjutnya masuk ke reservoir ( langkah 1) sebaliknya jika menghendaki torak bergerak ke posisi semula (kiri) maka cairan hidrolik harus masuk dari sisi kanan torak ,maka cairan hidrolik yang ada di sisi kiri torak akan bergerak keluar dari torak (langkah 2). Silinder kerja ganda dapat di gunakan jika menghendaki bolak-balok seperti mesin perkakas.

### 2.3.2 Hukum Pascal

Hukum Pascal adalah sebuah hukum fisika fluida yang menjelaskan bahwa tekanan yang diberikan pada fluida statis di dalam sebuah ruang tertutup akan diteruskan ke semua arah dengan tekanan yang sama rata dan sama kuatnya.



Gambar 2.21 hukum pascal

Jika kita menekan dengan gaya  $F_1$  atas permukaan  $A_1$  maka kita dapat menghasilkan tekanan :

$$p = F = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Tekanan  $P$  beraksi di seluruh tempat dan sistem tersebut, juga atas permukaan  $A_2$ . Gaya yang dapat dicapai (sama dengan beban yang diangkat).

$$F = P \cdot A_2 \dots \dots \dots (2)$$

Sehingga :  $F = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$

Atau :  $\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_2}{A_1}$

Laju aliran silinder Debit adalah volume  $V$  adalah luas  $A$  dikalikan panjang langkah  $S$  dibagi waktu  $t$  adalah kecepatan  $v$ , maka dipersamaan

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

Keterangan:

$P$  = tekanan yang diteruskan (N/m<sup>2</sup>)

$F_1$  = gaya tekan pada bejana I (N)

$F_2$  = gaya tekan pada bejana II (N)

$A_1$  = luas penampang bejana I (m<sup>2</sup>)



$A_2$  = luas penampang bejana II (m<sup>2</sup>)

$A$  = Luas Penampang Silinder (mm)





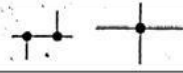
$S$  = Panjang Silinder (cm)

$t$  = Waktu (s)

#### 2.3.4 Istilah dan lambang dalam sistem hidrolik

Dalam pembuatannya ,rangkaian sistem hidrolik di perlukan banyak komponen penyusunan dan apabila di lakukan langsung dalam lapangan akan memakan waktu yang cukup lama. oleh karna itu pada sistem hidrolik terdapat lambang-lambang atau tanda penghubung sistem hidrolik.

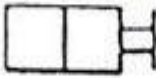
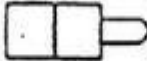
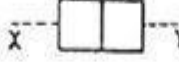
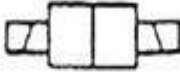
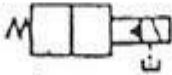

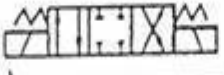

- Memberikan suatu sebutan yang seragam bagi semua unsur hidrolik .
- Menghindari kesalahan dalam membaca skema sistem hidrolik
- Memberikan pemahaman gengan cepat laju fungsi dari skema sistem hidrolik

Lambang	Keterangan
	Saluran pengisian dan saluran kerja.
	Saluran pengendali atau saluran buang.
	Saluran fleksibel selang, pipa spiral, dan sebagainya.
	Penyilangan saluran tidak terhubung.
	Penyilangan saluran terhubung.



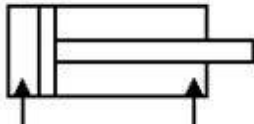
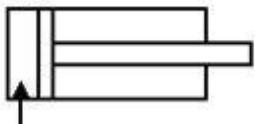
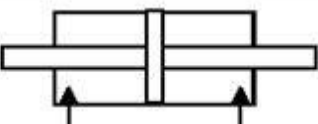
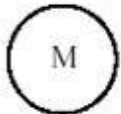
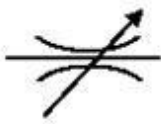

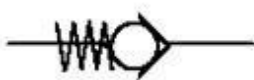

Gambar 2.22 Simbol-simbol pipa hidrolik

Simbol	Arti Simbol
	Katup 3/2 N/C dioperasikan dengan tombol dan kembali dengan pegas
	Katup 3/2 N/C dioperasikan secara manual dan kembali dengan cara manual ( dengan cara menggeser )
	Katup 3/2 N/O dioperasikan dengan rol dan kembali dengan pegas ( limit switch )
	Katup 3/2 N/C dioperasikan dengan rol idle dan kembali dengan pegas
	Katup 3/2 N/C dioperasikan secara manual dengan pengunci dan kembali dengan pegas ( selector switch )
	Katup 5/2 dioperasikan dengan udara ( pneumatik ) dan kembali dengan pegas
	Katup 4/2 dioperasikan dan dikembalikan dengan udara ( pneumatik )
	Katup 5/2 dioperasikan dengan solenoid atau manual dengan pilot udara dan kembali dengan pegas atau secara manual.
	Katup 5/2 dioperasikan dan dikembalikan dengan solenoid atau manual dengan pilot udara.
	Katup 4/3 dengan posisi tengah terblokir , dioperasikan dengan tuas .

Gambar 2.23 simbol katup pengarah menurut jumlah lubang dan posisi kontrol

	Klasifikasi	Simbol	Keterangan
Tipe operasi	Manual		Dioperasikan dengan level (pengungkit).
	Mekanikal		Dioperasikan dengan cam roller dan alat mekanikal lain.
	Tekanan pilot		Dioperasikan dengan pilot minyak hidrolik.
	Solenoid		Dioperasikan dengan gaya elektromagnetik.
	Solenoid hidrolik		Valve spool utama dioperasikan dengan pilot hidrolik yang menggunakan tenaga elektromagnetik.
Tipe pegas ( <i>spring</i> )	Spring offset		Direction control dilakukan dengan gaya operasi, dan kembali ke posisi semula dengan tenaga pegas saat gaya operasi dimatikan.
	Spring center		Spool kembali ke posisi semula dengan tenaga pegas saat gaya operasi dimatikan.
	Tanpa spring		Posisi katup ditahan pada tiap posisi kontrol.

Gambar 2.24 Simbol-simbol untuk melayani katup-katup

Lambang	Keterangan
	Saluran buang ke reservoir.
	Saluran dari reservoir.
	Silinder penggerak ganda ( <i>double acting</i> ).
	Silinder penggerak tunggal ( <i>single acting</i> ).
	Silinder penggerak ganda dengan dua batang piston.
	Motor listrik.
	Katup pengatur tekanan.
	Katup satu arah.
	Katup satu arah dengan menggunakan pegas.
	Akumulator

Gambar 2.25 Beberapa lambang komponen penyusun dalam sistem hidrolis

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat Dan Waktu

##### 3.1.1 Tempat Penelitian

Adapun tempat dilakukannya perencanaan dan pengujian sistem pengendali pompa dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan.

##### 3.1.2 Waktu Penelitian

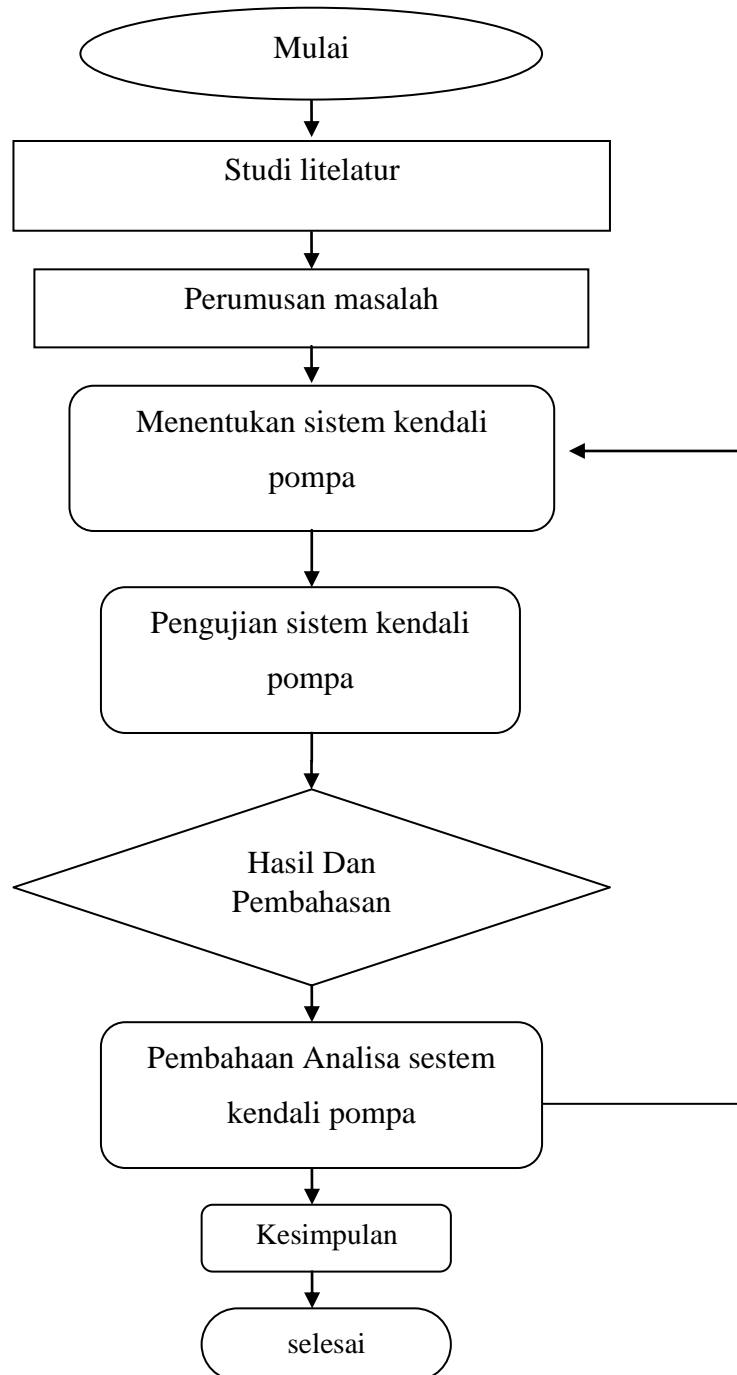
Waktu pelaksanaan merancang dan menganalisa dilakukan selama 8 bulan setelah proposal tugas sarjana disetujui.

No	Nama Kegiatan	Waktu ( bulan)											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	
1.	Studi Literatur												
2.	Pembelian control valve												
3.	Pembuatduduk control valve												
4.	Proses pemasangan												
5.	Proses <i>Finishing</i>												
6.	Pengujian control valve												
7.	seminar												
8.	Sidang												

### 3.2 perosedur perencanaan sistem pengendali pompa yang harus dilakukan yaitu

1. Merencanakan
2. persiapkan control velve
3. persiapkan selang
4. persiapkan nepel
5. persiapkan hidrolik
6. persiapkan pompa
7. Membeli plat besi untuk dudukan control valve
8. Mengukur pelat besi untuk membuat dudukan control valve dan pompa
9. Lalu memotong plat dengan drinda sesuai dengan dudukan control valve dan pompa
10. Sesudah plat selasai di potong lalu lakukan pengelasan terhadap plat supaya menyatu di rangka excavator
11. lalu lakukan pemasangan terhadap control valve dan pompa dengan baut dan mur
12. sesudah terpasang selanjutya pasang nepel ke control valve
13. sesudah terpasang kemudian pasang selang ke control valve
14. selanjutya pasang sepel dan selang ke hidrolik
15. lalu pasang selang ke hidrolik ke valve dan pompa
16. setelah semua sudah selesai di lakukanlah pengujian
17. selanjutya rapikan kembali alat dan barang yang sudah di gunakan

### 3.3 Diagram alir



Gambar 3.1 Diagramalir

### 3.4 Bahan

#### a. Silinder Hidrolik

silinder hidrolik berfungsi untuk memanfaatkan memperoleh gaya yang besar dari gaya awal yang di keluarkan .



Gambar 3.2 Silinder hidrolik

#### b . Selang hidrolik

Selang hidrolik berfungsi untuk mengalirkan fluida . sesuai dengan tekanan yang di inginkan , selang menggunakan ukuran  $\frac{1}{4}$  cm



Gambar 3.3 selang hidrolik



c. nepel

nepel berfungsi untuk menghubungkan peralatan hidrolik atau lainnya dengan menggunakan drat, Nepel ini menggunakan ukuiran  $\frac{1}{4}$  cm.



Gambar 3.4 nepel

d. Pompa

Pompa suatu alat yang di gunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan cara menaikan tekanann cairan.



Gambar 3.5 pompa

e. tuas pengendali.

Tuas pengendali berfungsi untuk mengendalikan katup dengan di gerakan operator.



Gambar 3.6 tuas pengendali

4 Mengetahui tekanan pada pompa dengan menggunakan *peressur gueg* dan tekanan yang di ketahui 140 bar .



Gambar 3.7 *peressur gueg* tekanan pompa 140 bar

- 5 Mengetahui tekanan silinder pada boom dengan menggunakan *peressur gueg* dan tekanan yang di ketahui 130 bar.



Gambar 3.8 *peressur gueg* tekanan silinder pada boom 130 bar

- 6 Mengetahui tekanan silinder pada arm dengan menggunakan *peressur gueg* dan tekanan yang di ketahui 120 bar.



Gambar 3.9 *peressur gueg* tekanan silinder pada arm 120 bar

- 7 Mengetahui tekanan silinder pada bucket dengan menggunakan *peressur gueg* dan tekanan yang di ketahui 110 bar.



Gambar 3.10 *peressur gueg* tekanan silinder pada bucket 110 bar

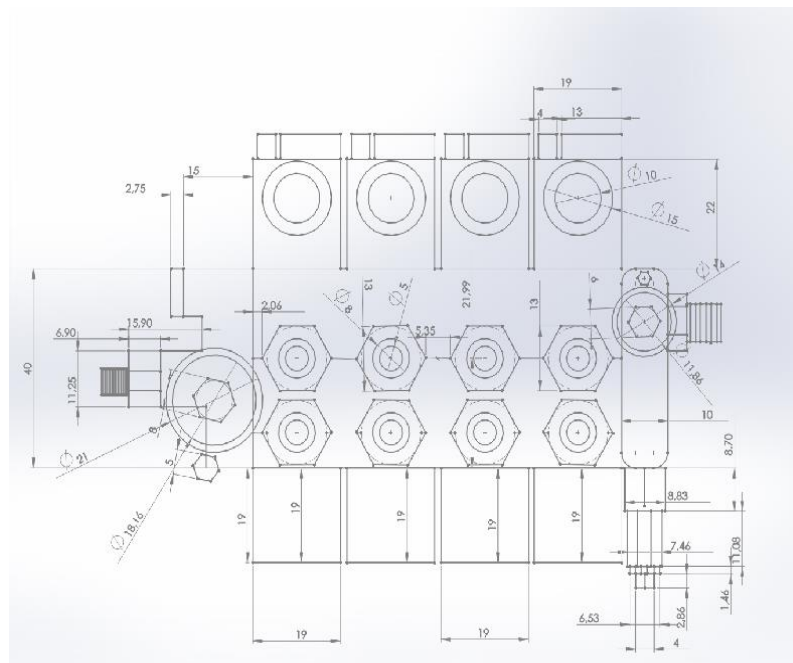
## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Sistem pengendali

#### 4.1.1 Control valve yang di gunakan



Gambar 4.1 sistem pengendali



Gambar 4.2 2D sistem pengendali

#### 4.1.2 pembahasan rancangan sistem pengendali pompa

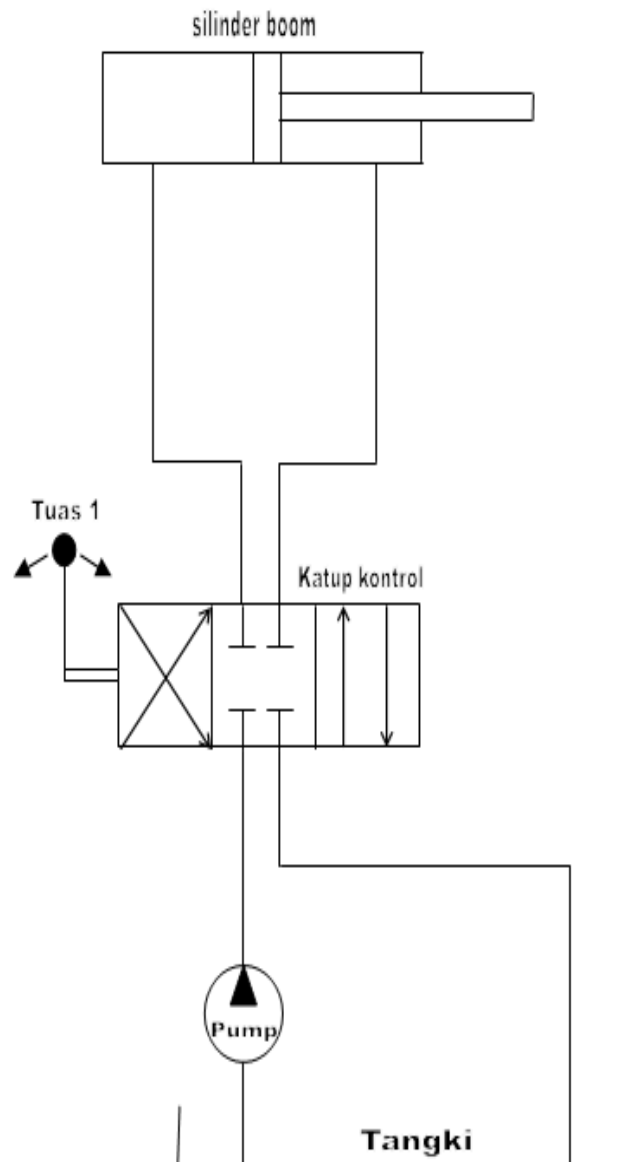
##### 1. sistem kendali pada boom excavator



Gambar 4.3 tuas kendali saat di tarik dan hidrolik pada boom turun



Gambar 4.4 tuas kendali saat di dorong dan hidrolik pada boom naik



Gambar 4.5 rangkaian kendali pada hidrolik boom

Rancangan sistem kendali pompa pada hidrolik boom di mulai dari aliran hidrolik tangki masuk ke pompa kemudian pompa mensuplai fluida masuk valve terus mengalir ke boom , arm , bucket , karna di rancang silinder hidrolik menggerakan boom yang bergerak. maka arm,bucket tidak bekerja untuk itu hanya boom yang di kenakan kerja berupa gerakan mendorong maju piston, tuas 1 untuk boom akan mensuplai fluida masuk ke hidrolik boom untuk menghasilkan gerakan piston mendorong keluar , begitu juga sebaliknya apabila tuas 1 di tarik ke belakang maka akan mensuplai fiuida masuk ke hidrolik boom menghasilkan gerakan mendorong masuk piston untuk gerakan boom.

## 2. Sistem pengendali pada arm

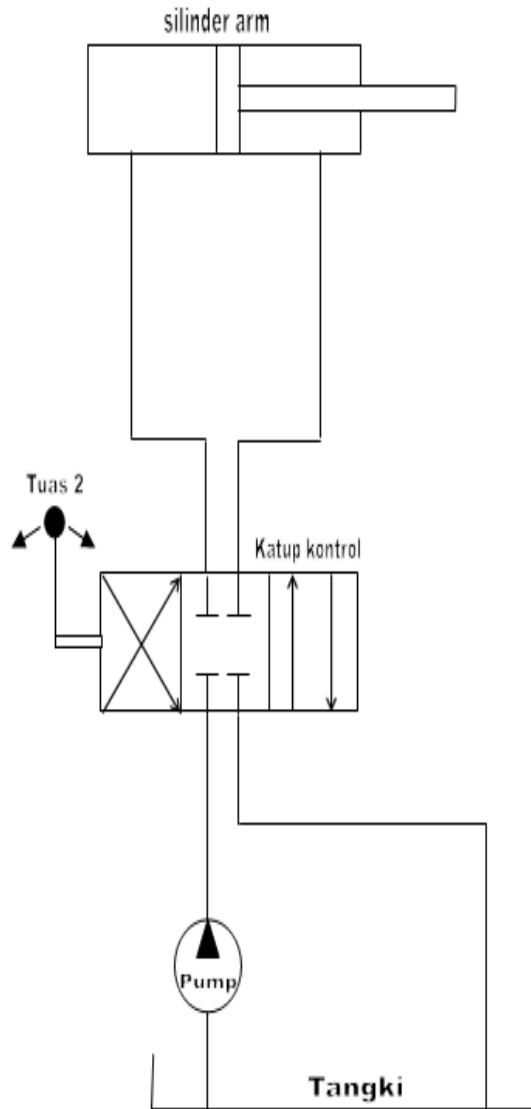


Gambar 4.6 tuas kendali saat di dorong dan hidrolik pada arm turun



Gambar 4.7 tuas kendali saat di tarik dan hidrolik pada arm naik





Gambar 4.8 rangkaian kendali pada hidrolik arm

Rancangan sistem kendali pompa pada hidrolik arm di mulai dari aliran hidrolik tangki masuk ke pompa kemudian pompa mensuplai fluida masuk valve terus mengalir ke boom , arm , bucket , karna di rancang silinder hidrolik menggerakkan arm yang bergerak. maka boom,bucket tidak bekerja untuk itu hanya arm yang di kenakan kerja berupa gerakan mendorong maju piston. Tuas 2 untuk arm akan mensuplai fluida masuk ke hidrolik arm untuk menghasilkan gerakan piston mendorong keluar , begitu juga sebaliknya apabila tuas 2 di tarik ke belakang maka akan mensuplai fiuida masuk ke hidrolik arm menghasilkan gerakan mendorong masuk piston untuk gerakan arm.

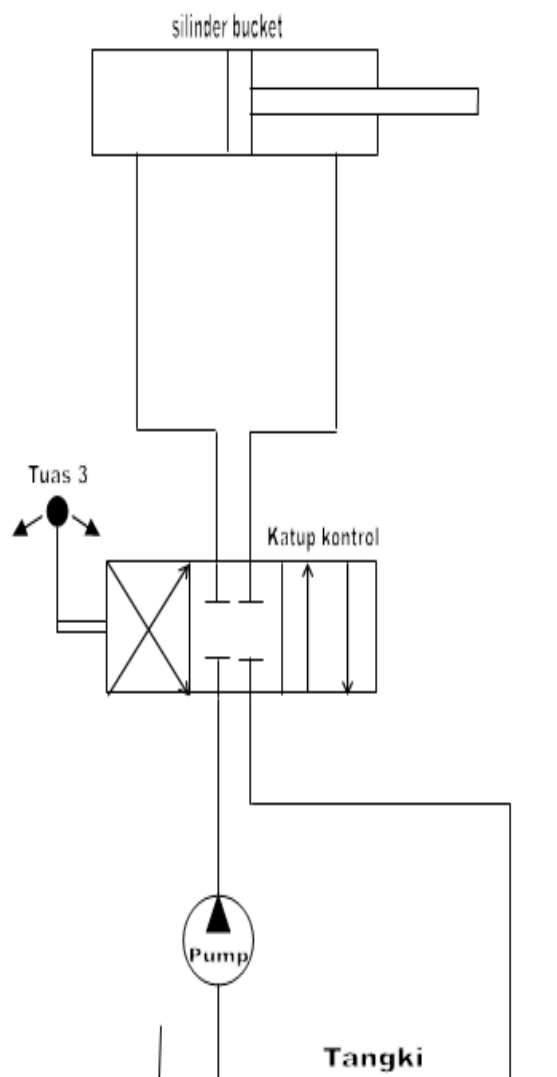
3. sistem pengendali bucket



Gambar 4.9 tuas kendali saat di dorong dan hidrolik pada bucket naik



Gambar 4.10 tuas kendali saat di tarik dan hidrolik pada bucket turun



Gambar 4.11 rangkaian kendali pada hidrolik bucket

Rancangan sistem kendali pompa pada hidrolik bucket di mulai dari aliran hidrolik tangki masuk ke pompa kemudian pompa mensuplai fluida masuk valve terus mengalir ke boom , arm , bucket , karna di rancang silinder hidrolik menggerakkan bucket yang bergerak. maka boom, arm, tidak bekerja untuk itu hanya bucket yang di kenakan kerja berupa gerakan mendorong maju piston, tuas 3 untuk bucket akan mensuplai fluida masuk ke hidrolik bucket untuk menghasilkan gerakan piston mendorong keluar , begitu juga sebaliknya apabila tuas 3 di tarik ke belakang maka akan mensuplai fluida masuk ke hidrolik bucket menghasilkan gerakan mendorong masuk piston untuk gerakan bucket

#### 4.2. perhitungan analisa sistem kendali pompa.

##### 4.2.1. Perhitungan sistem kendali pompa pada silinder hidrolik boom

- Menghitung debit aliran pada silinder hidrolik boom.

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

Dimana : A = Luas penampang silinder hidrolik

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d)^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (20 \text{ mm})^2$$

$$= 314 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000314 \text{ m}^2$$

S = Panjang Langkah silinder hidrolik

$$= 200 \text{ mm}$$

$$= 0,2 \text{ m}$$

t = Waktu kerja silinder

$$= 3 \text{ detik}$$

Maka : 
$$Q = \frac{0,000314 \text{ m}^2 \cdot 0,2 \text{ m}}{3 \text{ s}}$$

$$Q = 0,0000209 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0,0000209 \text{ l/s}$$

- Menghitung gaya tekanan pada silinder hidrolik untuk boom.

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

$$F = P \times A \quad (N)$$

Dimana : P = Tekanan hidrolik

$$= 13 \text{ MPa}$$

$$= 130 \text{ Bar}$$

A = luas penampang hidrolik

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d)^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (20)^2$$

$$= 314 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000314 \text{ m}^2$$

Maka : 
$$F = P \times A$$

$$= 130 \text{ Bar} \times 0,000314 \text{ m}^2$$

$$= 0,04082 \text{ N}$$

- Menghitung kecepatan torak pada silinder hidrolik untuk boom.

$$v = \frac{S}{t}$$

Dimana:  $S =$  Panjang Langkah silinder hidrolik  
 $= 200 \text{ mm}$   
 $= 0,2 \text{ m}$

$t =$  Waktu kerja silinder  
 $= 3 \text{ detik}$

Maka :  $v = \frac{S}{t}$   
 $= \frac{0,2 \text{ m}}{3 \text{ s}}$   
 $= 0,06 \text{ m/s}$

#### 4.2.2.. Perhitungan sistem kendali pompa pada silinder hidrolik arm

- Menghitung debit aliran pada silinder hidrolik arm.

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

Dimana :  $A =$  Luas penampang silinder hidrolik  
 $= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d)^2$   
 $= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (20 \text{ mm})^2$   
 $= 314 \text{ mm}^2$   
 $= 0,000314 \text{ m}^2$

$S =$  Panjang Langkah silinder hidrolik  
 $= 150 \text{ mm}$   
 $= 0,15 \text{ m}$

$t =$  Waktu kerja silinder  
 $= 2 \text{ detik}$

Maka :  $Q = \frac{0,000314 \text{ m}^2 \cdot 0,15 \text{ m}}{2 \text{ s}}$   
 $Q = 0,0000235 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $Q = 0,0000235 \text{ l/s}$

- Menghitung gaya tekanan pada silinder hidrolik arm.

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

$$F = P \times A \quad (N)$$

Dimana :  $P$  = Tekanan hidrolik

$$= 12 \text{ MPa}$$

$$= 120 \text{ Bar}$$

$A$  = luas penampang hidrolik

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d)^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (20)^2$$

$$= 314 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000314 \text{ m}^2$$

Maka :  $F = P \times A$

$$= 120 \text{ Bar} \times 0,000314 \text{ m}^2$$

$$= 0,03768 \text{ N}$$

- Menghitung kecepatan torak pada silinder hidrolik arm.

$$v = \frac{S}{t}$$

Dimana:  $S$  = Panjang Langkah silinder hidrolik

$$= 150 \text{ mm}$$

$$= 0,15 \text{ m}$$

$t$  = Waktu kerja silinder

$$= 2 \text{ detik}$$

Maka :  $v = \frac{S}{t}$

$$= \frac{0,15 \text{ m}}{2 \text{ s}}$$

$$= 0,075 \text{ m/s}$$

#### 4.2.3 Perhitungan sistem kendali pompa pada bucket

- Menghitung debit aliran pada silinder hidrolik bucket

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

Dimana :  $A$  = Luas penampang silinder hidrolik

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d)^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (20 \text{ mm})^2$$

$$= 314 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000314 \text{ m}^2$$

S = Panjang Langkah silinder hidrolik

$$= 100 \text{ mm}$$

$$= 0,1 \text{ m}$$

t = Waktu kerja silinder

$$= 1,5 \text{ detik}$$

Maka : 
$$Q = \frac{0,000314 \text{ m}^2 \cdot 0,1 \text{ m}}{1,5 \text{ s}}$$

$$Q = 0,0000209 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0,0000209 \text{ l/s}$$

- Menghitung gaya tekanan pada silinder hidrolik bucket.

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

$$F = P \times A \quad (N)$$

Dimana : P = Tekanan hidrolik

$$= 11 \text{ MPa}$$

$$= 110 \text{ Bar}$$

A = luas penampang hidrolik

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d)^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (20)^2$$

$$= 314 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000314 \text{ m}^2$$

Maka : F = P × A

$$= 110 \text{ Bar} \times 0,000314 \text{ m}^2$$

$$= 0,03454 \text{ N}$$

- Menghitung kecepatan torak pada silinder hidrolik bucket.

$$v = \frac{S}{t}$$

Dimana: S = Panjang Langkah silinder hidrolik

$$= 100 \text{ mm}$$

$$= 0,1 \text{ m}$$

t = Waktu kerja silinder

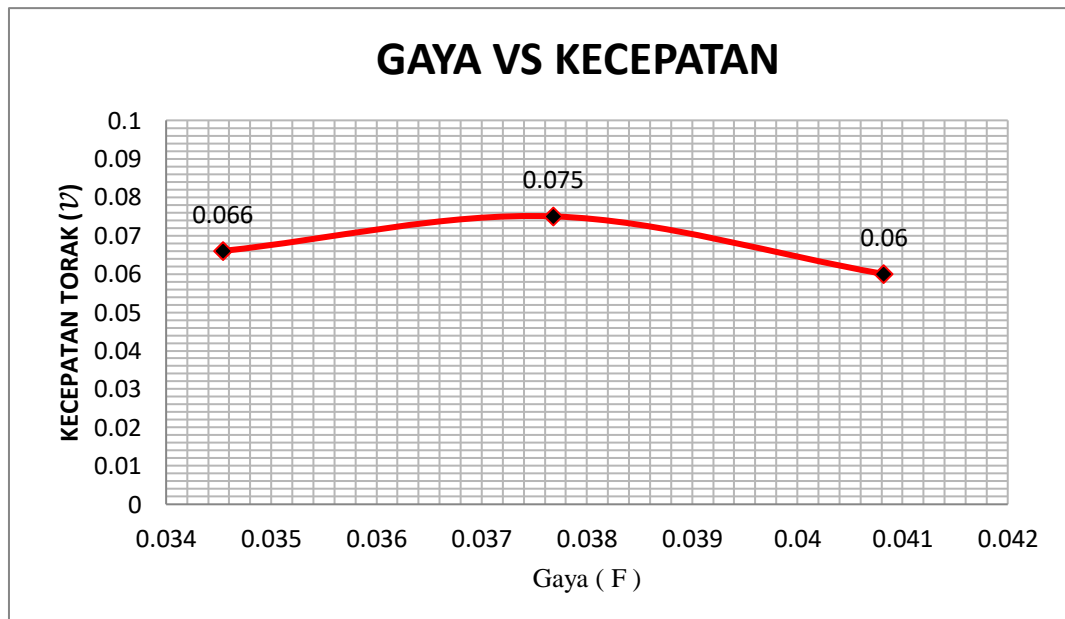
$$= 1,5 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } v &= \frac{S}{t} \\ &= \frac{0,1 \text{ m}}{1,5 \text{ s}} \\ &= 0.066 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Table 4.1 Hasil data analisis pengujian sistem pengendali pompa pada excavator mini.

No	Rangkaian sistem hidrolik	Kapasitas debit aliran fluida (Q)	Gaya yang dibutuhkan (F)	Laju kecepatan torak silinder (v)
1	Boom (A)	0,0000209 l/s	0,04082 N	0,06 m/s
2	Arm (B)	0,0000235 l/s	0,03768 N	0,075 m/s
3	Bucket (C)	0,0000209 l/s	0,03454 N	0,066 m/s

- Hasil perbandingan gaya tekan hidrolik dan kecepatan torak terlihat pada gambar grafik 4.1 dibawah ini sebagai berikut :

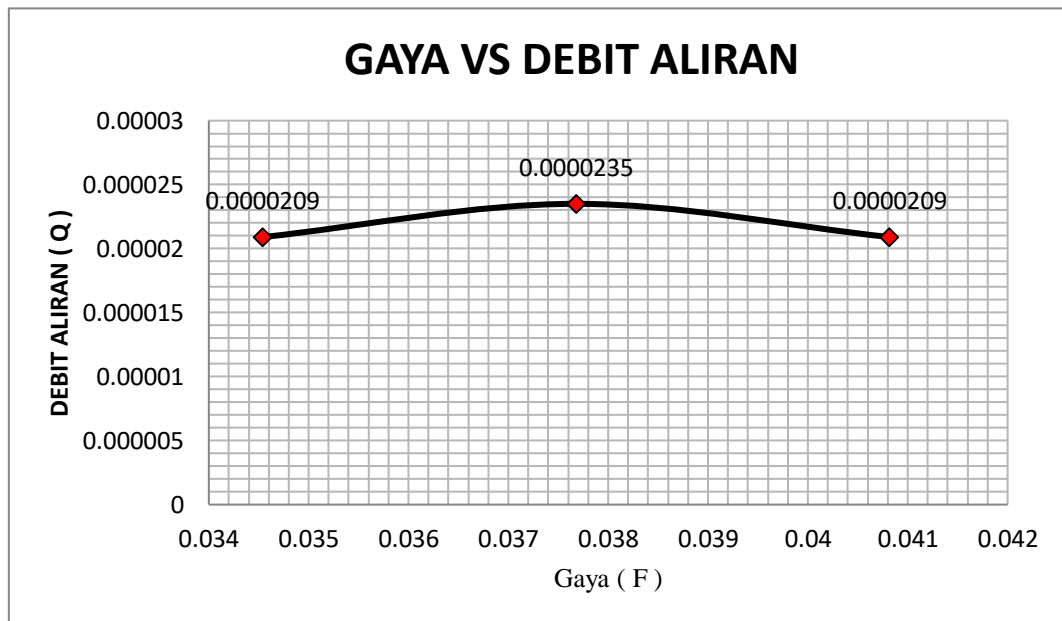


Gambar 4.12 Grafik gaya tekan hidrolik dan kecepatan torak



Dari gambar 4.12 hasil pengujian gaya dan kecepatan hidrolik pada rangkaian sistem kendali penggerak excavator menunjukkan kecepatan torak minimum 0,06 m/s pada gaya tekan hidrolik 0,04082 N dan kecepatan torak maksimum 0,075 m/s pada gaya tekan hidrolik 0,03768 N.

- Hasil perbandingan gaya tekan hidrolik dan laju debit aliran terlihat pada gambar grafik 4.2 dibawah ini sebagai berikut :



Gambar 4.13 Grafik gaya tekan hidrolik dan laju debit aliran

Dari gambar 4.13 hasil pengujian gaya dan laju debit aliran hidrolik pada rangkaian sistem kendali penggerak excavator menunjukkan laju debit aliran hidrolik maksimum 0,0000235 l/s pada gaya tekan hidrolik 0,03768 N.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis perencanaan sistem kendali pompa excavator mini di atas maka dapat disimpulkan;

1. Kita mengetahui debit aliran hidrolik yang diperlukan masing-masing sistem yang ada di excavator yaitu :
  - Pada hidrolik Boom debit alirannya  $Q = 0,0000209 \text{ l/s}$
  - Pada hidrolik Arm debit alirannya  $Q = 0,0000235 \text{ l/s}$
  - Pada hidrolik Bucket debit alirannya  $Q = 0,0000209 \text{ l/s}$
  
2. Kita mengetahui gaya hidrolik yang diperlukan masing-masing sistem yang ada di excavator yaitu:
  - Pada hidrolik Boom mendapatkan gaya  $F = 0,04082 \text{ N}$
  - Pada hidrolik Arm mendapatkan gaya  $F = 0,03768 \text{ N}$
  - Pada hidrolik Bucket mendapatkan gaya  $F = 0,03454 \text{ N}$
  
3. Kita mengetahui kecepatan torak hidrolik yang diperlukan masing-masing sistem yang ada di excavator mini yaitu:
  - Pada hidrolik Boom mendapatkan  $v = 0.06 \text{ m/s}$
  - Pada hidrolik Arm mendapatkan  $v = 0.075 \text{ m/s}$
  - Pada hidrolik Bucket mendapatkan  $v = 0.066 \text{ m/s}$
  
4. Perencanaan sistem kendali pompa berhasil sehingga excavator berfungsi dengan baik mulai dari menentukan spek hidrolik, valve, dan pompa hidrolik serta rangkaian masing-masing hidrolik.

## 5.2 Saran

1. Perlunya melakukan peningkatan atau menambah peralatan yang masih kurang
2. Utamakan keselamatan kerja

## DAFTAR PUSTAKA

Andrew parr msc, Ceng., MIEE, mlnstMC . Hidrolika dan Penumatik Bagi Teknik dan Insinyur  
Adisi ke dua

W. Bolton . 2012 . sistem instrumentasi dan sistem kontrol

Agustian, indra. 2013 Defenisi sistem kendali . di akses februari 10, 2015.  
<http://te.unib.ac.id/lecturer/indraagustian/2013/06/definisi-sistem-kendali/>.

Thalib,Muhamadf Fadhlan.2014. Sistem Kontrol LoopTerbuka dan Tertutup. 10 juni. Diakses Februari 10, 2015

<http://fexel.blogspot.com/2014/06/sistem-kontrol-loop-terbuka-dan-tertutup.html>.

Budi Tri Siswanto. 2008. Teknik Alat Berat Jilid I Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

<http://taufiqurookhman.com/2011/03/10/menghitung-gaya-hidrolik/>, diakses pada tanggal 31 mei 2015

Chemical Engenering Magazine, Process piping System, Mc. Graw-hill, pub. Co., 1981

Kaswari , Teknologi Dan Perencanaan System Perpian, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 1986

Peter , Max S., Ph.D., Elementery chemical Engineerin, second Edition, Mc.Graw-hill book Company, USA 1994.

Bodger , walter L dan Banchemo, julius T ., Intoduction to chemical Engineering

Sularso Dan Tahara Haruo. 1983. Pompa dan Kompresor, jakarta PT. Pradnya Paramita

(di akses tanggal 23 April2013

[http://www.mymachining.blogspot.com/2012/04/pengetahuan -dasar -hidrolik .html](http://www.mymachining.blogspot.com/2012/04/pengetahuan-dasar-hidrolik.html).

(di akses tanggal 21 april 2013

Hartono Sugi Drs, 1988. *Sistem kontrol dan Perawatan tenaga hidrolik*. Bandung : Tarsino.

Sumbodo Wirawan Drs, M.T , 2004 . penumatik / hidrolik. Semarang : Teknik Mesin UNNES.









# LAMPIRAN

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

**Analisa perencanaan sistem pengendali pompa terhadap debit aliran, gaya dan kecepatan torak pada excavator**

Nama : Panji santoso  
NPM : 1307230213

Dosen Pembimbing 1 : Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T  
Dosen Pembimbing 2 : H. Muharnif M, S.T., M.Sc

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
01	Selasa/26-03-19	Fokuskan latar belakang laporan sistem pompa	
02	minggu/01-09-19	Perbaiki batasan masalah	
03	Jumab/06-09-19	Lanjutkan tugas	
04	Senin/09-09-19	Lanjutkan ke Pembimbing II	
05	Sabtu/05-10-19	Perbaiki bab 2,3 dan 4	
06	minggu/20-10-19	Perbaiki analisis	
07	Senin 09/12-19	Perbaiki ke Pembimbing I	
Ace disetujui			 27/12-2019

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2019 – 2020**

Peserta Seminar : Panji Santoso  
 Nama : 1307230213  
 NPM :  
 Judul Tugas Akhir : Analisa Perencanaan Sistem Pengendali Pompa Ter –  
 Hadap Debit Aliran Gaya Dan Kecepatan Torak Pada  
 Escavator.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Munawar A Srg.S.T.M.T	: .....
Pembimbing – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc	: .....
Pemanding – I : Chandra A Srg.S.T.M.T	: .....
Pemanding – II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	: .....

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230281	Alhadi SyaFhari	
2	1407230265	BASYARUDDIN	
3	1307230019	Priyat Fajri	
4	1407230298	M. Nur Syah Putra	
5	1307230054	M. Syaib, Aulia Nisa	
6	1207230021	Salamah Jumudi	
7	1307230222	Amir Harjaji Marahap	
8			
9			
10			

Medan, 14 Jum. Awal 1441 H  
 10 Januari 2020 M

Prodi. T.Mesin



Panji Santoso  
 S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

NAMA : Panji Santoso  
NPM : 1307230213  
Judul T.Akhir : Analisa Perencanaan Sistem Pengendali Pompa Terhadap Debit Aliran Gaya Dan Kecepatan Torak Pada Escavator.

Dosen Pembimbing - I : Munawar A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc  
Dosen Pemanding - I : Chandra A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pemanding - II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

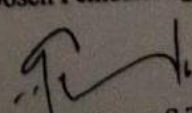
..... *liberal bukan pags... Sarjana* .....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

.....  
.....  
.....

Medan 14 Jum.Awal 1441 H  
10 Januari 2020 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin  
  
Ahmad Marabdi.S.T.M.T

Dosen Pemanding- I  
  
Chandra A Siregar.S.T.M.T



DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Panji Santoso  
NPM : 1307230213  
Judul T.Akhir : Analisa Perencanaan Sistem Pengendali Pompa Terhadap Debit Aliran Gaya Dan Kecepatan Torak Pada Escavator.

Dosen Pembimbing - I : Munawar A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - I : Chandra A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
  - ① pastikan kesesuaian antara judul, tujuan, metode, hasil dan kesimpulan
  - ② perbaiki tujuan & hasil kesimpulan
  - ③ Buat prosedur
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....  
.....

Medan 14 Jum.Awal 1441 H  
10 Januari 2020 M

Diketahui :  
Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- II

*Ahmad Marabdi Siregar*  
Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Panji Santoso  
NPM : 1307230213  
Tempat/Tanggal Lahir : Cinta Rakyat/03 Oktober 1995  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Alamat  
    Dusun : Delapan ( 8 )  
    Desa : Cinta Rakyat  
    Kecamatan : Percut Sei Tuan  
    Kabupaten : Labuhan Batu  
    Provinsi : Sumatera Utara, Indonesia  
Nomor WhatsApp : -  
Nama Orang Tua  
    Ayah : Darwanto  
    Ibu : Sri Eni

### PENDIDIKAN FORMAL

2001-2007 : SD Negeri 104208 Cinta Rakyat  
2007-2010 : SMP PAB 8 Saentis  
2010-2013 : SMA PAB 3 Sentis  
2013-2020 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas  
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara