

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISA GAYA TEKAN HIDROLIK PADA MESIN *DEEP DRAWING* DENGAN MENGGUNAKAN LOGAM ALUMINIUM YANG BERVARIASI**

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

**Disusun Oleh:**  
**AIDIL GUSMAN LUBIS**  
**1307230021**



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

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Aidil Gusman Lubis  
Npm : 1307230021  
Program studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Analisa Gaya Tekan Hidrolik Pada Mesin Deep Drawing Dengan  
Menggunakan Logam Aluminium Yang Bervariasi  
Bidang Ilmu : Alat Berat

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

Medan, 12 Agustus 2020

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I



Khairul Umurani, S.T.,M.T

Dosen pembimbing II



Affandi, S.T.,M.T

Program Studi Teknik Mesin

Ketua



Affandi, S.T.,M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Aidil Gusman Lubis  
Tempat /Tanggal Lahir : Medan/09 Oktober 1994  
NPM : 1307230021  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**"Analisa Gaya Tekan Hidrolik Pada Mesin Deep Drawing Dengan Menggunakan Logam Alumunium Yang Bervariasi"**

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 Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober ,2020

Saya yang menyatakan,  
  
Aidil Gusman Lubis



**LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR**  
**ANALISA GAYA TEKAN HIDROLIK PADA MESIN DEEP DRAWING**  
**DENGAN MENGGUNAKAN LOGAM ALUMINIUM**  
**YANG BERVARIASI**

Nama : Adil Gasman Lubis  
 NPM : 1307230021

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umaram, S.T., M.T  
 Dosen Pembimbing 2 : Dr. Rakhmad Arief Siregar, S.T., M.Eng

No	Tgl/Tanggal	Kegiatan	Pasal
1.	Senin 03-02-2020	- Pemberian spesifikasi tugas akhir	le
2.	Senin 06-02-2020	- Perbaiki gambar	4
3.	Senin 10-02-2020	- Perbaiki tulisan pada gambar	6
4.	Kamis 13-02-2020	- Perbaiki Metode	le
5.	Sabtu 18-02-2020	- lanjut ke pembuatan	le
6.	Senin 20-02-2020	- perbaiki gambar detail, daftar pers	le
7.	Senin 24-02-2020	- hitung momen	le
8.	Rabu 12-08-2020	- Ase, seminar	le.

## ABSTRAK

Sistem hidrolik pada pembuatan mangkok sangat efisien dibandingkan sistem lainnya. Tekanan yang dihasilkan pada proses pembentukan sangat berpengaruh pada hasil mangkok yang dibentuk. Pembentukan mangkok memiliki kecepatan yang berbeda-beda tergantung dari material yang ditekan dan dibentuk. Dalam hal ini penelitian bertujuan untuk mendapatkan analisa teknis berupa gaya tekanan hidrolik yang dihasilkan pada pembuatan mangkok menggunakan aluminium dengan ketebalan yang berbeda dan menggunakan spesimen *load cell*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketebalan material yang berbeda berpengaruh pada besar gaya tekan yang dihasilkan oleh hidrolik. Hasilnya adalah plat aluminium dengan ketebalan 0.5mm adalah sebesar 3236,6N dan plat aluminium dengan ketebalan 0,6mm adalah sebesar 3322,6N.

**Kata Kunci : Sistem hidrolik, gaya tekan, ketebalan**

## **ABSTRACT**

*The hydraulic system in bowl making is very efficient compared to other systems. The pressure generated in the forming process greatly affects the yield of the bowl that is formed. The forming of the bowl has a different speed depending on the material being pressed and formed. In this research, the objective of this research is to obtain a technical analysis in the form of hydraulic pressure generated in the manufacture of aluminum bowls with different thicknesses and load cell specimens.. The test results show that the different thickness of the material has an effect on the amount of compressive force generated by the hydraulic. The result is an aluminum plate with a thickness of 0.5mm is 3236.6N and an aluminum plate with a thickness of 0.6mm is 3322.6N.*

**Keywords:** *Hydraulic system, compressive force, thickness*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat 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 Gaya Tekan Hidrolik Pada Mesin *Deep Drawing* Dengan Menggunakan Logam Alumunium Yang Bervariasi” 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 Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Affandi, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji sekaligus Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji sekaligus Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ke teknik mesin kepada penulis.
7. Kedua orang tuapenulis, Ayahanda Mustaman Lubis, dan Ibunda Agustina Ritonga yang telah banyak memberikan kasih sayang, nasehatnya, doanya, serta pengorbanan yang tidak dapat ternilai dengan apapun itu kepada penulis selaku anak yang di cintai dalam melakukan penulisan Tugas Akhir ini.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Seluruh rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin khususnya kelas A-1 dan B1-Pagi.
10. Para sahabat tercinta dan keluarga dirumah yang telah banyak membantu dan memberikan semangat kepada penulis dengan memberikan masukan-masukan yang bermanfaat selama proses perkuliahan maupun dalam penulisan Tugas Sarjana ini.

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 tekniksipil/Mesin/Elektro.

Medan, September 2020

AIDIL GUSMAN LUBIS



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Sistem Hidrolik	4
2.2 Komponen- Komponen penyusun Sistem Hidrolik	6
2.2.1 Motor	6
2.2.2 Pompa Hidrolik	6
2.2.3 Katup ( <i>Valve</i> )	7
2.2.4 Silindeer Hidrolik	8
2.2.5 Pressure Gauge	9
2.2.6 Filter	9
2.2.7 Fluida hidrolik	9
2.2.8 Selang Saluran Oli	10
2.3 Tekanan Hidrolik	10
2.4 Mesin <i>Deep Drawing</i>	11
2.5 Proses <i>Deep Drawing</i>	12
2.6 Kecepatan <i>Deep Drawing</i>	14
2.7 Deformasi	15
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu	16
3.2 Alat dan Bahan	17
3.2.1 Alat	17
3.2.1.1 Alat Pembentuk Logam ( <i>Deep Drawing</i> )	17
3.2.1.2 Hidrolik	17
3.2.1.3 Alat Penggerak Sistem Hidrolik	18
3.2.1.4 <i>Load cell</i>	20
3.2.2 Bahan	20

3.3 Diagram Alir	22
3.3.1 Keterangan Diagram Alir Penelitian	23
3.3.1.1. Studi Literatur	23
3.3.1.2 Pengumpulan Data	23
3.3.1.3 Pengujian Tekanan	23
3.3.1.4 Pengujian Kecepatan	23
3.4 Langkah-langkah Penelitian	24
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Data Hasil Pengujian	25
4.2 Perhitungan Hasil Eksperimen	27
4.2.1 Aluminium 0,5 mm	28
4.2.2 Aluminium 0,6 mm	29
4.2.3 Hasil Perbandingan	31
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	35
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
<b>SURAT KETENTUAN PEMBIMBING</b>	
<b>BERITA ACARA</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jenis material dan kecepatan maksimal draw dies	15
Tabel 2.2. Kekuatan meregang material	15
Tabel 3.1. Jadwal waktu pengumpulan data dan analisa data	16
Tabel 4.1. Hasil analisa tekanan hidrolik	30

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. tekanan pada sistem hidrolik	5
Gambar 2.2. Hidrolik double acting	11
Gambar 2.3. Operasi penarikan bentuk dengan benda kerja yang terkait	12
Gambar 2.4. Tahapan deformasi dalam operasi penarikan dalam deep drawing	13
Gambar 3.1. Alat pembentuk logam (Deep drawing)	17
Gambar 3.2. Hidrolik	18
Gambar 3.3. Ukuran hidrolik	18
Gambar 3.4. Motor listrik	18
Gambar 3.5. Pompa hidrolik	19
Gambar 3.6. Selenoid valve	20
Gambar 3.7. load cell	20
Gambar 3.8. Plat aluminium	21
Gambar 3.9. Ukuran traiload blank	21
Gambar 3.10. Diagram alir	22
Gambar 4.1. Spesimen sebelum diuji	25
Gambar 4.3. Spesimen aluminium setelah pengujian	26

## DAFTAR NOTASI

F	Gaya	( kg )
S	Jarak pidahan	( mm )
P	Tekanan	( kg/cm <sup>2</sup> )
A	Luas penampang	( cm <sup>2</sup> )
DP	Diplacement Pump	( cm <sup>3</sup> )
Q	Debit aliran pompa	( cm <sup>3</sup> / menit )
$\eta_{vol}$	Evisiensi volumetris	( % )
n	Jumlah putaran	( rpm )
d	Diameter	( mm )
DR	Diameter ratio	( mm )
Db	Diameter blank	( mm )
Dp	Diameter punch	( mm )
t	waktu	( s )

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong terciptanya suatu produk yang baru dan memiliki kualitas yang baik. Pada industri manufaktur hal ini menjadi masalah yang sangat penting karena dalam proses manufakturnya banyak sekali kendala yang harus dipecahkan agar tercipta suatu produk yang bermutu tinggi.

*Sheet metal forming* adalah sebuah proses yang bertujuan agar pelat atau material mengalami *deformasi plastis* sehingga terbentuk komponen dari desain yang diinginkan. Penggunaan *sheet metal forming* menjadi teknik pembentukan yang efektif karena dapat menggantikan proses permesinan dan pengelasan. Komponen yang dihasilkan *sheet metal forming* dari bentuk yang sangat sederhana sampai bentuk-bentuk rumit dan kecil seperti yang digunakan pada rumah tangga seperti mangkok atau cangkir dan menghasilkan komponen besar seperti bodi mobil pada industri otomotif.

Pada proses *metal forming* dikenal istilah *deep drawing*. Pada proses *deep drawing*, gaya diberikan untuk menekan material benda kerja yang berupa lembaran logam yang disebut dengan *blank* dan dijepit di antara *blank holder* dan *die*. Sehingga terjadi peregangan mengikuti bentuk *die*, bentuk akhir ditentukan oleh *punch* sebagai penekan dan *die* sebagai penahan benda kerja saat ditekan oleh *punch* (Ahmad Hasnan.S,2006).

Gaya yang diberikan oleh *punch* berasal dari gaya tekan yang dihasilkan oleh sistem hidrolik dan membutuhkan tekanan yang cukup besar untuk menekan material yang akan dibentuk atau *blank*. Perhitungan kapasitas tekanan sangat berpengaruh pada proses pembentukan akhir.

Berdasarkan hal tersebut penulis berinisiatif dalam tugas akhir ini akan menganalisa tekanan hidrolik yang diperlukan pada proses pembentukan mangkok pada mesin *deep drawing*. Sehingga memudahkan dalam memperhitungkan kapasitas tekanan hidrolik yang diperlukan pada pembuatan mesin *deep drawing*.

## 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka permasalahan yang akan dibahas adalah menganalisa besar gaya tekan hidrolis yang dihasilkan pada proses *deep drawing*.

## 1.3. RuangLingkup

Dengan melakukan analisa gaya tekan hidolik pada mesin pembentuk logam memiliki batasan masalah sebagai berikut:

1. Menganalisa gaya tekan hidrolis
2. Material yang diuji adalah plat almunium
3. Material yang diuji memiliki ketebalan 0,5 mm dan 0,6 mm
4. Setiap material diuji sebanyak tiga kali.

## 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan pada analisa tekanan hidrolis ini sebagai berikut:

1. Mengukur tekanan hidrolis yang dihasilkan pada proses pembentukan mangkuk, dengan menggunakan material aluminium.
2. Membuat pebandingan tekanan dengan ketebalan material yang berbeda.
3. Mengukur tekanan yang dikeluarkan berdasarkan gaya tekan yang dihasilkan pada saat pembentukan.

## 1.5. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Sebagai bahan perbandingan dan pembelajaran antara teori yang ada di bangku kuliah dan yang ada dilapangan.
2. Agar dapat dijadikan sebagai referensi sebelum membuat mesin *deep drawing*.

## 1.6. Sistematika Penulisan

Dalam sistematika penulisan tugas akhir ini berisi tentang :

Bab 1 adalah pendahuluan yang menjelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat dan sistematika penulisan.

Bab 2 adalah tinjaua pustaka yang menjelaskan tentang pengetahuan dan sisten hidrolis serta penjelasan tentang mesin *deep drawing*.

Bab 3 adalah metodologi penelitian. dalam bab ini menjelaskan tentang mesin dan alat yang digunakan dalam penelitian, langkah kerja, dan pengambilan data.

Bab 4 adalah hasil pengujian dan pembahasan yang memaparkan secara rinci proses perhitungan dan analisa gaya tekan hidrolik yang diperlukan oleh mesin *deep drawing*.

Bab 5 adalah kesimpulan dan saran yang memaparkan kesimpulan dari seluruh penelitian dan pembahasan, serta saran untuk peneliti selanjutnya.



## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

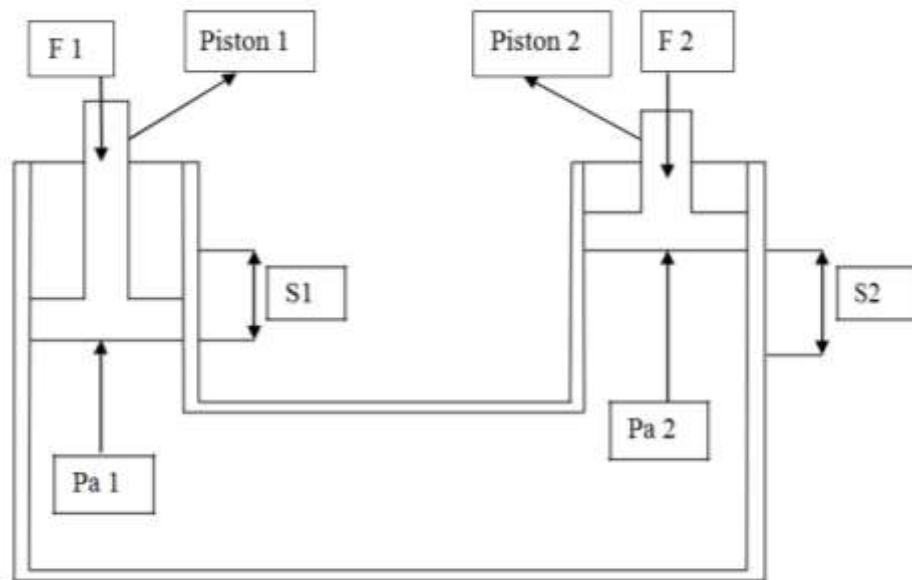
### 2.1. Sistem Hidrolik

Sistem hidrolik adalah suatu sistem/ peralatan yang bekerja berdasarkan sifat dan potensi atau kemampuan yang ada pada zat cair. 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 (Kurniawan, 2016),

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 berbentuk udara dan setelah dipakai fluida tersebut langsung dibuang keudara secara otomatis. Sedangkan sistem hidrolik menggunakan fluida cairan.

Setelah selesai digunakan, fluida 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 tekana itu akan merambat kesegala arah dengan tidak bertambah atau berkurangnya kekuatannya".

Hukum pascal dapat diterangkan berdasarkan cara kerja penekanan hudrolik, seperti pada gambar 2.1 dibawah ini :



Keterangan :

$F_1$  = Gaya pada piston 1

$F_2$  = Gaya pada piston 2

$S_1$  = Jarak pindahan piston 1

$S_2$  = Jarak pindahan piston 2

$A_1$  = Luas penampang piston 1

$A_2$  = Luas penampang piston 2

$P$  = Tekanan

Gambar 2.1. Tekanan pada sistem hidrolik (Triono,2006)

Berdasarkan penerapan hukum pascal pada gambar 2.1 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 1 dan 2 ini dapat dituliskan menjadi :

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (2.1)$$

Karna luas penampang  $A_2$  lebih besar dari  $A_1$  maka dapat ditulis :

$$A_2 = A_1 \frac{F_2}{F_1} \quad (2.2)$$

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 digunakandengan beberapa jenis pompa yang diantaranya adalah jenis pompa roda gigi, pompa vane dan popa hidrolik lainnya (Triono, 2006).

## 2.2. Komponen-Komponen Penyusun Sistem Hidrolik

### 2.2.1. Motor

Motor berfungsi sebagai pengubah dari tenaga listrik menjadi tenaga mekanis. Dalam sistem hidrolik motor berfungsi sebagai penggerak utama dari semua komponen hidrolik dalam rangkaian ini. Kerja dari motor itu dengancara

memutarporospompayangdihubungkandenganporosinputmotor.Motoryang digunakan adalah motor AC 2 HP 1 fasa.

### 2.2.2. Pompa Hidrolik

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.

Untuk mengetahui  $D_p$  (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 (Triono, 2006). Maka dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$Dp = Q / \eta_{vol} \cdot n \quad (2.3)$$

Dimana :

DP = Displacement pump ( $cm^3$ )

Q = Debit aliran pada pompa ( $cm^3$ /menit)

$\eta_{vol}$  = Efisiensi volumetris (%)

n = jumlah putaran (rpm)

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

$$Dp = \frac{P \cdot Q}{600} \quad (2.4)$$

### 2.2.3. Katup (*Valve*)

Dalam sistem hidrolik katup berfungsi sebagai pengatur tekanan dan aliran fluida yang sampai kesilinder kerja. Menurut pemakaiannya, katup hidrolik dibagi menjadi tiga macam (Adriyan, 2013), antara lain :

#### a. Katup pengatur tekanan (*relief valve*)

Katup pengatur tekanan digunakan untuk melindungi pompa-pompa dan katup-katup pengontrol dari kelebihan tekanan dan untuk mempertahankan tekanan tetap dalam sirkuit hidrolik minyak. Cara kerja katup ini adalah berdasarkan kesetimbangan antara gaya pegas dengan gaya tekan fluida. Dalam kerjanya katup ini akan membuka apabila tekanan fluida dalam suatu ruang lebih besar dari tekanan katupnya, dan katup akan menutup kembali setelah tekanan fluida turun sampai lebih kecil dari tekanan pegas katup.

#### b. Katup Pengatur Arah Aliran (*Flow Control Valve*)

Katup pengontrol arah adalah sebuah saklar yang dirancang untuk menghidupkan, mengontrol arah, mempercepat dan memperlambat suatu gerakan

dari silinder kerja hidrolik. Fungsi dari katup ini adalah untuk mengarahkan dan menyuplai fluida tersebut ke tangki *reservoir*.

c. *Non return valve*

Katup ini berfungsi untuk mengatur pergerakan dari fluida.

#### 2.2.4. Silinder Kerja Hidrolik

Silinder kerja hidrolik merupakan komponen utama yang berfungsi untuk merubah dan meneruskan daya dari tekanan fluida, dimana fluida akan mendesak piston yang merupakan satu-satunya komponen yang ikut bergerak untuk melakukan gerak translasi yang kemudian gerak ini diteruskan ke bagian mesin melalui batang piston. Menurut konstruksi, silinder kerja hidrolik dibagi menjadi dua macam tipe dalam sistem hidrolik (Ardian, 2013), antara lain :

1. Silinder kerja penggerak tunggal (*single acting*)

Silinder kerja jenis ini hanya memiliki satu buah ruang fluida kerja didalamnya, yaitu ruang silinder di atas atau di bawah piston. Kondisi ini mengakibatkan silinder kerja hanya bisa melakukan satu buah gerakan, yaitu gerak tekanan. Sedangkan untuk kembali ke posisi semula, ujung batang piston didesak oleh gravitasi atau tenaga dari luar.

2. Silinder kerja penggerak ganda (*double acting*)

Silinder kerja ini merupakan silinder kerja yang memiliki dua buah ruang fluida didalam silinder yaitu ruang silinder di atas piston dan di bawah piston, hanya saja ruang di atas piston ini lebih kecil bila dibandingkan dengan yang di bawah piston karena sebagian ruangnya tersita oleh batang piston. Dengan konstruksi tersebut silinder kerja memungkinkan untuk dapat melakukan gerakan bolak-balik atau maju-mundur.

#### 2.2.5. Pressure Gauge

Biasanya pengatur tekanan dipasang dan dilengkapi dengan sebuah alat yang dapat menunjukkan sebuah tekanan fluida yang keluar. Prinsip kerja alat ini ditemukan oleh Bourdon. Oli masuk ke pengatur tekanan lewat lubang

saluran pipa. Tekanan didalam pipa yang melengkung *Bourdon* (menyebabkan pipa memanjang). Tekanan yang lebih besar akan mengakibatkan belokan radius lebih besar pula. Gerakan perpanjangan pipa tersebut kemudian diubah ke suatu jarum penunjuk lewat tuas penghubung tembereng roda gigi dan roda gigi pinion . Tekanan pada saluran masuk dapat dibaca pada garis lengkung skala penunjuk . Jadi, prinsip pembacaan pengukuran tekanan manometer ini adalah bekerja berdasarkan atas dasar prinsip analog.

#### 2.2.6. Saringan Oli (*Oil Filter*)

Filter berfungsi menyaring kotoran-kotoran dari minyak hidrolik dan diklasifikasikan menjadi filter saluran yang dipakai saluran bertekanan. Filter ditempatkan didalam tangki pada saluran masuk yang akan menuju ke pompa. Dengan adanya filter, diharapkan efisiensi peralatan hidrolik dapat ditinggikan dan umur pemakaian lebih lama.

#### 2.2.7. Fluida Hidrolik

Fluida hidrolik adalah salah satu unsur yang penting dalam peralatan hidrolik. Fluida hidrolik merupakan suatu bahan yang mengantarkan energi dalam peralatan hidrolik dan melumasi setiap peralatan serta sebagai media penghilang kalor.

Fluida hidrolik harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Mempunyai *viskositas* temperatur cukup yang tidak berubah dengan perubahantemperatur.
- b. Mempertahankan fluida pada temperatur rendah dan tidak berubahburuk dengan mudah jika dipakai dibawahtemperatur.
- c. Mempunyai stabilitas oksidasi yang baik.
- d. Mempunyai kemampuan antikarat
- e. Tidak merusak (karena reaksi kimia) karat dancat.
- f. Tidak kompresible (mampumerapat)

g. Mempunyai tendensi anti *foatming* (tidak menjadi busa) yang baik.

#### 2.2.8. Selang Saluran Oli

Saluran merupakan salah satu komponen penting dalam sebuah sistem hidrolik yang berfungsi untuk meneruskan fluida kerja yang bertekanan dari pompa pembangkit ke silinder kerja. Mengingat kapasitas yang mampu dibangkitkan oleh silinder kerja, maka agar maksimal dalam penerusan fluida kerja bertekanan, pipa-pipa harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

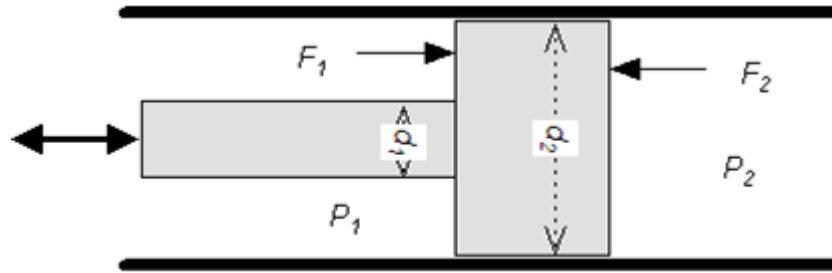
- a. Mampu menahan tekanan yang tinggi dari fluida.
- b. Koefisien gesek dari dinding bagian dalam harus sekecil mungkin.
- c. Dapat menyalurkan panas dengan baik.
- d. Tahan terhadap perubahan suhu dan tekanan.
- e. Tahan terhadap perubahan cuaca.
- f. Berumur relatif panjang.
- g. Tahan terhadap korosi.

#### 2.3. Tekanan Hidrolik

Tekanan dalam fisika didefinisikan sebagai gaya yang bekerja pada suatu bidang persatuan luas bidang tersebut. Bidang atau permukaan yang dikenai gaya disebut bidang tekan, sedangkan gaya yang diberikan pada bidang tekanan disebut gaya tekan.

Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan yang diberikan di dalam ruang tertutup diteruskan sama besar ke segala arah. Berdasarkan hukum ini diperoleh prinsip bahwa dengan gaya yang kecil dapat menghasilkan suatu gaya yang lebih besar. Prinsip-prinsip hukum Pascal dapat diterapkan pada alat-alat seperti pompa hidrolik, alat pengangkat air, alat pengepres, alat pengukur tekanan darah (tensimeter), rem hidrolik, dongkrak hidrolik, dan dump truk hidrolik (Mulyadi, 2008).

Penerapan hukum Pascal dalam suatu alat, misalnya dongkrak hidrolik, dapat dijelaskan melalui analisis seperti terlihat pada gambar 2.2 berikut:



Keterangan:

$F_1$  = gaya tarik batang (N)

$d_1$  = diameter batang (mm)

$d_2$  = diameter piston (mm)

$P_1$  = tekanan dalam silinder (bar)

$F_2$  = gaya dorong batang (N)

$P_2$  = tekanan dalam silinder berlawanan batang (bar)

Gambar 2.2 Hidrolik double acting

$$F_1 = \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2) P_1 \quad (2.5)$$

Gaya yang berlawanan dengan batang dapat dinyatakan dengan:

$$F_2 = \frac{\pi}{4} d_2^2 P_2 \quad (2.6)$$

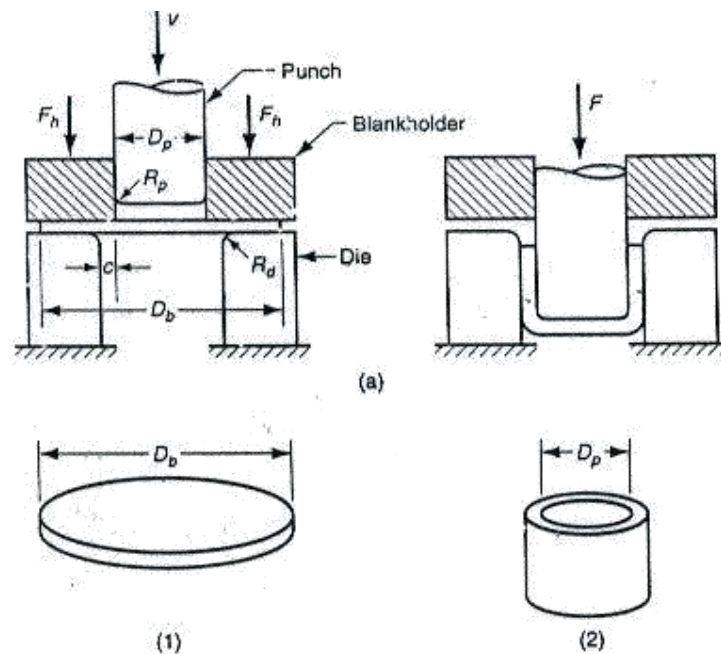
#### 2.4 Mesin *Deep Drawing*

*Deep Drawing* atau biasa disebut *drawing* adalah salah satu jenis proses pembentukan logam, dimana bentuk pada umumnya berupa silinder dan selalu mempunyai kedalaman tertentu, sedangkan definisi menurut P.CO Sharma seorang professor production technology, *drawing* adalah proses pembentukan logam dari lembaran logam ke dalam bentuk tabung (Shofyanto, 2009).

*Deepdrawing* dan *drawing* pada intinya merupakan satu jenis proses produksi namun terdapat beberapa ahli yang membedakan dengan indek ketinggian, proses *deep drawing* mempunyai indek ketinggian yang lebih besar dibandingkan dengan *drawing*. Selain itu terdapat proses produksi yang berbeda dengan proses *drawing* tetapi juga diberi istilah *drawing*, proses tersebut berupa



penarikan, seperti pada pembuatan beberapa jenis bentuk kawat, untuk membedakan kedua proses tersebut (penarikan dan pembuatan bentuk silinder). Bahan dasar dari proses *drawing* adalah lembaran logam yang disebut dengan *blank*, sedangkan produk dari hasil proses *drawing* disebut dengan *draw piece* seperti pada gambar 2.3,



Gambar 2.3. (a) Operasi penarikan bentuk, (b) benda kerja yang terkait (Shofyanto, 2009)

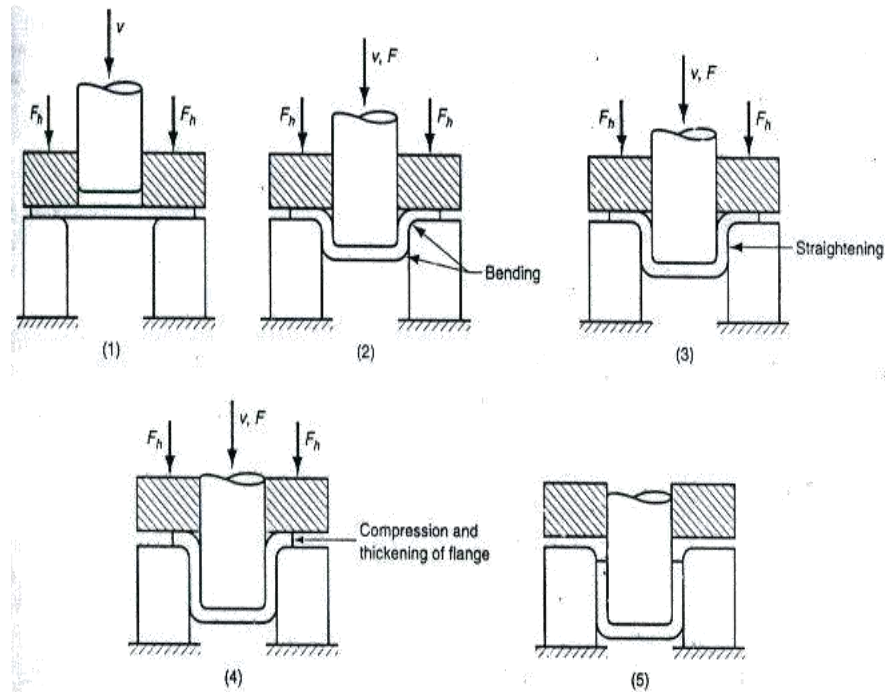
## 2.5. Proses *Deep Drawing*

*Deep drawing* atau biasa disebut *drawing* adalah salah satu jenis proses pembentukan logam, dimana pada umumnya berupa silinder dan selalu mempunyai kedalaman tertentu, sedangkan definisi menurut P.CO Sharma seorang professor production teknologi *drawing* adalah proses pembentukan logam ke dalam bentuk tabung (P.C Sharma 2001).

Proses *deep drawing* dilakukan dengan menekan material benda kerja yang berupa lembaran logam yang disebut dengan blank sehingga terjadi peregangan mengikuti bentuk *dies*, bentuk akhir ditentukan oleh punch sebagai penekan dan die sebagai penahan benda kerja saat di tekan oleh punch. pengertian dari *sheet metal* adalah lembaran logam dengan ketebalan maksimal 6 mm, lembaran logam

(*sheet metal*) di pasaran dijual dalam bentuk lembaran dan gulungan. Terdapat berbagai tipe dari lembaran logam yang digunakan.

Penarikan bentuk mangkok adalah dasar penarikan dengan dimensi dan parameter seperti ditunjukkan dalam gambar 2.3. mekanisme proses deformasi dalam operasi dapat dilihat dalam gambar 2.4, dengan tahapan sebagai berikut :



Gambar 2.4. tahapan deformasi dalam operasi penarikan dalam *deep drawing*

1. *Punch* membuat penekanan awal benda kerja,
2. Lembaran mengalami pembungkakan pada tepi *punch* dan tepi *die*.
3. Penarikan lurus terhadap logam yang telah dibungkakan sebelumnya untuk membentuk dinding silinder,
4. Terjadi gesekan dan kompresi antara logam lembaran dengan permukaan bantalan tekan (*blank holder*) dan flens bergerak masuk kedalam *die*,
5. Gerakan *punch* ke bawah menghasilkan aliran logam berlanjut sehingga diperoleh bentuk akhir dari mangkok dengan penipisan dinding sesuai dengan *clearance* antara *die* dan *punch*.

Untuk menentukan ukuran *blank* mula-mula, maka sebelumnya perlu diukur batas penarikan dan variabel-variabel penting lainnya seperti gaya penarikan dan gaya

pemegangan yang digunakan pada proses ini. Pengukuran sederhana yang dapat dilakukan untuk bentuk silinder adalah pengukuran rasio penarikan (*drawing ratio, DR*) yaitu rasio antara diameter *blank* dengan diameter *punch* :

$$DR = \frac{D_b}{D_p} \quad (2.7)$$

Rasio penarikan ini memberikan indikasi secara kasar mengenai tingkat kesulitan operasi penarikan yang akan dilakukan. Semakin besar rasio penarikan, semakin berat operasi penarikan tersebut dilakukan. Sebagai perkiraan batas atas nilai rasio penarikan adalah 2,0 ( $DR \leq 2,0$ ). Harga batas sesungguhnya tergantung pada jari-jari sudut *punch* dan *die* ( $R_p$  dan  $R_d$ ), kondisi gesekan, kedalaman tarik, dan karakteristik logam lembaran (mis. keuletan, sifat kekuatan logam, dan lain-lain).

## 2.6. Aluminium

Aluminium (dalam bentuk bauksit) adalah suatu mineral yang berasal dari magma asam yang mengalami proses pelapukan dan pengendapan secara residual. Proses pengendapan residual sendiri merupakan suatu proses pengkonsentrasian mineral bahan galian di tempat. Aluminium merupakan suatu metal reaktif, dan tidak terjadi secara alami.

Alumunium adalah logam yang memiliki kekuatan rendah dan relatif lunak . Alumunium merupakan logam yang ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik pula. Umumnya alumuium dicampur dengan logam lain sehingga membentuk alumunium paduan . Material ini dimanfaatkan bukan saja untuk peralatan rumah tangga , tetapi juga dipakai untuk peralatan industri dan lain sebagainya.

Alumunium ditemukan pada tahun 1890 oleh sir Humphery Davy sebagai suatu unsure dan pertama kali direduksi menjadi logam oleh Hans Cristian Orsted pada tahun 1825 . sumber unsur ini tidak bebas , biji utama nya adalah bauksit. Penggunaan alumunium antara lain untuk pembuatan kabel , mobil, kerangka pesawat terbang dan berbagai produk peralatan rumah tangga.

Dalam proses pembuatannya aluminium terbagi menjadi dua tahap yaitu proses Bayer yang merupakan proses pemurnian biji bauksit untuk memperoleh aluminium oksida (alumina) dan proses *hall-heroult* merupakan proses peleburan aluminium oksidasi untuk menghasilkan aluminium murni.



Gambar 2.7 Aluminium batang (*ingot*)

#### 2.6.1. Klasifikasi Aluminium

Aluminium secara garis besar terbagi menjadi dua bagian utama yaitu aluminium murni dan aluminium paduan .

##### 1. Aluminium Murni

Aluminium didapat dalam keadaan cair dengan elektrolisa, umumnya mencapai kemurnian 99,85%. Dengan mengelektrolisa kembali dapat dicapai kemurnian 99,99%. Tanpa tambahan logam paduan apapun dan dicetak dalam keadaan biasa.

##### 2. Aluminium paduan

Elemen paduan yang umum digunakan pada aluminium adalah silikon, magnesium, tembaga, seng, mangan, dan juga lithium. Secara umum, penambahan logam paduan hingga konsentrasi tertentu akan meningkatkan kekuatan tensil dan kekerasan, serta menurunkan titik lebur. Jika melebihi konsentrasi tersebut, umumnya titik lebur akan naik disertai meningkatnya kerapuan.

### 2.6.2 Sifat sifat alumunium

Aluminium memiliki ketahanan terhadap korosi yang baik pada beberapa korosi lingkungan karena permukaan aluminium mampu membentuk lapisan alumina bila bereaksi dengan oksigen. Struktur Kristal yang dimiliki aluminium adalah struktur Kristal FCC (*face centered cubic*), sehingga aluminium tetap ulet walaupun pada temperature yang sangat rendah.

Seperti logam murni lainnya, aluminium memiliki kekuatan rendah yang tidak bias langsung diaplikasikan karena tahanan deformasi dan patahannya kurang tinggi. Oleh karena itu diperlukan adanya penambahan elemen lain. Kedalaman aluminium, sifat aluminium tergantung dari interaksi komposisi kimia dan struktur mikro, perlakuan panas dan proses deformasi.

Adapun sifat sifat aluminium antara lain : ringan , tahan korosi , penghantar panas yang baik , penghantar listrik yang baik . sifat tahan korosi pada aluminium diperoleh karena terbentuknya lapisan oksida aluminium pada permukaan aluminium tersebut. Lihat pada table dibawah ini :

Tabel 2.1 Sifat-sifat fisik aluminium

No	Sifat sifat	Kemurnian Al (%)	
		99,996	>99,0
1	Masa jenis (20°C)	2,6989	2,71
2	Titik cair	660,2	653-657
3	Panas jenis (cal/g. °C) (100 °C)	0,226	0,2997
4	Hantaran listrik (%)	64,94	59(dianil)
5	Tahanan listrik koefisien temperatur (°C)	0,00429	0,0115
6	Koefisien pemuaian (20-100 °C)	23,68x10 <sup>-6</sup>	23,5x10 <sup>-6</sup>
7	Jenis Kristal	<i>Fcc</i>	<i>Fcc</i>

Sumber : (Tata Surdia, 2005)

Tabel 2.2 Sifat sifat mekanik alumunium

No	Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)			
		99,996		>99,0	
		Dianil	75%dirol dingin	Dianil	1118
1	Kekuatan tarik (kg/mm <sup>2</sup> )	4,9	11,6	9,3	16,9
2	Kekuatan mulur (0,2%)(kg/mm <sup>2</sup> )	1,3	11,0	3,5	14,8
3	Perpanjangan%	48,8	5,5	35	5
4	Kekerasan brinel	17	27	23	44

Sumber : (Tata Surdia, 2015)

### 2.6.3 Ciri-ciri aluminium:

- Aluminium merupakan logam yang berwarna perak-putih
- Aluminium dapat dibentuk sesuai dengan keinginan karena memiliki sifat plastis yang cukup tinggi.
- Merupakan unsur metalik yang paling berlimpah dalam kerak bumi setelah setelah silisium dan oksigen.

### 2.6.4 Paduan Aluminium

Paduan aluminium dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu aluminium *wrought alloy* (lembaran) dan aluminium *casting alloy* (batang cor). Aluminium (99,99%) memiliki berat jenis sebesar 2,7 g/cm<sup>3</sup>, densitas 2,685 kg/m<sup>3</sup>, dan titik leburnya pada suhu 6600°C, aluminium memiliki *strength to weight ratio* yang lebih tinggi dari baja. Sifat tahan korosi aluminium diperoleh dari terbentuknya lapisan oksida aluminium dari permukaan aluminium. Lapisan oksida ini melekat kuat dan rapat pada permukaan, serta stabil (tidak bereaksi dengan lingkungan sekitarnya) sehingga melindungi bagian dalam.

Unsur unsure paduan dalam aluminium antara lain :

#### a. Al-Cu dan Al-cu-Mg

Sebagai paduan coran dipergunakan paduan yang mengandung 4-5% Cu . pada fasa penguatan penguatan terjadi penyusutan yang besar , resiko yang besar pada kegetasan panas dan mudah terjadi retakan pada coran . Sebagai

paduan Al-Cu-Mg paduan yang mengandung 4%Cu dan 0,5%Mg dapat mengeras dengan sangat cepat dalam beberapa hari oleh penuaan pada temperature biasa setarlah pelarutan.

b. Paduan Al-Mn

Mn adalah unsure yang memperkuat alumunium tanpa mengurangi ketahanan korosi , dapat ditahan untuk membuat paduan yang tahan korosi pada Al 1,2% Mn 1,0% dinamakan paduan 3003 dan 3004 yang dipergunakan sebagai paduan tahan korosi tanpa perlakuan panas.

c. Paduan Al-Si

Pada paduan ini adanya perlakuan silumi yang memodifikasi struktur sehingga adanya perbaikan sifat sifat mekanik nya . paduana Al-Si sangat baik kecairan nya mempunyai permukaan bagus sekali , tanpa kegetasan paanas, dan sangat baik untuk paduan coran , mempunyai tahan korosi , hantaran listrik serta hantaran panas yang baik . Paduan Al 12% dan Si 29% sangat banyak digunakan untuk paduan cor cetak .

d. Paduan Al-Mg

Dalam paduan Al-Mg secara praktis penambahan Mg tidaklah terlalu banyak . Memiliki tahana korosi yang baik dan sejak lama disebut hidronalium paduan dengan 2-3%Mg dapat mudah ditempa , dirol dan diekstrusi .

e. Paduan Al-Mg-Si

Kalau sedikit Mg ditambahkan kepada Al pegerasan penuaan sangat jarang terjadi , tetapi apabila mengandung Si maka dapat dikeraskan dengan penuan panas . Paduan pada system ini mempunyai kekuatan kurang sebagai bahan tempaan di dibandingkan dengan paduan paduan lain tetapi baik untuk mampu bentuk tinggi pada temperature biasa .

f. Paduan Al-Mg-Zn

Pada paduan ini telah banyak diketahui sejak lama bahwa site mini dapat dibuat keras sekali dengan penuaan setelah pelarutan . tetapi sejak lama tidak dipakai karena mempunyai sifat patah getas oleh retakan korosi tegangan . Al-5,5%, Zn 2,5%, Mn 1,5% sekarang dinamakan paduan 7075 paduan ini mempunyai kekuatan tinggi diantara paduan-paduan lainnya . penggunaan paduan ini paling besar adalah untuk bahan kontruksi pesawat terbang.

## 2.7. Deformasi

Deformasi atau perubahan bentuk terjadi apabila bahan dikenai gaya. Selama proses deformasi berlangsung bahan menyerap energi sebagai akibat adanya gaya yang bekerja. Sebesar apapun gaya yang bekerja pada bahan, bahan akan mengalami perubahan bentuk dan dimensi. Perubahan bentuk secara fisik pada benda dibagi menjadi dua, yaitu deformasi plastis dan deformasi elastis. Pada awal pembebanan akan terjadi deformasi elastis sampai pada kondisi tertentu bahan akan mengalami deformasi plastis. Pada awal pembebanan bahan di bawah kekuatan luluh bahan akan kembali ke bentuk semula, hal ini dikarenakan sifat elastis bahan.

Tabel 2.2. Kekuatan meregang material

No	Material	Kekuatan meregang $(N/m^2) \times 10^2$
1	Besi	170
2	Aluminium	250
3	Baja	500



## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

#### 3.1.1 Tempat

Adapun tempat dilakukannya pengujian dan menganalisa gaya tekan hidrolis pada pembuatan mangkok dilakukan di Lab Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

#### 3.1.2 Waktu

Pengerjaan dan penyusunan tugas sarjana ini di mulai pada bulan Agustus 2018 sampai Januari 2019.

Tabel 3.1 Jadwal waktu pengumpulan data dan analisa data.

NO	KEGIATAN	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER
1	STUDI LITERATUR								
2	DESAIN RANCANGAN								
3	PENYEDIAAN MATERIAL								
4	PENYEDIAAN KOMPONEN								
5	PEMOTONGAN MATERIAL								
6	PEMBUATAN PANEL								
7	PEMBUATAN MESIN								
8	PENGUJIAN MESIN DAN PENGOLAHAN DATA								

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam menganalisa tekanan hidrolik adalah sebagai berikut :

#### 3.2.1 Alat Penelitian

##### 3.2.1.1 Alat Pembentuk Logam (*Deep Drawing*)

Alat pembentuk logam (*deep drawing*) adalah alat yang digunakan untuk membuat suatu produk seperti mangkuk dengan metode penekanan menggunakan sistem hidrolik seperti dilihat pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Alat pembentuk logam (*deep drawing*)

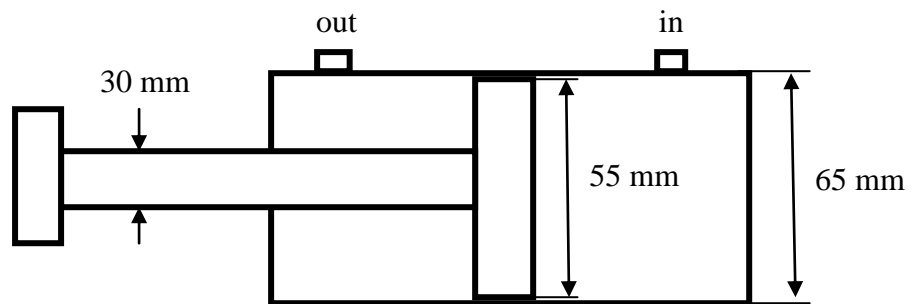
##### 3.2.1.2 Hidrolik

Hidrolik berfungsi sebagai alat untuk mengubah tekanan fluida menjadi tenaga mekanik. Silinder yang digunakan adalah silinder kerja ganda dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Diameter tabung = 65 mm
- Diameter piston = 55 mm
- Diameter batang piston = 30 mm



Gambar 3.2 Hidrolik



Gambar 3.3 ukuran hidrolik

### 3.2.1.3 Alat Penggerak Hidrolik

Sistem hidrolik terdiri dari berbagai komponen, antara lain :

#### 1. Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor ini berfungsi sebagai penggerak utama untuk memutar pompa hidrolik. Motor listrik yang digunakan adalah motor AC dengan merk Famoze Pro yang memiliki daya sebesar 2 Hp dan putaran motor dengan kecepatan 1410 rpm yang dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 Motor listrik

## 2. Pompa Hidrolik

Pompa hidrolik berfungsi untuk merubah energi mekanik yang dihasilkan oleh motor menjadi energi hidrolik. Pompa hidrolik bekerja dengan cara menghisap oli dari tangki dan mendorongnya kedalam sistem hidrolik dalam bentuk aliran. Pompa hidrolik ini bermerk Jaguar dengan type HGP-1A-F3R-AR dengan kapasitas sebesar 3 cc/rev, tekanan maksimal yang dihasilkan sebesar 250 bar dan bekerja pada kecepatan minimal 600 rpm dan maksimal 4500 rpm yang dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5 Pompa hidrolik

## 3. *Solenoid Valve*

*Valve* (katup) berfungsi sebagai pembagi aliran fluida ke silinder hidrolik. *Solenoid valve* bertujuan untuk mengubah energi listrik menjadi energi magnetik. Sehingga aliran fluida dapat dijalankan dengan otomatis yang dapat dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6 *Solenoid valve*

#### 3.2.1.4 Load Cell

*Load Cell* adalah alat yang digunakan untuk mengukur gaya dengan sistem tekan. Satuan ukuran yang digunakan pada *load cell* ini adalah newton dengan kapasitas 5 ton seperti pada gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 3.7 Load Cell

#### 3.2.1.4 Arduino UNO

*Arduino UNO* digunakan sebagai *microconteller* pembaca sensor getaran, sensor kecepatan (rpm) dan sensor proxymiti, motor AC yang terhubung dengan komputer akan memunculkan hasil pencatatan data berupa data sheet. *Arduino* dapat dilihat seperti pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Arduino UNO

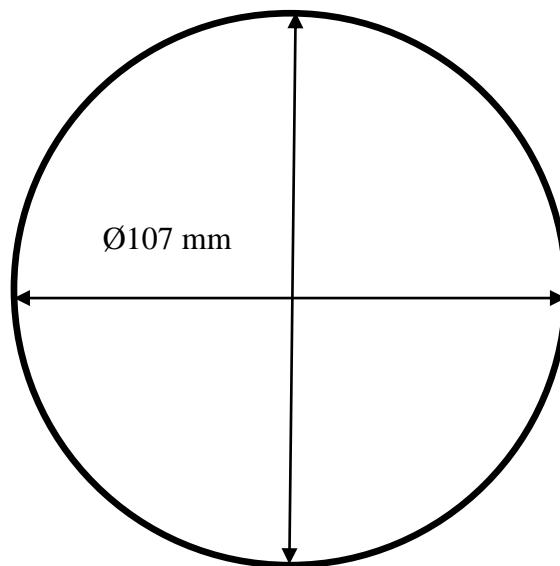
### 3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plat Aluminium dengan ketebalan yang berbeda yaitu 0.5 mm dan 0.6 mm. Material yang akan digunakan memiliki ketebalan yang berbeda agar memiliki perbandingan kekuatan bahan pada saat pengujian seperti gambar 3.9 dibawah ini.



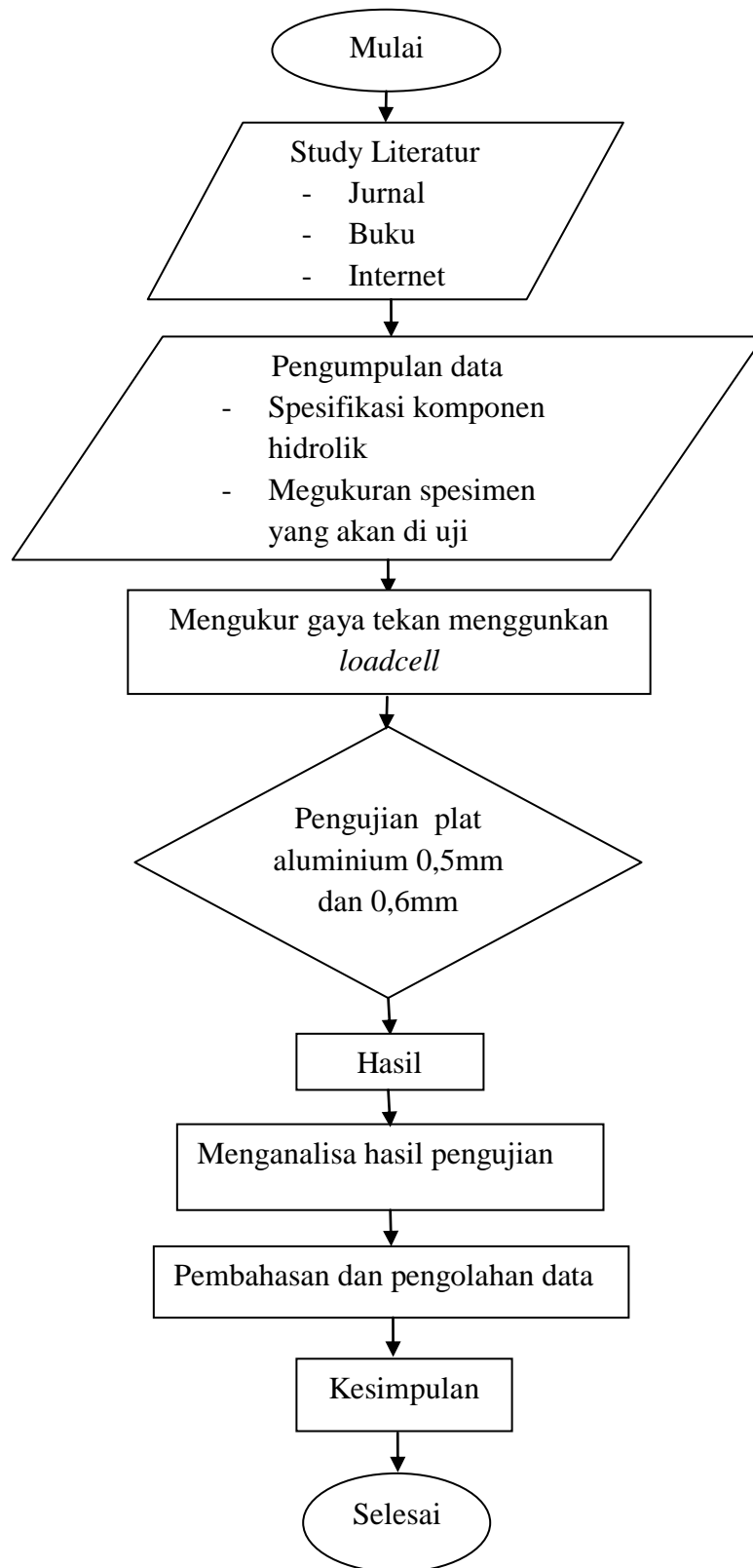
Gambar 3.9 plat aluminium 0,5mm dan 0,6 mm

Penentuan ukuran spesimen (*blank*) menggunakan rumus (2.7) sekitar 107mm yang dapat dilihat pada gambar 3.9. dengan ukuran diameter 107 mm dibawah ini.



Gambar 3.10 Ukuran traiload blank

### 3.3. Diagram Alir



Gambar 3.10 Diagram alir penelitian

### 3.3.1 Keterangan Diagram Alir Penelitian

#### 3.3.1.1 Studi Literatur

Studi literatur yang digunakan adalah melakukan pencarian terhadap berbagai sumber tertulis baik berupa buku, jurnal, dan artikel yang relevan dengan permasalahan yang dikaji. Sehingga informasi dan data-data ini dapat dijadikan rujukan serta pedoman dalam penelitian.

#### 3.3.1.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dipersiapkan adalah:

1. Mencari spesifikasi komponen sistem hidrolik
2. Mengukur luas dan kekuatan spesimen yang akan diuji

Pengumpulan data bertujuan sebagai pelengkap data saat menganalisa hasil pengujian.

#### 3.3.1.3 Pengujian Tekanan Hidrolik

Pengujian tekanan hidrolik dilakukan sebanyak tiga kali dengan spesimen aluminium yang bervariasi 0,5 dan 0,6. Gaya tekan hidrolik diukur menggunakan *load cell* dengan gaya maksimal sebesar 5 ton.

### 3.4 Perosedur Pengujian

Proses pengujian pembentuk logan dilakukan di lab kampus Universitas muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun proses yang dilakukan pada saat pengujian adalah sebagai berikut:

1. Bahan aluminium yang akan diuji dengan diameter yang ditentukan sebesar 107 mm.



Gambar.11 Bahan aluminium yang akan diuji



2. Bahan yang digunakan adalah plat aluminium dengan ketebalan sebesar 0,5mm dan 0,6mm



Gambar.12 alumunium yang akan digunakan

3. Merakit *load cell*



Gambar 3.13 Merakit *Load Cell*

4. Meletakkan *blank* yang akan diuji pas berada ditengah cetakan.



Gambar. 3.14 *Blank* yang akan diuji pas berada ditengah cetakan.

### 3.5 Langkah Kerja Uji Tekan

Langkah-langkah pengujian tekan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemberian tanda pada setiap specimen untuk menghindari kesalahan dalam pembacaan data.
2. Mensetting mesin uji tekan pada pencekam atas mesin uji tekan.
3. Memasang specimen aluminium pada mesin uji tekan.
4. Menjalankan mesin uji tekan.
5. Setelah terjadi deformasi, hentikan proses pembebanan secepatnya.
6. Melepaskan specimen plat aluminium setelah ditekan.
7. Setelah selesai matikan mesin uji tekan. Mesin uji tekan ini berjalan secara manual, sehingga meskipun specimen uji tekan mencapai batas optimal hingga patah, alat ini akan terus berjalan. Karena itu diperlukan operator yang selalu berada di sisi mesin untuk mengontrol proses pengujian tekan. Melakukan proses yang sama dengan langkah di atas pada specimen 2, 3, 4, 5 dan 6.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Hasil Pengujian

Proses pengambilan data dari pengujian spesimen aluminium yang dilakukan dapat dilihat dari tekanan yang diberikan pada hidrolik pada mesin deep drawing dan sensor *load cell* yang sudah di kalibrasi. Dari studi eksperimen, maka data pengujian di dapat dengan studi eksperimen dibagi menjadi 2, yaitu :

1. Data pengujian tekan pada spesimen dengan ketebalan 0,5 mm dan berdiameter awal 107 mm.

Data pengujian spesimen aluminium dengan ketebalan 0,5 mm

Gaya ( N )	Tekanan ( Pa )
3080	496777,2
3310	542623
3320	535483,9

2. Data pengujian tekan pada spesimen dengan ketebalan 0,6 mm dan berdiameter awal 107 mm

Data pengujian spesimen aluminium dengan ketebalan 0,6 mm

Gaya ( N )	Tekanan ( Pa )
3208	5199935,17
3327	537479,8
3433	555501,6

#### 4.2 Perhitungan Hasil Data Eksperimen

##### 4.2.1 Data pengujian tekan pada spesimen aluminium dengan ketebalan 0,5 mm

Berikut adalah data-data hasil pengujian spesimen aluminium dengan ketebalan 0,5 mm

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

Keterangan:

P = Tekanan ( $N/m^2$ )

F = Gaya ( $kgf$ )

A = Luas Penampang ( $cm^2$ )

Diketahui :

$$F_1 = 3080N$$

$$F_2 = 3310N$$

$$F_3 = 3320N$$

$$F_{rata-rata} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{3}$$

$$F_{rata-rata} = \frac{3080 + 3310 + 3320}{3}$$

$$F_{rata-rata} = 3236,6N$$

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$A_1 = \frac{3,14 \cdot 88,55^2}{4}$$

$$A_1 = 6155,2 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = 0,0061552 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$A_2 = \frac{3,14 \cdot 88,50^2}{4}$$

$$A_2 = 6148,3 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 0,0061 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$A_3 = \frac{3,14.88,60^2}{4}$$

$$A_3 = 6162,2 \text{ mm}^2$$

$$A_3 = 0,0062 \text{ m}^2$$

$$A_{rata-rata} = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{3}$$

$$A_{rata-rata} = \frac{0,0062 + 0,0061 + 0,0062}{3}$$

$$A_{rata-rata} = 0,00616 \text{ m}^2$$

Maka :

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

$$P_1 = \frac{3080}{0,0062}$$

$$P_1 = 496777,2 \text{ N/m}^2$$

$$P_1 = 496777,2 \text{ Pa}$$

$$P_2 = \frac{F_2}{A_2}$$

$$P_2 = \frac{3310}{0,0061}$$

$$P_2 = 542623 \text{ N/mm}^2$$

$$P_2 = 542623 \text{ Pa}$$

$$P_3 = \frac{F_3}{A_3}$$

$$P_3 = \frac{3320}{0,0062}$$

$$P_3 = 535483,9 \text{ N/m}^2$$

$$P_3 = 535483,9 \text{ Pa}$$

$$P_{rata-rata} = \frac{F_{rata-rata}}{A_{rata-rata}}$$

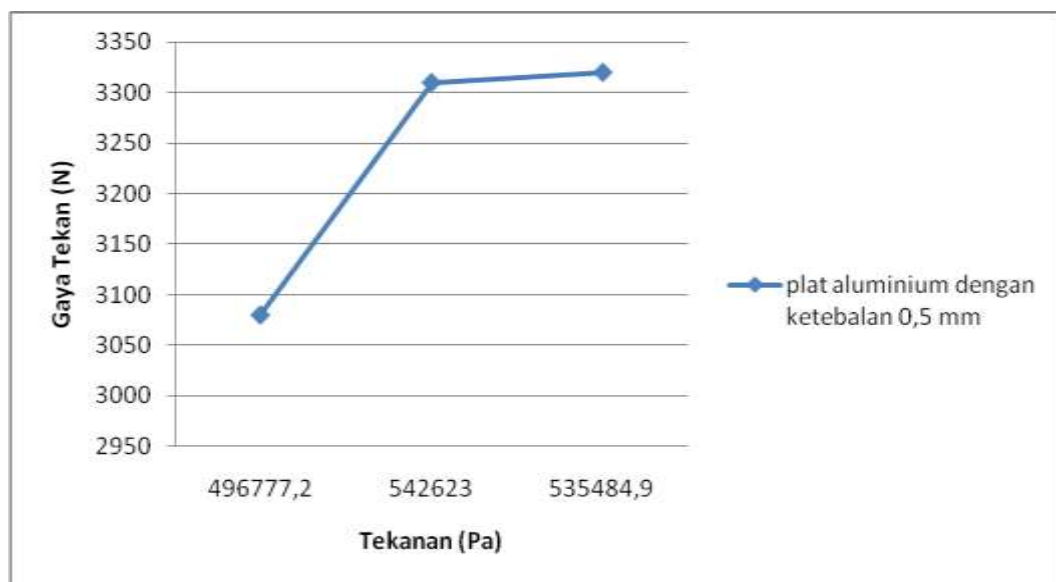
$$P_{rata-rata} = \frac{3236,6}{0,00616}$$

$$P_{rata-rata} = 525422 \text{ N/m}^2$$

$$P_{rata-rata} = 525422 \text{ Pa}$$

Dari data pengujian pada tabel 4.1 maka dapat diperoleh grafik. Grafik dapat dilihat pada gambar 4.1.

#### Plat Aluminium Dengan Ketebalan 0,5 mm



Gambar 4.1 Grafik pengujian spesimen aluminium dengan ketebalan 0,5 mm

4.2.2 Data pengujian tekan pada spesimen aluminium dengan ketebalan 0,6 mm  
Berikut adalah data-data hasil pengujian spesimen aluminium dengan ketebalan 0,6 mm

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

Keterangan:

P = Tekanan ( $N/m^2$ )

F = Gaya ( $kgf$ )

A = Luas Penampang ( $cm^2$ )

Diketahui :

$$F_1 = 3208 \text{ N}$$

$$F_2 = 3327 \text{ N}$$

$$F_3 = 3433 \text{ N}$$

$$F_{rata-rata} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{3}$$

$$F_{rata-rata} = \frac{3208 + 3327 + 3433}{3}$$

$$F_{rata-rata} = 3322,6 \text{ N}$$

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$A_1 = \frac{3,14 \cdot 88,70^2}{4}$$

$$A_1 = 6176,1 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = 0,00617 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$A_2 = \frac{3,14 \cdot 88,80^2}{4}$$

$$A_2 = 6190 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 0,00619 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$A_3 = \frac{3,14 \cdot 88,75^2}{4}$$

$$A_3 = 6183,1 \text{ mm}^2$$

$$A_3 = 0,00618 \text{ mm}^2$$

$$A_{rata-rata} = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{3}$$

$$A_{rata-rata} = \frac{6176,1 + 6190 + 6183,1}{3}$$

$$A_{rata-rata} = 6183,06 \text{ mm}^2$$

$$A_{rata-rata} = 0,00618 \text{ mm}^2$$

Maka :

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

$$P_1 = \frac{3208}{0,00617}$$

$$P_1 = 519935,17 \text{ N/m}^2$$

$$P_1 = 519935,17 \text{ Pa}$$

$$P_2 = \frac{F_2}{A_2}$$

$$P_2 = \frac{3327}{0,00619}$$

$$P_2 = 537479,8 \text{ N/m}^2$$

$$P_2 = 537479,8 \text{ Pa}$$



$$P_3 = \frac{F_3}{A_3}$$

$$P_3 = \frac{3433}{0,00618}$$

$$P_3 = 555501,6 \text{ N/m}^2$$

$$P_3 = 555501,6 \text{ Pa}$$

$$P_{rata-rata} = \frac{F_{rata-rata}}{A_{rata-rata}}$$

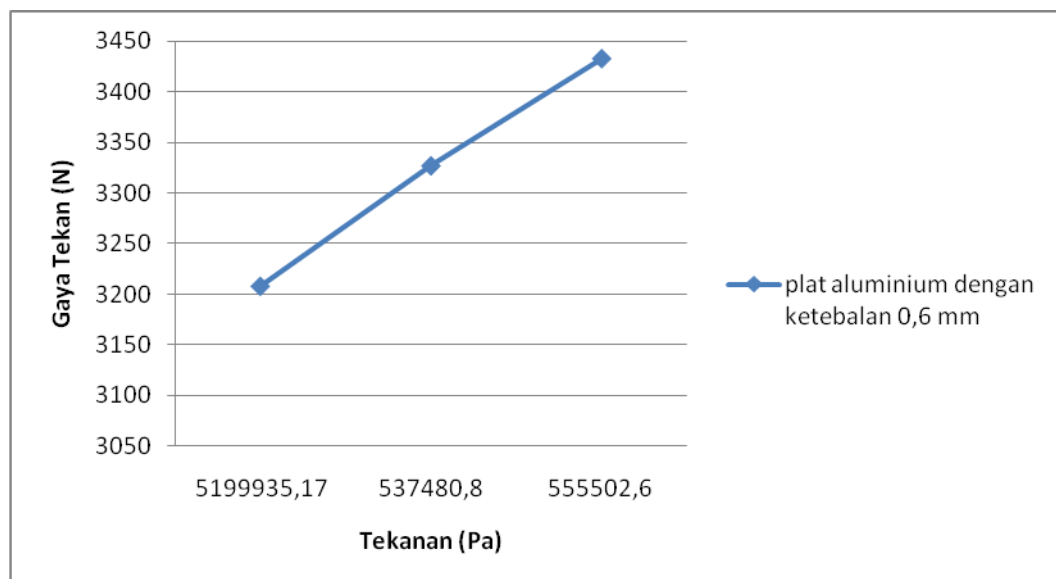
$$P_{rata-rata} = \frac{3322,6}{0,00618}$$

$$P_{rata-rata} = 537637,5 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{rata-rata} = 537637,5 \text{ N/mm}^2$$

Dari data pengujian pada tabel 4.2 maka dapat diperoleh grafik. Grafik dapat dilihat pada gambar 4.2.

#### Plat Aluminium Dengan Ketebalan 0,6 mm



Gambar 4.2 Grafik pengujian spesimen aluminium dengan ketebalan 0,6 mm

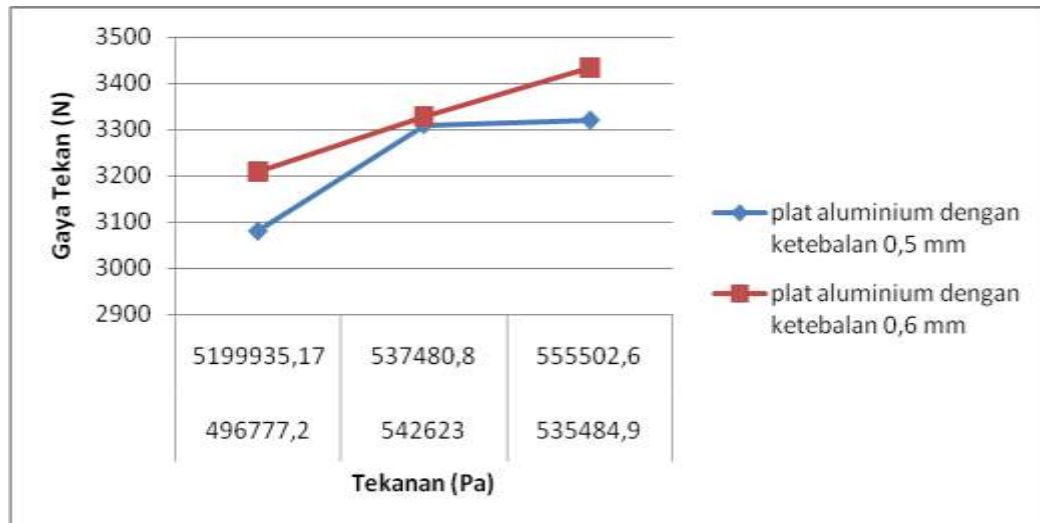
4.2.3 Data hasil perbandingan pengujian spesimen aluminium ketebalan 0,5 mm dengan ketebalan 0,6 mm.

Tabel 4.3 Data perbandingan pengujian spesimen aluminium ketebalan 0,5 mm dengan ketebalan 0,6 mm.

Plat (mm)	Gaya Tekan (N)			Tekanan (Pa)		
	Spesimen 1	Spesi men 2	Spesim en 3	Spesimen1	Spesime n 2	Spesimen3
0,5	3080	3310	3320	496777,2	542623	535483,9
0,6	3208	3327	3433	5199935,17	537479,8	555501,6

Dari data perbandingan pengujian pada tabel 4.3 maka dapat diperoleh grafik. Grafik dapat dilihat pada gambar 4.3.

**Perbandingan Plat Aluminium Ketebalan 0,5 mm Dengan Plat Aluminium 0,6 mm**



Gambar 4.3 Grafik perbandingan pengujian spesimen aluminium dengan ketebalan 0,5 mm dan 0,6 mm.

Adapun gambar hasil pengujian spesimen aluminium dengan ketebalan 0,5 mm dan 0,6 mm, dapat dilihat dibawah ini :

- Spesimen 1



Gambar 4.4 gambar hasil pengujian spesimen1 dengan ketebalan 0,5 mm

- Spesimen 2



Gambar 4.5 Gambar hasil pengujian spesimen 2 dengan ketebalan 0,5 mm

- Spesimen 3



Gambar 4.6 Gambar hasil pengujian spesimen 3 dengan ketebalan 0,5 mm

- Spesimen 4



Gambar 4.7 Gambar hasil pengujian spesimen 4 dengan ketebalan 0,6 mm

- Spesimen 5



Gambar 4.8 Gambar hasil pengujian spesimen 5 dengan ketebalan 0,6 mm

- Spesimen 6



Gambar 4.9 Gambar hasil pengujian spesimen 6 dengan ketebalan 0,6 mm

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian gaya tekan pada mesin deep drawing pada pembuatan mangkok dengan ketebalan material yang berbeda yaitu menggunakan aluminium dengan instrumen *load cell*, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut.

1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketebalan material yang berbeda berpengaruh pada besar gaya tekan yang dihasilkan oleh hidrolis. Hasilnya adalah plat aluminium dengan ketebalan 0.5mm adalah sebesar 3236,6N dan plat aluminium dengan ketebalan 0,6mm adalah sebesar 3322,6N
2. Berdasarkan hasil uji tekan aluminium penyebab terjadinya kerut pada dinding tutup mangkok dengan ketebalan 0,5 mm lebih banyak kerutan dan lipatan dibandingkan dengan ketebalan 0,6 mm, sehingga dapat disimpulkan maka semakin besar jarak celah antara specimen dengan dinding cetakan maka kerutan yang akan terjadi pada mangkok akan semakin besar, begitu juga sebaliknya, semakin kecil jarak celah antara specimen dengan dinding cetakan maka kerutan yang akan terjadi pada mangkok semakin kecil.
3. Dari hasil proses pembentukan mangkok dengan material yang berbeda diperoleh informasi bahwa pada bagian atas cup (sis) tidak terdapat cacat kerutan yang sebelumnya tampak pada hasil eksperimen. Cacat kerutan yang terjadi pada hasil eksperimen terjadi karna pemilihan pegas penahan pada *blank holder* yang kuraang tepat, sehingga *blank holder* tidak mampu menjepit *blank* engan baik.

#### 5.2. Saran

1. Pastikan tidak ada kebocoran pada komponen-komponen hidrolis, karna akan berpengaruh pada tekanan yang dihasilkan.
2. Melakukan analisa pada pemilihan pegas penahan *blank* yang tepat pada saat pembuatan alat, agar meminimalisir terjadinya kerutan pada hasil mangkok.

3. Sebelum melakukan pengujian permukaan *blank* diberi pelumas terlebih dahulu untuk menghindari terjadinya kerutan ataupun robekan pada hasil *deep drawing*.
4. Pada saat pengujian dibutuhkan sekitar lima orang dalam satu team pengujian dan membutuhkan kerja sama yang baik agar berjalan lancarnya pengujian pada mesin *deep drawing*.

## DAFTAR PUSTAKA.

- Adriyan, S, (2013), Analisa Kerusakan Pada Cylinder Hydraulic Bucket Excavator Hitachi Ex 2500, *Jurnal Teknik Mesin*. Vol.14 (3) hal 31-39.
- Basri, H, (2009). Optimasi Disain Dimensi Silinder Sistem Hidrolik Pada Hydraulic Excavator (PC) 1250-7. *Jurnal Ilmiah Teknobiz*. Vol.4 (3) hal 130-136.
- Hasnan, A. (2006) Mengenal Proses Deep Drawing. <http://staffnew.uny.ac.id>, diakses 6 November 2018.
- Imadudin, U.A. dan Effendy, M. (2005). Analisis Square Cup deep Drawing. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 18 (4) hal 87-100.
- Kurniawan, H. (2016). Analisa Defleksi Pada Rod Bucket di Sistem Hidrolik Excavator Hitachi Zaxis 201 MF SN 70165 5G. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol.5 (2) hal. 54-63.
- Mulyadi, (2008), Analisa Terjadinya Penurunan Tekanan Pada System Hydraulic Wheel Loader LK 300 A KOBELCO. *Jurnal Teknik Mesin* . Vol.6 (2) hal 52-59.
- Rokhman, T. (2011) Menghitung Gaya Hidrolik. <https://taufiqurrokhman.wordpress.com>, diakses 6 November 2018.
- Shofiyanto, M.Y. (2009). Simulasi Proses Deep Drawing Dengan Pelat Jenis Tailored Blank. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 5 (2) hal 101-112.
- Situmbul, C. (2006), Analisis Kerja mesin Hidrolik pencetak Paving dengan Sistem Hand Control Hidrolik pada Waktu yang Dibutuhkan Langkah Naik dan Turun Silinder Hidrolik. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol.18 (3) hal 56-63.
- Triono, E. (2006), Analisa Penyebab Bengkok Rod Cylinder Bucket Work Equipment Excavator Seri 311 Caterpillar. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol.9 (3) hal 32-43.