

PEMBUATAN ALAT *BENDING PORTABLE* DENGAN SISTEM
DONGKRAK HIDROLIK



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang
Disusun Oleh :

Ardianto	341 15 014
Rahmiati	341 15 024
Irianto Azmar	341 15 032
Kharisma Hugo P.	341 15 034

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR

2018

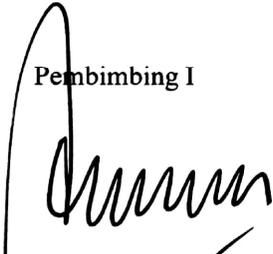
HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “**Pembuatan Alat Bending Portable Dengan Sistem Dongkrak Hidrolik**” oleh mahasiswa/mahasiswi Ardianto/341 15 014, Rahmiati/341 15 024, Irianto Azmar/341 15 032 dan Kharisma Hugo P./341 15 034 di Telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Tiga pada Program Studi D-3 Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2018

Mengesahkan,

Pembimbing I



Muhammad Arsyad Suyuti, S.T., M.T.
NIP. 19721206 2002 12 1 004

Pembimbing II



Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19650911 199303 1 001

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang**



Dr. Jamal, S.T., M.T.
NIP. 19730228 200012 1 002

HALAMAN PENERIMAAN

Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir telah menerima dengan baik hasil Tugas Akhir Mahasiswa atas nama: Ardianto/341 15 014, Rahmiati/341 15 024, IriantoAzmar/341 15 032 dan Kharisma Hugo Pramasetio R./341 15 034 dengan judul “Pembuatan Alat *Bending Portable* dengan Sistem Dongkrak Hidrolik”.

Makassar, Agustus 2018

Tim Penguji Ujian Sidang Tugas Akhir:

- | | | |
|--|------------|---------|
| 1. Ir. Ikram, M.T. | Ketua | (.....) |
| 2. Ahmad Zubair Sultan, S.T., M.T., Ph.D | Sekretaris | (.....) |
| 3. Pebrianto Aris Nainggolan, M.Th | Anggota | (.....) |
| 4. Muh. Iqbal, S.T., M.Eng. | Anggota | (.....) |
| 5. Muhammad Arsyad Suyuti, S.T., M.T. | Anggota | (.....) |
| 6. Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D. | Anggota | (.....) |

**PEMBUATAN ALAT *BENDING PORTABLE*
DENGAN SISTEM DONGKRAK HIDROLIK**

Peneliti : Ardianto/341 15 014; Rahmiati/341 15 024;
IriantoAzmar/341 15 032 dan Kharisma Hugo P./341 15 034

Pembimbing I : Muhammad Arsyad Suyuti, S.T., M.T.

Pembimbing II : Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D

RINGKASAN

Alat *bending portable* 20 ton dibuat untuk memudahkan proses penekukan V dan radius dengan cepat di-*bending* sistem manual menggunakan palu . Alat ini menggunakan sistem dongkrak hidrolik sebagai penggerakannya. Sampel berupa plat ketebalan 2, 3, dan 4 mm. Sampel kemudian diuji dengan metode uji alat yang disebut *bending* yaitu penekukan lembaran logam dengan cara ditekuk , sehingga terjadi pemuluran atau peregangan pada sumbu bidang netralnya sepanjang daerah tekukan. hasil pengujian kemudian dikumpulkan dan diolah dengan melihat faktor *springback* yang terjadi untuk mencapai sudut yang diinginkan. Hasil pengujian alat *bending* 20 ton menunjukkan kemampuan menekuk plat dengan ketebalan 2, 3, dan 4 mm. Hasil *bending* bentuk V memiliki *springback* antara $5,16^{\circ}$ s/d $5,37^{\circ}$ dan *bending* bentuk radius dengan *springback* antara $3,08^{\circ}$ s/d $4,16^{\circ}$.

Kata Kunci: Alat *bending* 20 ton, *bending*, *springback*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat *Allah subhanahu wata'ala*, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Salawat dan salam tak terlupa tercurah kepada *Rasulullah Shallallahu 'alaihi wasallam* sebagai pencerah kehidupan manusia di dunia. Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul "**Pembuatan Alat *Bending Portable* dengan Sistem Dongkrak Hidrolik**" dapat terselesaikan dengan baik.

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan diploma tiga (D-3) Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Selain itu, laporan ini merupakan tolak ukur keberhasilan mahasiswa menyelesaikan Proyek Tugas Akhir yang telah dibuat. Laporan ini dapat kami selesaikan tidak lepas atas bantuan dari beberapa pihak, oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua kami yang telah mencurahkan segenap cinta dan kasih sayang kepada penulis.
2. Dr. Ir. Hamzah Yusuf, M. S. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Dr. Jamal, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ir. Ikram M.T. selaku Ketua Program Studi D-3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

5. Muhammad Arsyad Suyuti, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga dan pikirannya dalam memberikan pengarahan penulisan tugas akhir ini.
6. Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga dan pikirannya dalam memberikan pengarahan penulisan tugas akhir ini.
7. Seluruh Staff, dosen dan karyawan Politeknik Negeri Ujung Pandang khususnya di jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
8. Saudara-Saudara, danteman-teman D-3 Teknik Mesin angkatan 2015 yang selalu setia memberikan dukungan moril dan material kepada penulis yang telah membantu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kami selaku penulis terbuka dan mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata, penulis berharap laporan ini dapat berguna baik bagi kami dan kepada masyarakat luas pada umumnya, dan semoga *Allah subhanahu wata'ala* senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kepada kita semua.

Makassar, Agustus 2018

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN.....	iii
RINGKASAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
SURAT PERNYATAAN	xvii

BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan	4
1.4 Tujuan Kegiatan.....	4
1.5 Manfaat Kegiatan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pengertian Alat <i>Bending</i> Plat	6
2.2 Komponen-Komponen Alat <i>Bending</i> Plat	7
2.3 Prinsip Kerja Alat <i>Bending Portable</i> dengan Sistem Dongkrak Hidrolik.....	10
2.4 Dasar Dasar Rancang Bangun.....	11
2.4.1 Perhitungan Gaya Tekuk Pada Pelat yang dibengkokkan.....	11
2.4.2 Perhitungan Massa Bahan.....	12
2.4.3 Perhitungan Beban Pegas.....	12
2.4.4 Perhitungan Kebutuhan Gaya Hidrolik.....	13
2.4.5 Perhitungan Spesifikasi Bahan Penyangga Atas (<i>Die Set</i>).....	14
2.4.6 Perhitungan Sambungan Baut.....	15
2.4.7 Perhitungan Spring Back.....	16

BAB III METODE KEGIATAN	20
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	20
3.2 Alat dan Bahan yang digunakan	20
3.2.1 Alat.....	20
3.2.2 Bahan	21
3.3 Prosedur/Langkah Kerja.....	22
3.3.1 Studi Literatur	22
3.3.2 Tahapan Perancangan.....	22
3.3.3 Hasil Desain Akhir.....	31
3.3.4 Tahapan Pembuatan	32
3.3.5 Tahapan Perakitan.....	40
3.3.6 Tahapan Pengujian Alat	42
3.3.7 Teknik Analisa Data.....	42
3.4 Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Perhitungan Rancangan Konstruksi	44
4.1.1 Perhitungan Gaya Tekuk Pelat.....	44
4.1.2 Perhitungan Beban yang diterima Pegas Tekan.....	46
4.1.3 Kekuatan Pegas Tekan dalam Menerima Beban.....	54
4.1.4 Perhitungan Beban yang diterima Pegas Tarik	55
4.1.5 Perhitungan Kemampuan Pegas Tarik dalam	

Menerima Beban.....	58
4.1.6 Perhitungan Spesifikasi Bahan Penyangga Atas.....	59
4.1.7 Perhitungan Sambungan Baut.....	61
4.2 Hasil Perancangan dan Pembuatan	62
4.3 Hasil Pengujian	64
4.4 Data Hasil Pengujian <i>Bending</i>	65
4.5 Pembahasan.....	70
BAB V KESIMPULAN.....	72
5.1 Kesimpulan.....	72
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN.....	76



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Prosedur Proses Pembuatan Komponen	33
Tabel 4.1 Spesifikasi Komponen Utama Alat.....	64
Tabel 4.2 Hasil Uji Coba <i>Bending</i> Radius	69
Tabel 4.3 Hasil Uji Coba <i>Bending</i> V	69
Tabel Lampiran 1 Jadwal Kegiatan Tugas Akhir	77
Tabel Lampiran 4 Harga Kekuatan Bahan.....	102
Tabel Lampiran 5 Sifat Pemampang U.....	103
Tabel Lampiran 6 Sifat Mekanik Baut.....	104
Tabel Lampiran 7 Data Hasil Pengujian Alat	105



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gaya <i>Bending</i>	11
Gambar 2.2 Beban pada Pegas.....	13
Gambar 2.3 Jenis Pembebanan	14
Gambar 2.4 Pembebanan Geser pada Poros	15
Gambar 2.5 Sambungan Baut	16
Gambar 2.6 <i>Spring Back</i> pada Pelat.....	18
Gambar 2.7 <i>Spring Back</i> pada Proses <i>Bending</i>	18
Gambar 3.1 Konstruksi Rangka.....	24
Gambar 3.2 Konstruksi Landasan Dasar.....	24
Gambar 3.3 <i>Top Plate</i>	25
Gambar 3.4 Konstruksi Poros	26
Gambar 3.5 Plat Dudukan Poros.....	26
Gambar 3.6 Pegas.....	27
Gambar 3.7 Pelapis <i>Die</i>	27
Gambar 3.8 Konstruksi <i>Bushing</i>	28
Gambar 3.9 Plat Pengunci <i>Die</i>	28
Gambar 3.10 <i>Bottom</i> Pelat	29
Gambar 3.11 Konstruksi <i>Punch</i>	29
Gambar 3.12 Konstruksi <i>Die</i>	30
Gambar3.13 Hasil Desain Akhir Alat <i>Bending Portable</i>	31

Gambar3.14 Pelat.....	42
Gambar 3.15 Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir	43
Gambar 4.1 Parameter Pelat yang Akan di Bengkokkan.....	44
Gambar 4.2 <i>Top Plate</i>	47
Gambar 4.3 <i>Punch V</i>	48
Gambar 4.4 <i>Punch</i> Radius.....	49
Gambar 4.5 <i>Bearing</i>	51
Gambar 4.6 <i>Ring</i>	53
Gambar 4.7 Dudukan Hidrolik.....	55
Gambar 4.8 Pegas Tarik.....	58
Gambar 4.9 Jenis Tumpuan Jepit pada <i>Top Plate</i>	59
Gambar 4.10 Diagram Benda Bebas Pembebanan pada <i>Top Plate</i>	59
Gambar 4.11 Diagram Gaya Geser dan Momen Lengkung.....	60
Gambar 4.12 Hasil Perancangan & Pembuatan	63
Gambar4.13 Hasil Uji Coba <i>Bending V</i> Ketebalan 2 mm	66
Gambar 4.14 Hasil Uji Coba <i>Bending V</i> Ketebalan 3 mm	66
Gambar 4.15 Hasil Uji Coba <i>Bending V</i> Ketebalan 4 mm	67
Gambar 4.16 Hasil Uji Coba <i>Bending</i> Radius Ketebalan 2 mm	67
Gambar 4.17 Hasil Uji Coba <i>Bending</i> Radius Ketebalan 3 mm	68

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
F	Gaya tekuk	N
b	Lebar tekukkan	mm
s	Tebal pelat	mm
σ_b	Tegangan bengkok	N/mm ²
Mb	Momen bengkok	N.mm
I	Lebar alur 'V'	mm
W	Massa bahan	Kg
W	Beban Tahanan Bengkok	N
V	volume bahan	mm ³
ρ	Massa jenis bahan	Kg/mm ³
C	Indeks pegas	
D	Diameter rata – rata lilitan pegas	mm
d	diameter kawat pegas	mm
K	konstanta	
N	Jumlah lilitan	
n	Jumlah lilitan aktif	
W _{pegas}	Beban	N
D	Defleksi	mm
G	Modulus geser	N/mm ²

F_{total}	Gaya total	N
τ_g	Tegangan geser	N/mm ²
F	Gaya	N
F _g	Gaya geser	N
A	Luas penampang	mm ²
R _a	Gaya tumpuan	N
R _b	Gaya tumpuan	N
S	Modulus elastis bahan	mm ³
τ	Tegangan Lengkung	N/mm ²
M	Momen lengkung	Nmm
d _i	Diameter inti baut	mm
n	Jumlah Baut	
K _s	Faktor <i>spring back</i>	0
α_f	Sudut pada pelat yang ditekuk	0
α_i	Sudut <i>die</i>	0



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Jadwal Kegiatan Tugas Akhir.....	77
Lampiran 2 Gambar dan Dimensi Alat.....	78
Lampiran 3 Foto Proses Pembuatan Alat.....	94
Lampiran 4 Harga Kekuatan Bahan.....	102
Lampiran 5 Sifat Pemampang U.....	103
Lampiran 6 Sifat Mekanik Baut.....	104
Lampiran 7 Data Hasil Pengujian Alat.....	105



SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa	: 1. Ardianto	341 15 014
	2. Rahmiati	341 15 024
	3. IriantoAzmar	341 15 032
	4. Kharisma Hugo P.	341 15 034

Menyatakan dengan sebenar – benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Pembuatan Alat *Bending Portable* dengan Sistem Dongkrak Hidrolik” merupakan gagasan, hasil karya penulis sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan penulis tersebut diatas tidak benar, penulis siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar.

Makassar, Agustus 2018



Rahmiati

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diera sekarang ini perkembangan kebutuhan pelat untuk industri meningkat sangat pesat baik industri kecil maupun industri besar. Salah satu penyebabnya adalah meningkatnya kebutuhan masyarakat diikuti dengan perkembangan teknologi yang semakin maju. Perkembangan teknologi ini meliputi bidang transportasi, alat dan mesin pertanian, peralatan perkakas mesin dan bidang teknologi permesinan lainnya. Dengan banyaknya penggunaan teknologi tersebut berdampak pada banyaknya permintaan pemeliharaan, perbaikan pada industri pabrikasi seperti pemeliharaan *chasis*, landasan mesin kapal laut, daun roda traktor tangan, tempat pengait pembajak tanah traktor, tempat landasan penggilingan padi, kotak panel listrik dan lain-lain. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan pengerjaan plat semakin lama semakin tinggi dengan tingkat kualitas yang lebih baik. (Iswantoro, 2007)

Untuk mengelolah sebuah pelat dalam proses produksi erat kaitannya dengan *bending* (proses tekuk). *Bending* adalah pembentukan benda kerja logam yang umumnya berupa plat lembaran dengan cara di tekuk, sehingga terjadi pemuluran atau peregangan pada sumbu bidang netralnya sepanjang daerah tekukan dan menghasilkan garis tekuk yang lurus (Suyuti, 2016:114). *Bending*

atau proses penekukan merupakan salah satu teknik pembentukan pelat yang banyak dilakukan pada industri besar maupun industri kecil seperti bengkel-bengkel pengelasan. Dalam proses *bending* tidak hanya dilakukan dengan metode sederhana tetapi memerlukan teknologi tepat guna yang dapat memudahkan proses pengerjaannya. Teknologi tepat guna dapat berupa sistem *pneumatik*, sistem hidrolik, bahkan sampai kepada penggunaan teknologi CNC (*Computer Numerical Control*) yang dapat membantu dalam proses produksi. Dengan penggunaan teknologi tepat guna dapat mengurangi waktu proses penekukan plat sehingga prosesnya menjadi lebih cepat dan kualitas hasil pembendungan menjadi lebih baik dengan ukuran sudut tekuk yang lebih presisi, dan permukaan radius tekuk yang rata dan halus.

Alat *bending* V mini sebelumnya telah dibuat dengan menggunakan pembebanan sistem dongkrak hidrolik secara manual. Dengan pengoprasian sistem manual, alat tersebut membutuhkan waktu proses pem-bending-an sekitar 57 detik s/d 1 menit 4 detik dan lebih cepat dibandingkan pem-bending-an dengan alat sederhana seperti palu dengan waktu pem-bending-an 2-5 menit. (Dzulfikar dkk, 2013). Alat *bending* ini memiliki konstruksi yang sederhana sehingga alat ini hanya dapat digunakan untuk *bending* V saja karena *die set* terpasang secara permanen. Sehingga alat ini masih sulit untuk dilakukan perawatan dan penggantian *punch* selain itu belum bisa digunakan untuk *bending* radius.

Untuk lebih mengoptimalkan penggunaan dan fungsi alat maka masih diperlukan pengembangan lebih lanjut agar konstruksi *punch* dan *die set* lebih fleksibel dan dapat di lepas, hal ini bertujuan memudahkan perawatan dan penggantian *die set* dan *punch* nya dapat diganti-ganti sehingga menghasilkan bentuk yang bermacam-macam. Sistem dongkrak hidrolik akan menjadi penggerak sehingga beban kerja pada oprator yang dikeluarkan lebih kecil dan dapat diperoleh waktu pembendingan yang lebih baik. Sedangkan pada *dies* dan *punch* dilakukan perubahan konstruksi menjadi dapat dilepas untuk memudahkan penggantian dan perawatan sehingga juga memungkinkan penggunaan *die set* untuk produk lainnya.

Karena pengadaan mesin *bending* umumnya barang diimpor yang harganya cenderung mahal, sehingga tidak terjangkau industri kecil. Maka untuk membantu industri pabrikasi pengelasan berskala kecil kami terinspirasi untuk merancang dan membuat alat teknologi tepat guna berupa *bending* pelat dengan menggunakan sistem dongkrak hidrolik sebagai tenaga penekuknya. Dimana alat pelat tersebut dapat mengurangi beban kerja pada saat melakukan proses *bending* dan menghasilkan kualitas yang baik juga *punch* dapat diganti dan dilakukan perawatan yang lebih mudah. Adapun judul tugas akhir ini yaitu “PEMBUATAN ALAT *BENDING PORTABLE* DENGAN SISTEM DONGKRAK HIDROLIK”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ada diatas, maka dapat dirumuskan masalah adalah bagaimana cara membuat alat *bending portable* yang dapat digunakan untuk menekuk (mem-*bending*) bentuk V dan bentuk radius, serta memudahkan dalam perawatan.

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Dalam proses pembuatan alat *bending portable* dengan sistem dongkrak hidrolik, ada beberapa batasan-batasan masalah yang diuraikan guna memperjelas ruang lingkup permasalahan yang dibahas. Batasan-batasan masalah tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Benda kerja yang akan di tekuk (*bending*) adalah lembaran pelat baja karbon dengan ketebalan 2 mm, 3 mm dan 4 mm.
2. Dalam penyusunan laporan ini lebih ditekankan pada:
 - Pembuatan alat *bending* pelat.
 - Analisis mekanisme kerja alat *bending* pelat
 - Hasil pengujian alat *bending* pelat.

1.4 Tujuan Kegiatan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

Untuk menghasilkan alat *bending V portable* yang mampu mem-*bending* bentuk V dan radius serta mudah dalam penggunaan dan perawatannya.

1.5 Manfaat Kegiatan

Adapun Manfaat yang dapat di peroleh dari penelitian ini yaitu;

1. Untuk menambah wawasan dan keterampilan dalam pembuatan alat *bending* pelat.
2. Mempermudah dalam proses pem-*bending*-an pelat sehingga menghasilkan bermacam-macam bentuk.
3. Dapat digunakan oleh industri pabrikasi atau bengkel las yang berskala kecil dalam menekuk pelat dengan jumlah banyak dengan waktu yang singkat.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Alat *Bending* Pelat

Literatur khusus yang membahas mengenai alat *bending* pelat masih sangat jarang ditemukan, sehingga cukup sulit untuk menjelaskan pengertian dari alat *bending* pelat secara keseluruhan. Oleh karena itu, pengertian dari alat *bending* pelat harus di definisikan satu persatu. Mengenai definisi alat dinyatakan oleh Kamus Besar Bahasa Indonesia (1995) sebagai benda yg dipakai untuk mengerjakan sesuatu perkakas.

Definisi *Bending* pelat adalah pembentukan benda kerja logam yang umumnya berupa pelat lembaran dengan cara di tekuk, sehingga terjadi pemuluran atau peregangan pada sumbu bidang netralnya sepanjang daerah tekukan dan menghasilkan garis tekuk yang lurus (Suyuti, 2016:114). Tak jauh beda yang di kemukaan oleh Rachmat (2012:1) bahwa “*Bending* pelat adalah proses pembentukan logam di mana gaya yang diterapkan pada sepotong lembaran logam menyebabkan lembaran logam membungkuk disudut dan membentuk bentuk yang diinginkan”. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa alat *bending* pelat adalah suatu perkakas yang digunakan untuk pembentukan logam yang umumnya berupa pelat lembaran dimana gaya yang diterapkan

menyebabkan terjadinya pemuluran atau peregangan pada sumbu bidang netralnya sepanjang daerah tekukan dengan bentuk sudut yang diinginkan.

2.2 Komponen–Komponen Alat *Bending* Pelat

Mengingat alat *bending* dapat digunakan untuk berbagai macam tujuan sesuai dengan bentuknya, maka komponen–komponen yang dimiliki alat *bending* pelat dapat berbeda sehingga komponen yang ada pada suatu alat *bending* pelat belum tentu ditemukan pada alat *bending* pelat yang lain tergantung pada kegunaannya. Dengan mengetahui komponen–komponen dari alat tersebut akan memberikan gambaran mengenai biaya pembuatan alat ini. Terdapat beberapa pendapat mengenai komponen alat *bending* pelat manual diantaranya yang dikemukakan oleh Budiarto (2001) :

“Komponen–komponen alat bending terdiri dari : 1. *Punch*, 2. Pegas, 3. Pelat landasan, 4. *Pressure* (pelat penekan), 5. *Dies*, 6. *Shank* (tangkai Pemegang), 7. *Holder plate* (pelat pemegang *punch*)”.

Tak jauh berbeda yang dikemukakan oleh Saharuddin dan Sefri mangdik (2006) bahwa komponen alat *bending* pelat manual terdiri dari : (1) *Shank* (tangkai pemegang), (2) *Punch*, (3) Landasan (4) Pegas (5) *Top plate* (pelat atas) (6) *Bottom Plate* (pelat bawah),(7) *Dies*. Dari kedua kutipan diatas terdapat beberapa perbedaan komponen. Hal ini disebabkan karena dari setiap mesin *bending* di sesuaikan dengan kegunaannya.

Berdasarkan dari kedua kutipan diatas, dapat disimpulkan bahwa komponen–komponen utama dari alat *bending* pelat adalah sebagai berikut :

1. *Punch*

Punch merupakan komponen utama *press tool*. *Punch* biasanya dipasang pada pelat atas (*top plate*) atau bahkan pada pelat bawah (*bottom plate*). Material *punch* yang di gunakan umumnya adalah baja perkakas.

2. *Die*

Die merupakan pasangan dari *punch* untuk pada proses pembentukan pelat sehingga dalam perencanaan bentuk *die* selalu disesuaikan dengan bentuk *punch*. Bahan *die* sama dengan bahan *punch* agar *die* tidak mengalami keausan diakibatkan sering digunakan.

3. Pegas

Pegas merupakan suatu komponen yang digunakan untuk mengembalikan *punch* pada posisi awal saat proses penekukan pelat. Material pegas yang ideal adalah material yang memiliki kekuatan *ultimate* yang tinggi, kekuatan *yield* yang tinggi, dan modulus elastisitas atau modulus geser yang rendah untuk menyediakan kemampuan penyimpanan energi yang maksimum.

4. Poros/Pilar

Poros/Pilar merupakan suatu komponen yang berfungsi sebagai pengarah *punch* sehingga tidak terjadi pergeseran dan *punch* tetap sesumbu dengan *die*.

5. *Bushing*

Bushing merupakan suatu komponen yang berfungsi sebagai bantalan agar tidak terjadi pergeseran antara poros dan pegas sehingga tetap sesumbu dengan *punch* dan *die*.

6. Landasan dasar

Landasan dasar merupakan tempat yang menopang semua komponen yang ada pada alat *bending*.

7. Pelat atas (*top plate*)

Pelat atas atau *top plate* merupakan pendukung untuk menahan dongkrak hidrolik pada saat dongkrak hidrolik dipompa turun kebawah. *Top plate* merupakan plat persegi panjang yang dirancang sesuai dengan kebutuhan dan biasanya terbuat dari baja karbon menengah.

8. Pelat bawah (*bottom plate*)

Pelat bawah (*bottom plate*) adalah pelat persegi tempat dudukan dongkrak hidrolik pada rancangan suatu alat *bending*.

9. Rangka

Rangka merupakan bagian dari alat *bending* yang berfungsi untuk menopang semua komponen-komponen lain yang ada pada alat *bending* pelat.

10. Hidrolik

Hidrolik adalah suatu sistem/peralatan yang bekerja berdasarkan sifat dan potensi/kemampuan yang ada pada zat cair (*liquid*). Kata hidrolik sendiri berasal dari bahasa 'Greek' yakni dari kata '*hydro*' yang berarti air dan '*aulos*'

yang berarti pipa. Namun, pada masa sekarang ini sistem hidrolik kebanyakan menggunakan air atau campuran oli dan air (*water emulsion*) atau oli. Sistem hidrolik pada alat *bending* plat berfungsi sebagai tenaga penekan dalam proses pembentukan atau membending pelat.

11. Baut Pengikat

Baut pengikat berfungsi untuk mengikat atau penyambung kerangka alat *bending*.

2.3 Prinsip Kerja Alat *Bending Portable* Dengan Sistem Dongkrak Hidrolik

Prinsip kerja alat *bending* plat dengan sistem hidrolik ini yaitu menggunakan sistem dongkrak hidrolik sebagai tenaga penekannya dalam proses pembengkokan pelat untuk membentuk atau menekuk pelat. Pelat yang akan *dibending* adalah pelat baja karbon dengan ketebalan 2 mm, 3 mm dan 4 mm diletakan pada landasan *die*. Pelat lembaran dimasukkan kedalam alat ketika tuas dongkrak hidrolik dipompa ditekan secara manual sehingga mengakibatkan *punch* turun kebawah sampai menekan pelat sehingga pelat tersebut membengkok dan tetap ditekan secara manual sehingga membuat *punch* dapat mem-*bending* lembaran pelat dengan ukuran yang telah ditentukan dan lembaran tersebut membentuk menjadi produk yang direncanakan. Saat *valve* kontrol yang ada pada dongkrak hidrolik dilonggarkan sehingga mengurangi tekanan pada *punch*, maka pegas akan mengembalikan *punch* pada posisi awal.

2.4 Dasar-Dasar Rancang Bangun

Dalam pembuatan alat *bending* pelat dengan sistem hidrolik ini, ada beberapa hal yang menjadi dasar-dasar perhitungan yaitu :

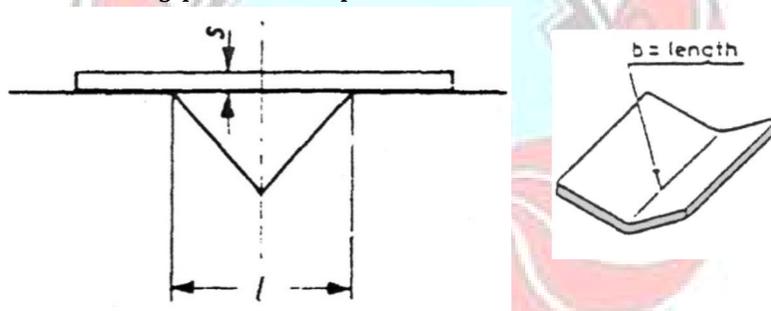
2.4.1 Perhitungan Gaya Tekuk pada Plat yang Dibengkokkan

Besarnya gaya tekuk yang terjadi dihitung dari persamaan :

$$M_b = \frac{F \cdot l}{4} \text{ dan } M_b = W \cdot \sigma_b \rightarrow W = \frac{b \cdot s^2}{6} \dots\dots(\text{Suyuti, 2007})$$

Dari kedua persamaan diatas maka besarnya gaya tekuk adalah :

$$F = \frac{2 \cdot b \cdot s^2 \cdot \sigma_b}{3 \cdot l} = \frac{0,7 \cdot b \cdot s^2 \cdot \sigma_b}{l} \text{ (N)} \dots\dots(\text{Suyuti, 2007})$$



Gambar 2.1 Gaya *Bending*

Dimana :

F = Gaya tekuk (N)

b = Lebar tekukan (mm)

s = Tebal pelat (mm)

σ_b = Tegangan bengkok bahan (N / mm²)

M_b = Momen bengkok (N.mm)

W = Beban tahanan bengkok (N)

l = Lebar alur 'V' (mm)

2.4.2 Perhitungan Massa Bahan

Untuk mengetahui massa/berat maka dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$W = V \times \rho \quad \dots\dots\dots(\text{Kadir, 2010:62})$$

Dimana :

W = Massa bahan (Kg)

V = Volume bahan (mm³)

P = Massa jenis bahan (Kg/ mm³)

2.4.3 Perhitungan Beban Pegas

Untuk perhitungan pegas digunakan rumus sebagai berikut :

$$C = D/d \quad \dots\dots\dots(\text{Dahlan.dkk, 2009:27})$$

Dimana :

C = Indeks pegas

D = Diameter rata-rata lilitan pegas (mm)

d = Diameter kawat pegas (mm)

$$K = \frac{4C - 1}{4C - 4} + \frac{0,615}{C} \quad \dots\dots\dots(\text{Dahlan.dkk, 2009:27})$$

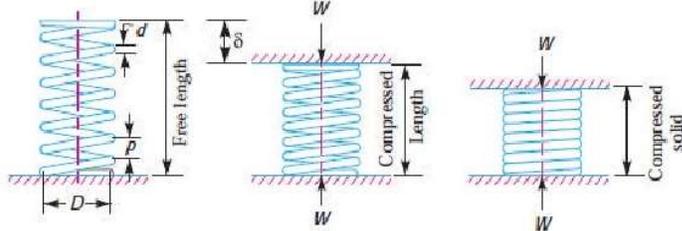
Dimana :

K = konstanta pegas

$$\delta = \frac{8WD^3n}{Gd^4} \dots\dots\dots(Dahlan.dkk, 2009:27)$$

$$N = n + (1,5 \text{ sampai } 2)$$

$$W = \frac{\delta Gd^4}{8D^3n}$$



Gambar 2.2 Beban pada Pegas

Dimana :

- W_{pegas} = Beban (N)
- δ = Defleksi (mm)
- G = Modulus geser (83×10^3 N/mm)
- N = Jumlah lilitan pegas
- n = Jumlah lilitan yang aktif
- D = Diameter pegas (mm)
- d = Diameter kawat pegas (mm)

2.4.4 Perhitungan Kebutuhan Gaya Hidrolik

Kebutuhan gaya hidrolik pada alat *bending* dapat diketahui dengan menjumlahkan gaya *bending* pada pelat ditambah dengan gaya pegas dikurang dengan beban *punch* dan *bottom plate*.

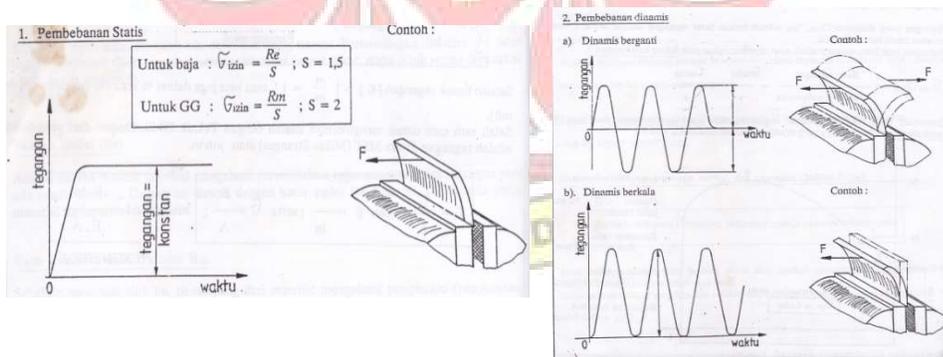
$$F_{total} = F_{bending} + \text{Beban pegas} - \text{Beban } punch$$

$$F_{total} = F_{bending} + W_{pegas} - W_{punch}$$

2.4.5 Perhitungan Spesifikasi Bahan Penyanggah Atas

Kekuatan penyanggah atas memiliki peranan yang sangat penting dalam perancangan alat *bending* ini. Penyanggah atas di rancang sesuai kebutuhan untuk menahan beban dari dongkrak hidrolis pada saat dongkrak hidrolis dipompa turun kebawah. Sehingga untuk menentukan besar penyanggah atas dapat ditentukan dengan persamaan (Mott Robert L, 2009)

Adapun perhitungan kekuatan penyanggah atas adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3 Jenis Pembebanan

$$R_A = \frac{F \cdot b}{a + b}, \quad R_B = \frac{F \cdot a}{a + b} \dots \dots \dots (\text{Robert L, 2009})$$

Dimana :

F = Gaya yang terjadi (N)

a=b=½ L (mm)

RA=RB = Gaya tumpuan (N)

Adapun untuk menentukan tegangan lengkung dapat diperoleh dengan persamaan (Mott Robert L,2009).

$$\tau = \frac{M}{S} \dots\dots\dots (Mott Robert L, 2009)$$

Dimana :

τ = Tegangan lengkung (N/mm²)

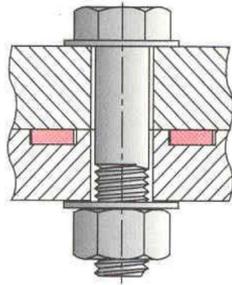
S = Modulus elastis bahan (mm³)

M = Momen lengkung (Nmm)

2.4.6 Perhitungan Sambungan Baut

Untuk penyambungan dua bagian atau komponen, kita mengenal beberapa jenis sambungan. Salah satu diantaranya adalah sambungan baut dan mur. Keuntungan sambungan ini adalah mampu menahan beban yang cukup besar, biasanya relatif murah dan mudah pada saat dipasang ataupun dibuka bila diinginkan.

Sebagai sarana penyambung yang akan dilepas banyak dipergunakan ulir sekrup. Ulir sekrup pada sebuah batang bulat (tangkai) disebut baut sekrup . Atau disingkat baut, berbentuk segi empat atau segi enam sehingga dapat dikencangkan dari luar.



Gambar 2.5 Sambungan Baut

Untuk menentukan diameter baut didasarkan pada tegangan yang terjadi pada baut tersebut. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut

$$\tau_g = \frac{F}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d^2) \cdot n} \dots\dots\dots(\text{Sularso, 1991})$$

Dimana :

F = Gaya yang terjadi (N)

d = Diameter inti baut (mm)

τ_g = Tegangan geser (N/mm²)

n = Jumlah baut

2.4.7 Perhitungan *Spring back*

Spring back merupakan gaya balik yang ditimbulkan akibat pengaruh elastisitas bahan pelat yang mengalami proses pembentukan. Besarnya gaya balik ini ditentukan oleh harga *Modulus Elastisitas* bahan. Dalam proses penekukan harus diperhatikan gaya *spring back* yang terjadi,

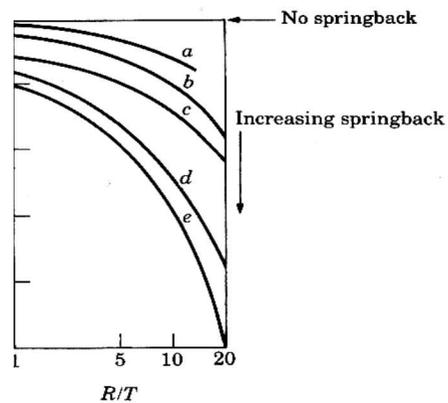
karena *spring back* mengakibatkan terjadinya penyimpangan terhadap sudut pembengkokan yang dibentuk.

Seorang pekerja harus dapat memperhitungkan besarnya *spring back* ini. Contoh sederhana dapat diperlihatkan pada saat proses pembengkokan untuk menekuk pelat dengan sudut 90^0 maka besarnya sudut 'V' pada *die* kurang dari 90^0 ($< 90^0$). Sehingga pada proses pembengkokan pelat dapat menghasilkan sudut 90^0 . Proses *spring back* pada pembentukan dengan *bending* ini dapat dilihat seperti pada gambar 2.6.

Besarnya perubahan dimensi pada hasil pembentukan terjadi ketika tekanan pembentukan ditiadakan merupakan sifat bahan logam yang mempunyai *elastisitas* tersendiri. Perubahan ini terjadi akibat dari perubahan regangan yang dihasilkan oleh pemulihan elastik. Jika beban dihilangkan regangan total akan berkurang sehingga menyebabkan terjadinya pemulihan elastik. Pemulihan elastik berarti pula balikan pegas, akan mungkin besar jika tegangan luluh semakin tinggi, atau modulus elastik lebih rendah dan regangan plastiknya makin besar.

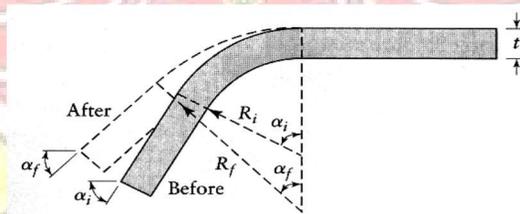
Keterangan :

- (a) 2024-0 and 7075-0 aluminum;
- (b) Austenitic stainless steels;
- (c) 2024-T aluminum;
- (d) 1/4-hard austenitic stainless steels;
- (e) 1/2-hard to full-hard austenitic



Gambar 2.6 *Spring Back* pada Pelat

Spring back dapat terjadi pada semua proses penekukan, tetapi pengamatan yang paling mudah pada hasil penekukan. Jari-jari lengkungan (R_i) lebih kecil sebelum beban dihilangkan dibanding jari-jari lengkungan (R_f) setelah beban dihilangkan. *Spring back* dapat dihitung menggunakan persamaan (Suyuti, 2007):



Gambar 2.7 *Spring back* pada Proses Bending

$$K_s = \frac{\alpha_f}{\alpha_i} = \frac{(2.R_i/T) + 1}{(2.R_f/T) + 1} \dots\dots(Suyuti, 2007)$$

Dimana :

K_s = faktor *Spring Back*

α_f = Sudut pada plat yang ditekuk ($^{\circ}$)

α_i = Sudut die ($^{\circ}$)

Spring back untuk material baja lunak, tembaga, alumunium, dan kuningan sebesar $0 - 1^{\circ}$. Untuk karbon menengah *spring back* antara $1 - 5^{\circ}$ dan untuk karbon tinggi atau material yang dikeraskan *spring back* yang terjadi antara $12 - 15^{\circ}$ (D.Eugene Ostergeard, 2010:23).



BAB III

METODE KEGIATAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Pelaksanaan pembuatan alat *bending portable* dengan sistem dongkrak hidrolik ini dilakukan di Bengkel Las, Lab Mekanik dan Bengkel Mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, pada bulan Maret s/d Agustus 2018.

3.2 Alat dan Bahan Yang Digunakan

Pada pembuatan alat *bending portable* dengan sistem dongkrak hidrolik, komponen yang digunakan terdiri dari komponen yang dibuat dan komponen standar atau dibeli dipasaran. Adapun bahan-bahan komponen yang dibuat dan komponen standar tersebut sebagai berikut :

3.2.1 Alat

Berikut ini adalah alat-alat yang diperlukan :

- a) Mesin
 1. Mesin bubut dengan perlengkapannya.
 2. Mesin pemotong pelat.
 3. Mesin las dengan perlengkapannya.
 4. Mesin bor dengan perlengkapannya.
 5. Mesin *frais* dengan perlengkapannya.
 6. Mesin gergaji.

7. Gerinda pemotong.
8. *Brender* pemotong.
9. Gerinda tangan.

b) Peralatan :

1. Ragum
2. Martil
3. Kertas gosok
4. Mata bor
5. Kikir
6. Tang
7. Penitik
8. Penggaris
9. Busur derajat
10. Mistar siku
11. Jangka sorong.
12. Mistar gulung.
13. Pisau perata
14. Spidol.
15. Pensil.
16. Pulpen.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan untuk pembuatan alat *bending* plat dengan sistem dongkrak hidrolik yaitu :

1. Pelat baja
2. Baja persegi 60 × 60 mm
3. Baja karbon
4. *Bushing*.
5. Pegas tarik dan pegas tekan

6. Profil U
7. Poros *stainless steel*
8. Elektroda las AWS E60XX.
9. Hidrolik (dongkrak)
10. Baut dan mur
11. Poros

3.3 Prosedur / Langkah Kerja

Secara umum pelaksanaan pembuatan alat *bending portable* dengan sistem dongkrak hidrolik terdiri dari studi literatur, perancangan, pembuatan komponen, dan perakitan.

3.3.1 Studi Literatur

Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan informasi dan data kepustakaan yang berkaitan dengan kegiatan yang akan dilaksanakan.

3.3.2 Tahapan Perancangan

Tahapan perancangan yang akan dibuat adalah alat mesin *bending* pelat dengan sistem dongkrak hidrolik dimana setiap komponennya dapat dipasang dan dilepas kembali. Alat ini nantinya akan menghasilkan hasil *bending* V dan hasil *bending* radius. Dalam tahapan ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti kekuatan, konstruksi atau rangka alat dan kemudahan dalam memasang dan melepas komponen.

Perancangan pada alat *bending* ini, terdiri atas beberapa perancangan untuk menentukan bentuk alat yang akan di buat dengan mempertimbangkan beberapa faktor yang ada.

A. Perancangan Komponen

Ada beberapa kegiatan yang harus diperhatikan dan dilakukan dengan proses perancangan komponen alat ini yaitu :

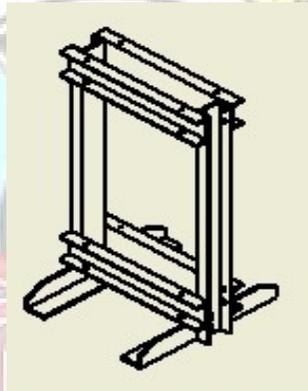
1. Pembuatan sketsa atau gambar alat *bending* yang akan dibuat dimana pembuatan sketsa atau gambar dilakukan dengan cara menggambar dikomputer menggunakan *software Autodesk Inventor*.
2. Menghitung komponen-komponen alat dan melakukan uji kelayakan alat melalui perhitungan komponen yang akan digunakan baik yang dibuat maupun dibeli.
3. Memilih bahan untuk setiap komponen yang akan digunakan berdasarkan hasil perhitungan.
4. Persiapan alat yang akan digunakan.
5. Pembuatan komponen yang akan digunakan dalam alat *bending portable* dengan sistem dongkrak hidrolis.
6. Melakukan perakitan dan penyetelan setiap komponen.

B. Sub Komponen

1. Kontruksi Rangka

Kontruksi rangka merupakan komponen utama pada alat *bending* pelat. Rangka memiliki tugas sebagai penopang keseluruhan beban dari

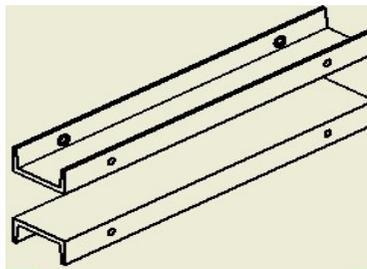
komponen yang dipasangkan pada rangka. Kontruksi rangka dalam tahap perancangan ini merupakan rangkaian dari profil U yang disusun menggunakan jenis sambungan las dan baut namun sambungan baut lebih banyak digunakan jika dibandingkan dengan sambungan las. Dari segi perawatan cukup mudah karena pada struktur rangka tidak bersifat permanen. Hal ini dikarenakan sebagian besar struktur rangka menggunakan sambungan baut. Struktur rangka ini juga sangat kokoh.



Gambar 3.1 Konstruksi Rangka

2. Konstruksi Landasan Dasar

Landasan dasar merupakan besi pelat yang berbentuk persegi panjang untuk meletakkan *die set*



Gambar 3.2 Konstruksi Landasan Dasar

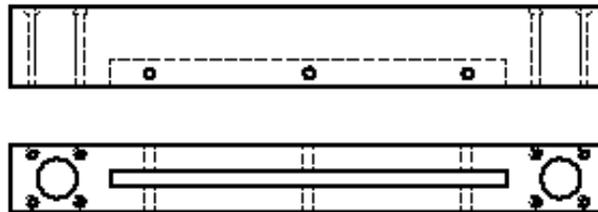
3. Konstruksi *Die Set*

Die set memiliki peran penting sebagai pembentuk pelat. Perancangan *die set* ini berdasarkan acuan pada standar part yang ada. Namun konsep *die set* yang dipilih dimodifikasi agar dapat diganti-ganti dengan *die set* lain-Nya.

Konsep perancangan *die set* alat *bending* memiliki bentuk V dan Radius. *Die set* ini menggunakan sambungan las, baut dan suaian sebagai penyatu tiap - tiap komponen, serta menghitung kelayakan komponen-komponen yang akan digunakan baik yang dibuat maupun yang dibeli. Adapun desain dari komponen-komponen *die set* sebagai berikut.

1) *Top Plate* (plat atas)

Top Plate (pelat atas) Pembuatan komponen ini terlebih dahulu difrais tiap sisinya menggunakan mesin *frais/milling* sehingga sesuai dengan ukuran yang diinginkan.



Gambar 3.3 *Top Plate*

2) Kontruksi Poros

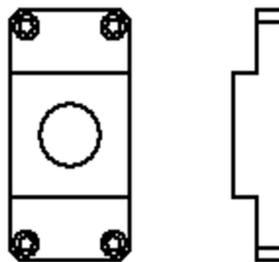
Poros/Pilar merupakan suatu komponen yang berfungsi sebagai pengarah *punch* sehingga tidak terjadi pergeseran dan *punch* tetap sejajar dengan *die*.



Gambar 3.4 Konstruksi Poros

3) Plat Dudukan Poros

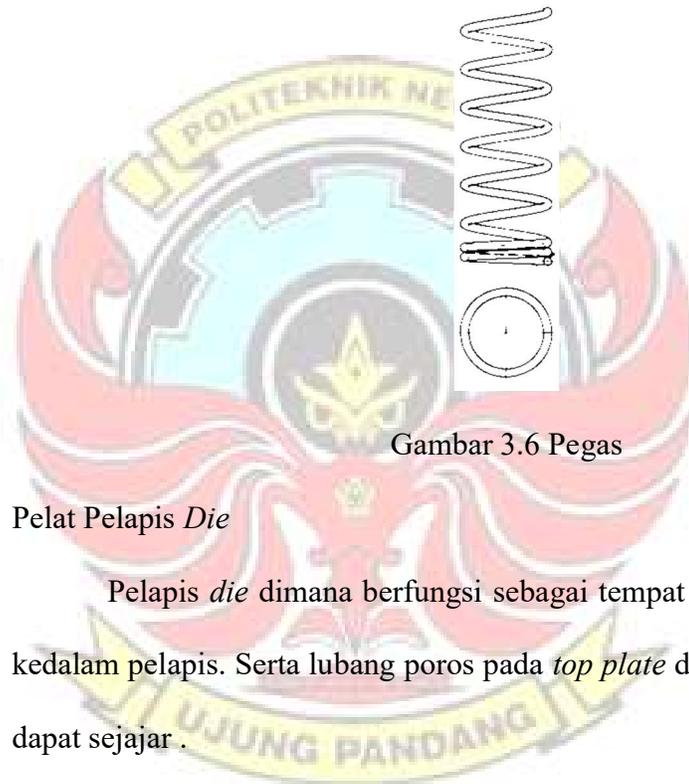
Dudukan poros dimana dilubangi sesuai dengan ukuran agar saat poros dipasang tidak bergeser.



Gambar 3.5 Pelat Dudukan Poros

4) Pegas

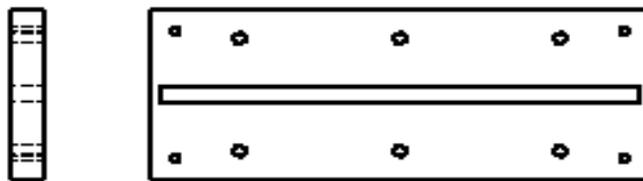
Pegas berfungsi menahan beban *punch* pada saat melakukan proses penekukan menggunakan dongkrak hidrolik dan mengembalikan *punch* ke posisi semula setelah terjadi tekukan yang diinginkan.



Gambar 3.6 Pegas

5) Pelat Pelapis *Die*

Pelapis *die* dimana berfungsi sebagai tempat masuknya alur *die* kedalam pelapis. Serta lubang poros pada *top plate* dan dudukan poros dapat sejajar.



Gambar 3.7 Pelapis *Die*

6) Kontruksi *Bushing*

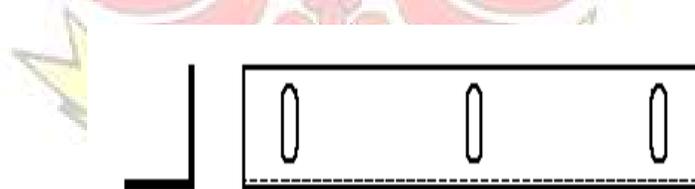
Bushing adalah suatu komponen yang berfungsi sebagai bantalan agar tidak terjadi pergeseran antara poros dan pegas. *Bushing* ini dapat diperoleh pada toko yang menyediakan berbagai macam besi dan Poros. Perancangan *bushing* harus memperhatikan diameter dalam dan toleransinya.



Gambar 3.8 Konstruksi *Bushing*

7) Pelat Pengunci *Die*

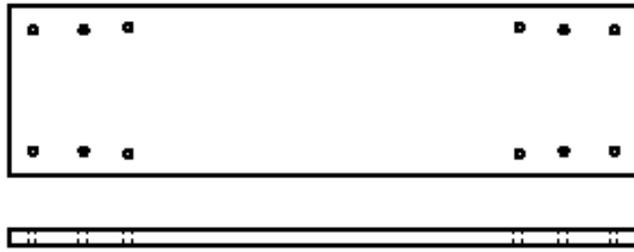
Pelat pengunci *die* ini berfungsi untuk menahan *die* agar tidak mengalami pergeseran pada saat melakukan penekukan pelat.



Gambar 3.9 Pelat Pengunci *Die*

8) Bottom *Plate* (pelat bawah)

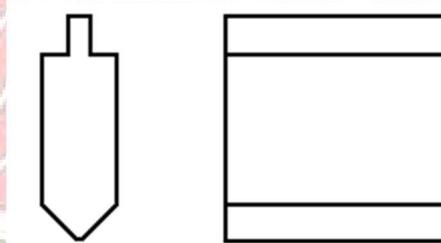
Bottom pelat ini merupakan pelat bawah tempat dudukan semua komponen.



Gambar 3.10 *Bottom Plat*

4. Kontruksi *Punch*

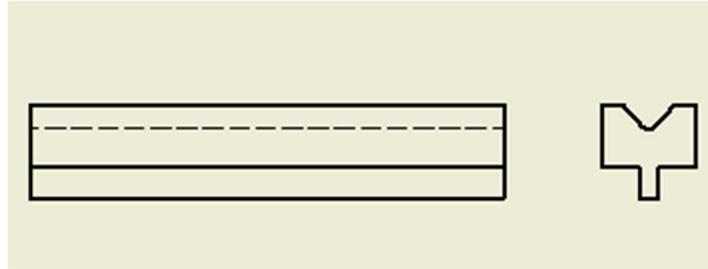
Punch merupakan komponen yang menekuk pelat. *Punch* memiliki bentuk yang beragam disesuaikan dengan kegunaannya. *Punch* terbuat dari bahan St. 42 dengan bentuk persegi pejal. Dalam merancang *punch* perlu mencari konsep yang tepat sehingga memudahkan pada saat pembuatan atau perakitan.



Gambar 3.11 Konstruksi *Punch*

5. Kontruksi *Die*

Die merupakan pasangan dari *punch* untuk pada proses pembentukan pelat sehingga dalam perencanaan bentuk *die* selalu disesuaikan dengan bentuk *punch*. *Die* terbuat dari bahan St.42 dengan bentuk persegi pejal. Adapun sudut yang di desain yaitu 85°.



Gambar 3.12 Konstruksi *Die*

6. Hidrolik.

Hidrolik merupakan komponen yang berfungsi menggerakkan *punch* dalam proses penekukan pelat. Hidrolik menggunakan oli sebagai pendorongnya.

7. Dongkrak Hidrolik

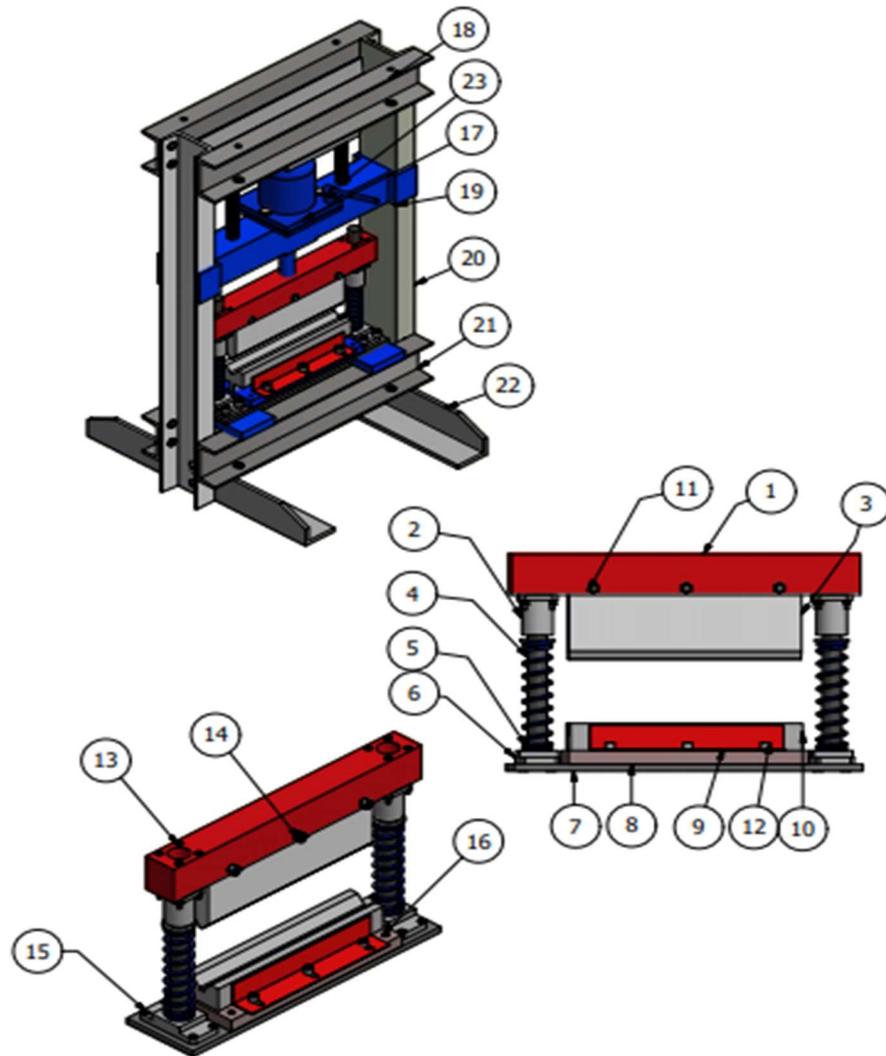
Dongkrak hidrolik berfungsi mengontrol daya tekan yang diberikan hidrolik kepada *punch* yang digerakkan secara manual menggunakan tangan operator. Dongkrak diletakkan disamping hidrolik.

8. Baut Pengikat

Baut adalah suatu komponen yang berfungsi sebagai pengikat antara komponen yang satu dengan komponen yang lainnya. Komponen ini dapat diperoleh di toko yang menyediakan alat pemesinan.

3.3.3 Hasil Desain Akhir

Setelah semua komponen didesain maka selanjutnya dilakukan perakitan setiap komponen menjadi alat *bending portable*. Adapun hasil desain akhir alat *bending* yang dihasilkan dapat lihat pada gambar berikut ini :



Gambar 3.13 Hasil desain akhir alat *bending portable*

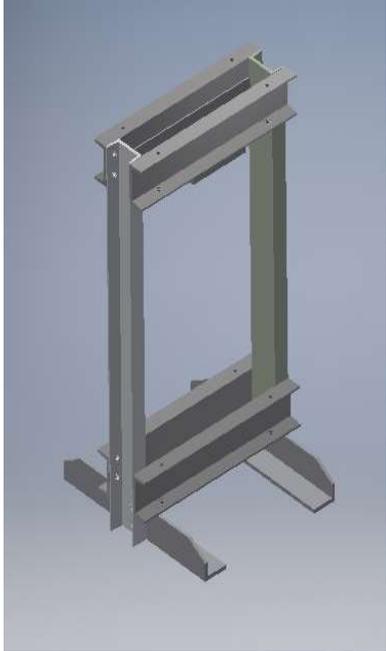
Nama-nama komponen sebagai berikut :

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. <i>Top plate</i> | 12. <i>Die</i> |
| 2. <i>Bearing</i> | 13. Baut pengikat <i>punch & top plate</i> |
| 3. <i>Punch</i> | 14. Baut pengunci <i>die</i> |
| 4. Poros | 15. Baut <i>bearing</i> |
| 5. Pegas | 16. Mur pengikat <i>punch & top plate</i> |
| 6. Dudukan poros | 17. Baut dudukan <i>die</i> |
| 7. <i>Bottom plat</i> | 18. Baut pelapis <i>die</i> |
| 8. Pelat pelapis <i>die</i> | 19. hidrolik |
| 9. Pelat pengunci <i>die</i> | 20. Rangka atas |
| 10. Dudukan hidrolik | 21. Rangka bawah |
| 11. Rangka samping | |

3.3.4 Tahapan Pembuatan

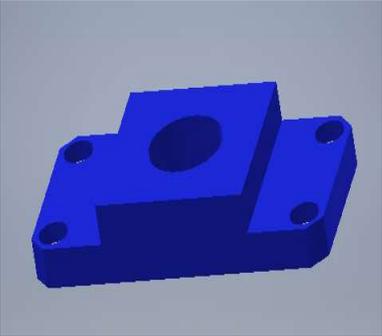
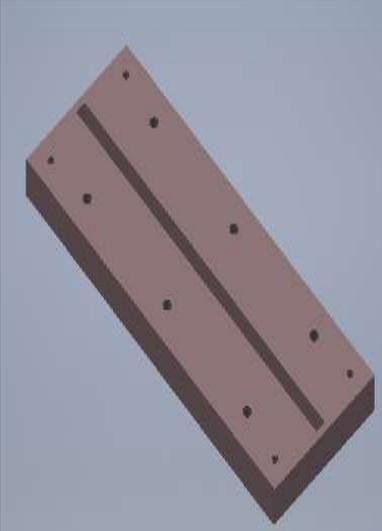
Tahap Pembuatan alat *bending portable* dengan sistem dongkrak hidrolik ini merupakan proses realisasi terhadap konsep perancangan. Segala bentuk komponen dan sub komponen. Dalam proses pembuatan perlu diperhatikan prosedur atau urutan-urutan dari perancangan yang akan di buat.

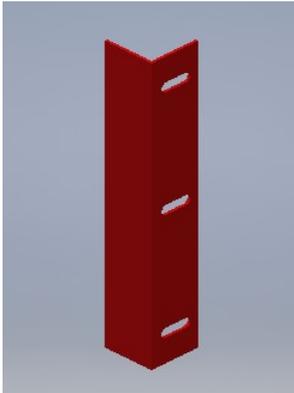
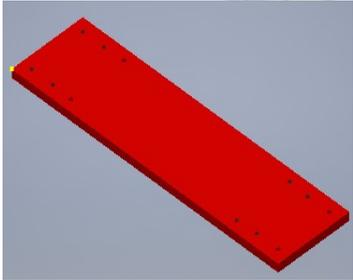
Table 3.1 Prosedur proses pembuatan komponen

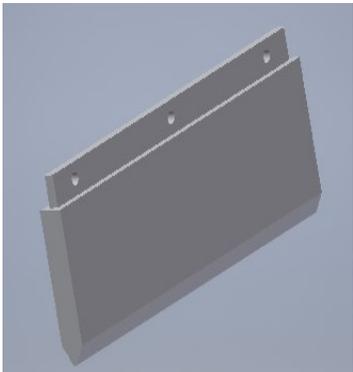
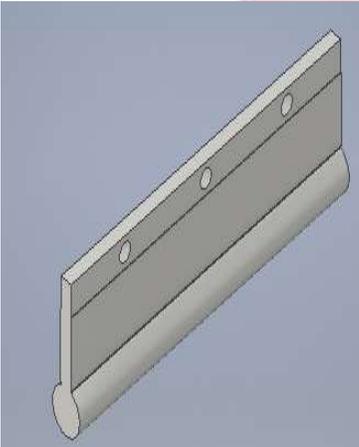
No	Nama komponen	Alat & Bahan	Proses Pembuatan
1.	<p>Rangka</p> 	<p>a. Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gerinda Potong - Mesin Bor - Mesin Las Listrik - <i>Brander</i> Las - Mata Bor Ø 15 mm & 10 mm - Mistar Siku - Mistar Baja - Penggores - Meteran <p>b. Bahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Profil UMP - Elektroda - Baut 	<p>Rangka dibuat dari besi baja , yaitu jenis besi profil U dimana dalam pembuatan rangka dilakukan pemotongan bahan menggunakan <i>brander</i> las, bahan di yang potong mendekati ukuran kemudian di gerinda hingga mendapatkan ukuran yang sesuai dan dibor dengan ukuran Ø 15 mm dan Ø 10 mm. kemudian komponen <i>part-part</i> yang sudah di potong akan dirangkai satu sama lain dengan menggunakan las listrik dan baut. Sehingga membentuk suatu rangka yang utuh sesuai dengan gambar kerja/rancangan.</p>

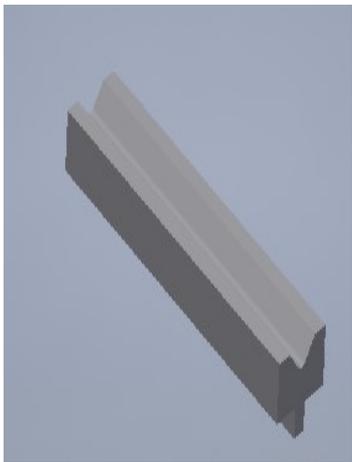
<p>2.</p>	<p>Dudukan hidrolik</p> 	<p>a. Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gerinda Potong - Mesin Bor - Mesin Las Listrik - Mata Bor Ø 10 mm - Mistar Baja - <i>Brander</i> Las - Penggores - Meteran <p>b. Bahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Profil U - Elektroda - Baut 	<p>Dudukan hidrolik dibuat dari besi baja , yaitu jenis besi profil U dimana dalam pembuatan rangka dilakukan pemotongan bahan menggunakan <i>brander</i> las, bahan di yang potong mendekati ukuran kemudian di gerinda hingga mendapatkan ukuran yang sesuai, setelah itu ujung dari dudukan hidrolik masing-masing di beri 2 pelat dengan ukuran 50 mm x 50 mm dengan cara di las. Kemudian bagian atas besi profil U diberi pelat dengan ukuran 150 mm x 150 mm x 20 mm menggunakan sambungan baut.</p>
<p>4</p>	<p><i>Top Plate</i> (Pelat Atas)</p> 	<p>a. Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Cutter</i> 50 mm - Mesin Bor - Mata Bor Ø 26 mm, Ø 7 mm & 8 mm - Mistar Baja - Penggores <p>b. Bahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Besi Pejal 	<p>Pelat terlebih dahulu dibor dengan Ø 26 mm sampai menembus pelat. Fungsi lubang ini sebagai penepat poros. Kemudian dilakukan kembali dibor dengan dengan Ø 7 mm sampai menembus pelat, lubang ini sebagai penghubung <i>bushing</i>. Pelat kemudian di las dengan pelat pelapis <i>die</i>, tujuan dari pengerjaan ini adalah agar</p>

			alur pada pelat pelapis <i>die</i> dan <i>top plate</i> dapat dikerjakan secara bersamaan sehingga ukuran yang didapatkan presisi. Pembuatan alur pada pelat menggunakan mesin <i>milling</i> . Langkah terakhir dilakukan pengeboran pelat dengan $\text{Ø} 8$ mm ini sebagai penyambung antara <i>Punch</i> dan <i>Top Plate</i> .
5	<p>Poros</p> 	<p>a. Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mesin Bubut - Mesin Gergaji - Pahat rata kanan - Jangka Sorong <p>b. Bahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Besi 	<p>Poros Terbuat dari besi pejal, material dipotong terlebih dahulu menggunakan gergaji dengan ukuran 260 mm, kemudian <i>Facing</i> material dari ukuran 1 inch menjadi 25 mm dengan menggunakan mesin bubut. Mengebor material dengan $\text{Ø} 5,3$ mm dengan kedalaman 20 mm pada mesin bubut. selanjutnya membuat ulir dengan menggunakan <i>hand tab</i> M6.</p>
6	Dudukan Poros	<p>a. Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mesin Gergaji - Jangka Sorong - <i>Cuttter</i> $\text{Ø} 20$ mm 	<p>Memotong Material terlebih dahulu dengan ukuran 100×50 mm dengan menggunakan mesin gergaji. Kemudian</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Mesin <i>Milling</i> b. Bahan : - Plat 	<p>mengebor material dengan \varnothing 25 mm sebagai penepat poros dan \varnothing 6 mm untuk menyambungkan <i>Bottom plate</i> dengan dudukan poros. Selanjutnya membuat material bertingkat dengan menggunakan mesin <i>milling</i>.</p>
7	<p>Pelapis <i>Die</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> a. Alat : - Mesin Gergaji - Jangka Sorong - Cutter \varnothing 20 mm - Mesin <i>Milling</i> - Mata bor - Bor duduk b. Bahan : - Pelat 	<p><i>Facing</i> Pelat menggunakan mesin mlling sampai mencapai ukuran 120×310 mm, mengelas pelapis <i>die</i> dengan <i>top plate</i>, tujuan dari pengerjaan ini agar alur pada plat pelapis <i>die</i> dan <i>top plate</i> dapat dikerjakan secara bersamaan sehingga ukuran yang didapatkan pun presisi, kemudian membuat alur dengan ukuran 12 mm menggunakan mesin <i>milling</i>. Sebelum melepas <i>top plate</i> pada pelapis <i>die</i>, terlebih dahulu dilakukan pengelasan antara pelat pelapis <i>die</i> dengan dudukan poros dan <i>bottom plate</i>. Tujuan dari pengerjaan ini adalah agar lubang poros pada <i>top plate</i> dan dudukan</p>

			poros dapat sejajar, serta lubang antara <i>bottom plate</i> dengan pelapis <i>die</i> dan dudukan poros dapat presisi, langkah akhir melakukan pengeboran pelat pelapis <i>die</i> dengan Ø 6 mm menggunakan mesin <i>frais/milling</i> .
8	<p>Plat pengunci <i>die</i></p> 	<p>a. Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mesin Gergaji - Jangka Sorong - <i>Cuttter</i> - Mesin <i>Milling</i> <p>b. Bahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Besi 	Memotong material terlebih dahulu dengan ukuran 300 mm menggunakan mesin gergaji, kemudian membuat slot dengan lebar 8 mm menggunakan mesin <i>milling</i> .
9	<p><i>Bottom plate</i></p> 	<p>a. Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jangka Sorong - <i>Cuttter</i> - Mesin <i>Milling</i> <p>b. Bahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Besi 	<p><i>Facing</i> pelat terlebih dahulu dengan ukuran 130 × 400 mm menggunakan mesin <i>milling</i>.</p> <p>Untuk pengeboran pada <i>Bottom plate</i> telah dilakukan bersamaan dengan pembuatan lubang pada pelat pelapis <i>die</i> dan dudukan poros.</p>

<p>10</p>	<p><i>Puch</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Punch</i> bentuk V  <ul style="list-style-type: none"> • <i>Punch</i> bentuk Radius 	<p>a. Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jangka Sorong - <i>Cuttter</i> Ø 20 & Ø10 mm - Mesin <i>Milling</i> <p>b. Bahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pelat - Poros 25,4 mm 	<p>1. Pembuatan <i>Punch</i> bentuk V <i>Punch</i> V dilakukan di Bengkel Mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang dan Laboratorium CNC Balai Latihan Kerja Makassar. Memotong material terlebih dahulu menggunakan mesin gergaji, kemudian <i>Facing</i> material dengan ukuran 60 ×115 mm menggunakan mesin <i>milling</i>, selanjutnya membuat alur dengan lebar ukuran 12 mm kedalaman 20 mm dengan mesin <i>milling</i>. Membuat alur sudut dan mengebor material dengan Ø 8 mm.</p> <p>2. Pembuatan <i>Punch</i> Bentuk Radius Memotong material terlebih dahulu menggunakan mesin gergaji, <i>Facing</i> material menggunakan <i>cutter</i> Ø 20 mm , kemudian membuat alur dengan lebar ukuran 12 mm & kedalaman 20 mm dengan mesin <i>milling</i>. selajutnya poros di bubut sampai ukuran 300</p>
-----------	---	---	--

			mm, dan di buatkan alur dalam poros menggunakan \varnothing 10 mm , membuat bentuk radius . setelah itu mengebor material dengan \varnothing 8 mm.
11	<p><i>Die</i></p> 	<p>a. Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jangka Sorong - <i>Cuttter</i> \varnothing 20 & \varnothing10 mm - Mesin <i>Milling</i> <p>b. Bahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> - St. 42 persegi pejal 60 × 60 mm. 	<p>Proses pembuatan <i>die</i> dilakukan di bengkel Mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang dan Laboratorium CNC Balai Latihan Kerja Makassar.</p> <p><i>Facing</i> material dengan ukuran 60× 60 × 60 mm menggunakan mesin <i>milling</i>. membuat alur dengan lebar ukuran 12 mm kedalaman 20 mm dengan mesin <i>milling</i>, kemudian membuat sudut dengan bentuk V 85°& bentuk radius 85°, radius 6.</p>

3.3.5 Tahapan Perakitan

Tahapan perakitan merupakan tahap akhir pembuatan alat *bending* pelat dengan sistem dongkrak hidrolik. Pada tahapan ini komponen dan sub komponen yang telah dibuat masing-masing dirakit menjadi satu kesatuan utuh alat *bending* yang sesuai rancangan konstruksi. Berikut beberapa tahap dalam penggabungan komponen alat.

a. Sub Rangka

1. Langkah pertama siapkan semua komponen-komponen yang akan dirakit secara lengkap.
2. Menyatukan rangka bagian atas, bawah dan samping menggunakan baut dan mur.
3. Memasang profil U pada bagian tengah atas menggunakan baut dan mur dan dilas pinggirannya agar kokoh saat digunakan.
4. Menyambungkan pelat atas sebagai penahan hidrolik dengan rangka atas menggunakan baut dan mur.
5. Memasang landasan dasar yang telah dilas dengan rangka samping kiri kanan.
6. Memasang pelat penyangga pada bagian tengah landasan dasar dengan cara dilas.
7. Memasang meja *die set* pada landasan dasar
8. Memasang kaki pada pelat sambungan menggunakan baut dan mur dan dilas pada pinggiran pelat.

9. Menyambungkan poros dengan dudukan hidrolik dengan cara di las.
10. Memasang pegas tarik antara rangka atas dengan dudukan hidrolik.
11. Memasangkan pelat diatas *punch* sebagai dudukan hidrolik
12. Memasang hidrolik pada pelat yang terletak diatas *punch* menggunakan baut dan mur.

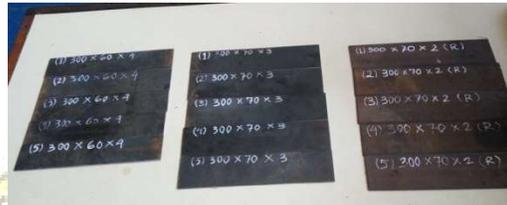
b. Sub *Die Set*

1. Tahap Pertama semua komponen yang telah dibuat dikumpulkan.
2. Menyambungkan *bottom plate* dengan pelat pelapis serta pelat dudukan poros dengan menggunakan baut.
3. Memasang poros pada *bottom plate* dan pelat dudukan poros dengan baut. Memasang pegas pada poros.
4. Menyambungkan *busing* dengan *top plate* dengan baut dan mur.
5. Memasang *busing* dan *top plate* pada poros.
6. Memasang *punch* pada *top plate* dengan baut dan mur.
7. Memasang *die* pada *bottom plate*.
8. Memasang pengunci *die* pada pelat pelapis *die* dan mengencangkannya setelah *die* diatur atau presisi dengan *punch*.

3.3.6 Tahapan Pengujian Alat

Adapun prosedur pengujian yang dilakukan dalam pengambilan data adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan sample bahan uji (Pelat Ketebalan 2 mm, 3 mm, 4 mm).



Gambar 3.14 Pelat

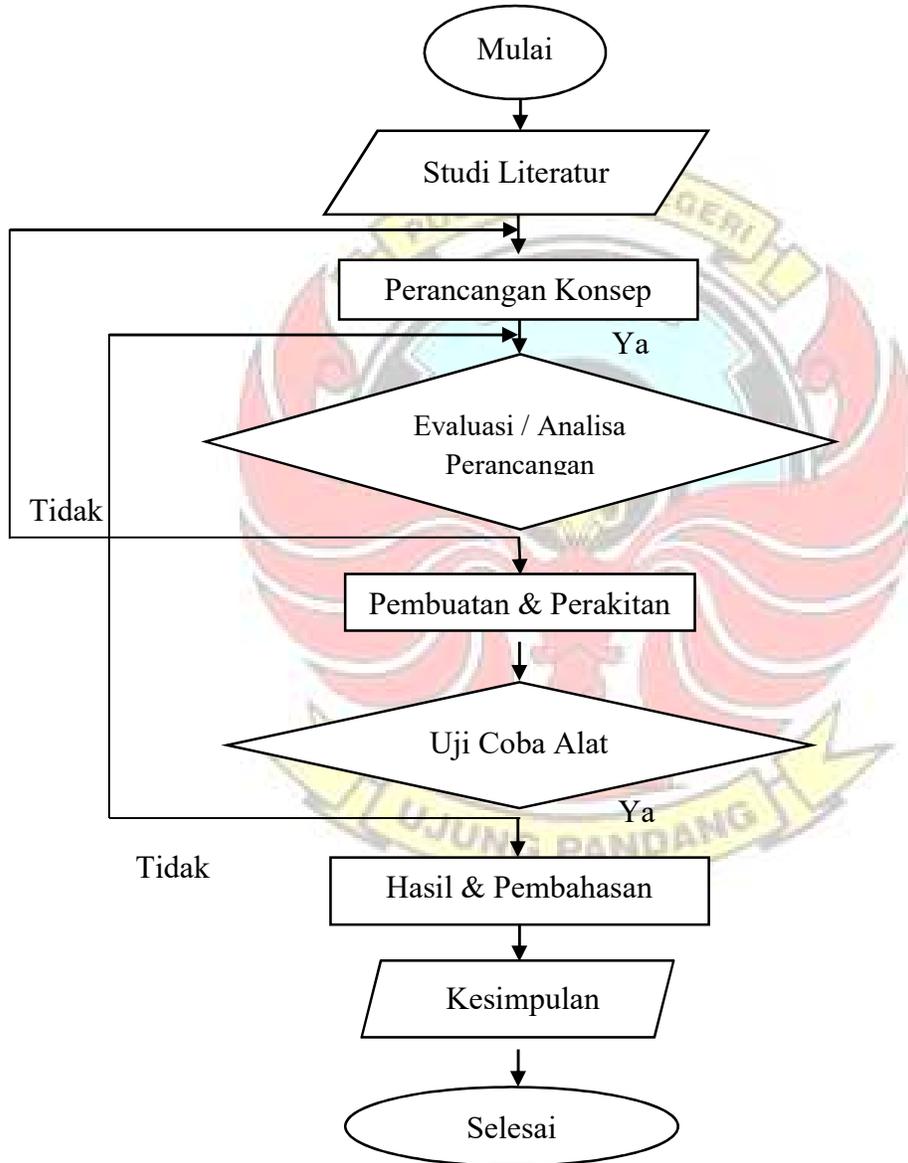
2. Menyiapkan alat ukur seperti mistar, meter, dan *bavel protector*.
3. Memberikan tanda garis tekuk pada pelat untuk dibending.
4. gerakkan dongkrak hidrolik menggunakan tangan sampai *punch* membengkokkan pelat yang berada pada *die*.
5. Mengurangi tekanan pada dongkrak hidrolik sehingga *punch* naik keatas (kembali ke posisi awal).
6. Mengamati pelat yang telah terbentuk dan mengukur hasil tekukan.

3.3.7 Teknik Analisa Data

Dari data-data yang diperoleh dari hasil pengujian alat *bending portable* dengan sistem dongkrak hidrolik, analisis menggunakan metode perbandingan, yaitu dengan membandingkan hasil dari tingkat produktifitas (waktu yang dibutuhkan untuk menekuk plat). Dengan menggunakan metode ini lalu data yang diperoleh melalui pengujian akan diuji secara deskriptif,

yaitu memberikan gambaran tentang hasil bending yang presisi dan tingkat produktivitas meningkat atau terjadi penurunan dibandingkan dengan alat sebelumnya.

3.4 Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir



Gambar 3.15 Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir

BAB IV

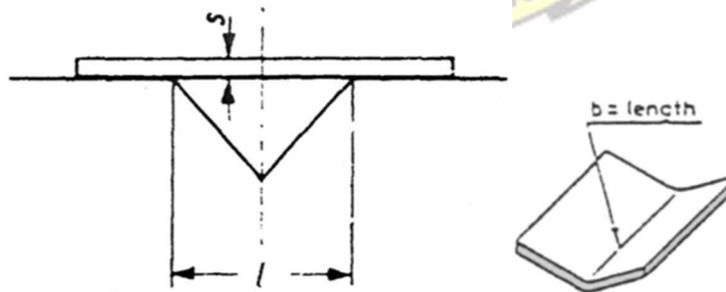
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Rancangan Kontruksi

4.1.1 Perhitungan Gaya tekuk Pelat

Untuk bending V, pelat yang akan ditekuk adalah pelat dengan ketebalan 2, 3 dan 4 mm dengan panjang masing-masing 300 mm dan lebar 60 mm untuk ketebalan 2 dan 3 mm, khusus untuk pelat dengan ketebalan 4 mm memiliki panjang 150 mm saja. Sedangkan untuk bending radius, pelat yang akan ditekuk adalah pelat dengan ketebalan 2 dan 3 saja dengan panjang masing-masing 300 mm dan lebar 70 mm. Pelat terbuat dari bahan St 37 dengan tegangan maksimum 370 N/mm². Adapun lebar alur *die* 60 mm. Sehingga besar gaya tekuk pada pelat dapat kita hitung menggunakan persamaan (suyuti, 2007):

$$F = \frac{2 \cdot b \cdot s^2 \cdot \sigma_b}{3 \cdot I} = \frac{0,7 \cdot b \cdot s^2 \cdot \sigma_b}{I} (N)$$



Gambar 4.1 Parameter Pelat yang akan Dibengkokkan

Jenis pelat yang kami gunakan yakni jenis bahan St37 sehingga tahanan bengkoknya dapat kita hitung :

$$\sigma_b = 0,8 \times \sigma_t$$

$$\sigma_t = St\ 37 = 370\ N/mm^2$$

$$\sigma_b = 0,8 \times 370$$

$$\sigma_b = 296\ N/mm^2$$

Maka, untuk menghitung gaya tekuk pelat yaitu :

➤ Untuk pelat ukuran 300x60x2

$$F = \frac{0,7 \cdot b \cdot s^2 \cdot \sigma_b}{I}$$

$$F = \frac{0,7 \times 300 \times 2^2 \times 296}{60}$$

$$F = \frac{248.640}{60}$$

$$F = 4.144\ N$$

➤ Untuk Pelat ukuran 300x60x3

$$F = \frac{0,7 \cdot b \cdot s^2 \cdot \sigma_b}{I}$$

$$F = \frac{0,7 \times 300 \times 3^2 \times 296}{60}$$

$$F = \frac{559.440}{60}$$

$$F = 9.324\ N$$

➤ Untuk pelat ukuran 150x60x4

$$F = \frac{0,7 \cdot b \cdot s^2 \cdot \sigma b}{I}$$

$$F = \frac{0,7 \times 150 \times 4^2 \times 296}{60}$$

$$F = \frac{497.280}{60}$$

$$F = 8.288 \text{ N}$$

Dari Hasil perhitungan diatas besar gaya tekuk untuk menekuk pelat baja karbon ketebalan 2 mm sebesar 4.144 N, untuk ketebalan 3 mm sebesar 9.324 N dan ketebalan 4 dengan panjang 150 mm sebesar 8.288 N. Dikarenakan adanya besar *springback* pada pegas tekan maka besar gaya tekuk yang dibutuhkan untuk membengkokkan masing-masing pelat ditambah dengan beban pegas tekan sebesar 1.013,18 N.

4.1.2 Perhitungan Beban Yang Diterima Pegas Tekan

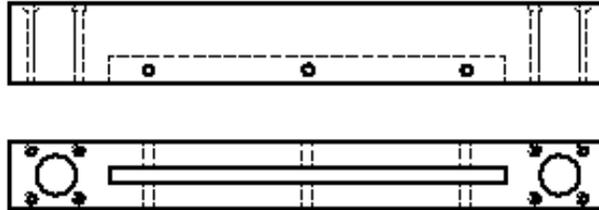
Komponen yang dihitung merupakan komponen *die set* yang menjadi beban pegas, yakni *top plate*, *punch*, *bearing* dan *ring*. Untuk menentukan massa setiap komponen maka digunakan persamaan (Kadir, 2010:62) :

$$W = V \times \rho$$

Dimana:

ρ (massa jenis baja karbon setengah keras) = $7860 \text{ Kg/m}^3 = 0.00000786 \text{ Kg/mm}^3$.

1. *Top plate*



Gambar 4.2 *Top plate*.

$$V_1 = P \times L \times T$$

$$V_1 = 450 \times 50 \times 60$$

$$V_1 = 1.350.000 \text{ mm}^3$$

$$V_2 = \pi r^2 t$$

$$V_2 = 3.14 \times 15^2 \times 60$$

$$V_2 = (42.390 \text{ mm}^3) \times 2 = 84.780 \text{ mm}^3$$

$$V_3 = P \times L \times T$$

$$V_3 = 300 \times 12 \times 20$$

$$V_3 = 72.000 \text{ mm}^3$$

$$V_4 = \pi r^2 t$$

$$V_4 = 3,14 \times 5^2 \times 60$$

$$V_4 = (4.710 \text{ mm}^3) \times 7 = 678.240 \text{ mm}^3$$

$$V_{tot} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$V_{tot} = 1.350.000 - 84.780 - 72.000 - 678.240$$

$$V_{tot} = 514.980 \text{ mm}^3$$

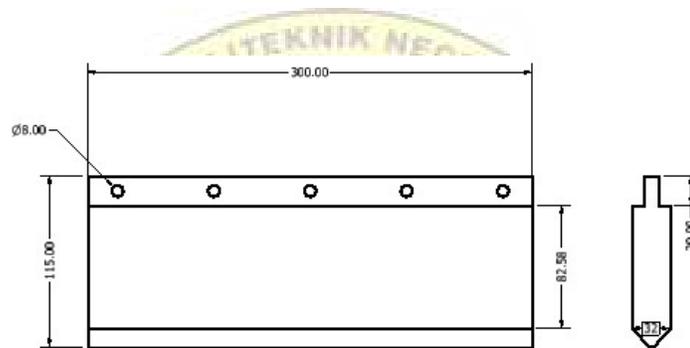
Maka :

$$W = V \times P$$

$$W = 514.980 \times 0,00000786 = 4,048 \text{ Kg}$$

2. Punch

- *Punch V*



Gambar 4.3 *Punch V*.

$$V_1 = P \times L \times T$$

$$V_1 = 300 \times 12 \times 20$$

$$V_1 = 72.000 \text{ mm}^3$$

$$V_2 = P \times L \times T$$

$$V_2 = 300 \times 82,58 \times 32$$

$$V_2 = 792.768 \text{ mm}^3$$

$$V_3 = \pi r^2 t$$

$$V_3 = 3.14 \times 4^2 \times 12$$

$$V_3 = (602,88 \text{ mm}^3) \times 3 = 1.808,64 \text{ mm}^3$$

$$V_4 = \left(\frac{1}{2} ah\right) t$$

$$V_4 = \left(\frac{1}{2} \times 32 \times 12,42\right) \times 300$$

$$V_4 = 59.616 \text{ mm}^3$$

$$V_{tot} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$V_{tot} = 72.000 + 792.768 - 1.808,64 + 59.616$$

$$V_{tot} = 922.575,36 \text{ mm}^3$$

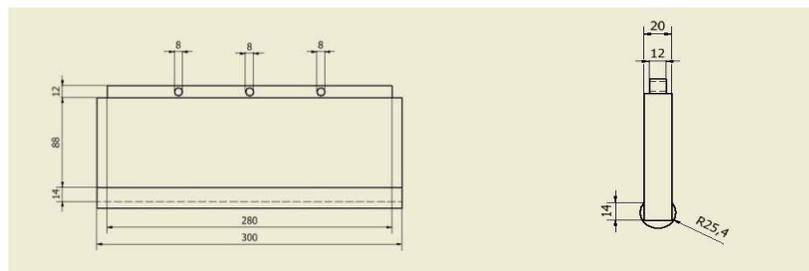
Maka :

$$W = V_{tot} \times \rho$$

$$W = 922.575,36 \times 0,00000786$$

$$W = 7,252 \text{ kg}$$

- **Punch Radius**



Gambar 4.4 *Punch Radius*

$$V_1 = P \times L \times T$$

$$V_1 = 280 \times 12 \times 32$$

$$V_1 = 67.200 \text{ mm}^3$$

$$V_2 = \pi r^2 t$$

$$V_2 = 3.14 \times 4^2 \times 12$$

$$V_2 = (602,88 \text{ mm}^3) \times 3 = 1.808,64 \text{ mm}^3$$

$$V_3 = P \times L \times T$$

$$V_3 = 300 \times 15 \times 102$$

$$V_3 = 459.000 \text{ mm}^3$$

$$V_4 = \pi r^2 t$$

$$V_4 = 3.14 \times 12,7^2 \times 300$$

$$V_4 = 151.935,18 - V_5$$

$$V_4 = 151.935,18 - (300 \times 15 \times 14)$$

$$V_4 = 151.935,18 - 63.000$$

$$V_4 = 88.935,18 \text{ mm}^2$$

$$V_{tot} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$V_{tot} = 67.200 - 1.808,64 + 459.000 + 88.935,18$$

$$V_{tot} = 613.326,54 \text{ mm}^3$$

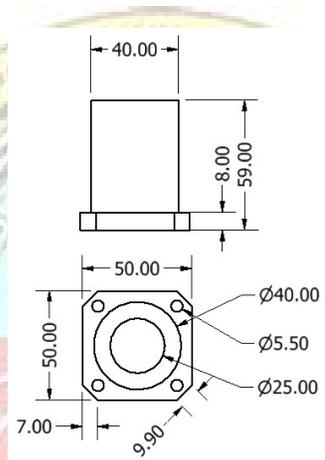
Maka:

$$W = V_{tot} \times \rho$$

$$W = 613.326,54 \times 0,00000786$$

$$W = 4,821 \text{ kg}$$

3. Bearing



Gambar 4.5 bearing

$$V_1 = (\pi \cdot R^2 \cdot t) - (\pi \cdot r^2 \cdot t)$$

$$V_1 = (3,14 \times 20^2 \times 51) - (3,14 \times 12,5^2 \times 51)$$

$$V_1 = 64.056 - 25.021,875$$

$$V_1 = 39.034,125 \text{ mm}^3$$

$$V_2 = (p \cdot l \cdot t) - (\pi \cdot r^2 \cdot t)$$

$$V_2 = (50 \cdot 50 \times 8) - (3,14 \times 12,5^2 \times 8)$$

$$V_2 = 20.000 - 3.925$$

$$V_2 = 16.075 \text{ mm}^3$$

$$V_3 = \pi r^2 t$$

$$V_3 = 3.14 \times 2,75^2 \times 8$$

$$V_3 = (189,97 \text{ mm}^3) \times 4$$

$$V_3 = 759,88 \text{ mm}^3$$

$$V_4 = \left(\frac{1}{2} ah\right) t$$

$$V_4 = \left(\frac{1}{2} \times 9,9 \times 4.95\right) \times 8$$

$$V_4 = (196,02 \text{ mm}^3) \times 4$$

$$V_4 = 784,08 \text{ mm}^3$$

$$V_{tot} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$V_{tot} = 156.136,5 + 16.075 + 759,88 + 784,08$$

$$V_{tot} = 173.755,46 \text{ mm}^3$$

Massa jenis *stainless steel* adalah 7480 kg/m^3 atau $0.00000748 \text{ kg/mm}^3$ (sumber : Wikipedia).

Maka:

$$W = V_{tot} \times \rho$$

$$W = 173.755,46 \times 0,00000748$$

$$W = 1,2996908408 \text{ Kg} \times 2$$

$$W = 2,599 \text{ Kg}$$

4. Ring



Gambar 4.6 Ring

$$V_1 = (\pi \cdot R^2 \cdot t) - (\pi \cdot r^2 \cdot t)$$

$$V_1 = (3,14 \times 20^2 \times 10) - (3,14 \times 15^2 \times 10)$$

$$V_1 = 12.560 - 7.065$$

$$V_1 = 5.495 \text{ mm}^3$$

Massa jenis kuningan adalah 8400 kg/m^3 atau $0,0000084 \text{ kg/mm}^3$ (Wikipedia),

maka :

$$W = V \times \rho$$

$$W = 5.495 \times 0,0000084$$

$$W = 0,046158 \text{ Kg}$$

Dari perhitungan beban komponen-komponen tersebut, maka total beban yang diterima pegas tekan adalah:

1. Jika menggunakan *punch V*

$$W_{Tot} = W_{topplate} + W_{Pu \quad v} + W_{bearing} + W_{Ring}$$

$$W_{Tot} = 4,048 + 7,252 + 2,599 + 0,046$$

$$W_{Tot} = 13,945 \text{ Kg}$$

2. Jika menggunakan *Punch radius*

$$W_{Tot} = W_{topplate} + W_{PunchRadius} + W_{bearing} + W_{Ring}$$

$$W_{Tot} = 4,048 + 4,821 + 2,599 + 0,046$$

$$W_{Tot} = 11,514 \text{ Kg}$$

4.1.3 Kekuatan Pegas Tekan Dalam Menerima Beban

Untuk mengetahui kemampuan pegas tekan dalam mengembalikan beban *top plate*, *punch*, *bearing* dan *ring* setelah melakukan proses penekukan digunakan persamaan sebagai berikut (Dahlan, 2012):

$$W = \frac{\delta \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n}$$

Diketahui diameter pegas (D) sebesar 40 mm dan diameter kawat pegas (d) sebesar 5 mm, serta modulus geser (G) = 83×10^3 N/mm.

Maka kekuatan pegas dalam menerima beban adalah:

$$W = \frac{\delta \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n}$$

$$W = \frac{(L_o - L_i) \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n}$$

$$W = \frac{(110 - 100) \times 83 \times 10^3 \times 5^4}{8 \times 40^3 \times 9}$$

$$W = \frac{518.750.000}{4.608.000}$$

$$W = 112,576 \text{ N}$$

Karena *die set* menggunakan 2 pegas maka secara teoritis beban yang diterima pegas sebesar 225,152 N atau sebesar 22,515 Kg. Berdasarkan hasil

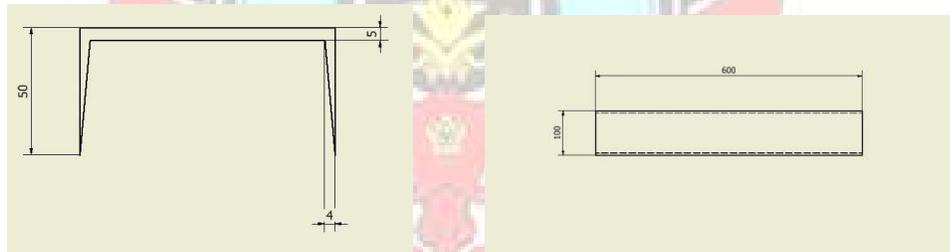
perhitungan total beban terbesar (13,945 Kg) yang diterima pegas, maka pegas tekan yang digunakan aman karena beban yang dapat diterima pegas lebih besar dari pada total beban komponen (W_{tot}).

4.1.4 Perhitungan Beban Yang Diterima Pegas Tarik

Komponen yang dihitung untuk menentukan besarnya beban yang diterima pegas tarik adalah massa dudukan hidrolik, massa pelat dudukan hidrolik, massa hidrolik dan massa fluida hidrolik. Untuk menentukan massa setiap komponen maka digunakan persamaan (Kadir, 2010:62) :

$$W = V \times \rho$$

1. Dudukan Hidrolik



Gambar 4.7 Dudukan Hidrolik

$$V_1 = P \times L \times T$$

$$V_1 = 100 \times 600 \times 5$$

$$V_1 = 300.000 \text{ mm}^3$$

$$V_2 = P \times L \times T$$

$$V_2 = 600 \times 4 \times 50$$

$$V_2 = 120.000 \text{ mm}^3$$

$$V_3 = V_2 = 120.000 \text{ mm}^3$$

$$V_{tot} = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V_{tot} = 300.000 + 120.000 + 120.000$$

$$V_{tot} = 540.000 \text{ mm}^3$$

$$W_{tot} = V_{tot} \times \rho$$

$$W_{tot} = 540.000 \times 0,00000786$$

$$W_{tot} = 4.244 \text{ Kg}$$

2. Pelat Dudukan Hidrolik

$$V_1 = P \times L \times T$$

$$V_1 = 150 \times 150 \times 20$$

$$V_1 = 450.000 \text{ mm}^3$$

$$V_2 = \pi r^2 t$$

$$V_2 = 3,14 \times 5^2 \times 20$$

$$V_2 = 1.570 \text{ mm}^3 \times 2$$

$$V_2 = 3.140 \text{ mm}^3$$

$$V_{tot} = V_1 + V_2$$

$$V_{tot} = 450.000 + 3.140$$

$$V_{tot} = 446.860 \text{ mm}^3$$

$$W_{tot} = V_{tot} \times \rho$$

$$W_{tot} = 446.860 \times 0,00000786 = 3,512 \text{ Kg}$$

3. Hidrolik

$$V = \pi r^2 t$$

$$V = 3,14 \times 20^2 \times 170$$

$$V = 213.520 \text{ mm}^3$$

$$W = V \times \rho$$

$$W = 213.520 \times 0,00000786$$

$$W = 1,678 \text{ Kg}$$

4. Fluida Oli Hidrolik

$$V = \pi r^2 t$$

$$V = 3,14 \times 37,5^2 \times 160$$

$$V = 706.500 \text{ mm}^3$$

Massa jenis dari oli yaitu 880 Kg/m^3 atau $0,000000088 \text{ Kg/mm}^3$,

sehingga massa hidrolik dapat dihitung dengan rumus :

$$W = V \times \rho$$

$$W = 706.500 \times 0,000000088$$

$$W = 0,062 \text{ Kg}$$

$$W_{tot} = W_{dudukanhid} + W_{pelatdudukanhidroli} + W_{hidrolik} + W_{olihidroli}$$

$$W_{tot} = 4,244 + 3,512 + 1,678 + 0,062$$

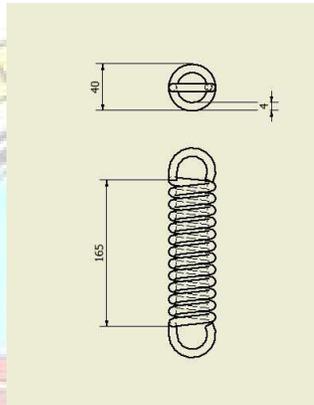
$$W_{tot} = 9,496 \text{ Kg}$$

Maka besar beban yang diterima pegas tarik sebesar 9,496 Kg.

4.1.5 Perhitungan Kemampuan Pegas Tarik Dalam Menerima Beban

Untuk mengetahui kemampuan pegas tarik dalam mengembalikan beban hidrolis dan dukungan hidrolis setelah melakukan proses penekukan digunakan persamaan sebagai berikut (Dahlan, 2012):

$$W = \frac{\delta \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n}$$



Gambar 4.8 Pegas Tarik

Diketahui diameter pegas (D) sebesar 20 mm dan diameter kawat pegas (d) sebesar 4 mm, serta modulus geser (G) = $51,2 \times 10^3$.

Maka kekuatan pegas dalam menerima beban adalah:

$$W = \frac{\delta \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n}$$

$$W = \frac{(L_o - L_i) \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n}$$

$$W = \frac{(175 - 165) \times 51,2 \times 10^3 \times 4^4}{8 \times 20^3 \cdot 41}$$

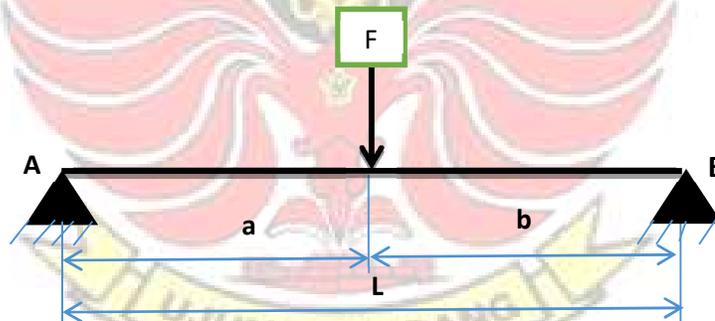
$$W = \frac{131.072.000}{2.624.000} = 49,951 \text{ N}$$

Karena menggunakan dua buah pegas tarik maka beban yang dapat diterima pegas adalah 99,902 N atau 9,9902 Kg. Berdasarkan hasil perhitungan beban total hidrolik dan dudukannya hanya sebesar (W_{tot}) = 9,496 Kg. Maka pegas tarik aman digunakan.

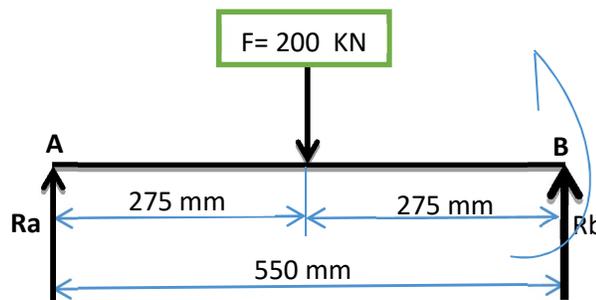
4.1.6 Perhitungan Spesifikasi Bahan Penyangga Atas

Bahan yang digunakan sebagai komponen penyangga atas merupakan 2 buah besi profil U jenis UNP St 37 yang memiliki tegangan sebesar 370 N/mm^2 . 2 buah bahan ini masing-masing memiliki panjang 600 mm yang dirancang mampu menahan beban maksimal sebesar 20 ton atau 200.000 N.

Maka modulus penampang yang dibutuhkan dapat dihitung sebesar:



Gambar. 4.9 Jenis Tumpuan Jepit Jepit Pada *Top Plate*



Gambar. 4.10 Diagram benda bebas (DBB) pembebanan pada *top plate*

Berdasarkan gambar diagram benda bebas (DBB) reaksi tumpuan (R_a dan R_b) dapat dihitung menggunakan persamaan (Mott Robert L,2009):

$$R_a = \frac{F \cdot b}{a + b} = R_b = \frac{F \cdot b}{a + b}$$

Reaksi pada tumpuan A (R_a)

$$R_a = \frac{F \cdot b}{a + b}$$

$$R_a = \frac{10000 \times 275}{550}$$

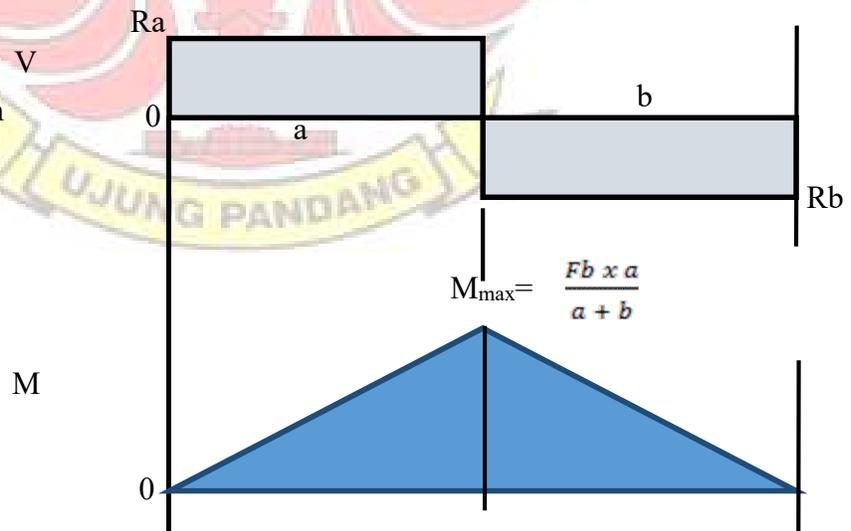
$$R_a = 50.000 \text{ N}$$

Karena jarak tumpuan A dan tumpuan B sama panjang terhadap gaya (F) atau $R_a = R_b$ maka R_b sebesar 50.000 N. Dengan demikian momen lengkung pada penampang (M) besi profil UNP dapat dihitung:

$$M = R_a \times a$$

$$M = 50.000 \times 275$$

$$M = 13.750.000 \text{ Nmm}$$



Gambar. 4.11 Diagram gaya geser dan momen lengkung

Sehingga tegangan lengkung (S) dapat kita hitung dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (Mott Robert L,2009):

$$\tau = \frac{M}{S}$$

konstruksi yang dirancang pembebanan yang diterima pembebanan dinamis bengkok berkala ($\sigma_{Db Bk}$) = 420 N/mm³(lihat lampiran 4) sehingga :

$$S = \frac{13.750.000}{420}$$

$$S = 32,738 \text{ mm}^3$$

$$S = 32 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

Dengan demikian berdasarkan (lampiran 5) Maka besi profil U yang dipakai sebagai penyanggah atas adalah jenis C 100 x 11 dengan modulus penampang (S) 37 x 10³ mm³.

4.1.7 Perhitungan Sambungan baut

Untuk menyambung komponen besi UNP profil U menjadi sebuah rangka penyangga atas maka digunakan sambungan baut. Baut pengikat yang digunakan sebanyak 8 buah dengan grade 8.8 ukuran M 22. Berdasarkan pedoman pemasangan baut dan jembatan Kementerian PU dan Perumahan Rakyat 2015 baut grade 8.8 memiliki sifat-sifat mekanis dengan Tegangan Ulur (σ_y) = 660 Mpa), Tegangan tarik (σ_u) = 830 Mpa. (Lihat lampiran 6)

Maka untuk menghitung diameter baut digunakan persamaan (Sularso,2001:25):

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

Diketahui beban geser yang diterima baut (F) sebesar 20 ton atau 200.000 N, sedangkan tegangan geser dapat dihitung dengan rumus:

$$\tau_g = 0,85 \times R_m$$

$$\tau_g = 0,85 \times 830$$

$$\tau_g = 705,5 \text{ Mpa}$$

Maka :

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

$$d = \sqrt{\frac{F}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot n \cdot \tau_g}}$$

$$d = \sqrt{\frac{200.000}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 8 \times 705,5}}$$

$$d = 6,718 \text{ mm}$$

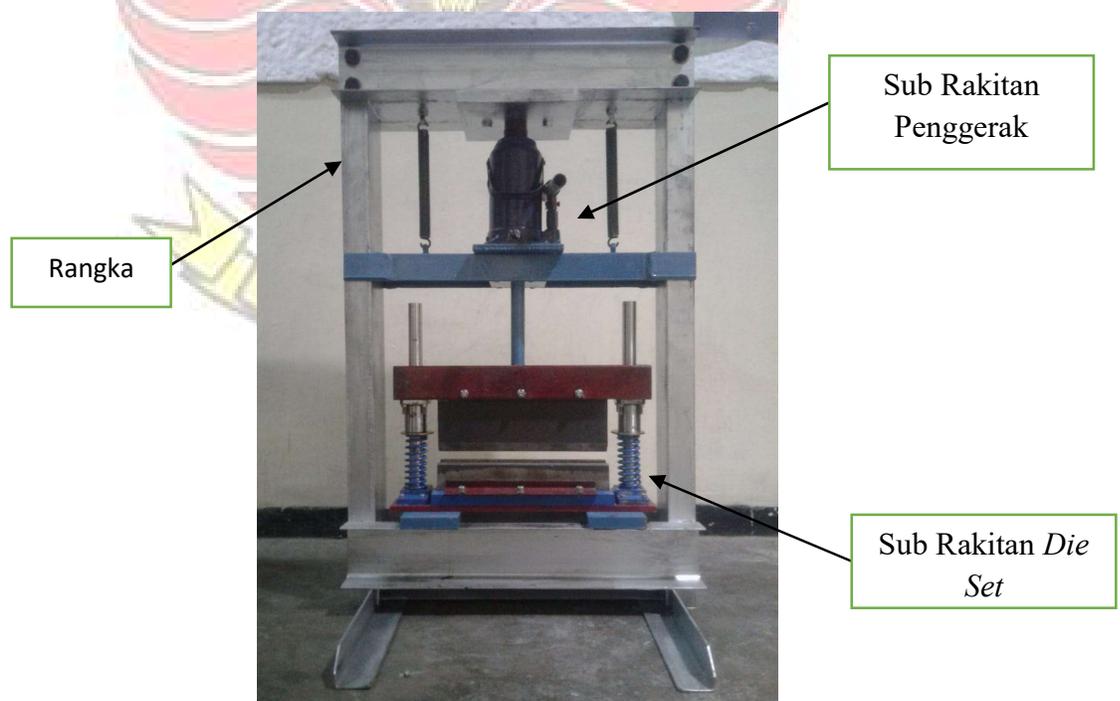
Maka diameter baut yang sesuai untuk sambungan rangka penyangga atas sebesar 6,718 mm, sehingga baut M22 yang dipilih aman.

4.2 Hasil Perancangan dan Pembuatan

Pembuatan Alat *Banding Portable* dengan Sistem Dongkrak Hidrolik dibuat sebanyak satu unit. Alat ini terdiri dari tiga sub rakitan yakni sub rakitan rangka, sub rakitan penggerak dan sub komponen *die set*.

Sub rakitan rangka terdiri dari delapan Besi UNP profil U C100 × 11 yang dirakit menggunakan sambungan baut agar mudah dibongkar pasang. Sub rakitan penggerak terdiri dari alat hidrolik dengan sistem dongkrak dan pegas tarik dimana berfungsi untuk menggerakkan *punch* menekan dan mengembalikan *punch* ke posisi semula. Sedangkan Sub rakitan *die set* terdiri dari komponen *punch*, *top plate*, *dies*, *bearing* dan pegas tekan. Rancangan pemasangan *Punch* ke *top plate* juga menggunakan sambungan baut tujuannya agar *punch* dapat dengan mudah diganti-ganti sesuai yang diinginkan. *Punch* sendiri dirancang dengan dua model penekukan yakni hasil *bending* V dan *bending* radius

Hasil perancangan dan pembuatan alat *bending portable* dengan sistem dongkrak hidrolik dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.12 Hasil Perancangan & Pembuatan

Spesifikasi Alat *Banding Portable* dengan Sistem Dongkrak Hidrolik

tersebut sebagai berikut:

Table 4.1 Spesifikasi Komponen Utama Alat

No	Spesifikasi Komponen Utama Alat
1	Kapasitas Alat <i>Press</i> : 20 Ton
2	Ukuran rangka : Tinggi 960 mm dan Lebar 600 mm
3	Kapasitas Landasan dasar: Tinggi 300 mm dan lebar 550 mm
4	Penekan: Sistem dongkrak Hidrolik
5	Panjang langkah hidrolik 184 mm
6	Ukuran <i>Die Set</i> : Tinggi 257 mm panjang 450 mm
7	Garis <i>Bending</i> = 300 mm
8	<i>Punch</i> : Berbentuk V dan radius
9	<i>Dies</i> : Berbentuk V sudut 85°

4.3 Hasil Pengujian

Proses pengujian alat ini dilakukan setelah pembuatan alat selesai. Adapun lokasi atau tempat pengujian dilakukan di dalam lab mekanik Politeknik Negeri Ujung Pandang. Bahan yang digunakan yaitu berbentuk pelat dengan ukuran 300 mm × 60 mm dan ukuran 300 mm × 70 mm, dalam pengujian alat *bending* ini dilakukan pengujian dengan mengambil sampel dengan bervariasi tiga ketebalan pelat yaitu 2 mm, 3 mm dan 4 mm. Adapun plat ketebalan 2 mm dan 3 mm ada 10 sampel yaitu 5

di uji berbentuk V dan 5 di uji berbentuk radius dan pelat ketebalan 4 mm ada 10 sampel di uji berbentuk V dengan ukuran 150 mm × 60 mm. Adapun proses pengujian dilakukan dengan cara terlebih dahulu mengambil pelat kemudian meletakkannya di atas *die*, kemudian dongkrak hidrolik di pompa turun sehingga terjadi proses pembendungan. Kemudian longgarkan dongkrak hidrolik sehingga *punch* kembali ke posisi semula. Setelah pengujian pertama selesai, maka pelat yang telah ditebuk diambil kembali kemudian dilakukan pengukuran sudut *bending* dengan menggunakan *bavel proyektor*. Begitu pula dengan hasil *bending* pengujian selanjutnya.

4.4 Data Hasil Pengujian *Bending*

Data hasil pengujian alat *bending* portabel ini dilakukan pengujian dengan ketebalan pelat yang berbeda-beda yaitu pelat 2 mm, 3 mm dan 4 mm. Pengujian dilakukan pada masing-masing ketebalan dengan menggunakan garis *bending* maksimum. Pengujian alat tersebut disaksikan langsung oleh pembimbing proyek tugas akhir. Pengambilan data dilakukan pada saat *punch* turun menyentuh dan membengkok pelat yang di uji. Serta digunakan *stopwatch* untuk melihat berapa banyak waktu yang digunakan saat menekuk pelat tersebut.

Dalam uji coba alat *bending* ini dilakukan *bending* berbentuk V dan radius adapun hasil uji coba *bending* tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :

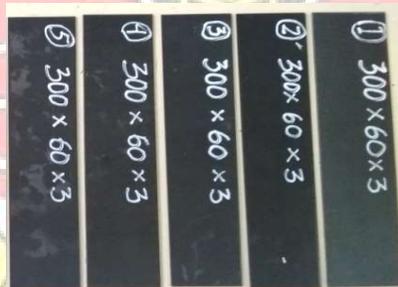


a. Sebelum di Tekuk



b. Setelah di Tekuk

Gambar 4.13 Hasil Uji Coba *Bending V* Ketebalan 2 mm



a. Sebelum di Tekuk



b. Setelah di Tekuk

Gambar 4.14 Hasil Uji Coba *Bending V* Ketebalan 3 mm



a. Sebelum di Tekuk



b. Setelah di Tekuk

Gambar 4.15 Hasil Uji Coba *Bending V* Ketebalan 4 mm

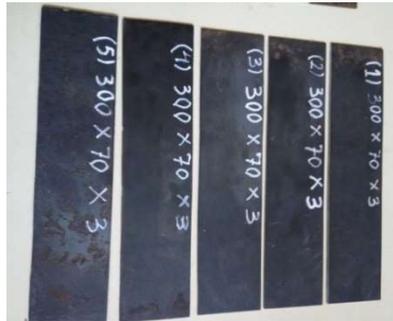


a. Sebelum di Tekuk



b. Setelah di Tekuk

Gambar 4.16 Hasil Uji Coba *Bending Radius* Ketebalan 2 mm



a. Sebelum di Tekuk



b. Setelah di Tekuk

Gambar 4.17 Hasil Uji Coba *Bending* Radius Ketebalan 2 mm

Hasil uji coba tersebut diatas selanjutnya diperiksa kualitas hasil *bending* khususnya permukaan sisi luar dalam hasil *bending* secara visual serta dilakukan pengukuran sudut *bending* yang terbentuk. Adapun hasil pemeriksaan dan pengukuran kualitas permukaan serta sudut *bending* tersebut dilihat pada tabel berikut ini :

Table 4.2 Hasil Uji coba *Bending Radius*

NO	Sample	Ukuran	Sudut Bending (α)	Spring Back ($^{\circ}$)	Keterangan
1	T2.0(1) R	300 × 70 × 2 mm	90,75	5,75	Permukaan radius luar baik
	T2.0(2) R	300 × 70 × 2 mm	86	1	Permukaan radius luar baik
	T2.0(3) R	300 × 70 × 2 mm	90	5	Permukaan radius luar baik
	T2.0(4) R	300 × 70 × 2 mm	91,08	6,08	Permukaan radius luar baik
	T2.0(5) R	300 × 70 × 2 mm	88	3	Permukaan radius luar baik
	Rata-Rata			89,16	4,16
2	T3.0(1) R	300 × 70 × 3 mm	87,3	2,3	Permukaan radius luar baik
	T3.0(2) R	300 × 70 × 3 mm	88	3	Permukaan radius luar baik
	T3.0(3) R	300 × 70 × 3 mm	89,5	4,5	Permukaan radius luar baik
	T3.0(4) R	300 × 70 × 3 mm	89,6	4,6	Permukaan radius luar baik
	T3.0(5) R	300 × 70 × 3 mm	86	1	Permukaan radius luar baik
	Rata-Rata			88,08	3,08

Table 4.3 Hasil Uji coba *Bending V*

NO	Sample	Ukuran	Sudut Bending (α)	Spring Back ($^{\circ}$)	Keterangan
1	T2.0(1) V	300 × 60 × 2 mm	91	6	Permukaan radius luar baik
	T2.0(2) V	300 × 60 × 2 mm	91	6	Permukaan radius luar baik
	T2.0(3) V	300 × 60 × 2 mm	92,3	7,3	Permukaan radius luar baik
	T2.0(4) V	300 × 60 × 2 mm	89	4	Permukaan radius luar baik
	T2.0(5) V	300 × 60 × 2 mm	87,5	2,5	Permukaan radius luar baik
	Rata-Rata			90,16	5,16
2	T3.0(1) V	300 × 60 × 3 mm	90,25	5,25	Permukaan radius luar baik
	T3.0(2) V	300 × 60 × 3 mm	90,42	5,42	Permukaan radius luar baik
	T3.0(3) V	300 × 60 × 3 mm	90,5	5,5	Permukaan radius luar baik
	T3.0(4) V	300 × 60 × 3 mm	91	6	Permukaan radius luar baik
	T3.0(5) V	300 × 60 × 3 mm	89,5	4,5	Permukaan radius luar baik
	Rata-Rata			90,33	5,33
3	T4.0(1) V	150 × 60 × 4 mm	90,4	5,4	Permukaan radius luar baik
	T4.0(2) V	150 × 60 × 4 mm	90	5	Permukaan radius luar baik
	T4.0(3) V	150 × 60 × 4 mm	91,6	6,6	Permukaan radius luar baik
	T4.0(4) V	150 × 60 × 4 mm	88,75	3,75	Permukaan radius luar baik
	T4.0(5) V	150 × 60 × 4 mm	86,3	1,3	Permukaan radius luar baik
	T4.0(6) V	150 × 60 × 4 mm	88,41	3,41	Permukaan radius luar baik
	T4.0(7) V	150 × 60 × 4 mm	92,3	7,3	Permukaan radius luar baik
	T4.0(8) V	150 × 60 × 4 mm	90	5	Permukaan radius luar baik
	T4.0(9) V	150 × 60 × 4 mm	93	8	Permukaan radius luar baik
	T4.0(10) V	150 × 60 × 4 mm	93	8	Permukaan radius luar baik
Rata-Rata			90,37	5,37	

4.5 Pembahasan

Alat *bending portable* dengan sistem dongkrak hidrolik ini adalah alat yang dirancang untuk membengkokan pelat dengan bentuk V dan radius. Bahan-bahan teknik yang digunakan dalam perancangan alat diperlukan agar mampu mendukung kinerja alat.

Berdasarkan tabel dari hasil pengujian alat *bending portable* dengan sistem dongkrak hidrolik yang dibuat diperoleh hasil pengujian sebagai berikut :

- ✓ Sudut *bending* untuk tebal 2 mm di peroleh sudut *bending* antara 86° - $91,08^{\circ}$ dengan rata-rata sudut *bending* sebesar $89,16^{\circ}$. Dimana dalam pengujian ini adanya sudut *bending* yang tidak mendekati 90° berada pada nomor 2 karena adanya faktor gaya tekan yang mempengaruhi pada saat dilakukan penekukan pelat. adapun rata-rata *spring back* sebesar 4,16. dimana *spring back* sama dengan 5° terletak pada nomor 3 di bentuk *bending* radius. Sedangkan penyimpangan pada sudut *bending* dan *spring back* yang paling besar berada pada nomor 4 dengan jumlah sudut *bending* $91,08$ dengan *spring back* 6,08. Sedangkan pada penekukan bentuk V diperoleh sudut *bending* antara $82,3^{\circ}$ - 91° . Dengan rata-rata $90,16^{\circ}$. Dimana *spring back* rata-rata 5,16, pada proses penekukan pelat ini terdapat sudut *bending* dan *spring back* yang dihasilkan sama yaitu 91° terletak pada nomor 1 dan 2.
- ✓ Untuk sudut *bending* pelat dengan ketebalan 3 mm diperoleh sudut *bending* radius antara 86° - $89,6^{\circ}$ dengan rata-rata $88^{\circ},08''$. Dimana *bending* pelat yang dihasilkan menyebabkan terjadinya *spring back* antara 1° - $4,6^{\circ}$ dengan rata-rata

sebesar $3,08^\circ$. Sedangkan pada sudut *bending* V diperoleh antara $90,5^\circ$ - 91° dengan rata-rata sudut *bending* $89,5^\circ$. pada pengujian ini *spring back* yang menghasilkan sudut yang besar terletak pada nomor 3 dengan jumlah 6° . Dari kedua data perbandingan antara *bending* radius dan *bending* V dapat diketahui bahwa sudut *bending* V yang paling besar dengan rata-rata $90,33^\circ$ dan sudut *spring back* sebesar $5,33^\circ$.

- ✓ Sedangkan Sudut *bending* pelat dengan ketebalan 3 mm memiliki 10 sample masing-masing dengan ukuran $150 \text{ mm} \times 60 \text{ mm}$. Data dari pengujian ini sudut *beding* V yang dihasilkan antara $86,3^\circ$ - 93° dengan rata-rata $90,37^\circ$. Adapun hasil *spring back* antara 1,3-7,3 dengan rata-rata 5,37. Adapun sudut *bending* yang dihasilkan sama dengan 90° dan 93° dan *spring back* sama dengan 5° dan 8° terletak pada uji coba nomor 4 dan 8 sudut 90° . Dan uji coba nomor 9 dan 10 sudut 93° .
- ✓ Sudut yang dihasilkan dari uji coba yang ketebalan 2 mm, 3 mm, dan 4 mm berbeda-beda di karenakan pada proses pembuatan *die* dimensi sudut 'V' yang dibuat adalah 85° . Selain itu Pada proses penekukan pelat masih menggunakan sistem dongkrak (*manual*), sehingga tekanan yang diberikan operator berbeda-beda dan tidak dapat dihitung. Hal inilah yang menyebabkan hasil sudut *bending* yang terbentuk berbeda-beda.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil pembuatan alat *bending portable* dengan sistem dongkrak hidrolik ini dapat mem-*bending* pelat bentuk V dan Radius dengan spesifikasi alat sebagai berikut :

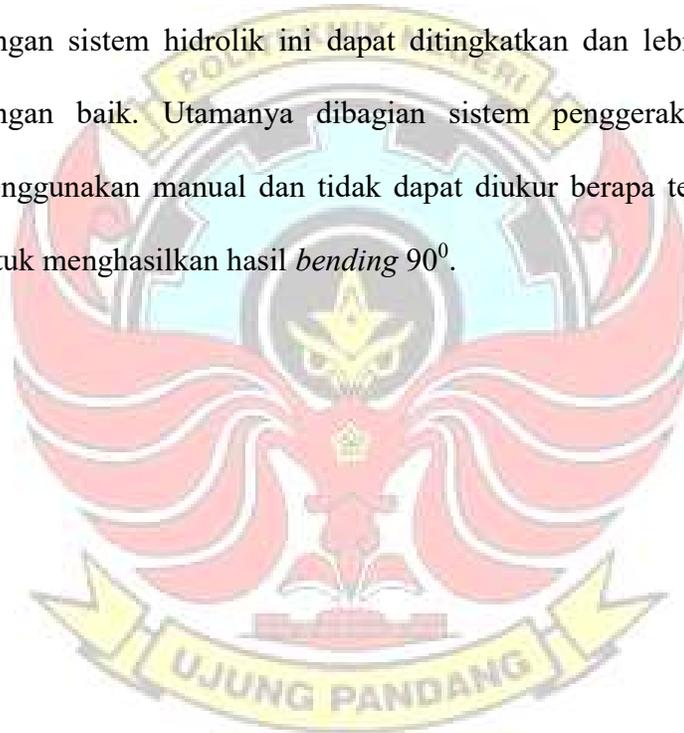
- Kapasitas Alat *Press* : 20 Ton
- Ukuran Rangka : Tinggi 960 mm Lebar 600 mm
- Kapasitas Landasan Dasar : Tinggi 300 mm dan Lebar 550 mm
- Penekan : Sistem Hidrolik
- Panjang Langkah Hidrolik : 184 mm
- Ukuran *Die Set* : Tinggi 257 mm Lebar 450 mm
- Garis *Bendng* : 300 mm
- *Punch* : Berbentuk V dan Radius
- *Dies* : Berbentuk V dengan lebar sudut 85°

2. Alat *bending portable* dengan sistem dongkrak hidrolik ini dapat mem-*bending* bentuk V dengan *springback* antara 5,16° s/d 5,37° dan *bending* bentuk radius dengan *springback* antara 3,08° s/d 4,16°.

3. Kapasitas *press tool* memiliki garis *bending* maksimum 300 mm dan ketebalan pelat yang *dibending* maksimum 4 mm.

5.2 Saran

1. Sebelum menyelesaikan alat lebih lanjut, sebaiknya dilakukan uji coba terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tekan dan bentuk *die* dan *punch* yang dapat mempengaruhi berhasil tidaknya alat *bending* tersebut.
2. Diharapkan dimasa yang akan datang rancangan alat *bending* portable dengan sistem hidrolik ini dapat ditingkatkan dan lebih disempurnakan dengan baik. Utamanya dibagian sistem penggeraknya yang masih menggunakan manual dan tidak dapat diukur berapa tekanan yang tepat untuk menghasilkan hasil *bending* 90°.



DAFTAR PUSTAKA

Balai pustaka tim. 1995. Kamus Bahasa Indonesia cetakan ke-3. Jakarta: Balai pustaka

Budiarto SST. 2001 Press Tool. Bandung: Politeknik Manufaktur.

Dahlan Muhammad,dkk., 2009.Perancangan dan Pembuatan Alat Bantu Pembuat Ring. Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Kadir, Muhammad Abdul.2010.*Bahan Ajar Fisika dasar*. Makassar: Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

MottRobertL.2009.*Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis 2*. Yoogyakarta.

Muh.Abd.Dzulfikar,dkk., 2013.Rancang Bangun Alat Bending Pelat dengan Sistem Hidrolik. Laporan Tugas Akhir. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Ostegard, D.2010. Eugene.*Basic Diemaking*. New york. McGrow – Hiil Book Campany.

Rachmat,Rudi Suhradi.2012.*Bahan Ajar Proses Bending*.Bekasi:Unisma 45.

Sularso.1991. *Dasar-Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta:PT Praditya Paramita.

Sayuti,Muh.Arsyad. Rancang Bangun Alat Prees Brake Mini Untuk 'V' Bending, Prosiding Seminar Nasional Mesin dan Teknologi Kejuaraan (SNMTK)-2016

Suyuti,Muh.Arsyad, Rusdi Nur, Asmeati. *TheInfluence of Punch Angle on the Spring Back during V Bending of Medium Carbon Steel internasional jurnal*. Advanced Materials Research 1125:157-160.2015.

Wisjnu P.Marsis, Iswantoro, Perancangan Mesin Bending Dengan Memanfaatkan Sistem Dongkrak Sederhana. Sintek Jurnal Teknologi Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Vol 1, No. 2-2007.



L

A

M

P

I

R



A

N

Lampiran 1

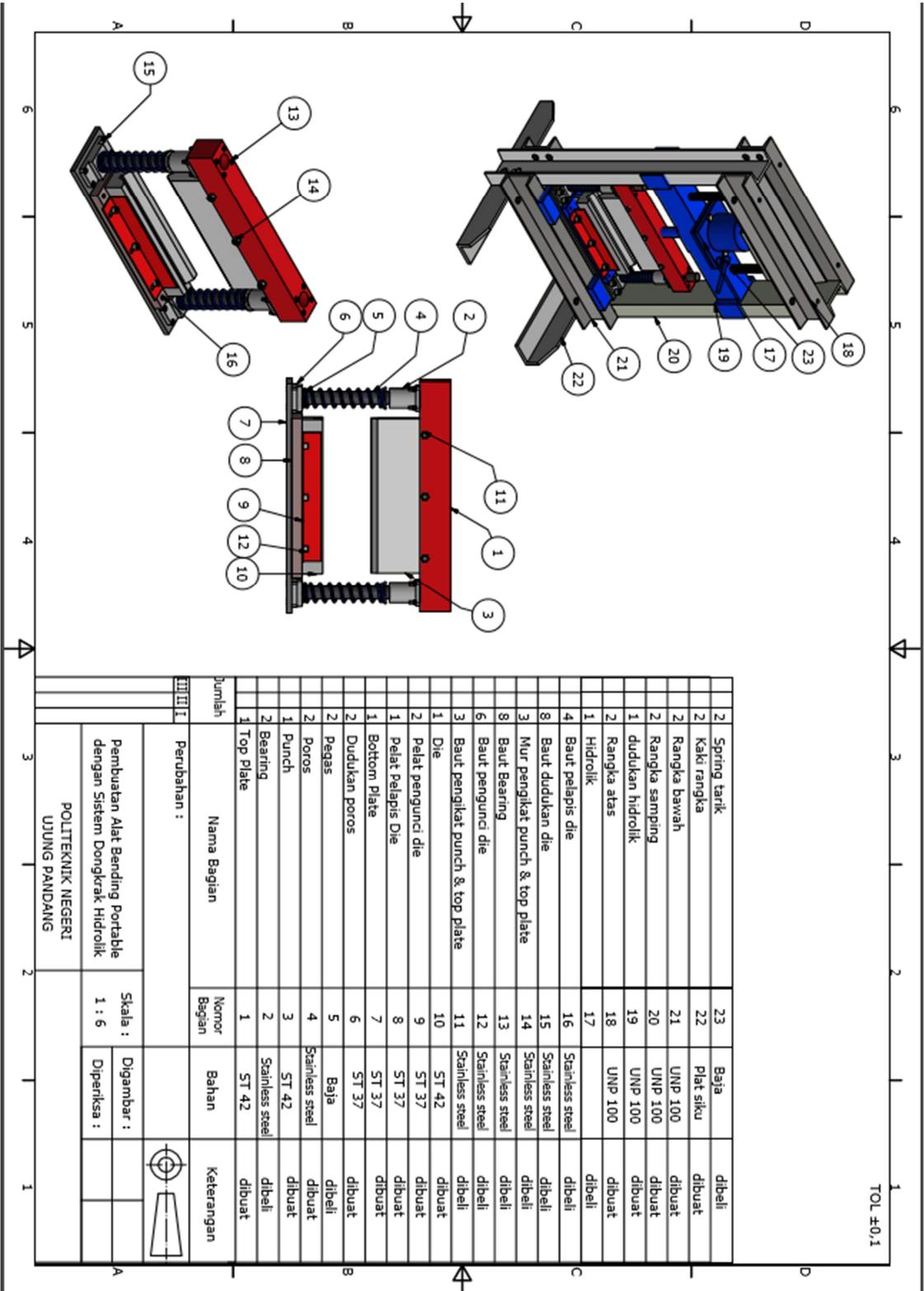
✓ Jadwal Kegiatan Tugas Akhir

NO	Jenis Kegiatan	Waktu Pelaksanaan																															
		12				1				3				4				5				6				7				8			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengumpulan Ttdl																																
2	Studi Literatur																																
3	Pendataan Proposal																																
4	Seminar Proposal																																
5	Pengumpulan Data																																
6	Perbaikan Komponen Mesin																																
7	Pendataan gambar																																
8	Perbaikan Komponen																																
9	Perbaikan																																
10	Perbaikan																																
11	Penyusunan Laporan Tugas Akhir																																
11	Ujian Skripsi																																

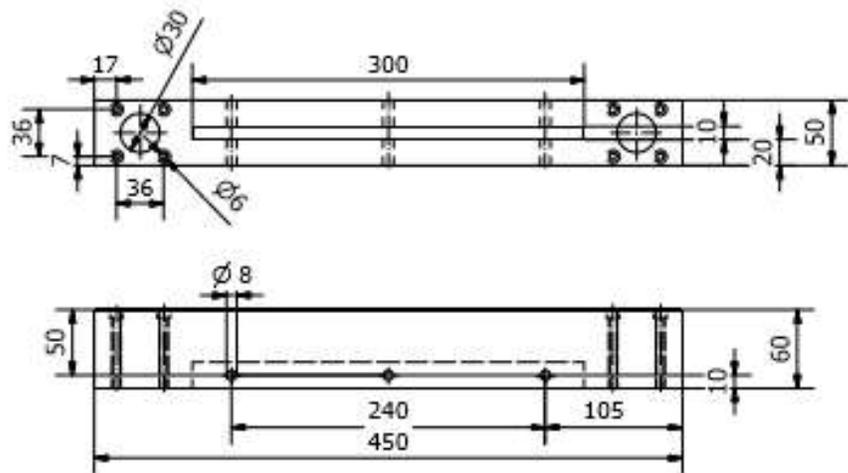


Lampiran 2

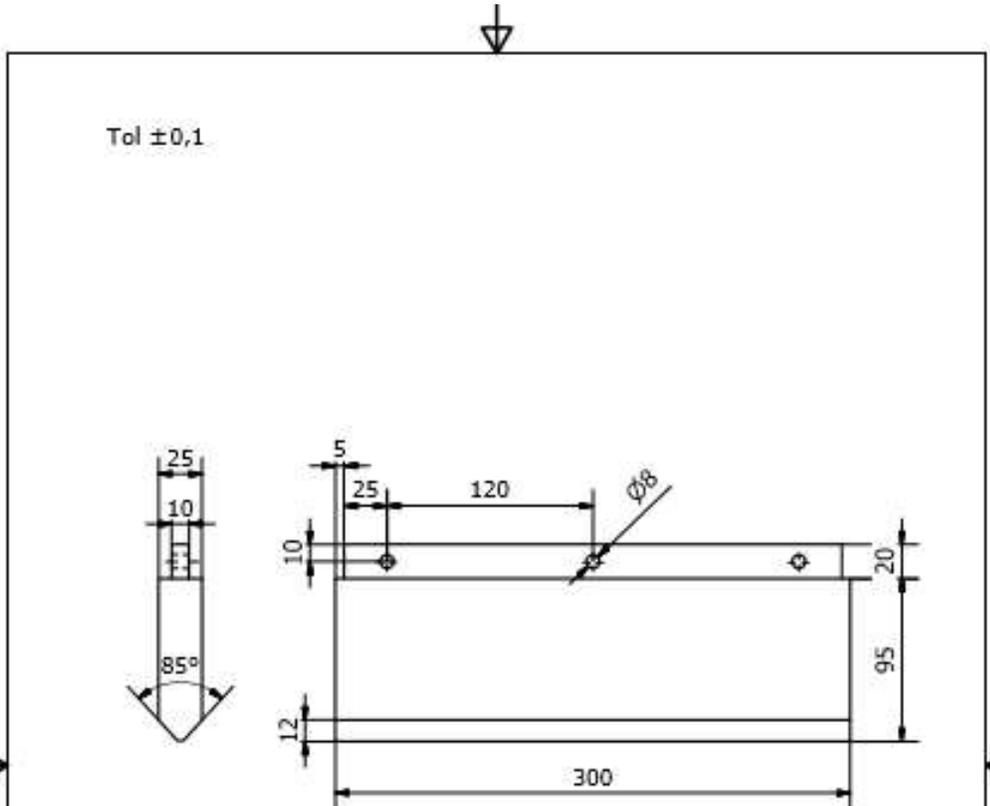
Detail Gambar Benda Kerja



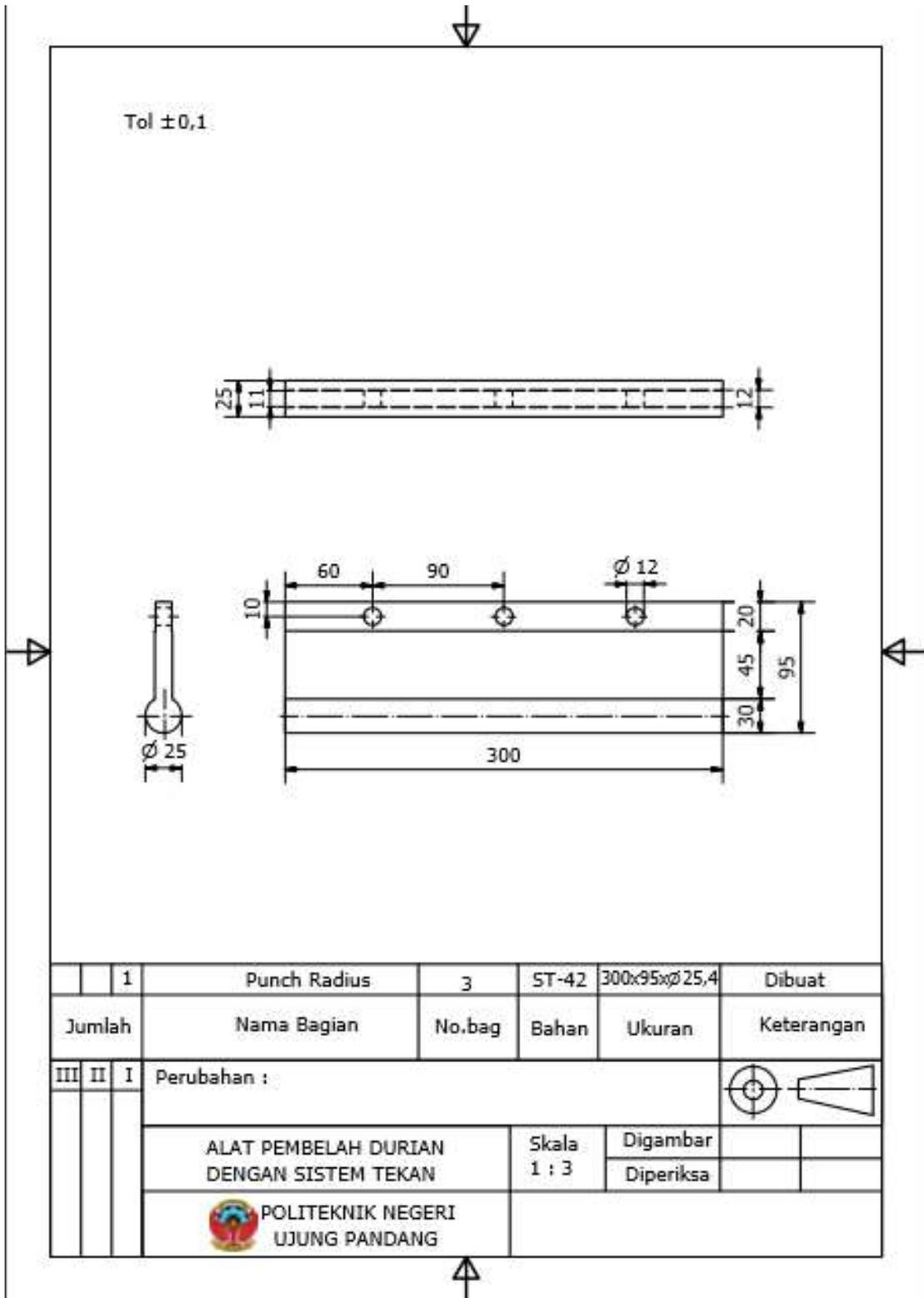
Tol $\pm 0,1$

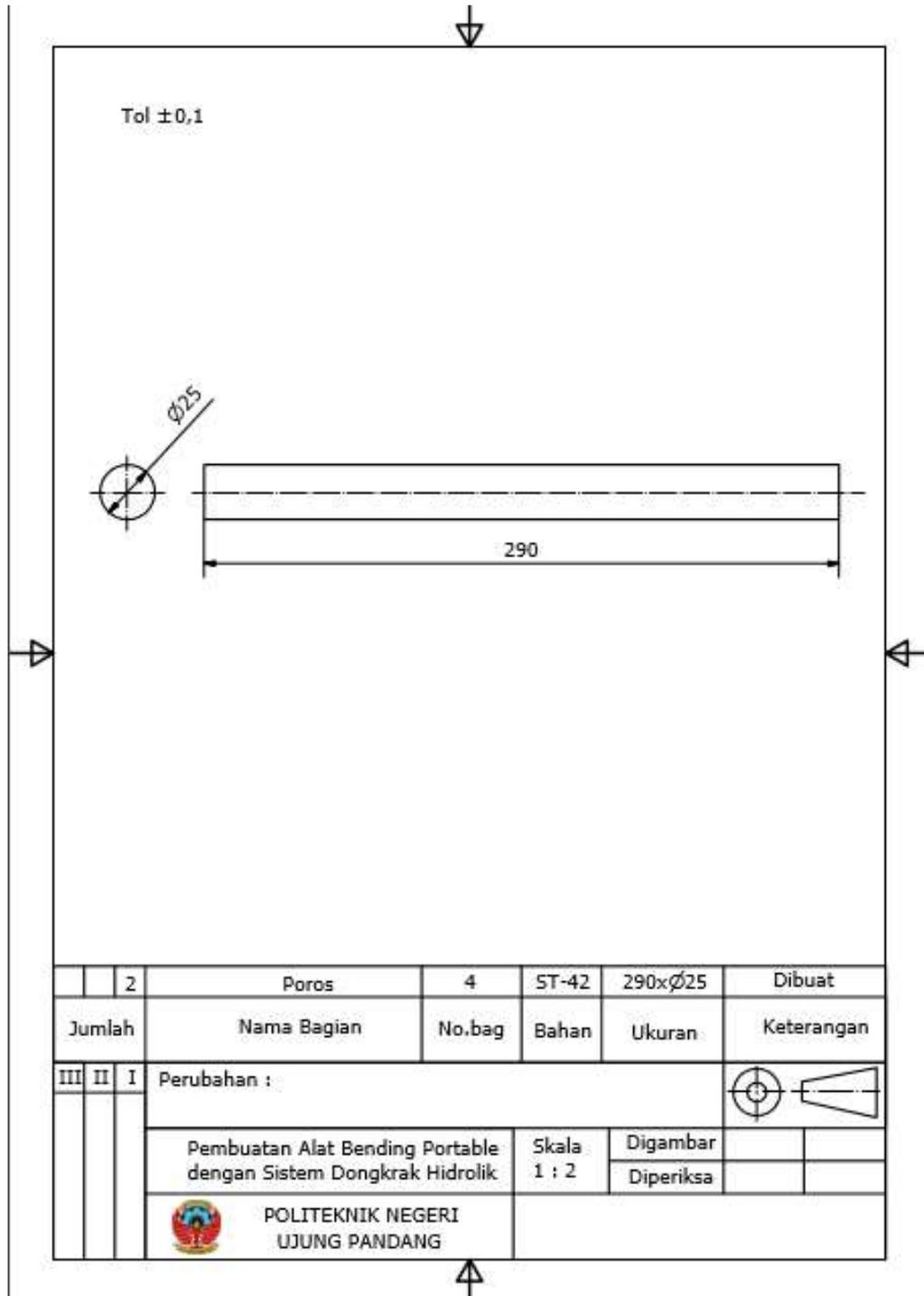


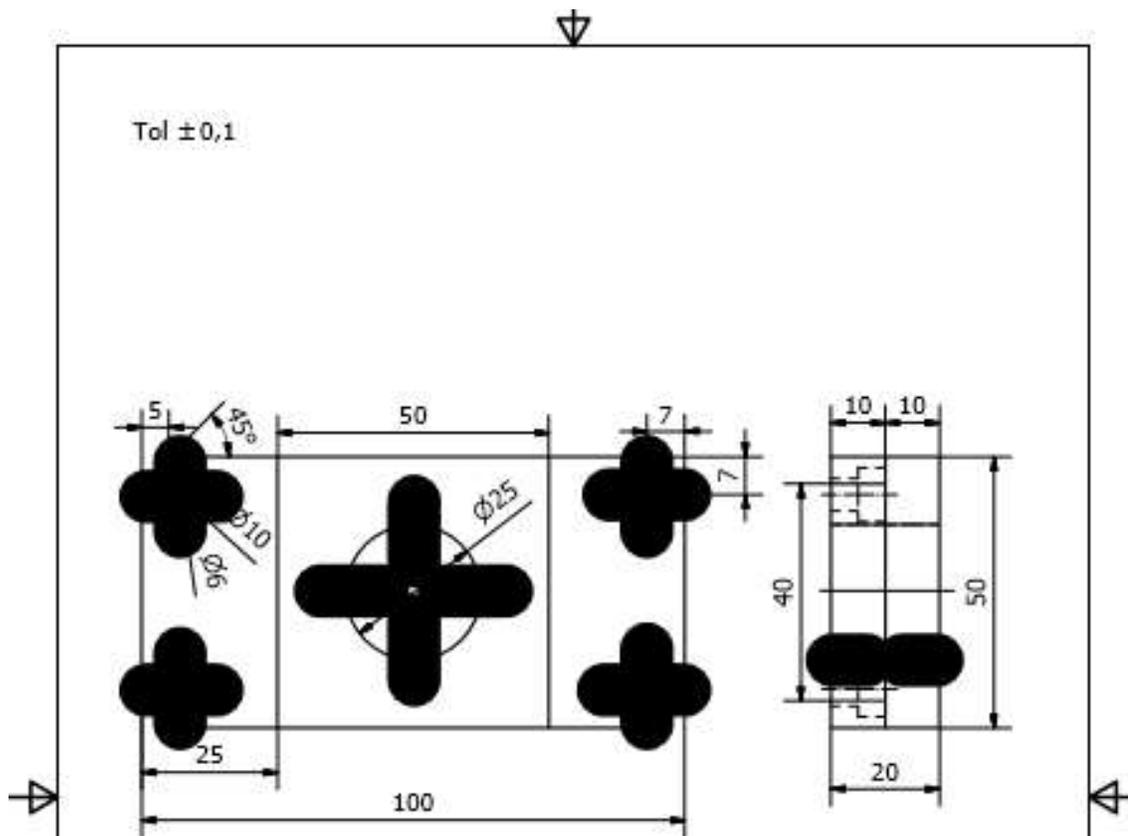
		1	Top Plate	1	ST-42	450x60x50	Dibuat
Jumlah			Nama Bagian	No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan :				
			Pembuatan Alat Bending Portable dengan Sistem Dongkrak Hidrolik		Skala 1 : 3	Digambar	
						Diperiksa	
			 POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				



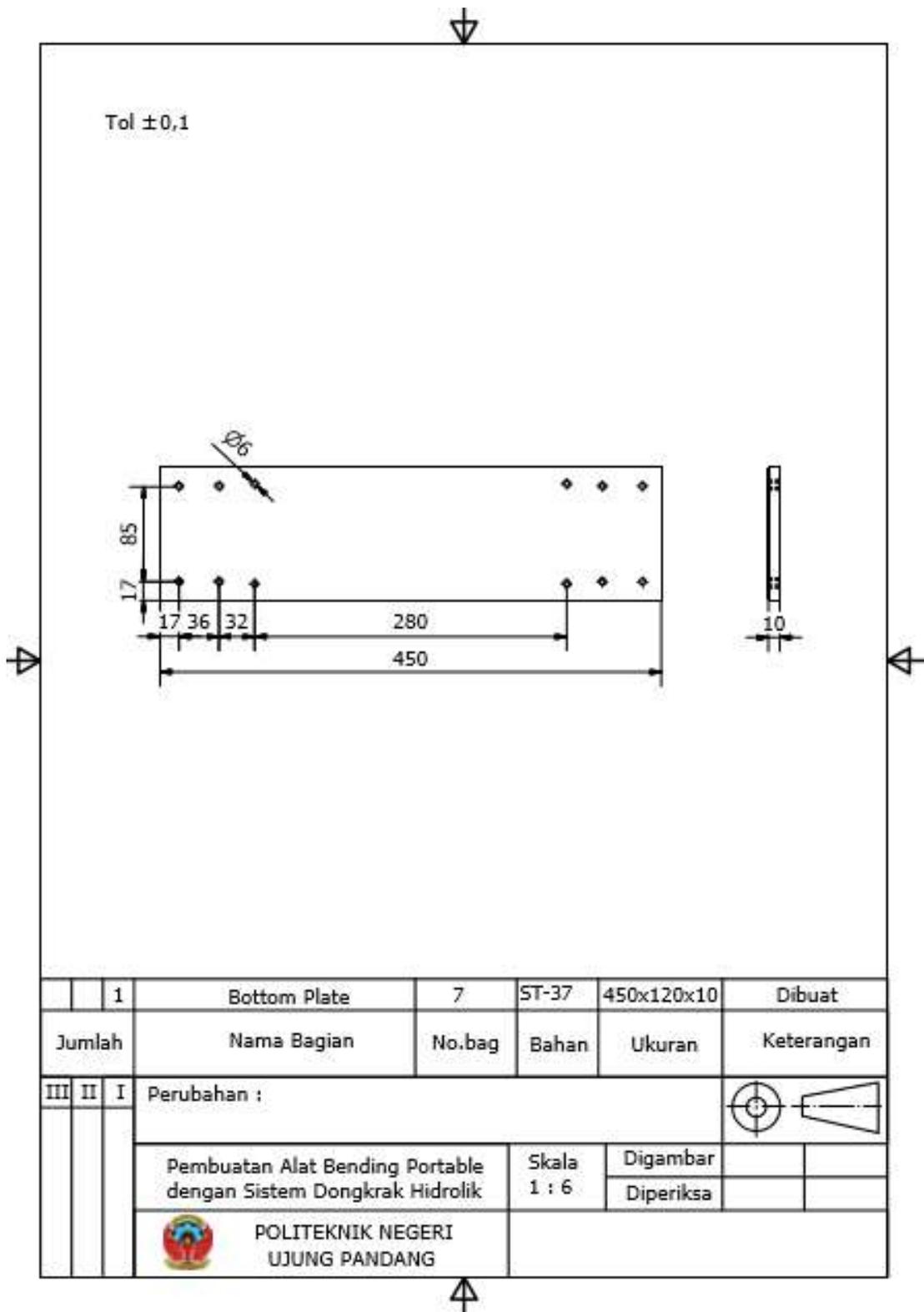
	1	Punch	2	ST-42	290x115x25	Dibuat
Jumlah		Nama Bagian	No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan :			
		Pembuatan Alat Bending Portable dengan Sistem Dongkrak Hidrolik		Skala 1 : 3	Digambar 14/08/18	
					Diperiksa	
		POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				

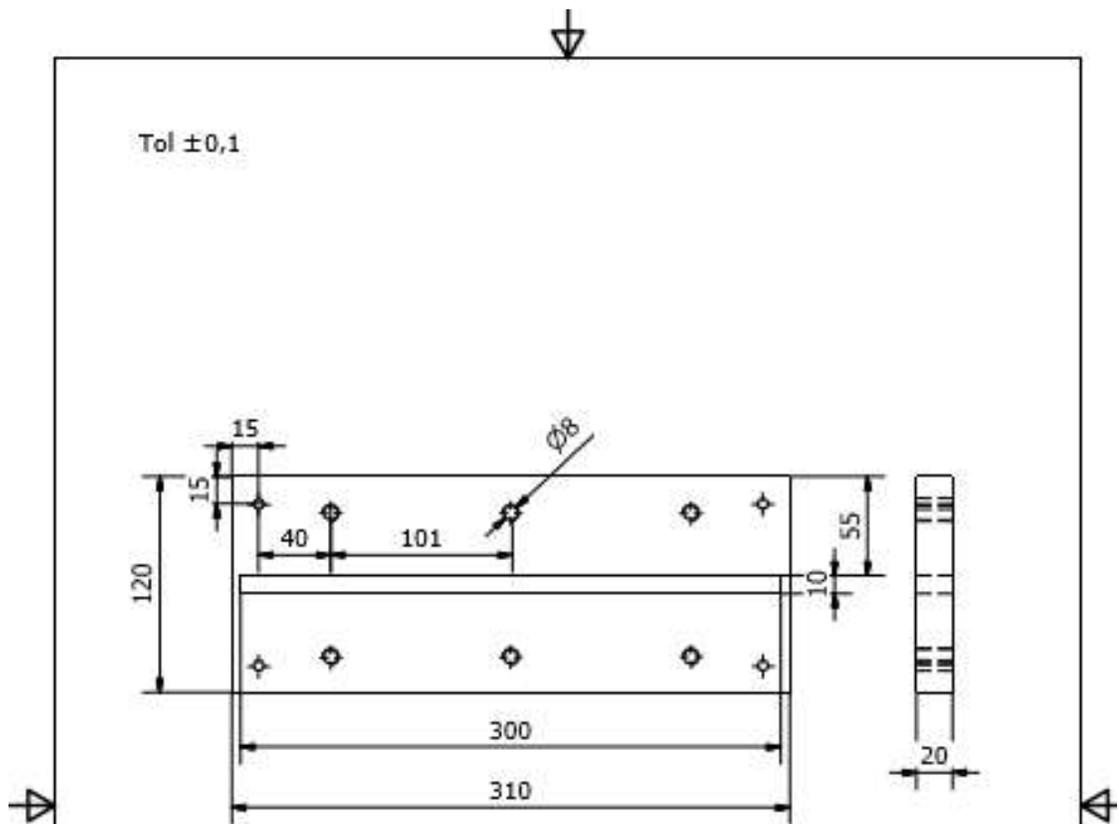




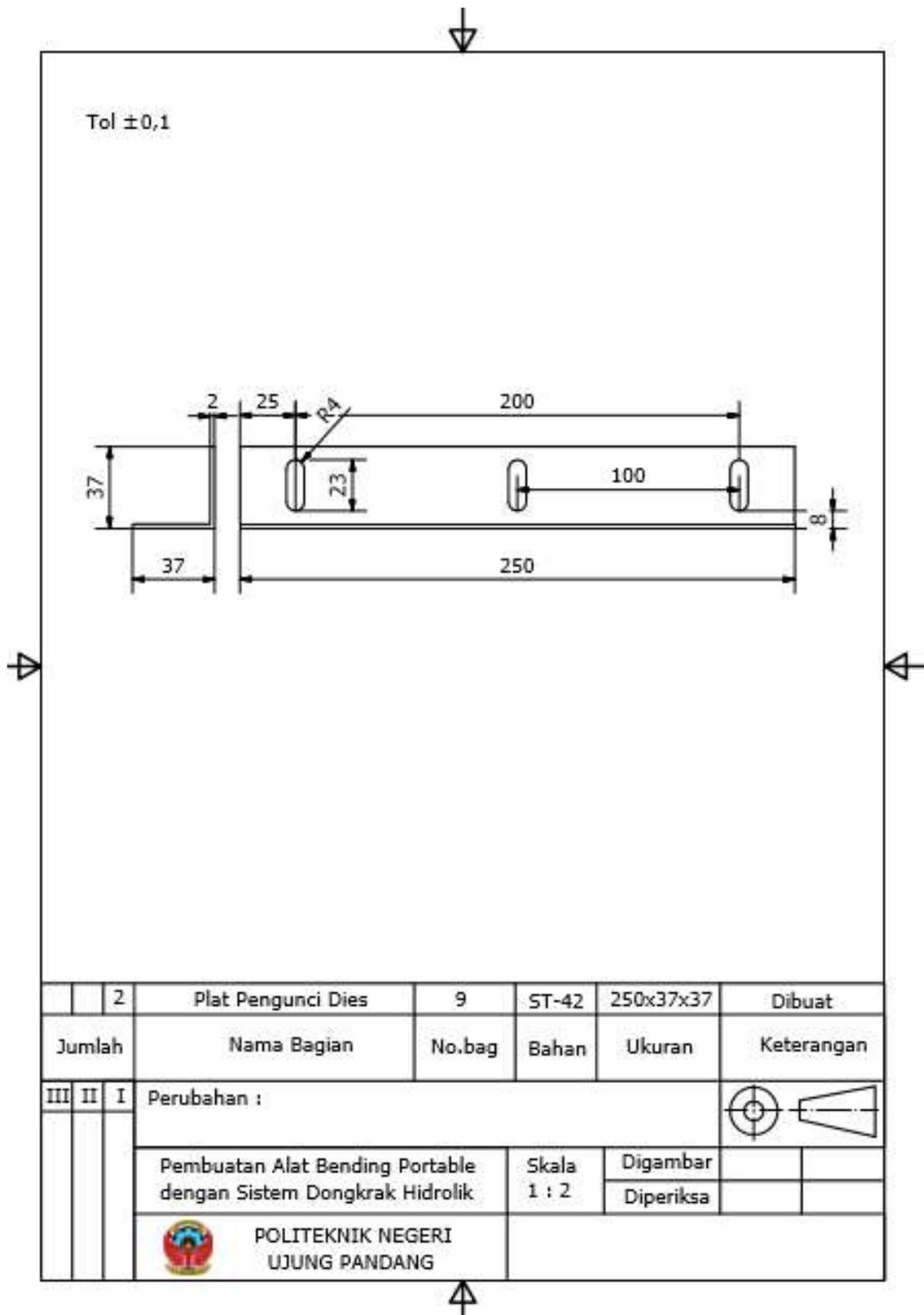


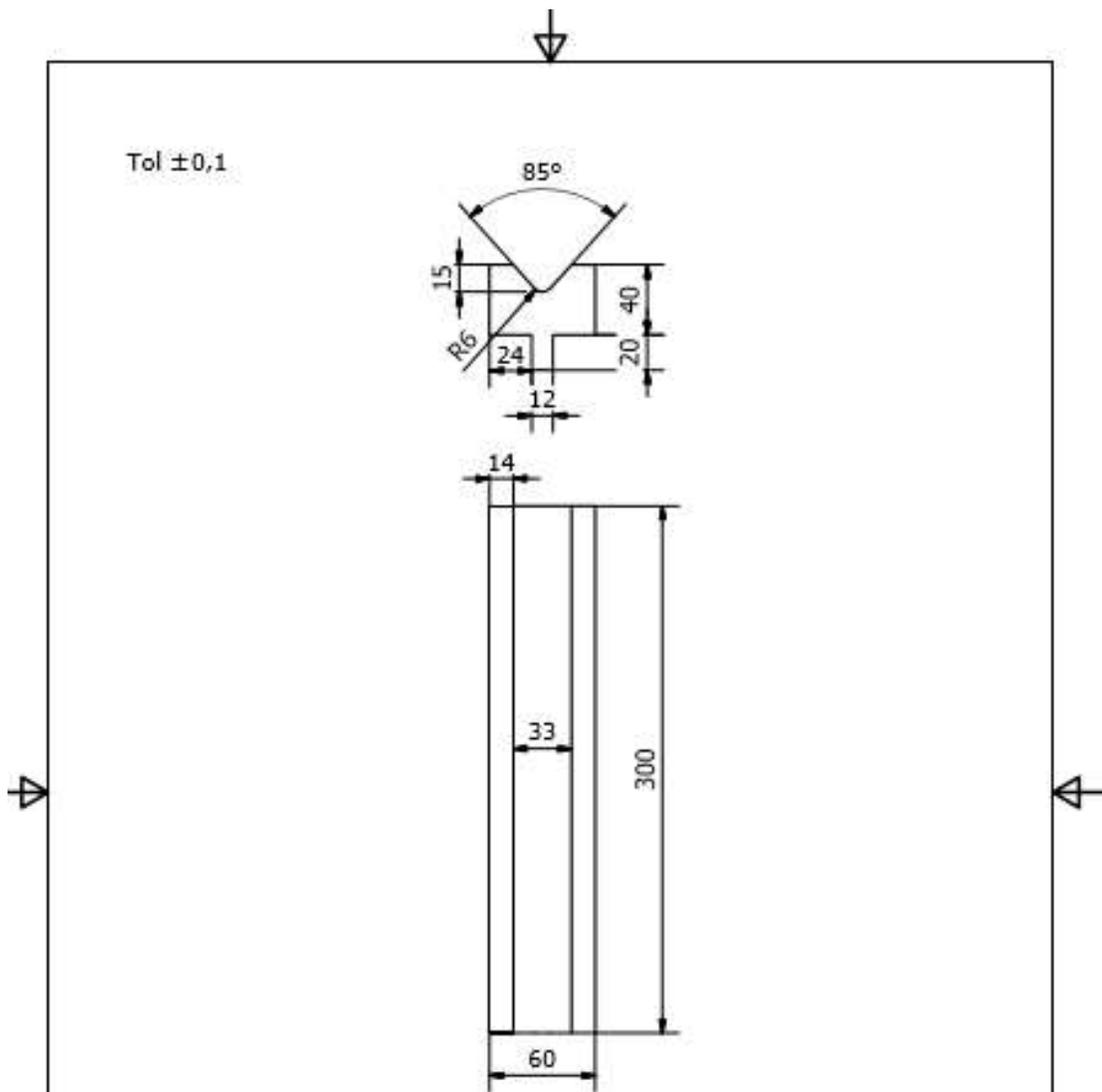
	2	Dudukan Poros	6	ST-42	100x50x20	Dibuat
Jumlah		Nama Bagian	No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan :			
		Pembuatan Alat Bending Portable dengan Sistem Dongkrak Hidrolik		Skala 1 : 1	Digambar	
					Diperiksa	
		 POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				



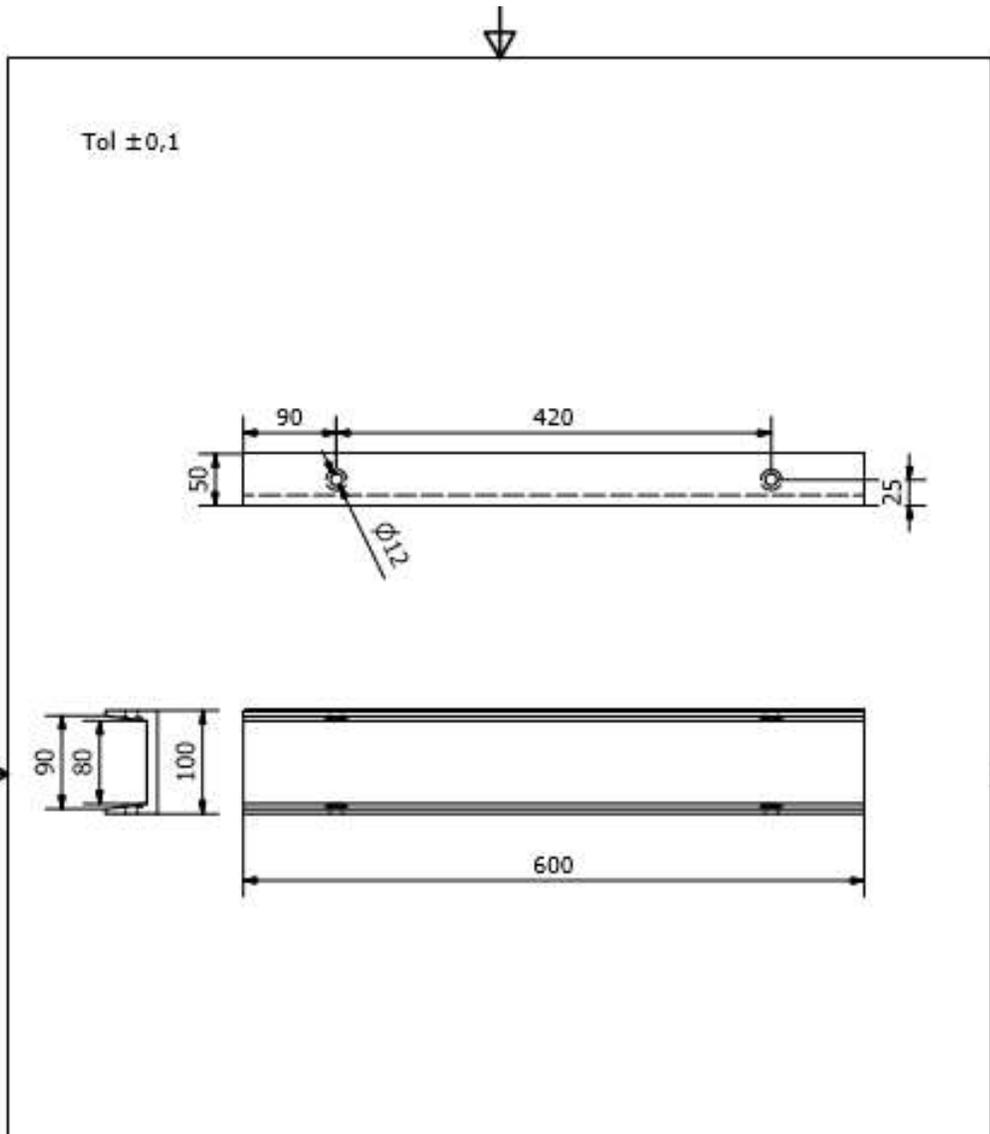


	1	Plat Pelapis Dies	8	ST-42	310x120x20	Dibuat
Jumlah		Nama Bagian	No. bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan :			
			Pembuatan Alat Bending Portable dengan Sistem Dongkrak Hidrolik		Skala 1 : 3	Digambar
						Diperiksa
			 POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			

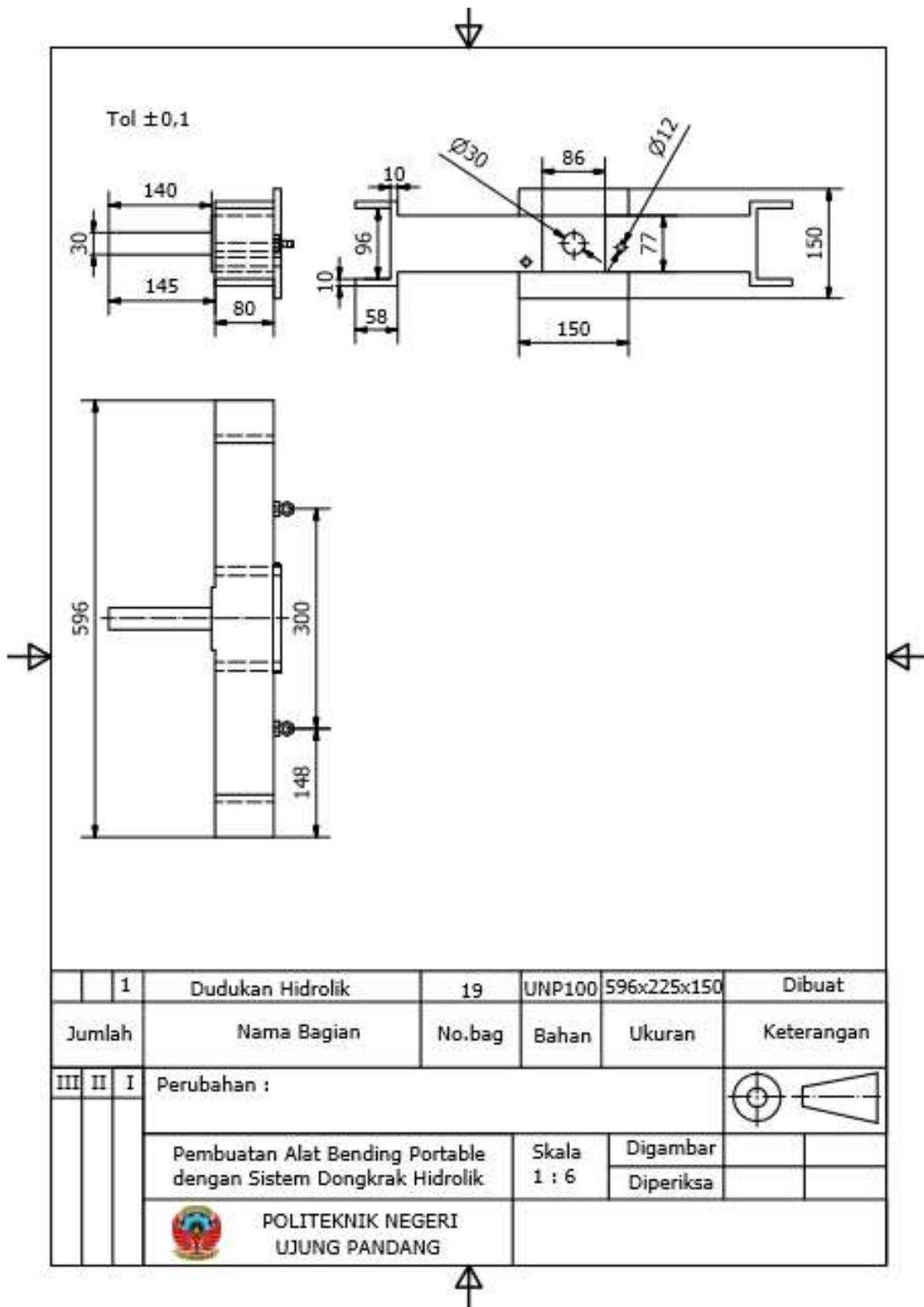


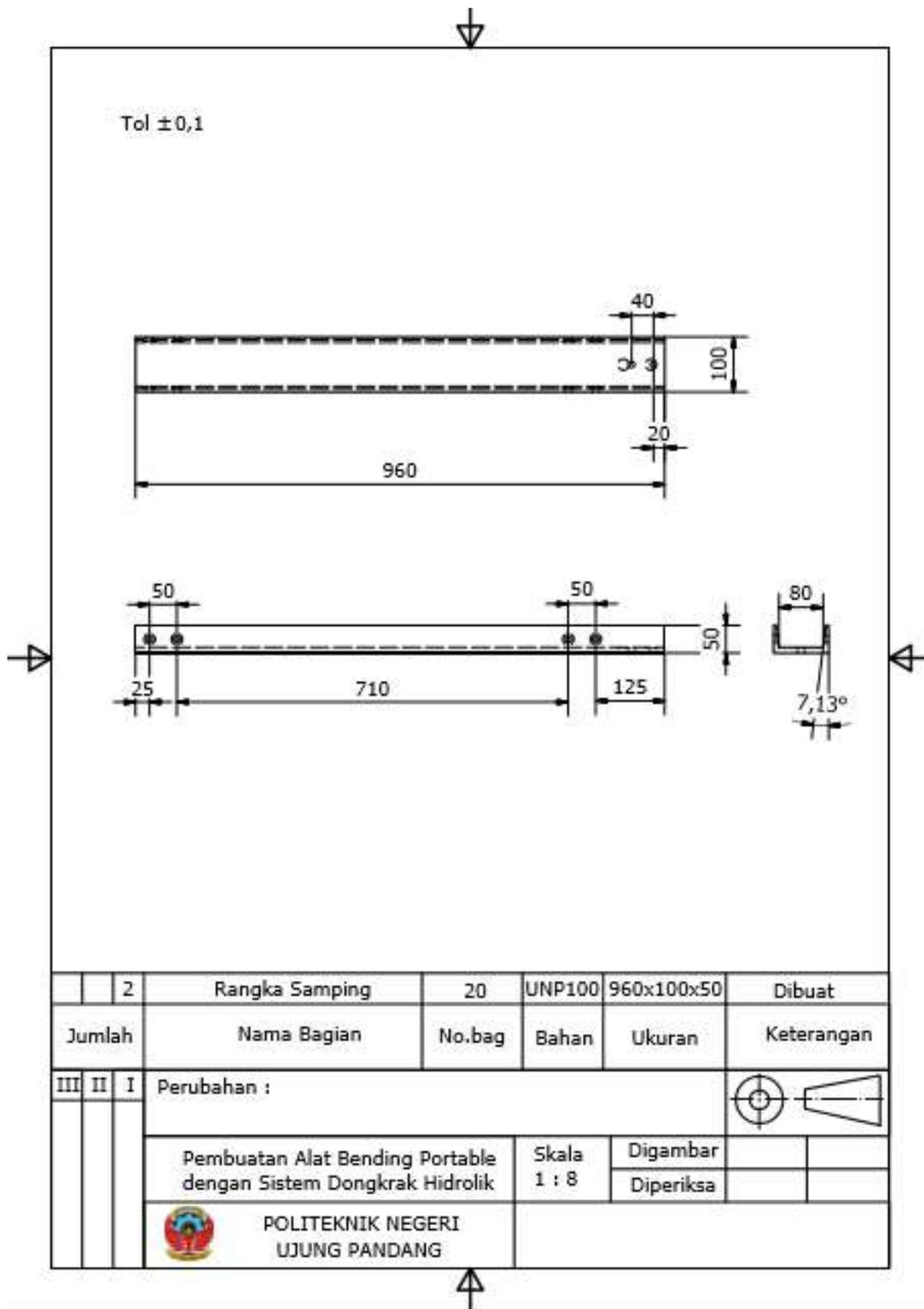


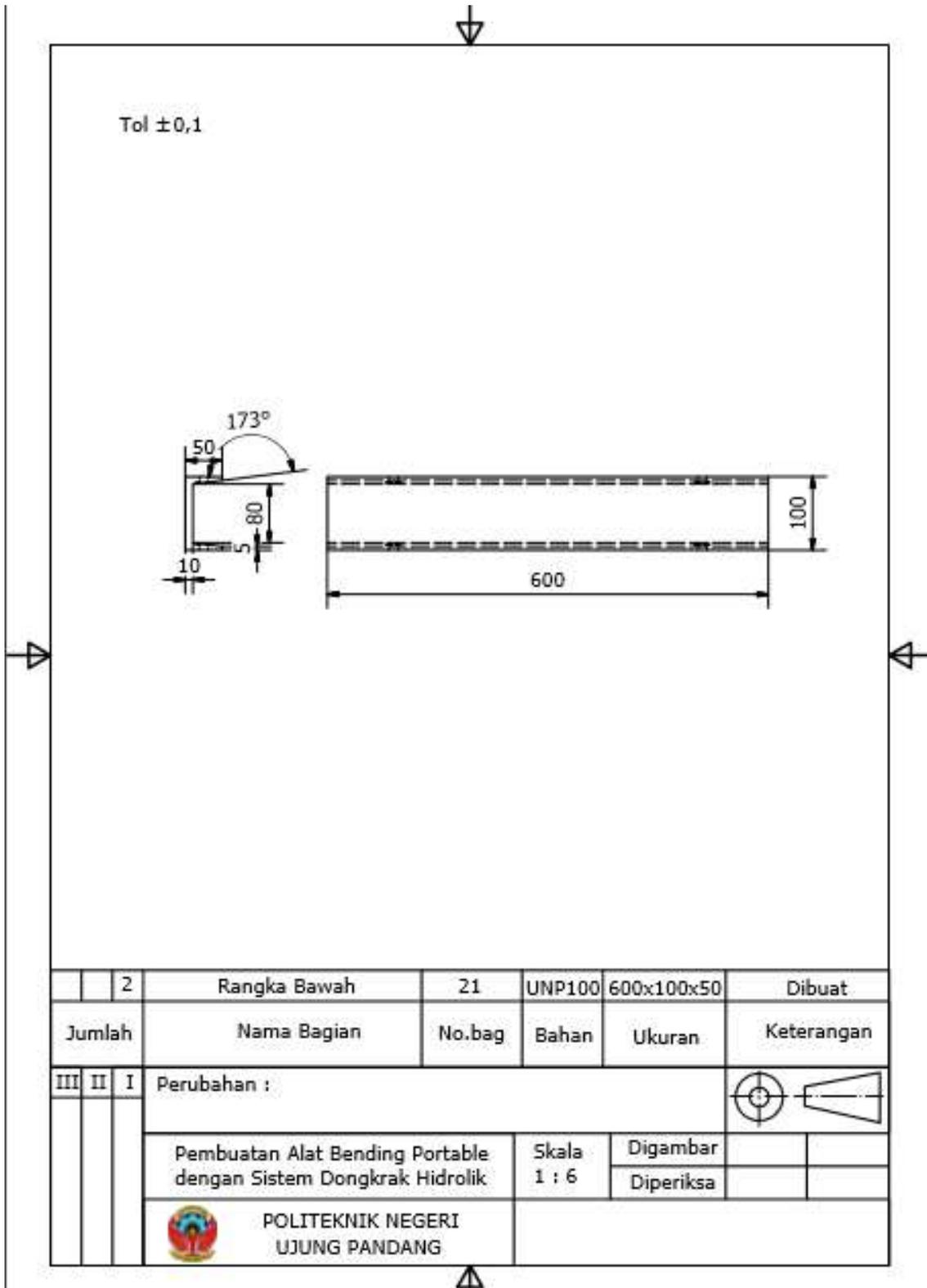
		1	Dies	10	ST-42	300x60x60	Dibuat	
Jumlah			Nama Bagian	No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			Pembuatan Alat Bending Portable dengan Sistem Dongkrak Hidrolik		Skala 1 : 3	Digambar		
						Diperiksa		
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG					



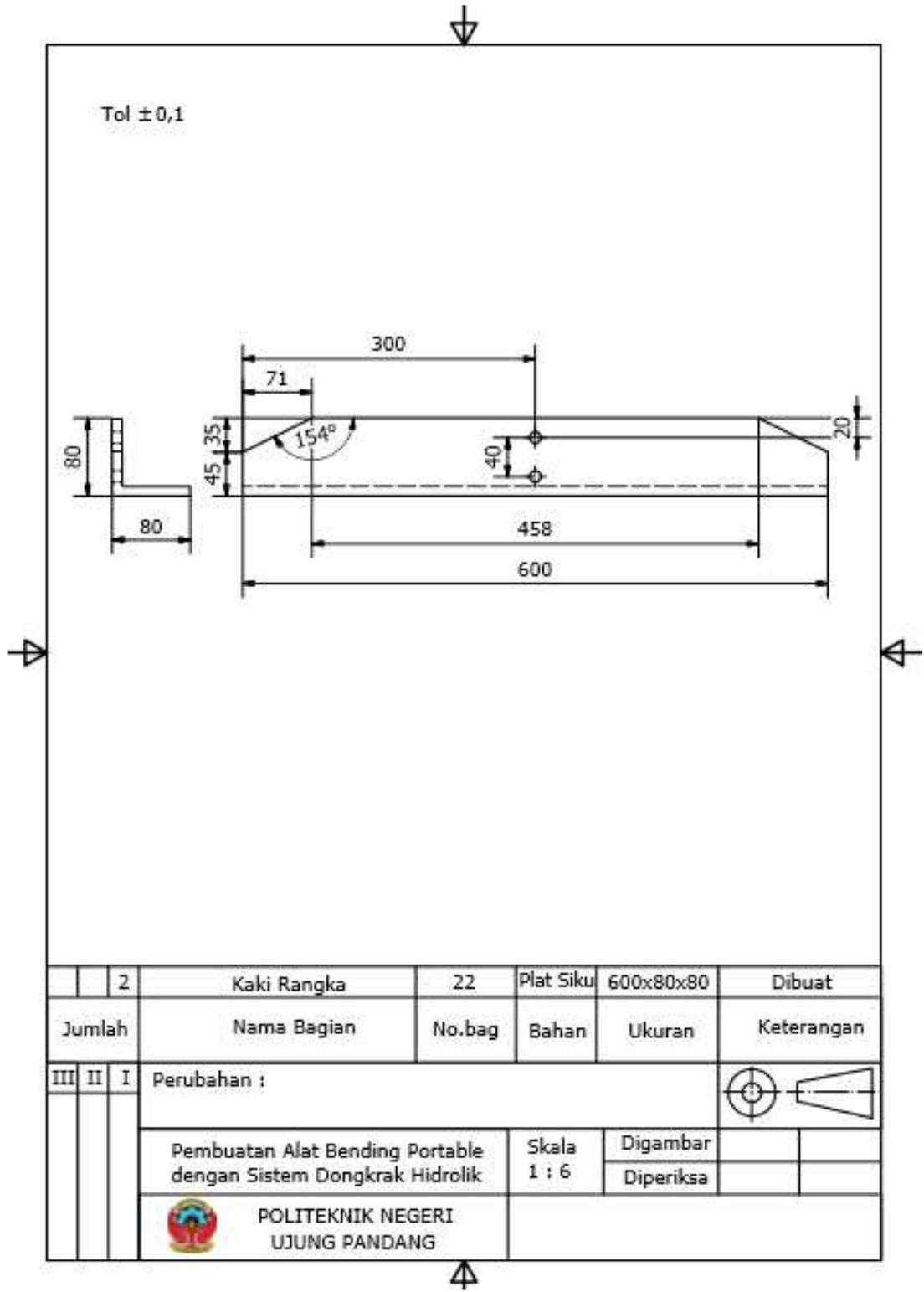
	2	Rangka atas	20	UNP100	600x100x50	Dibuat
Jumlah		Nama Bagian	No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan :			
			Pembuatan Alat Bending Portable dengan Sistem Dongkrak Hidrolik		Skala 1 : 8	Digambar
						Diperiksa
			 POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			







		2	Rangka Bawah	21	UNP100	600x100x50	Dibuat
Jumlah			Nama Bagian	No.bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan :				
			Pembuatan Alat Bending Portable dengan Sistem Dongkrak Hidrolik		Skala 1 : 6	Digambar	
						Diperiksa	
			 POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				



Lampiran 3

Foto Proses Pembuatan Alat *Bending Portable* Dengan Sistem Dongkrak Hidrolik



Gambar Proses Pemotongan Rangka UMP



Gambar Proses pengerjaan memotong besipejal (kotak)



Gambar *Facing* besipejal (kotak)



Gambar *Facing* Pelat



Gambar Proses pembubutan & Pembuatan Alur





Gambar Proses Pengeboran



Gambar Pemotongan Pelat uji



Gambar Pengeboran dan Pembuatan Alur





Gambar Pembuatan *Die*



Gambar Pembuatan *Punch*





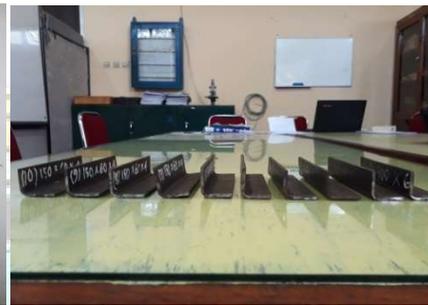
Gambar Perakitan



① 300 x 60 x 3
 ② 300 x 60 x 3
 ③ 300 x 60 x 3
 ④ 300 x 60 x 3
 ⑤ 300 x 60 x 3



① 150 x 150 x 0.51 (1)
 ② 150 x 150 x 0.51 (2)
 ③ 150 x 150 x 0.51 (3)
 ④ 150 x 150 x 0.51 (4)
 ⑤ 150 x 150 x 0.51 (5)
 ⑥ 150 x 150 x 0.51 (6)
 ⑦ 150 x 150 x 0.51 (7)
 ⑧ 150 x 150 x 0.51 (8)
 ⑨ 150 x 150 x 0.51 (9)
 ⑩ 150 x 150 x 0.51 (10)



① 300 x 70 x 3
 ② 300 x 70 x 3
 ③ 300 x 70 x 3
 ④ 300 x 70 x 3
 ⑤ 300 x 70 x 3



300 x 60 x 2 (V)
 300 x 60 x 2 (V)

300 x 70 x 2 (R)
 300 x 70 x 2 (R)



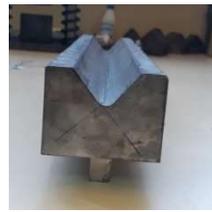
Gambar Bahan Uji



Rangka



Punch



Dies



Die Set





Gambar Keseluruhan



Lampiran 4

✓ Tabel Harga Kekuatan Bahan

Harga kekuatan bahan dalam N/mm^2

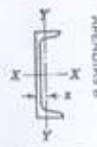
Bahan	Modul Elastisitas E	Rm	R_e $R_{p0.2}$	σ_{DtBk}	σ_{DtBg}	σ_{DbBk}	σ_{DbBg}	τ_{DtBk}	τ_{DtBg}	modul geser G
St 37	210 000	370	240	240	175	340	200	170	140	80 000
St 42	210 000	420	260	260	190	360	220	180	150	80 000
St 50	210 000	500	300	300	230	420	260	210	180	80 000
St 52	210 000	520	320	320	240	430	280	220	190	80 000
St 60	210 000	600	340	340	270	470	300	230	210	80 000
St 70	210 000	700	370	370	320	520	340	260	240	80 000
50 Cr Mo 4	210 000	-	900	860	500	940	540	630	370	80 000
20 Mn Cr 5	210 000	-	700	700	540	980	600	490	340	80 000
Al Cu Mg	72 000	420	280	190	110	270	150	130	90	28 000



Lampiran 5

✓ Tabel sifat penampang U

APENDIS 8
U



TABEL B-4. Sifat Penampang Kanal I Penampang U

RANCANGAN	MASSA TEO- RITIS (kg/m)	LUAS (mm ²)	TULANG				SUMBU X-X'			SUMBU Y-Y'			
			DALAM (mm)	LEBAR (mm)	TE- BAL (mm)	TERAL WEB (mm)	I_x (10 ⁶ mm ⁴)	$S_x = \frac{I_x}{c}$ (10 ⁶ mm ³)	$r_x = \frac{c}{\sqrt{I_x}}$ (mm)	I_y (10 ⁶ mm ⁴)	$S_y = \frac{I_y}{c}$ (10 ⁶ mm ³)	$r_y = \frac{c}{\sqrt{I_y}}$ (mm)	λ (mm)
C380 × 74	74.4	9 480	381	94	16.5	18.2	168	851	133	4.60	62.4	22.0	20.3
× 60	59.4	7 370	381	89	16.5	13.2	145	760	138	3.84	55.5	22.5	19.7
× 50	50.5	6 430	381	86	16.5	10.2	131	687	145	3.59	51.4	23.0	20.0
C310 × 45	44.7	5 690	305	80	12.7	13.0	67.3	442	109	2.12	33.6	19.3	17.0
× 37	37.1	4 720	305	77	12.7	9.8	59.9	393	113	1.85	30.9	19.8	17.1
× 31	30.8	3 920	305	74	12.7	7.2	53.5	351	117	1.59	28.2	20.1	17.5
C250 × 45	44.5	5 670	254	76	11.1	17.1	42.8	337	86.9	1.60	26.8	16.8	16.3
× 37	37.3	4 730	254	73	11.1	13.4	37.9	289	89.4	1.40	24.3	17.1	15.7
× 30	29.6	3 780	254	69	11.1	9.6	32.7	257	93.0	1.16	21.5	17.5	15.3
× 25	22.6	2 880	254	65	11.1	6.1	27.8	219	98.2	0.922	18.4	17.9	15.9
C230 × 30	29.8	3 800	229	67	10.5	11.4	25.5	222	81.9	1.01	19.5	16.3	14.8
× 22	22.3	2 840	229	63	10.5	7.2	21.3	186	86.6	0.806	16.8	16.8	14.9
× 20	19.8	2 530	229	61	10.5	5.9	19.8	173	88.6	0.716	15.6	16.8	15.1
C200 × 28	27.9	3 560	203	64	9.9	12.4	18.2	180	71.6	0.825	16.6	15.2	14.4
× 21	20.4	2 600	203	59	9.9	7.7	14.9	147	75.8	0.627	13.9	15.5	14.0
× 17	17.0	2 170	203	57	9.9	5.6	13.5	133	78.8	0.544	12.8	15.8	14.5
C180 × 22	21.9	2 780	178	58	9.3	10.6	11.3	127	63.7	0.568	12.8	14.3	13.5
× 18	18.2	2 310	178	55	9.3	8.0	10.0	113	65.9	0.476	11.4	14.3	13.2
× 15	14.5	1 850	178	53	9.3	5.3	8.86	99.6	69.3	0.405	10.3	14.8	13.8
C150 × 19	19.2	2 450	152	54	8.7	11.1	7.12	93.7	53.9	0.435	10.3	13.2	12.9
× 16	13.5	1 980	152	51	8.7	8.0	6.22	81.9	56.1	0.351	9.13	13.3	12.6
× 12	12.1	1 540	152	48	8.7	5.1	5.56	70.6	59.1	0.279	7.93	13.5	12.8
C130 × 13	13.3	1 700	127	47	8.1	8.3	3.66	57.6	46.5	0.252	7.20	12.2	11.9
× 10	9.9	1 260	127	44	8.1	4.8	3.09	48.6	49.5	0.195	6.14	12.5	12.2
C100 × 11	10.8	1 370	102	43	7.5	8.2	1.91	37.4	37.3	0.174	5.52	11.3	11.5
× 8	8.0	1 020	102	40	7.5	4.7	1.61	31.6	39.7	0.132	4.65	11.4	11.6
C75 × 9	8.8	1 120	76	40	6.9	9.0	0.85	22.3	27.4	0.123	4.31	10.5	11.4
× 7	7.3	933	76	37	6.9	6.6	0.75	19.7	28.3	0.096	3.67	10.1	10.8
× 6	6.0	763	76	35	6.9	4.3	0.67	17.6	29.6	0.077	3.21	10.1	10.9

Lampiran 6

✓ Tabel sifat mekanik Baut

	A325	Grade 8.8	A490	Grade 10.9	F10T
Tegangan leleh (MPa)	660	640 ⁽¹⁾ 660 ⁽²⁾	940	940	900
Tegangan tarik putus (MPa)	830	800 ⁽¹⁾ 830 ⁽²⁾	1040 – 1210	1040	1000 – 1200
Tegangan <i>proof load</i> (MPa)	600	580 ⁽¹⁾ 600 ⁽²⁾	830	830	-

Catatan: (1) Diameter baut \leq M16

(2) Diameter baut $>$ M16



Lampiran 7

✓ Data Hasil Pengujian Alat

Judul : Pembuatan Alat Bending Portable dengan
Sistem Dongkrak Hidrolik

Hari/Tanggal : Kamis, 9 Agustus 2018

Tempat : Lab Mekanik Jurusan Teknik Mesin - PNUP

Pembimbing I : Muhammad Arsyad Suyuti, S.T., M.T.

Pembimbing II : Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D.

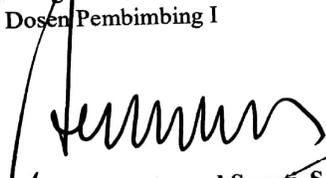
Penguji : 1. Ardianto (341 15 014)
2. Rahmiati (341 15 024)
3. Irianto Azmar (341 15 032)
4. Kharisma Hugo Pramasetio R. (341 15 034)

NO	Sampel	Ukuran	Sudut Bending (α)	Spring Back ($^{\circ}$)	Keterangan	
1	T2.0(1) R	300 × 70 × 2 mm	90,75	5,75	Permukaan Radius Luar Baik	
	T2.0(2) R	300 × 70 × 2 mm	86	1	Permukaan Radius Luar Baik	
	T2.0(3) R	300 × 70 × 2 mm	90	5	Permukaan Radius Luar Baik	
	T2.0(4) R	300 × 70 × 2 mm	91,08	6,08	Permukaan Radius Luar Baik	
	T2.0(5) R	300 × 70 × 2 mm	88	3	Permukaan Radius Luar Baik	
	Rata-Rata			89,16	4,16	
	T2.0(1) V	300 × 60 × 2 mm	91	6	Permukaan Radius Luar Baik	

	T2.0(2) V	300 × 60 × 2 mm	91	6	Permukaan Radius Luar Baik
	T2.0(3) V	300 × 60 × 2 mm	92,3	7,3	Permukaan Radius Luar Baik
	T2.0(4) V	300 × 60 × 2 mm	89	4	Permukaan Radius Luar Baik
	T2.0(5) V	300 × 60 × 2 mm	87,5	2,5	Permukaan Radius Luar Baik
	Rata-Rata		90,16	5,16	
	T3.0(1) R	300 × 70 × 3 mm	87,3	2,3	Permukaan Radius Luar Baik
	T2.0(2) R	300 × 70 × 3 mm	88	3	Permukaan Radius Luar Baik
	T2.0(3) R	300 × 70 × 3 mm	89,5	4,5	Permukaan Radius Luar Baik
	T2.0(4) R	300 × 70 × 3 mm	89,6	4,6	Permukaan Radius Luar Baik
	T2.0(5) R	300 × 70 × 3 mm	86	1	Permukaan Radius Luar Baik
2	Rata-Rata		88,08	3,08	
	T3.0(1) V	300 × 60 × 3 mm	90,25	5,25	Permukaan Radius Luar Baik
	T3.0(2) V	300 × 60 × 3 mm	90,42	5,42	Permukaan Radius Luar Baik
	T3.0(3) V	300 × 60 × 3 mm	90,5	5,5	Permukaan Radius Luar Baik
	T3.0(4) V	300 × 60 × 3 mm	91	6	Permukaan Radius Luar Baik
	T3.0(5) V	300 × 60 × 3 mm	89,5	4,5	Permukaan Radius Luar Baik
	Rata-Rata		90,33	5,33	

	T3.0(3) V	300 × 60 × 3 mm	90,5	5,5	Permukaan Radius Luar Baik
	T3.0(4) V	300 × 60 × 3 mm	91	6	Permukaan Radius Luar Baik
	T3.0(5) V	300 × 60 × 3 mm	89,5	4,5	Permukaan Radius Luar Baik
	Rata-Rata		90,33	5,33	
3	T4.0(1) V	150 × 60 × 4 mm	90,4	5,4	Permukaan Radius Luar Baik
	T4.0(2) V	150 × 60 × 4 mm	90	5	Permukaan Radius Luar Baik
	T4.0(3) V	150 × 60 × 4 mm	91,6	6,6	Permukaan Radius Luar Baik
	T4.0(4) V	150 × 60 × 4 mm	88,75	3,75	Permukaan Radius Luar Baik
	T4.0(5) V	150 × 60 × 4 mm	86,3	1,3	Permukaan Radius Luar Baik
	T4.0(6) V	150 × 60 × 4 mm	88,41	3,41	Permukaan Radius Luar Baik
	T4.0(7) V	150 × 60 × 4 mm	92,3	7,3	Permukaan Radius Luar Baik
	T4.0(8) V	150 × 60 × 4 mm	90	5	Permukaan Radius Luar Baik
	T4.0(9) V	150 × 60 × 4 mm	93	8	Permukaan Radius Luar Baik
	T4.0(10) V	150 × 60 × 4 mm	93	8	Permukaan Radius Luar Baik
Rata-Rata		90,37	5,37		

Mengetahui,
Dosen Pembimbing I


Muhammad Arsyad Suyuti, S.T., M.T.
NIP. 19721206 2002 12 1 004

Mengetahui,
Dosen Pembimbing II

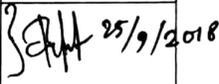
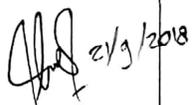
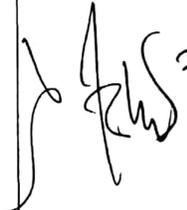
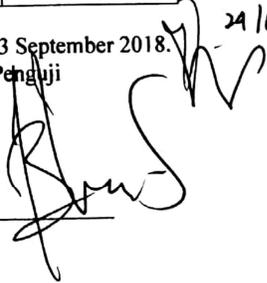

Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19741106 200212 1 002

**LAMPIRAN BERITA ACARA PELAKSANAAN
UJIAN SIDANG LAPORAN TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : Ardianto
 Rahmiati
 Irianto Azmar
 Kharisma Hugo Pramasetio R.

NIM : 341 15 014
 341 15 024
 341 15 032
 341 15 034

Catatan/Daftar Revisi Penguji:

No.	N a m a	Uraian	Tanda Tangan
1.	Pebrianto N	- koreksi rumusan masalah - koreksi saran	 25/9/2018
2.	Muh. Iqbal	- pengubahan masalah & koreksi - istilah yg istilah asing - penulisan rumus perbaikan - gambar kerja & perbaikan	 21/9/2018
3	A. Z. Sultan	- koreksi penulisan referensi - gambar ? & penjelasan - cek persamaan hal 15 - koreksi lampiran 2	 29/8-2018
4.	Kram, MT	- perbaikan flowchart - perbaiki tabel lampiran	 24/8/2018

Makassar, 3 September 2018.
 Sekretaris Penguji

NIP.

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik.

**DAFTAR HADIR TIM PENGUJI
UJIAN SIDANG LAPORAN TUGAS AKHIR**

Nama : Ardianto
 Rahmiati
 Irianto Azmar
 Kharismaa Hugo Pramasetio R.

No. Induk Mahasiswa : 341 15 014
 341 15 024
 341 15 032
 341 15 034

Tanggal Ujian Sidang : Senin, 3 September 2018

No.	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1	Ir. Ikram, M.T.	Ketua	
2	Ahmad Zubair Sultan, S.T., M.T., Ph.D	Sekretaris	
3	Pebrianto Aris Nainggolan, M.Th	Anggota	
4	Muh. Ikbal, S.T., M.Eng.	Anggota	
5	Muhammad Arsyad Suyuti, S.T., M.T.	Anggota	
6	Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D.	Anggota	

**Ketua / Sekretaris
Panitia Ujian Sidang,**

IR. IKRAM, MT
 NIP. 196509111993031007



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
Jl. PerintisKemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
Telp: (0411)-585365, 585367, 585368; Fax : (0411)-586043
Website : <http://www.poliupg.ac.id/>
E-Mail : pnup@poliupg.ac.id

KARTU ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

“PEMBUATAN ALAT BENDING PORTABLE
DENGAN SISTEM DONGKRAK HIDROLIK “

No.	Waktu	Revisi	Paraf
1.	18 Juni 2018	Perbaiki Tujuan latar belakang.	
2.	25 Juni 2018	Teori Dasar (Punus) berdasarkan kean komponen lentis Nama Gambar.	
3.	02 Agustus 18	-Tata penulisan (rata kiri kanan) -Diagram alir.	
4.	05 Agustus 18	- Gambar hasil desain & taubatkan. - Tahapan perancangan & penulisan.	
5.	09 Agustus 18	- Perbaiki Perhitungan penyangga atau Perhitungan Baut. - Taubatkan gambar hasil Perbuatan & penulisan.	
6.	15 Agustus 18	- Gambar Hasil Bending - Tabel Hasil Bending di perbaiki	
7.	20 Agustus 18	- Perbaiki perhitungan - Per Tabel Radius dan V di perbaiki - Keseluruhan di perbaiki - Lampiran di lengkapi	



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
Jl. PerintisKemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
Telp: (0411)-585365, 585367, 585368; Fax : (0411)-586043
Website : <http://www.poliupg.ac.id/>
E-Mail : pnup@poliupg.ac.id

KARTU ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

“PEMBUATAN ALAT *BENDING PORTABLE*
DENGAN SISTEM DONGKRAK HIDROLIK “

No.	Waktu	Revisi	Paraf
8	27-08-18	lewat Anggi Abstrak - Daftar Isi - Kata pengantar - Buat Power Point	
9	28-08-18	Oke Aee untuk Ulya Sidang	

Makassar, 28/8/2018

Mengetahui
Dosen Pembimbing I

Muhammad Arsyad Suyuti, S.T., M.T.
NIP. 19721206 2002 12 1 004



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
Telp: (0411)-585365, 585367, 585368; Fax : (0411)-586043
Website : <http://www.poliupp.ac.id/>
E-Mail : pnup@poliupp.ac.id

KARTU ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

“PEMBUATA ALAT BENDING PORTABLE
DENGAN SISTEM DONGKRAK HIDROLIK “

No.	Waktu	Revisi	Paraf
1.	16-8-2018	- Perbaiki rumus material - Perbaiki referensi	P
2	17-8-2018	- Perbaiki Etnet gambar - " proyeksi gambar	P
3	20-8-2018	- Penamaan gambar	P
4	21-8-2018	- Pembacaan Tabel	P
5	22-8-2018	- Diagram alir	P
6	23-8-2018	- Penulisan laporan diperbaiki	P
7	24-8-2018	- Gambar di ley bapi	P
8	27-8-2018	Acc u/ diujikan	P

Makassar, 27/8/2018

Mengetahui
Dosen Pembimbing II

Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19741106 200212 1 002

