

**TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK PADA MESIN KEMPA  
HIDROLIK UNTUK PEMBUATAN PRODUK JADI DARI  
BAHAN KOMPOSIT**

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

**Disusun Oleh:**

**ANDI RAHMADHANI**  
**1407230218**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

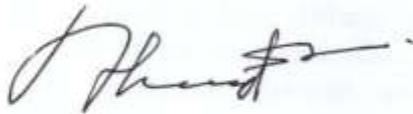
Nama : Andi Rahmadhani  
NPM : 1407230218  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Hidrolik Pada Mesin Kempa Hidrolik  
Untuk Pembuatan Produk Jadi dari Bahan Komposit  
Bidang ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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, 14 September 2019

Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Penguji I



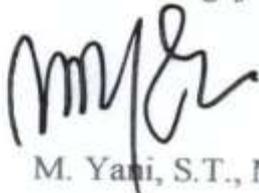
Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji II



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

Dosen Penguji III



M. Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Bekti Suroso, S.T., M.Eng

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,



Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Andi Rahmadhani  
Tempat /Tanggal Lahir : Aek Nabara/23 Februari 1994  
NPM : 1407230218  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**“Perancangan Sistem Hidrolik Pada Mesin Kempa Hidrolik Untuk Pembuatan Produk Jadi Dari Bahan Komposit”,**

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 orisinil dan otentik.

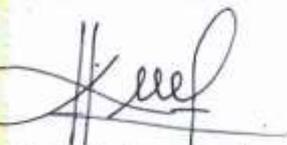
Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

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, 01 Oktober 2019

Saya yang menyatakan,



  
Andi Rahmadhani

## ABSTRAK

Pada saat ini banyak perkembangan teknologi yang sudah banyak membantu manusia dalam memecahkan masalah-masalah yang rumit, seperti halnya menciptakan mesin kempa/mesin press hidrolik untuk mempermudah cara kerja manusia untuk mengerjakan suatu pekerjaan yang berat. Maka dari itu mesin kempa hidrolik memerlukan perancangan untuk sistem hidroliknya agar membuat proses kerja jadi seperti yang diinginkan. Disini perancangan sistem hidrolik pada mesin kempa hidrolik dirancang untuk mempermudah dan mempercepat pembuatan produk jadi dari bahan komposit. Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk merancang sistem hidrolik pada mesin kempa hidrolik dan mengetahui berapa tebal pelat atau bahan yg digunakan mesin ini pada saat melakukan pengepresan. Bagian-bagian sistem hidrolik yang akan dirancang pada mesin kempa hidrolik yaitu, meja *molding*, meja atas (dudukan silinder), *column* (tiang penyangga), tapak dudukan silinder, kopling penyambung silinder-*Sliding Down*, *Sliding Down*, penghubung *Sliding Down-molding*, Penghubung Antara Kopling Bawah-*Molding* Jantan, dan *moding* jantan yang dirancang dengan menggunakan *software solidwork 2014*. Hasil pengujian kelendutan pada pelat meja atas dengan pemberian gaya (F) 21,47 kN jika tebal pelat 10 mm maka lendutan yang terjadi 0,0244 mm, jika tebal pelat 15 mm maka lendutan yang terjadi 0,0365 mm dan jika tebal pelat 20 mm maka lendutan yang terjadi 0,04873 mm, dari hasil pengujian tersebut spesifikasi data yang didapat adalah pelat dapat dihitung mulai dari ketebalan 5 mm – 25 mm, semakin tebal pelat yang digunakan maka semakin kecil hasil lendutan yang di hasilkan.

*Kata Kunci : Mesin kempa, system hidrolik, kekuatan lendutan bahan*

## **ABSTRACT**

*At this time many technological developments that have helped many people in solving complex problems, such as creating a hydraulic press / press to make it easier for humans to do a tough job. Therefore the hydraulic press machine requires a design for the hydraulic system to make the work process as desired. Here the design of the hydraulic system on a hydraulic press machine is designed to simplify and speed up the manufacture of finished products from composite materials. Writing this final project aims to design a hydraulic system on a hydraulic press and find out how thick the plates or materials used by this machine when pressing. Parts of the hydraulic system that will be designed on the hydraulic press machine are, molding table, table top (cylinder stand), column (supporting post), cylinder seat tread, cylinder coupling-Sliding Down coupling, Sliding Down, Sliding Down-molding connector, Linking between Male Bottom-Molding Coupling, and male molding designed using 2014 solidwork software. The results of the test of deflection on the top table plate by applying force (F) of 21,47 kN if the plate thickness is 10 mm, then deflection occurs 0,0244 mm, if the plate thickness is 15 mm, the deflection is 0,0365 mm and if the plate thickness is 20 mm, the deflection is 0,04873 mm, from the test results the specification of the data obtained is that the plate can be calculated from the thickness of 5 mm - 25 mm, the more the thicker the plate used, the smaller the deflection results.*

*Keywords: Press machine, hydraulic system, deflection strength*

## 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 “Perancangan Sistem Hidrolik Pada Mesin Kempa Hidrolik Untuk Pembuatan Produk Jadi Dari Bahan Komposit” 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 M.Yani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Bakti Suroso, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ahmad Marabdi Srg, 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 H.Muharnif, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
5. Bapak Affandi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Bapak Munawar Alfansury Srg S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Orang tua penulis: Nasip dan Legiyem, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
10. Sahabat-sahabat penulis: Risky Zairuddin, Rudi Rubowo, Wahyudi Pranata, Agung Prabowo Putra, yang merupakan rekan satu team pembuatan alat penelitian ini yang tidak pernah berhenti memberikan masukan serta kerja sama dalam menyelesaikan tugas Akhir 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 teknik mesin.

Medan, 01 Oktober 2019

Andi Rahmadhani

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSRAK</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>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Perancangan	3
1.5 Manfaat	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1 Perancangan (Desain)	4
2.1.1 Pengertian Perancangan	5
2.1.2 Tujuan Perancangan	5
2.1.3 Solidworks	7
2.2 Definisi Mesin Kempa	9
2.2.1 Jenis-Jenis Mesin Kempa	10
2.3 Sistem Hidrolik	12
2.4 Prinsip Dasar Sistem Hidrolik	12
2.5 Komponen Utama Sistem Hidrolik Pada Mesin Kempa	16
2.6 Dasar-Dasar Pemilihan Bahan	28
2.6.1 Karakteristik Dasar Pemilihan Bahan	29
2.6.2 Aspek-Aspek Pemilihan Bahan	30
<b>BAB 3 METODE PERANCANGAN</b>	<b>32</b>
3.1 Tempat dan Waktu Perancangan	32
3.1.1 Tempat Pelaksanaan Perancangan	32
3.1.2 Waktu Pelaksanaan Perancangan	32
3.2 Diagram Alir	33
3.3 Alat Perancangan	34
3.3.1 Laptop	34

3.3.2 Software Solidworks	34
3.4 Tahap Awal Pengerjaan Perancangan	34
3.4.1 Membuka Aplikasi Solidworks 2014	34
3.4.2 Proses Perancangan	35
3.4.2.1 Konsep Perancangan Sistem Hidrolik Dengan Singel Silinder	35
3.4.2.2 Konsep Perancangan Sistem Hidrolik Dengan Double Silinder	36
<b>BAB 4 HASIL DAN BEMBAHASAN</b>	<b>38</b>
4.1 Hasil Tahap Awal Perancangan	38
4.1.1 Hasil Proses Perancangan	38
4.1.1.1 Hasil Konsep Perancangan Sistem Hidrolik Dengan Singel Silinder	38
4.1.1.2 Hasil Konsep Perancangan Sistem Hidrolik Dengan Double Silinder	42
4.2 Hasil Rancangan Sistem Hidrolik	44
4.3 Data Hasil Perhitungan	46
4.3.1 Satu Silinder	46
4.3.2 Dua Silinder	47
4.3.3 Analisa Pelat Baja yang Digunakan	48
4.4 Menentukan Bahan yang Digunakan	50
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1 Kekuatan Material Bahan	30
2. Tabel 3.1 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian	32
3. Table 4.1 Hasil analisa data perbandingan single silinder dengan double silinder	50
4. Table 4.2 Hasil analisa data perbandingan dari pelat baja 10 mm, 15 mm dan 20 mm	50

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin Press	10
Gambar 2.2 Mesin Press Menggunakan Tenaga Hidrolik	11
Gambar 2.3 Mesin Press Menggunakan Tenaga Manual	11
Gambar 2.4 Mesin Press Menggunakan Tenaga Motor Listrik dan <i>Gearbox</i>	12
Gambar 2.5 Mekanisme Hidrolik	14
Gambar 2.6 Motor Penggerak Listrik	16
Gambar 2.7 Pompa Hidrolik	17
Gambar 2.8 Tipe Hidrolik Gear Pump	17
Gambar 2.9 Tipe Impeller	18
Gambar 2.10 Tipe Hidrolik Piston Pump	18
Gambar 2.11 <i>Manifold Block</i>	19
Gambar 2.12 Solenoid Valve	19
Gambar 2.13 Prinsip Kerja Solenoid Valve	20
Gambar 2.14 <i>Pressure Control Valve</i>	21
Gambar 2.15 <i>Pressure Relief Valve</i>	21
Gambar 2.16 Aktuator Linier	22
Gambar 2.17 Aktuator Rotari	22
Gambar 2.18 <i>Single Acting Cylinder</i> (Silinder Kerja Tunggal)	23
Gambar 2.19 <i>Double Acting Cylinder</i> (Silinder Kerja Ganda)	23
Gambar 2.20 Selang Hidrolik	24
Gambar 2.21 Fluida Hidrolik	25
Gambar 2.22 Filter Oli	27
Gambar 2.23 Pressure Gauge	28
Gambar 2.24 Karakteristik dasar pemilihan bahan	30
Gambar 3.1 Diagram Alir	33
Gambar 3.2 Laptop	34
Gambar 4.1 Hasil Tampilan Jendela Kerja Solidworks	38
Gambar 4.2 Hasil Proses Rancangan Meja Molding	38
Gambar 4.3 Hasil Rancangan Meja Atas (Dudukan Silinder)	39
Gambar 4.4 Hasil Rancangan <i>column</i> (Tiang Penyangga)	39
Gambar 4.5 Hasil Rancangan Dudukan Silinder	39
Gambar 4.6 Hasil Rancangan Penyambung Silinder- <i>Sliding Down</i>	40
Gambar 4.7 Hasil Rancangan <i>Sliding Down</i>	40
Gambar 4.8 Hasil Rancangan Penghubung <i>Sliding Down-Molding</i>	40
Gambar 4.9 Hasil Rancangan Antara Penghubung Bawah dengan <i>Molding Jantan</i>	41
Gambar 4.10 Hasil Rancangan Molding Jantan	41
Gambar 4.11 Hasil Rancangan Meja <i>Moldin</i>	42
Gambar 4.12 Hasil Rancangan Meja Atas	42
Gambar 4.13 Hasil Rancangan <i>Column</i> (Tiang Penyangga)	42

Gambar 4.14 Hasil Rancangan Cekaman/Dudukan Silinder	43
Gambar 4.15 Hasil Rancangan <i>Sliding Down</i>	43
Gambar 4.16 Konsep Rancangan Sistem Hidrolik Satu Silinder	44
Gambar 4.17 Konsep Rancangan Sistem Hidrolik Dua Silinder	45

## DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
P	Tekanan	$\text{N/m}^3$
F	Gaya	N
A	Luas penampang	$\text{mm}^2$
D	Diamter piston	mm
d	Diameter rod	mm
V	Volume	$\text{mm}^3$
S	Panjang Langkah	mm
r	Jari-jari piston	Mm
t	Tebal Pelat	mm
E	Kekuatan Bahan	$\text{N/m}^2 \times 10^3$
$\Delta L$	Kekuatan elastisitas	Mm

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1. Latar Belakang

Pada saat ini banyak perkembangan teknologi dari waktu ke waktu yang sudah banyak membantu manusia dalam memecahkan masalah-masalah yang rumit, dengan adanya penemuan-penemuan baru dibidang teknologi merupakan suatu bukti manusia terus menerus berpikir bagaimana cara membuat atau merancang serta menemukan suatu hal yang baru guna mempermudah pekerjaan yang akan dilakukan dalam suatu bidang teknologi. Kemajuan yang cepat dapat dilihat didalam bidang industri yang memerlukan banyak sarana penunjang guna untuk mendukung kelancaran pekerjaan didalam suatu industri ataupun laboratorium. Seperti halnya mesin untuk pembuatan produk dari bahan komposit yang sangat dibutuhkan dalam kelancaran saat melakukan praktikum ataupun penelitian di laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Mesin kempa hidrolis ini pada dasarnya berfungsi untuk menekan, memotong dan lain-lain, namun dalam judul ini mesin kempa hidrolis digunakan untuk membuat bahan atau barang jadi dari bahan komposit yang di perlukan untuk percobaan di dalam laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, selama ini praktikum pembuatan bahan komposit hanya menggunakan alat manual saja, dan metode manual ini kurang efektif serta memakan waktu yang cukup lama untuk pembuatan sebuah produk ataupun digunakan dalam suatu produk skala banyak karena dari segi waktu saja sangat tidak mungkin dapat menghasilkan produk yang banyak dengan alat seperti itu.

Oleh sebab itu di buat alat mesin kempa hidrolis untuk pembuatan bahan komposit, untuk menanggulangi agar hasil pembuatan produk dapat efektif dan tidak memerlukan waktu yang cukup lama, serta dapat menghasilkan produk yang lebih banyak dan bentuk produk yang bervariasi. Maka di buatlah penelitian dengan judul “Perancangan Sistem Hidrolis Pada Mesin Kempa Hidrolis Untuk Pembuatan Produk Dari Bahan Komposit” mengapa memilih judul ini ialah untuk memahami bagaimana merancang sistem hidrolis pada mesin kempa yang lebih efisien serta dapat menghemat biaya dan mampu untuk digunakan dalam pembuatan produk berbahan komposit. Diharapkan agar sistem hidrolis pada

mesin kempa ini benar-benar dapat bekerja dengan baik dan sesuai harapan. Dan semoga dengan proyek tugas akhir ini, dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua kalangan yang memerlukan referensi untuk pembuatan mesin kempa hidrolik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam melakukan Perancangan Sistem Hidrolik Pada Mesin Kempa Hidrolik Untuk Pembuatan Produk Dari Bahan Komposit dapat dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem hidrolik pada mesin kempa hidrolik ?
2. Bagaimana menentukan pemilihan konsep desain dalam pengerjaan perancangan sistem hidrolik pada mesin kempa hidrolik ?
3. Bagaimana menentukan bahan yang digunakan dalam perancangan sistem hidrolik pada mesin kempa hidrolik ?

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam Perancangan Sistem Hidrolik Pada Mesin Kempa Hidrolik Untuk Pembuatan Produk Dari Bahan Komposit pada tugas akhir ini dapat dibatasi mengenai:

1. Rancangan desain sistem hidrolik secara keseluruhan menggunakan Shofware Solidworks 2014
2. Rancangan sistem hidrolik di desain menggunakan 4 tiang penyangga sebagai tugas utama menyangga beban aksial
3. Tebal meja yang digunakan adalah 10 mm yang mampu menahan kelendutan 0,000306 mm dengan pemberian gaya (F) 27 N
4. Pegangan tiang penyangga dirancang tidak menggunakan rol/lahar melainkan hanya menggunakan bantalan kuningan saja
5. Ukuran tiang penyangga dirancang vertikal dengan diameter 32 mm sebagai penopang gaya vertikal

## 1.4 Tujuan Perancangan

Adapun tujuan dari perancangan ini adalah:

1. Merancang sistem hidrolik dan menghitung analisa bahan yang digunakan pada mesin kempa hidrolik.
2. Membuat gambar rancangan sistem hidrolik pada mesin kempa hidrolik.
3. Menentukan material yang digunakan pada mesin kempa hidrolik.

#### 1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari Perancangan Sistem Hidrolik Pada Mesin Kempa Hidrolik adalah sebagai informasi untuk menyampaikan suatu model atau rancangan yang baik untuk memahami bagaimana merancang sistem hidrolik pada mesin kempa yang lebih efisien serta dapat menghemat biaya dan mampu untuk digunakan dalam pembuatan produk berbahan komposit.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Perancangan

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang membahas mengenai perancangan konstruksi desain press dies dan perancangan mesin press yang dapat dikaitkan dengan penulisan Tugas Akhir ini. Diantaranya Sethiadarma (2010), Hanjaya (2013), Wijaya (2013) dan Kulkarni (2013).

- Sethiadarma (2010) membahas tentang perancangan mesin press sampah plastic dengan kapasitas 200 KG/Jam. Metode yang digunakan dalam penelitiannya adalah metode rasional. Hasil rancangan yang didapat yaitu mesin press sampah plastic dengan uji kecepatan mencapai 180 KG/Jam.
- Hanjaya (2013) membahas tentang perancangan tentang *special lifter with manual handling*. Rancang bangun *lifter* ini dituntut untuk mengangkat beban maksimal 1 ton dengan ketinggian maksimal 7 meter. Tenaga pendorong dari mesin ini menggunakan 2 buah sumber tenaga, tenaga pendorong horizontal dilakukan dengan cara manual handling sedangkan tenaga pendorong vertical dilakukan dengan tenaga hidrolik. Perancangan ini diawali dengan pemilihan komponen desain, analisis biaya material, analisis biaya proses dan kemudian perancangan produk. *Software* yang digunakan adalah Catia.
- Wijaya (2013) membahas tentang perancangan konstruksi dan desain press dies *C Reinforce* dan *Round Reinforce*. Analisis langkah-langkah perancangan *press dies* dan hal-hal penting yang harus diperhatikan dalam modifikasi *press dies*. Kedua hal ini, yaitu standar perancangan *press dies* dan analisis modifikasi *press dies* akan meningkatkan efisiensi dalam perusahaan manufaktur, dimana desain menjadi pusat dari proses produksi. *Software* yang digunakan adalah *AutoCad* 2011.
- Kulkarni (2013) membahas tentang pengembangan komponen *sheet-metal* dengan pembentukan *die* menggunakan *software* CAE untuk validasi dan perbaikan desain. *Sheet-metal die* merupakan unsur yang tidak dapat dipisahkan dalam proses pengembangan benda-benda otomotif maupun perkakas sehari-hari.

Simulasi dari *software* tersebut akan membantu dalam memperpendek waktu siklus, menyederhanakan proses dan menciptakan *die* yang produktif.

Kesimpulannya adalah melihat dari tinjauan pustaka sebelumnya belum pernah melakukan penelitian tentang perancangan sistem hidrolik untuk membuat suatu produk dari bahan komposit yang mungkin diperlukan sebagai alat percobaan untuk praktikum di dalam laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tersebut.

### 2.1.1 Pengertian Perancangan

Menurut kamus besar bahasa Indonesia, definisi perancangan yaitu proses, cara perbuatan merancang. Merancang yaitu mengatur segala sesuatu sebelum bertindak, mengerjakan, atau merencanakan.

Dalam bahasa Inggris perancangan adalah salah satu arti dalam desain, bisa di jabarkan arti kata desain adalah ilmu yang berhubungan dengan suatu perencanaan atau perancangan. Biasanya berbentuk gambar yang nantinya di wujudkan dalam bentuk sebenarnya.

Desain sendiri adalah suatu disiplin atau mata pelajaran yang tidak hanya mencakup eksplorasi visual, tetapi terkait dan mencakup pula dengan aspek-aspek seperti kultural-sosial, filosofi, teknis dan bisnis. Aktivitasnya termasuk dalam desain grafis, desain industry, arsitektur, desain interior, desain produk dan profesi-profesi lainnya.

### 2.1.2 Tujuan Perancangan

Studi desain secara luas dapat disempitkan berfokus pada bentuk dan fungsi dasar pemikiran, kebutuhan, maksud dan tujuan kegunaan serta implikasi bentuk. Dengan lebih mamahami fungsi bentuk (*form*) kita lebih memahami bagaimana bentuk dapat menghubungkan kita ke orang lain.

Bentuk memiliki banyak arti, kebanyakan arti tersebut berakar dari kata latin, *forma* yang berasal dari bahasa yunani berarti bentuk, struktur, ide. Pada intinya bentuk adalah gabungan elemen-elemen visual dasar, yaitu ukuran, warna dan tekstur dan lebih dari sekedar *shape*. Dalam desain komunikasi visual tidak

hanya berfungsi mekanikal tetapi ada fungsi lainnya, yaitu memberi inspirasi, informasi dan menggerakkan kita untuk beraksi.

Secara umum proses perancangan desain pun dibagi menjadi beberapa tahap yaitu konsep, media, idea, data, visualisasi dan produksi. Untuk tahap-tahap itu dapat di jelaskan sebagai berikut:

- Konsep

Konsep adalah hasil kerja berupa pemikiran yang menentukan tujuantujuan, kelayakan dan *segment/audience* yang dituju. Konsep bisa didapatkan dari pihak non grafis, antara lain : ekonomi, politik, hukum, budaya dan lain sebagainya yang ingin menterjemahkan kedalam bentuk visual. Oleh karena itu desain grafis menjadi desain komunikasi visual karena dapat bekerja untuk membantu pihak yang membutuhkan solusi secara visual.

- Media

Untuk mencapai kriteria ke sasaran/segment yang dituju, diperlukan studi kelayakan media yang cocok dan efektif untuk mencapai tujuannya, media bisa berupa cetak, elektronik, luar ruang dan lain sebagainya.

- Idea

Untuk mencari idea yang kreatif diperlukan studi banding, *literature*, wawasan yang luas, diskusi dan wawancara agar desain bisa efektif diterima *audience* dan membangkitkan kesan tertentu yang sulit dilupakan.

- Data

Data berupa teks atau gambar terlebih dahulu harus kita pilah dan seleksi. Apakah data itu penting sehingga harus tampil atau kurang penting sehingga ditampilkan lebih kecil, atau semua dibuang sekalian. Data bisa berupa data *informative* atau data estetis. Data *informative* bisa berupa foto atau teks dan judul. Data estetis bisa berupa bingkai, background, efek grafis garis atau bidang. Tugas desainer adalah menggabungkan data *informative* dan data estetis menjadi satu kesatuan yang utuh.

- Visualisasi

Didalam tahap visualisasi terdapat penggabungan antara komponen desain dan prinsip desain. Komponen desain terdiri dari garis, bentuk, ilustrasi, warna, teks, dan ruang. Sedangkan prinsip desain terdiri dari keseimbangan, irama, skala,

fokus dan kesatuan. Apabila bisa menggabungkan dengan benar maka akan menghasilkan visualisasi yang di inginkan.

- Produksi

Setelah desain selesai, maka desain sebaiknya lebih dulu di *proofing* (*print preview* sebelum di cetak). Jika warna dan komponen grafis lain tidak ada kesalahan, maka desain anda siap di produksi.

### 2.1.3 Solidworks

SolidWorks adalah salah satu CAD software yang dibuat oleh Dassault Systemes digunakan untuk merancang part permesinan atau susunan part permesinan yang berupa assembling dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan part sebelum real part nya dibuat atau tampilan 2D (drawing ) untuk gambar proses permesinan. SolidWorks diperkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing untuk program CAD seperti Pro / ENGINEER, NX Siemens, I-Deas, Unigraphics, Autodesk Inventor, Autodeks AutoCAD dan CATIA. dengan harga yang lebih murah. SolidWorks Corporation didirikan pada tahun 1993 oleh Jon Hirschtick, dengan merekrut tim insinyur untuk membangun sebuah perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak CAD 3D, dengan kantor pusatnya di Concord, Massachusetts, dan merilis produk pertama, SolidWorks 95, pada tahun 1995. Pada tahun 1997 Dassault Systèmes, yang terkenal dengan CATIA CAD software, mengakuisisi perusahaan dan sekarang ini memiliki 100% dari saham SoliWorks. SolidWorks dipimpin oleh John McEleney dari tahun 2001 hingga Juli 2007, dan sekarang dipimpin oleh Jeff Ray. Saat ini banyak industri manufaktur yang sudah memakai software ini, menurut informasi WIKI. SolidWorks saat ini digunakan oleh lebih dari 3 / 4 juta insinyur dan desainer di lebih dari 80.000 perusahaan di seluruh dunia. Untuk permodelan pada industri pengecoran logam dalam hal pembuatan pattern nya, program program 3D seperti ini sangat membantu sebab akan memudahkan operator pattern untuk menterjemahkan gambar menjadi pattern /model casting pengecoran logam dan tentunya akan mengurangi kesalahan pembacaan gambar yang bisa mengakibatkan salah bentuk. Untuk industri permesinan selain dihasilkan gambar kerja untuk pengerjaan mesin manual juga hasil geometri dari SolidWorks ini bisa langsung diproses lagi

dengan CAM program misalnya MASTERCAM, SOLIDCAM, VISUALMILL dan lain-lain.

#### Spesifikasi Minimal Hardware

Untuk spesifikasi komputer minimal yang di sarankan untuk Solidworks adalah sebagai berikut :

- System Operasi WIN XP, Vista, Seven
- Processor Pentium 4, Intel XEON, Intel Core, AMD Athlon, AMD Turion, AMD Phenom. (2,5 GHz atau lebih)
- RAM min 1GB (Disarankan 2GB)
- VGA Card 256 MB (Disarankan 512MB atau lebih)
- HardDisk lebih dari 5 GB
- DVD Room

Solidworks menyediakan 3 templates utama yaitu:

#### ➤ Part

Part adalah sebuah object 3D yang terbentuk dari feature – feature. Sebuah part bisa menjadi sebuah komponen pada suatu assembly, dan juga bisa digambarkan dalam bentukan 2D pada sebuah drawing. Feature adalah bentukan dan operasi – operasi yang membentuk part. Base feature merupakan feature yang pertama kali dibuat. Extension file untuk part SolidWorks adalah SLDPRT.

#### ➤ Assembly

Assembly adalah sebuah document dimana parts, feature dan assembly lain(Sub Assembly) dipasangkan/ disatukan bersama. Extension file untuk SolidWorks Assembly adalah .SLDASM.

#### ➤ Drawing

Drawing adalah tempates yang digunakan untuk membuat gambar kerja 2D/2D engineering Drawing dari single component ( part ) maupun Assembly yang sudah kita buat. Extension file Untuk SolidWorks Drawing adalah .SLDDRW

#### ❖ Solidworks Simulation

Solidworks simulation memungkinkan untuk melakukan uji produk sebelum mulai dibuat, membantu mencegah kesalahan lebih awal pada proses

desain. Aplikasi ini sangat berguna untuk analisis FEA, namun cukup mudah untuk desainer produk. Solidworks simulation bahkan bisa membantu untuk mengoptimalkan kinerja dan biaya desain dengan maksimal.

Solidworks simulation sudah disertakan pada Solidworks Premium, mencakup tools utama yang diperlukan untuk menguji desain, baik bagi yang baru melakukan analisis maupun yang sudah berpengalaman.

Solidworks simulation dapat dibuka pada user interface Solidworks, sehingga tidak perlu membuka beberapa aplikasi. Kita bisa mensimulasikan desain pada kondisi yang sama seperti pada dunia nyata, termasuk tekanan (stress), benturan (impact), panas (heat), aliran udara (airflow), dan masih banyak lagi. Tidak perlu menunggu sampai produk dibuat untuk melakukan tes, atau membuat berbagai macam prototipe.

## 2.2 Definisi Mesin Kempa

Pengertian mesin kempa/press adalah sebuah alat yang di buat untuk memampatkan sebuah benda, yang sumber tenaganya bisa berasal dari mesin hidrolik, tenaga manusia, motor listrik dan lain-lain.

Konstruksi Utama Mesin Press:

Pada dasarnya mesin press atau biasa disebut pula dengan mesin kempa terdiri dari :

1. *Frame Machine* (Rangka Mesin), yang berfungsi menyangga mesin secara keseluruhan, khususnya ram dan bed.
2. *Ram/Slide*, bagian mesin yang dapat bergerak translasi dan berfungsi memberikan gaya tekan pada benda kerja ke arah bed mesin.
3. Bed, bagian mesin tempat meletakkan benda kerja dan menahan gaya tekan.
4. Mekanisme penggerak ram.

Jenis-jenis mesin press berdasarkan sumber jumlah gerak pengempaan *slide/ram*:

### 1. *Single Action Press*

Mesin Press ini hanya memiliki gerakan slide tunggal. Mesin Press ini biasa digunakan untuk proses *blanking*, *embossing*, *coining* dan *drawing*. Kadang-

kadang diperlukan tekanan *pneumatik* pada *die cushion* untuk menjepit material (*blank holder pressure*) selama proses *drawing*.

## 2. Multiple Action Press

Mesin Press ini memiliki lebih dari satu *slide*. *Slide* bagian luar biasanya berongga dan berfungsi menjepit material, sedangkan yang bagian dalam berfungsi sebagai penekan. Mesin ini cocok untuk proses *drawing*.



Gambar 2.1 Mesin Press

### 2.2.1 Jenis – jenis Mesin Kempa

#### 1. Mesin Press Menggunakan Tenaga Hidrolik

Dalam mesin press jenis ini alat penggeraknya adalah hidrolik, alat ini bekerja atas dasar kerja dari hukum pascal. Prinsip kerjanya adalah jika tekanan yang diberikan pada suatu bagian zat cair dalam suatu ruang tertutup, maka zat cair akan diteruskan ke segala arah dengan sama besar. Dan mesin ini bekerja dibantu dengan komponen-komponen system hidrolik yang lainnya untuk menekan suatu cairan agar dapat beroperasi dengan baik.



Gambar 2.2 Mesin Press Menggunakan Tenaga Hidrolik

## 2. Mesin Press Menggunakan Tenaga Manual

Secara fungsi memang sama, yaitu sama-sama menghasilkan alat press, hanya saja bedanya, pada alat yang manual ini digerakkan dengan menggunakan tenaga manusia sedangkan hidrolik digerakkan menggunakan mesin hidrolik.

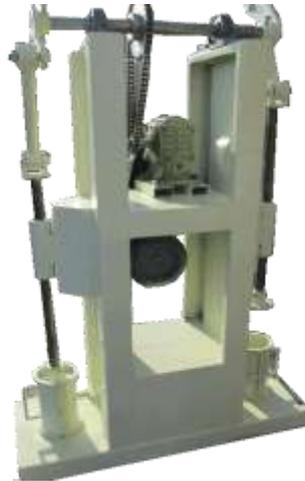


Gambar 2.3 Mesin Press Menggunakan Tenaga Manual

## 3. Mesin Press Menggunakan Tenaga Motor Listrik dan *Gearbox*

Pada jenis ini mesin digerakkan dengan menggunakan gabungan antara motor listrik dan *gearbox*, artinya motor listrik berputar menggunakan sumber daya listrik, antara motor listrik dengan *gearbox* disambungkan dengan menggunakan *v-belt*, sedangkan antara *gearbox* dengan batang piston di

hubungkan dengan menggunakan rantai. Biasanya batang piston ini bentuknya halus namun tidak pada alat ini, batang pistonnya di bentuk ulir.



Gambar 2.4 Mesin Press Menggunakan Tenaga Motor Listrik dan *Gearbox*

### 2.3 Sitem Hidrolik

Sistem hidrolik adalah suatu sistem pemindah tenaga dengan menggunakan zat cair atau fluida sebagai perantaranya. Dimana fluida penghantar ini dinaikan tekanannya oleh pompa pembangkit tekanan yang kemudian diteruskan ke silinder kerja melalui pipa-pipa saluran dan katup-katup. Gerakan translasi batang piston dari silinder kerja yang diakibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder dimanfaatkan untuk gerak maju dan mundur.

Macam – Macam Sistem Hidrolik

Hidrolik terbagi dalam 2 bagian yaitu :

- *Hidrodinamika* : yaitu Ilmu yang mempelajari tentang zat cair yang bergerak
- *Hidrostatik* : yaitu Ilmu yang mempelajari tentang zat cair yang bertekanan

Pada *hidrostatik* adalah kebalikan dari *Hidrodinamika* yaitu zat cair yang digunakan sebagai media tenaga, zat cair berpindah menghasilkan gerakan dan zat cair berada dalam tabung tertutup.

### 2.4 Prinsip Dasar Sistem Hidrolik

Hukum Pascal adalah prinsip utama pada sistem hidrolik yang berbunyi, “Jika tekanan eksternal diberikan pada sistem tertutup, tekanan pada setiap titik pada fluida tersebut akan meningkat sebanding dengan tekanan eksternal yang

diberikan.” Hukum Pascal ini menggambarkan bahwa setiap kenaikan tekanan pada permukaan fluida, harus diteruskan ke segala arah fluida tersebut. Hukum pascal hanya dapat diterapkan pada fluida, umumnya fluida cair.

Dimana tekanan dalam fluida statis harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- 1) Tekanan bekerja tegak lurus pada permukaan bidang.
- 2) Tekanan disetiap titik sama untuk semua arah.
- 3) Tekanan yang diberikan kesebagian fluida dalam tempat tertutup, merambat secara seragam ke bagian lain fluida.

Rumus hukum Pascal dalam sistem tertutup dapat disimpulkan dengan:

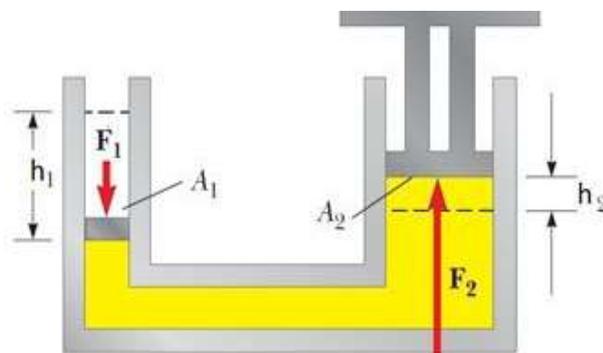
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (2.1)$$

Keterangan:

- $F_1$  = Gaya tekan pada piston 1
- $F_2$  = Gaya tekan pada piston 2
- $A_1$  = Luas penampang pada piston 1
- $A_2$  = Luas penampang pada piston 2

Besarnya keuntungan mekanis dari sistem fluida/hidrolik yang menggunakan hukum Pascal dapat diketahui dari rasio gaya yang keluar dibagi gaya yang diberikan.

Karena luasan penampang berbanding lurus dengan gaya, maka keuntungan mekanis juga dapat langsung diketahui dari rasio kedua luasan penampang.



Gambar 2.5 Mekanisme Hidrolik

Perhatikan gambar mekanisme hidrolis diatas. Karena cairan tidak dapat ditambahkan ataupun keluar dari sistem tertutup, maka volume cairan yang terdorong di sebelah kiri akan mendorong piston (silinder pejal) di sebelah kanan ke arah atas. Piston di sebelah kiri bergerak ke bawah sejauh  $h_1$  dan piston sebelah kanan bergerak ke atas sejauh  $h_2$ .

Rumus Tekanan Fluida :

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.2)$$

Keterangan :

- $P$  = Tekanan ( $N/m^2$ )
- $F$  = Gaya ( $N$ )
- $A$  = Luas alas/penampang ( $m^2$  atau  $cm^2$ )

Rumus Luas Penampang :

$$A = \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2) \quad (2.3)$$

Keterangan :

- $D$  = Diameter piston
- $d$  = Diameter rod

Rumus mencari volume oli :

$$V = A \times S \quad (2.4)$$

Dengan :

- $A$  = Luas penampang
- $S$  = Panjang langkah

Hukum Pascal banyak diterapkan untuk memudahkan pekerjaan manusia. Salah satu contoh yang paling sederhana adalah pengungkit hidrolis. Pada pengungkit hidrolis, sedikit gaya masuk yang diberikan digunakan untuk menghasilkan gaya keluar yang lebih besar dengan cara membuat luasan piston bagian luar lebih besar daripada luasan piston bagian dalam. Dengan cara ini, keuntungan mekanis yang didapatkan akan berlipat ganda tergantung rasio perbedaan luasan piston. Sebagai contoh, jika luasan piston luar 20 kali lebih besar daripada piston bagian dalam, maka gaya yang keluar dikalikan dengan faktor 20;

sehingga jika gaya yang diberikan setara dengan 100 kg, maka dapat mengangkat mobil hingga seberat 2000 kg atau 2 ton.

❖ Keuntungan dan Kekurangan Sistem Hidrolik

Adapun keuntungannya adalah sebagai berikut :

- Dapat menyalurkan torque dan gaya yang besar
- Pencegahan overload tidak sulit
- Kontrol gaya pengoperasian mudah dan cepat.
- Pergantian kecepatan lebih mudah
- Getaran yang timbul relatif lebih kecil
- Daya tahan lebih lama.

Namun sistem hidraulik ini juga mempunyai beberapa kekurangan yaitu :

- Peka terhadap kebocoran
- Peka terhadap perubahan temperature
- Kadang kecepatan kerja berubah
- Kerja sistem saluran tidak sederhana.

## 2.5 Komponen Utama Sistem Hidrolik Pada Mesin Kempa

Sebuah mesin press terutama yang bekerja atas dasar hidrolik maka tentunya ini tidak akan sesederhana pada sebuah mesin press yang menggunakan tenaga manual. Pada mesin press ini mempunyai beberapa komponen yakni diantaranya adalah :

### 1. Motor Penggerak

Motor penggerak ini ada dua macam yakni dengan menggunakan motor bakar atau juga menggunakan motor listrik. Dan yang digunakan di sini adalah motor penggerak listrik, tenaga penggerak ini fungsinya adalah untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dengan kecepatan konstan, yang berfungsi untuk menggerakkan pompa hidrolik, dan pompa inilah yang akan mensuplai *fluida* ke komponen-komponen hidrolik lainnya.



Gambar 2.6 Motor Penggerak Listrik

## 2. Pompa Hidrolik

Sebuah pompa hidrolik mengambil minyak dari sebuah tangki dan mengirimkan ke bagian-bagian lain sirkuit hidrolik. Dengan melakukan itu, pompa menaikkan tekanan minyak ke tingkat yang dibutuhkan.

Pompa-pompa hidrolik biasanya digerakkan pada kecepatan konstan oleh motor induksi AC tiga *face* yang berputar pada 1500 rpm.

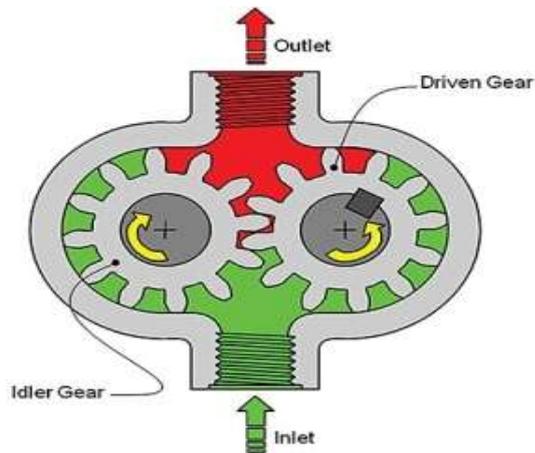


Gamabar 2.7 Pompa Hidrolik

Macam-macam Jenis Pompa Hidrolik :

### 1) Pompa Hidrolik Tipe Roda Gigi (*Hydraulic Gear Pump*)

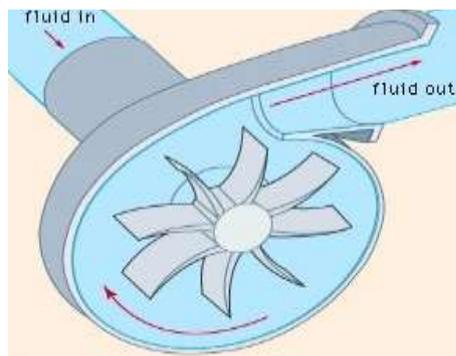
Pompa hidrolik tipe roda gigi ini paling banyak digunakan dalam sistem hidrolik. Tenaga yang dihasilkan dari putaran sepasang roda gigi yang berputar, yang kemudian terjadi daya hisap lalu *fluida* ditangkap diantara celah roda gigi dan rumah pompa, lalu diteruskan ke saluran tekan *outlet*. Selanjutnya fluida ini akan disalurkan ke atas dengan tekanan yang lebih tinggi lagi untuk disalurkan ke sistem hidrolik.



Gambar 2.8 Tipe *Hydraulic Gear Pump*

## 2) Pompa Hidrolik Tipe Kipas (*Impeller*)

Pompa jenis kipas ini (gambar 2.7b) mekanisme kerjanya mirip atau bahkan sama persis dengan pompa air yang terdapat di rumah-rumah. Atau mirip juga dengan pompa air pada aquarium. Pompa ini menggunakan rumah pompa yang pada bagian dalamnya berbentuk elips dan terdapat dua buah lubang pemasukan *inlet* dan dua buah lubang pengeluaran *outlet* yang posisinya berlawanan arah. Konstruksi seperti ini bertujuan agar tekanan radial pada cairan hidrolik saling seimbang. Kipas/*impeller* disini dipasang pada poros beralur *slots* dan akibat gaya sentrifugal tersebut, terjadi proses pemompaan.

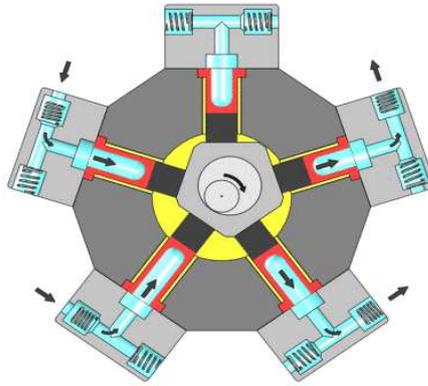


Gambar 2.9 Tipe *Impeller*

## 3) Pompa Hidrolik Tipe Torak (*Hydraulic Piston Pump*)

Pada pompa hidrolik tipe piston ini (gambar 2.7c) proses kerja atau mekanisme kerjanya sama seperti pada pompa kompresor. Yang berbeda hanya medianya saja. Kalau pada pompa kompresor yang dipompa adalah udara,

sedangkan pompa hidrolis piston ini yang dipompa adalah *fluida* (oil). Proses penghisapan terjadi pada saat piston dalam posisi terbuka, sehingga oli hidrolis dari *crankshaft* masuk ke dalam silinder. Pada langkah pemompaan inilah cairan ditekan oleh silinder melalui *check valve* ke saluran tekan.



Gambar 2.10 Tipe *Hydraulic Piston Pump*

### 3. *Manifold Block*

*Manifold block* adalah alat yang mengatur aliran fluida antara pompa dan silinder dan komponen lainnya dalam sistem hidrolis. Ini seperti sebuah pengendali di sirkuit listrik karena memungkinkan operator mengontrol berapa banyak fluida yang mengalir di antara komponen-komponen mesin hidrolis.



Gambar 2.11 *Manifold Block*

### 4. *Solenoid valve*

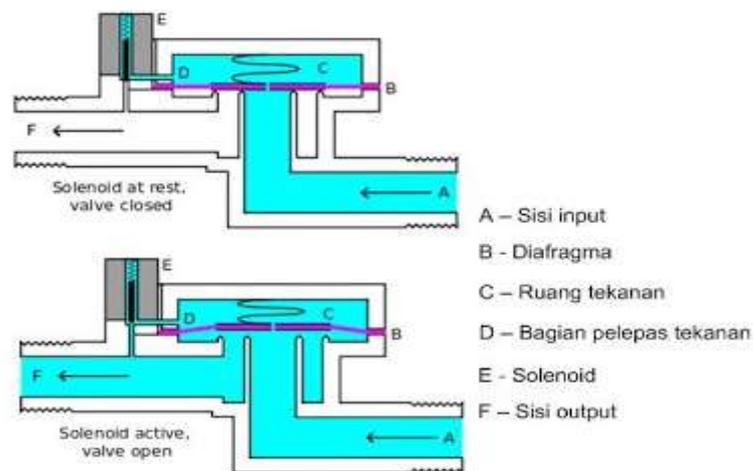
*Solenoid valve* merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan / selenoida. Solenoid valve ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida. Seperti pada sistem hidrolis, sistem pneumatik ataupun pada sistem kontrol mesin yang

membutuhkan elemen kontrol otomatis. Contohnya pada sistem hidrolik, *solenoid valve* bertugas untuk mengontrol saluran fluida yang bertekanan menuju aktuator hidrolik.



Gambar 2.12 Solenoid Valve

Prinsip Kerja *Solenoid Valve*



Gambar 2.13 Prinsip Kerja Solenoid Valve

*Solenoid valve* akan bekerja bila kumparan/coil mendapatkan tegangan arus listrik yang sesuai dengan tegangan kerja (kebanyakan tegangan kerja *solenoid valve* adalah 100/200VAC dan kebanyakan tegangan kerja pada tegangan DC adalah 12/24 VDC). Dan sebuah pin akan tertarik karena gaya magnet yang dihasilkan dari kumparan selenoida tersebut. Dan saat pin tersebut ditarik naik maka fluida akan mengalir dari ruang C menuju ke bagian D dengan cepat. Sehingga tekanan di ruang C turun dan tekanan fluida yang masuk mengangkat diafragma. Sehingga katup utama terbuka dan fluida mengalir langsung dari A ke F.

## 5. *Pressure Control Valve*

Tekanan hidrolik dikontrol melalui penggunaan sebuah *valve* yang membuka dan menutup pada waktu yang berbeda berdasar aliran fluida dari tekanan tinggi ke tekanan yang lebih rendah. *Pressure control valve* biasanya tipe pilot, yaitu bekerja secara otomatis oleh tekanan hidrolik, bukan oleh manusia. Pilot oil ditahan oleh spring yang biasanya bisa disesuaikan. Semakin besar tegangan spring, maka semakin besar pula tekanan fluida yang dibutuhkan untuk menggerakkan *valve*.



Gambar 2.14 *Pressure Control Valve*

## 6. *Pressure Relief Valve*

*Pressure Relief Valve* membatasi tekanan maksimum dalam sirkuit hidrolik, dengan membatasi tekanan maksimum pada komponen-komponen dalam sirkuit dan di luar sirkuit dapat mencegah dari tekanan yang berlebihan dan kerusakan pada komponen. Saat *Pressure relief valve* terbuka, Oli bertekanan tinggi dikembalikan ke *reservoir* pada tekanan rendah.

Ada dua macam *relief valve* yang digunakan yaitu :

- 1) *Direct Acting Relief Valve* menggunakan sebuah pegas kuat untuk menahan aliran dan membuka pada saat tekanan hidrolik lebih besar daripada tekanan pegas.
- 2) *Pilot Operated relief valve* menggunakan tekanan pegas dan tekanan oli untuk menjalankan *relief valve* dan merupakan jenis yang lebih umum dipakai.



Gambar 2.15 *Pressure Relief Valve*

## 7. Silinder Hidrolik (Aktuator)

Silinder hidrolik berfungsi merubah tenaga zat cair menjadi tenaga mekanik fluida yang tertekan menekan sisi piston silinder untuk menggerakkan beberapa gerakan mekanis.

Secara umum aktuator dapat dibedakan menjadi dua yaitu linier dan rotari aktuator.

### 1) Aktuator Linier

Aktuator linier adalah silinder atau piston, yang ditunjukkan dalam bentuk skema naik-turun. Silinder terdiri dari piston dengan jari-jari R, yang bergerak dalam sebuah silinder.



Gambar 2.16 Aktuator Linier

### 2) Aktuator Rotari

Aktuator rotari adalah hidrolik atau pneumatik dari motor listrik. Untuk torsi atau daya tertentu, sebuah aktuator rotari lebih kompak di bandingkan sebuah motor ekuivalen, tidak dapat dirusak oleh suatu kemacetan yang tak menentu, dan dengan aman dapat digunakan dalam lingkungan eksplosif.

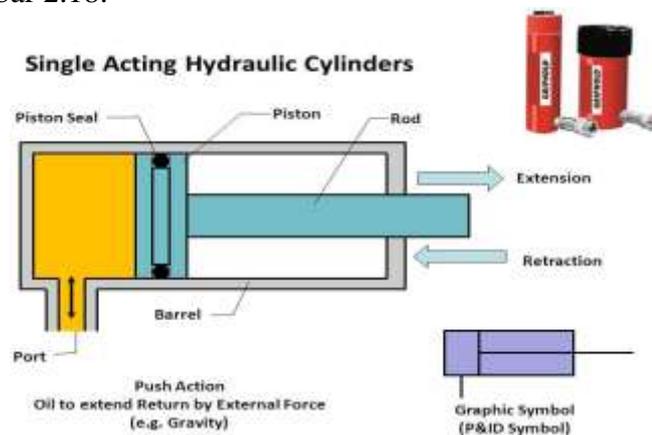


Gambar 2.17 Aktuator Rotari

Jenis-jenis silinder juga tentu saja disesuaikan dengan fungsi, beban dan tujuan penggunaan sistem hidrolik tersebut. Berikut adalah jenis-jenis aktuator :

- *Single Acting Cylinder* (Silinder Kerja Tunggal)

Silinder ini mendapat suplai fluida hanya dari satu sisi saja. Untuk mengembalikan ke posisi semula biasanya digunakan pegas atau kembali sendiri karena beratnya atau beban. Silinder kerja tunggal hanya dapat memberikan tenaga pada satu sisi saja. *Single Acting Cylinder* (Silinder Kerja Tunggal) dapat di lihat pada gambar 2.18.

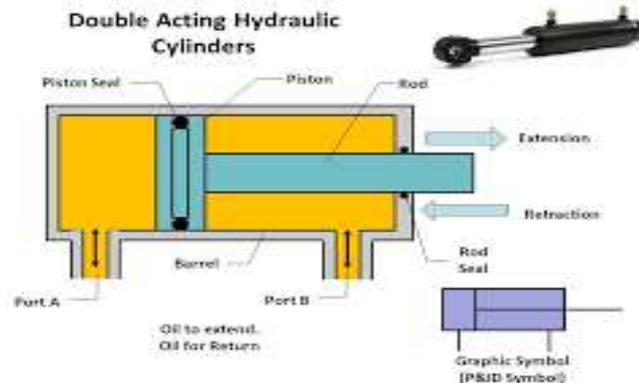


Gambar 2.18 *Single Acting Cylinder* (Silinder Kerja Tunggal)

- *Double Acting Cylinder* (Silinder Kerja Ganda)

Silinder ini mendapat suplai aliran fluida dari dua sisi. Konstruksinya hampir sama dengan silinder kerja tunggal. Keuntungannya adalah bahwa silinder ini dapat memberikan tenaga pada kedua belah sisinya. Silinder kerja ganda ada yang memiliki batang torak (*piston rod*) pada satu sisi dan ada pula yang pada kedua

sisi. *Double Acting Cylinder* (Silinder Kerja Ganda) dapat di lihat pada gambar 2.19.



Gambar 2.19 *Double Acting Cylinder* (Silinder Kerja Ganda)

## 8. Selang Hidrolik

Selang hidrolik digunakan untuk mengalirkan fluida dari sistem hidrolik yang bergerak ke komponen-komponen lain untuk mengoperasikan suatu mesin hidrolik. Oleh karena itu selang hidrolik harus fleksibel (tidak kaku seperti pipa) dan dapat beroperasi pada tekanan tinggi. Diameter selang hidrolik ditentukan menurut laju aliran maksimum dan kecepatan fluida pada sistem. Kecepatan fluida yang direkomendasi pada selang fleksibel sebesar 2,1 - 4,6 m/detik pada jalur bertekanan dan 0,6 - 1,2 m/detik pada jalur pengembalian atau tekanan rendah.



Gambar 2.20 Selang Hidrolik

## 9. Fluida

Fluida adalah unsur terpenting yang tidak dapat dipisahkan dalam suatu sistem hidrolik karena merupakan sumber penggerak yang dipompakan dari

sebuah reservoir melalui katup pengontrol dan diteruskan ke silinder dan motor hidrolis guna dapat menghasilkan tenaga.

Cairan/fluida hidrolis yang digunakan pada sistem hidrolis harus memiliki ciri-ciri atau watak (property) yang sesuai dengan kebutuhan. Property cairan hidrolis merupakan hal-hal yang dimiliki oleh cairan hidrolis tersebut sehingga cairan hidrolis tersebut dapat melaksanakan tugas atau fungsinya dengan baik. (Ahmadjafar.s)

Adapun fungsi/tugas cairan hidrolis pada sistem hidrolis antara lain :

- 1) Sebagai penerus tekanan atau daya
- 2) Sebagai pelumas untuk bagian-bagian yang bergerak
- 3) Sebagai pendingin komponen yang bergesekan
- 4) Sebagai bantalan dari terjadinya hentakan tekanan pada akhir langkah
- 5) Sebagai pencegah korosi
- 6) Sebagai penghanyut bram, yaitu partikel-partikel kecil yang mengelupas dari komponen
- 7) Sebagai pengirim isyarat (signal)



Gambar 2.21 Fluida Hidrolis

Fluida hidrolis juga harus memiliki syarat- syarat yang telah di tentukan antaranya adalah :

- 1) Kekentalan (*viscositas*) yang cukup

Cairan hidrolis harus mempunyai kekentalan/viscositas yang cukup baik agar dapat menjalankan fungsi-fungsinya dengan baik pula.

2) Indeks *viscositas* yang baik

Dengan *viscosity* indeks yang baik, maka kekentalan cairan hidrolis akan stabil pada saat digunakan pada sistem hidrolis meskipun dengan perubahan suhu yang *fluktuatif*.

3) Tahan api (tidak mudah terbakar)

Alat-alat hidrolis sering digunakan atau beroperasi di tempat-tempat yang cenderung timbul api atau berdekatan dengan api. Maka dari itu, cairan hidrolis perlu memiliki sifat tahan terhadap api atau tidak mudah terbakar.

4) Tidak berbuis (*foaming*)

Cairan hidrolis harus pula memiliki sifat tidak berbuis (*foaming*), karena jika cairan hidrolis banyak buis akan mengakibatkan gelembung-gelembung udara yang terdapat dalam cairan hidrolis. Sehingga akan terjadi *compressible* atau hilangnya daya tekanan dan akan mengurangi daya transfer tenaga. Selain itu, dengan adanya buis pada cairan hidrolis, kemungkinan untuk terjilat api dan terbakar akan lebih besar.

5) Tahan dingin

Maksud cairan hidrolis tahan dingin adalah cairan hidrolis tidak mudah membeku bila beroperasi pada suhu yang dingin. Titik beku cairan hidrolis berkisar antara 10-15 derajat Celcius di bawah suhu saat mesin dihidupkan (*start up*). Hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi terjadinya penyumbatan akibat cairan yang membeku.

6) Tahan korosi dan tahan aus

Cairan hidrolis juga harus mempunyai sifat mencegah karat atau korosi. Karena dengan tidak adanya korosi, alat hidrolis tidak mudah terjadi aus dan umur alat hidrolis bisa panjang.

7) *Demulsibility (water separable)*

*Demulsibility* atau *water separable* adalah kemampuan cairan hidrolis untuk memisahkan diri dari air. Karena seperti yang sudah kita ketahui, air adalah penyebab terjadinya korosi.

Hal terpenting yang perlu diperhatikan dalam pemilihan fluida hidrolis adalah “*Viskositas*”, karena *viskositas* akan mempengaruhi kemampuan untuk mengalir dan melumasi bagian-bagian yang bergesakan. *Viskositas* fluida hidrolis

dinyatakan dengan nilai *Viscositas*. Dalam pemilihan nilai *viscositas* oli sebaiknya mengacu pada manufactur pompa/sistem hidrolik agar sistem bekerja secara optimal.

*Viskositas* oli yang tinggi memberikan pengisian yang baik antara celah dari pompa, valve dan motor hidrolik, tetapi jika nilai *viskositas* terlalu tinggi akan mengakibatkan :

1. Hambatan yang besar sehingga menyebabkan seretnya gesekan elemen penggerak (*actuator*) dan kavitasi pompa (udara masuk ke pompa).
2. Pemakaian tenaga bertambah, karena kerugian gesekan.
3. Penurunan tekanan bertambah melalui saluran-saluran dan katup-katup.

Jika *viskositas* oli terlalu rendah, akan mengakibatkan :

1. Kerugian-kerugian kebocoran dalam yang berlebihan.
2. Aus berlebihan oleh karena pelumasan tidak mencukupi pada pompa dan motor.
3. Menurunkan efisiensi motor dan pompa.
4. Suhu oli naik karena kerugian-kerugian kebocoran bagian dalam.

#### 10. Filter Oli

Filter oli adalah salah satu komponen yang ada pada system hidrolik yang berfungsi untuk menyaring kotoran berupa campuran debu dan kotoran lain yang akan masuk ke dalam pompa hidrolik yang bercampur menjadi carbon, endapan lumpur, dan kotoran lainnya. Dalam proses sirkulasi fluida dalam system hidrolik, filter oli sangat berperan penting. Karena sebelum sampai ke *actuator*, oli haruslah dalam keadaan bersih dari kotoran yang mengganggu. Karena kotoran dapat membuat keausan pada as dan oli seal *actuator* yang lama-kelamaan akan mengakibatkan kebocoran sehingga membuat kerja mesin hidrolik tidak maksimal.



Gambar 2.22 Filter Oli

## 11. *Pressure Gauge*

*Pressure Gauge* adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan fluida dalam mampat/tertutup. Satuan dari alat ukur tekanan ini berupa psi (*pound per square inch*), psf (*pound per square foot*), mmHg (*millimeter of mercury*), inHg (*inch of mercury*), bar, ataupun atm (*atmosphere*).



Gambar 2.23 Pressure Gauge

## 2.6 Dasar-dasar Pemilihan Bahan

Di dalam merencanakan suatu alat perlu sekali memperhitungkan dan memilih bahan-bahan yang akan digunakan, apakah bahan tersebut sudah sesuai dengan kebutuhan baik itu secara dimensi ukuran ataupun secara sifat dan karakteristik bahan yang akan digunakan. Berdasarkan pemilihan bahan yang sesuai maka akan sangat menunjang keberhasilan dalam perencanaan tersebut, adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan yaitu :

### 1. Fungsi Dari Komponen

Dalam perencanaan ini, komponen-komponen yang direncanakan mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Yang dimaksud dengan fungsinya adalah bagian-bagian utama dari perencanaan atau bahan yang akan dibuat dan dibeli harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan dari bagian-bagian bahan masing-masing. Namun pada bagian-bagian tertentu atau bagian bahan yang mendapat beban yang lebih besar, bahan yang dipakai tentunya lebih keras. Oleh karena itu penulis memperhatikan jenis bahan yang digunakan sangat perlu untuk diperhatikan.

## 2. Sifat Mekanis Bahan

Dalam perencanaan perlu diketahui sifat mekanis dari bahan, hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan bahan. Dengan diketahuinya sifat mekanis dari bahan maka akan diketahui pula kekuatan dari bahan tersebut. Dengan demikian akan mempermudah dalam perhitungan kekuatan atau kemampuan bahan yang akan dipergunakan pada setiap komponen. Tentu saja hal ini akan berhubungan dengan beban yang akan diberikan pada komponen tersebut. Sifat-sifat mekanis bahan yang dimaksud berupa kekuatan tarik, tegangan geser, modulus elastisitas dan sebagainya.

## 3. Sifat Fisis Bahan

Sifat fisis bahan juga perlu diketahui untuk menentukan bahan apa yang akan dipakai. Sifat fisis yang dimaksud disini seperti : kekasaran, kekakuan, ketahanan terhadap korosi, tahan terhadap gesekan dan lain sebagainya.

## 4. Bahan Mudah Didapat

Bahan-bahan yang akan dipergunakan untuk komponen suatu mesin yang akan direncanakan hendaknya diusahakan agar mudah didapat dipasaran, karena apabila nanti terjadi kerusakan akan mudah dalam pengantiannya. Meskipun bahan yang akan direncanakan telah diperhitungkan dengan baik, akan tetapi jika tidak didukung oleh persediaan bahan yang ada dipasaran, maka pembuatan suatu alat tidak akan dapat terlaksana dengan baik, karena terhambat oleh pengadaan bahan yang sulit. Oleh karena itu perencana harus mengetahui bahan- bahan yang ada dan banyak dipasaran.

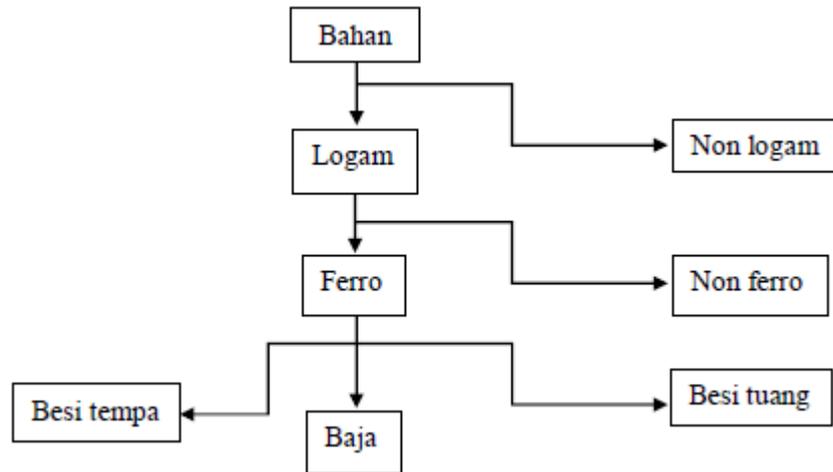
## 5. Harga Relatif Murah

Untuk membuat komponen-komponen yang direncanakan maka diusahakan bahan-bahan yang akan digunakan harganya harus semurah mungkin dengan tanpa mengurangi karakteristik dan kualitas bahan tersebut. Dengan demikian dapat mengurangi biaya produksi dari komponen yang direncanakan.

### 2.6.1 Karakteristik Dasar Pemilihan Bahan

Perancangan suatu elemen mesin mempunyai beberapa aspek yang harus diperhatikan. Salah satu aspek tersebut adalah pemilihan jenis bahan teknik yang akan digunakan. Pemilihan bahan untuk elemen atau komponen sangat

berpengaruh terhadap kekuatan elemen tersebut. Penentuan bahan yang tepat pada dasarnya merupakan kompromi antara berbagai sifat, lingkungan dan cara penggunaan sampai dimana sifat bahan dapat memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Berikut gambar. Klasifikasi bahan dan paduannya seperti gambar 2.24



Gambar 2.24 Karakteristik dasar pemilihan bahan

Tabel 2.1 Tabel Kekuatan Material Bahan

Modulus Puntir G (N/m <sup>2</sup> )x 10 <sup>3</sup>	Material	Modulus Young Y (N/m <sup>2</sup> )x10 <sup>3</sup>	Modulus Bulk B (N/m <sup>2</sup> )x10 <sup>3</sup>
Padat			
40	Besi	100	90
80	Baja	200	140
35	Kuningan	100	80
25	Alumunium	70	70

Rumus Mencari Kekuatan Elastisitas :

$$\Delta L = \frac{F.t}{A.E} \quad (2.5)$$

Keterangan :

- t = Tebal Pelat
- A = Luas Penampang
- F = Gaya

- $E = \text{Kekuatan Bahan (N/m}^2\text{)} \times 10^3$

## 2.6.2. Aspek – Aspek Pemilihan Bahan

Pemilihan suatu bahan teknik mempunyai beberapa aspek yang benar-benar memerlukan peninjauan yang cukup teliti.

Peninjauan tersebut antara lain :

### 1) Pertimbangan Sifat, meliputi :

- Kekuatan
- Kekerasan
- Elastisitas
- Keuletan
- Daya tahan terhadap korosi
- Daya tahan fatik
- Daya tahan mulur
- Sifat mampu dukung
- Konduktifitas panas
- Daya tahan terhadap panas
- Muai panas
- Sifat kelistrikan
- Berat jenis
- Sifat kemagnetan

## BAB 3 METODE PERANCANGAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

#### 3.1.1 Tempat Pelaksanaan Perancangan

Tempat pelaksanaan perancangan mesin kempa hidrolik dilaksanakan di laboratorium Prodi Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

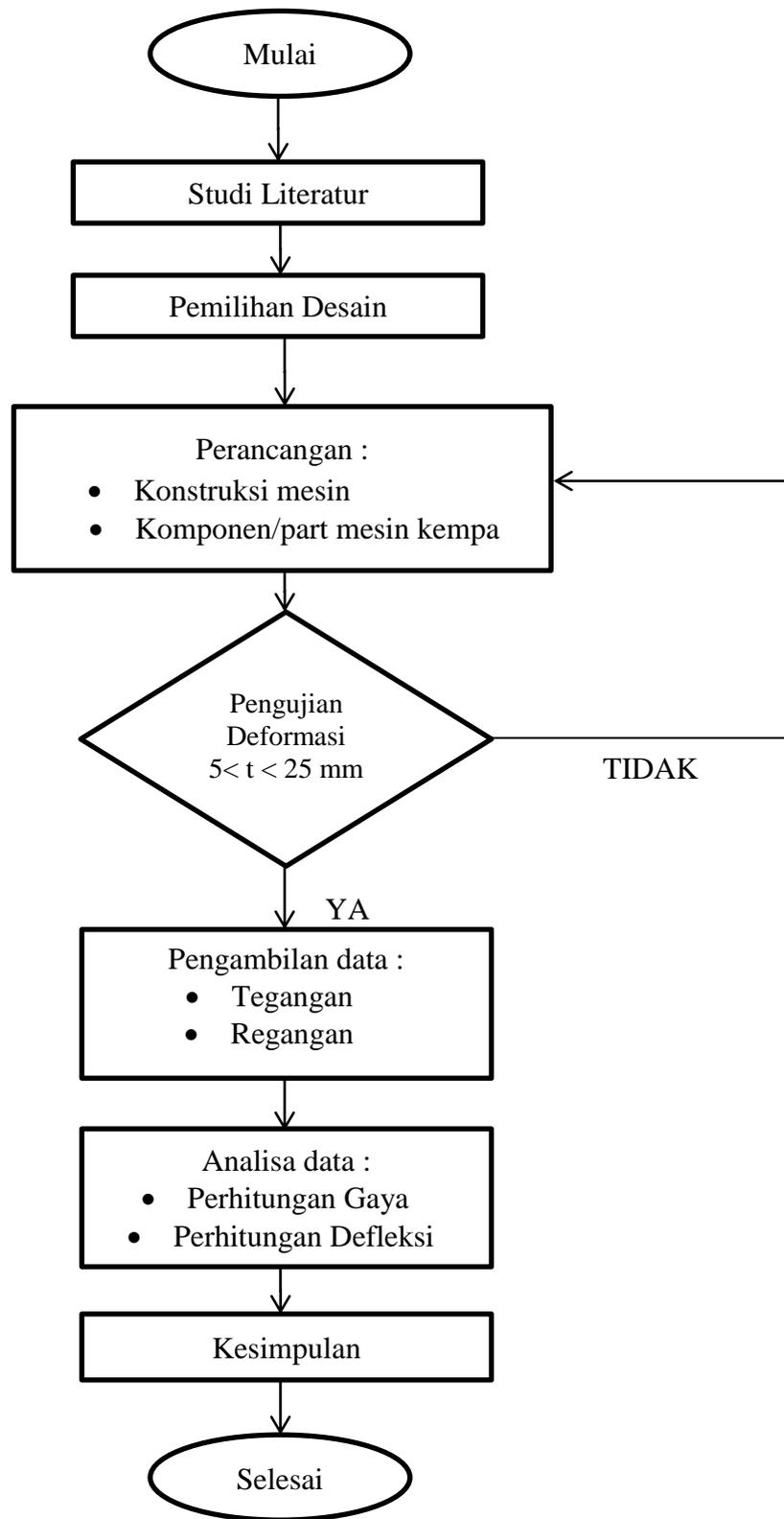
#### 3.1.2. Waktu Pelaksanaan Perancangan

Adapun waktu pelaksanaan perancangan mesin kempa hidrolik untuk penggunaan laboratorium dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

No	Kegiatan	Bulan/T.A 2018-2019							
		Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul
1	Pengajuan Judul								
2	Studi Literatur								
3	Perancangan Desain								
4	Pembuatan Desain								
5	Pelaksanaan Pengujian								
6	Penyelesaian Skripsi								

### 3.2 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir

### 3.3 Alat Perancangan

Adapun peralatan yang digunakan dalam proses perancangan ini adalah :

#### 3.3.1 Laptop

Spesifikasi laptop yang digunakan dalam perancangan ini adalah :

1. Processor : Intel® Pentium® CPU B950 @ 2.10GHz 2.10GHz
2. RAM : 2.00 GB
3. System Type : 64-bit Operating System



Gambar 3.2 Laptop

#### 3.3.2 Software Solidworks

Spesifikasi software yang digunakan dalam pembuatan desain perancangan sistem hidrolik ini adalah sebagai berikut :

1. Nama : Solidworks 2014 Activation Wizard
2. Type : Application
3. Size : 1.25 GB

### 3.4 Tahap Awal Pengerjaan Perancangan

#### 3.4.1 Membuka Aplikasi Solidworks 2014

Sebelum melakukan pengerjaan mendesain, langkah pertama kali dilakukan adalah:

- Siapkan laptop, lalu buka aplikasi solidworks dan tunggu sampai tampilan jendela kerja solidworks muncul.

### 3.4.2 Proses Perancangan

Berikut ini adalah proses perancangan bagian-bagian system hidrolik:

#### 3.4.2.1 Konsep Perancangan Sistem Hidrolik Dengan Satu Silinder

##### 1. Perancangan Meja *Molding*

Meja *molding* dibuat dari potongan pelat besi baja dengan tebal 10 mm. Desain meja *molding* tersebut memiliki panjang 890 mm, lebar 495 mm. Pada bagian setiap sisi sudutnya memiliki lubang dengan diameter 25 mm sebagai tempat dudukan dari pada tiang penyangga.

##### 2. Perancangan Meja Atas (Dudukan Silinder)

Meja *molding* dibuat dari potongan pelat besi baja dengan tebal 10 mm. Desain meja *molding* tersebut memiliki panjang 890 mm, lebar 495 mm. Pada bagian setiap sisi sudutnya memiliki lubang dengan diameter 25 mm sebagai tempat dudukan dari pada tiang penyangga. Dan terdapat lubang sebagai tempat dudukan dari silinder dengan diameter 128 mm.

##### 3. Perancangan *Column* (Tiang Penyangga)

Tiang penyangga ini dirancang dengan tinggi 750 mm, diameter 32 mm dan diameter dudukan meja 25 mm.

##### 4. Perancangan Dudukan Silinder

Dudukan silinder ini dirancang dengan lebar diameter luar 220 mm, diameter dalam 128 mm dan tebal 20 mm. Dan disini terdapat 6 lubang dengan ukuran 14 mm sebagai pengikat antara silinder-meja atas.

##### 5. Perancangan Penyambung Silinder-*Sliding Down*

Penyambung silinder-*Sliding Down* dirancang dengan ukuran diameter 160 mm, tebal 65 mm, dan diameter dalam 45 mm. Rancangan ini memiliki 4 lubang baut dengan ukuran diameter 12 mm yang berfungsi untuk mengikat pemegang tiang.

##### 6. Perancangan *Sliding Down*

*Sliding Down* dirancang dengan model diagonal dengan ukuran panjang 70 mm, diameter dalam 32 mm, tinggi 70 mm dan tebal pelat 8 mm.

##### 7. Perancangan Penghubung *Sliding Down -Molding*

Penghubung *Sliding Down-molding* ini dirancang dengan ukuran diameter 160 mm, tebal 45 mm, dan diameter tumpuan 45 mm dengan tebal 11 mm. Rancangan

ini memiliki 4 lubang baut dengan ukuran diameter 12 mm yang berfungsi untuk mengikat *Sliding Down*.

#### 8. Perancangan Antara Penghubung Bawah-*Molding* Jantan

Penghubung ini dirancang menjadi 2 bagian dengan ukuran yang sama, bahan yang digunakan ialah baja lunak dengan ukuran pelat 10 mm dan dirancang memiliki sekat-sekat lingkaran yang di bentuk menggunakan mesin bubut guna untuk mengikat agar tidak terjadi selip saat mesin sudah beroperasi. Ukuran sekat-sekat lingkarannya adalah sebagai berikut diameter 45 mm tebal 16 mm, diameter 42 mm tebal 13 mm, diameter 35 mm tebal 16 mm, diameter 42 mm tebal 11 mm.

#### 9. *Molding* Jantan

*Molding* jantan ini dirancang menggunakan bahan pelat baja dengan panjang 320 mm, lebar 205 mm dan tebal 24 mm. Dan ukuran sekat-sekat lingkarannya adalah sebagai berikut diameter 45 mm tebal 16 mm, diameter 42 mm tebal 13 mm, diameter 35 mm tebal 16 mm, diameter 42 mm tebal 11 mm.

### 3.4.2.2 Konsep Perancangan Sistem Hidrolik Dengan Dua Silinder

#### 1. Perancangan Meja *Molding*

Pada perancangan meja *molding* ini tidak berbeda dengan meja yang menggunakan konsep singel silinder. Meja *molding* ini di buat dari potongan plat besi baja dengan tebal 10 mm. Desain meja *molding* tersebut memiliki panjang 800 mm, lebar 400 mm. Pada bagian setiap sisi sudutnya memiliki lubang dengan diameter 30 mm sebagai tempat dudukan dari pada tiang penyangga.

#### 2. Perancangan Meja Atas (Dudukan Silinder)

Dalam konsep double silinder ini meja *molding* di buat sedikit berbeda karena memperhatikan letak dari kedua silinder. Meja ini di rancang dari potongan pelat besi baja dengan tebal 10 mm. Desain meja *molding* tersebut memiliki panjang 800 mm, lebar 400 mm. Pada bagian setiap sisi sudutnya memiliki lubang dengan diameter 30 mm sebagai tempat dudukan dari pada tiang penyangga. Dan bedanya di rancangan ini terdapat 2 lubang sebagai dudukan dari masing-masing silindernya dengan ukuran diameter 80 mm.

### 3. Perancangan *Column* (Tiang Penyangga)

*Column* ini dirancang dengan tinggi 785 mm, diameter 32 mm dan diameter dudukan meja 25 mm.

### 4. Perancangan Cekaman/Dudukan Silinder

Dudukan silinder pada konsep ini di buat 2 buah karena memakai 2 silinder. Keduanya memiliki ukuran yg sama, dudukan silinder ini dirancang dengan lebar diameter luar 300 mm, diameter dalam 80 mm dan tebal 46 mm. Dan disini terdapat 6 lubang dengan ukuran 20 mm sebagai pengikat antara silinder-meja atas.

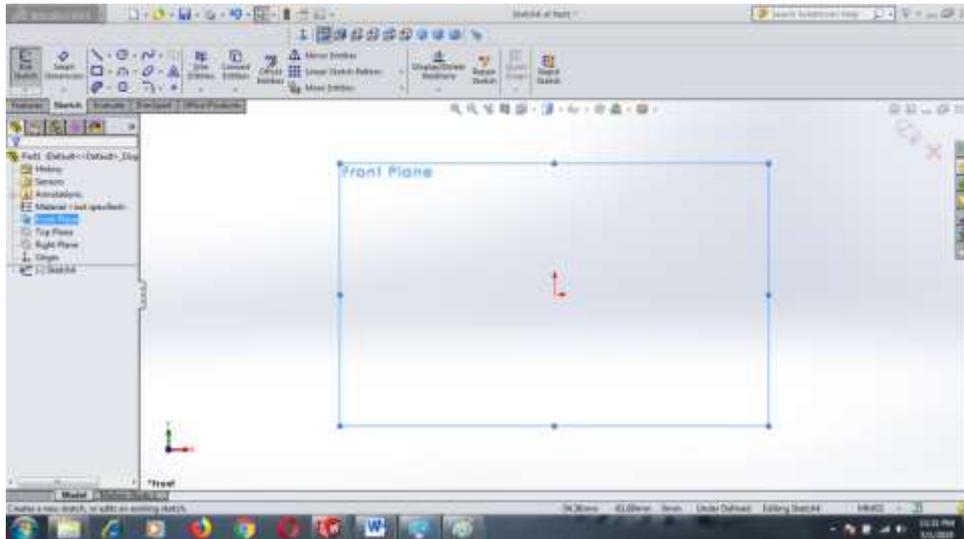
### 5. Perancangan *Sliding Down*

*Sliding Down* pada konsep ini di rancang tidak berhubungan dengan tiang sebagai penkokohnya, namun di rancang menyatu pada kedua silinder untuk mengepress benda kerja. *Sliding Down* ini di rancang dengan ukuran panjang 600 mm, lebar 300 mm dan tebal 10 mm. Pada bagian ini terdapat 2 buah tempat dudukan yang akan di sambungkan dengan kedua silinder, dimana diameternya 60 mm. Dan konsep ini menggunakan media pengelasan sebagai penyambung antara silinder dan *Sliding Down*.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Tahap Awal Perancangan

#### 1. Hasil membuka Aplikasi Solidworks 2014



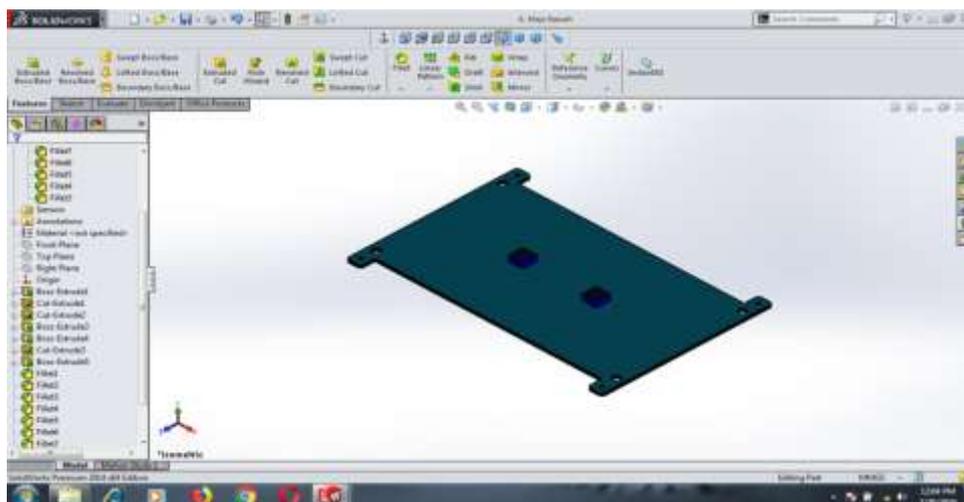
Gambar 4.1 Hasil Tampilan Jendela Kerja Solidworks

#### 4.1.1 Hasil Proses Perancangan

Berikut ini adalah hasil proses perancangan bagian-bagian sistem hidrolik:

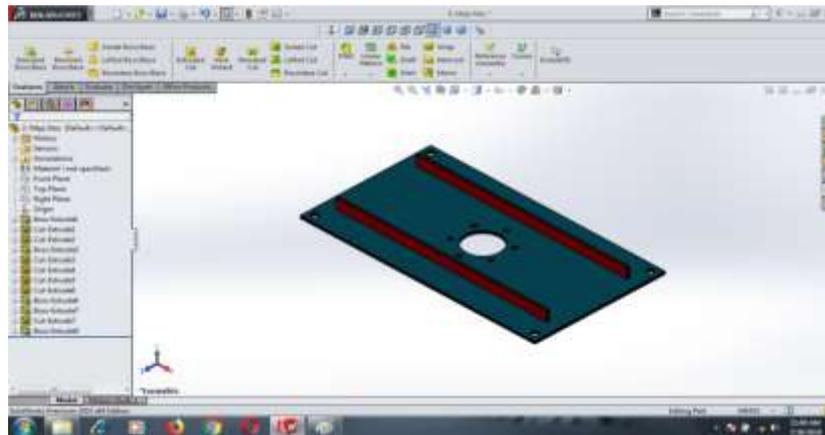
##### 4.1.1.1 Hasil Perancangan Sistem Hidrolik Dengan Konsep Satu Silinder

#### 1. Hasil Perancangan Meja *Molding*



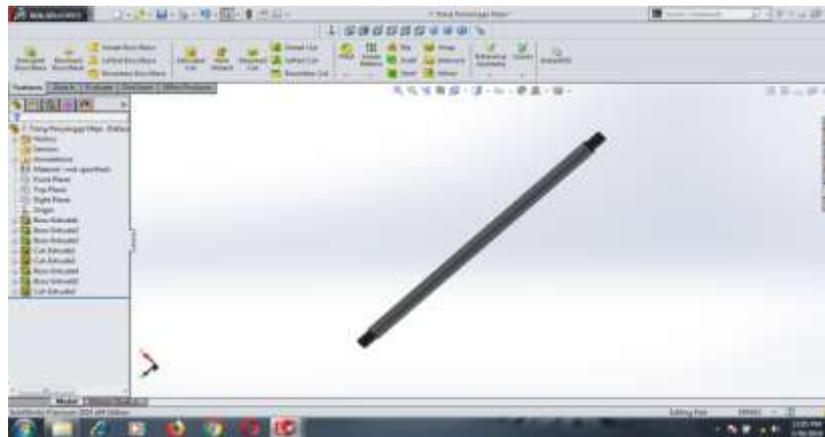
Gambar 4.2 Hasil Proses Rancangan Meja Molding

## 2. Hasil Perancangan Meja Atas (Dudukan Silinder)



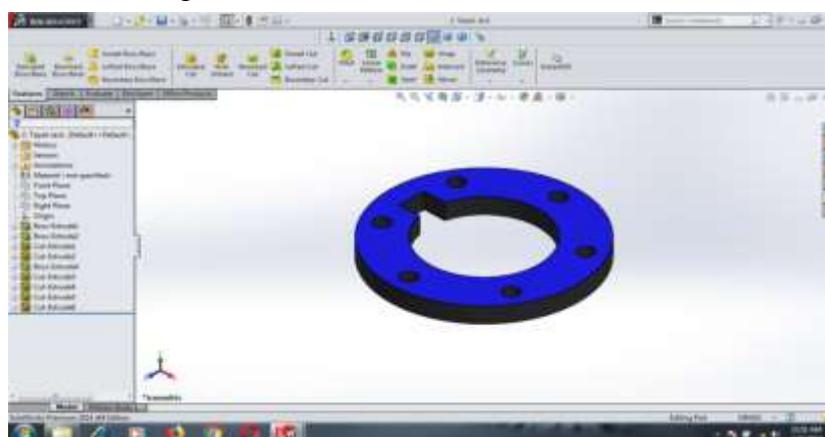
Gambar 4.3 Hasil Rancangan Meja Atas (Dudukan Silinder)

## 3. Hasil Perancangan *Column* (Tiang Penyangga)



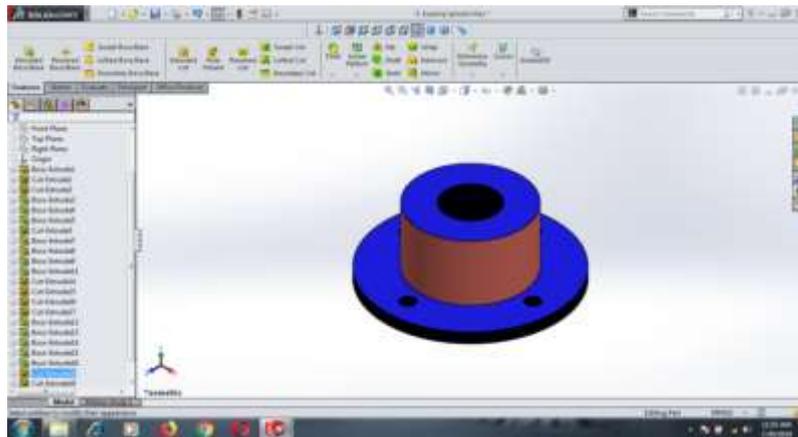
Gambar 4.4 Hasil Rancangan Tiang Penyangga

## 4. Hasil Perancangan Dudukan Silinder



Gambar 4.5 Hasil Rancangan Cekaman/Dudukan Silinder

5. Hasil Perancangan Penyambung Silinder-*Sliding Down*



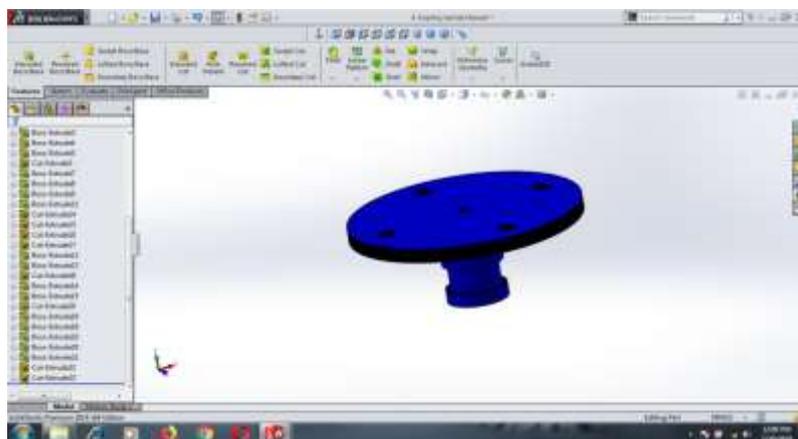
Gambar 4.6 Hasil Rancangan Penyambung Silinder-*Sliding Down*

6. Hasil Perancangan *Sliding Down*



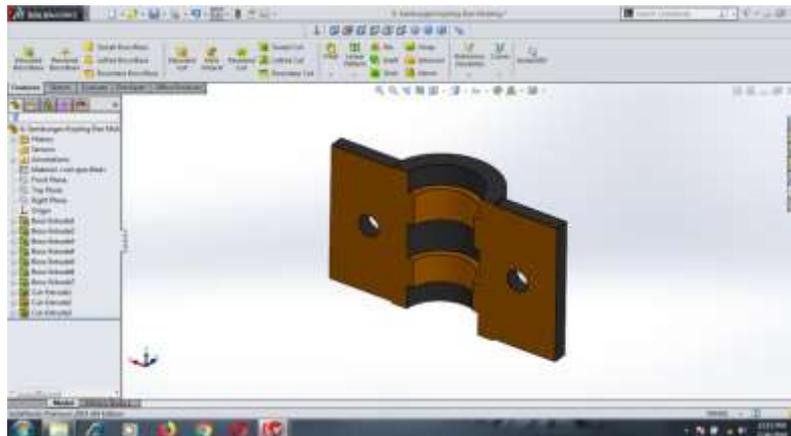
Gambar 4.7 Hasil Rancangan *Sliding Down*

7. Hasil Perancangan Penghubung *Sliding Down-Molding*



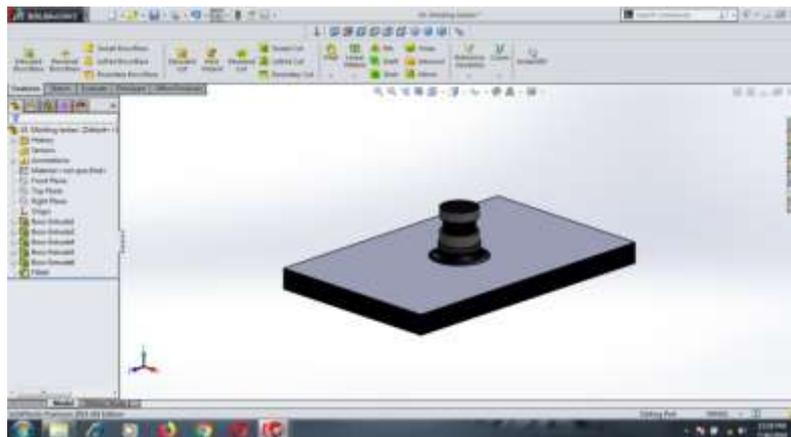
Gambar 4.8 Hasil Rancangan Penghubung *Sliding Down-Molding*

8. Hasil Perancangan Antara Penghubung Bawah-*Molding* Jantan



Gambar 4.9 Hasil Rancangan Antara Penghubung Bawah dengan *Molding* Jantan

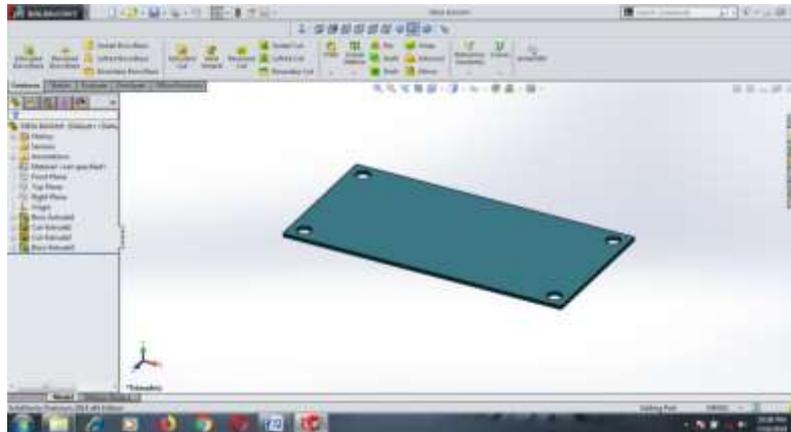
9. Hasil *Molding* Jantan



Gambar 4.10 Hasil Rancangan *Molding* Jantan

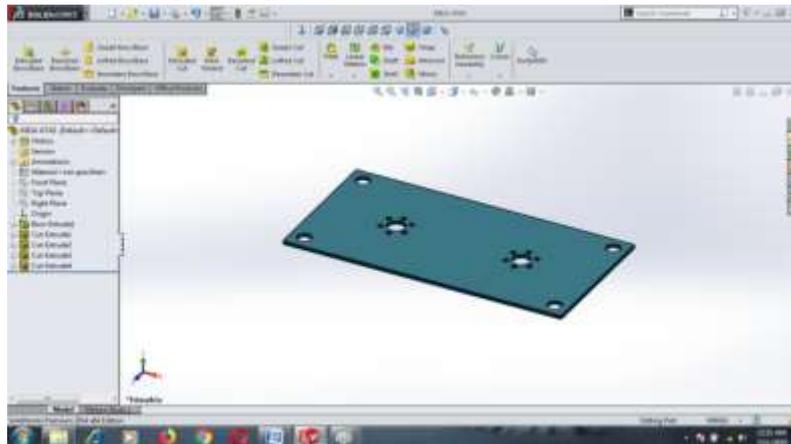
#### 4.1.1.2 Konsep Perancangan Sistem Hidrolik Dengan Dua Silinder

##### 1. Hasil Perancangan Meja *Molding*



Gambar 4.11 Hasil Rancangan Meja *Molding*

##### 2. Hasil Perancangan Meja Atas (Dudukan Silinder)



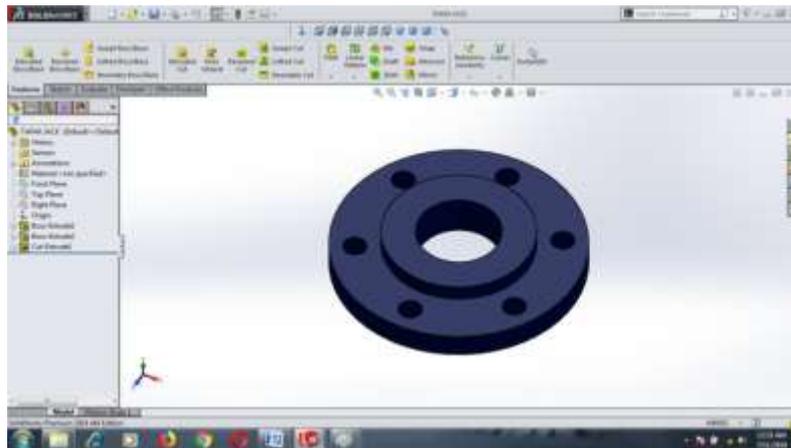
Gambar 4.12 Hasil Rancangan Meja Atas

##### 3. Hasil Perancangan *Column* (Tiang Penyangga)



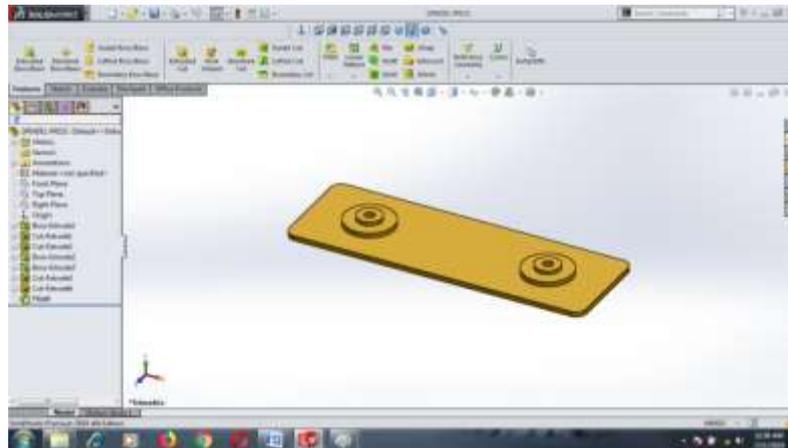
Gambar 4.13 Hasil Rancangan *Column* (Tiang Penyangga)

#### 4. Hasil Perancangan Cekaman/Dudukan Silinder



Gambar 4.14 Hasil Rancangan Cekaman/Dudukan Silinder

#### 5. Hasil Perancangan *Sliding Down*



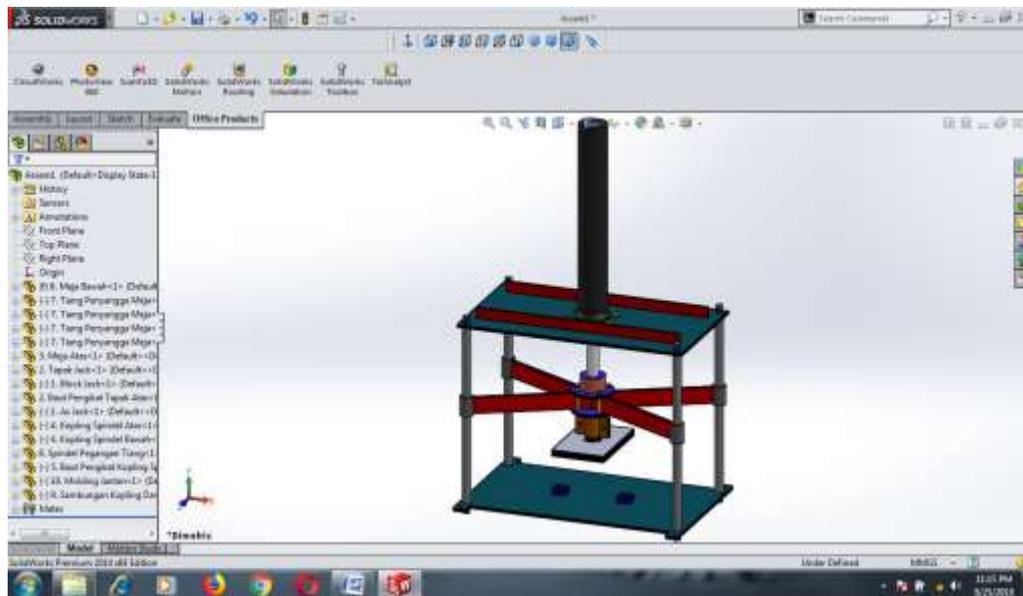
Gambar 4.15 Hasil Rancangan *Sliding Down*

## 4.2 Hasil Rancangan Sistem Hidrolik

Adapun hasil dan pembahasan perancangan sistem hidrolik adalah :

### 1. Rancangan Dengan Menggunakan Konsep Satu Silinder

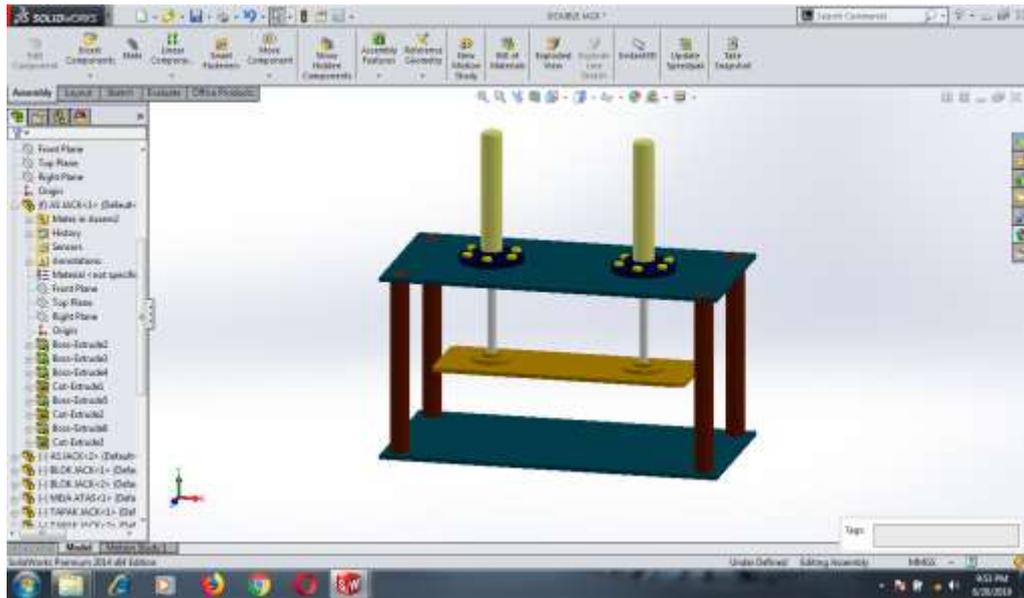
Dalam konsep rancangan ini hanya menggunakan satu silinder saja sebagai media pengepressannya. Karena silinder yang di gunakan hanya satu, maka ukuran silinder dirancang dengan diameter dan penampang lebih besar agar tenaga yang di dihasilkan dapat mencapai batas yang dibutuhkan untuk melakukan tekanan dan mampu mengimbangi tenaga yang menggunakan dua silinder. Dari segi ekonomis konsep satu silinder ini akan lebih menghemat biaya dari pada konsep menggunakan dua silinder. Dan konstruksi yang di perlukan akan lebih simple. Hasil rancangan konsep satu silinder dapat di lihat pada gambar 4.16 di bawah ini.



Gambar 4.16 Konsep Rancangan Sistem Hidrolik Singel Silinder

### 2.Rancangan Dengan Menggunakan Konsep Dua Silinder

Konsep ini di rancang dengan menggunakan dua silinder sebagai media pengepressannya. Konsep rancangan ini di buat unduk mendapatkan hasil tenaga yang maksimal tentunya. Namun dilihat dari segi ekonomis, konsep rancangan ini memakan biaya yang cukup banyak. Dikarenakan harus menyediakan silinder sebanyak dua buah, di tambah lagi bahan kontruksi yang akan di gunakan cukup banyak. Hasil rancangan mengguna konsep double silinder dapat di lihat pada gambar 4.17 di bawah ini.



Gambar 4.17 Konsep Rancangan Sistem Hidrolik Double Silinder

Maka kesimpulan dari perbandingan kedua konsep perancangan ini adalah, penulis memutuskan untuk memilih menggunakan konsep yang pertama yaitu dengan konsep perancangan satu silinder. Dengan konsep ini biaya yang dikeluarkan lebih ekonomis dan tenaga yang di hasilkan mampu mencapai batas yang dibutuhkan untuk melakukan tekanan, serta mampu mengimbangi tenaga yang menggunakan dua silinder.

#### 4.3 Data Hasil Perhitungan

Perbandingan konsep model silinder dapat dilihat pada analisa berikut ini:

##### 4.3.1 Satu Silinder

➤ Perhitungan Luas Penampang Satu Silinder

Diketahui ukuran dari diameter piston dan diameter silinder rod. Dengan :

Diameter piston = 108 mm

Diameter rod = 45 mm

Untuk mengetahui luas penampang dapat diketahui dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$A = \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2)$$

Maka :

$$\begin{aligned} A (\text{luas Penampang}) &= \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2) \\ &= \frac{1}{4} 3,14 (108^2 - 45^2) \\ &= 7566,61 \text{ mm}^2 \\ &= 75,6 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

➤ Perhitungan Volume Oli Yang Dibutuhkan pada Silinder Hidrolik.

Diketahui panjang langkah dari silinder hidrolik adalah 31 cm. Untuk mencari volume oli yang dibutuhkan pada silinder hidrolik dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$V = A \times S$$

Dengan :

S = panjang langkah = 31 cm

A = luas penampang = 75,6 cm<sup>2</sup>

Maka :

$$\begin{aligned} V &= A \times S \\ &= 75,6 \text{ cm}^2 \times 31 \text{ cm} \\ &= 2646 \text{ cm}^3 \\ &= 2,64 \text{ dm}^3 = 2,64 \text{ liter} \end{aligned}$$

Jadi volume yang dibutuhkan didalam silinder hidrolik sampai ke titik mati bawah ( TMB) adalah 2,64 liter

#### 4.3.2 Dua Silinder

➤ Perhitungan Luas Penampang Satu Silinder

Diketahui jika ukuran dari diameter piston dan diameter silinder rod. Dengan :

Diameter piston = 80 mm

Diameter rod = 35 mm

Untuk mengetahui luas penampang dapat diketahui dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$A = \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2)$$

Maka :

$$\begin{aligned} A \text{ (luas Penampang)} &= \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2) \\ &= \frac{1}{4} 3,14 (80^2 - 35^2) \\ &= 4062,375 \text{ mm}^2 \\ &= 40,6 \text{ cm}^2 \times 2 \\ &= 81,2 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

➤ Perhitungan Volume Oli Yang Dibutuhkan pada Silinder Hidrolik.

Diketahui jika panjang langkah dari silinder hidrolik adalah 31 cm. Untuk mencari volume oli yang dibutuhkan pada silinder hidrolik dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$V = A \times S$$

Dengan :

S = panjang langkah = 31 cm

A = luas penampang = 81,2 cm<sup>2</sup>

Maka :

$$\begin{aligned} V &= A \times S \\ &= 81,2 \text{ cm}^2 \times 31 \text{ cm} \\ &= 2517,2 \text{ cm}^3 \\ &= 2,52 \text{ dm}^3 = 2,52 \text{ liter} \times 2 = 5,03 \text{ liter} \end{aligned}$$

Jadi volume yang dibutuhkan didalam silinder hidrolik sampai ke titik mati bawah ( TMB) adalah 5,03 liter

Setelah melakukan percobaan dengan menggunakan satu silinder pada saat proses langkah maju maka didapatlah hasil data pada pressure gauge dengan tekanan  $30 \text{ kg/cm}^2$ . Maka gaya (F) yang dihasilkan dapat di hitung dengan rumus :

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

Dimana :

P = pressure ( tekanan )

A = luas penampang =  $75,6 \text{ cm}^2$

Maka,

$$F = P.A$$

$$= 30 \text{ kg/cm}^2 \times 75,6 \text{ cm}^2$$

$$= 2146,8 \text{ kg/cm}^4$$

$$= 21468 \text{ N} = 21,47 \text{ kN}$$

#### 4.3.3 Analisa Plat Baja yang Digunakan

Untuk memilih pelat baja yang akan digunakan maka dilakukan analisa pada ketebalan pelat berikut ini :

- Kekuatan elastisitas pelat baja dengan ketebalan 10 mm.

Diketahui :  $t = 10 \text{ mm} = 1 \times 10 \text{ mm}$

L. Penampang (A) =  $890 \text{ mm} \times 495 \text{ mm}$

$$F = 21,47 \text{ kN}$$

$$E = 200 \times 10^3 \text{ N/mm}^2 = 2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$$

Ditanya :  $\Delta L$  (kekuatan elastisitas)

$$\Delta L = \frac{F.t}{A.E}$$

$$\Delta L = \frac{(21,47 \text{ kN})(1 \times 10 \text{ mm})}{(890 \times 495)(2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2)}$$

$$\Delta L = \frac{21,46 \text{ N.mm}^4}{881100 \text{ mm}^4} = 0,0244 \text{ mm}$$

- Kekuatan elastisitas plat baja dengan ketebalan 15 mm.

Diketahui :  $t = 15 \text{ mm} = 1,5 \times 10^{-1} \text{ mm}$

L. Penampang (A) = 890 mm x 495 mm

$$F = 21,47 \text{ kN}$$

$$E = 200 \times 10^3 \text{ N/mm}^2 = 2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$$

Ditanya :  $\Delta L$  (kekuatan elastisitas)

$$\Delta L = \frac{F \cdot t}{A \cdot E}$$

$$\Delta L = \frac{(21,47 \text{ kN})(1,5 \times 10^{-1} \text{ mm})}{(890 \times 495)(2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2)}$$

$$\Delta L = \frac{32,19 \text{ N.mm}^4}{881100 \text{ mm}^4} = 0,0365 \text{ mm}$$

- Kekuatan elastisitas plat baja dengan ketebalan 20 mm.

Diketahui :  $t = 20 \text{ mm} = 2 \times 10 \text{ mm}$

L. Penampang (A) = 890 mm x 495 mm

$$F = 21,47 \text{ kN}$$

$$E = 200 \times 10^3 \text{ N/mm}^2 = 2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$$

Ditanya :  $\Delta L$  (kekuatan elastisitas)

$$\Delta L = \frac{F \cdot t}{A \cdot E}$$

$$\Delta L = \frac{(21,47 \text{ kN})(2 \times 10 \text{ mm})}{(890 \times 495)(2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2)}$$

$$\Delta L = \frac{42,92 \text{ N.mm}^4}{881100 \text{ mm}^4} = 0,0487 \text{ mm}$$

#### 4.4 Menentukan Bahan yang Digunakan

Melihat dari hasil data yang diperoleh maka dipilihlah bahan yang akan digunakan untuk Perancangan Sistem Hidrolik pada Mesin Kempa Hidrolik untuk Pembuatan Produk Dari Bahan Komposit.

1. Menentukan silinder yang digunakan dalam perancangan system hidrolik.

Dilihat dari perbandingan analisa data konsep pertama menggunakan 1 silinder dengan ukuran diameter blok 110 mm, as silinder 108 mm dan tinggi silinder 600

mm dan konsep kedua yang menggunakan 2 silinder dengan ukuran diameter blok 84 mm, as silindernya 80 mm dan tinggi silinder 500 mm. Adapun perbandingan hasil datanya adalah :

Tabel 4.1 Hasil Analisa Data Perbandingan Singel Silinder dengan Double Silinder

Hasil Data Silinder	Konsep I (Satu Silinder)	Konsep II (Dua Silinder)
• Luas Penampang	75,6 cm <sup>2</sup>	81,2 cm <sup>2</sup>
• Volume Silinder / Debit Fluida	2,64 liter	5,03 liter

Dari hasil data perbandingan yang di dapat, maka ditentukanlah pemilihan silinder yang akan digunakan yaitu menggunakan konsep I yang menggunakan satu silinder. Karena satu silinder saja sudah cukup menghasilkan gaya (F) yang mampu melakukan pengepresan sampai menghasilkan produk yang baik dan juga lebih menghemat fluida karena debit fluida yang digunakan lebih sedikit dibandingkan dengan yang menggunakan double silinder.

2. Menentukan tebal pelat baja yang digunakan dalam perancangan system hidrolik.

Menentukan bahan pelat baja dengan tebal 10 mm, 15 mm dan 20 mm yang akan digunakan dalam perancangan system hidrolik pada mesin kempa hidrolik. Adapun analisa perbandingan data yang didapat adalah :

Table 4.2 Hasil Analisa Data Perbandingan dari Pelat Baja 10 mm, 15 mm dan 20 mm.

Tebal Pelat	Kekuata Elastisitas Pelat Baja
• 10 mm	0,0244 mm
• 15 mm	0,0365 mm
• 20 mm	0,0487 mm

Dari hasil data perbandingan dipilihlah pelat baja 10 mm karena pelat baja 10 mm hanya menerima kelendutan 0,0244 mm. Dari analisa ini pelat baja 10 mm sudah cukup untuk menahan gaya yang diterima saat dilakukan langkah kerja pada

sistem hidrolik untuk menghasilkan produk yang layak dan berkualitas. Kerena bila dipilih pelat baja dengan ketebalan 15 mm atau 20 mm maka akan menambah biaya yang lebih banyak.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

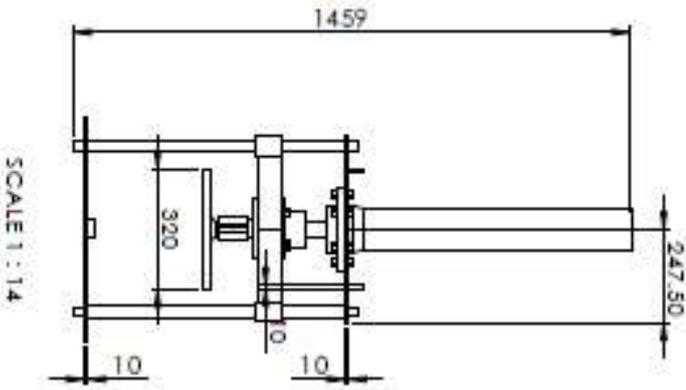
1. Berdasarkan hasil Perancangan Sistem Hidrolik Pada Mesin Kempa Hidrolik, jika dengan pemberian gaya (F) 21,46 N terhadap pelat baja dengan tebal 10 mm maka lendutan yg terjadi pada pelat baja tersebut sebesar 0,0244 mm, jika pemberian gaya (F) pada pelat baja dengan ketebalan 15 mm maka lendutan yang terjadi pada pelat baja tersebut sebesar 0,0365 mm dan jika pemberian gaya (F) pada pelat baja dengan ketebalan 20 mm, maka lendutan yang terjadi pada plat baja tersebut sebesar 0,0487 mm.
2. Dari sistem hidrolik yang dirancang menunjukkan bahwa semakin besar silinder yang digunakan maka pelat baja pun harus di sesuaikan dengan besaran gaya yang dihasilkan dari tekanan silinder tersebut.
3. Sistem hidrolik yang dirancang juga menunjukkan bahwa semakin tebal pelat baja yang digunakan maka semakin sedikit pula nilai lendutan yang terjadi.

#### 5.2 Saran

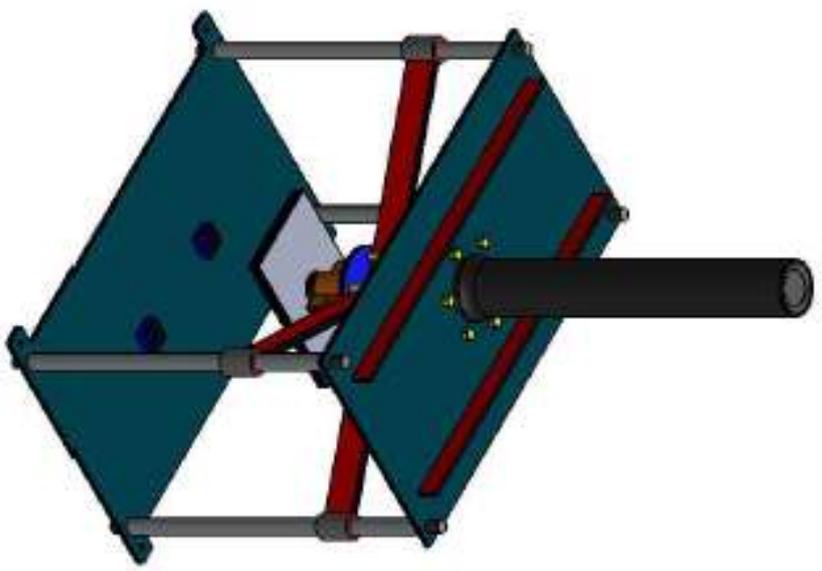
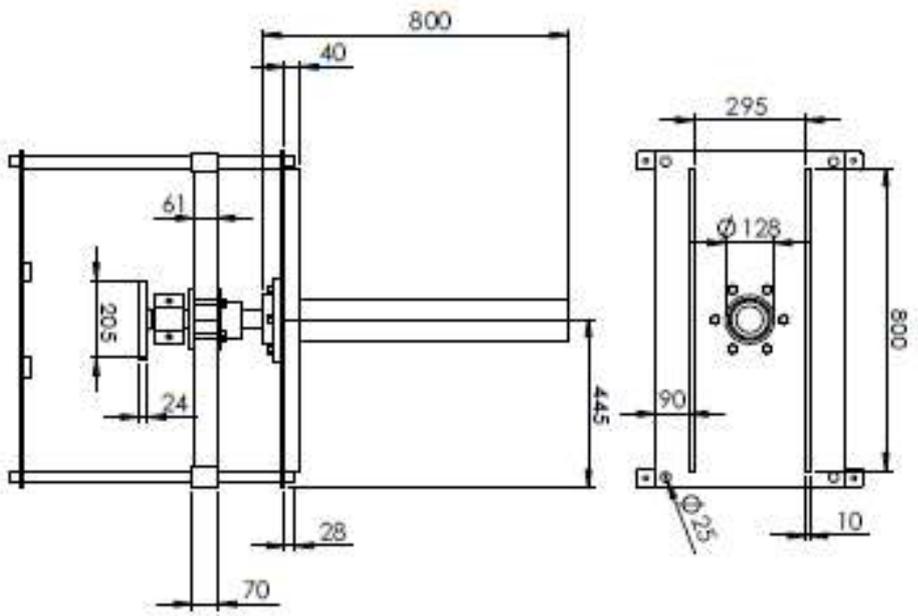
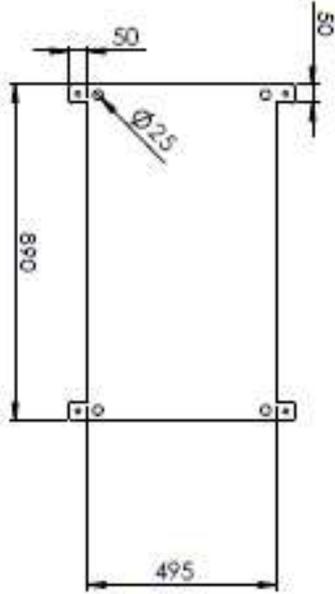
Untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut, sebaiknya *sliding down* dirancang menggunakan lahar/*bearing* agar memperkecil gaya gesekan antara *sliding down* dan *column* sehingga *sliding down* mampu berfungsi secara maksimal dan bekerja dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

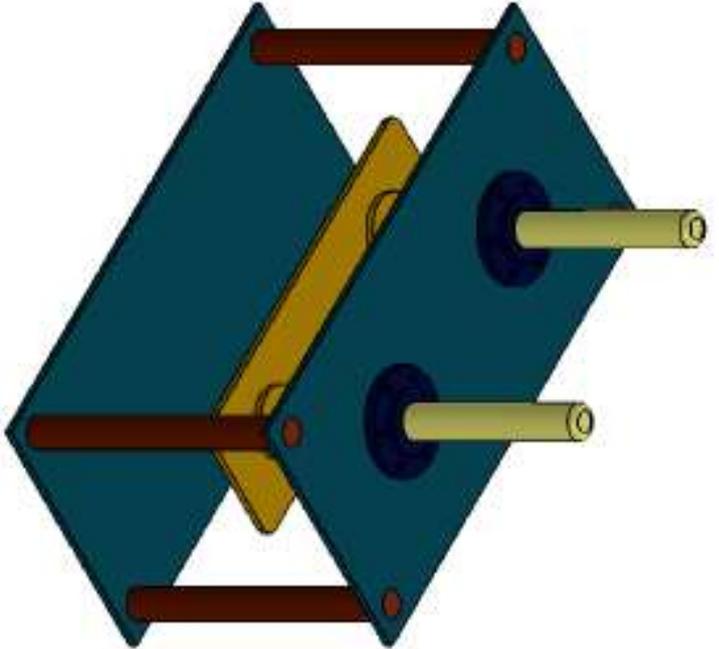
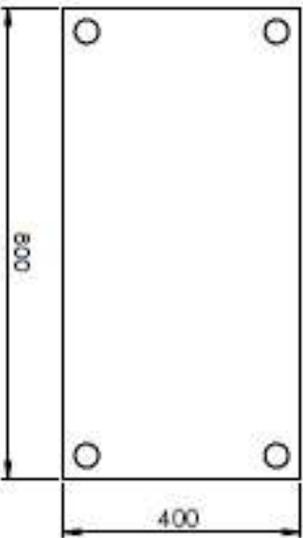
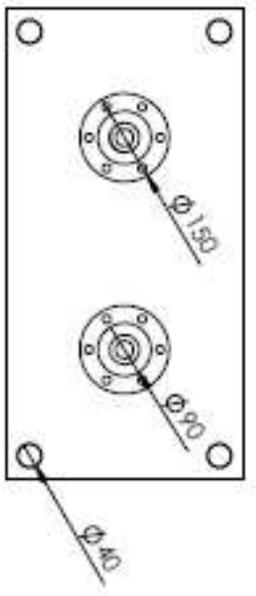
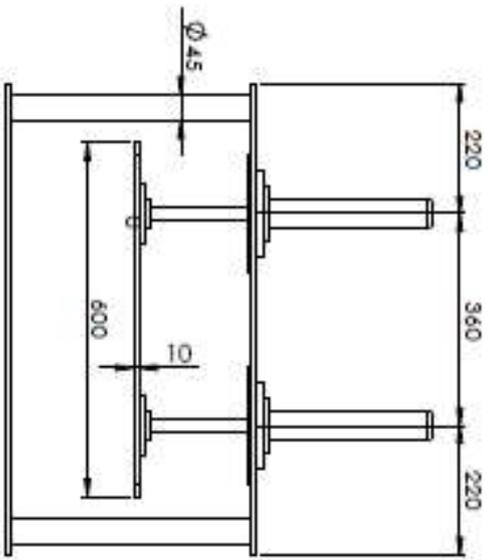
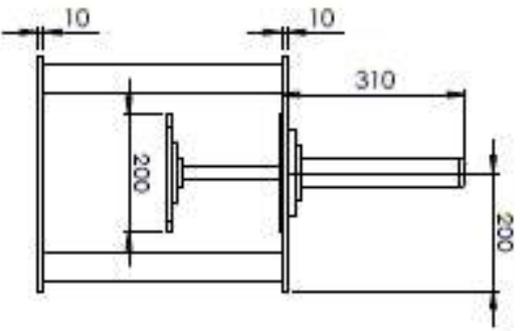
- Sethiadarma (2010), *Perancangan mesin press sampah plastic dengan kapasitas 200 KG/Jam*.
- Hanjaya (2013), *Perancangan tentang special lifter with manual handling*.
- Wijaya (2013), *Perancangan konstruksi dan desain press dies C Reinforce dan Round Reinforce*.
- Kulkarni (2013), *Pengembangan komponen sheet-metal dengan pembentukan die menggunakan software CAE untuk validasi dan perbaikan desain*.
- Mulyanto, Agus. 2009. *Sistem Informasi Konsep & Aplikasi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Vokasi, T. P. (2013). *Hydraulic System*. Surakarta: Sekolah Vokasi.
- [http://repo.polinpdg.ac.id/1997/1/Refisia\\_Sitari\\_ME.MR-D4.pdf](http://repo.polinpdg.ac.id/1997/1/Refisia_Sitari_ME.MR-D4.pdf)
- <http://kodok1999.blogspot.com/2015/11/pengertian-macam-klasifikasi-dan-cara.html>
- Hydraulic.2008.<http://hendrisagung.wordpress.com/2008/11/17/pengenalan-hydraulic-1>, diunduh tanggal 07 Mei 2014
- Syahrir Afandi Daulay, 2018. *Perancangan Konstruksi Pada Mesin Penempaan Hidrolik Untuk Penggunaan Laboratorium*
- Pengertian solidworks Arif... <Http://arifsyamsudin.wordpress.com> >  
Diakses pada 13 juli 2018
- Lawrence H. Van Vlack, (1980) *Elements of materials cience and engineering*.
- Alfiyyah. 2016. “*Tegangan, Regangan dan Modulus Elastisitas*”. Melalui, <http://fisikazone.com/tegangan-regangan-dan-modulus-elastisitas/>



SCALE 1 : 14



 		Skala : 1 : 14 Satuan Ukuran : mm Tanggal : 9-9-19	Disenai oleh : Andi Rahmadhani Kelas : B3 Diperiksa : Dosen Tugas Akhir	Tempat : No : A3
TUGAS AKHIR JURUSAN TEKNIK MESIN FISIKA		MESIN KEMIPA BERDASAR PADA TIPE SLENDER		



	Skala : 1 : 9	Digambar : Antri Rahmadhoni	Perulangan :
	Skema Ukuran : mm Tanggal : 9-9-19	Kelas : B3 Diperiksa : Dosen Tugas Akhir	
TUGAS AKHIR JERISAN TEKNIK MESIN (EMER)		MESIN KEMPA BERBENTUK DUA SILINDER	
			A3



Unggul, Cerdas & Terpercaya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12  
Website: <http://teknik.umsu.ac.id> E-mail: [teknik@umsu.ac.id](mailto:teknik@umsu.ac.id)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

**Nomor :3068/3/AU/UMSU-07/F/2018**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Mesin Tanggal 07 Desember 2018 dengan ini Menetapkan :

Nama : **ANDI RAHMADHANI**  
Npm : 1407230218  
Program Studi : **TEKNIK Mesin**  
Semester : **1X ( Sembilan )**  
Judul Tugas Akhir : **PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK PADA MESIN KEMPA HIDROLIK  
UNTUK PEMBUATAN PRODUK JADI DARI BAHAN KOMPOSIT**

Pembimbing 1 : **M.YANI ST.MT**  
Pembimbing 11 : **BEKTI SUROSO ST.M.ENG**

**Dengan Demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :**

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dn tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.  
Medan, 29 Rabiul Awal 1440 H  
07 Desember 2018 M



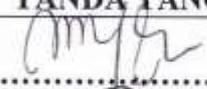
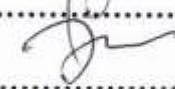
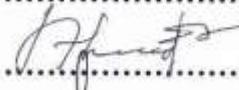
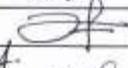
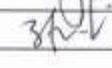
**Dekan**

**Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT**  
**NIDN: 0101017202**

Cc. File

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta Seminar  
 Nama : Andi Ramadhani  
 NPM : 1407230218  
 Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Hidrolik Pada Mesin Kompa -  
 Hidrolik Untuk Pembuatan Produk jadi Dari Bahan  
 Komposit.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T			: 
Pembimbing – II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng.			: 
Pemanding – I : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T			: 
Pemanding – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc			: 
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230267	Risky Zairuddin	
2	1307230292	Bona Susilo	
3	1407230041	JOKO PRATONO	
4	1407230034	ANGGA ADI SYAHPUTRA	
5	1407230081	MAULANA YUSUF	
6	1407230011	AHMAD BAHARI	
7			
8			
9			
10			

Medan, 12 Muharram 1440 H  
12 September 2019 M

Ketua Prodi. T.Mesin

  
Affandi.S.T.M.T

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

---

NAMA : Andi Ramadhani  
NPM : 1407230218  
Judul T.Akhir : Perancangan Sistem Hidrolik Pada Mesin Kempa Hidrolik Untuk Pembuatan Produk Jadi Dari Bahan Komposit.

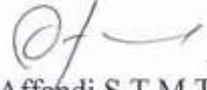
Dosen Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing – II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng  
Dosen Pemanding - I : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pemanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

**KEPUTUSAN**

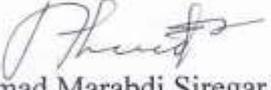
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
- ②. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
  - ⊙ pastikan lagi kesesuaian judul & tujuan, metode, hasil dan kesimpulan.
  - ⊙ Perbaiki prosedur
  - ⊙ perbaiki kesimpulan
3. Harus mengikuti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

Medan 14 Muharram 1440H  
14 September 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

  
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pemanding- I

  
Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T

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

---

NAMA : Andi Ramadhani  
NPM : 1407230218  
Judul T.Akhir : Perancangan Sistem Hidrolik Pada Mesin Kempa Hidrolik Untuk Pembuatan Produk Jadi Dari Bahan Komposit.

Dosen Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing – II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng  
Dosen Pembanding - I : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc

**KEPUTUSAN**

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

.....  
Lihat buku ekripsi  
.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

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

Medan 14 Muharram 1440H  
14 September 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

  
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II

  
H.Muharnif.S.T.M.Sc

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### "Perancangan Sistem Hidrolik Pada Mesin Kempa Hidrolik Untuk Pembuatan Produk Jadi Dari Bahan Komposit"

Nama : Andi Rahmadhani  
NPM : 1407230218

Dosen Pembimbing 1 : M. Yani, S.T., M.T  
Dosen Pembimbing 2 : Bakti Suroso, S.T., M.Eng

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Senin/3-12-2018	Pemberian tugas, spesifikasi TA	My.
2.	Selasa/18-12-2018	- Perbaiki bab I, latar belakang - Perbaiki bab II, tambah lean rumus perhitungan $H_g$ tekanan fluida cair	My. My.
3.	Sabtu/4-5-2019	- Buat denah model sistem hidrolik pd bab IV.	My.
4.	Rabu/3-7-2019	- Perbaiki bab III, sesuaikan dgn bab IV. Pd bab IV, tambah lean analisa model, keuntungan & kerugiannya	My.
5.	Sabtu/27-7-2019	lanjut ke pembabakan 2	My.
6.	Senin/02-09-19	ACE seminar hasil dan kembali ke pembimbing I	Ju
7.		lengkap semua, dari cover sampai lampiran	My.
8.	5-9-2019	ACE, seminar	My.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama : Andi Rahmadhani  
NPM : 1407230218  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Alamat : Perkebunan Membang Muda  
Kel : Perkebunan Membang Muda  
Kecamatan : Kualuh Hulu  
Kabupaten : Labuhan Batu Utara  
Provinsi : Sumatera Utara  
No. HP : 081360154816  
Email : andiramadhani37@gmail.com  
Nama Orang Tua  
Ayah : Nasip  
Ibu : Legiyem

### PENDIDIKAN FORMAL

1. 2000-2006 : SD Negeri 112286
2. 2006-2009 : SMP Negeri 1 Kualu Hulu
3. 2009-2012 : SMK PELITA 1 Aek Kanopan
4. 2014-2019 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara