

**TUGAS AKHIR**  
**STUDI EKSPRIMENTAL PADA *PUNCH* DAN *DIE* MESIN PRES SISTEM  
HIDROLIK DENGAN VARIASI GAYA**

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

**Disusun Oleh:**

**IRWANSYAH PUTRA**  
**1407230206**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Irwansyah Putra  
NPM : 1407230206  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Studi Eksprimental Pada *Punch* Dan *Die* Mesin Pres Sistem Hidrolik Dengan Variasi Gaya  
Bidang ilmu : Kontruksi Dan Manufaktur

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, 14 maret 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Bekti Suroso, S.T., M.eng

Dosen Penguji II



Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



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

Program Studi Teknik Mesin

Ketua



Affandi, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Irwansyah Putra  
Tempat/Tanggal Lahir : Penampaan/19 februari 1996  
NPM : 1407230206  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**“Studi Eksprimental Pada *Punch Dan Die* Mesin Pres Sistem Hidrolik Dengan Variasi Gaya”,**

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, 14 Maret 2019



Saya yang menyatakan,

Irwansyah Putra

## ABSTRAK

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan yang semakin maju, manusia dituntut untuk berpikir kreatif serta berusaha mencari alternatif lain bagaimana agar dapat mempermudah pekerjaan, memaksimalkan kualitas dan mengefektifkan sumber daya yang ada. Salah satu cara yang dapat ditempuh antara lain dengan memodifikasi alat yang sudah ada atau menciptakan suatu alat bantu pekerjaan yang baru. Mesin pres sistem hidrolik banyak digunakan dalam berbagai macam industri, permesinan, otomotif, Terutama *punch* dan *die* pada mesin pres sangat dibutuhkan untuk memberikan hasil *die* yang maksimal pada pelat atau bahan yg akan di pres. *Punch* berbentuk V dan radius berfungsi untuk menekuk pelat yang di letakan diatas *die* lalu ditekan oleh *punch* dari atas kebawah sehingga mendapatkan hasil tekukan yang serupa dengan bentuk *die*. *Die* berbentuk V dan radius ini berfungsi untuk mencetak sudut pelat baja yang ditekuk menggunakan *punch* berbentuk V dan radius, juga yang akan menghasilkan berbentuk sudut  $90^\circ$  dengan maksimal. Dari hasil penelitian proses penekukan pada *punch* dan *die* yang diberi gaya 1 ton, 3 ton, dan 5 ton dengan material atau bahan yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan 1 mm, 2 mm, dan 3 mm. Dimana *punch* dan *die* tidak mengalami kerusakan pada saat penekukan atau pembekokan pada material yang dilakukan penekukan.

Kata kunci: Mesin Pres, Menentukan Material, *Punch* berbentuk V dan Radius, *Die* berbentuk V dan Radius.

## **ABSTRACT**

*In the development of increasingly advanced science, humans are required to think creatively and try to find other alternatives how to facilitate work, maximize quality and streamline existing resources. One way that can be taken is by modifying existing tools or creating a new job aid. Hydraulic system press machines are widely used in a variety of industries, machinery, automotive, especially punch and die on press machines are needed to provide maximum die results on plates or materials that will be pressed. V-shaped punch and radius function to bend the plate that is placed on the die and then pressed by the punch from top to bottom so that the results of bending are similar to the die shape. This V-shaped die and radius serves to print the angle of the steel plate which is bent using a V-shaped punch and radius, which also will produce a 90o angle with the maximum. From the results of the study of the punch and die bending process that is given a force of 1 ton, 3 tons, and 5 tons with the material or material worked on is a steel plate with a thickness of 1 mm, 2 mm and 3 mm. Where the punch and die do not experience damage during bending or bending of the material carried out bending.*

*Keywords: Pres machine, Determine Material, Punch in the form of V and Radius, Die in the shape of V and Radius.*

## 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 “Studi Eksperimental Pada Punch Dan Die Mesin Pres Sistem Hidrolik Dengan Variasi Gaya” 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 mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Bapak Bakti Suroso, S.T.,M.Eng selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Sudirman Lubis, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Affandi, S.T.,M.T selaku Petua Program Studi Teknik Mesin 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 kepada penulis.
8. Orang tua penulis: Saptudin dan Samdi Ara, 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: Fikri, Zul Fikar, Rinaldy, Irpan, Sunan, Reza, Akbar, alfy, Iqbal, Sandy Irawan, Azhar dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan.

Medan, 14 Maret 2019



Irwansyah Putra

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	1
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>3</b>
2.1. Tinjauan Pustaka	3
2.2. Landasan Teori	4
2.2.1. Mesin Pres	3
2.2.2. Prinsip Kerja Mesin Pres	4
2.3. Jenis-Jenis Mesin Pres	5
2.3.1. Mesin Pres Hidrolik	5
2.3.1.1. Mesin Pres Tenaga Manual	5
2.3.1.2. Mesin pres mekanikal	6
2.4. Jenis-Jenis Pelat	6
2.4.1. Pelat Besi	6
2.4.2. Pelat Aluminium	7
2.4.3. Pelat Stainless Steel	7
2.4.4. Pelat Baja	8
2.4.5. Pelat Kuningan	8
2.5. <i>Punch Dan Die</i>	9
2.5.1. <i>Punch</i>	9
2.5.2. <i>Die</i>	9
2.6. Teori Penekukan ( <i>Bending</i> )	9
2.7. Macam-Macam Teknik Dan proses Pembengkokan/Tekuk Untuk Pelat Dan Pipa	10
2.8. Sumbu Netral	11
2.9. Gerakan Material	12
2.10. Hal-Hal Yang Harus Diperhatikan Dalam Proses <i>Bending</i>	12
2.11. Faktor Yang Mempengaruhi Proses <i>Bending</i>	13
2.12. Gaya Penekukan ( <i>Bending force</i> )	13
2.13. Elastisitas	15

<b>BAB 3</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	<b>16</b>
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.1.1.	Tempat Penelitian	16
3.1.2.	Waktu Penelitian	16
3.2	Diagram Alir Penelitian	17
3.3	Alat Dan Bahan Penelitian	18
3.4	Prosedur Penelitian	20
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>22</b>
4.1	Penekukan Dengan Gaya 1 Ton Pada Pelat 1 mm	22
4.2	Penekukan Dengan Gaya 3 Ton Pada Pelat 1 mm	24
4.3	Penekukan Dengan Gaya 5 Ton Pada Pelat 1 mm	26
4.4	Pembahasan Tekanan <i>Punch</i> Dan <i>Die</i> Dengan Variasi gaya	28
4.5	Penekukan Dengan Gaya 1 Ton Pada Pelat 2 mm	31
4.6	Penekukan Dengan Gaya 3 Ton pada Pelat 2 mm	33
4.7	Penekukan Dengan Gaya 5 Ton Pada Pelat 2 mm	35
4.8	Pembahasan Tekanan <i>Punch</i> Dan <i>Die</i> Dengan Variasi gaya	37
4.9	Penekukan Dengan Gaya 1 Ton Pada Pelat 3 mm	40
4.10	Penekukan Dengan Gaya 3 Ton Pada Pelat 3 mm	42
4.11	Penekukan Dengan Gaya 5 Ton pada Pelat 3 mm	44
4.12	Pembahasan Tekanan <i>Punch</i> Dan <i>Die</i> Dengan Variasi gaya	46
4.13	Penekukan Dengan Gaya 1 Ton Pada Pelat 1 mm	49
4.14	Penekukan Dengan Gaya 3 Ton Pada Pelat 1 mm	51
4.15	Penekukan Dengan Gaya 5 Ton Pada Pelat 1 mm	53
4.16	Pembahasan Tekanan <i>Punch</i> Dan <i>Die</i> Dengan Variasi gaya	55
4.17	Penekukan Dengan Gaya 1 Ton Pada Pelat 2 mm	58
4.18	Penekukan Dengan Gaya 3 Ton pada Pelat 2 mm	60
4.19	Penekukan Dengan Gaya 5 Ton Pada Pelat 2 mm	62
4.20	Pembahasan Tekanan <i>Punch</i> Dan <i>Die</i> Dengan Variasi gaya	64
4.21	Penekukan Dengan Gaya 1 Ton Pada Pelat 3 mm	67
4.22	Penekukan Dengan Gaya 3 Ton Pada Pelat 3 mm	69
4.23	Penekukan Dengan Gaya 5 Ton Pada Pelat 3 mm	71
4.24	Pembahasan Tekanan <i>Punch</i> Dan <i>Die</i> Dengan Variasi gaya	73
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>76</b>
5.1.	Kesimpulan	76
5.2.	Saran	77
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>78</b>
<b>LAMPIRAN</b>		
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>		
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mesin Pres tenaga hidrolik (Remora Savalas. 2016)	5
Gambar 2.2	Mesin pres tenaga manual (Remora Savalas. 2016)	6
Gambar 2.3	Mesin pres mekanikal (Klikmro. 2018)	6
Gambar 2.4	Pelat aluminium (Aluminium Indonesia. 2018)	7
Gambar 2.5	Pelat stainless steel (Aluminium Indonesia. 2018)	8
Gambar 2.6	Pelat baja (Aluminium Indonesia. 2018)	8
Gambar 2.7	Pelat kuningan (Aluminium Indonesia. 2018)	9
Gambar 2.8	Proses ram <i>style bending</i> (Wisjnu P Marsis. 2007)	10
Gambar 2.9	Proses <i>V Bending</i> (Tyas Ari Wibowo. 2014)	11
Gambar 2.10	Proses <i>rotary draw bending</i> (Wisjnu P Marsis. 2007)	11
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	16
Gambar 3.2	Mesin pres hidrolik	17
Gambar 3.3	<i>Punch</i> berbentuk V dan radius	18
Gambar 3.4	<i>Die</i> berbentuk V dan radius	18
Gambar 3.5	Pelat baja	19
Gambar 3.6	Pelat baja	19
Gambar 3.7	Pemotongan pelat baja	19
Gambar 3.8	Meletakkan pelat baja diatas <i>die</i>	20
Gambar 3.9	Proses penekukan pelat	20
Gambar 3.10	<i>Pressure guage</i>	20
Gambar 4.1	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	21
Gambar 4.2	Hasil pelat yang sudah ditekuk	21
Gambar 4.3	Hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	22
Gambar 4.4	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	22
Gambar 4.5	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	23
Gambar 4.6	Hasil pelat yang sudah ditekuk	23
Gambar 4.7	Hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	24
Gambar 4.8	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	24
Gambar 4.9	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	25
Gambar 4.10	Hasil pelat yang sudah ditekuk	25
Gambar 4.11	Hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	26
Gambar 4.12	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	26
Gambar 4.13	Grafik hasil perbandingan uji tekanan dengan variasi gaya	28
Gambar 4.14	Grafik hasil perbandingan gaya penekanan pada cetakan	29
Gambar 4.15	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	30
Gambar 4.16	Hasil Pelat yang sudah ditekuk	30
Gambar 4.17	Hasil tekukan <i>Punch</i> dan <i>die</i>	31
Gambar 4.18	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	31
Gambar 4.19	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	32
Gambar 4.20	Hasil Pelat yang sudah ditekuk	32
Gambar 4.21	Hasil tekukan <i>Punch</i> dan <i>die</i>	33
Gambar 4.22	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	33
Gambar 4.23	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	34
Gambar 4.24	Hasil Pelat yang sudah ditekuk	34
Gambar 4.25	Hasil tekukan <i>Punch</i> dan <i>die</i>	35
Gambar 4.26	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	35

Gambar 4.27	Grafik hasil perbandingan uji tekanan dengan variasi gaya	37
Gambar 4.28	Grafik hasil perbandingan gaya penekanan pada cetakan	38
Gambar 4.29	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	39
Gambar 4.30	Hasil Pelat yang sudah ditekuk	39
Gambar 4.31	Hasil tekukan <i>Punch</i> dan <i>die</i>	40
Gambar 4.32	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	40
Gambar 4.33	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	41
Gambar 4.34	Hasil Pelat yang sudah ditekuk	41
Gambar 4.35	Hasil tekukan <i>Punch</i> dan <i>die</i>	42
Gambar 4.36	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	42
Gambar 4.37	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	43
Gambar 4.38	Hasil Pelat yang sudah ditekuk	43
Gambar 4.39	Hasil tekukan <i>Punch</i> dan <i>die</i>	44
Gambar 4.40	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	44
Gambar 4.41	Grafik hasil perbandingan uji tekanan dengan variasi gaya	46
Gambar 4.42	Grafik hasil perbandingan gaya penekanan pada cetakan	47
Gambar 4.43	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	48
Gambar 4.44	Hasil Pelat yang sudah ditekuk	48
Gambar 4.45	Hasil tekukan <i>Punch</i> dan <i>die</i>	49
Gambar 4.46	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	49
Gambar 4.47	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	50
Gambar 4.48	Hasil Pelat yang sudah ditekuk	50
Gambar 4.49	Hasil tekukan <i>Punch</i> dan <i>die</i>	51
Gambar 4.50	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	51
Gambar 4.51	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	52
Gambar 4.52	Hasil Pelat yang sudah ditekuk	52
Gambar 4.53	Hasil tekukan <i>Punch</i> dan <i>die</i>	53
Gambar 4.54	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	53
Gambar 4.55	Grafik hasil perbandingan uji tekanan dengan variasi gaya	55
Gambar 4.56	Grafik hasil perbandingan gaya penekanan pada cetakan	56
Gambar 4.57	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	57
Gambar 4.58	Hasil Pelat yang sudah ditekuk	57
Gambar 4.59	Hasil tekukan <i>Punch</i> dan <i>die</i>	58
Gambar 4.60	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	58
Gambar 4.61	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	59
Gambar 4.62	Hasil Pelat yang sudah ditekuk	59
Gambar 4.63	Hasil tekukan <i>Punch</i> dan <i>die</i>	60
Gambar 4.64	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	60
Gambar 4.65	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	61
Gambar 4.66	Hasil Pelat yang sudah ditekuk	61
Gambar 4.67	Hasil tekukan <i>Punch</i> dan <i>die</i>	62
Gambar 4.68	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	63
Gambar 4.69	Grafik hasil perbandingan uji tekanan dengan variasi gaya	65
Gambar 4.70	Grafik hasil perbandingan gaya penekanan pada cetakan	66
Gambar 4.71	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	67
Gambar 4.72	Hasil Pelat yang sudah ditekuk	67
Gambar 4.73	Hasil tekukan <i>Punch</i> dan <i>die</i>	68
Gambar 4.74	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	68

Gambar 4.75	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	69
Gambar 4.76	Hasil Pelat yang sudah ditekuk	69
Gambar 4.77	Hasil tekukan <i>Punch</i> dan <i>die</i>	70
Gambar 4.78	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	70
Gambar 4.79	Penekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	71
Gambar 4.80	Hasil Pelat yang sudah ditekuk	71
Gambar 4.81	Hasil tekukan <i>Punch</i> dan <i>die</i>	72
Gambar 4.82	Gambar teknik hasil tekukan <i>punch</i> dan <i>die</i>	72
Gambar 4.83	Grafik hasil perbandingan uji tekanan dengan variasi gaya	73
Gambar 5.84	Grafik hasil perbandingan gaya penekanan pada cetakan	74
Gambar 5.1	<i>Punch</i> berbentuk V	75
Gambar 5.2	<i>Punch</i> berbentuk radius	75
Gambar 5.3	<i>Die</i> berbentuk V	76
Gambar 5.4	<i>Die</i> berbentuk radius	76

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan penelitian	16
-----------	---	----

## DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
$P$	Tekanan	$N/m^2$
$A$	Luas penampang	$m^2$
$F$	Gaya	N

## **BAB I PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan yang semakin maju, manusia dituntut untuk berpikir kreatif serta berusaha mencari alternatif lain bagaimana agar dapat mempermudah pekerjaan, memaksimalkan kualitas dan mengefektifkan sumber daya yang ada. Salah satu cara yang dapat ditempuh antara lain dengan memodifikasi alat yang sudah ada atau menciptakan suatu alat bantu pekerjaan yang baru. Dalam industri sering dijumpai berbagai macam mesin yang fungsinya untuk mempermudah berbagai macam pekerjaan, namun dengan adanya mesin, perusahaan juga harus menyeimbangkan dan memperhatikan antara kebutuhan mesin yang dipakai dan fungsi yang akan digunakan. Salah satunya adalah Mesin penekuk pelat atau yang disebut mesin pres.

Mesin pres sistem hidrolik banyak digunakan dalam berbagai macam industri, permesinan, otomotif, terutama *punch* dan *die* pada mesin pres sangat dibutuhkan untuk memberikan hasil *die* yang maksimal pada pelat atau bahan yang akan di pres. Oleh karena itu pengetahuan tentang komponen dari mesin pres sistem hidrolik sangat penting dalam semua cabang industrial. Mesin pres sistem hidrolik banyak memiliki keuntungan, sebagai sumber kekuatan untuk banyak variasi pengoperasian, Salah satunya adalah untuk mengetahui bentuk pelat adalah dengan melakukan penekukan menggunakan Mesin Pres sistem hidrolik. Penekukan ini diharapkan dapat mengetahui kekuatan dari *punch*, *die* dan juga harus memperhatikan kekuatan bahan pelat, *safety factor* dan ketahanan dari berbagai komponen. Dalam merencanakan sebuah mesin harus memperhatikan faktor keamanan baik untuk mesin itu sendiri maupun bagi operatornya.

Dari uraian diatas saya mencoba untuk melakukan penelitian sebagai tugas akhir yang berjudul :“Studi Eksprimental Pada *Punch* Dan *Die* Mesin Pres Sistem Hidrolik Dengan Variasi Gaya”.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Bagaimana menganalisa *punch* dan *die* mesin pres sistem hidrolik penekuk pelat.
- Bagaimana mengetahui hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat mesin pres sistem hidrolik penekuk pelat.

### 1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian ini yaitu:

1. Jenis material *punch* dan *die* adalah *mild steel*.
2. Jenis material pelat yang akan ditekuk adalah pelat baja.
3. Material pelat yang dikerjakan dengan ketebalan 1 mm, 2 mm, 3 mm.
4. Variasi gaya 1 ton, 3 ton, dan 5 ton.
5. *Punch* dan *die* yang digunakan adalah berbentuk V dan radius (U).

### 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- Untuk menganalisa *punch* dan *die* mesin pres sistem hidrolik penekuk pelat.
- Untuk mengetahui hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat mesin pres sistem hidrolik penekuk pelat.

### 1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Dari hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian berikutnya dengan tema yang sama.
2. Menemukan solusi agar *punch* dan *die* tidak mudah rusak.
3. Mengetahui proses penekukan pelat pada mesin pres sistem hidrolik.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Siswanto W. A (2006), menyatakan proses pembentukan lembaran logam atau pelat (*sheet metal forming*) adalah proses penekanan pelat datar sesuai dengan permukaan *die* sampai tahap deformasi plastis pelat, sehingga terbentuk komponen baru sesuai dengan permukaan *die*.

Putra A.G (2010), sifat mekanik dan struktur mikro material mempengaruhi proses peregangan. Dalam setiap regangan yang terjadi saat penekukan maka terjadi radius bengkokan. Pada proses peregangan terjadi proses deformasi plastis yang mengakibatkan terjadinya penekukan.

Kondisi regangan dan tegangan pada saat material mulai terdeformasi mengalami beberapa tahap (*increment*) disetiap bagian elemen (pelat). Hal ini berdasarkan pada prinsip tiga arah peregangan material pada saat pengujian (Marciniak, 2002).

Tekuk merupakan pengerjaan dengan cara memberi tekanan pada bagian tertentu sehingga terjadi deformasi plastis pada bagian yang diberi tekanan. Sedangkan proses *bending* merupakan proses penekukan atau pembengkokan menggunakan alat *bending* manual maupun menggunakan mesin *bending* hidrolik (Pratiwi, 2016).

Tekukan dan membentuk adalah proses yang hampir sama, yang membedakan hanya pada cara kerja pembengkokan. Dalam penekukkan bagian besi yang lurus ditebuk hingga berbentuk suatu radius (Suchy,2006).

Pada proses *sheet metal forming* pelat akan ditekan untuk menghasilkan deformasi plastis, pada saat *bending* dihilangkan akan terjadi perubahan bentuk atau penyimpangan terhadap permukaan *die* yang digunakan untuk penekanan, hal ini disebabkan karena pelat memiliki sifat elastis sehingga sebagian deformasi akan sedikit kembali ketitik tertentu. Penyimpangan bentuk dan ukuran karena sifat elastisitas bahan ini dikenal dengan istilah *springback*, atau regangan elastisitas.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Mesin Pres

Mesin pres merupakan mesin yang digunakan untuk melakukan pemotongan dan memproduksi *sheet metal*. Mesin pres terdiri dari beberapa bagian yaitu frame, ram dan bed. Cara kerja mesin pres sendiri adalah dengan meletakkan *sheet metal* menggunakan pres *die*, dengan meletakkan *sheet metal* diantara *upper die* dan *lower die*.

Sistem mekanis mesin pres akan menggerakkan slide (ram) yang diteruskan ke pres *die* dan mendorong *sheet metal* sehingga dapat memotong dan membentuk *sheet metal* tersebut sesuai dengan fungsi pres *die* yang digunakan.

### 2.2.2 Prinsip Kerja Mesin Pres

Pada dasarnya proses pengepresan atau *stamping* menggunakan teknik tumbukan yaitu dengan menekan/menumbuk suatu material pada suatu mesin menjadi bentuk yang diinginkan. Yang dimana mesin pres adalah mesin yang menompang sebuah landasan dan sebuah penumbuk, sebuah sumber tenaga, dan suatu mekanisme yang menyebabkan penumbuk bergerak lurus dan tegak menuju landasannya.

- Proses Pembentukan

Proses pembentukan adalah proses dimana logam ditekan dengan tekanan yang besar sampai dengan batas kemampuan parts tersebut berubah bentuk seperti yang diinginkan. *Die* dapat dikelompokkan lagi menjadi :

1. *Draw*, yaitu suatu proses pembentukan material. *Draw* ini merupakan proses awal pada mesin pres/*stamping* sebelum dilanjutkan ke proses-proses berikutnya. Untuk proses *draw* ini bisa dilakukan untuk 2 kali proses.
2. *Bending*, yaitu suatu proses penekukan part yang hanya dilakukan satu kali per *strok*.
3. *Flange*, yaitu suatu proses penekukan material yang lebih dari satu pada setiap *stroke*.
4. *Curling*, yaitu suatu proses pembentukan diameter.
5. *Burring*, yaitu suatu proses penekukan keliling pada bagian dalam lubang.
6. *Stamp*, proses yang dilakukan dalam *stamp* ini sama dengan *draw* tetapi dalam *stamp* sendiri tidak menggunakan *cushion*.

7. *Bulge*, yaitu suatu proses pembesaran dari diameter pipa.

- Proses pemotongan

Proses pemotongan adalah proses dimana material dipotong sesuai dengan ukuran yang diinginkan agar material tersebut dapat dikerjakan kedalam proses berikutnya. Proses pemotongan ini dibagi menjadi beberapa macam :

1. *Cutting* yaitu suatu proses pemotongan material yang masih berbentuk lembaran.
2. *Trim* yaitu suatu proses pemotongan material pada bagian tepi.
3. *Pierce* yaitu proses pembuatan lubang pada material.
4. *Cam trim/pierce* sama seperti proses *pierce* tetapi pada proses ini pembuatan lubang yang dilakukan dari *stamping* material..
5. *Separate* yaitu suatu proses pemotongan pelat menjadi 2 bagian.
6. *Slit* yaitu suatu proses penyobekan sebagian material.
7. *Nocthing* suatu proses pemotongan sebagian material.

### 2.3 Jenis-Jenis Mesin Pres

#### 2.3.1 Mesin Pres Hidrolik

Prinsip kerja mesin ini cukup sederhana, sistem mesin pres *hydraulic* terdiri dari dua silinder, yaitu silinder kecil dan silinder besar (master silinder), cairan yang digunakan biasanya minyak yang dituangkan ke dalam silinder kecil. Kemudian piston yang terdapat dalam silinder kecil mendorong dan menempatkan cairan yang didalamnya mengalir melalui pipa ke dalam silinder besar dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Mesin pres tenaga hidrolik (Remora Savalas. 2016)

### 2.3.2 Mesin Pres Tenaga Manual

Tentunya mesin ini menggunakan sumber tenaganya dari manusia. Cara kerja mesin pres manual ini sendiri cukup sederhana, operator mesin atau pekerja akan menggunakan setir yang memiliki diameter sekitar 70 cm untuk menaik turunkan piston, biasanya untuk menurunkan piston setir mesin diputar searah jarum jam atau kekanan, dan begitu sebaliknya jika ingin menaikkan maka setir di putar berlawanan arah jarum jam atau ke kiri dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Mesin pres tenaga manual (Remora Savalas. 2016)

### 2.3.3 Mesin Pres Mekanikal

Mesin pres mekanikal menggunakan sistem mekanikal dengan memakai *fly wheel* yang digerakkan oleh elektro motor, lantas diteruskan ke *crank shaft* dan kemudian menggerakkan *slide* naik turun. Sedangkan kontrol posisi pada gerakan *slide* memanfaatkan sistem *clutch* and *break* dengan tenaga *pneumatic*. Pada mesin ini, sistem *pneumatic* dipakai untuk *balancer* dan *die cushion* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Mesin pres mekanikal (Klikmro. 2018)

## 2.4 Jenis-Jenis Pelat

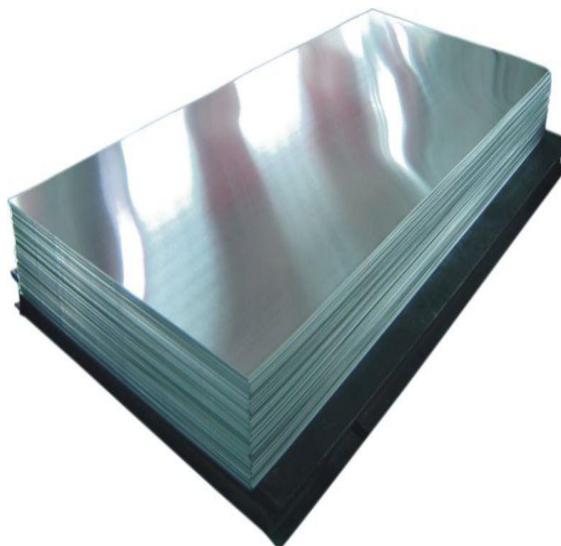
### 2.4.1 Pelat Besi

Besi pelat atau pelat adalah bahan baku pelat yang berupa lembaran yang dalam pembuatannya digunakan sebagai bahan baku dalam membuat berbagai macam peralatan dan perlengkapan dalam membuat kebutuhan industri.

Bahan pelat sendiri tentunya dapat terbuat dari berbagai jenis bahan. Jenis bahan pelat atau pelat dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu, bahan pelat logam ferro dan non logam ferro.

### 2.4.2. Pelat Aluminium

Pelat aluminium adalah lembaran pelat atau pelat logam yang ringan dan kuat. Pelat aluminium memiliki sifat anti karat, tidak mudah terbakar dan tahan terhadap segala jenis cuaca. Pelat jenis ini sendiri mudah dibentuk, sehingga banyak digunakan dalam bidang industri seperti dalam kebutuhan *advertising*. Terdapat dua jenis aluminium diantaranya, aluminium tuang yang dapat menghantar listrik dan aluminium tempa yang memiliki kekuatan tarik. Bahan aluminium juga merupakan konduktor listrik yang dapat menghantarkan listrik dengan baik, sehingga biasanya untuk pelat aluminium yang digunakan sebagai bahan baku dalam industri *advertising* atau pembuatan reklame akan dilakukan proses *anodizing* yaitu proses membuat aluminium tidak menghantarkan listrik yang kemudian dipanaskan agar tahan terhadap panas udara atau panas air dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Pelat aluminium (Aluminium Indonesia. 2018)

### 2.4.3 Pelat Stainless Steel

Jenis pelat yang satu ini yaitu pelat stainless steel merupakan pelat yang banyak digunakan pada dunia industri otomotif sebagai bahan pembuat badan kendaraan dan juga banyak digunakan sebagai bahan pembuat peralatan kebutuhan rumah tangga.

Banyak kelebihan yang dimiliki dari pelat stainless steel ini salah satunya adalah memiliki daya tahan karat yang cukup tinggi. Dan banyak produsen industri yang melakukan kombinasi untuk menambah atau menghasilkan kualitas stainless steel yang lebih baik dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Pelat stainless steel (Aluminium Indonesia. 2018)

### 2.4.4 Pelat Baja

Jenis pelat baja ini biasanya banyak digunakan sebagai bahan material pembangunan konstruksi karena pelat baja memiliki kekuatan yang sudah tidak diragukan lagi. Biasanya pelat baja ini digunakan sebagai material penyambung struktur profil konstruksi bangunan dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Pelat baja (Aluminium Indonesia. 2018)

#### 2.4.5 Pelat Kuningan

Pelat kuningan merupakan pelat hasil dari campuran tembaga dan seng. Pelat jenis ini tentunya lebih kuat dan keras dari pada tembaga namun masih bisa dengan mudah dibentuk, tetapi tidak sekuat dan sekeras baja dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Pelat kuningan (Aluminium Indonesia. 2018)

#### 2.5. *Punch* dan *Die*

##### 2.5.1 *Punch*

*Punch* atau penekan berfungsi untuk memotong dan membentuk material menjadi produk jadi. Bentuk *Punch* tergantung dari bentuk produk yang dibuat. Bentuk *punch* dan *die* haruslah sama. *Punch* haruslah dibuat dari bahan yang mampu menahan gaya yang besar sehingga tidak mudah patah dan rusak.

##### 2.5.2 *Die*

*Die* atau cetakan adalah suatu cetakan yang digerakan oleh mesin pres untuk menekan atau mengepres bahan/material untuk menghasilkan barang yang sesuai dengan *die*. Proses pembengkokan dan pemotongan pada mesin pres haruslah sesuai dengan standar yang ada di perusahaan. Cetakan atau *die* dapat digolongkan baik menurut jenis spesifikasi operasi mesin pres maupun menurut jenis cetakannya.

#### 2.6. Teori Penekukan (*Bending*)

*Bending* adalah salah satu proses pembentukan yang biasa dilakukan dengan bantuan tekanan (piston pembentuk dan *punch/die*) untuk membuat barang kebutuhan sehari-hari seperti pembuatan komponen mobil, pesawat, peralatan rumah tangga. Proses *bending* dilakukan dengan menekuk benda kerja

seperti pelat, pipa, logam hingga mengalami perubahan bentuk yang menimbulkan peregangan logam pada sekitar daerah garis lurus (dalam hal ini sumbu netral). Proses ini tidak hanya berfungsi untuk membentuk pelat tetapi juga berguna untuk meningkatkan sifat kekakuan dari suatu benda yang telah mengalami proses *bending* dengan cara menambah momen inersia benda. Sebagaimana diketahui bahwa lembaran pelat dengan bentuk gelombang mempunyai kekakuan yang lebih tinggi dari pada lembaran pelat yang rata.

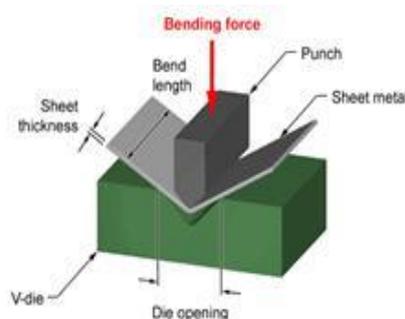
Dalam proses pres ini, mesin yang diinginkan untuk melipat atau menekuk pelat adalah mesin pres hidrolik. Pres hidrolik digunakan untuk melipat atau menekuk pelat kerja yang telah diselesaikan untuk pekerjaan maksimal 1,5 meter. Dalam proses *bending* akan terjadi perubahan pada material yang dipengaruhi beberapa hal antara lain:

1. Terjadi tegangan tarik pada sisi luar dari benda kerja dan tegangan tekan pada sisi dalamnya yang dipisahkan oleh sumbu netral yang diasumsikan berada ditengah-tengah ketebalan plat.
2. Jari-jari *bending* juga berpengaruh dalam proses *bending* dimana jika jari-jari terlalu kecil akan dapat menimbulkan regangan tarik yang cukup besar pada sisi luar yang akhirnya retak sedangkan pada bagian dalam akan terjadi kerutan akibat regangan kompresi.

## 2.7 Macam-Macam Teknik Dan Proses Pembengkokan/Tekuk Untuk Pelat Dan Pipa

### 1. Proses *V bending*

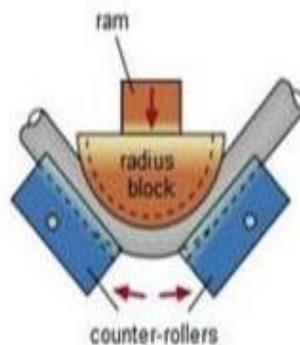
Merupakan proses pembengkokan yang dilakukan antara dua permukaan berbentuk V baik pada *punch* maupun *die*-nya pada metode *V-bending* dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Proses *V Bending* (Tyas Ari Wibowo. 2014)

## 2. Proses *Ram Style Bending*

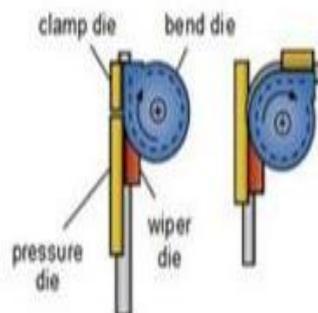
Proses ini bekerja dengan memanfaatkan sebuah batang penekan sementara pipa yang akan ditekuk dipasang pada dua buah penahan, kemudian penekan akan menekan pipa tepat diantara dua buah penahan, sehingga pipa akan tertekuk. Akan tetapi kelemahan metode ini adalah terjadinya perubahan bentuk penampang pipa yang semula harusnya bulat menjadi oval dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Proses *ram style bending* (Wisjnu P Marsis. 2007)

## 3. Proses *Rotary Draw Bending*

Proses ini bekerja dengan cara menjepit salah satu ujung pipa, kemudian merotasi pipa ke sekeliling *die*, dengan radius tekuk sesuai dengan radius rol dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Proses *rotary draw bending* (Wisjnu P Marsis. 2007)

### 2.8 Sumbu Netral

Karena radius *sheet metal* bagian luar terjadi gaya tarik dan pada bagian dalam terjadi gaya tekan, maka akan daerah pertemuan yang tidak ada gaya tarik ataupun gaya tekan. Titik-titik tersebut bila disambungkan menjadi garis yang disebut sumbu netral. Walaupun namanya sumbu netral tetapi ternyata tidak selalu

berada tepat di tengah-tengah antara kedua sisi. Karena panjang dari sumbu netral masih tetap sama dengan panjang material aslinya, maka dipakai untuk perhitungan panjangnya material bukaan (*development material*).

Beberapa hal yang mempengaruhi sumbu netral tersebut antara lain sebagai berikut :

- a. Bila tebal material sama dengan *bending* radius, maka sumbu netral akan bergerak kedalam.
- b. Bila *bending* radius dan tebal material sama dan sudut bengkok bertambah, maka sumbu netral akan bergerak kedalam. Hal –hal tersebut diatas sering kali akan menyebabkan melesetnya perhitungan *blank development*, sehingga masih perlu adanya perubahan-perubahan setelah trial.

## 2.9 Gerakan Material

Selama proses *bending*, pad akan memegang sebagian besar luasan dari *blank* yang tidak bergerak (*stasionar*) dan bagian lain yang bebas akan dibentuk oleh *punch* keatas atau kebawah sehingga terjadi perubahan bentuk pada saat bersamaan. Pada saat bersamaan, juga terdapat material tidak terjadi pada proses yang seperti *embossing*, *stretch forming* dan *drawing*. Karena itu, perancangan *die* harus memperhatikan arah dari pergerakan material ini, agar bebas dari penghalang.

## 2.10 Hal-Hal Yang Harus Diperhatikan Dalam Proses *Bending*

1. Periksalah terlebih dahulu *die* atau sepatu pembentuk, sudut pembengkokan yang diinginkan.
2. Tandailah sisi bagian tepi pelat yang akan dibengkokan.
3. Posisi tanda pembengkokan ini harus sejajar dengan *die* pembengkok.
4. Penjepit pelat harus kuat
5. Atur sudut pembengkokan sesuai dengan sudut pembengkokan yang dikehendaki.
6. Sesuaikan *die* landasan dengan pembengkokan yang diinginkan.
7. Mulailah proses pembengkokan dengan memperhatikan sisi-sisi yang akan dibengkokan, hal ini untuk menjaga agar lebih dahulu mengerjakan posisi yang mudah.

8. Jika ingin melakukan pembengkokan dengan jumlah yang banyak buatlah *jig* atau alat bantu untuk memudahkan proses pembengkokan. *Jig* ini bertujuan untuk memudahkan pekerjaan sehingga menghasilkan bentuk pembengkokan yang sama.

#### 2.11 Faktor Yang Mempengaruhi Proses *Bending*

- Ketebalan pelat

Proses *bending* akan mengakibatkan penarikan pada sisi luar dan pengkerutan pada sisi dalam diameter kelengkungan. Ketebalan pelat akan berpengaruh pada radius *bending* dapat dibentuk dan kemampuan material untuk dapat mengalami peregangan tanpa terjadi distorsi.

- Metode *bending*

Prosedur atau metode yang tepat proses *bending* yang dilakukan sangat berpengaruh pada kualitas produk yang dihasilkan.

- Ukuran material

Material dengan ukuran besar apabila dilengkungkan dengan radius yang kecil akan mudah mengalami distorsi dibandingkan material dengan ukuran kecil dan radius *bending* yang besar.

- Peralatan pendukung

Peralatan yang digunakan meliputi *die*, *clamp* dan *mandrel*

- Pelumas

Pelumas diperlukan untuk mengurangi efek gesekan dan meningkatkan efisiensi proses

#### 2.12 Gaya Penekukan ( *Bending Force* )

*Bending* adalah proses pembentukan *sheet metal* yang lurus, umumnya dikenal 4 jenis proses *bending* yang dilihat dari hasil pembentukannya yaitu V-*bending*, L-*bending*, U-*bending*, dan Z-*bending*.

##### a. V-*bending*

V-*bending* Merupakan jenis *bending* yang paling sederhana dan standar sudut *punch* dan *die* pada umumnya  $90^\circ$  walaupun ada yang lebih kecil, misalnya  $60^\circ$ . radius dari *punch* yang terlalu kecil dapat menyebabkan bagian puncak pada tekukan *sheet metal* tertekan sangat keras sehingga dapat menyebabkan gaya *bending* menjadi sangat keras. Karena itu, terdapat rasio dari radius *bending* ( $r_i$ )

dengan ketebalan *sheet metal* (*t*) yang dipengaruhi oleh jenis *sheet metal* dan ketebalannya serta panjang span (*L*). Proses *V-bending* tidak memerlukan penahan material (*pad*), sehingga cetakan sangat sederhana.

b. *L-bending*

*L-bending* atau *wiping bending* merupakan proses *bending* yang cukup sederhana dan sering kita lihat para pekerja bangunan membengkokan besi beton untuk membuat rangka penguat beton bertulang. Besi beton ditempatkan pada *jig* sederhana, kemudian secara manual langsung dibengkokkan, membentuk sudut 90°. Itulah prinsip *L-bending*. Agar proses *bending* menghasilkan produk yang diinginkan, maka *sheet metal* harus ditahan dengan gaya sekitar 10x gaya *bending* pada satu sisi sementara sisi yang lain dibentuk pada oleh *punch*.

c. *U-bending*

*Springback* akan selalu terjadi pada proses pembentukan *sheet metal*. Karena itu, sejak dari awal perancangan sudah harus disiasati teknik pengatasannya. Salah satu metode yang dipakai adalah *bottoming*. Khususnya pada *U-bending*, untuk mencegah pelengkungan pada bagian dasar produk, maka dibuat bead pada *punch* sehingga gaya *bending* akan terkonsentrasi pada bagian bead untuk dapat melewati *strength* dari *sheet metal* sehingga terbentuk permanen.

d. *Z-bending*

*Z-bending* merupakan kombinasi dari antara 2 kali *L-bending* yang dapat dilaksanakan dengan satu kali proses, namun harus memenuhi persyaratan tertentu agar mendapatkan hasil yang diinginkan.

Keberadaan gaya-gaya yang mempengaruhi sistem menjadi suatu objek tinjauan utama. Sedangkan dalam perhitungan sistem hidrolik dan dasarnya, gaya-gaya yang diperhitungkan adalah tekanan pada mesin. Untuk menentukan rumus dasar tekanan dan menentukan tekanan pada mesin dalam sistem hidroliknya dapat dilihat pada persamaan 2.4

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.2)}$$

2.13 Elastisitas

Bila sebuah pegas diberi gaya tarik, maka pegas tersebut akan mengalami perubahan bentuk, yaitu bertambah panjang. Ketika tarikan pada pegas dilepaskan, pegas akan kembali ke bentuk semula. Hal ini merupakan salah satu fenomena elastisitas benda. Pengertian elastisitas menurut Kanginan (2013: 226) adalah kemampuan suatu benda untuk kembali ke bentuk awalnya segera setelah gaya luar yang diberikan kepada benda itu dihilangkan (dibebaskan). Kanginan (2013: 226) juga mengatakan bahwa elastisitas adalah suatu benda yang diberi gaya akan mengalami perubahan bentuk dan ukuran, namun setelah gaya dilepaskan, maka benda tersebut akan kembali ke keadaan semula. Contoh benda elastis adalah karet gelang, balon, panah, dan lain-lain. Beberapa benda seperti tanah liat, adonan kue, dan plastisin (lilin mainan) tidak segera kembali ke bentuk semula setelah gaya luar dibebaskan.

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Berikut adalah tempat dan waktu penelitian yang dilakukan pada studi eksperimental pada *punch* dan *die* mesin pres sistem hidrolik dengan variasi gaya untuk menekuk pelat.

#### 3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium proses produksi Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri, No.3 Medan.

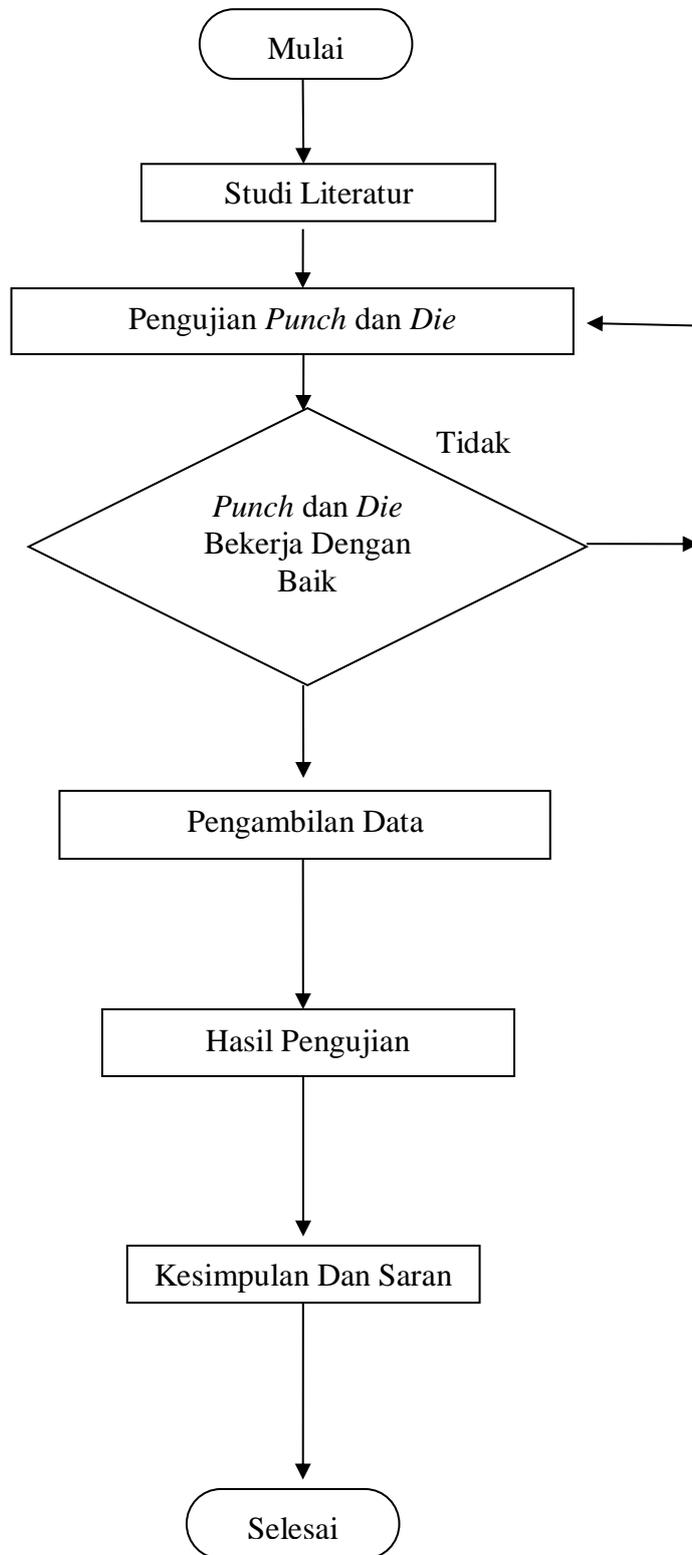
#### 3.1.2 Waktu Penelitian

Adapun waktu kegiatan pelaksanaan penelitian ini setelah 9 bulan proposal judul tugas akhir disetujui dan dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan langkah-langkah penelitian yang dilakukan pada Gambar 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1 : Jadwal waktu dan kegiatan saat melakukan penelitian

O	KEGIATAN	Waktu (Bulan)	
		7	8
		1	2
1.	Pengajuan Judul		
2.	Studi literatur		
3.	Persiapan pengujian		
4.	Pengujian		
5.	Pengambilan data		
6.	Penulisan laporan akhir		
7.	Sidang sarjana		

### 3.2 Diagram Alir Penelitian



### Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Keterangan diagram alir penelitian :

Pengumpulan data pada studi eksperimental pada *punch* dan *di* mesin pres sistem hidrolik dengan variasi gaya di antaranya dengan melakukan observasi langsung ke produsen mesin. Di samping melakukan observasi secara langsung, penulis juga mencari referensi-referensi melalui internet, buku, dan lain-lain guna untuk mempermudah pembuatan laporan. Data-data yang telah didapatkan selanjutnya diolah dalam bentuk tulisan dan memasukkan data-data yang dianggap perlu dan menunjang dalam proses studi eksperimental alat ini.

### 3.3 Alat Dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Mesin pres sistem hidrolik

Mesin pres sistem hidrolik digunakan untuk membentuk atau penekukan pada pelat dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Mesin pres hidrolik

#### 2. *Punch* berbentuk V dan radius

*Punch* berbentuk V dan radius berfungsi untuk menekuk pelat yang di letakan diatas *di* letakan ditekan oleh *punch* dari atas kebawah sehingga

mendapatkan hasil tekukan yang serupa dengan bentuk *die* dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Punch* berbentuk V dan radius

### 3. *Die* berbentuk V dan radius

*Die* berbentuk V dan radius ini berfungsi untuk mencetak sudut pelat bajayang ditekuk menggunakan *punch* berbentuk V dan radius, juga yang akan menghasilkan berbentuk sudut  $90^\circ$  dengan maksimal dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 *Die* berbentuk V dan radius

#### 4. Pelat baja

Pelat baja berfungsi sebagai bahan material dimana pelat baja akan ditekuk menggunakan mesin pres penekuk pelat dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Pelat baja

#### 3.4 Prosedur Penelitian

1. Mempersiapkan pelat baja dengan ketebal pelat 1, 2, dan 3 mm dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Pelat baja

2. Pemotongan pelat menggunakan mesin pemotong gerinda tangan dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Pemotongan pelat

- Meletakkan pelat diatas *die* dengan ukuran pelat panjang 600 mm lebar 100 mm untuk dilakukan proses *bending* dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Meletakkan pelat baja diatas *die*

- Pelat yang sudah diletakan diatas *die* selanjutnya dilakukan proses penekukan pelat dengan menekan tombol pada panel control dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Proses penekukan pelat

- Melihat gaya tekanan pada saat proses *bending* menggunakan *pressure guage* dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 *Pressure guage*

- Membersikan semua peralatan mesin pres penekuk pelat, dan pelat baja yang sudah dilakukan penekukan.
- Selesai.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Penekukan Dengan Gaya 1 Ton Pada Pelat 1 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk V dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 1 mm dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.2.



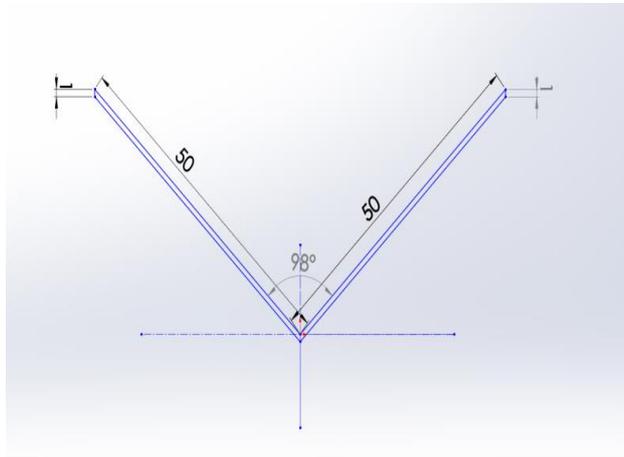
Gambar 4.2 Hasil Pelat yang sudah ditebuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Hasil dari penekukan *punch* dan *die* pada pelat dengan ketebalan pelat 1 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 1 ton, dan membentuk sudut  $98^\circ$ . Untuk melakukan penekukan pada pelat dengan gaya 1 ton ini membutuhkan waktu 43 detik.

#### 4.2 Penekukan Dengan Gaya 3 Ton Pada Pelat 1 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk V dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 1 mm dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.6.



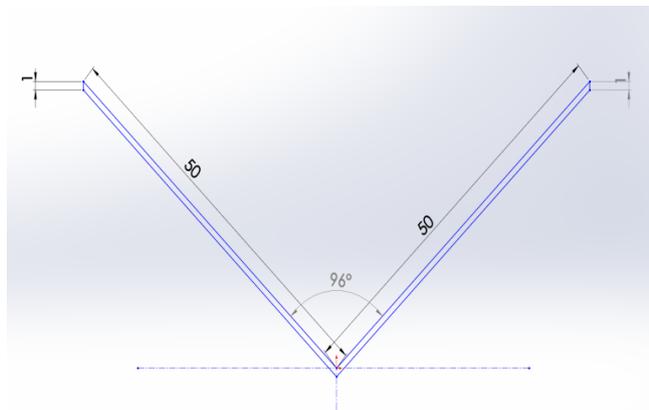
Gambar 4.6 Hasil Pelat yang sudah ditekuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Hasil dari penekukan *punch* dan *die* pada pelat dengan ketebalan pelat 1 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 3 ton, dan membentuk sudut 96°. Untuk melakukan penekukan pada pelat dengan gaya 3 ton ini membutuhkan waktu 46 detik.

#### 4.3 Penekukan Dengan Gaya 5 Ton Pada Pelat 1 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk V dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 1 mm dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.10.



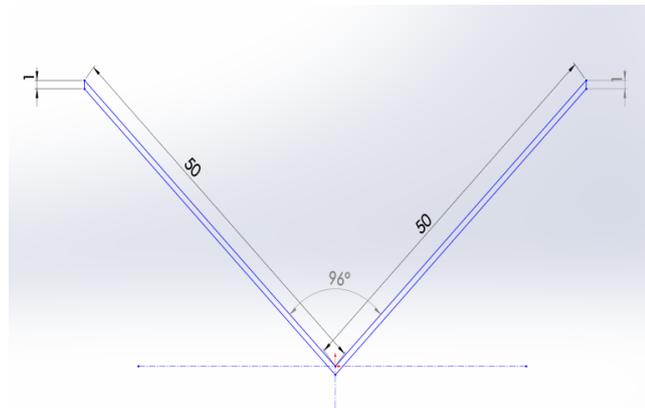
Gambar 4.10 Hasil Pelat yang sudah ditekuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Hasil dari penekukan *punch* dan *die* pada pelat dengan ketebalan pelat 1 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 5 ton, dan membentuk sudut  $96^\circ$ . Untuk melakukan penekukan pada pelat dengan gaya 5 ton ini membutuhkan waktu 47 detik.

#### 4.4 Pembahasan Tekanan *Punch* Dan *Die* Dengan Variasi gaya

##### 1. *Punch* dengan variasi gaya 1 ton

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

Diketahui :

$$\begin{aligned} F &= 1 \text{ ton} = 1000 \text{ Kg} = 10000 \text{ N} \\ A &= ( CD \cdot DH ) + ( 2 \cdot AE \cdot AD ) \\ &= ( 2 \cdot 1000 ) + ( 2 \cdot 1000 \cdot 11,4 ) \\ &= 2000 + 22,800 \\ &= 24.800 \text{ mm}^2 \\ &= 0,0248 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{10000}{0,0248} = 403 \text{ N/m}^2$$

##### 2. *Punch* dengan variasi gaya 3 ton

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

Diketahui :

$$\begin{aligned} F &= 3 \text{ ton} = 3000 \text{ Kg} = 30000 \text{ N} \\ A &= ( 2 \cdot 1000 ) + ( 2 \cdot 1000 \cdot 11,4 ) \\ &= 24.800 \text{ mm}^2 \\ &= 0,0248 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{30000}{0,0248} = 1209 \text{ N/m}^2$$

##### 3. *Punch* dengan variasi gaya 5 ton

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

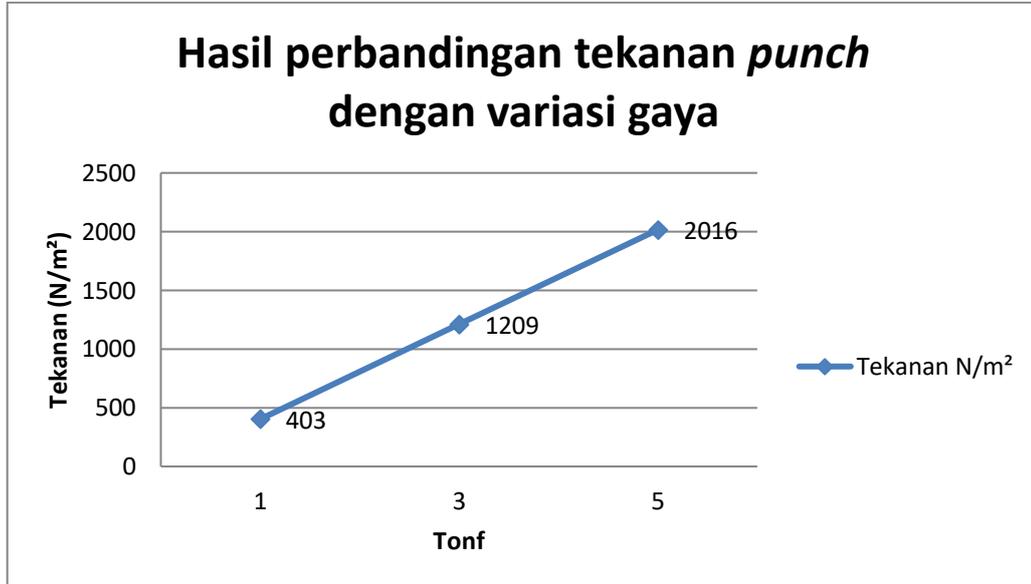
Diketahui :

$$\begin{aligned} F &= 5 \text{ ton} = 5000 \text{ Kg} = 50000 \text{ N} \\ A &= ( 2 \cdot 1000 ) + ( 2 \cdot 1000 \cdot 11,4 ) \\ &= 24.800 \text{ mm}^2 \\ &= 0,0248 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{50000}{0,0248} = 2016 \text{ N/m}^2$$

Adapun grafik perbandingan tekanan pada *punch* dengan variasi gaya dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Grafik hasil perbandingan tekanan *punch* dengan variasi gaya

1. Die dengan variasi gaya 1 ton

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

Diketahui :

$$F = 1 \text{ ton} = 1000 \text{ Kg} = 10000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A &= (CD \cdot DH) + (2 \cdot AE \cdot AD) \\ &= (2 \cdot 1000) + (2 \cdot 1000 \cdot 1613) \\ &= 2000 + 3.226,000 \\ &= 3.228,000 \text{ mm}^2 \\ &= 0,32 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{10000}{0,32} = 31250 \text{ N/m}^2$$

2. Die dengan variasi gaya 3 ton

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

Diketahui :

$$F = 3 \text{ ton} = 3000 \text{ Kg} = 30000 \text{ N}$$
$$A = ( 2 \cdot 1000 ) + ( 2 \cdot 1000 \cdot 1613 )$$
$$= 3.228,000 \text{ mm}^2$$
$$= 0,32 \text{ m}^2$$
$$P = ?$$

$$p = \frac{30000}{0,32} = 93750 \text{ N/m}^2$$

3. *Die* dengan variasi gaya 5 ton

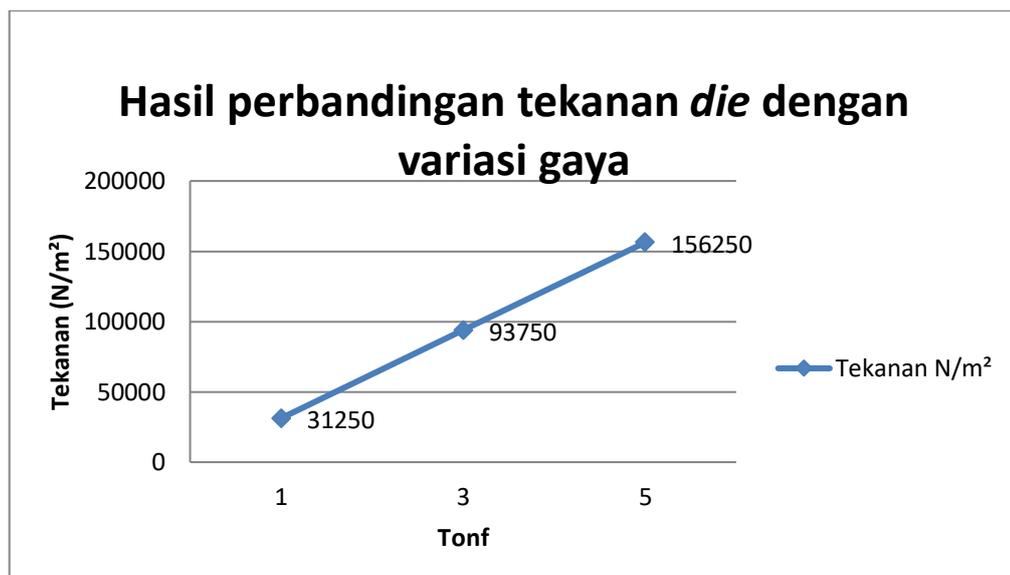
$$P = \frac{F}{A}$$

Diketahui :

$$F = 5 \text{ ton} = 5000 \text{ Kg} = 50000 \text{ N}$$
$$A = ( 2 \cdot 1000 ) + ( 2 \cdot 1000 \cdot 1613 )$$
$$= 3.228,000 \text{ mm}^2$$
$$= 0,32 \text{ m}^2$$
$$P = ?$$

$$p = \frac{50000}{0,32} = 156250 \text{ N/m}^2$$

Adapun grafik perbandingan tekanan pada *die* dengan variasi gaya dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.14 Grafik hasil perbandingan tekanan *die* dengan variasi gaya

#### 4.5 Penekukan Dengan Gaya 1 Ton Pada Pelat 2 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk V dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 2 mm dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 Hasil Pelat yang sudah ditekuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.18.



Gambar 4.18 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Penekukan pada *punch* dan *die* berbentuk V pada pelat dengan ketebalan pelat 2 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 1 ton. Untuk melakukan penekukan pada pelat 2 mm dengan gaya 1 ton ini membutuhkan waktu 45 detik. Pada penekukan material atau pelat yang dikerjakan dengan ketebalan 2 mm dan diberi gaya/tekanan 1 ton tidak mempengaruhi atau belum membentuk sudut di material yang dilakukan penekukan.

#### 4.6 Penekukan Dengan Gaya 3 Ton Pada Pelat 2 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk V dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 2 mm dapat dilihat pada gambar 4.19



Gambar 4.19 Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.20.



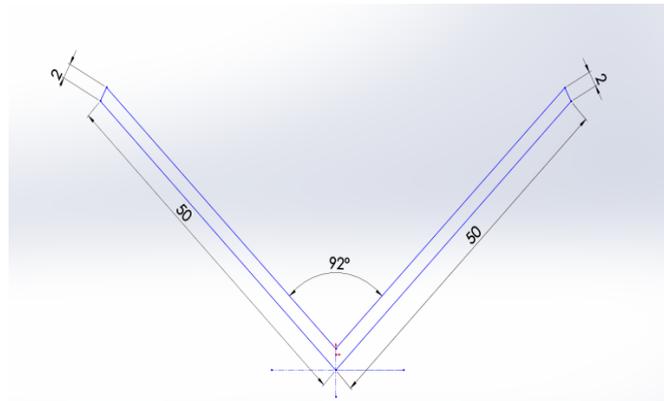
Gambar 4.20 Hasil Pelat yang sudah ditekuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.21.



Gambar 4.21 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.22.



Gambar 4.22 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Penekukan pada *punch* dan *die* berbentuk V pada pelat dengan ketebalan pelat 2 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 3 ton dan membentuk sudut  $92^\circ$ . Untuk melakukan penekukan pada pelat 2 mm dengan gaya 3 ton ini membutuhkan waktu 47 detik.

#### 4.7 Penekukan Dengan Gaya 5 Ton Pada Pelat 2 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk V dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 2 mm dapat dilihat pada gambar 4.23.



Gambar 4.23 Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.24.



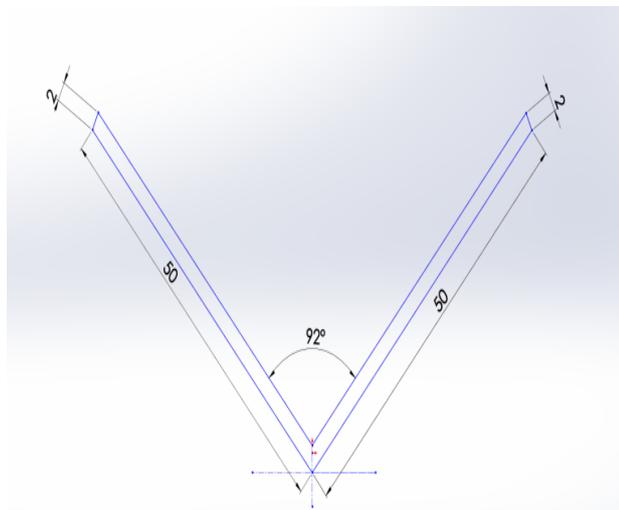
Gambar 4.24 Hasil Pelat yang sudah ditekuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.25.



Gambar 4.25 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.26.



Gambar 4.26 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Penekukan pada *punch* dan *die* berbentuk V pada pelat dengan ketebalan pelat 2 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pada pelat ini diberi gaya 5 ton dan membentuk sudut  $92^\circ$ . Untuk melakukan penekukan pada pelat 2 mm dengan gaya 5 ton ini membutuhkan waktu 48 detik.

#### 4.8 Pembahasan Tekanan *Punch* Dan *Die* Dengan Variasi gaya

##### 1. *Punch* dengan variasi gaya 1 ton

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

Diketahui :

$$F = 1 \text{ ton} = 1000 \text{ Kg} = 10000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A &= (CD \cdot DH) + (2 \cdot AE \cdot AD) \\ &= (2 \cdot 1000) + (2 \cdot 1000 \cdot 11,4) \\ &= 2000 + 22,800 \\ &= 24.800 \text{ mm}^2 \\ &= 0,0248 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{10000}{0,0248} = 403 \text{ N/m}^2$$

##### 2. *Punch* dengan variasi gaya 3 ton

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

Diketahui :

$$F = 3 \text{ ton} = 3000 \text{ Kg} = 30000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A &= (2 \cdot 1000) + (2 \cdot 1000 \cdot 11,4) \\ &= 24.800 \text{ mm}^2 \\ &= 0,0248 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{30000}{0,0248} = 1209 \text{ N/m}^2$$

##### 3. *Punch* dengan variasi gaya 5 ton

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

Diketahui :

$$F = 5 \text{ ton} = 5000 \text{ Kg} = 50000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A &= (2 \cdot 1000) + (2 \cdot 1000 \cdot 11,4) \\ &= 24.800 \text{ mm}^2 \\ &= 0,0248 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{50000}{0,0248} = 2016 \text{ N/m}^2$$

Adapun grafik perbandingan tekanan pada *punch* dengan variasi gaya dapat dilihat pada gambar 4.27.



Gambar 4.27 Grafik hasil perbandingan tekanan *punch* dengan variasi gaya

1. Die dengan variasi gaya 1 ton

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

Diketahui :

$$F = 1 \text{ ton} = 1000 \text{ Kg} = 10000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A &= (CD \cdot DH) + (2 \cdot AE \cdot AD) \\ &= (2 \cdot 1000) + (2 \cdot 1000 \cdot 1613) \\ &= 2000 + 3.226,000 \\ &= 3.228,000 \text{ mm}^2 \\ &= 0,32 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{10000}{0,32} = 31250 \text{ N/m}^2$$

2. Die dengan variasi gaya 3 ton

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

Diketahui :

$$F = 3 \text{ ton} = 3000 \text{ Kg} = 30000 \text{ N}$$

$$A = (2 \cdot 1000) + (2 \cdot 1000 \cdot 1613)$$

$$= 3.228,000 \text{ mm}^2$$

$$= 0,32 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{30000}{0,32} = 93750 \text{ N/m}^2$$

3. *Die* dengan variasi gaya 5 ton

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

Diketahui :

$$F = 5 \text{ ton} = 5000 \text{ Kg} = 50000 \text{ N}$$

$$A = (2 \cdot 1000) + (2 \cdot 1000 \cdot 1613)$$

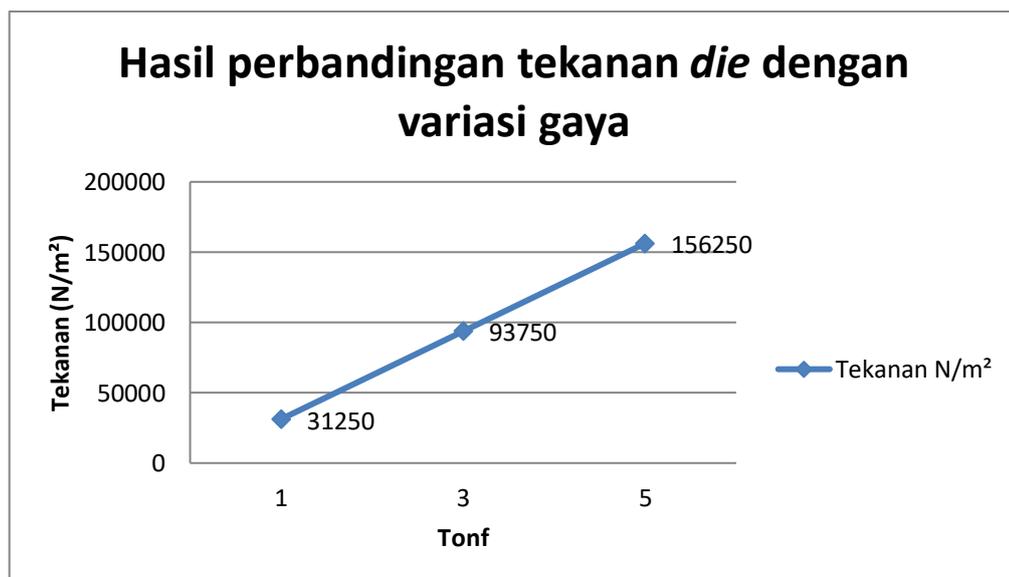
$$= 3.228,000 \text{ mm}^2$$

$$= 0,32 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{50000}{0,32} = 156250 \text{ N/m}^2$$

Adapun grafik perbandingan tekanan pada *die* dengan variasi gaya dapat dilihat pada gambar 4.28.



Gambar 4.28 Grafik hasil perbandingan tekanan *die* dengan variasi gaya

#### 4.9 Penekukan Dengan Gaya 1 Ton Pada Pelat 3 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk V dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 3 mm dapat dilihat pada gambar 4.29.



Gambar

4.29

Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.30.



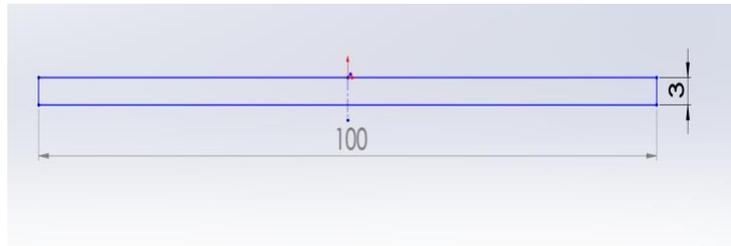
Gambar 4.30 Hasil Pelat yang sudah ditebuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.31.



Gambar 4.31 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.32.



Gambar 4.32 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Penekukan pada *punch* dan *die* berbentuk V pada pelat dengan ketebalan pelat 3 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 1 ton. Untuk melakukan penekukan pada pelat 3 mm dengan gaya 1 ton ini membutuhkan waktu 46 detik. Pada penekukan material atau pelat yang dikerjakan dengan ketebalan 3 mm dan diberi gaya/tekanan 1 ton tidak mempengaruhi atau tidak membentuk sudut di material yang dilakukan penekukan.

#### 4.10 Penekukan Dengan Gaya 3 Ton Pada Pelat 3 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk V dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 3 mm dapat dilihat pada gambar 4.33.



Gambar 4.33 Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.34.



Gambar 4.34 Hasil Pelat yang sudah ditekuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.35.



Gambar 4.35 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.36.



Gambar 4.36 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Penekukan pada *punch* dan *die* berbentuk V pada pelat dengan ketebalan pelat 3 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 3 ton. Untuk melakukan penekukan pada pelat 3 mm dengan gaya 3 ton ini membutuhkan waktu 47 detik. Pada penekukan material atau pelat yang dikerjakan dengan ketebalan 3 mm dan diberi gaya/tekanan 3 ton tidak mempengaruhi atau belum membentuk sudut di material yang dilakukan penekukan.

#### 4.11 Penekukan Dengan Gaya 5 Ton Pada Pelat 3 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk V dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 3 mm dapat dilihat pada gambar 4.37.



Gambar 4.37 Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.38.



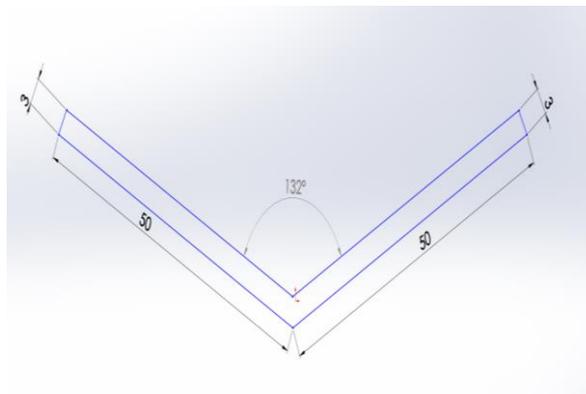
Gambar 4.38 Hasil Pelat yang sudah ditekuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.39.



Gambar 4.39 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.40.



Gambar 4.40 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Penekukan pada *punch* dan *die* berbentuk V pada pelat dengan ketebalan pelat 3 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 5 ton dan membentuk sudut  $132^\circ$ . Untuk melakukan penekukan pada pelat 3 mm dengan gaya 5 ton ini membutuhkan waktu 53 detik.

#### 4.12 Pembahasan Tekanan *Punch* Dan *Die* Dengan Variasi gaya

##### 1. *Punch* dengan variasi gaya 1 ton

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

Diketahui :

$$F = 1 \text{ ton} = 1000 \text{ Kg} = 10000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A &= (CD \cdot DH) + (2 \cdot AE \cdot AD) \\ &= (2 \cdot 1000) + (2 \cdot 1000 \cdot 11,4) \\ &= 2000 + 22,800 \\ &= 24.800 \text{ mm}^2 \\ &= 0,0248 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{10000}{0,0248} = 403 \text{ N/m}^2$$

##### 2. *Punch* dengan variasi gaya 3 ton

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

Diketahui :

$$F = 3 \text{ ton} = 3000 \text{ Kg} = 30000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A &= (2 \cdot 1000) + (2 \cdot 1000 \cdot 11,4) \\ &= 24.800 \text{ mm}^2 \\ &= 0,0248 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{30000}{0,0248} = 1209 \text{ N/m}^2$$

##### 3. *Punch* dengan variasi gaya 5 ton

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

Diketahui :

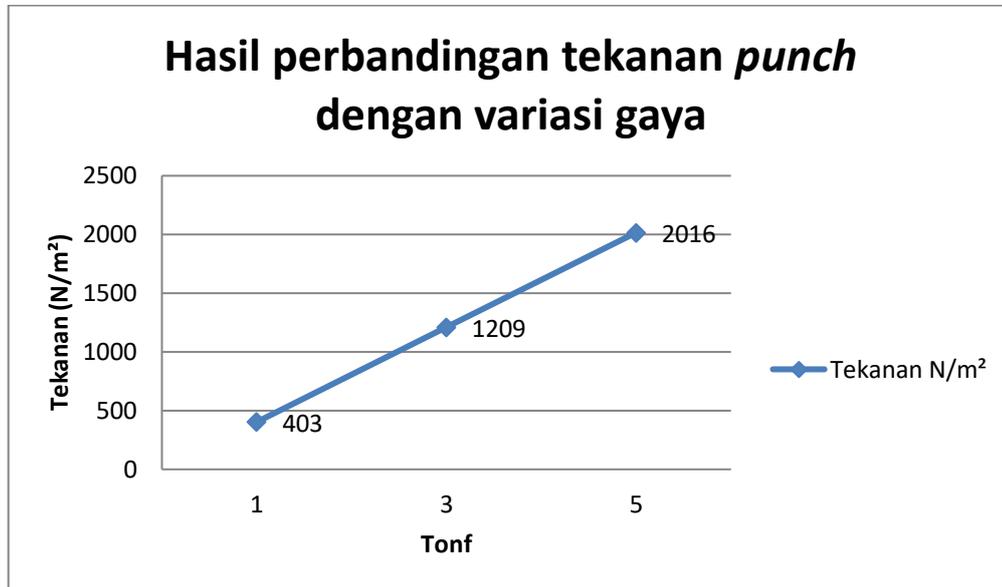
$$F = 5 \text{ ton} = 5000 \text{ Kg} = 50000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A &= (2 \cdot 1000) + (2 \cdot 1000 \cdot 11,4) \\ &= 24.800 \text{ mm}^2 \\ &= 0,0248 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{50000}{0,0248} = 2016 \text{ N/m}^2$$

Adapun grafik perbandingan tekanan pada *punch* dengan variasi gaya dapat dilihat pada gambar 4.41.



Gambar 4.41 Grafik hasil perbandingan tekanan *punch* dengan variasi gaya

1. Die dengan variasi gaya 1 ton

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

Diketahui :

$$F = 1 \text{ ton} = 1000 \text{ Kg} = 10000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A &= (CD \cdot DH) + (2 \cdot AE \cdot AD) \\ &= (2 \cdot 1000) + (2 \cdot 1000 \cdot 1613) \\ &= 2000 + 3.226,000 \\ &= 3.228,000 \text{ mm}^2 \\ &= 0,32 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{10000}{0,32} = 31250 \text{ N/m}^2$$

2. Die dengan variasi gaya 3 ton

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

Diketahui :

$$F = 3 \text{ ton} = 3000 \text{ Kg} = 30000 \text{ N}$$

$$A = (2 \cdot 1000) + (2 \cdot 1000 \cdot 1613)$$

$$= 3.228,000 \text{ mm}^2$$

$$= 0,32 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{30000}{0,32} = 93750 \text{ N/m}^2$$

3. *Die* dengan variasi gaya 5 ton

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

Diketahui :

$$F = 5 \text{ ton} = 5000 \text{ Kg} = 50000 \text{ N}$$

$$A = (2 \cdot 1000) + (2 \cdot 1000 \cdot 1613)$$

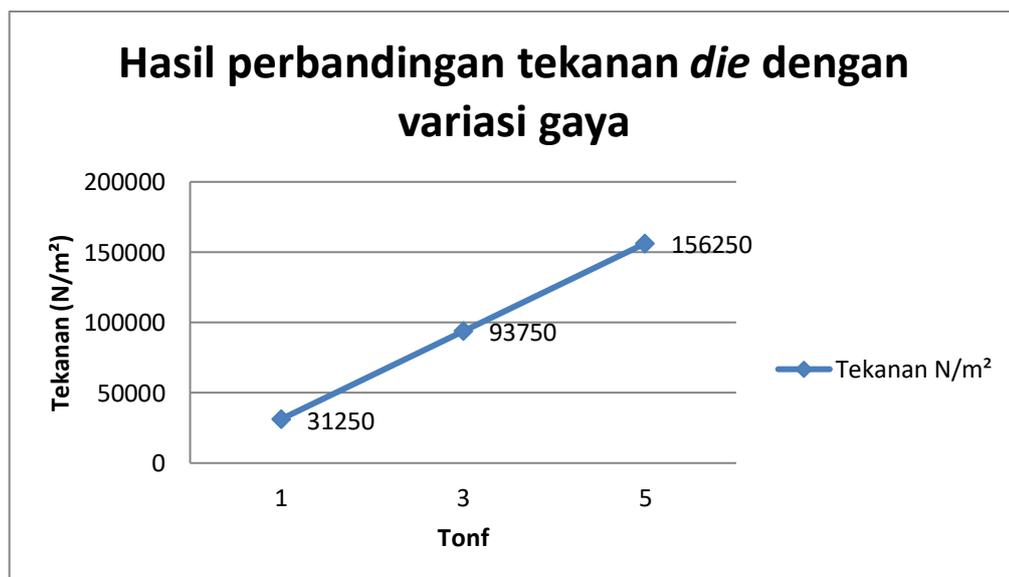
$$= 3.228,000 \text{ mm}^2$$

$$= 0,32 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{50000}{0,32} = 156250 \text{ N/m}^2$$

Adapun grafik perbandingan tekanan pada *punch* dengan variasi gaya dapat dilihat pada gambar 4.42.



Gambar 4.42 Grafik hasil perbandingan tekanan *die* dengan variasi gaya

#### 4.13 Penekukan Dengan Gaya 1 Ton Pada Pelat 1 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk radius dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 1 mm dapat dilihat pada gambar 4.43



Gambar

4.43

Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.44.



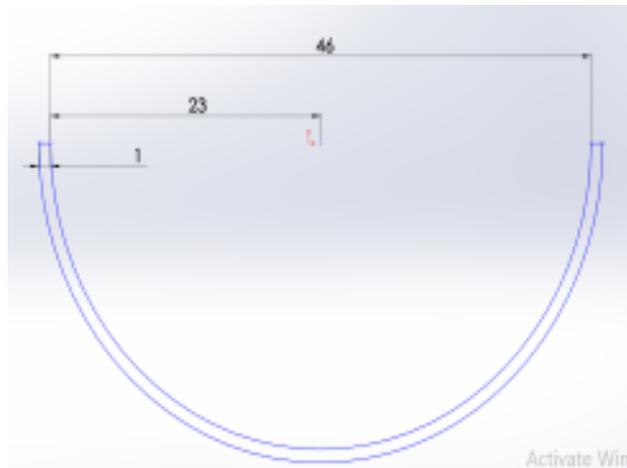
Gambar 4.44 Hasil Pelat yang sudah ditekuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.45.



Gambar 4.45 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.46.



Gambar 4.46 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Hasil dari penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk radius pada pelat, dengan ketebalan pelat 1 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 1 ton dan membentuk  $r23$ . Untuk melakukan penekukan pada pelat 1 mm dengan gaya 1 ton ini membutuhkan waktu 41 detik.

#### 4.14 Penekukan Dengan Gaya 3 Ton Pada Pelat 1 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk radius dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 1 mm dapat dilihat pada gambar 4.47.



Gambar 4.47 Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.48.



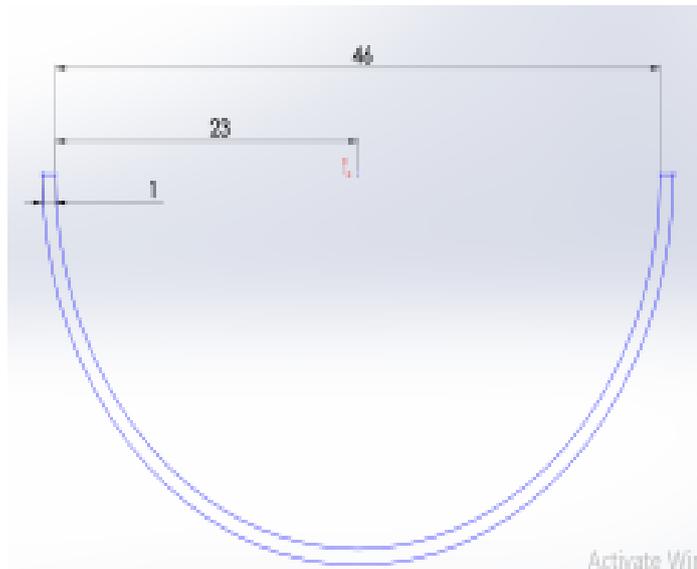
Gambar 4.48 Hasil Pelat yang sudah ditekuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.49.



Gambar 4.49 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.50.



Gambar 4.50 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Hasil dari penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk radius pada pelat baja dengan ketebalan pelat 1 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 3 ton dan membentuk r23. Untuk melakukan penekukan pada pelat 1 mm dengan gaya 3 ton ini membutuhkan waktu 44 detik.

#### 4.15 Penekukan Dengan Gaya 5 Ton Pada Pelat 1 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk radius dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 1 mm dapat dilihat pada gambar 4.51.



Gambar 4.51 Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.52.



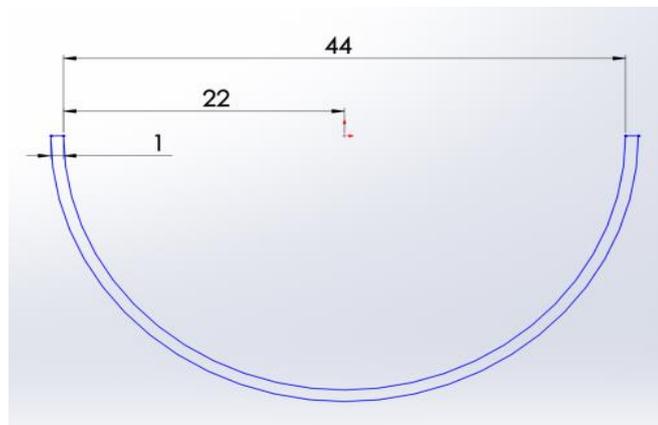
Gambar 4.52 Hasil Pelat yang sudah ditekuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.53.



Gambar 4.53 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.54.



Gambar 4.54 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Hasil dari penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk radius pada pelat baja dengan ketebalan pelat 1 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 5 ton dan membentuk r22. Untuk melakukan penekukan pada pelat 1 mm dengan gaya 5 ton ini membutuhkan waktu 45 detik.

#### 4.16 Pembahasan Tekanan *Punch* Dan *Die* Dengan Variasi gaya

##### 1. *Punch* dengan variasi gaya 1 ton

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

Diketahui :

$$F = 1 \text{ ton} = 1000 \text{ Kg} = 10000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 19^2$$

$$= 566 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000566 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{10000}{0,000566} = 17667 \text{ N/m}^2$$

##### 2. *Punch* dengan variasi gaya 3 ton

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

Diketahui :

$$F = 3 \text{ ton} = 3000 \text{ Kg} = 30000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 19^2$$

$$= 566 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000566 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{30000}{0,000566} = 53003 \text{ N/m}^2$$

##### 3. *Punch* dengan variasi gaya 5 ton

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

Diketahui :

$$F = 5 \text{ ton} = 5000 \text{ Kg} = 50000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 19^2$$

$$= 566 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000566 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{50000}{0,000566} = 88339 \text{ N/m}^2$$

Adapun grafik perbandingan tekanan pada *punch* dengan variasi gaya dapat dilihat pada gambar 4.55.



Gambar 4.55 Grafik Hasil perbandingan pada *punch* dengan variasi gaya

1. Die dengan variasi gaya 1 ton

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

Diketahui :

$$F = 1 \text{ ton} = 1000 \text{ Kg} = 10000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 20^2$$

$$= 628 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000628 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{10000}{0,000628} = 15923 \text{ N/m}^2$$

2. Die dengan variasi gaya 3 ton

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

Diketahui :

$$F = 3 \text{ ton} = 3000 \text{ Kgf} = 30000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 20^2$$

$$= 628 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000628 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{30000}{0,000628} = 47770 \text{ N/m}^2$$

3. *Die* dengan variasi gaya 5 ton

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

Diketahui :

$$F = 3 \text{ ton} = 5000 \text{ Kg} = 30000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 20^2$$

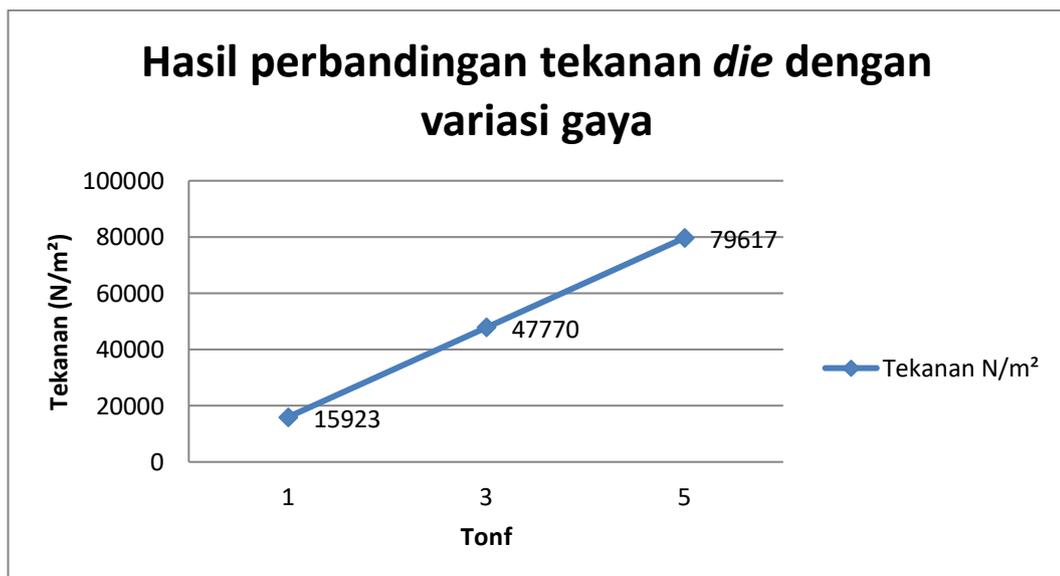
$$= 628 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000628 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{50000}{0,000628} = 79617 \text{ N/m}^2$$

Adapun grafik perbandingan tekanan pada *die* dengan variasi gaya dapat dilihat pada gambar 4.56.



Gambar 4.56 Grafik hasil perbandingan tekanan pada *die* dengan variasi gaya

#### 4.17 Penekukan Dengan Gaya 1 Ton pada Pelat 2 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk radius dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 2 mm dapat dilihat pada gambar 4.57.



Gambar 4.57 Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.58.



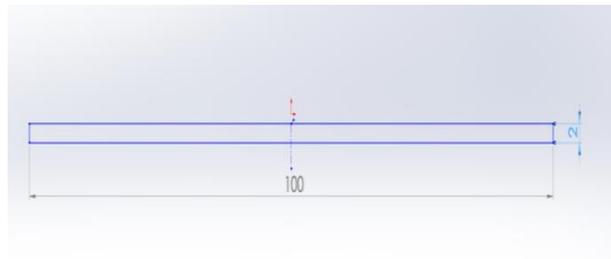
Gambar 4.58 Hasil Pelat yang sudah ditekuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.59.



Gambar 4.59 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.60.



Gambar 4.60 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Hasil dari penekukan *punch* dan *die* berbentuk radius pada pelat baja dengan ketebalan pelat 2 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 1 ton. Untuk melakukan penekukan pada pelat 2 mm dengan gaya 1 ton ini membutuhkan waktu 42 detik. Pada penekukan material atau pelat yang dikerjakan dengan ketebalan 2 mm dan diberi gaya/tekanan 1 ton tidak mempengaruhi atau belum membentuk radius dimaterial yang dilakukan penekukan.

#### 4.18 Penekukan Dengan Gaya 3 Ton pada Pelat 2 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk radius dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 2 mm dapat dilihat pada gambar 4.61.



Gambar 4.61 Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.62.



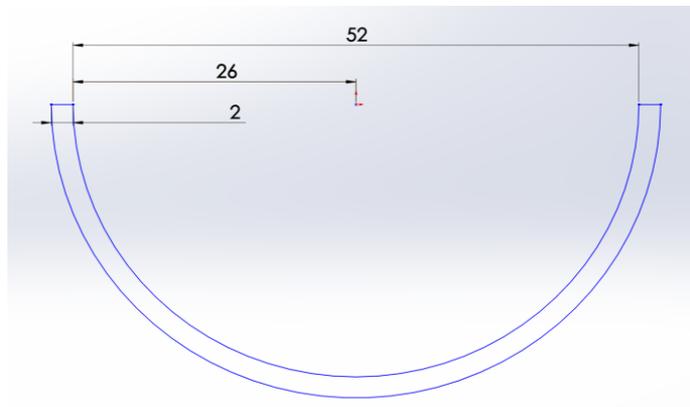
Gambar 4.62 Hasil Pelat yang sudah ditekuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.63.



Gambar 4.63 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.64.



Gambar 4.64 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Hasil dari penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk radius pada pelat dengan ketebalan pelat 2 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 3 ton dan membentuk r26. Untuk melakukan penekukan pada pelat 2 mm dengan gaya 3 ton ini membutuhkan waktu 45 detik.

#### 4.19 Penekukan Dengan Gaya 5 Ton Pada Pelat 2 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk radius dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 2 mm dapat dilihat pada gambar 4.65.



Gambar 4.65 Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.66.



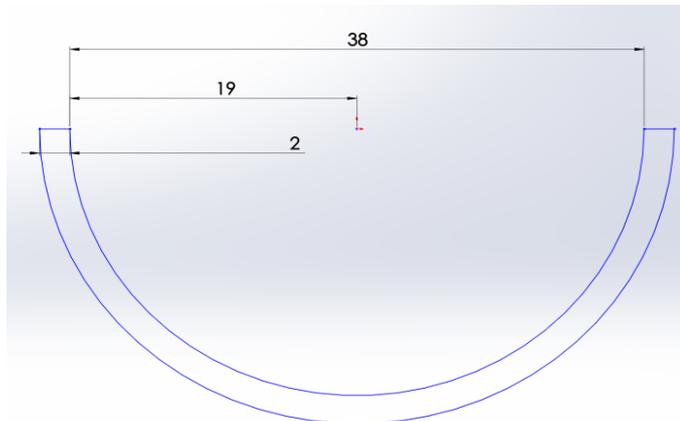
Gambar 4.66 Hasil Pelat yang sudah ditekuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.67.



Gambar 4.67 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.68.



Gambar 4.68 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Hasil dari penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk radius pada pelat dengan ketebalan pelat 2 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 5 ton dan membentuk r19. Untuk melakukan penekukan pada pelat 2 mm dengan gaya 5 ton ini membutuhkan waktu 47 detik.

#### 4.20 Pembahasan Tekanan *Punch* Dan *Die* Dengan Variasi gaya

##### 1. *Punch* dengan variasi gaya 1 ton

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

Diketahui :

$$F = 1 \text{ ton} = 1000 \text{ Kg} = 10000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 19^2$$

$$= 566 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000566 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{10000}{0,000566} = 17667 \text{ N/m}^2$$

##### 2. *Punch* dengan variasi gaya 3 ton

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

Diketahui :

$$F = 3 \text{ ton} = 3000 \text{ Kg} = 30000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 19^2$$

$$= 566 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000566 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{30000}{0,000566} = 53003 \text{ N/m}^2$$

##### 3. *Punch* dengan variasi gaya 5 ton

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

Diketahui :

$$F = 5 \text{ ton} = 5000 \text{ Kg} = 50000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 19^2$$

$$= 566 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000566 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{50000}{0,000566} = 88339 \text{ N/m}^2$$

Adapun grafik perbandingan tekanan pada *punch* dengan variasi gaya dapat dilihat pada gambar 4.69.



Gambar 4.69 Grafik Hasil perbandingan pada *punch* dengan variasi gaya

1. Die dengan variasi gaya 1 ton

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

Diketahui :

$$F = 1 \text{ ton} = 1000 \text{ Kg} = 10000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 20^2$$

$$= 628 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000628 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{10000}{0,000628} = 15923 \text{ N/m}^2$$

2. Die dengan variasi gaya 3 ton

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

Diketahui :

$$F = 3 \text{ ton} = 3000 \text{ Kg} = 30000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 20^2$$

$$= 628 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000628 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{30000}{0,000628} = 47770 \text{ N/m}^2$$

3. Die dengan variasi gaya 5 ton

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

Diketahui :

$$F = 3 \text{ ton} = 5000 \text{ Kg} = 30000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 20^2$$

$$= 628 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000628 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{50000}{0,000628} = 79617 \text{ N/m}^2$$

Adapun grafik perbandingan tekanan pada die dengan variasi gaya dapat dilihat pada gambar 4.70.



Gambar 4.70 Grafik hasil perbandingan tekanan pada die dengan variasi gaya

#### 4.21 Penekukan Dengan Gaya 1 Ton Pada Pelat 3 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk radius dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 3 mm dapat dilihat pada gambar 4.71.



Gambar 4.71 Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.72.



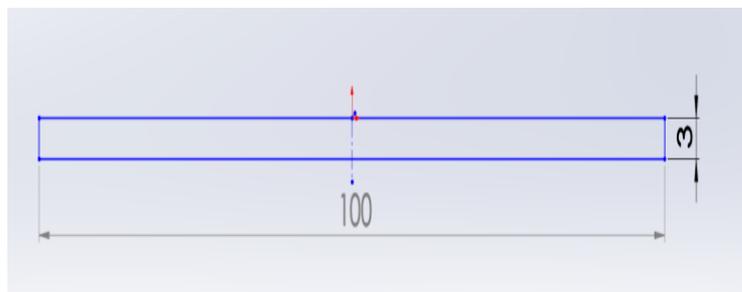
Gambar 4.72 Hasil Pelat yang sudah ditekek

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.73.



Gambar 4.73 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.74.



Gambar 4.74 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Hasil dari penekukan *punch* dan *die* berbentuk radius pada pelat dengan ketebalan pelat 3 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 1 ton. Untuk melakukan penekukan pada pelat 3 mm dengan gaya 1 ton ini membutuhkan waktu 45 detik. Pada penekukan material atau pelat yang dikerjakan dengan ketebalan 3 mm dan diberi gaya/tekanan 1 ton tidak mempengaruhi atau belum membentuk radius dimaterial yang dilakukan penekukan.

#### 4.22 Penekukan Dengan Gaya 3 Ton Pada Pelat 3 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk radius dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 3 mm dapat dilihat pada gambar 4.75.



Gambar 4.75 Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.76.



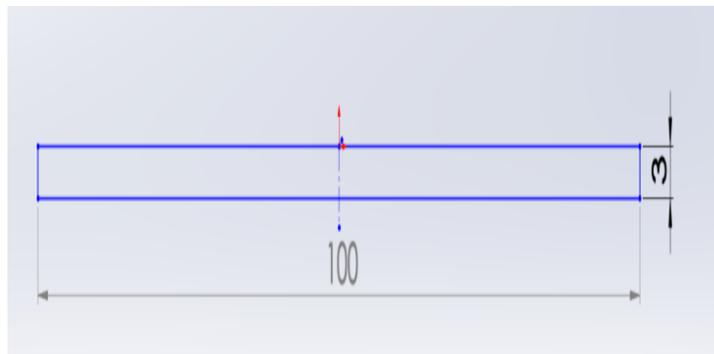
Gambar 4.76 Hasil Pelat yang sudah ditekuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.77.



Gambar 4.77 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.78.



Gambar 4.78 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Hasil dari penekukan *punch* dan *die* berbentuk radius pada pelat dengan ketebalan pelat 3 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 3 ton. Untuk melakukan penekukan pada pelat 3 mm dengan gaya 3 ton ini membutuhkan waktu 47 detik. Pada penekukan material atau pelat yang dikerjakan dengan ketebalan 3 mm, Dan diberi gaya/tekanan 3 ton tidak mempengaruhi atau belum membentuk radius dimaterial yang dilakukan penekukan.

#### 4.23 Penekukan Dengan Gaya 5 Ton Pada Pelat 3 mm

Penekukan *punch* dan *die* yang berbentuk radius dengan material yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan pelat 3 mm dapat dilihat pada gambar 4.79.



Gambar 4.79 Penekukan *punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.80.



Gambar 4.80 Hasil Pelat yang sudah ditekuk

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.81.



Gambar 4.81 Hasil tekukan *Punch* dan *die*

Adapun hasil tekukan *punch* dan *die* pada pelat dapat dilihat pada gambar 4.82.



Gambar 4.82 Gambar teknik hasil tekukan *punch* dan *die*

Hasil dari penekukan *punch* dan *die* berbentuk radius pada pelat dengan ketebalan pelat 3 mm, panjang 600 mm dan lebar 100 mm penekukan pelat ini diberi gaya 5 ton. Untuk melakukan penekukan pada pelat 3 mm dengan gaya 5 ton ini membutuhkan waktu 49 detik. Pada penekukan material atau pelat yang dikerjakan dengan ketebalan 3 mm dan diberi gaya/tekanan 5 ton tidak mempengaruhi atau belum membentuk radius dimaterial yang dilakukan penekukan.

#### 4.24 Pembahasan Tekanan *Punch* Dan *Die* Dengan Variasi gaya

##### 1. *Punch* dengan variasi gaya 1 ton

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

Diketahui :

$$F = 1 \text{ ton} = 1000 \text{ Kg} = 10000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 19^2 \\ &= 566 \text{ mm}^2 \\ &= 0,000566 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{10000}{0,000566} = 17667 \text{ N/m}^2$$

##### 2. *Punch* dengan variasi gaya 3 ton

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

Diketahui :

$$F = 3 \text{ ton} = 3000 \text{ Kg} = 30000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 19^2 \\ &= 566 \text{ mm}^2 \\ &= 0,000566 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{30000}{0,000566} = 53003 \text{ N/m}^2$$

##### 3. *Punch* dengan variasi gaya 5 ton

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

Diketahui :

$$F = 5 \text{ ton} = 5000 \text{ Kg} = 50000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 19^2 \\ &= 566 \text{ mm}^2 \\ &= 0,000566 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{50000}{0,000566} = 88339 \text{ N/m}^2$$

Adapun grafik perbandingan tekanan pada *punch* dengan variasi gaya dapat dilihat pada gambar 4.83.



Gambar 4.83 Grafik Hasil perbandingan pada *punch* dengan variasi gaya

1. Die dengan variasi gaya 1 ton

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

Diketahui :

$$F = 1 \text{ ton} = 1000 \text{ Kg} = 10000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 20^2$$

$$= 628 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000628 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{10000}{0,000628} = 15923 \text{ N/m}^2$$

2. Die dengan variasi gaya 3 ton

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

Diketahui :

$$F = 3 \text{ ton} = 3000 \text{ Kg} = 30000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 20^2$$

$$= 628 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000628 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{30000}{0,000628} = 47770 \text{ N/m}^2$$

3. *Die* dengan variasi gaya 5 ton

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

Diketahui :

$$F = 3 \text{ ton} = 5000 \text{ Kg} = 30000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 20^2$$

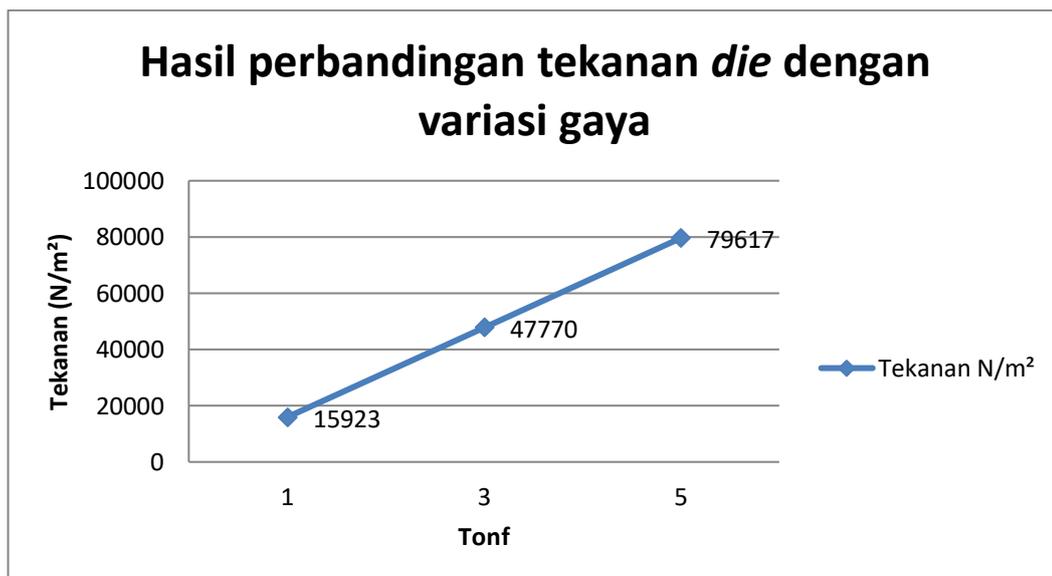
$$= 628 \text{ mm}^2$$

$$= 0,000628 \text{ m}^2$$

$$P = ?$$

$$p = \frac{50000}{0,000628} = 79617 \text{ N/m}^2$$

Adapun grafik perbandingan tekanan pada *die* dengan variasi gaya dapat dilihat pada gambar 4.84.



Gambar 4.84 Grafik hasil perbandingan tekanan pada *die* dengan variasi gaya

## BAB 5

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian pada proses penekukan pada *punch* dan *die* yang diberi gaya 1 ton, 3 ton, dan 5 ton dengan material atau bahan yang dikerjakan adalah pelat baja dengan ketebalan 1 mm, 2 mm, dan 3 mm. Dimana *punch* dan *die* tidak mengalami kerusakan pada saat penekukan atau pembekokan pada material yang dilakukan penekukan.

Adapun *punch* berbentuk V setelah dilakukan penekukan dapat dilihat pada gambar 5.1.



Gambar 5.1  
berbentuk V

*Punch*

Adapun *punch* berbentuk radius (U) setelah dilakukan penekukan dapat dilihat pada gambar 5.2.



Gambar 5.2

radius (U)

*Punch* berbentuk

Adapun *die* berbentuk V setelah dilakukan penekukan dapat dilihat pada gambar 5.3.



Gambar 5.3 *Die* berbentuk V

Adapun *die* berbentuk radius (U) setelah dilakukan penekukan dapat dilihat pada gambar 5.4.



Gambar 5.4 *Die* berbentuk radius

## 5.2. Saran

Untuk melakukan proses penekukan pada pelat mohon dilakukan pengecekan terdahulu pada *punch* dan *die* agar saat proses penekukan tidak mengalami kerusakan. Untuk mendapatkan hasil tekukan yang sempurna baik yang berbentuk V maupun radius agar memberi gaya/tekanan yang lebih besar untuk mendapatkan hasil penekukan yang sempurna pada saat penekukan/pembentukan pelat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ak Steel Corporation. (2007). 361/361 *Stainless Steel Catalogue*. West Chester, America.
- ASM Internasional, 1993, ASM Metal, Handbook Vol 14 – *Forming and Forging*, 9th edition, ASM International Inc.
- [Http://Aluminiumindonesia.Com/Berbagai-Jenis-Bahan-Plat-Besi/](http://Aluminiumindonesia.Com/Berbagai-Jenis-Bahan-Plat-Besi/)( Diakses Tanggal 13 September 2018 ).
- <Http://Materibending.Blogspot.Com/2014/06/Makalah-Bending.Html?M=1>( Diakses Tanggal 20 Oktober 2018 ).
- Klikmro. 2018. Pengertian mesin pres mekanik. <https://blog.klikmro.com/mengenal-mesin-pres-dalam-industri/>(Diaksestanggal 9 September 2018 ).
- Marsis Wisjnu P, Iswanto. 2007. Perancangan Mesin Bending Dengan Memanfaatkan Sistem Dongkrak Hidrolik Sederhana. Jakarta :Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Permana Dhimas Ady.2010. Rancang Bangun Mesin Pres Semi Otomatis. Surakarta :Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- R. Hengki Rahmanto. 2013. Simulasi v-bending dengan variasi kecepatan pembebanan Terhadap keausan *dies* menggunakan *software finite element Methode*. Bekasi : Program Studi Teknik Mesin - Universitas Islam “45”.
- Satriawan. R.2014. BAB 2 Pengertian *punch*. <http://eprints.polsri.ac.id/298/3/BAB%202.pdf> (Diaksestanggal 20 oktober2018 ).
- Savalas Remora. 2016. Pengertian mesin pres. <http://sekedarcaritau.blogspot.com/2016/11/pengertian-mesin-pres.html?m=1>(Diakses tanggal 9 september 2018 ).
- Schmid, Kalpakjian. 2008. *Manufacturing processes for Engineering Materials*, 5th Ed.
- Smith, Willian F. And Hashemi, Javad. 2003. Foundtions of Materials Science and Enineering McGraw-Hill Professional. p. 223. ISBN 0-07-292194-3.
- Sitohang Mora Katili. 2018. Perancangan Die Ekstrusi Dingin Pada Pembentukan Benda Kerja Berbentuk Silinder. Medan :Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Sulistyo Ari. 2014. Makalah bending. <http://arissulistyo.blogspot.com/2014/04/makalah-bending-teknik-mesin-s-1.html>.

- Sumarno Edy, Hafid Abdul , H. Ismu, W. Joko P, Heru Bambang. 2003. Rancang bangun mesin tekuk plat. Serpong :Prosiding Presentasi Ilmiah Teknologi Keselamatan Nuklir VII.
- Suparmanto Teguh. 2016. Perencanaan Mesin Penekuk Plat Besi( Mesin Bending. Kediri :Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Nusantara PGRI.
- Tomizawa Atsush, Kikuchi Fumihiko, Kuwayama Shinjiro. 2008. *Method For Bending Metal Material Bending Machine, Bending Machine, Bending Equipment Line, And Bent Product*. Correspondence Address: Clark & Brody 1090 Vermont Avenue, Nw Suite 250 Washington, Dc 20005 (US).
- Untung Surya Dharma,Lukito Dwiyuono,2016.Analisa Pengepresan Dengan Sistem Hidrolik Pada Alat Pembuat Paving Block Untuk Perkakas lahan Parkir. Lampung : Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Univ. Muhammadiyah Metro.
- Vetterli, W., 1974, *Bending of profile & Sheet Metal*, ATMI Surakarta.
- Vukota Boljanovic, 2004. *Sheet Metal Forming Processes and Die Design*, Industrial Press Inc, New York.
- Whitehead Willard. 1975. *U-Bolt Bending Machine*. Address : E. Indiana, Midland, Tex. 79701.
- Wibowo Tyas Ari, Raharjo Wahyu Purwo, Kusharjanta Bambang. 2014. Perancangan Dan Analisis Kekuatan Konstruksi Mesin Tekuk Plat Hidrolik. Surakarta :Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Yulianto Eko Susetyo. 2014. [Http://Susetyo.Staff.Gunadarma.Ac.Id/Downloads/Files/45232/Materi+Mesin+Press.Doc](http://Susetyo.Staff.Gunadarma.Ac.Id/Downloads/Files/45232/Materi+Mesin+Press.Doc)( Diakses Tanggal 10 September 2018 ).

# LAMPIRAN

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

Peserta Seminar  
 Nama : Irwansyah Putra  
 NPM : 1407230206  
 Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimental pada Punch Dan Die Mesin Pres Hidrolik Dengan Variasi Daya.

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Bakti Suroso.S.T.M.Eng	: 
Pembimbing – II	: Chandra A Siregar.S.T.M.T	: 
Pembanding – I	: Khairul Umuran.S.T.M.T	: 
Pembanding – II	: Sudirman Lubis.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230115	YUDI ANGGARA	
2	1407230102	Niko PRADITA	
3	1407230258	Muhammad Fauzan	
4	1407230030	M. Rizky Fadillah Farasya	
5	1407230205	Malu S.	
6	1407230204	AGUNG TRIBOWO	
7	1407230201	Andie Rizky Putra	
8			
9			
10			

Medan, 28 Jum.Akhir 1440 H  
 05 Maret 2019 M



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

---

NAMA : Irwansyah Putra  
NPM : 1407230206  
Judul T.Akhir : Studi Ekspreimental Pada Punch Dan Die Mesin Pres Hidrolik –  
Dengan Variasi Daya.

Dosen Pembimbing – I : Bekti Soroso.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing – II : Chandra A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :  
.....  
Format penulisan.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....

Medan 28 Jum Akhir 1440H  
05 Maret 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin



Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I

Khairul Umurani.S.T.M.T

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

---

NAMA : Irwansyah Putra  
NPM : 1407230206  
Judul T.Akhir : Studi Ekspreimental Pada Punch Dan Die Mesin Pres Hidrolik –  
Dengan Variasi Daya.

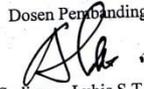
Dosen Pembimbing – I : Bekti Soroso.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing – II : Chandra A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :  
- *Uraikan Daftar pustaka*  
- *Revisi bagian dan juga*
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....

Medan 28 Jun.Akhir 1440H  
05 Maret 2019 M



Dosen Pembanding- II  
  
Sudirman Lubis.S.T.M.T

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Studi Eksperimental Pada *Punch Dan Die* Mesin Pres Sistem Hidrolik Dengan Variasi Gaya

Nama : Irwansyah Putra  
NPM : 1407230206

Dosen Pembimbing 1 : Bekti suroso, S.T., M.Eng  
Dosen Pembimbing 2 : Chandra A siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Rabu/01-08-18	- Perbaiki Pada Bab-1 Latar belakang, tujuan dan rumusan masalah	
2.	Selasa/07-08-18	- Berikan tinjauan pustaka Pada Bab II. Perbaiki Penulisan kalimat dan gambar.	
3.	Rabu/05-12-18	- Perbaiki Diagram Alir Penelitian.	
4.	Kamis/27-12-18	- Perbaiki Grafik dan Gambar	
5.	Rabu/14-01-19	- Perbaiki kesimpulan	
6.	Selasa/22-01-19	- Buat Abstrak	
7.	Selasa/11-02-19	- Lanjut Pembimbing II	
8.	15-2-2019	Perbaiki	
9.	26-2-2019	Ace Seminar	



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### **DATA PRIBADI**

Nama : Irwansyah Putra  
NPM : 1407230206  
Tempat/ Tanggal Lahir : Penampaann, 19 Februari 1996  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Alamat : Dusun Mule  
Kecamatan : Blangkejeren  
Kabupaten : Gayo Lues  
Provinsi : Aceh  
Nomor HP : 081396313005  
E-mail : gayolues144@gmail.com  
Nama Orang Tua  
Ayah : Saptudin  
Ibu : Samdi Ara

### **PENDIDIKAN FORMAL**

2002-2008 : SDN 03 Blangkejeren  
2008-2011 : MTsN 01 Blangkejeren  
2011-2014 : SMA N 1 Blangkejeren  
2014-2019 : S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas  
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara