

TUGAS AKHIR
PEMBUATAN MEKANISME GAYA PENGENDALI PADA
PROSES *DEEP DRAWING*

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

Disusun Oleh:

MHD. FAUZI HIMAWAN
1407230022



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Mhd. Fauzi Himawan

NPM : 1407230022

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Pembuatan Mekanisme Gaya Pengendali Pada Proses *Deep Drawing*

Bidang ilmu : Alat Berat

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

Medan, Juni 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T

Dosen Penguji II



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

Dosen Penguji III



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Sudirman Lubis, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,



Chandra Amir Syah Putra Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Mhd. Fauzi Himawan
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 07 Mei 1996
NPM : 1407230022
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Pembuatan Mekanisme Gaya Pengendali Pada Proses *Deep Drawing*”,

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

Medan, Juni 2021

Saya yang menyatakan,

Mhd. Fauzi Himawan



ABSTRAK

Kerutan merupakan cacat yang sering terjadi (*wrinkle*) pada produk-produk tersebut. Kerutan adalah pelipatan material yang terjadi pada dinding atau flens pada produk kaleng yang disebabkan oleh aliran dari material yang tidak dipegang atau dikendalikan oleh pemegang material. Suatu produk dikatakan berkualitas baik apabila dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen atau dapat diterima sesuai batas spesifikasi, dan proses yang baik yang diberikan oleh produsen dalam batas kontrol. *Deep Drawing* adalah suatu proses pembentkan secara dingin (*cold forming*) dari pelat logam yang telah disiapkan atau dipotong terlebih dahulu, menjadi bentuk lain yaitu bentuk benda berongga (*hallow vessel / hohlkoerper / shell*) menjadi 3 dimensi. Berdasarkan pengamatan di Laboratorium UMSU, dan hasil rancangan dari peneliti sebelumnya, maka penulis mengambil kesimpulan untuk melakukan pembuatan mekanisme gaya pengendali pada proses *deep drawing*. Dimana fungsi dari mekanisme ini adalah untuk mengurangi cacat pada produk atau material yang akan di buat. Mekanisme gaya pengendali blank dibuat dengan menggunakan sistem hidrolik, dimana terdapat dua hidrolik tambahan untuk menggerakkan pelat blank holder. Pengujian pada pembuatan ini menggunakan satu jenis material yaitu pelat stainless steel dengan tebal yang berbeda, yaitu 0,3 mm, 0,5 mm, dan 0,7 mm. Berdasarkan hasil pengujian maka diperoleh data yaitu, perhitungan gaya pengendali blank pada pelat 0,3 mm, $A = 16812,93 \text{ mm}^2$, $P = 0,14 \text{ Kg/mm}^2$, dan $F_B = 2353,8 \text{ Kg}$, perhitungan gaya pengendali blank pada pelat 0,5 mm, $A = 16812,93 \text{ mm}^2$, $P = 0,16 \text{ Kg/mm}^2$, dan $F_B = 2693,43 \text{ Kg}$, perhitungan gaya pengendali blank pada pelat 0,7 mm, $A = 16812,93 \text{ mm}^2$, $P = 0,18 \text{ Kg/mm}^2$, dan $F_B = 3034,73 \text{ Kg}$.

Kata kunci: *Blank Holder, Deep Drawing*, gaya pengendali, sistem hidrolik, cacat produk

ABSTRACT

Wrinkles are common defects (wrinkles) in these products. Wrinkles are folding materials that occur on walls or flanges in canned products caused by the flow of material that is not held or controlled by the material holder. A product is said to be of good quality if it can meet the needs and desires of consumers or can be accepted according to specification limits, and a good process provided by the manufacturer within the control limits. Deep Drawing is a process of forming cold (cold forming) of metal plates that have been prepared or cut in advance, into another form that is the shape of a hollow object (hallow vessel / hohlkoerper / shell) into 3 dimensions. Based on observations at the UMSU Laboratory, and the results of the designs of previous researchers, the authors draw conclusions to make the control force mechanism in the deep drawing process. Where the function of this mechanism is to reduce defects in the product or material to be made. Blank controlling force mechanism is made by using a hydraulic system, where there are two additional hydraulics to move the blank holder plate. Testing in this manufacture uses one type of material, namely stainless steel plates with different thicknesses, namely 0.3 mm, 0.5 mm and 0.7 mm. Based on the test results, the data obtained are, the calculation of the blank controlling force on the plate 0.3 mm, $A = 16812.93 \text{ mm}^2$, $P = 0.14 \text{ Kg} / \text{mm}^2$, and $FB = 2353.8 \text{ Kg}$, the calculation of the blank controlling force on the plate 0.5 mm, $A = 16812.93 \text{ mm}^2$, $P = 0.16 \text{ Kg} / \text{mm}^2$, and $FB = 2693.43 \text{ Kg}$, calculating the blank controlling force on the 0.7 mm plate, $A = 16812.93 \text{ mm}^2$, $P = 0.18 \text{ kg} / \text{mm}^2$, and $FB = 3034.73 \text{ kg}$.

Keywords: Blank Holder, Deep Drawing, controlling force, hydraulic system, product defects

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 *Blank Holder* Pada Proses *Deep Drawing*” 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 yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Sudirman Lubis, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Chandra A Putra Siregar, S.T.,M.T selaku Ketua prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Ibu Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T selaku Dosen Penguji I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak H. Muharnif, S.T., M.Sc selaku Dosen Penguji II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikn ilmu teknik permesinan kepada penulis.
8. Orang tua penulis: M. Eddy Syahputra, S.T dan Ifauziah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.

9. Bapak/ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat – sahabat penulis: Alif Akbar, Adnan Ridwan Siregar, sudarman, sudiro, M. Ilham, dan lainnya yang namanya tidak mungkin disebutkan satu persatu.

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/Elektro/Sipil.

Medan, Juni 2021

Mhd. Fauzi Himawan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pengertian <i>Deep Drawing</i>	4
2.2. Proses <i>Drawing</i>	5
2.3. Komponen Utama Die Set	7
2.3.1. <i>Punch</i>	8
2.3.2. <i>Blank Holder</i>	8
2.3.3. <i>Die</i>	9
2.4. Variabel Proses <i>Drawing</i>	9
2.4.1. Gesekan	9
2.4.2. Bending dan <i>Straightening</i>	9
2.4.3. Penekanan	10
2.4.4. Diameter <i>blank</i>	10
2.4.5. Kelonggaran (<i>Cleaerence</i>)	10
2.4.6. <i>Strain Ratio</i>	10
2.4.7. Kecepatan <i>Drawing</i>	11
2.5. Kelebihan dan Kekurangan <i>Deep Drawing</i>	11
2.5.1. Kelebihan <i>Deep Drawing</i>	11
2.5.2. Kekurangan <i>Deep Drawing</i>	12
2.6. Perhitungan Gaya dan Kerja Pada Proses <i>Deep Drawing</i>	12
2.6.1. Gaya potong/ <i>blank</i> (F_s)	13
2.6.2. Gaya pengendali blank (F_B)	13
2.6.3. Gaya <i>drawing</i>	14
2.6.4. Kerja <i>drawing</i>	14
2.7. Komponen mekanisme gaya pengendali	14
2.7.1. Sistem Hidrolik	15
2.8. Solidwrok	26
2.9. Metode Numerik	27

BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.1.1.	Tempat Penelitian	28
3.1.2.	Waktu Penelitian	28
3.2	Diagram Alir Penelitian	29
3.3	Bahan dan Alat yang Digunakan	30
3.3.1.	Bahan – bahan yang Digunakan	30
3.3.2.	Alat yang Digunakan	32
3.4	Pembuatan gaya pengendali	34
3.5	Penyetelan rakitan gaya pengendali	35
3.6	Langkah simulasi	37
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1	Cara kerja rangkaian gaya pengendali	42
4.2	Perhitungan Gaya Pengendali Blank (F_B)	43
4.2.1.	Gaya Pengendali <i>Blank</i> pada pelat 0,3 mm	43
4.2.2.	Gaya Pengendali <i>Blank</i> pada pelat 0,5 mm	45
4.2.3.	Gaya Pengendali <i>Blank</i> pada pelat 0,7 mm	47
4.3	Hasil Simulasi	50
4.3.1.	Simulasi 1	50
4.3.2.	Simulasi 2	51
4.3.3.	Simulasi 3	52
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1.	Kesimpulan	55
5.2.	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN		
LEMBAR ASISTENSI		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jenis material dan kecepatan maksimal <i>draw dies</i>	11
Tabel 3.1. Jadwal Waktu dan Kegiatan Penelitian	27
Tabel 4.1. Hasil Simulasi	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema <i>Deep Drawing</i>	5
Gambar 2.2. Proses <i>Deep Drawing</i>	6
Gambar 2.3. Bagian Utama <i>Die Drawing</i>	8
Gambar 2.4. Diagram Aliran Sistem hidrolik	15
Gambar 2.5. Motor Listrik pompa hidrolik	16
Gambar 2.6. Simbol pompa hidrolik dan penggerak motor	17
Gambar 2.7. Katup pengatur tekanan	17
Gambar 2.8. katup pengatur arah aliran (<i>flow control</i>)	18
Gambar 2.9. Flow control throttling valve	18
Gambar 2.10. Pressure Gauge (Manometer)	19
Gambar 2.11. Contoh minyak hidrolik	20
Gambar 2.12. Panel Listrik	21
Gambar 2.13. Pipa hidrolik	21
Gambar 2.14. Silinder kerja penggerak tunggal	22
Gambar 2.15. Konstruksi silinder kerja ganda	23
Gambar 2.16. Pelat Blank Holder	23
Gambar 2.17. Sambungan Hidrolik ke <i>Blank Holder</i>	24
Gambar 2.18. Baut dan mur	24
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3.2. Selang Hidrolik	29
Gambar 3.3. Sambungan T (<i>fitting</i>)	29
Gambar 3.4. Socket	30
Gambar 3.5. Katup pengontrol arah	30
Gambar 3.6. Hidrolik	31
Gambar 3.7. Pelat Stainlees Steel	31
Gambar 3.8. Mesin Deep Drawing	32
Gambar 3.9. Jangka Sorong	32
Gambar 3.10. Kunci Inggris/pas	32
Gambar 3.11. Sarung tangan	33
Gambar 3.12. Gunting Seng/kawat	33
Gambar 3.13. Langkah 1	36
Gambar 3.14. Langkah 2	37
Gambar 3.15. Langkah 3	37
Gambar 3.16. Langkah 4	38
Gambar 3.17. Langkah 5	38
Gambar 3.18. Langkah 6	39
Gambar 3.19. Langkah 7	39
Gambar 3.20. Langkah 8	40
Gambar 4.1. Rangkaian mekanisme gaya pengendali	41
Gambar 4.2. Hasil simulasi tegangan dan regangan pada pelat 0,3 mm	50
Gambar 4.3. Hasil simulasi tegangan dan regangan pada pelat 0,5 mm	51
Gambar 4.4. Hasil simulasi tegangan dan regangan pada pelat 0,7 mm	52
Gambar 4.5. Grafik tegangan	53
Gambar 4.6. Grafik regangan	53

DAFTAR NOTASI

A	: Luas bagian yang dikendalikan oleh pressure pad
A_B	: Luas penampang
A_P	: Luas penampang punch
D	: Diameter blank
d	: Diameter punch
F_B	: Gaya Pengendali Blank
F_S	: Gaya potong/blank
F_Z	: Gaya drawing
h	: tinggi shell
p	: Tekanan bidang
t	: Tebal material
U	: Keliling benda kerja
σ_B	: Tegangan patah tarik
α	: Angka koreksi
α_A	: Angka koreksi untuk kerja drawing

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stainless merupakan suatu barang yang sering kita temui dalam kehidupan sehari-hari seperti sendok, mangkuk, cangkir, dll. Dalam proses pembuatan benda-benda tersebut sering ditemukan cacat-cacat yang menghambat proses produksi sehingga merugikan konsumen. Kerutan merupakan cacat yang sering terjadi (*wrinkle*) pada produk-produk tersebut. Kerutan adalah pelipatan material yang terjadi pada dinding atau flens pada produk kaleng yang disebabkan oleh aliran dari material yang tidak dipegang atau dikendalikan oleh pemegang material.

Suatu produk dikatakan berkualitas baik apabila dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen atau dapat diterima sesuai batas spesifikasi, dan proses yang baik yang diberikan oleh produsen dalam batas kontrol. Pengendalian kualitas selain berpengaruh pada kualitas standar, juga akan menghasilkan harga produk yang lebih rendah. Karena dengan jumlah produk rusak atau cacat yang berkurang, maka biaya yang ditimbulkan karena adanya produk cacat akan berkurang. Dengan menekan biaya-biaya yang disebabkan kerusakan atau reject dari produk, produsen telah meningkatkan kinerjanya sehingga dapat terus bertahan dan bersaing dengan produsen lainnya (Prasetyo, 2015).

Dalam penelitian ini, mesin yang digunakan untuk memproduksi kaleng atau pelat stainless berbentuk silinder yaitu mesin *Deep Drawing* yang terdapat di Laboratorium Teknik Mesin UMSU. Mesin ini dirancang untuk memproduksi lembaran pelat menjadi bentuk cup, akan tetapi pada saat produksi masih terjadi cacat seperti cacat kerut. Hal ini disebabkan belum lengkapnya komponen tersebut dan pada cetakan (*Die*) tidak dilengkapi dengan *blank holder*. *Blank Holder* berfungsi untuk memegang pelat atau material pada saat proses mencetak berlangsung, dan pada blank holder ini terdapat gaya yang diterima atau diberikan yaitu gaya pengendali blank (BHF). Dalam penelitian ini *blank holder* telah dirancang dan tidak menyatu dengan *punch* dan *die*, akan tetapi untuk menggerakkannya masih belum dibuat menggunakan komponen apa saja. Dari penjelasan diatas, maka penulis dapat mengambil kesimpulan untuk membuat

tugas akhir ini dengan judul “Pembuatan Mekanisme Gaya Pengendali Pada Proses *Deep Drawing*”.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Komponen apa saja yang digunakan dalam pembuatan mekanisme gaya pengendali pada mesin *deep drawing*?
2. Bagaimana hasil rangkaian mekanisme gaya pengendali pada mesin *deep drawing*?

1.3 Ruang lingkup

Ruang lingkup pada penulisan tugas akhir ini dibatasi hanya pada pembuatan mekanisme gaya pengendali pada proses *deep drawing*, sehingga penulisan tugas akhir ini tidak melebar kearah yang diinginkan.

1.4 Tujuan

Tujuan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menentukan bentuk rangkaian mekanisme gaya pengendali pada proses *deep drawing*
2. Untuk menguji hasil rangkaian gaya pengendali pada proses *deep drawing*
3. Untuk menyimpulkan besarnya gaya pengendali yang diperoleh pada proses *deep drawing*.

1.5 Manfaat

Manfaat dalam pembuatan mesin *deep drawing* pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi tentang bagaimana membuat mekanisme gaya pengendali pada proses *deep drawing*.
2. Memberikan informasi tentang apa yang dimaksud dengan gaya pengendali blank pada proses *deep drawing*.

3. Untuk mengetahui berapa besarnya gaya pengendali blank terhadap material yang akan di produksi.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian *Deep Drawing*

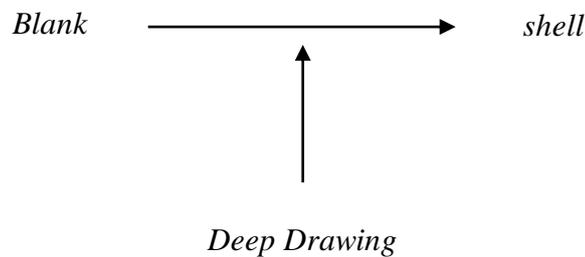
Di dalam dunia industri, misalnya saja industri logam, dan lebih-lebih dalam industri otomotif proses pengerjaan logam yang disebut *deep drawing* merupakan proses yang sudah sangat lazim atau sering dijumpai. Misalnya saja untuk produk-produk seperti bagian pintu mobil, velg roda, housing untuk lampu, bracket, dudukan pegas, dll. Hal ini dikarenakan proses *deep drawing* bisa sangat menyederhanakan suatu design bagian produk atau rakitan yang akan digunakan, misalnya dalam sebuah konstruksi bangunan mesin. Orang dapat membuat design yang murah, tegar/kokoh, sederhana, tanpa banyak pengelasan dan sebagainya.

Terjemahan kata *deep drawing* dari bahasa inggris ke indonesia secara tepat dan pas sayang sekali belum dapat kami temukan. Dalam bahasa jerman disebut dengan *tierzienhen* yang secara harfiah artinya sama persis dengan bahasa inggrisnya yaitu *deep drawing*. Jadi misalnya akan diterjemahkan sebagai tarikan yang dalam atau cekungan/bentuk yang dalam ke dalam bahasa indonesia, kiranya kurang sesuai. Mengenai *deep drawing* dalam arti sebuah proses pengerjaan logam, penulis mencoba menerjemahkannya atau mendefenisikannya sebagai berikut.

Deep Drawing adalah suatu proses pembentkan secara dingin (*cold forming*) dari pelat logam yang telah disiapkan atau dipotong terlebih dahulu, menjadi bentuk lain yaitu bentuk benda berongga (*hallow vessel / hohlkoerper / shell*) menjadi 3 dimensi. Intinya adalah membuat suatu benda yang semula berbentuk datar (*flat*) menjadi berbentuk berongga dengan 3 dimensi, yang menggunakan pasangan alat yaitu *punch* dan *die* yang disebut *drawing tool*. Dalam proses ini juga misalnya proses membuat cekungan/lekukan untuk menambah ketegaran umpannya *rib* atau *reinforcement* pada suatu design (misalnya *embosing*).

Kalau dilihat dari pengelompokan proses pengerjaan logam secara umum, proses *deep drawing* termasuk dalam *press working* seperti *shearing*, *bending*, dll. Alat yang digunakan *drawing tool* biasanya terdiri dari dua bagian pokok yaitu *punch* dan *drawing die* (*drawing ring*). Bentuk akhir dari benda kerjanya dapat berupa silindirs, conus/taper, kotak/persegi, yang selanjutnya dinamakan *shell*.

Bentuk material awalnya sesuai dengan bentuk *shell*, dapat berupa lingkaran, persegi, elips, dan lain-lain yang selanjutnya disebut blank. Jadi bisa kita lihat skema *deep drawing* seperti gambar 2.1. dibawah ini.



Gambar 2.1. skema *Deep Drawing*

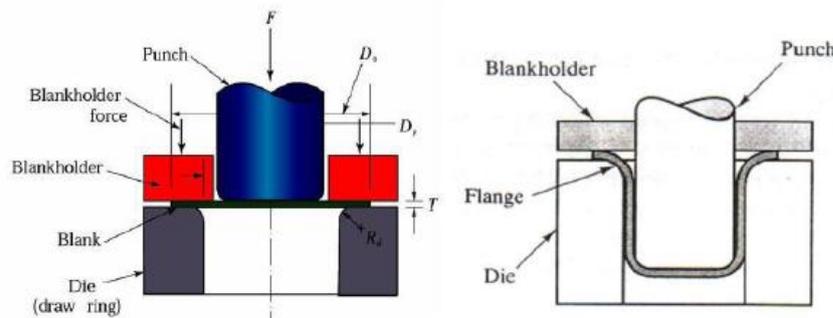
Dengan adanya bentuk dan ukuran *shell* yang bermacam-macam karena tuntutan fungsi dan kegunaannya, maka proses *deep drawing* bisa terdiri dari beberapa tahap. Artinya tidak selalu bisa membuat bentukan *shell* dengan hanya sekali proses (tarikan), namun perlu mengerjakannya setahap demi setahap untuk menghasilkan bentuk ideal yang diinginkan. Maka dikenal istilah *redrawing* atau *first, second, third drawing / finish drawing* dan lain-lain. Jadi proses pertama akan disempurnakan oleh proses selanjutnya yaitu proses kedua, ketiga dan seterusnya sampai proses yang terakhir sesuai dengan tuntutan. Hal ini terjadi karena adanya keterbatasan kekuatan atau kemampuan setiap jenis material untuk diproses drawing.

2.2. Proses *Drawing*

Proses *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 ditekan oleh *punch*. Pengertian dari sheet metal adalah lembaran logam dengan ketebalan maksimal 6 mm, lembaran logam (*Sheet Metal*) dipasaran dijual dalam bentuk lembaran dan gulungan. Terdapat berbagai tipe dari lembaran logam yang digunakan. Pemilihan dari jenis lembaran tersebut tergantung dari :

- 1.) *Strain rate* yang diperlukan
- 2.) Benda yang akan dibuat
- 3.) Material yang diinginkan
- 4.) Ketebalan benda yang akan dibuat
- 5.) Kedalaman benda

Pada umumnya berbagai jenis material logam dalam bentuk lembaran dapat digunakan untuk proses deep drawing seperti *Stainless Steel*, aluminium, tembaga, perak, emas, baja, maupun titanium. Gambaran lengkap proses deep drawing dapat dilihat pada gambar 2.2.



gambar 2.2. Proses *Deep drawing*

Berikut adalah macam-macam proses yang terjadi pada proses deep drawing:

a. Kontak Awal

Punch bergerak dari atas kebawah, *blank* dipegang oleh *nest* agar tidak bergeser kesamping, kontak awal terjadi ketika bagian-bagian dari *die* set saling menyentuh lembaran logam (*blank*), saat kontak terjadi belum terjadi gaya dan gesekan dalam proses deep drawing.

b. *Bending*

Selanjutnya lembaran logam mengalami proses bending, *punch* terus menekan kebawah sehingga posisi *punch* lebih dalam melebihi jari-jari (*R*) dari *die*, sedang posisi *die* tetap tidak bergerak ataupun berpindah tempat, kombinasi gaya tekan dari *punch* dan gaya penahan dari *die* menyebabkan material mengalami peregangan sepanjang jari-jari *die*, sedangkan daerah terluar dari *blank*

mengalami kompresi arah radial. Bending merupakan proses pertama yang terjadi pada rangkaian pembentukan proses drawing, keberhasilan proses bending ditentukan oleh aliran material saat proses terjadi.

c. *Straightening*

Saat *punch* sudah melewati radius *die*, gerakan *punch* kebawah akan menghasilkan pelurusan sepanjang dinding *die*, lebar logam akan mengalami peregangan sepanjang dinding *die*. Dari proses pelurusan sepanjang dinding *die* diharapkan mampu menghasilkan bentuk silinder sesuai dengan bentuk *die* dan *punch*.

d. *Compression*

Proses *compression* terjadi ketika *punch* bergerak kebawah, akibatnya blank tertarik untuk mengikuti gerakan dari *punch*, daerah blank yang masih berada pada *blank holder* akan mengalami *compression* arah radial mengikuti bentuk dari *die*.

e. *Tension*

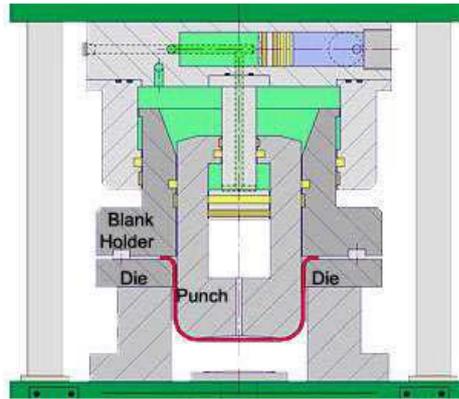
Tegangan tarik terbesar terjadi pada bagian bawah cup produk hasil drawing. bagian ini adalah bagian yang paling mudah mengalami cacat atau sobek (*tore*), pembentukan bagian bawah cup merupakan proses terakhir pada proses *drawing*.

2.3. Komponen Utama Die Set

Proses *drawing* mempunyai karakteristik khusus dibandingkan dengan proses pembentukan logam lain, yaitu pada umumnya produk yang dihasilkan memiliki bentuk tabung yang mempunyai ketinggian tertentu, sehingga *die* yang digunakan juga mempunyai bentuk khusus, proses pembentukan berarti adalah proses *non cutting* logam. Dalam satu unit *die set* terdapat komponen utama yaitu:

1. *Punch*
2. *Blankholder*
3. *Die*

sedangkan komponen lainnya merupakan komponen tambahan tergantung dari jenis *die* yang dipakai. Bentuk dan posisi dari komponen utama tersebut dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Bagian Utama *Die Drawing*

2.3.1. *Punch*

Punch merupakan bagian yang bergerak ke bawah untuk meneruskan gaya dari sumber tenaga sehingga *blank* tertekan ke bawah, bentuk *punch* disesuaikan dengan bentuk akhir yang diinginkan dari proses *drawing*, letak *punch* pada gambar 2.3. berada di atas *blank*, posisi dari *punch* sebenarnya tidak selalu diatas tergantung dari jenis *die drawing* yang digunakan.

2.3.2. *Blank Holder*

Berfungsi memegang *blank* atau benda kerja berupa lembaran logam, pada gambar diatas *blank holder* berada diatas benda kerja, walaupun berfungsi untuk memegang benda kerja, benda kerja harus tetap dapat bergerak saat proses *drawing* dilakukan, sebab saat proses *drawing* berlangsung benda kerja yang dijepit oleh *blank holder* akan bergerak ke arah pusat sesuai dengan bentuk dari *die drawing*. Sebagian jenis *blank holder* diganti dengan *nest* yang mempunyai fungsi hampir sam, bentuk *nest* berupa lingkaran yang terdapat lubang didalamnya, lubang tersebut sebagai tempat peletakan dari benda kerja agar tidak bergeser kesamping.

2.3.3. Die

Merupakan komponen utama yang berperan dalam menentukan bentuk akhir dari benda kerja *drawing* (*draw piece*), bentuk dan ukuran *die* bervariasi sesuai dengan bentuk akhir yang diinginkan, konstruksi *die* harus mampu menahan gerakan, gaya geser serta gaya *punch*. Pada *die* terdapat radius tertentu yang berfungsi mempermudah reduksi benda saat proses berlangsung, lebih jauh lagi dengan adanya jari – jari diharapkan tidak terjadi sobek pada material yang akan di *drawing*.

2.4. Variabel Proses *Drawing*

Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan proses *drawing*, variabel yang mempengaruhi proses *drawing* antara lain :

2.4.1. Gesekan

Saat proses *drawing* berlangsung gesekan terjadi antara permukaan *punch*, *dies drawing* dengan *blank*, gesekan akan mempengaruhi hasil dari produk yang dihasilkan sekaligus mempengaruhi besarnya gaya yang dibutuhkan untuk proses pembentukan *drawing*, semakin besar gaya gesek maka gaya untuk proses *drawing* juga meningkat, beberapa faktor yang mempengaruhi gesekan antara lain:

1. Pelumasan
2. Gaya *Blank Holder*
3. Kekasaran Permukaan *Blank*
4. Kekasaran Permukaan *punch*, *die* dan *blank holder*

2.4.2. Bending dan *straightening*

Pada proses *drawing* setelah *blank holder* dan *punch* menempel pada permukaan *blank*, saat kondisi *blank* masih lurus, selanjutnya terjadi proses pembengkokan material (*bending*) dan pelurusan *sheet* sepanjang sisi samping dalam *dies* (*straightening*). Variabel yang mempengaruhi proses ini adalah :

1. Radius *Punch*
2. Radius *Die*

2.4.3. Penekanan

Proses penekanan terjadi setelah proses *straghtening*, proses ini merupakan proses terakhir yang menentukan bentuk dari bagian bawah produk *drawing*, besarnya gaya tekan yang dilakukan dipengaruhi oleh :

1. *Drawability*
2. Keuletan Logam
3. Tegangan Maksimum Material
4. Ketebalan *Blank*
5. Temperatur

2.4.4. Diameter *blank*

Diameter *blank* tergantung dari bentuk produk yang akan dibuat, apabila material kurang dari kebutuhan dapat menyebabkan bentuk produk tidak sesuai dengan yang diinginkan, namun bila material *blank* terlalu berlebih dari kebutuhan dapat menyebabkan terjadinya cacat pada produk seperti kerutan pada pinggiran serta sobek pada daerah yang mengalami bending.

2.4.5. Kelonggaran (*Cleaerence*)

Kelonggaran atau *cleaerence* adalah celah antara *punch* dan *die* untuk memudahkan gerakan lembaran logam saat proses *drawing* berlangsung. Maka besar *cleaerence* tersebut 7% - 20% lebih besar dari tebal lembaran logam, bila celah *die* terlalu kecil atau kurang dari tebal lembaran logam, lembaran logam dapat mengalami penipisan (*ironing*) dan bila besar *cleaerence* melebihi toleransi 20% dapat mengakibatkan terjadinya kerutan.

2.4.6. *Strain Ratio*

Strain ratio adalah ketahanan lembaran logam untuk mengalami peregangan, bila lembaran memiliki perbandingan regangan yang tinggi maka kemungkinan terjadinya sobekan akan lebih kecil.

2.4.7. Kecepatan *Drawing*

Die drawing jenis *punch* berada diatas dengan *nest* dapat diberi kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan jenis *die* yang menggunakan *blank holder*, kecepatan yang tidak sesuai dapat menyebabkan retak bahkan sobek pada material, masing – masing jenis material mempunyai karakteristik berbeda sehingga kecepatan maksimal masing – masing material juga berbeda. Tabel 2.1. adalah kecepatan maksimal beberapa jenis material yang biasa digunakan untuk *sheet metal drawing*.

Tabel 2.1 : Jenis material dan kecepatan maksimal *draw dies*

Material	Kecepatan
Aluminium	0,762 m/s
Brass	1,02 m/s
Copper	0,762 m/s
Steel	0,279 m/s
Stainless steel	0,203 m/s

2.5. Kelebihan dan Kekurangan *Deep Drawing*

Adapun kelebihan dan kekurangan *deep drawing* antara lain sebagai berikut.

2.5.1. Kelebihan *Deep Drawing*

Kelebihan dari *deep drawing* adalah:

- a. Proses pembentukan relatif cepat.
- b. Mengurangi proses perakitan.
- c. Tanpa sambungan (*seamless*).
- d. Bisa membentuk geometri yang kompleks.
- e. Komponen hasil *deep drawing* tergolong kuat.
- f. Material *ferritic* dan *non-ferritic* dapat dikerjakan.

2.5.2. Kekurangan *Deep Drawing*

Kekurangan dari *deep drawing* adalah sebagai berikut:

- a. Kurang efektif untuk jumlah produksi kecil.
- b. Memerlukan banyak pengalaman dalam mengerjakan.
- c. Kualitas material menjadi hal yang kritis agar memperoleh produk unggulan.
- d. *Die* yang digunakan mahal.

2.6. Perhitungan Gaya dan Kerja Pada Proses *Deep drawing*

Untuk menentukan besarnya kekuatan (kapasitas) mesin yang akan digunakan dalam mengerjakan suatu proses (*deep drawing* atau pekerjaan yang lain), maka sangat diperlukan adanya perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada suatu proses tadi. Dalam proses *deep drawing* kita kenal gaya-gaya antara lain:

Gaya potong : F_s

Gaya pengendali blank : F_B

Gaya drawing : F_z

Dalam menghitung gaya-gaya tersebut masih banyak faktor yang perlu diperhatikan, dimana dengan rumus-rumus matematika yang ada sampai saat ini, ternyata tidak dengan saja bisa dilaksanakan. Karena sebagai contohnya, tebal dan kekuatan pada suatu jenis pelat logam saja, harga patokannya kecepatan proses, pelumasan dll, masih mempengaruhi perhitungan yang ada. Sehingga dengan demikian bengkel maupun para perancang yang akan membuat kesimpulan yang baik.

Untuk setiap perhitungan, kita tidak boleh hanya menghitung dengan tebal pelat normal dan kekuatan menengah, namun harus dipilih tebal material dengan toleransi plus dan kekuatan material tertinggi. Gaya-gaya terbesar harus diketahui sehingga bahaya akan rusaknya mesin bisa dihindari. Disamping itu harus diketahui besarnya kerja "W" yang dimiliki/diberikan, karena kerja mesin yang mulus tanpa gangguan itu sangat tergantung dari bagaimana kita memperhitungkan segala sesuatunya. Segala gaya yang ada harus dijumlahkan seperti kalau kita misalkan bahwa mereka bekerja pada sebuah poros yang sama. Hal ini terutama pada proses drawing dengan mesin *press single action*.

$$F_{\text{tot}} = F_s + F_B + F_Z \quad (2.1)$$

Untuk mesin press double action tentu saja tidak bisa disamakan dengan diatas, karena gaya drawing F_Z dan gaya pengendali blank F_B diberikan oleh poros yang terpisah.

2.6.1. Gaya potong/blank (F_s)

Gaya ini akan tampil (diperhitungkan) jika digunakan perkakas yang komplit, misalnya pada *compound drawing tool / die*. Seperti yang pernah kita pelajari dalam teori sebelumnya yaitu *punching tool* maka besarnya gaya ini adalah:

$$F_s = A \times \tau_B \text{ atau } F_s = \Sigma l \times \tau_B \quad (2.2)$$

2.6.2. Gaya pengendali blank (F_B)

Gaya ini harus cukup besar untuk menghilangkan adanya kerutan, tetapi tentu tidak boleh terlalu besar sehingga malah mengakibatkan robekan robekan yang tidak dikehendaki. Karena adanya tarikan yang terlalu kuat dari punch sehingga kekuatan σ_B dari bahan/material pelat yang akan dipakai terlampaui. Besarnya pengendali blank ini adalah:

$$F_B = A \times p \text{ atau } F_B = (A_B - A_P) \times p \quad (2.3)$$

Untuk *shell* yang berbentuk silindris bisa dihitung dengan rumus :

$$F_B = \pi/4 \times (D^2 - d^2) \times p \quad (2.4)$$

Harga tekanan bidang p ini besarnya tergantung dari kualitas dan tebal material yang dikerjakan. Menurut Schuler : *Schuler AG Handbook fuer die spanlose Formgebung* maka besarnya adalah:

$$P = 0,0025 [(\beta - 1)^2 + (0,5 \times d / 100 \times t)] \times \sigma_B \quad (2.5)$$

dimana harga $\beta = 1/m \Rightarrow$ kebalikan dari drawing ratio

2.6.3. Gaya drawing

Gaya ini mirip gaya potong, besarnya tergantung dari tebal material dan kelilingnya. Hanya disini masih harus diperhitungkan adanya angka koreksi α yang besarnya tergantung dari drawing ratio.

$$F_Z = U \times t \times \sigma_B \times \alpha \quad (2.6)$$

Untuk shell berbentuk silindris maka rumus diatas bisa diuraikan lebih jelas menjadi :

$$F_Z = \pi \times d \times t \times \sigma_B \quad (2.7)$$

2.6.4. Kerja drawing

Kemampuan kerja dimensi press untuk membuat suatu bentukan shell tertentu pada proses deep drawing, tentu akan diambil daya yang dipunyai mesin press tersebut. Oleh karena itu kemampuan kerja mesin itu harus lebih besar dari proses deep drawing yang ada. Mesin press dengan gaya sama bisa mempunyai kapasitas kerja mesin yang berlainan. Berarti gaya drawing saja bukanlah merupakan satu-satunya faktor penentu untuk memilih besarnya kapasitas mesin yang akan digunakan. Kerja yang dibutuhkan untuk suatu proses deep drawing bisa dihitung dengan rumus:

$$W_d = \alpha_A \times F_Z \times h \quad (2.8)$$

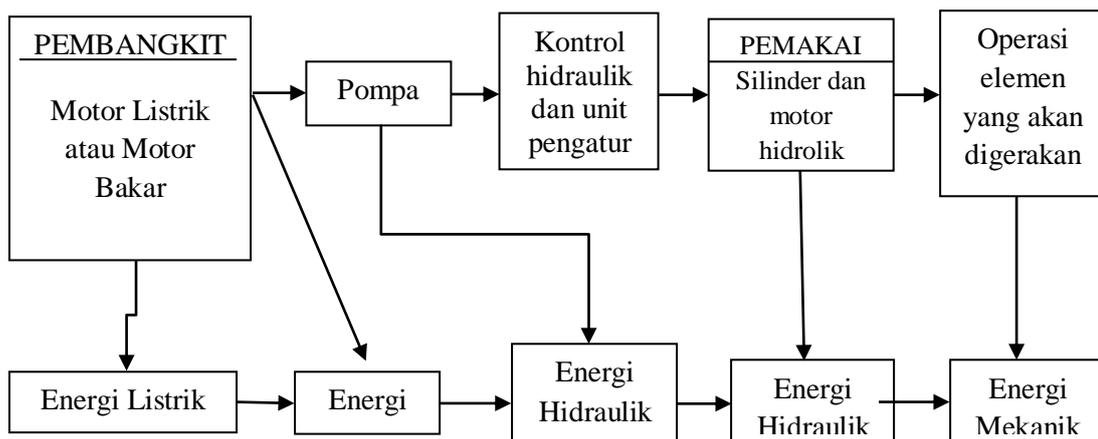
2.7. Komponen mekanisme gaya pengendali

Dalam pembuatan mekanisme gaya pengendali ini, terdapat beberapa komponen yang akan digunakan, baik komponen yang sudah ada terlebih dahulu dan komponen yang baru ditambahkan, diantaranya adalah sebagai berikut.

2.7.1. Sistem Hidrolik

Dalam sistem hidrolik punya peranan penting dalam suatu bidang industri dimana di dalam nya menggunakan sistem penerusan daya dengan menggunakan fluida cair. Dan minyak (petroleum oil) atau minyak sintesik yang sering disebut sebagai minyak hidrolik. Air juga dapat digunakan namun memiliki banyak ketebatasan. Beberapa apalikasi yang khusus bahkan menggunakan logam cair sebagai fluida kerja. Tekenologi tenaga fluida dapat secara efektif di kombinasikan dengan teknologi lain melalui sensor – sensor, transduser dan mikroprosesor.

Pada sistem hidrolik seperti gambar 2.2, banyak perlatan/mesin yang bekerja berdasarkan prinsip – prinsip statika fluida dan kinematika fluida dengan hukum pascal sebagai hukum utama.



Gambar 2.4. Diagram Aliran Sistem Hidrolik

Sistem hidrolik biasanya biasanya sering di aplikasikan untuk memperoleh gaya yang lebih besar dari awal yang dikeluarkan. Fluida penegantar ini dinaikan tekanannya oleh pompa yang kemudian diteruskan ke silinder kerja melalaui pipa-pipa dan katup – katupnya. Gerakan translasi batanmg piston dari silinder kerja yang di akibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder dimanfaatkan unuk gerak maju dan mundur maupun naik dan turun sesuai dengan pemasangan silinder yaitu arah horizontal maupun vertikal. Komponen sistem hidrolik secara umum terdiri dari :

1. Motor

Motor berfungsi sebagai pengubah dari tenaga listrik menjadi tenaga mekanis. Dalam sistem hidrolik motor berfungsi sebagai penggerak utama dari semua komponen hidrolik. Kerja dari motor adalah dengan memutar poros pompa yang dihubungkan dengan poros input.



Gambar 2.5. Motor listrik pompa hidrolik

a. Cara Kerja Pompa Hidrolik dan spesifikasi

Perbedaan Motor Hidrolik dan Pompa Hidrolik, Serta Fungsinya dalam Sistem Hidrolik – Bosch Rexroth Hydraulic Pump.

Pompa hidrolik mulai bekerja saat piston tertarik. Dengan tertariknya piston maka ruang di dalam pompa semakin luas. Semakin besar ruang di dalam pompa maka semakin kecil pula tekanannya. Ini karena tekanan udara yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan ruang pompa. Perbedaan tekanan ini kemudian membuat fluida secara otomatis masuk dalam ruang pompa melalui *check valve* di saluran inlet.

Setelah piston dilepas atau didorong masuk, maka piston akan menekan fluida. Tekanan yang besar saat fluida berusaha keluar inilah yang kemudian mengeluarkan energi potensial fluida. Setelah melalui hambatan-hambatan yang ada pada rangkaian sistem hidrolik, fluida baru akan menghasilkan tekanan.

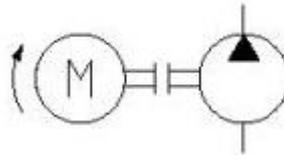
b. Detail Product :

Type	Rated Input Voltage	RPM	Input Power
MC712-4	220 V / 50 Hz / 1 Phase	1480 RPM	0.25 HP
MC802-4	220 V / 50 Hz / 1 Phase	1480 RPM	0.5 HP
MC90S-4	220 V / 50 Hz / 1 Phase	1480 RPM	0.75 HP
MC90L-4	220 V / 50 Hz / 1 Phase	1480 RPM	1 HP
MC100L1-4	220 V / 50 Hz / 1 Phase	1480 RPM	1.5 HP
MC100L2-4	220 V / 50 Hz / 1 Phase	1480 RPM	2 HP
MC112M-4	220 V / 50 Hz / 1 Phase	1480 RPM	3 HP

e. Pompa Hidrolik

Pompa hidrolik ini digerakkan secara mekanis oleh motor listrik. Pompa hidrolik berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi hidrolik dengan cara menekan fluida hidrolik ke dalam sistem. Dalam sistem hidrolik, pompa merupakan suatu alat untuk menimbulkan atau membangkitkan aliran fluida (untuk memindahkan sejumlah volume fluida) dan untuk memberikan daya sebagaimana diperlukan. Apabila pompa digerakkan motor (penggerak utama), pada dasarnya pompa melakukan dua fungsi utama :

- a. Pompa menciptakan kevakuman sebagian pada saluran masuk pompa. Vakum ini memungkinkan tekanan atmosfer untuk mendorong fluida dari tangki (*reservoir*).
- b. Gerakan mekanik pompa menghisap fluida dan membawanya melalui pompa, kemudian mendorong dan menekannya ke dalam sistem hidrolik.



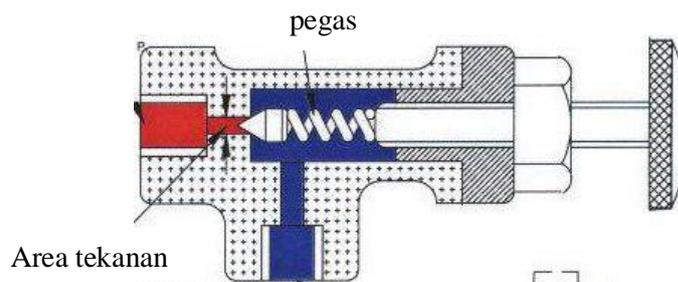
Gambar 2.6. Simbol pompa hidrolik dan penggerak motor

f. Katup (*Valve*)

Dalam sistem hidrolik, katup berfungsi sebagai pengatur tekanan dan aliran fluida yang sampai ke silinder kerja. Menurut pemakaiannya, katup hidrolik dibagi menjadi tiga macam, antara lain :

a. katup Pengatur Tekanan (*Relief Valve*)

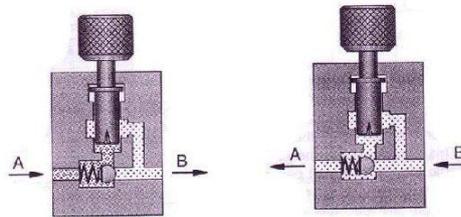
Katup pengatur tekanan digunakan untuk melindungi pompa – pompa dan katup – katup pengontrol dari kelebihan tekanan dan untuk mempertahankan tekanan tetap dalam sirkuit hidrolik minyak. Cara kerja katup ini adalah berdasarkan kesetimbangan antara gaya pegas dengan gaya tekan fluida. Dalam kerjanya katup 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.



Gambar 2.7. katup pengatur tekanan

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

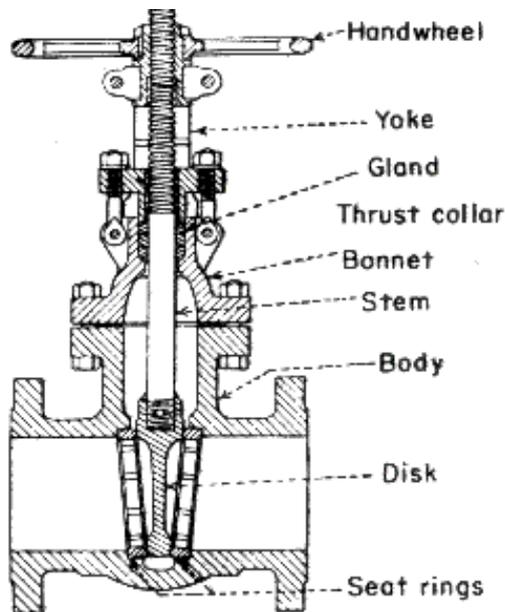
Katup pengontrol arah adalah sebuah saklar yang dirancang untuk menghidupkan, mengontrol arah, mempercepat dan memperlambat suatu gerakan dari silinder kerja hidrolik. Fungsi dari katup ini adalah untuk mengarahkan dan menyuplai fluida tersebut ke tangki *reservoir*.



Gambar 2.8. katup pengatur arah aliran (*flow control*)

c. Katup Pengatur Jumlah Aliran (*Flow Control Valve*)

Katup pengontrol jumlah aliran adalah sebuah katup yang berfungsi untuk mengatur kapasitas aliran fluida dari pompa ke silinder, jumlah untuk mengatur kecepatan aliran fluida dan kecepatan gerak piston dari silinder. Dari fungsi diatas dapat diambil kesimpulan bahwa kecepatan gerak piston silinder ini tergantung dari berapa fluida yang masuk kedalam ruang silinder di bawah piston tiap satuan waktunya. Ini hanya mampu dilakukan dengan mengatur jumlah aliran fluidanya.



Gambar 2.9. flow control throttling valve

d. Pressure Gauge

Pressure Gauge adalah salah satu bentuk sensor untuk mengetahui besar tekanan dalam sebuah sistem.



Gambar 2.10. Pressure Gauge (Manometer)

e. Minyak Hidrolik

Dalam merancang dan melaksanakan sebuah instalasi hidrolik adalah penting untuk mengetahui persyaratan – persyaratan yang harus dikenakan terhadap zat cair yang digunakan. Di lain pihak sifat-sifat yang dimiliki zat – zat cair ini hendaknya diketahui pula, untuk menjamin hal – hal sebagai berikut :

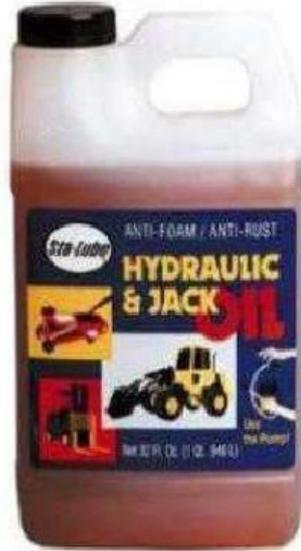
- 1.) Suatu pemfungsian yang baik.
- 2.) Suatu pengerjaan yang bebas gangguan (kemantapan kerja).
- 3.) Suatu efisiensi yang menguntungkan.
- 4.) Suatu masa pakai yang panjang.

Melalui pelaksanaan konstruktif, hal – hal menguntungkan yang dimiliki medium tekan cair ini harus dimanfaatkan dan hal – hal yang merugikan harus dibatasi. Pilihan yang tepat atas zat cair aktif merupakan suatu syarat penting demi hasil kerja yang baik untuk suatu pengendalian dan pergerakan hidrolik.

Fungsi fluida hidrolik pada prinsipnya suatu cairan tekan dalam instalasi hidrolik harus menunaikan empat macam tugas, yaitu :

- 1.) Mengalihkan berbagai gaya.
- 2.) Melumas bagian-bagian yang bergerak dalam pompa dan silinder hidrolik.
- 3.) Menghilangkan kalor yang ditimbulkan oleh tekanan yang ditingkatkan.

- 4.) Meredam suara dan berbagai getaran yang ditimbulkan oleh hentakan – hentakan tekanan.



Gambar 2.11. Contoh minyak hidrolik

f. Panel Hidrolik

Panel listrik merupakan tempat pengaturan pembagi dan pemutusaliran listrik. Pintu panel adalah daun pintu yang terdiri dari beberapa keping papan kayu solid dirangkai oleh rangka/ram. Panel kontrol listrik adalah peralatan yang berfungsi untuk mengatur dan mengendalikan beban listrik yang menggunakan motor listrik sebagai penggerakannya. Pada umumnya pengontrolan di industri ada dua jenis yaitu jenis manual dan jenis otomatis.

Pengontrolan manual adalah pengontrolan motor listrik yang dilayani dengan alat kontrol manual. Alat kontrol manual antara lain menggunakan: TPDT, Saklar pisau, Saklar On/Off. Pengontrolan tromol (Drum Controller) Pengontrolan otomatis adalah pengontrolan motor listrik yang menggunakan peralatan listrik tanpa melibatkan manual. Komponen dalam panel kontrol antara lain: saklar magnet/Magnetic Contactor, pengaman motor, Time Delayrelay (TDR), tombol tekan ON (Push button on), tombol tekan OFF(Pushbutton off), lampu indikator, konduktor/kabel, rel omega, rel sirip, terminal deret legrand. Pada panel box juga

terdapat thermo control yang berfungsi sebagai pengatur suhu elemen panas pada bed mesin Press Hydraulic.



Gambar 2.12. Panel Listrik

Pipa 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 fluidakerja 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) Dapatmenyalurkan panas dengan baik.
- d) Tahan terhadap perubahan suhu dan tekanan.
- e) Tahan terhadap perubahan cuaca.
- f) Berumur relatif panjang.
- g) Tahan terhadap korosi.



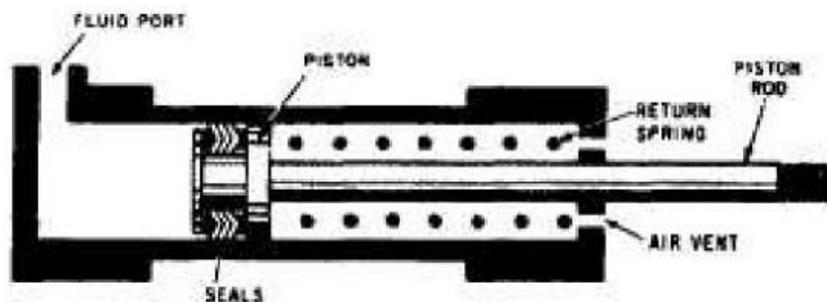
Gambar 2.13. Pipa Hidrolik

g. Silinder Hidrolik

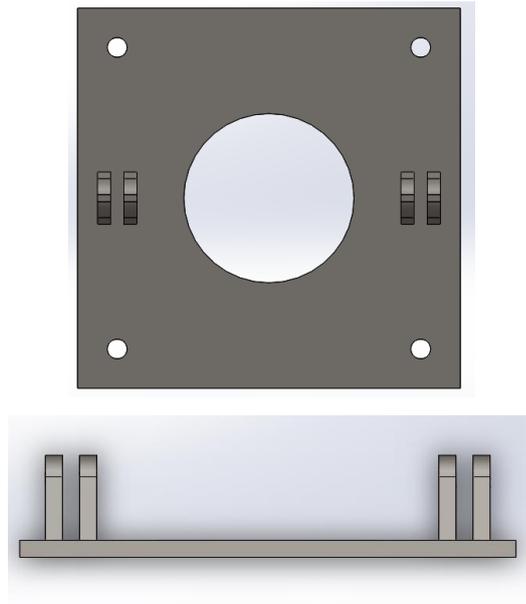
Silinder kerja hidrolik merupakan komponen utama yang berfungsi untuk merubah dan meneruskan daya dari tekanan fluida, dimana fluida akan mendesak piston yang merupakan satu-satunya komponen yang ikut bergerak untuk melakukan gerak translasi yang kemudian gerak ini diteruskan ke bagian mesin melalui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

1. Silinder kerja penggerak tunggal (Single Acting Cylinder)

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



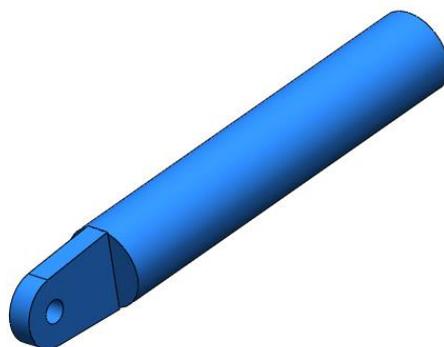
Gambar 2.14. Silinder Kerja Penggerak Tunggal



Gambar 2.16 Pelat Blank Holder

i. Sambungan Hidrolik

Adapaun sambungan ini dibuat untuk menggabungkan antara hidrolik dengan pelat *Blank Holder* dengan ukuran yaitu panjang 190 mm, diameter 35 mm, diameter lubang ulir 16 mm, ulir menggunakan M16x1,5 sesuai dengan ulir pada hidrolik. Pada penyambung bagian bawah, diameter dalam atau lubang baut yaitu 10mm, diameter lingkaran luar 30 mm, jarak titik tengah lingkaran ke ujung sambungan yaitu 37 mm, tinggi penyambung yaitu 50 mm, dan tebal 10 mm. Adapun bentuk dari sambungan hidrolik ke *Blank Holder* ini dapat dilihat pada gambar 2.17 dibawah ini.



Gambar 2.17. Sambungan Hidrolik ke *Blank Holder*

j. Baut dan Mur

Baut dan mur berfungsi untuk mengikat hidrolis ke pelat atas dan sambungan hidrolis ke blank holder. Diameter dan panjang baut dan mur disesuaikan dengan ukuran komponen yang diikatnya.



Gambar 2.18. Baut dan mur

2.8. Solidwork

Solidwork 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. *Solidwork* diperkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing untuk program CAD seperti *Pro/Engineer*, *Nx Siemens*, *I-Deas*, *Unigraphics*, *Autodesk*, *Autocad* dan *Catia*, dengan harga yang lebih murah.

Solidwork 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 *solidwork 95*, pada tahun 1995. Pada tahun 1997 *Dassault Systemes*, yang terkenal dengan *Catia CAD software*, mengakuisisi perusahaan dan sekarang memiliki 100% dari saham *solidwork*. *Solidwork* dipimpin oleh *Jhon 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, *solidwork* saat ini digunakan

oleh lebih dari $\frac{3}{4}$ juta insinyur dan desainer di lebih dari 80.000 perusahaan di seluruh dunia.

2.9. Metode Numerik

Metode numerik adalah teknik untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang diformulasikan secara matematis dengan menggunakan operasi hitungan (*Arithmetic*) yaitu operasi tambah, kurang, kali, dan bagi. Alasan pemakaian metode numerik adalah banyak permasalahan matematis tidak dapat diselesaikan dengan metode analitik. Jika terdapat penyelesaian secara analitik, mungkin proses penyelesaiannya sangat rumit, sehingga tidak efisien.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

Berikut adalah tempat dan waktu penelitian yang dilakukan pada mesin deep drawing.

3.1.1. Tempat

Tempat pelaksanaan perancangan mesin deep drawing dilaksanakan di Laboratorium Komputer Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan.

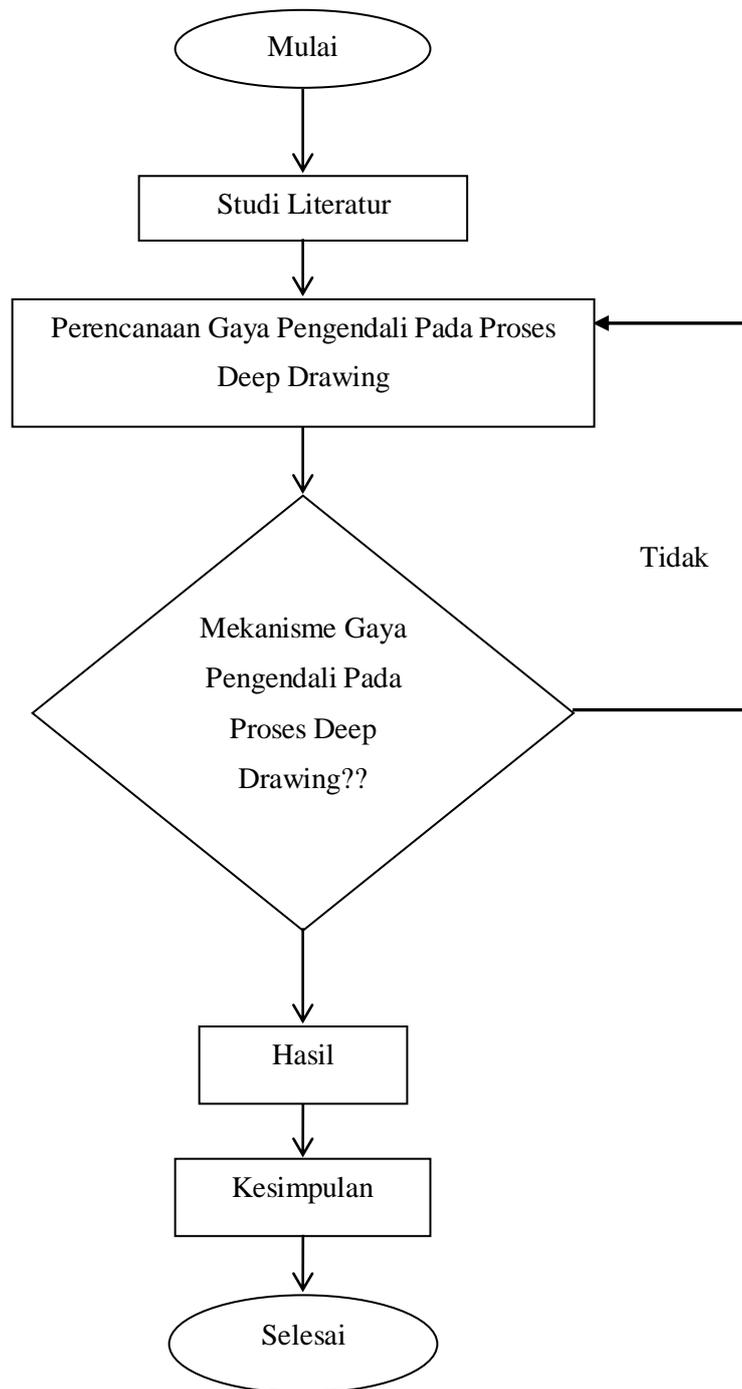
3.1.2. Waktu

Adapun waktu pelaksanaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas akhir ini dapat dilihat pada tabel 3.1. dibawah ini.

Tabel 3.1 Jadwal Waktu dan Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan (Tahun 2019/2020)					
		5	6	9	8	9	10
1	Pengajuan Judul						
2	Studi Literatur						
3	Perancangan Mesin						
4	Pembuatan Mesin						
5	Penyelesaian Skripsi						

3.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.3. Bahan Dan Alat Yang Digunakan

3.3.1. Bahan- bahan Yang Digunakan

Adapun bahan yang digunakan untuk pembuatan gaya pengendali pada mesin deep drawing yaitu:

a. Selang Hidrolik

Selang hidrolik digunakan untuk menghubungkan elemen sistem hidrolik yang bergetar atau bergerak.



Gambar 3.2. Selang Hidrolik

b. Sambungan T (*Fitting*)

Sambungan T (*fitting*) digunakan untuk menghubungkan selang hidrolik ke selang yang lain agar dapat mengalirkan fluida ke dalam silinder hidrolik.



Gambar 3.3. Sambungan T (*fitting*)

c. Socket

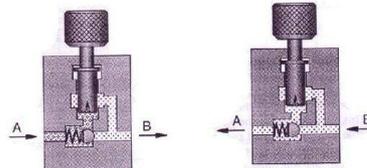
Socket digunakan untuk menghubungkan tabung hidrolik ke selang hidrolik atau flow control agar dapat mengalirkan fluida hidrolik ke dalam silinder hidrolik.



Gambar 3.4. Socket

d. Katup pengontrol arah (*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*.



Gambar 3.5. Katup pengontrol arah

e. Hidrolik

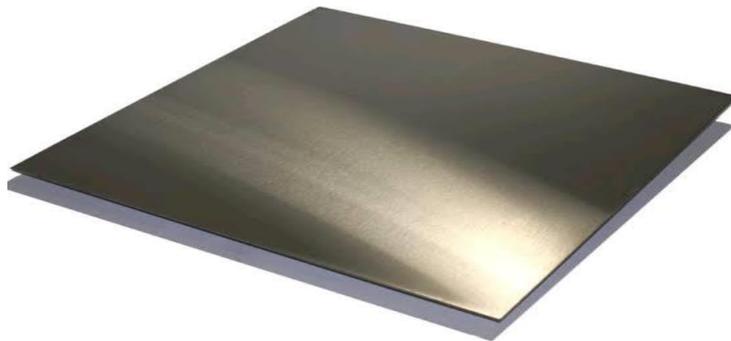
Hidrolik ini berfungsi untuk menggerakkan pelat blank holder dan punch agar dapat menghasilkan gaya blank holder. Hidrolik yang akan ditambahkan terdiri dari 2 buah dengan kapasitas masing-masing sebesar 1 ton.



Gambar 3.6. Hidrolik

f. Pelat Stainless Steel

Pelat stainless adalah pelat yang akan dibentuk, pada penelitian ini tebal pelat yang digunakan terdapat 3 jenis yaitu tebal 0,5 mm, 1 mm, 1,5 mm, dengan diameter pelat atau blank yang sama yaitu 170 mm. Pelat stainless steel ini mempunyai kekuatan tarik $47,6 \text{ kg/mm}^2$.



Gambar 3.7. Pelat Stainless Steel

3.3.2. Alat Yang Digunakan

1. Mesin deep drawing

Mesin *deep drawing* berfungsi untuk pembentukan lembaran logam yang digunakan industri untuk menghasilkan produk berbentuk mangkuk, cangkir, dan lekukan rumit lainnya.



Gambar 3.8. Mesin Deep Drawing

2. Jangka sorong

Fungsi jangka sorong ini adalah alat untuk mengukur diameter *punch*, *Die* dan pelat stainless steel.



Gambar 3.9. Jangka Sorong

3. Kunci Inggris dan Pas

Digunakan untuk memasang mur atau baut dimana ukuran pada perakitan sistem hidrolik.



Gambar 3.10. Kunci Inggris/Pas

4. Sarung tangan

Fungsi sarung tangan berguna sebagai alat pelindung tangan ketika bekerja di tempat atau kondisi yang bisa mengakibatkan cedera tangan.



Gambar 3.11. Sarung Tangan

5. Gunting Seng/Kawat

Fungsi gunting besi ini untuk memotong pelat stainless steel hingga menjadi bentuk lingkaran



Gambar 3.12. Gunting Seng/Kawat

3.4. Pembuatan gaya pengendali

Adapun langkah – langkah yang akan dilakukan untuk membuat gaya pengendali adalah sebagai berikut.

1. Membuka selang yang lama pada saluran input dari relief valve, kemudian pasang dengan selang yang baru pada saluran input tersebut lalu tutup ujung selang yang belum terhubung dengan selang berikutnya,

2. Hal yang sama juga dilakukan pada saluran output, yaitu membuka selang yang dan mengganti dengan selang yang baru, lalu tutup ujung selang yang belum terhubung dengan selang berikutnya,
3. setelah itu membersihkan area sekitar relief valve dikarenakan ada fluida yang menetes keluar sisa dari selang yang lama,
4. kemudian memasang dua hidrolik tambahan pada lubang yang telah dibuat di pelat atas mesin Deep Drawing, lalu kuatkan dengan mengunci baut menggunakan kunci pas dan ring,
5. setelah itu pasang sambungan T pada selang hidrolik yang telah dipasang pada relief valve tadi, baik yang saluran input dan output,
6. kemudian memasang selang baru pada sambungan T bagian saluran masuk dan keluar pada silinder hidrolik tadi sebanyak 3 buah, yaitu untuk 2 hidrolik tambahan dan hidrolik cetakan,
7. selanjutnya memasang socket pada setiap lubang selang pada silinder hidrolik, socket yang pertama dipasang yaitu berjumlah empat, yaitu untuk 2 hidrolik tambahan, untuk hidrolik cetakan, terlebih dahulu selang yang lama dilepas kemudian baru dipasang socket,
8. setelah memasang socket, lalu memasang flow control pada setiap socket tadi, setelah flow control terpasang, maka memasang socket lagi pada flow control agar selang yang akan dihubungkan ke silinder hidrolik bisa terhubung,
9. kemudian selang yang telah terpasang sebelumnya dihubungkan ke socket yang ada di flow control, kemudian kuatkan dengan menggunakan kunci pas, maka langkah perakitan untuk membuat gaya pengendali telah selesai.

3.5. Penyetelan rakitan gaya pengendali

Adapun langkah – langkah untuk melakukan pengujian hasil rakitan gaya pengendali adalah sebagai berikut.

1. Memastikan kondisi mesin dalam kondisi siap pakai dan komponen hidrolik tidak ada yang mengalami kerusakan atau kebocoran,
2. Kemudian menghidupkan mesin, setelah itu biarkan mesin hidup beberapa saat. Lalu pastikan flow control pada posisi blum terbuka,

3. selanjutnya menekan tombol turun pada panel listrik, lalu lihat manakah hidrolik yang akan turun terlebih dahulu diantara 3 hidrolik tersebut, lalu naikkan kembali hidrolik dengan menekan tombol naik pada panel listrik,
4. setelah diketahui hidrolik mana yang turun terlebih dahulu, buka setelan flow control pada hidrolik tersebut dengan cara memutar ke kiri, pada penyetelan ini, setelan flow control diputar sebanyak 5 kali dengan putaran 360° ,
5. Kemudian menekan kembali tombol turun, lalu melihat hidrolik yang telah di atur setelan flow controlnya, hidrolik tersebut mengalami kecepatan turun dari sebelumnya, maka hidrolik ini sudah tidak ada lagi perubahan pada setelan flow control. setelah itu menekan tombol naik untuk mengembalikan hidrolik ke posisi awal,
6. Selanjutnya memutar kembali setelan flow control sebanyak 5 kali pada salah satu hidrolik, tujuannya yaitu untuk menyamakan gerakan hidrolik tersebut dengan hidrolik yang telah diatur sebelumnya. Pada penyetelan ini, setelan diputar sampai sebanyak 20 kali untuk sampai bisa menyamakan dengan hidrolik sebelumnya yang telah diatur,
7. kemudian melakukan hal yang sama seperti langkah enam untuk hidrolik terakhir. Setelan diputar sebanyak 20 kali juga, sehingga ketiga hidrolik dapat bergerak turun secara bersamaan,
8. Setelah langkah turun telah selesai di setting, maka selanjutnya menyetel langkah naik, yaitu dengan cara menekan tombol turun terlebih dahulu sampai hidrolik mencapai panjang langkah maksimal, kemudian menekan kembali tombol naik dan melihat hidrolik mana yang naik terlebih dahulu,
9. Setelah diketahui hidrolik mana yang naik terlebih dahulu, buka setelan flow control nya sebanyak 5 kali, sama dengan langkah turun. Lalu menekan kembali tombol turun sampai hidrolik mencapai panjang langkah maksimal, kemudian menekan kembali tombol naik untuk melihat perubahan kecepatan hidrolik yang di atur tadi. Setelah mengalami perubahan kecepatan, turunkan kembali hidrolik ke posisi semula dengan menekan tombol turun,
10. Kemudian putar kembali setelan flow control pada salah satu hidrolik sebanyak 5 kali juga, lalu menekan tombol naik untuk melihat apakah hidrolik sudah telah sama geraknya seperti hidrolik yang sudah diatur

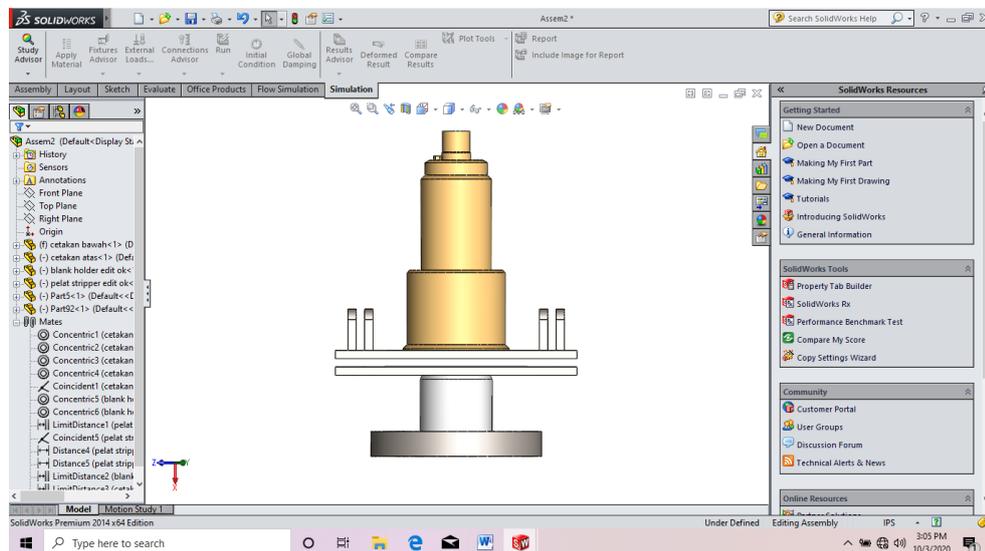
sebelumnya. Pada penyetelan ini, setelan flow control dibuka sebanyak 20 kali sama dengan langkah turun. Setelah 2 hidrolik mengalami gerak yang sama pada langkah naik, maka melakukan hal yang sama seperti langkah pada no 6, namun dilakukan pada posisi naik sampai semua hidrolik dapat bergerak secara bersamaan,

11. Setelah penyetelan selesai, maka selanjutnya memasang sambungan hidrolik dan pelat blank holder pada dua hidrolik tambahan. Sambungan hidrolik dipasang pada hidrolik dan pelat blank holder dipasang pada sambungan hidrolik dengan menggunakan baut dan mur M10. Setelah semua selesai dipasang, maka mesin sudah siap untuk melakukan proses pengujian atau pencetakan bahan.

3.6.Langkah simulasi

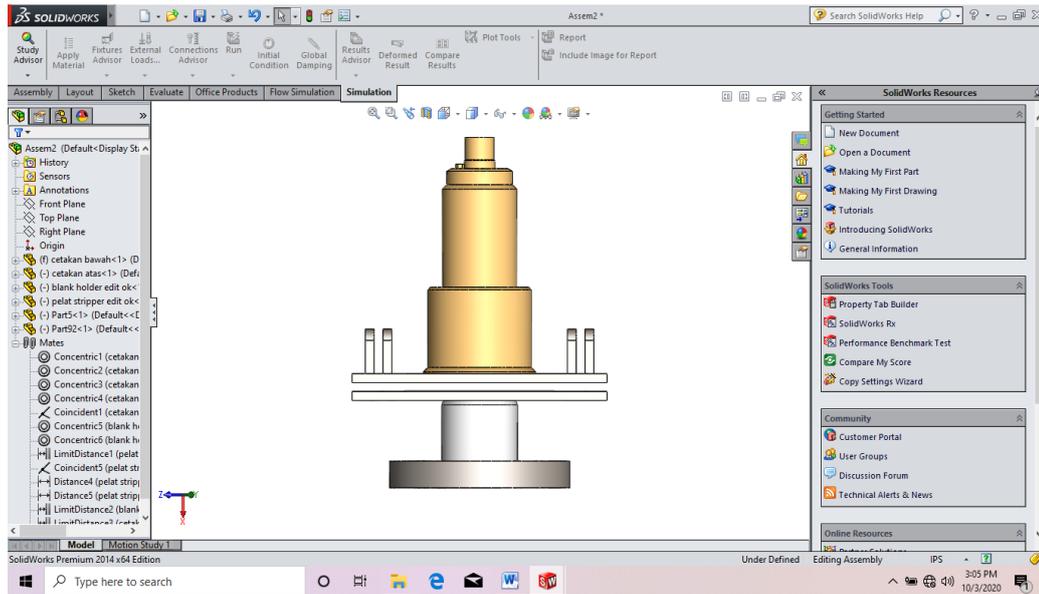
Adapun langkah-langkah dalam membuat simulasi pada pelat stainless menggunakan *software solidwork* adalah sebagai berikut.

1. Membuka *software solidwork* kemudian pilih open lalu klik assembly yang telah dibuat dan klik open,



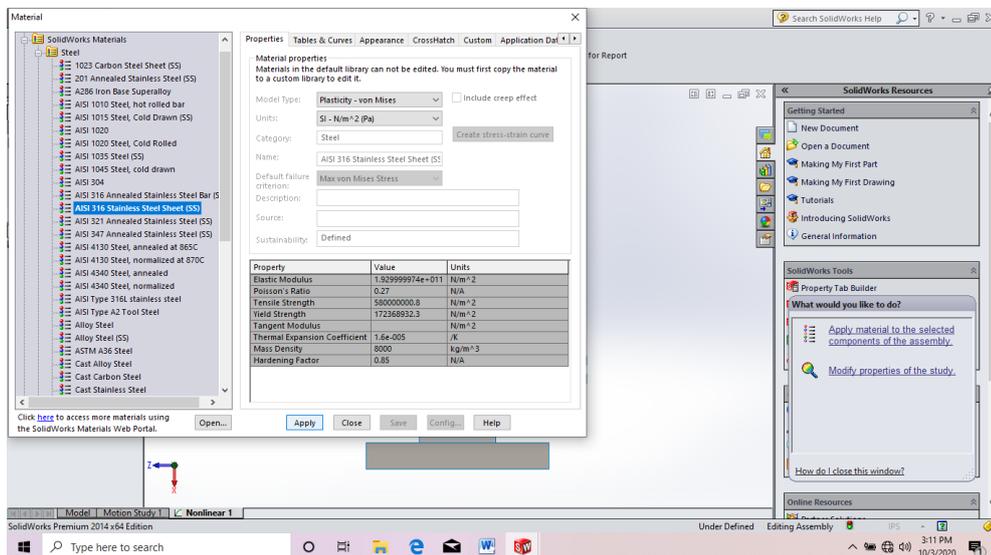
Gambar 3.13. Langkah 1

2. Kemudian klik simulation, kemudian pilih study advisor, lalu klik new study, pilih non linear lalu klik kotak use 2D simplification



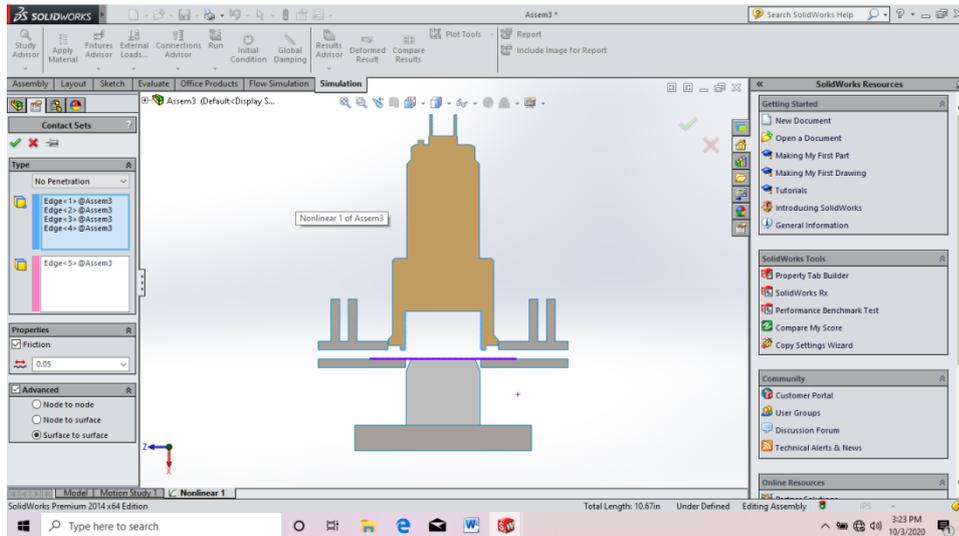
Gambar 3.14. Langkah 2

3. Kemudian klik part, lalu klik kanan pada komponen, kemudian klik apply material, pilih dan klik material yang akan digunakan pada simulasi, lalu klik ok, lakukan hal yang sama pada setiap komponen.



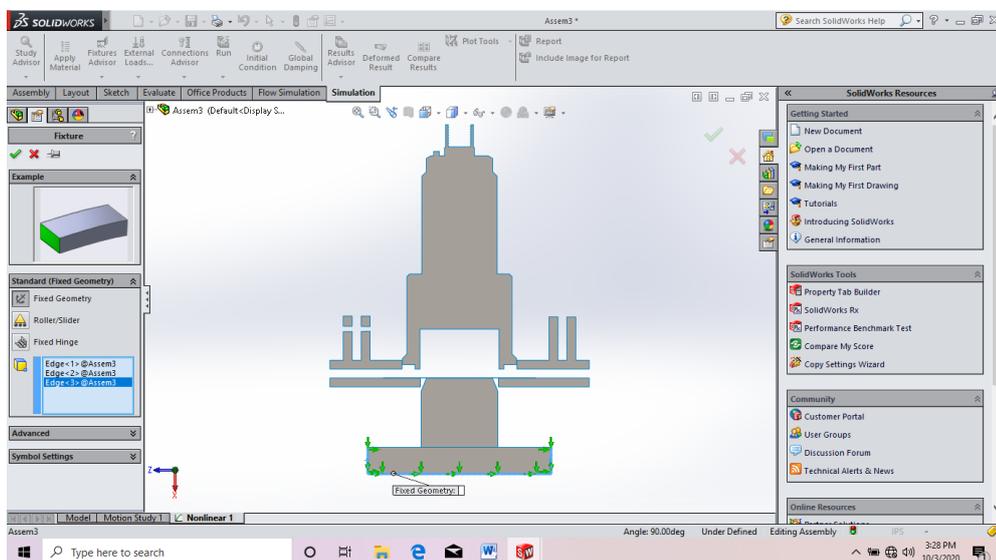
Gambar 3.15. Langkah 3

4. Selanjutnya klik kanan pada connections, lalu klik contact set, kemudian klik bagian yang digunakan untuk kontak set, lalu klik ceklis



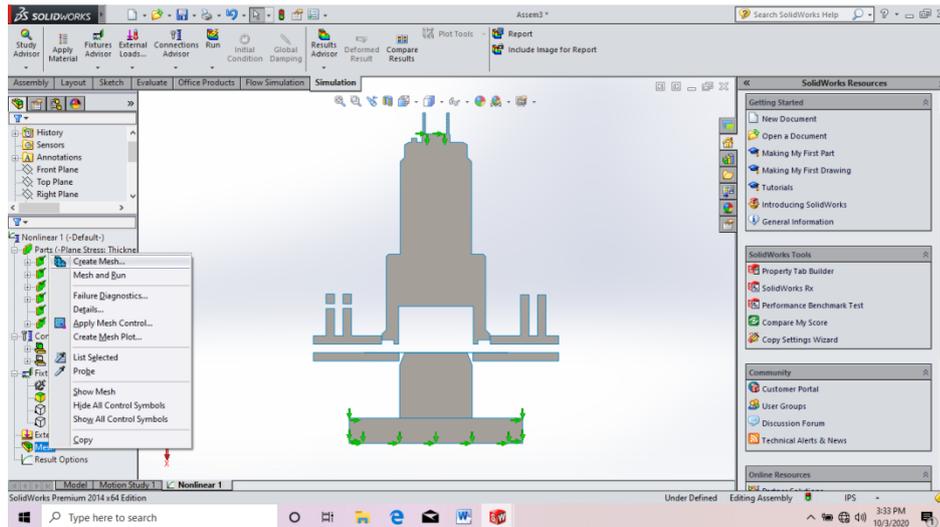
Gambar 3.16. Langkah 4

5. Kemudian klik kanan pada fixtures, lalu klik fixed geometry, klik bagian yang digunakan sebagai tahanan untuk simulasi, lalu klik ceklis



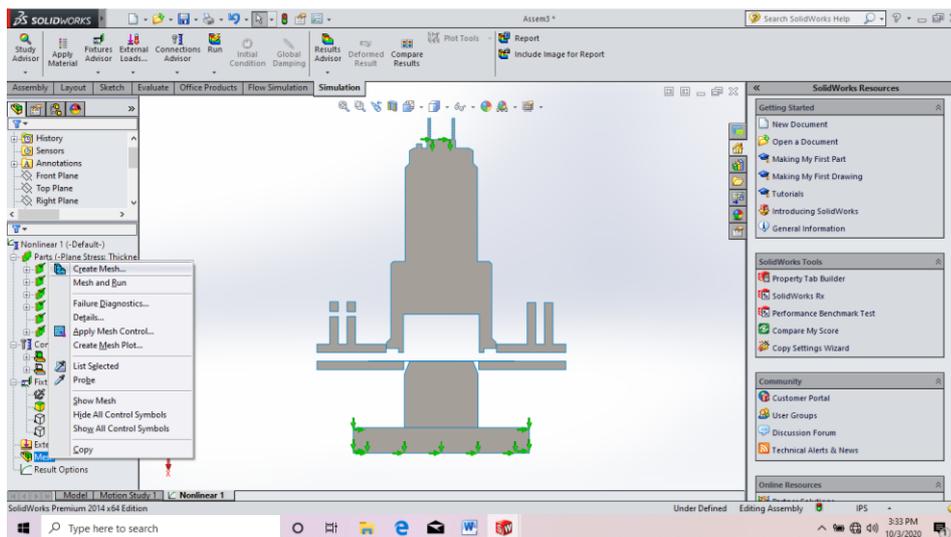
Gambar 3.17. Langkah 5

6. Selanjutnya klik kanan kembali pada fixtures, lalu klik advance geometry, lalu klik bagian yang digunakan untuk acuan panjang langkah cetakan, atur ukurannya, lalu klik ceklis



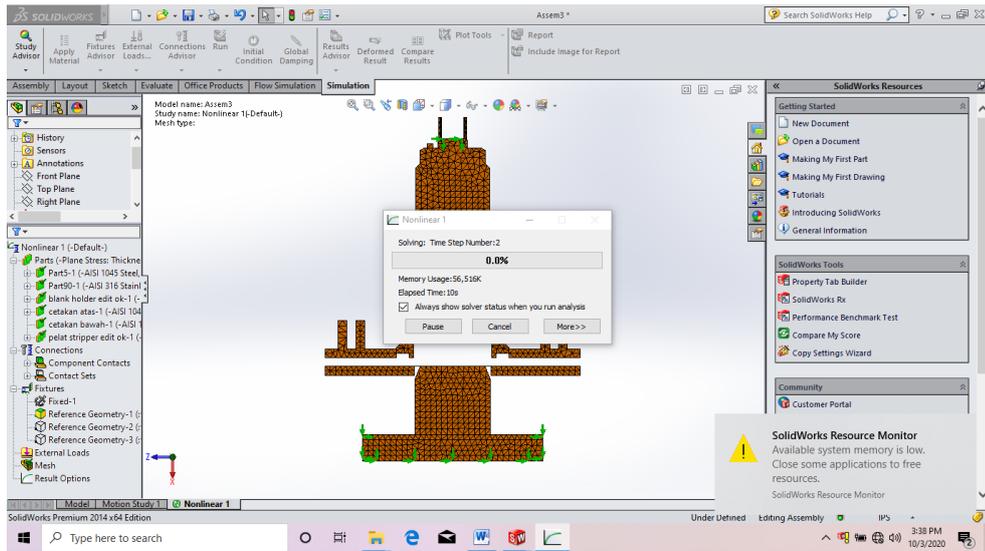
Gambar 3.18. Langkah 6

7. Setelah itu klik kanan pada mesh, lalu klik create mesh, lalu klik ceklis



Gambar 3.19. Langkah 7

8. Kemudian klik run pada toolbar, lalu klik no pada pemberitahuan nonlinear analys, tunggu proses simulasi selesai

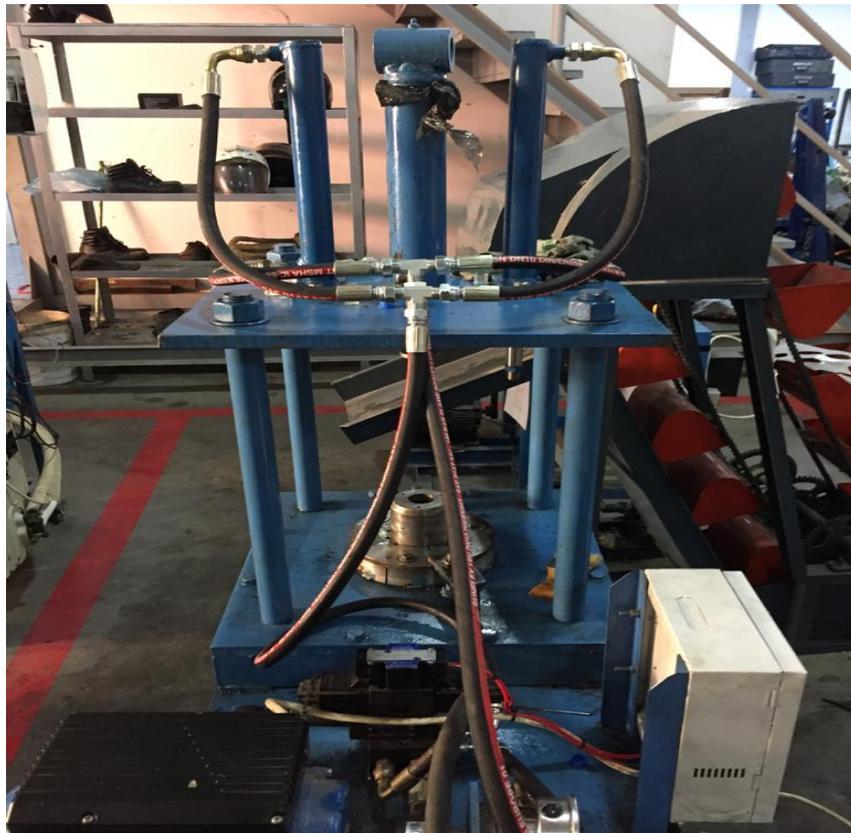


Gambar 3.20 Langkah 8

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Cara kerja rangkaian gaya pengendali *blank*

Pada penelitian ini, terdapat komponen yang masih kurang untuk dapat menghasilkan gaya pengendali blank, disebabkan tidak adanya pemegang (*Blank Holder*) dari pelat yang akan dibentuk. Untuk menggerakkan pelat *Blank Holder* tersebut, digunakan hidrolik tambahan, hal ini disebabkan pelat tersebut tidak menyatu dengan punch. Hidrolik tambahan digunakan sebanyak 2 buah dengan kapasitas 1 ton masing – masing hidrolik, diameter torak 30 mm, dan diameter batang torak 20 mm. Cara kerja dari hidrolik tambahan ini yaitu sama dengan hidrolik cetakan, ketika hidrolik cetakan bergerak mencetak kearah turun, maka hidrolik tambahan ini juga bergerak kearah turun. Hal ini disebabkan karena pada peneliti sebelumnya, letak die diletakkan dibawah. Tujuan dari gaya pengendali *blank* ini yaitu untuk mengurangi cacat terhadap produk yang akan dicetak.



Gambar 4.1. Rangkaian mekanisme gaya pengendali

4.2. Perhitungan Gaya Pengendali Blank (F_B)

Pada perencanaan gaya pengendali blank ini, diketahui beberapa variabel, yaitu :

$$\text{Diameter Blank}(D_B) = 170 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter Punch}(D_P) = 86,5 \text{ mm}$$

Pada penelitian ini, gaya pengendali blank direncanakan untuk tiga pelat dengan tebal yang berbeda yaitu 0,5 mm, 1 mm, dan 1,5 mm, untuk pembahasannya dapat dilihat dibawah ini.

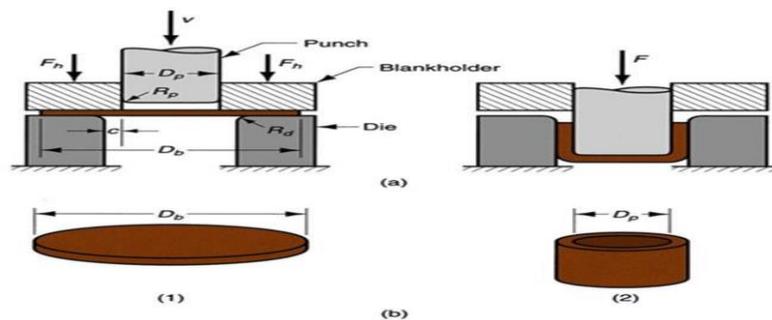
4.2.1. Gaya Pengendali *Blank* pada Pelat 0,3 mm

Gaya pengendali blank dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F_B = A \cdot P \text{ atau } F_B = (A_B - A_P) \cdot P$$

Berdasarkan rumus diatas, besarnya nilai A dan P belum diketahui, maka terlebih dahulu harus mencari nilai A dan P. Karena Die berbentuk silindris, maka besarnya luasan bidang dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$A = \frac{\pi}{4} (D_B^2 - D_P^2)$$



Diketahui :

$$D_B = 170 \text{ mm}$$

$$D_P = 86,5 \text{ mm}$$

$$d = 170 \text{ mm}$$

$$t = 0,3 \text{ mm}$$

$$\sigma_B = 47,6 \text{ kg/mm}^2$$

Maka besarnya luasan bidang (A) adalah :

$$A = A_B - A_P$$

mencara nilai A_B :

$$A_B = \frac{3,14}{4} \cdot D_B^2$$

$$A_B = \frac{3,14}{4} \cdot 170^2$$

$$A_B = \frac{3,14}{4} \cdot 28900$$

$$A_B = 22686,5 \text{ mm}^2$$

mencari nilai A_P :

$$A_P = \frac{3,14}{4} \cdot D_P^2$$

$$A_P = \frac{3,14}{4} \cdot 86,5^2$$

$$A_P = \frac{3,14}{4} \cdot 7482,25$$

$$A_P = 5873,56625 \text{ mm}^2$$

Maka besarnya luasan bidang (A) =

$$A = A_B - A_P$$

$$A = 22686,5 - 5873,56625$$

$$A = 16812,93 \text{ mm}^2$$

Sedangkan nilai P adalah :

$$P = 0,0025 \cdot \left[(\beta - 1)^2 + \frac{0,5 \cdot d}{100 \div t} \right] \cdot \sigma_B$$

dimana harga β adalah :

$$\beta = \frac{D_B}{D_P}$$

$$\beta = \frac{170}{86,5} = 1,96$$

Maka nilai P adalah :

$$P = 0,0025 \cdot \left[(1,96 - 1)^2 + \frac{0,5 \cdot 170}{100 \div 0,3} \right] \cdot 47,6$$

$$P = 0,0025 \cdot \left[(0,96)^2 + \frac{85}{333,33} \right] \cdot 47,6$$

$$P = 0,0025 \cdot [0,9216 + 0,255] \cdot 47,6$$

$$P = 0,0025 \cdot 1,1766 \cdot 47,6$$

$$P = 0,14 \text{ Kg} / \text{mm}^2$$

Jadi, besarnya gaya pengendali *blank* adalah :

$$F_B = A \cdot P$$

$$F_B = 16812,93 \cdot 0,14$$

$$F_B = 2353,8 \text{ Kg}$$

4.2.2. Gaya Pengendali *Blank* pada pelat 0,5 mm

Gaya pengendali blank dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F_B = A \cdot P \quad \text{atau} \quad F_B = (A_B - A_P) \cdot P$$

Berdasarkan rumus diatas, besarnya nilai A dan P belum diketahui, maka terlebih dahulu harus mencari nilai A dan P. Karena Die berbentuk silindris, maka besarnya luasan bidang dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$A = \frac{\pi}{4} (D_B^2 - D_P^2)$$

Diketahui :

$$\begin{aligned}D_B &= 170 \text{ mm} \\D_P &= 86,5 \text{ mm} \\d &= 170 \text{ mm} \\t &= 0,5 \text{ mm} \\\sigma_B &= 47,6 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Maka besarnya luasan bidang (A) adalah :

$$A = A_B - A_P$$

mencara nilai A_B :

$$A_B = \frac{3,14}{4} \cdot D_B^2$$

$$A_B = \frac{3,14}{4} \cdot 170^2$$

$$A_B = \frac{3,14}{4} \cdot 28900$$

$$A_B = 22686,5 \text{ mm}^2$$

mencari nilai A_P :

$$A_P = \frac{3,14}{4} \cdot D_P^2$$

$$A_P = \frac{3,14}{4} \cdot 86,5^2$$

$$A_P = \frac{3,14}{4} \cdot 7482,25$$

$$A_P = 5873,56625 \text{ mm}^2$$

Maka besarnya luasan bidang (A) =

$$A = A_B - A_P$$

$$A = 22686,5 - 5873,56625$$

$$A = 16812,93 \text{ mm}^2$$

Sedangkan nilai P adalah :

$$P = 0,0025 \cdot \left[(\beta - 1)^2 + \frac{0,5 \cdot d}{100 \div t} \right] \cdot \sigma_B$$

dimana harga β adalah :

$$\beta = \frac{D_B}{D_p}$$

$$\beta = \frac{170}{86,5} = 1,96$$

Maka nilai P adalah :

$$P = 0,0025 \cdot \left[(1,96 - 1)^2 + \frac{0,5 \cdot 170}{100 \div 0,5} \right] \cdot 47,6$$

$$P = 0,0025 \cdot \left[(0,96)^2 + \frac{85}{200} \right] \cdot 47,6$$

$$P = 0,0025 \cdot [0,9216 + 0,425] \cdot 47,6$$

$$P = 0,0025 \cdot 1,3466 \cdot 47,6$$

$$P = 0,1602 \text{ Kg} / \text{mm}^2$$

Jadi, besarnya gaya pengendali *blank* adalah :

$$F_B = A \cdot P$$

$$F_B = 16812,93 \cdot 0,1602$$

$$F_B = 2693,43 \text{ Kg}$$

4.2.3. Gaya Pengendali *Blank* pada pelat 0,7 mm

Gaya pengendali blank dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F_B = A \cdot P \quad \text{atau} \quad F_B = (A_B - A_p) \cdot P$$

Berdasarkan rumus diatas, besarnya nilai A dan P belum diketahui, maka terlebih dahulu harus mencari nilai A dan P. Karena Die berbentuk silindris, maka besarnya luasan bidang dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$A = \frac{\pi}{4} (D_B^2 - D_P^2)$$

Diketahui :

$$D_B = 170 \text{ mm}$$

$$D_P = 86,5 \text{ mm}$$

$$d = 170 \text{ mm}$$

$$t = 0,7 \text{ mm}$$

$$\sigma_B = 47,6 \text{ kg/mm}^2$$

Maka besarnya luasan bidang (A) adalah :

$$A = A_B - A_P$$

mencari nilai A_B :

$$A_B = \frac{3,14}{4} \cdot D_B^2$$

$$A_B = \frac{3,14}{4} \cdot 170^2$$

$$A_B = \frac{3,14}{4} \cdot 28900$$

$$A_B = 22686,5 \text{ mm}^2$$

mencari nilai A_P :

$$A_P = \frac{3,14}{4} \cdot D_P^2$$

$$A_P = \frac{3,14}{4} \cdot 86,5^2$$

$$A_p = \frac{3,14}{4} \cdot 7482,25$$

$$A_p = 5873,56625 \text{ mm}^2$$

Maka besarnya luasan bidang (A) =

$$A = A_B - A_p$$

$$A = 22686,5 - 5873,56625$$

$$A = 16812,93 \text{ mm}^2$$

Sedangkan nilai P adalah :

$$P = 0,0025 \cdot \left[(\beta - 1)^2 + \frac{0,5 \cdot d}{100 \div t} \right] \cdot \sigma_B$$

dimana harga β adalah :

$$\beta = \frac{D_B}{D_p}$$

$$\beta = \frac{170}{86,5} = 1,96$$

Maka nilai P adalah :

$$P = 0,0025 \cdot \left[(1,96 - 1)^2 + \frac{0,5 \cdot 170}{100 \div 0,7} \right] \cdot 47,6$$

$$P = 0,0025 \cdot \left[(0,96)^2 + \frac{85}{142,86} \right] \cdot 47,6$$

$$P = 0,0025 \cdot [0,9216 + 0,595] \cdot 47,6$$

$$P = 0,0025 \cdot 1,5166 \cdot 47,6$$

$$P = 0,1805 \text{ Kg} / \text{mm}^2$$

Jadi, besarnya gaya pengendali *blank* adalah :

$$F_B = A \cdot P$$

$$F_B = 16812,93 \cdot 0,1805$$

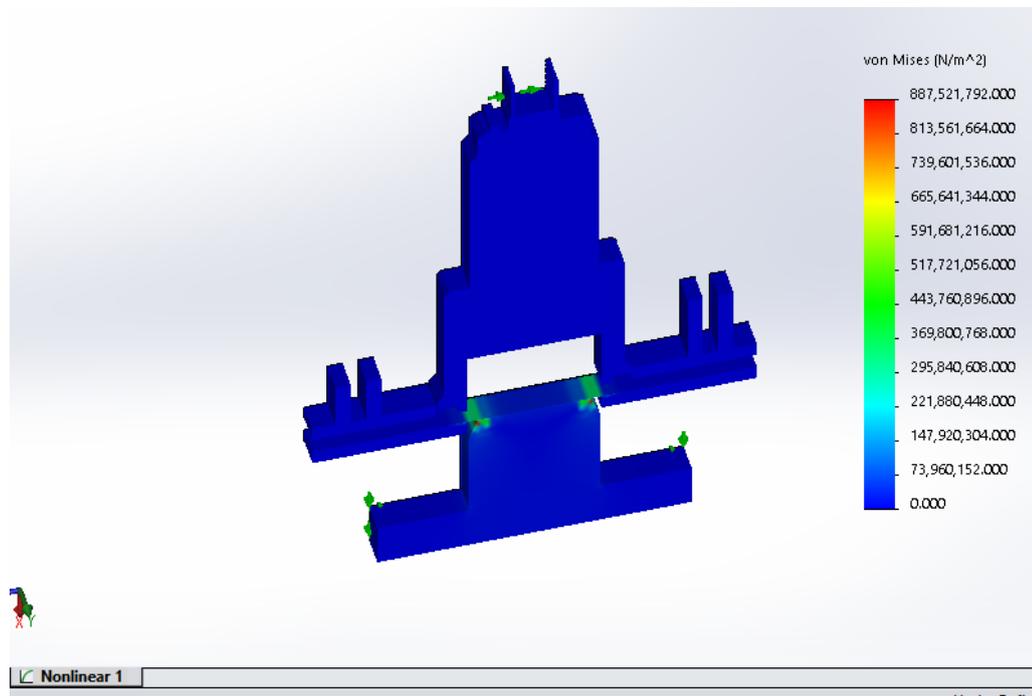
$$F_B = 3034,73 \text{ Kg}$$

4.3. Hasil simulasi

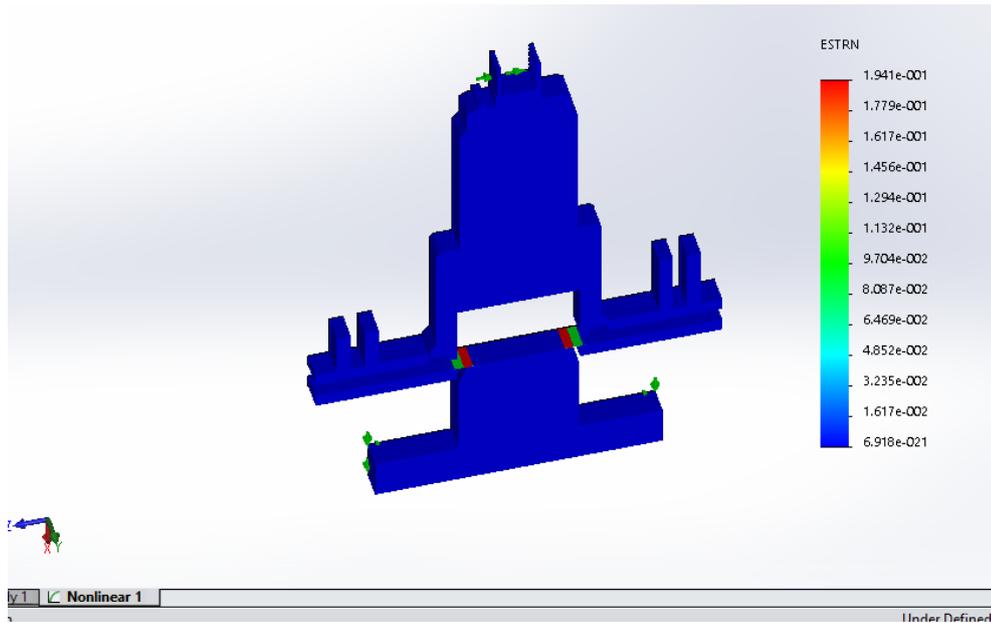
Simulasi ini bertujuan untuk melihat besarnya tegangan yang terjadi pada material saat diberi gaya dengan tebal material yang telah ditentukan. Berikut ini adalah hasil simulasi pada material yang telah diberi gaya dan tebal yang telah ditentukan.

4.3.1. Simulasi 1

Pada simulasi ini, jenis pelat yang digunakan adalah pelat stainless steel dengan diameter pelat 170 mm, tebal pelat 0,3 mm.



(a) Tegangan pada pelat 0,3 mm

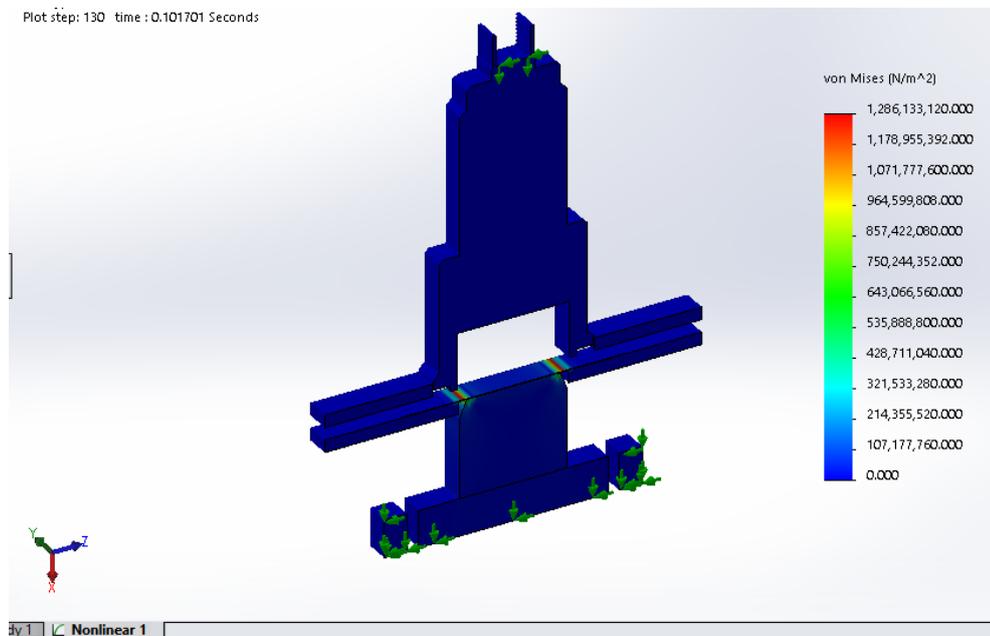


(b) Regangan pada pelat 0,3 mm

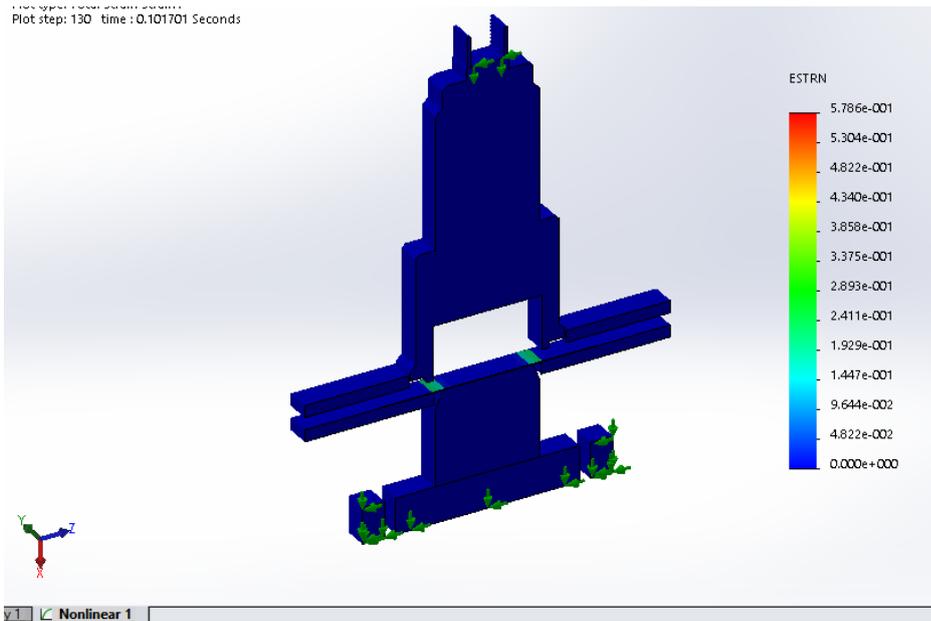
Gambar 4.2. Hasil simulasi tegangan dan regangan pada pelat 0,3 mm

4.3.2. Simulasi 2

Pada simulasi ini, jenis pelat yang digunakan adalah pelat stainless steel dengan diameter pelat 170 mm, tebal pelat 0,5 mm.



(a) Tegangan pada pelat 0,5 mm

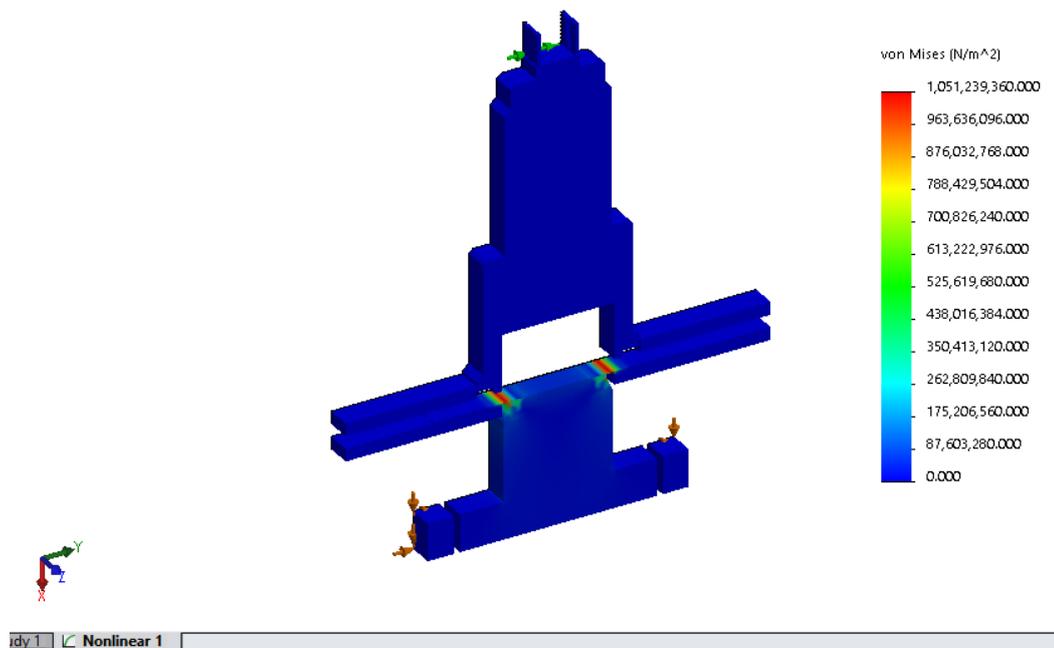


(b) Regangan pada pelat 0,5 mm

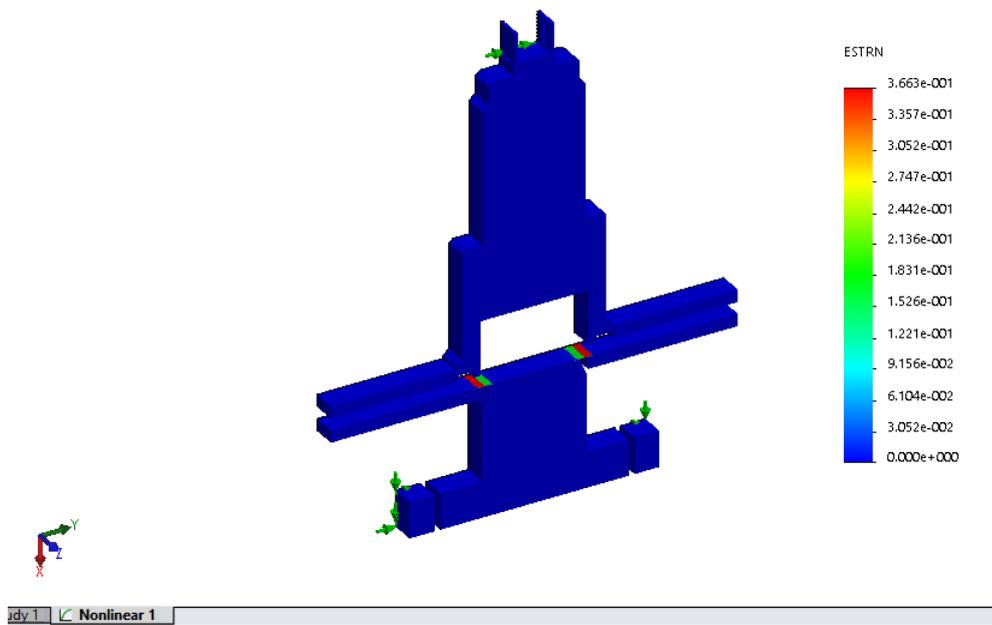
Gambar 4.3. Hasil simulasi tegangan pada pelat 0,5 mm

4.3.3. Simulasi 3

Pada simulasi ini, jenis pelat yang digunakan adalah pelat stainless steel dengan diameter pelat 170 mm, tebal pelat 0,7 mm.



(a) Tegangan pada pelat 0,7 mm



(b) Regangan pada pelat 0,7 mm

Gambar 4.4 Hasil simulasi tegangan pada pelat 0,7 mm

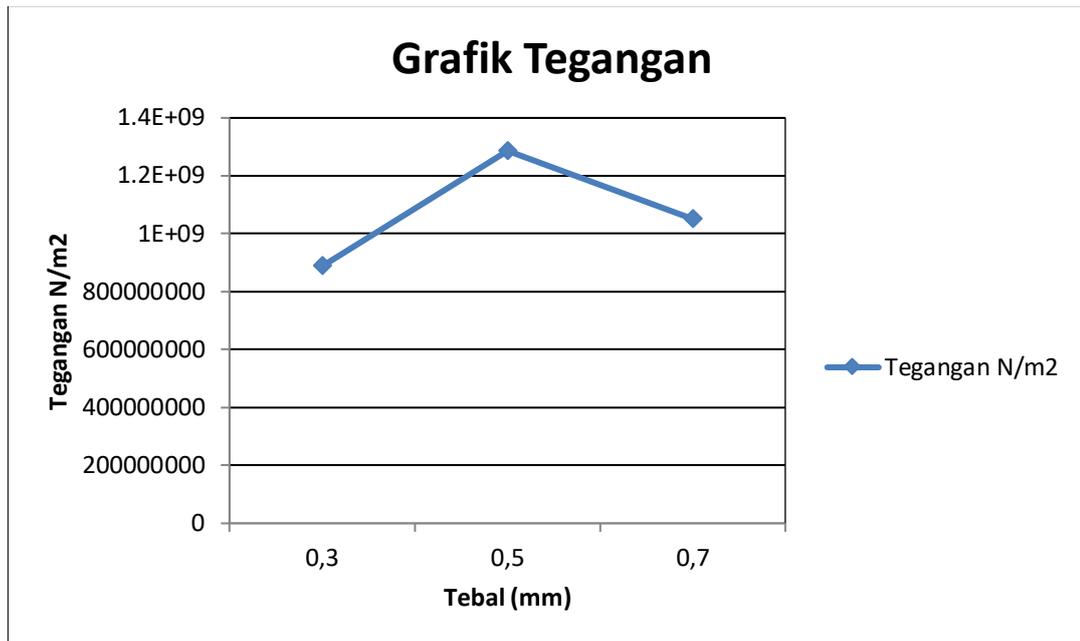
Berdasarkan hasil simulasi secara keseluruhan, maka diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.1. Hasil simulasi tegangan

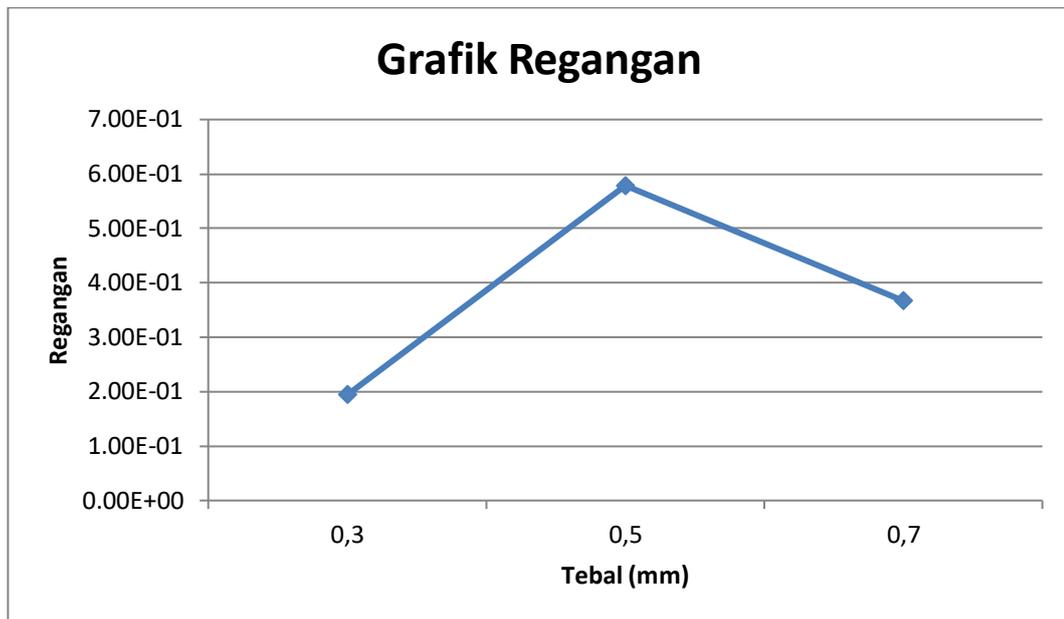
No	Tebal (mm)	Tegangan (N/m ²)
1	0,3	887.521.792,000
2	0,5	1.286.133.120,000
3	0,7	1.051.239.360,000

Tabel 4.2. Hasil simulasi regangan pastikan satuannya

No	Tebal (mm)	Regangan (N/m ²)
1	0,3	1.94e-001
2	0,5	5.79e-001
3	0,7	3.66e-001



Gambar 4.5. Grafik Tegangan



Gambar 4.6. Grafik Regangan

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah pembuatan telah selesai dilakukan, maka proses selanjutnya yang dilakukan adalah menghitung gaya pengendali blank. Kesimpulan dari pembuatan dan perhitungan gaya pengendali blank sebagai berikut :

1. Mekanisme gaya pengendali blank dibuat dengan menggunakan sistem hidrolik, dimana terdapat dua hidrolik tambahan untuk menggerakkan pelat blank holder
2. Pengujian pada pembuatan ini menggunakan satu jenis material yaitu pelat stainless steel dengan tebal yang berbeda, yaitu 0,3 mm, 0,5 mm, dan 0,7 mm
3. Dari perhitungan gaya pengendali blank pada pelat 0,3 mm, maka diperoleh data sebagai berikut: $A = 16812,93 \text{ mm}^2$, $P = 0,14 \text{ Kg/mm}^2$, dan $F_B = 2353,8 \text{ Kg}$, pada pelat 0,5 mm, maka diperoleh data sebagai berikut: $A = 16812,93 \text{ mm}^2$, $P = 0,16 \text{ Kg/mm}^2$, dan $F_B = 2693,43 \text{ Kg}$, pada pelat 0,7 mm, maka diperoleh data sebagai berikut: $A = 16812,93 \text{ mm}^2$, $P = 0,18 \text{ Kg/mm}^2$, dan $F_B = 3034,73 \text{ Kg}$.
4. Dari hasil simulasi tegangan diperoleh data yaitu, pelat 0,3 mm tegangan yang terjadi yaitu $887.521.792,000 \text{ N/m}^2$, pelat 0,5 mm tegangan yang terjadi yaitu $1.286.133.120,000 \text{ N/m}^2$, pelat 0,7 mm tegangan yang terjadi yaitu $1.051.239.360,000 \text{ N/m}^2$.
5. Dari hasil simulasi regangan diperoleh data yaitu, pelat 0,3 mm regangan yang terjadi yaitu $1.94e-001 \text{ N/m}^2$, pelat 0,5 mm regangan yang terjadi yaitu $5.79e-001 \text{ N/m}^2$, pelat 0,7 mm regangan yang terjadi yaitu $3.66e-001 \text{ N/m}^2$.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembuatan mekanisme gaya pengendali blank pada proses deep drawing, maka disarankan pada peneliti selanjutnya untuk dapat mengembangkan bentuk dari cetakan deep drawing, alangkah baiknya blank holder dibuat menyatu dengan cetakan, agar memperoleh gaya yang lebih sempurna untuk mengurangi cacat pada produk yang diproduksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, (2007), *Perancangan Mesin Press Sederhana Sistem Hidrolik dengan Gaya tekan 500 N untuk membuat pin dengan proses Deep Drawing*, Jakarta: Program Studi Teknik Mesin, Universitas Mercubuana Jakarta.
- Aryoseto, Jarot, 2010, *Pembuatan Alat Peraga Sistem Hidrolik*, Proyek Akhir, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Dassault Systemes Solidwork Corporation, (2011), *Solidwork Essentials*, Massachusets
- Djunaedi, T., & Perdana A. N., 2013, *Analisis Body Defect Pada Produksi Kaleng 2 Pieces di PT. United Can Company Dengan Menggunakan Teori Punching Tool*, SINTEK 9 (1), ISSN 2088-9038
- Kristiyono, Elik Iqnatius, 2017, *Analisis Masalah Kerutan (Wrinkle) Pada Produk Alas Kaleng Ukuran 681 Gram*, Jurnal Teknik Mesin Vol. 06, No. 3, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta
- Muerbani J, 1990, *Teori Tentang Deep Drawing (Punching Tool 2)*, ATMI, Surakarta
- Prasetyo, E. D, 2015, *Analisa Produksi Pada Aerosol Can 65 x 124 Dengan Menggunakan Metode Pendekatan Six Sigma Pada Line ABM3 Departemen Assembly PT. XYZ*, Jurnal PASTI, 8 (2), (191-202
- Prasetyo Eko, 2005, *Pengaruh Tekanan Terhadap Kecepatan Maju Gerak Silinder Hidrolik Penggerak Ganda Arah Horizontal*, (Proyek Akhir), Semarang
- Prastiyo, Yudi, 2018, *Analisa Numerik Kekuatan Rangka Pada Prototype Elevator Pabrik Kelapa Sawit*, Tugas Sarjana, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Sharma, P. C., 2002, *A Text Book of Production Engineering*, S. Chand and Company Ltd. New Delhi
- Subrata, Jaka, 2007, *Analisa Dan Perancangan Cetakan Deep Drawing Komponen Bodi Sekali Langkah Diperoleh 3 Proses*, Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Mesin, Universitas mercu Buana Jakarta
- Sularso, Suga Kiyokatsu. 1994. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, cetakan ke 10.

Sulis Yulianto, Dkk, 2012, *Pengaruh Beban Terhadap Tekanan Pompa Hidrolik Pada Reach Stacker Saat Proses Lifting Petikemas*, Jurnal Sintek Vol. 8 No 1, Universitas Muhammadiyah Jakarta

Sutimbul, Catur, 2006, *Anlisa Kerja Mesin Hidrolik Pencetak Paving Dengan Sistem Hand Control Pada Waktu Dibutuhkan Langkah Naik Dan Turun Silinder Hidrolik*, Proyek Akhir, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang



SU
s | Terpercaya

ini agar disebutkan
ya

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

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

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor / 2075/AU/UMSU-07/F/2019

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas
Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 03 Desember 2019 ini Menetapkan :

: M. FAUZI HIMAWAN
: 1407230022
am Study : TEKNIK Mesin
ster : X (Sepuluh)
tugas akhir : PEMBUATAN MEKANISME GAYA PENGENDALI PADA PROSES
DEEP DRAWING
mbing I : KHAIRUL UMURANI ST.MT
mbing II : SUDIRMAN LUBIS ST.MT

mikian diizinkan untuk Menulis tugas akhir dengan ketentuan :

Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat
persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
Penulisan Tugas Akhir Dinyatakan batal setelah 1 (satu) tahun tanggal ditetapkan
ian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk
dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan 06 Rabiul Akhir 1441 H
03 Desember 2019 M

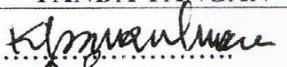
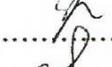
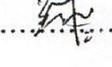


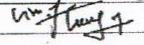
Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2020 – 2021**

inar : Muhammad Fauzi Himawan
: 1407230032
: Akhir : Pembuatan Mekanisme Gaya Pengendali Pada Proses Deep Drawing.

HADIR	TANDA TANGAN
ing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T	: 
ing – II : Sudirman Lubis.S.T.M.T	: 
ing – I : Riadini Wanty Lubis.S.T.M.T	: 
ing – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc	: 

NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
230022	Mhd. Fauzi Himawan	

Medan, 26 Sya'ban 1442 H
09 April 2021 M

Ketua Prodi



Affandi N.

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

NAMA : Muhammad Fauzi Himawan
NPM : 1407230032
Judul T.Akhir : Pembuatan Mekanisme Gaya Pengendali Pada Proses Deep Drawing.

Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Riadini Wanty Lubis.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 skripsi
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 26 Sya'ban 1442H
09 April 2021M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- II


H.Muharnif.S.T.M.Sc

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

NAMA : Muhammad Fauzi Himawan
NPM : 1407230032
Judul T.Akhir : Pembuatan Mekanisme Gaya Pengendali Pada Proses Deep Drawing.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Riadini Wanty Lubis.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 :

...Perbaiki Latur Belakang
...Amankan Bab 2 diperbaiki

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 26 Sya'ban 1442H
09 April 2021M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pemanding- I

Ri
Riadini Wanty Lubis.S.T.M.T

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| 1. Nama | : Mhd. Fauzi Himawan |
| 2. Jenis Kelamin | : Laki-Laki |
| 3. Tempat, Tanggal Lahir | : Medan, 07 Mei 1996 |
| 4. Kewarganegaraan | : Indonesia |
| 5. Status | : Menikah |
| 6. Agama | : Islam |
| 7. Alamat | : Jl. Roso Komplek Tirtanadi |
| 8. No. Hp | : 082274315677 |
| 9. Email | : fauzimmm2000@gmail.com |
| 10. Nama Orang Tua | |
| Ayah | : M. Eddy Syahputra, S.T |
| Ibu | : Ifauziah |

B. PENDIDIKAN FORMAL

- | | |
|-------------|--|
| 2001 – 2002 | : TK Rahmat Marendal |
| 2002 – 2008 | : SD Negeri 108075 |
| 2008 – 2011 | : SMP Swasta Eria Medan |
| 2011 – 2014 | : SMK Negeri 2 Medan |
| 2014 – 2021 | : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera
Utara |