

**RANCANG BANGUN  
MESIN ROLL BENDING BESI PIPA**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
pendidikan diploma empat (D-4) Program Studi Teknik Manufaktur  
Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

<b>FEBRIYANTO</b>	<b>443 16 018</b>
<b>MUH ERFIN</b>	<b>443 16 021</b>
<b>FHIRAL RENALDY</b>	<b>443 16 022</b>

**PROGRAM STUDI S-1 TERAPAN (D-4) TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR  
2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan judul **“Rancang Bangun Mesin Rol Bending Besi Pipa”** oleh Febriyanto NIM 443 16 018, Muh. Erfin NIM 443 16 021 dan Fhiral Renaldy NIM 443 16 022 dinyatakan layak dan siap untuk diujikan.

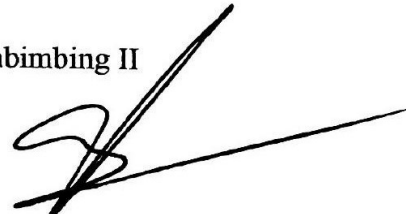
Makassar, **25** September 2020

Pembimbing I



Abram Tangkemada, S.T.,M.T.  
NIP. 19650817 199003 1 003

Pembimbing II

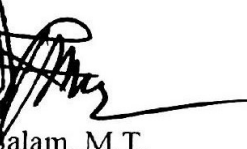


Arthur Halik Razak, S.ST.,M.T  
NIP. 19760602 200212 1 002

Mengetahui,



Dea Program Studi,  
Teknik Manufaktur

  
Maul Salam, M.T.

NIP. 196012241991031001

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, hari Kamis tanggal 24 September 2020, tim penguji seminar skripsi telah menerima hasil seminar skripsi oleh mahasiswa: Febriyanto NIM 443 16 018, Muh. Erfin NIM 443 16022 dan Fhiral Renaldy NIM 443 16 022 dengan judul "Rancang Bangun Mesin Rol Bending Besi Pipa."

Makassar, 24 September 2020

Tim Seminar Proposal Skripsi:

1. Ir. Muas, M.T.
2. Muh. Iswar, S.ST., M.T.
3. Ir. Abdul Salam, M.T.
4. Muh. Arsyad Suyuti, S.T., M.T.
5. Abram Tangkemanda, S.T., M.T.
6. Arthur Halik Razak, S.ST., M.T.

Ketua (.....)

Sekretaris (.....)

Anggota 1 (.....)

Anggota 2 (.....)

Pembimbing I (.....)

Pembimbing II (.....)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan yang Maha Esa, yang telah memberikan kenikmatan, karunia kesehatan, dan pengetahuan kepada kami sehingga dapat menyelesaikan penyusunan proposal skripsi dengan judul “Rancang Bangun Mesin Roll Bending Besi Pipa” sesuai dengan harapan.

Penyusunan proposal skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, untuk itu peneliti ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang telah banyak memberikan bantuan moril maupun materil serta dukungan dan motivasi.
2. Bapak Rusdi Nur, S.S.T.,M.T.,P.hD. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Ir. Abdul Salam, M.T. selaku Ketua Program Studi S-1 Terapan/(D-4) Teknik Manufaktur.
4. Abram Tangkemada, S.T.,M.T. selaku Pembimbing 1 yang selalu memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Arthur Halik Rasak, S.S.T.,M.T. selaku Pembimbing 2 yang selalu memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Dosen dan Tenaga Pendidikan yang memberikan arahan, dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Ibu Haryani S.Sos selaku Staf Administrasi D-4 Teknik Manufaktur.
8. Teman-teman D-4 Teknik Manufaktur Angkatan 2016 atas dukungan moril dan doanya dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata kami panjatkan doa semoga Tuhan Yang Maha Esa berkenan melimpahkan berkah dan rahmat-Nya membalas budi Bapak/Ibu sekalian. Kami menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan kelemahan baik isi maupun penyajiannya. Kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan proposal skripsi ini.

Makassar, 23 September 2020

Penyusun



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR SIMBOL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
SURAT PERNYATAAN.....	xiv
RINGKASAN.....	xvii
SUMMARY.....	xviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Defenisi.....	6
2.2 Perkembangan mesin rol besi pipa.....	6
2.3 Komponen alat/mesin rol bending besi pipa.....	10
2.4 Prinsip kerja.....	10
2.5 Dasar dasar perancangan.....	13

2.5.1	Analisis penggunaan dongkrak ( <i>Hydraulic Jack</i> ) .....	13
	2.5.2 Daya Motor Listrik .....	15
	2.5.3 Reducer Gearbox .....	16
2.5.4	Perhitungan Poros Alat/Mesin Pengerol Pipa .....	17
2.5.5	Perhitungan kekuatan pengelasan.....	18
	2.5.6 Kekuatan Baut dan Mur .....	19
	2.5.7 Perhitungan Bearing .....	21
BAB III .....		22
METODE RANCANG BANGUN.....		22
	3.1 Waktu dan Tempat .....	22
	3.2 Alat dan Bahan .....	22
	Alat .....	22
	Bahan .....	22
3.3	Prosedur Rancang Bangun.....	23
	3.4 Pengujian Mesin .....	33
	3.5 Bagan Penelitian .....	34
BAB IV .....		35
HASIL DAN PEMBAHASAN .....		35
4.1	Rancangan Konstruksi Mesin Rol Bending Besi Pipa.....	35
4.2	Perhitungan Kontruksi Mesin Rol Bending Besi Pipa.....	36
	4.2.1 Kecepatan Sistem Transmisi .....	36
	4.2.2 Analisis Kebutuhan Daya Motor Penggerak.....	36
	4.2.3 Analisis Torsi Penggerak .....	46
4.2.4	Perhitungan Pada Poros Alat/Mesin Pengerol Pipa.....	47
	4.2.5 Dongkrak .....	49
	4.2.6 Perhitungan Kekuatan Las .....	50
	4.2.7 Perhitungan Baut Dan Mur .....	51
	4.2.8 Perhitungan Bearing .....	53
	4.3 Hasil Pembuatan .....	54
	4.4 Hasil Pengujian .....	55
4.4	Pembahasan Hasil Pengujian.....	56
4.5	Biaya Manufaktur Mesin rol bending besi pipa .....	60

	4.5.1 Biaya Bahan Langsung	60
	4.5.2 Biaya Tenaga Kerja	61
	4.5.3 Biaya Tak Langsung	62
	4.5.4 Biaya Listrik	63
	4.5.5 Biaya Penyusutan Mesin	65
BAB V.....		68
	5.1. Kesimpulan	68
	5.2. Saran	69
DAFTAR PUSTAKA.....		70





## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Proses Pembuatan Komponen.....	24
Tabel 3.2 Komponen Standar yang Dibeli .....	28
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Mesin Rol Bending.....	54
Tabel 4.2 Biaya Bahan Langsung .....	59
Tabel 4.3 Biaya Tenaga Kerja .....	60
Tabel 4.4 Biaya Bahan Tidak Langsung .....	61
Tabel 4.5 Biaya Listrik.....	64
Tabel 4.6 Hasil Penyusutan Mesin.....	65
Tabel 4.7 Biaya Tidak Langsung .....	66
Tabel 4.8 Biaya Produksi .....	66



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rancang Bangun Mesin Rol Pipa Segi Empa .....	7
Gambar 2.2 Pengembangan Mesin Rol Besi Pejal Bulat dan Persegi .....	8
Gambar 2.3 Pengembangan Mesin Rol Pipa Sistem Vertikal.....	9
Gambar 2.4 Rancang Bangun Mesin Rol Bending Besi Pipa .....	10
Gambar 2.5 Posisi awal mulai pengerolan .....	11
Gambar 2.6 Pipa berada di atas <i>roller</i> 1 dan <i>roller</i> 3.....	11
Gambar 2.7 Penggerak/penekan diturunkan sampai menyentuh pipa .....	12
Gambar 2.8 Penggerak/penekan diputar satu kali putaran.....	12
Gambar 2.9 Pipa bergerak dari kiri kekanan oleh putaran motor.....	13
Gambar 2.10 Gaya pembebanan pada pipa.....	15
Gambar 2.11 Sistem transmisi.....	17
Gambar 2.12 a) Baut Tembus, b) Baut Tap, c) Baut Tanam .....	19
Gambar 3.1 Mesin Rol Bending Besi Pipa .....	24
Gambar 3.2 Pemasangan Pillow Block UCF 208.....	29
Gambar 3.3 Pemasangan Pillow Block UCP 208 .....	30
Gambar 3.4 Pemasangan Dongkrak/Hydraulic Jack .....	30
Gambar 3.5 Pemasangan Poros .....	31
Gambar 3.6 Pemasangan Sprocket .....	31
Gambar 3.7 Pemasangan Sprocket Bagian Tengah Poros .....	31
Gambar 3.8 Pemasangan Reducer Dan Motor .....	32
Gambar 3.9 Merangkai Arah Putaran Motor.....	32
Gambar 3.10 Pemasangan Dies .....	33
Gambar 3.11 Diagram alir penelitian .....	34
Gambar 4.1 Rancangan Konstruksi Mesin Rol Bending Besi Pipa.....	35
Gambar 4.2 Gaya pembebanan pada pipa.....	38
Gambar 4.3 Penampang Pipa .....	39

Gambar 4.4 Torsi pada <i>roller</i> .....	40
Gambar 4.5 gaya (F) dalam membengkokkan pipa.....	41
Gambar 4.6 Penampang ulir cacing .....	44
Gambar 4.7 Penampang roda gigi .....	44
Gambar 4.8 Hasil Pembuatan Mesin Rol Bending Besi Pipa .....	53
Gambar 4.9 Hasil pengujian Tahap 1 .....	56
Gambar 4.10 Perbaikan pada roller penekan .....	56
Gambar 4.11 Proses Pengambilan data.....	57
Gambar 4.12 Hasil pengujian tahap 2.....	57
Gambar 4.13 Hasil Pengujian Tahap 3 .....	58
Gambar 4.14 Hasil pengujian Tahap 4 .....	59



Simbol	Satuan	Keterangan
$Y$	mm	Defleksi
$P$	Kw	Daya
$E$	$N/m^2$	Modulus Elastisitas
$F$	N	Gaya
$D$	mm	Diameter
$n$	rpm	Putaran Motor
$L$	mm	Panjang Pipa
$M_p$	N.mm	Momen Puntir
$\tau_g$	$N/mm^2$	Tegangan Geser
$T$	mm	Tebal Pengelasan
$L$	mm	Panjang Pengelasan
$V$		Faktor Keamanan
$T$	Nm	Torsi
$I$	$mm^4$	Momen Inersia
$f_c$		Faktor Koreksi

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Gambar Konstruksi Dan Gambar Tiap Komponen
- Lampiran 2 Lambang Lambang Diagram Alir
- Lampiran 3 Keterangan Symbol Symbol Pengelasan
- Lampiran 4 Tabel Modulus Elastisitas
- Lampiran 5 Simbol Penegerjaan
- Lampiran 6 Ukuran Pillow Block
- Lampiran 7 Nilai Kekerasan
- Lampiran 8 Tabel Factor Koreksi
- Lampiran 9 Tebel Factor Keamanan
- Lampiran 10 Tabel Koefisien Gesek
- Lampiran 11 Dokumentasi



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Febriyanto

Nim : 44316018

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Rancang Bangun Mesin Rol Bending Besi Pipa” merupakan gagasan dan hasil karya penulis sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar.

Makassar, 23 September 2020



Febriyanto  
Nim. 443 16 018

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muh Erfin

Nim : 44316021

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Rancang Bangun Mesin Rol Bending Besi Pipa” merupakan gagasan dan hasil karya penulis sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telaj disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar.

Makassar, <sup>23</sup> September 2020



Muh. Erfin  
Nim. 443 16 021

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fhiral Renaldy

Nim : 44316022

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul “Rancang Bangun Mesin Rol Bending Besi Pipa” merupakan gagasan dan hasil karya penulis sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar.

Makassar, September 2020



Fhiral Renaldy  
Nim. 443 16 022



# “Rancang Bangun Mesin Rol Bending Besi Pipa”

Oleh

**Febriyanto**  
**Muh Erfin**  
**Fhiral Renaldy**

## RINGKASAN

Proses penekukan pipa (bending), biasanya banyak sekali dilakukan untuk membuat komponen-komponen industri maupun rumah tangga misalnya membuat kursi, pagar, kanopi, serta perlengkapan lainnya yang memanfaatkan pipa sebagai bahan dasarnya. Hal tersebut diatas, menunjukkan bahwa kebutuhan produk semakin lama semakin tinggi dengan kualitas yang baik dan sama halnya dengan peralatan (mesin-mesin), yang semakin lama di tuntut untuk lebih berkembang dan berkembang lagi, sehingga dengan biaya yang terjangkau mesin rol bending besi pipa ini dapat membantu untuk perindustrian ekonomi kecil dan menengah. Untuk itulah maka penelitian disini merancang mesin rol bending pipa dengan sistem *hydraulic jack* dan menggunakan tenaga motor listrik sehingga mempermudah proses pembendingan pada pipa, lebih meminimalisir terjadi keretakan pada pipa dan Menentukan spesifikasi material yang akan dibending terkait dengan kemampuan alat bending dengan menggunakan metode perhitungan dimana hasilnya nanti sebagai dasar untuk merancang.

**Kata Kunci** : Bending, Mesin Rol Bending Besi Pipa, Sistem *Hydraulic Jack*, Tenaga Motor Listrik.

# “Rancang Bangun Mesin Rol Bending Besi Pipa”

Oleh

**Febriyanto**  
**Muh Erfin**  
**Fhiral Renaldy**



## SUMMARY

The pipe bending process is usually done a lot to make industrial and household components, for example making chairs, fences, canopies, and other equipment that uses pipes as the basic material. The above, shows that the need for the product is getting higher and higher with good quality and the same as the equipment (machines), which are increasingly required to develop and develop again, so that at an affordable cost this iron pipe bending roller machine can help for small and medium economic industries. For this reason, the research here designs a pipe bending roller machine with a hydraulic jack system and uses an electric motor power so that it simplifies the bending process in the pipe, minimizes cracks in the pipe and determines the specifications of the material to be bent related to the ability of the bending tool using the calculation method where the results later as a basis for designing.

**Keywords:** bending, iron pipe roller bending machine, hydraulic jack system, electric motor power.



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada masa sekarang ini, semua aktivitas industri dituntut harus cepat, tepat dan sebisa mungkin menggunakan tenaga manusia yang sedikit. Salah satunya adalah proses pengerolan pipa. Pada industri skala *Home industry* masih banyak didapati alat/mesin pengerol pipa secara manual. Selain membutuhkan waktu yang lama dalam pengoperasiannya, tenaga yang digunakan juga relatif besar. Sebagai solusi dari permasalahan tersebut ialah membuat alat/mesin pengerol pipa yang cepat. Penggunaan motor listrik sangat membantu untuk mempermudah dalam proses pengerolan karena hanya membutuhkan sedikit tenaga dan waktu. Ditambah dengan penggunaan hidrolik jack (dongrak) yang dihubungkan dengan *roller* penekan sebagai penerus tekanannya. Alat ini juga merupakan inovasi dari alat/mesin rol bending pipa sebelumnya dengan membuat desain konstruksinya menjadi praktis dan efektif dalam pengoperasiannya. Alat pengerolan ini digunakan untuk membengkokkan pipa dalam pembuatan kanopi, pagar tralis, jendela tralis, dan lain-lain.

Selain untuk mempermudah dan mempercepat dalam pekerjaan, produksi yang dihasilkan juga lebih tepat sehingga lebih efektif dan efisien. Dalam pembuatan sebuah alat/mesin pengerol pipa ini dibutuhkan pemilihan bahan yang tepat, sehingga alat/mesin ini mampu bekerja secara optimal. Di samping itu, dalam pemilihan bahan yang tepat akan dihasilkan alat/mesin yang baik pula dilihat dari

segi kekuatan maupun keawetan (*lifetime*) alat/mesin tersebut.

Untuk mencapai hal tersebut, maka dalam perancangan sangat dibutuhkan ketelitian dan perencanaan yang matang. Agar bahan-bahan yang dipilih tepat dan alat/mesin yang dihasilkan lebih efektif dan efisien. Serta alat/mesin yang akan dirancang mampu beroperasi secara maksimal. Di samping itu, dengan perencanaan yang matang akan menghasilkan hasil yang diinginkan.

Sebelumnya mesin rol dengan menggunakan motor listrik sebagai tenaga penggerak pernah dibuat oleh Mahasiswa Politeknik Negeri Ujung Pandang yaitu Eko Warsih dkk (2007) dengan judul Rancang Bangun Mesin Rol Pipa Segi Empat dimana pipa yang dirol hanya satu ukuran dan satu jenis yakni besi berpenampang segi empat dengan ukuran penampang 50 x 50 mm dan susah untuk mengganti *roller* pada alat/mesin tersebut sehingga hanya pipa penampang yang disebutkan diatas yang hanya bisa dirol pada mesin tersebut,

Sedangkan pengembangan dari judul di atas yang pernah dibuat oleh Muarif Ambari dkk (2014) dengan judul ‘‘Pengembangan Mesin Rol Pipa Sistem Vertikal’’ dimana pipa yang dirol adalah pipa segiempat dengan ukuran 50 mm x 50 mm dan Pipa stainless steel dengan ukuran  $\varnothing$  1 inci (25,4 mm). Mesin ini dapat menghasilkan pipa dengan radius yang lebih kecil dari rancangan sebelumnya. Waktu yang dibutuhkan untuk mengerol pipa sekitar 10 menit dengan panjang pipa 150 cm. Kekurangan dari mesin ini yaitu punch / dies penekannya tidak bisa diganti-ganti sehingga hanya bisa mengerol jenis besitertentu yaitu pipa segiempat dan pipa bulat yang sesuai dengan ukuran dies / punch penekan yang telah dibuat.

Kemudian pengembangan selanjutnya dibuat oleh Ahmad dkk (2016) dengan judul “ Pengembangan Desain Mesin Rol Besi Pejal Bulat Dan Persegi ” dimana spesifikasi yang diroll antara lain jenis baja yang akan dirol adalah baja pejal berbentuk diameter untuk lingkaran roda traktor dengan ukuran  $\text{Ø}0.63$  inch ( 16 mm) dengan panjang bentangan 2100 mm dan baja persegi empat dengan ukuran 4 mm x 1000 mm dengan ketebalan 25 mm. Kelemahan mesin-mesin rol bending yang pernah ada sebelumnya umumnya terletak pada bagian roller penekannya yang masih menggunakan ulir sebagai penerus tekanan, sehingga dalam pengoperasiannya akan menggunakan banyak tenaga.

Berdasarkan penjelasan tersebut di atas maka kami melakukan pengembangan mesin rol yang ada sebelumnya berdasarkan kebutuhan dari hasil survey di lapangan. Pengembangan akan dilakukan khususnya untuk pengorolan besi pipa dengan proses penekan menggunakan sistem hidrolik. Dengan demikian kami mengangkat tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Mesin Rol Bending Besi Pipa”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah tersebut maka dapat ditarik rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana desain konstruksi mesin rol bending pipa yang praktis dan mudah digunakan ?
2. Berapa biaya manufaktur yang dibutuhkan untuk pembuatan mesin rol pipa tersebut ?

### 1.3 Ruang Lingkup

Melihat luasnya ruang lingkup yang akan dibahas dalam merencanakan dan merancang Mesin pengerol besi pipa, maka dari itu penulis memberi batasan tentang karakteristik dan kemampuan mesin rol besi pipa. Adapun batasan masalah yang dapat dibahas meliputi spesifikasi yang dirol antara lain jenis pipa yang akan dirol adalah pipa galvanis berbentuk lingkaran diameter 1 inch –  $1\frac{3}{4}$  inch dan hollow persegi empat dengan ukuran 30 mm x 30 mm.

### 1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dari perancangan alat/mesin pengerol pipa ini adalah:

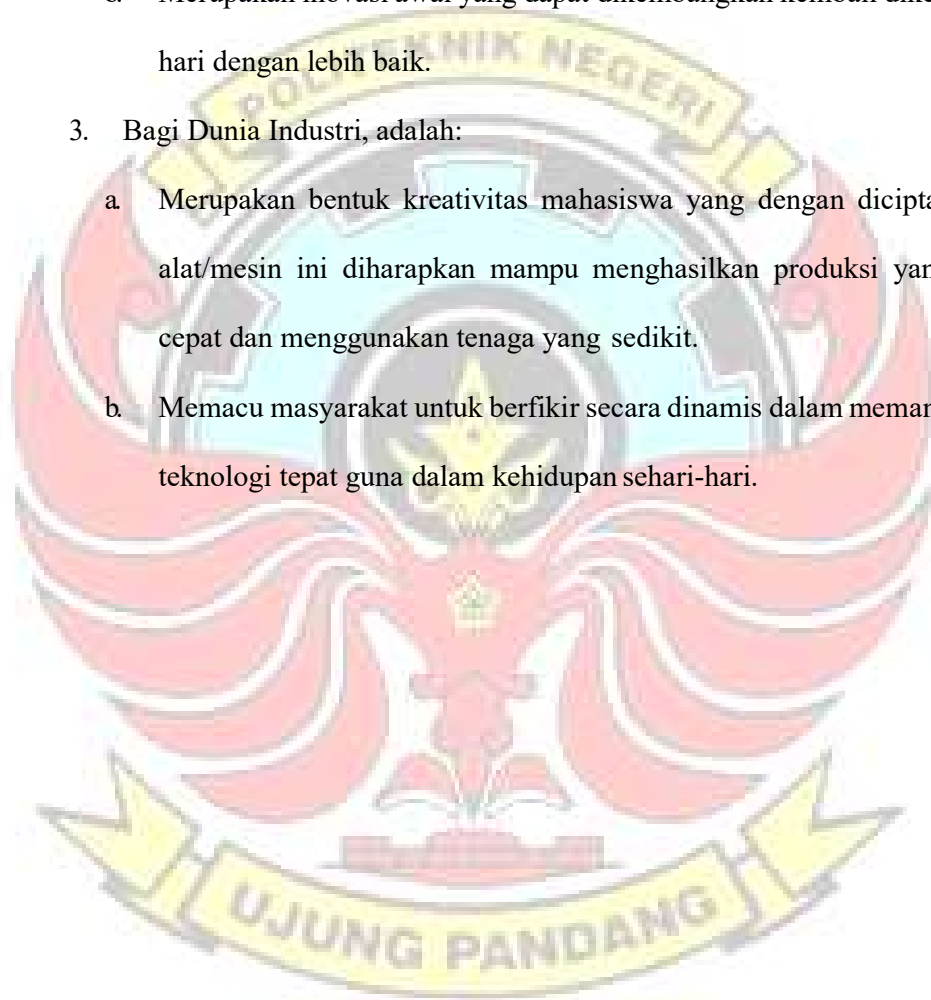
1. Mendesain konstruksi mesin rol bending pipa yang praktis dan mudah digunakan.
2. Merencanakan biaya manufaktur yang dibutuhkan untuk proses pembuatan mesin pengerol pipa

### 1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh adalah:

1. Bagi mahasiswa, adalah:
  - a. Merupakan implementasi ilmu yang telah diberikan selama duduk dibangku kuliah, sebagai tolok ukur kompetensi mahasiswa untuk meraih gelar sarjana sains terapan (S.S.T.).
  - b. Salah satu bekal pengalaman ilmu untuk mahasiswa sebelum terjun ke dunia industri, sebagai modal persiapan untuk dapat mengaplikasikan ilmu yang telah diberikan.

2. Bagi Lembaga Pendidikan, adalah:
  - a. Merupakan pengembangan ilmu dan pengetahuan (IPTEK) yang tepat guna dalam hal menciptakan ide untuk menghasilkan suatu alat yang baru.
  - b. Merupakan inovasi awal yang dapat dikembangkan kembali dikemudian hari dengan lebih baik.
3. Bagi Dunia Industri, adalah:
  - a. Merupakan bentuk kreativitas mahasiswa yang dengan diciptakannya alat/mesin ini diharapkan mampu menghasilkan produksi yang lebih cepat dan menggunakan tenaga yang sedikit.
  - b. Memacu masyarakat untuk berfikir secara dinamis dalam memanfaatkan teknologi tepat guna dalam kehidupan sehari-hari.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Defenisi**

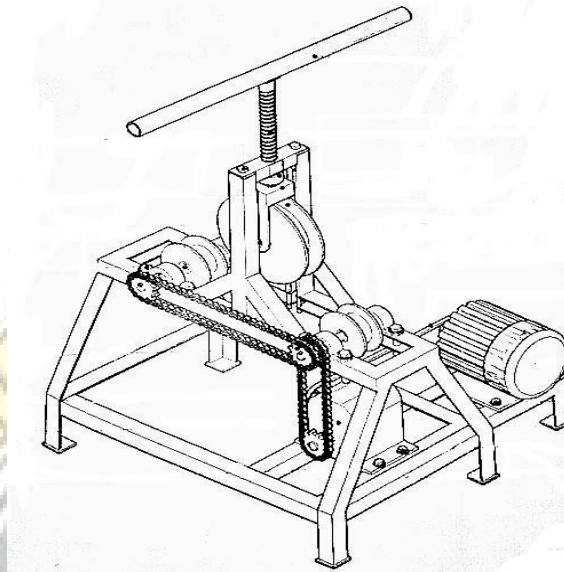
Alat/mesin pengerol pipa merupakan salah satu bentuk teknologi tepat guna. Alat/ mesin ini berguna untuk mengerol pipa yang semula berbentuk lonjoran lurus berubah menjadi lengkungan dengan ukuran yang disesuaikan dengan kebutuhan dan penggunaannya. Mesin ini pada umumnya digunakan pada industri pabriksi atau perusahaan yang membuat tralis, pagar rumah dan sebagainya. Alat/mesin pengerol pipa bekerja dengan dua penumpuh (roller) dan satu penekan utama di tengah. Prinsip dasar alat/mesin tersebut ialah pengerjaan dengan cara memberikan tekanan pada bagian tertentu sehingga terjadi deformasi plastis pada bagian yang diberikan tekanan (Mustaqim,2012).

#### **2.2 Perkembangan mesin rol besi pipa**

##### **1. Rancang Bangun Mesin Rol Pipa Segi Empat Oleh Eko Warsih dkk (2007)**

- a. Mesin rol ini hanya bisa mengerol pipa dan hanya satu ukuran dan satu jenis yakni besi berpenampang segi empat dengan ukuran penampang 50 x 50 mm.
- b. Punch/dies dari mesin tersebut susah untuk dilepas dan ganti sehingga hanya pipa penampang yang disebutkan di atas yang hanya bisa dirol pada mesin tersebut

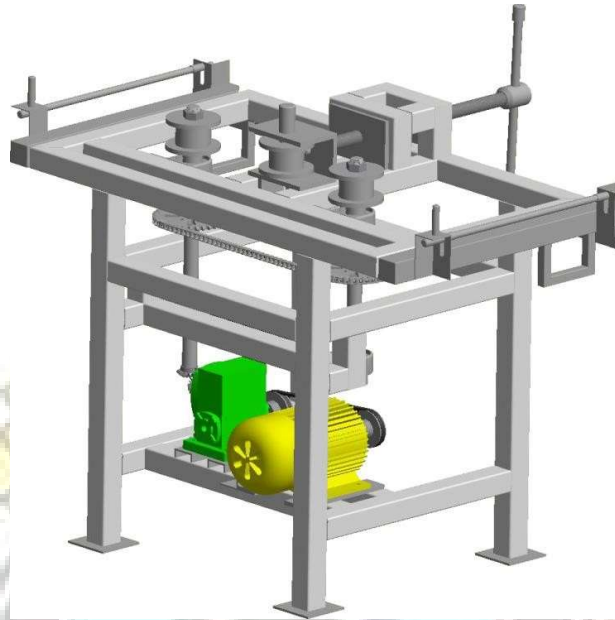




Gambar 2.1. Rancang Bangun Mesin Rol Pipa Segi Empat

## **2. Pengembangan Mesin Rol Pipa Sistem Vertikal Oleh Muarif Ambari Dkk (2014)**

- a. Pipa yang dirol adalah pipa yang segiempat dengan ukuran 50 mm x 50 mm dan pipa stanles steel dengan ukuran  $\varnothing$  1 inci (25,4 mm).
- b. Punch/dies penekan dari mesin ini susah untuk dilepas dan diganti sehingga hanya bisa mengerol jenis besi tertentu yaitu pipa segi empat dan pipa bulat yang sesuai dengan ukuran punch/dies penekan yang telah dibuat.
- c. Bahan dari mesin rol ini terlalu banyak yang digunakan sehingga membuat konstruksi terlalu rumit.

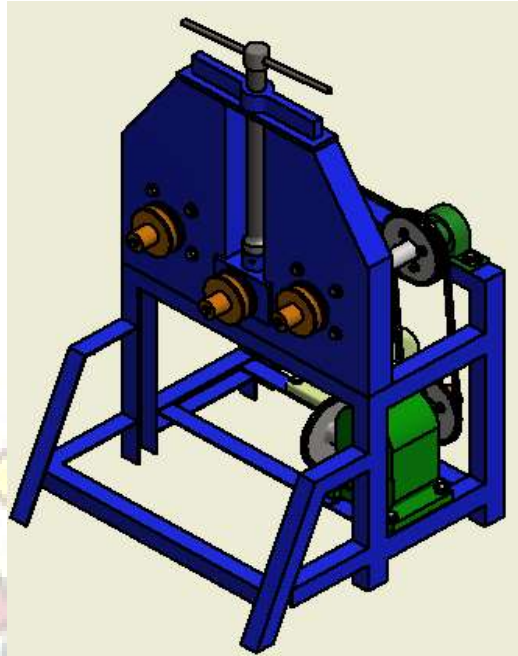


Gambar 2.2. Pengembangan Mesin Rol Pipa Sistem Vertikal

### 3. Pengembangan Desain Mesin Rol Besi Pejal Bulat Dan Persegi

Hasil dari pengembangan mesin rol sebelumnya:

- a. dari hasil pengembangan mesin rol ini dapat dilihat bahwa mesin rol ini lebih kecil/minimalis,
- b. mesin rol ini juga memiliki konstruksi yang lebih kuat dengan posisi punch/dies yang lebih efisien dan dapat dilepas dan ganti.
- c. Punch/dies memiliki keunggulan dari punch/dies yang sebelumnya, dimana punch/dies ini memiliki 2 fungsi yaitu dapat mengerol besi pejal bulat diameter 16cm dan mengerol besi plat strip ketebalan 4mm.

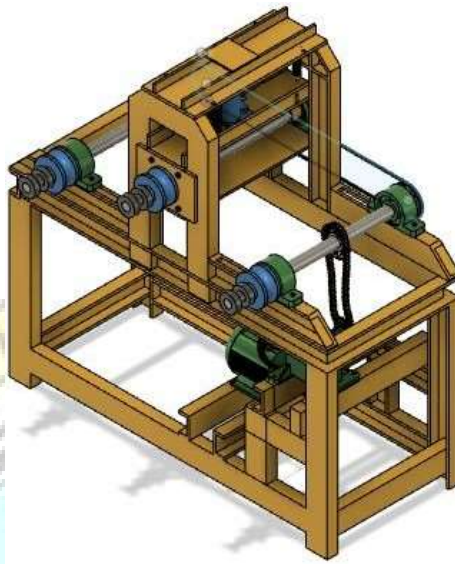


Gambar 2.3. Pengembangan Mesin Rol Besi Pejal Bulat dan Persegi

#### 4. Rancang Bangun Mesin Rol Bending Besi Pipa

Hasil dari pengembangan mesin rol sebelumnya:

- a. dari hasil pengembangan mesin rol ini dapat dilihat bahwa mesin rol yang kami buat ini memiliki konstruksi yang lebih kuat dengan menggunakan besi UNP 80.
- b. mesin rol ini memiliki punch/dies yang lebih efisien dan dapat dilepas dan ganti sesuai dengan ukuran pipa.
- c. Mesin rol ini memiliki 2 punch/dies dengan fungsi yang berbeda dimana dapat mengerol pipa dan hollow.
- d. Mesin rol yang kami buat menggunakan system *hydraulic jack* yang dihubungkan dengan *roller* penekan sebagai penerus tekanannya.



Gambar 2.4. Rancang Bangun Mesin Rol Bending Besi Pipa

### 2.3 Komponen alat/mesin rol bending besi pipa

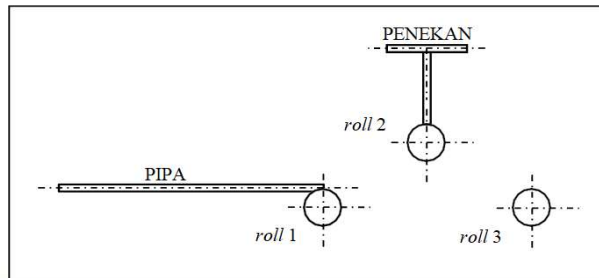
Adapun komponen komponen utama dari alat/mesin roll bending besi pipa yaitu:

1. Rangka
2. Motor listrik
3. Reduser vertikal
4. *Hydraulic jack*
5. *Roll dies*
6. Sistem transmisi
7. Kontaktor

### 2.4 Prinsip kerja

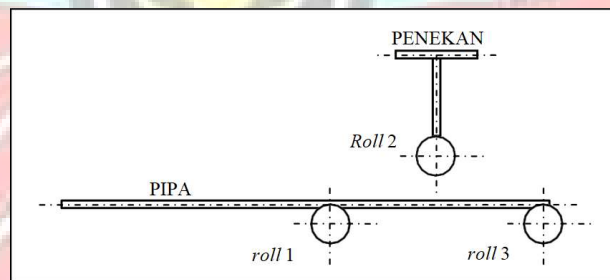
Prinsip kerja alat/mesin roll bending besi pipa ini pada awalnya adalah

menempatkan pipa di atas *roll* 1.



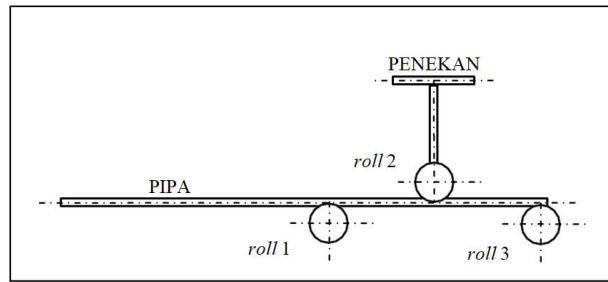
Gambar 2.5. Posisi awal mulai pengerolan

Kemudian pipa melewati *roll* 2 yang berada ditengah sampai berada di atas *roll* 3. Pada posisi ini pipa harus benar-benar berada di tengah dari *roll* 1 dan 3. Diameter pipa disesuaikan dengan diameter lubang *roll* yang digunakan agar dalam proses pengerolan pipa tidak cacat.

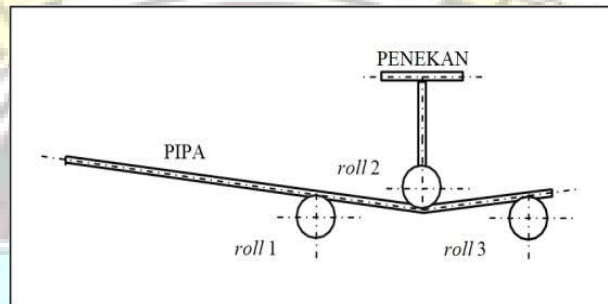


Gambar 2.6. Pipa berada di atas *roller* 1 dan *roller* 3

Selanjutnya penggerak/penekan diturunkan sampai menyentuh pipa dan diputar, sehingga terjadi *bending* di titik *roll* 2.

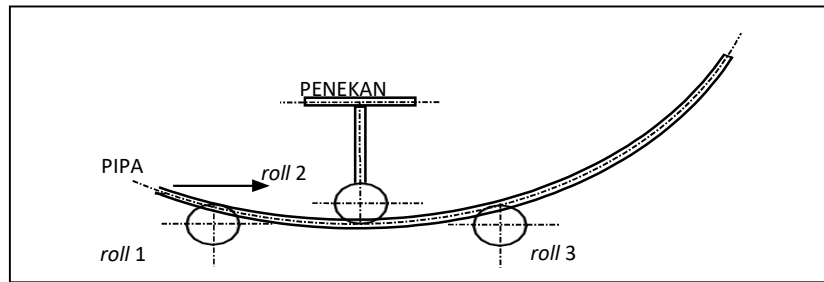


Gambar 2.7. Penggerak/penekan diturunkan sampai menyentuh pipa.



Gambar 2.8. Penggerak/penekan diputar satu kali putaran.

Ketika motor menyala dan putaran motor ditransmisikan ke kopel yang terhubung dengan *reducer* kemudian dari *reducer* akan ditransmisikan ke poros melalui *sprocket* dan rantai. Ketika rantai pada poros berputar maka poros pun ikut berputar karena terpasang pasak pada *gear* dengan poros. Poros inilah yang memutar *roller* sehingga pipa akan bergerak dari kiri ke kanan. *Bending* yang terjadi di titik *roll 2* akan terdistribusi pada tiap titik pipa, sehingga pipa akan melengkung akibat *bending* tersebut.



Gambar 2.9. Pipa bergerak dari kiri kekanan oleh putaran motor.

Proses berakhir ketika ujung pipa tepat berada di atas *roll 1* dan motor dimatikan. Kemudian motor dinyalakan lagi dengan arah putaran berlawanan, sehingga pipa akan bergerak dari kanan ke kiri. Langkah yang terakhir ini dilakukan agar hasil pengerollan lebih sempurna. Proses ini dilakukan secara berulang-ulang sampai *bending* pada pipa sesuai keinginan dan kegunaan.

## 2.5 Dasar dasar perancangan

Pada perancangan mesin roll bending besi pipa terdapat beberapa komponen yang harus di analisis dan dipilih sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan seperti berikut:

### 2.5.1 Analisis penggunaan dongkrak ( *Hydraulic Jack* )

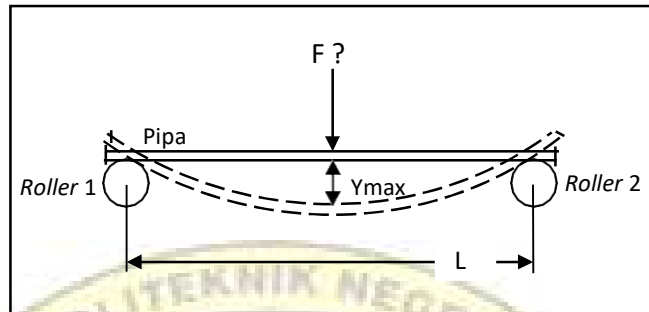
Pada umumnya [dongkrak hidrolik](#) digunakan untuk mengangkat benda berat, disamping itu hidrolik/hydraulic juga banyak digunakan sebagai alat press maupun untuk memasang atau melepas komponen alat yang sulit dikerjakan. Prinsip kerja dongkrak hidrolik adalah memanfaatkan hukum pascal “ Tekanan yang diberikan pada suatu fluida dalam ruangan tertutup diteruskan ke segala arah sama besar “. Dalam perancangan mesin roll bending pipa ini, hydraulic jack digunakan untuk memberikan tekanan pada pipa yang akan diroll yang

dihubungkan dengan *roller* utama (*Roller* Penekan). Sebelum menentukan dongkrak yang akan digunakan, terlebih dahulu harus menentukan jenis pipa yang akan diroll untuk dapat mengetahui besarnya gaya yang digunakan untuk membengkokkan pipa.

Pipa yang umum digunakan untuk pengerolan pembuatan properti biasanya adalah pipa galvanis, dikarenakan pipa galvanis mempunyai keuntungan nilai ekonomis yang cukup tinggi dan tahan karat atau korosi. Pipa galvanis pada dasarnya adalah pipa baja yang diproses pelapisan *galvanizing* menggunakan cairan seng untuk melapisi baja. Untuk pengerolan ini dipilih pipa galvanis sebagai perhitungan awal dalam merancang alat/mesin. Jenis bahan dasar pipa adalah baja karbon rendah (*low carbon steel*) dengan unsur karbonnya sekitar < 0,3%. Modulus elastisitas baja (E) adalah 190-210 Gpa, Modulus elastisitas geser (G) adalah 75-80 Gpa, dan *poisson's rasio* adalah 0,27-0,30 (Gere dan Timoshenko, 2000:462). Untuk menghitung besarnya gaya yang digunakan untuk membengkokkan pipa dengan persamaan (Sumber : Joseph, 1984:470).

$$Y_{max} = \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I}$$





Gambar 2.10. Gaya pembebanan pada pipa.

Keterangan:

$I$  = momen inersia ( $m^4$ ).

$Y$  = Defleksi pada pipa (mm)

$F$  = beban/gaya (N)

$L$  = panjang pipa (cm)

$E$  = modulus elastisitas (Gpa)

### 2.5.2 Daya Motor Listrik

Dalam penggerak utama yang akan direncanakan dalam rancang bangun ini adalah motor listrik. Motor listrik ini berfungsi sebagai sumber tenaga putar (daya) yang akan diteruskan ke *reducer gearbox* dan kemudian akan di teruskan oleh poros yang akan memutar dua mata *tools* yang akan berputar melakukan proses pembendingan. Untuk mencari daya motor listrik agar dapat menggerakkan poros digunakan:

$$p = \frac{2\pi \times N \times T}{60 \times fc}$$

Dimana :

P = daya motor yang dibutuhkan (w)

T = Torsi (N/mm)

N = Putaran motor dalam (rpm)

Fc = 16actor koreksi

Perencanaan supaya hasilnya aman, maka besarnya daya dan momen untuk perencanaan dinaikan sedikit dari daya yang akan di transmisikan (P0), yang disebut dengan daya perencanaan atau daya desain (Pd) yang dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$Pd = fc \times P$$

Dimana:

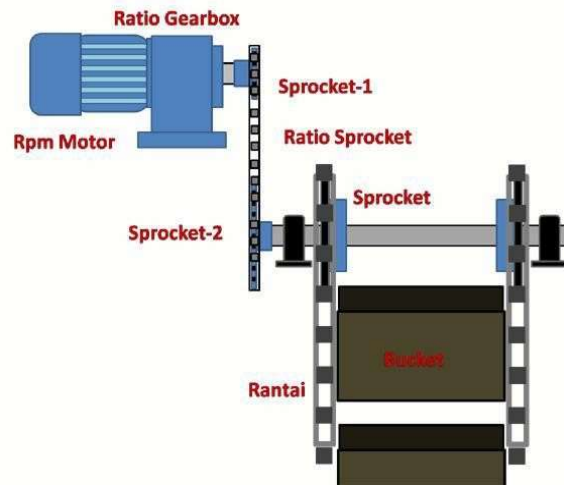
P = Daya yang ditransmisikan

Pd = Daya perencanaan

Fc = Faktor koreksi

### 2.5.3 Reducer Gearbox

Motor listrik pada umum digunakan untuk sumber tenaga yang memutar mesin-mesin pabrik dan industri, baik secara langsung maupun melalui proses pengurangan putaran atau sering di sebut dengan Speed Reducer. Reducer itu sendiri mempunyai fungsi untuk menyamakan dan meringankan gaya putar serta meningkatkan torsi putaran yang dihasilkan oleh motor listrik.



Gambar 2.11. Sistem transmisi

kita menginginkan sebuah mesin roll bending dengan putaran 96 Rpm, dengan penggerak Motor listrik 2880 Rpm, dan Gearbox yang ada memiliki Ratio 1:30, Maka, N2 Gearbox adalah:

$$N_2 = N_1 : \text{Ratio (i)}$$

$$N_2 = 2880 : 30$$

$$N_2 = 96 \text{ Rpm}$$

#### 2.5.4 Perhitungan Poros Alat/Mesin Pengerol Pipa

Poros merupakan komponen yang sangat penting didalam pembuatan alat/mesin pengerol pipa, untuk itu dibutuhkan alur perhitungan yang baik untuk membuat poros. Berikut adalah alur perhitungan untuk perencanaan poros penggerak (Munawar, 2012).

- a. Perhitungan pada poros penggerak

Untuk menentukan perhitungan pada poros penggerak terlebih dahulu dihitung daya perencanaannya ( $P_d$ ).

$$P_d = f_c \cdot P$$

Dimana:

$P_d$  = Daya perencanaan (kW)

$f_c$  = faktor koreksi

$P$  = Daya masukan (kW)

b. Pemilihan bahan poros penggerak

Pemilihan suatu bahan yang akan digunakan dapat ditentukan dengan menghitung momen puntir (momen torsi rencana) yang dialami poros.

Besarnya momen puntir yang dikerjakan pada poros dapat dihitung dari :

$$M_p = \frac{P_d}{\omega} = \frac{60P_d}{2\pi n}$$

$$M_p = \frac{30 P_d}{\pi n}$$

### 2.5.5 Perhitungan kekuatan pengelasan

Sambungan las adalah sebuah sambungan permanen yang diperoleh dengan peleburan sisi dua bagian yang disambung bersamaan, dengan atau tanpa tekanan dan bahan pengisi (Nur dan Suyuti, 2018). Kekuatan pengelasan tiap komponen memiliki peranan yang sangat penting dalam menciptakan rangka serta rangkaian mesin yang kokoh dan kuat. Oleh karena itu pengelasan yang diberikan harus sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. (Suryanto, 1985:73) Adapun perhitungan pengelasan adalah sebagai berikut:

$$\tau_g = \frac{F}{0.707 \times h \times L}$$

Keterangan:

$\tau_g$  = Tegangan geser (N.mm<sup>2</sup>)

F = Gaya (N)

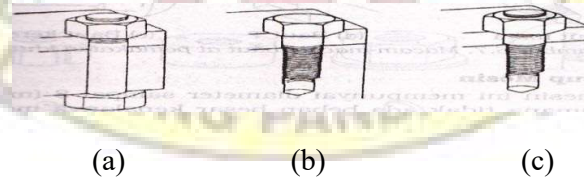
h = Lebar pengelasan (mm)

L = Panjang pengelasan (mm)

### 2.5.6 Kekuatan Baut dan Mur

Ada bermacam-macam definisi baut yang sering dikemukakan para ahli.

Salah satu di antaranya adalah yang dikemukakan oleh Sonawan (2010) bahwa “Baut adalah as pejal yang terdiri dari satu ujung berulir dan ujung lain memiliki kepala yang memiliki fungsi untuk menyambung dua buah komponen atau lebih secara mekanik”. Baut dapat digolongkan menurut bentuk kepalannya yaitu segi enam, sekot segi enam, dan kepala persegi. Baut dapat pula digolongkan berdasarkan fungsinya yaitu baut penjepit, baut untuk pemakaian khusus, sekrup mesin, sekrup penetap, sekrup pengetap dan mur.



Gambar 2.12. a) Baut Tembus, b) Baut Tap, c) Baut Tanam

Pada perancangan tugas akhir ini, baut yang digunakan adalah baut pengikat jenis baut tembus. Baut tembus digunakan untuk mengikat dua bagian dimana ikatan diketatkan dengan mur diujungnya.

Tegangan yang terjadi pada baut pengikat bantalan adalah tegangan akibat gaya tarik rantai sehingga baut menerima beban geser dan tarik.

Pada sambungan baut ini terdapat beban tegangan geser yang diijinkan dengan persamaan:

$$\tau_g = 0,5 \sigma_t$$

$$\tau_g = 0,5 \frac{\sigma_t}{v}$$

Dimana:

$\sigma_t$  = tegangan tarik

$v$  = Faktor keamanan

Pada sambungan baut, tegangan yang sering terjadi adalah tegangan akibat gaya luar yaitu tegangan tarik atau tegangan geser, untuk mengetahui besar tegangan gesernya digunakan persamaan (Suryanto, 1985:73):

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

Keterangan:

$\tau_g$  = Tegangan geser yang terjadi (N/mm<sup>2</sup>)

$F$  = Beban yang diterima (N)

$D$  = Diameter baut (mm)

$N$  = Jumlah baut terpasang

### 2.5.7 Perhitungan Bearing

Pada perancangan tugas akhir ini bearing yang di pakai adalah UCP 208 dan UCF 208. Fungsi bearing adalah menjaga agar poros tidak langsung bergesekan dengan rumah (roda) sehingga ketika roda berputar bisa terjaga stabil dan mengurangi gesekan dari suatu putaran. Bearing yang dihitung adalah bearing yang terjadi karena adanya gesekan pada poros dan terjadinya penekan akibat proses bending pada pipa. Untuk menghitung gaya gesek pada bearing tersebut sebagai berikut (Muhammad, 2014).

Gaya gesek pada bantalan:

$$W = f \cdot P_0$$

Panas yang timbul karena gesekan:

$$Q = \frac{\pi \cdot n \cdot f \cdot P_0 \cdot d_0}{427 \cdot 100}$$

Keterangan:

W = Gaya gesek pada bantalan

f = koefisien gesek bantalan

P<sub>0</sub> = gaya tekan pada bantalan

Q = Panas yang timbul karena gesekan

## BAB III

### METODE RANCANG BANGUN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Pelaksanaan rancang bangun mesin rol bending besi pipa dilaksanakan di Bengkel Mekanik dan Bengkel Las jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Proses pembuatan mesin ini dilakukan mulai bulan Februari sampai September 2020.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Kegiatan rancang bangun mesin mesin rol bending besi pipa terdiri dari beberapa komponen yang dibuat dan dibeli di pasaran atau komponen standar.

Adapun alat dan bahan yang akan digunakan, yaitu:

##### Alat

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. Mesin las listrik    | 9. Palu besi            |
| 2. Mesin bubut          | 10. Palu terak          |
| 3. Mesin gerinda tangan | 11. Penyiku             |
| 4. Mesin bor tangan     | 12. Spraygun            |
| 5. Mesin bor bangku     | 13. Kompresor           |
| 6. Alat ukur            | 14. Hand Tap            |
| 7. Kunci ring pas       | 15. Alat Pelindung Diri |
| 8. Kunci L              |                         |

##### Bahan

- |                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1. Besi UNP 80x6000 mm   | 3. Besi pelat 52x15x8 mm       |
| 2. Besi pelat 50x30x5 mm | 4. Besi assental Ø1.5" x 2.5 m |

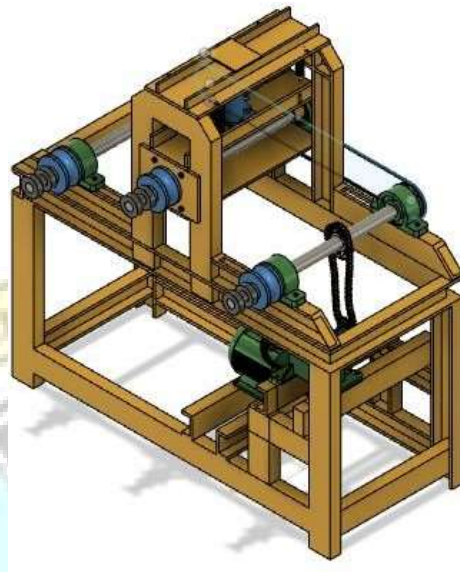


- 
5. Pillow block UCF 208-24
  6. Pillow block UCP 208-24
  7. Roll dies (Matras rol )
  8. Gear motor 36T
  9. Gear 14T
  10. Rantai Motor 428
  11. Dongkrak Kapasitas 2 ton
  12. Pahat bubut
  13. Oli Dromus
  14. Kuas
  15. Elektroda
  16. Mata Bor
  17. Mata Hand tap
  18. Mata Gerinda Asah
  19. Mata Gerinda Potong
  20. Tinner
  21. Cat
  22. Dempul Besi

### **3.3 Prosedur Rancang Bangun**

#### **3.3.1. Desain Alat/Mesin Rol bending pipa besi**

Pada pembuatan desain konstruksi alat/mesin rol bending pipa ini terdapat berbagai macam pertimbangan. Alat ini merupakan inovasi dari alat rol bending pipa sebelumnya yang desain konstruksinya masih terdapat kelemahan. Inovasi dimaksudkan untuk menyempurnakan desain alat yang lama sehingga dalam pengoperasiaannya lebih efektif.



Gambar 3.1. Desain Mesin Rol Bending Besi Pipa



### 3.3.2. Pembuatan Komponen Mesin

Setelah proses desain dilakukan, maka proses selanjutnya adalah proses pembuatan komponen. Dalam proses pembuatan komponen perlu diperhatikan prosedur atau urutan-urutan dari perancangan yang akan dibuat. Proses pembuatan mesin rol bending besi pipa adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Proses Pembuatan Komponen

No	Nama Komponen	Proses Pengerjaan	Alat & Bahan	Lama Pengerjaan
1	Rangka Utama	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ukur besi UNP 80 sesuai dengan dimensi pada gambar kerja.</li> <li>Potong sesuai pola yang telah dibuat</li> <li>Setelah semua bagian telah di potong sesuai dengan ukuran maka langkah</li> </ul>	a. Bahan : - Besi UNP 80 b. Alat : - Mesin las Listrik - Gerinda Tangan	40 jam atau 5 hari kerja

		<p>selanjutnya ialah proses pengelasan. Las bagian setiap sambungan hingga mencapai bentuk dan ukuran yang sesuai.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jika proses pengelasan telah selesai dan semua bagian telah tersambung dengan baik maka langkah selanjutnya ialah proses pengerindaan pada bagian las yang masih kasar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mistar Siku</li> <li>- Meteran</li> <li>- Penggores</li> <li>- Kikir</li> <li>- Palu terak</li> <li>- Marker</li> </ul>	
2	<p>Rangka Roller Penekan</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ukur besi pelat sesuai dengan dimensi pada gambar kerja.</li> <li>• Potong sesuai pola yang telah dibuat</li> <li>• Buat lubang Ø 40mm dan Ø 10mm pada rangka roller penekan bagian depan dan belakang sesuai dengan pola yang telah dibuat</li> <li>• Setelah semua bagian telah di potong sesuai dengan ukuran maka langkah selanjutnya ialah proses pengelasan. Las bagian setiap sambungan hingga mencapai bentuk dan ukuran yang sesuai.</li> <li>• Jika proses pengelasan telah selesai dan semua bagian telah tersambung dengan baik maka langkah selanjutnya ialah proses pengerindaan pada bagian las yang masih kasar.</li> </ul>	<p>a. Bahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besi pelat tebal 10mm, 8mm, 5mm</li> </ul> <p>b. Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin las Listrik</li> <li>- Gerinda Tangan</li> <li>- Bor Meja</li> <li>- Mistar Siku</li> <li>- Meteran</li> <li>- Penggores</li> <li>- Penitik</li> <li>- Hole saw</li> <li>- Kikir</li> <li>- Palu terak</li> <li>- Marker</li> </ul>	20 jam atau ± 3 hari kerja

3	<p>Dies Besi Hollow</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potong besi assental Ø 70 mm sepanjang 50mm</li> <li>• Potong besi assental Ø 44.45 mm sepanjang 60 mm.</li> <li>• Buat lubang Ø 30mm pada masing masing besi assental yang telah dipotong</li> <li>• Assembly kedua besi assental tersebut menggunakan las</li> <li>• Bubut hingga mencapai Panjang masing masing 10mm dan 30mm</li> <li>• Haluskan permukaan bagian yang telah dilas menggunakan gerinda.</li> </ul>	<p>a. Bahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besi Assental Ø 70mm, Ø 44,45mm</li> </ul> <p>b. Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin Las Listrik</li> <li>- Gerinda Tangan</li> <li>- Mesin bubut</li> <li>- Jangka Sorong</li> <li>- Mistar 30cm</li> <li>- Palu terak</li> <li>- Kikir</li> <li>- Pahat bubut</li> </ul>	<p>16 jam atau 2 hari kerja</p>
4	<p>Poros</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potong besi assental Ø 38,1 mm sepanjang 800 mm.</li> <li>• Bubut bertingkat kedua sisi hingga mencapai panjang 150 mm dan 30 mm</li> <li>• Champer kedua ujung poros agar tidak tajam.</li> </ul>	<p>a. Bahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besi Assental Ø 38,1mm</li> </ul> <p>b. Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin Las Listrik</li> <li>- Gerinda Tangan</li> <li>- Mesin bubut</li> <li>- Jangka Sorong</li> <li>- Mistar 30cm</li> <li>- Palu terak</li> <li>- Kikir</li> </ul>	<p>15 jam atau ± 3 hari kerja</p>

5	<p>Dudukan Sprocket</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buat pola Ø 130 mm pada pelat besi, kemudian potong dengan gerinda sesuai pola yang ada.</li> <li>• Potong besi assental Ø 50.8 mm sepanjang 50 mm</li> <li>• Bubut poros hingga mencapai panjang 30 mm dan lubang dengan Ø 30 mm.</li> <li>• Assembly poros dan pelat menggunakan mesin las listrik, kemudian kurangi diameter pelat hingga mencapai Ø 120 mm dengan mesin bubut.</li> <li>• Buat lubang Ø 8mm pada pelat sesuai dengan pola yang telah dibuat</li> </ul>	<p>a. Bahan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besi Assental Ø 50,8 mm</li> <li>- Besi pelat tebal 5mm</li> </ul> <p>b. Alat :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesin Las Listrik</li> <li>- Gerinda Tangan</li> <li>- Mesin bubut</li> <li>- Bor meja</li> <li>- Jangka Sorong</li> <li>- Mistar 30cm</li> <li>- Palu terak</li> <li>- Kikir</li> <li>- Pahat bubut</li> <li>- Mata bor</li> </ul>	12 jam atau ± 2 hari kerja
---	---	---	---	----------------------------

Dalam pembuatan mesin rol bending ini tidak semua komponen dapat dibuat maka dari itu terdapat juga beberapa komponen standar yang harus di beli adapun komponen-komponen standar yang dibeli dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.2 Komponen Standar yang Dibeli

No.	Gambar	Nama Komponen
1		Sprocket 14 T

2		Sprocket 36 T
3		Rantai
4		Bantalan/Bearing
5		Motor AC
6.		Gearbox/Reducer
7		Per Spring tarik

8		Hydraulic jack kapasitas 2 ton
---	---	--------------------------------

### 3.3.3 Proses Perakitan

Tahap selanjutnya yang harus dilakukan setelah tahap pembuatan adalah tahap perakitan. Proses perakitan merupakan proses merangkai atau menggabungkan tiap komponen menjadi bentuk yang saling mendukung sehingga terbentuk suatu alat yang sesuai dengan yang direncanakan.

Adapun langkah-langkah dalam proses perakitan adalah sebagai berikut:

1. Memasang pillow block UCF 208 2 buah di sisi depan dan belakang tepat pada bagian lubang rangka roller penekan menggunakan baut.



Gambar 3.2. Pemasangan Pillow Block UCF 208

2. Memasang Pillow Block UCP 208 4 buah di sisi depan dan belakang pada bagian kanan dan kiri rangka utama menggunakan baut.



Gambar 3.3. Pemasangan Pillow Block UCP 208

3. Memasang dongkrak/hydraulic jack pada bagian atas rangka penekan roller menggunakan baut.



Gambar 3.4. Pemasangan Dongkrak/Hydraulic Jack

4. Memasang poros pada pillow block UCP 208 bagian sisi kanan, sisi kiri, dan bagian tengah pada pillow block UCF 208.





Gambar 3.5. Pemasangan Poros

5. Memasang sprocket pada ujung poros bagian kanan dan ujung poros bagian kiri.



Gambar 3.6. Pemasangan Sprocket

6. Memasang sprocket bagian tengah poros sebagai penghubung reducer dengan poros.



Gambar 3.7. Pemasangan Sprocket Bagian Tengah Poros

7. Memasang reducer dan motor menggunakan baut.



Gambar 3.8. Pemasangan Reducer Dan Motor

8. Memasang rantai sebagai system transmisi mesin.
9. Memasang pegas 4 buah di bagian atas rangka utama dengan bagian rangka penekan roller.
10. Menggerinda bagian-bagian kasar pada mesin setelah digabungkan.
11. Merangkai arah putaran motor.



Gambar 3.9. Merangkai Arah Putaran Motor

12. Memasang dies pada poros.



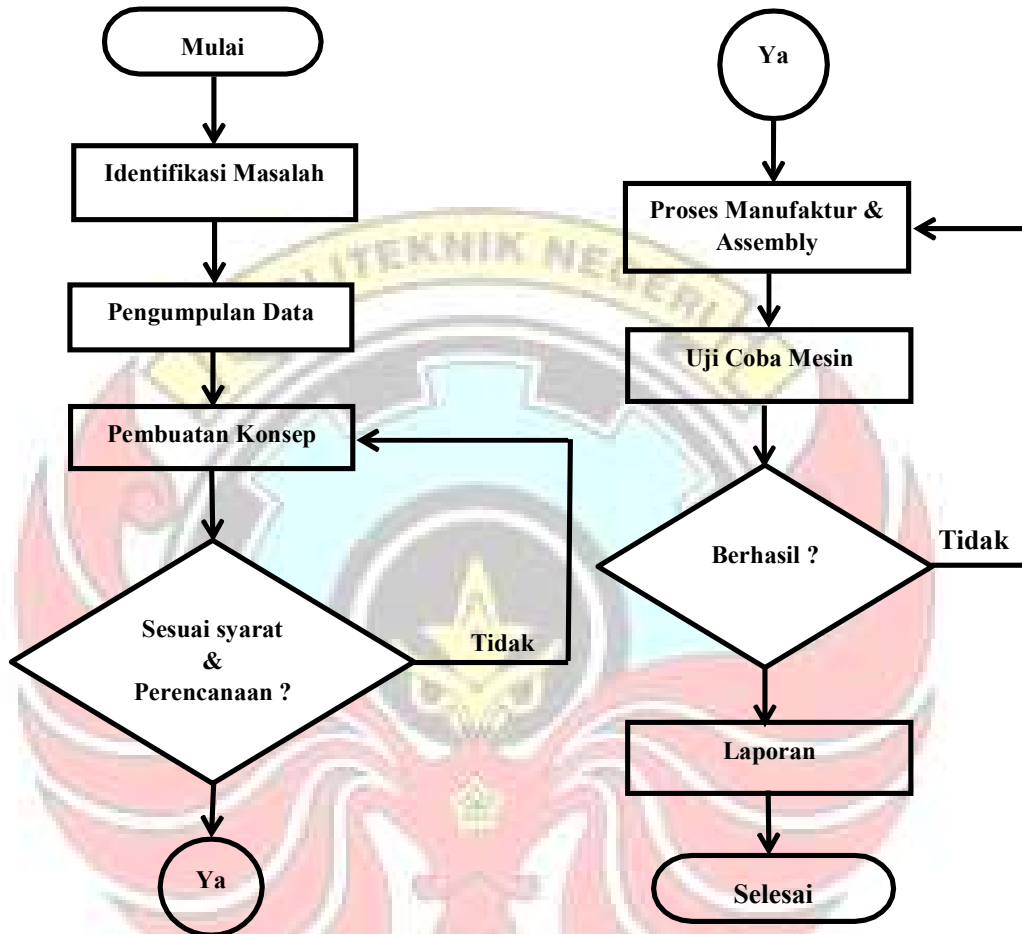
Gambar 3.10. Pemasangan Dies

### 3.4 Pengujian Mesin

Alat/mesin roll bending besi pipa yang telah dirakit selanjutnya di uji coba fungsi tiap komponennya untuk memastikan semua komponennya telah berfungsi dengan baik. Adapun tahapan pengujian pada alat/mesin roll bending besi pipa yaitu:

1. Masukkan benda kerja ke mesin roll bending
2. Atur posisi benda kerja dan turunkan matras penekan (*roller*) menggunakan hidrolik jack sampai menyentuh benda kerja
3. Nyalakan mesin dengan menekan tombol "on"
4. Ubah putaran mesin apabila telah mencapai ujung dari benda kerja , lakukan berulang-ulang sampai mendapatkan ukuran yang diinginkan
5. Matikan mesin dengan menekan tombol "off"
6. Naikkan matras penekan (*roller*)
7. Periksa hasil pengerolan

### 3.5 Bagan Penelitian

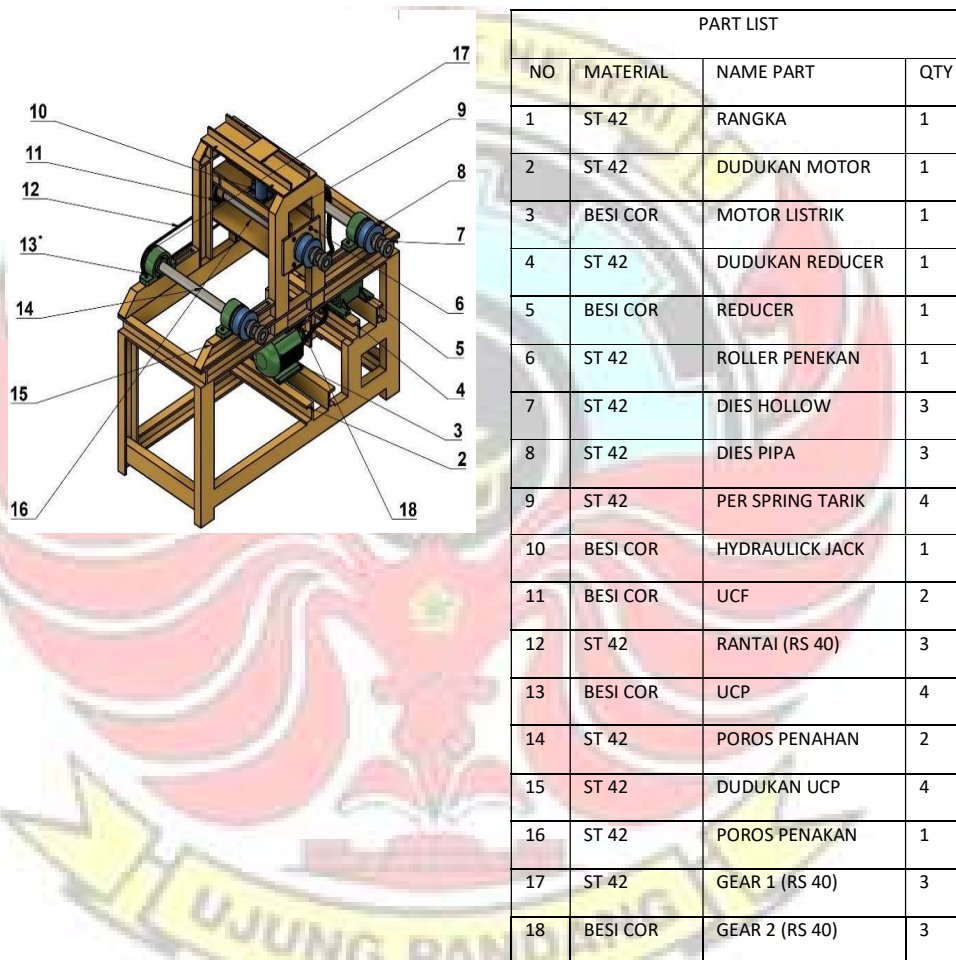


Gambar 3.11. Diagram alir penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Rancangan Konstruksi Mesin Rol Bending Besi Pipa



Gambar 4.1. Rancangan Konstruksi Mesin Rol Bending Besi Pipa

## 4.2 Perhitungan Kontruksi Mesin Rol Bending Besi Pipa

Pada gambar 4.1 terdapat komponen-komponen yang peran penting dalam proses pembendungan pipa. Maka dari itu perlu dilakukan beberapa perhitungan untuk mendapatkan perancangan yang tepat.

### 4.2.1 Kecepatan Sistem Transmisi

Sistem transmisi alat/mesin yang digunakan terdiri dari beberapa komponen yaitu *speed reducer*, sprocket, rantai. Pada *speed reducer* tersebut diharapkan mampu menghasilkan reduksi putaran motor yang memenuhi syarat rencana kapasitas kerja dan memenuhi standart keamanan bagi operator.

Putaran motor adalah 2880 rpm, putaran tersebut terlalu cepat untuk memutar *roller* pengerol. *Speed reducer* yang digunakan memiliki perbandingan 1:30, dan rantai yang digunakan memiliki perbandingan 1:2 sehingga putaran motor yang dihasilkan setelah direduksi akan menjadi:

Gearbox WPA 070 Ratio 1 : 30

Putaran Motor : 2880 rpm

(n1) : Putaran Awal

$$n1 = 2880 \text{ rpm}$$

(n2) : Setelah direduksi speed reducer

$$n2 = 2880 \times \frac{1}{30} = 96 \text{ rpm}$$

(n3) : Setelah direduksi rantai

$$n3 = 96 \times \frac{1}{2} = 48 \text{ rpm}$$

### 4.2.2 Analisis Kebutuhan Daya Motor Penggerak

Alat/mesin pengerol pipa ini memiliki daya penggerak berupa motor

listrik. Untuk menentukan besarnya daya motor listrik yang dibutuhkan maka terlebih dahulu menghitung gaya dibutuhkan dalam membengkokkan pipa. Berikut langkah-langkah dalam menentukan kebutuhan daya motor listrik :

#### 1. Analisis Pipa yang Digunakan

Pipa yang umum digunakan untuk pengerolan pembuatan tralis biasanya adalah pipa galvanis, dikarenakan pipa galvanis mempunyai keuntungan nilai ekonomis yang cukup tinggi dan tahan karat atau korosi. Pipa galvanis pada dasarnya adalah pipa baja yang diproses pelapisan *galvanizing*. *Galvanizing* merupakan suatu metode pelapisan pada baja dengan menggunakan cairan seng untuk melapisi baja. Untuk pengerolan ini dipilih pipa galvanis sebagai perhitungan awal dalam merancang alat/mesin. Jenis bahan dasar pipa adalah baja karbon rendah (*low carbon steel*) dengan unsur karbonnya sekitar  $< 0,3\%$ . Modulus elastisitas baja (E) adalah 190-210 Gpa, Modulus elastisitas geser (G) adalah 75-80 Gpa, dan *poisson's ratio* adalah 0,27-0,30 (Gere dan Timoshenko, 2000:462).

##### ➤ Momen Inersia (I) pada pipa

$$\begin{aligned} I &= \frac{\pi}{64} (A_1^4 - A_2^4) \\ &= \frac{3,14}{64} (44,5^4 \text{ mm} - 42^4 \text{ mm}) \\ &= 0,049(3.921.390,0625 \text{ mm}^4 - 3.111.696 \text{ mm}^4) \\ &= 0,049(809.694,0625 \text{ mm}^4) \\ &= 39.675 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

➤ Dalam membengkokkan pipa sebesar 100 mm (lihat Gambar).

Diketahui modulus elastisitas (E) : 207 Gpa = 30 Mpsi = 21.000

kg/mm<sup>2</sup>, maka membutuhkan gaya sebesar:

$$Y_{max} = \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I}$$

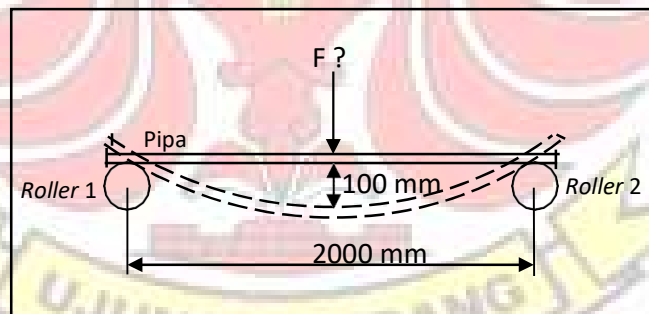
$$F = \frac{Y_{max} \cdot 48 \cdot E \cdot I}{L^3}$$

$$= \frac{100 \cdot 48 \cdot 21000 \cdot 39.675}{(2000)^3}$$

$$= \frac{3.999.240.000.000}{8.000.000.000}$$

$$= 499,905 \text{ kg}$$

$$= 500 \text{ kg}$$



Gambar 4.2. Gaya pembebanan pada pipa.

Keterangan:

I = momen inersia (m<sup>4</sup>).

A<sub>0</sub> = luas penampang mula-mula sebelum dikenai beban tarik atau tekan



(m<sup>2</sup>).

A<sub>1</sub> = Diameter luar pada pipa (cm)

A<sub>2</sub> = Diameter dalam pada pipa (cm)

Y = Defleksi pada pipa (mm)

F = beban/gaya (N)

L = panjang pipa (cm)

E = modulus elastisitas (Gpa)

➤ Luas penampang pipa



Gambar 4.3. Penampang Pipa

$$A_1 = 44,5 \text{ mm}$$

$$A_2 = 42 \text{ mm}$$

$$A_1 = \pi r^2$$

$$= 3,14 \times 22,25^2 \text{ mm}$$

$$= 3,14 \times 495,0625 \text{ mm}^2$$

$$= 1554,49 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = \pi r^2$$

$$= 3,14 \times 21^2$$

$$= 3,14 \times 441 \text{ mm}^2$$

$$= 1384,74 \text{ mm}^2$$

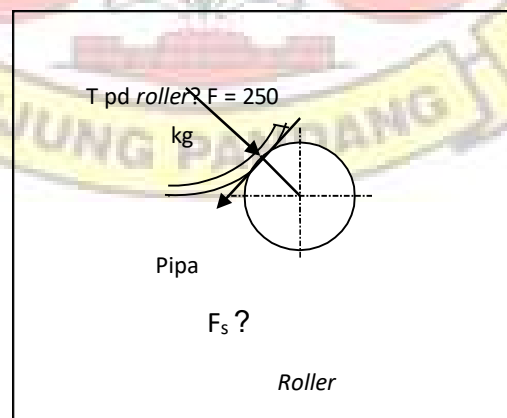
$$A_{tot} = A_1 - A_2$$

$$= 1554,49 \text{ mm}^2 - 1384,74 \text{ mm}^2$$

$$= 169,75 \text{ mm}^2$$

## 2. Torsi pada *roller*

Untuk menghitung besarnya torsi pada *roller* maka terlebih dahulu mengetahui gaya gesek antara *roller* dengan pipa (baja dengan baja). Diketahui besarnya gaya (F) pada pipa 250 kg, maka besarnya torsi pada *roller* adalah:



Gambar 4.4. Torsi pada *roller*.

$$F_s = F \times \mu$$

$$= 250 \text{ kg} \times 0,74$$

$$= 185 \text{ kg}$$

$$T = F_s \times r$$

$$= 185 \text{ kg} \times 54,7 \text{ mm}$$

$$= 10.119,5 \text{ kgmm}$$

$$= 101.195 \text{ Nmm} = 101,195 \text{ Nm}$$

Keterangan:

$F_s$  = gaya gesek (kg)

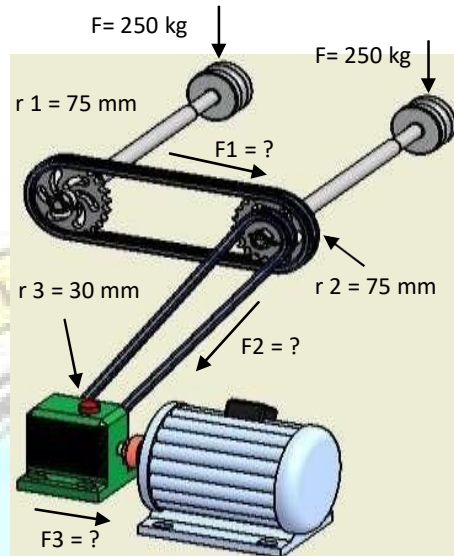
$\mu$  = koefisien gesek antara baja dengan baja 0,74

T = torsi (Nm)

r = jari-jari *roller* (m)



Didapat gaya (F) dalam membengkokkan pipa sebesar 500 kg.



Gambar 4.5. gaya (F) dalam membengkokkan pipa

Daya motor penggerak dapat dihitung dengan proses sebagai berikut.

➤ Gaya ada poros tetap 1

$$\begin{aligned}
 F_1 &= \frac{r_1}{n_3} \times F \\
 &= \frac{75 \text{ mm}}{48 \text{ rpm}} \times 250 \text{ kg} \\
 &= 390,625 \text{ kg} \\
 &= 3906,25 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Maka,  $T_1 = F_1 \cdot r_1$

$$= 3906,25 \text{ N} \times 75 \text{ mm}$$

$$= 292.968 \text{ Nmm} = 292,968 \text{ Nm}$$

➤ Gaya pada poros tetap 2

$$\begin{aligned} F_2 &= F_1 + \frac{r_2}{n_3} \times F \\ &= 3906,25 \text{ N} + \frac{75 \text{ mm}}{48 \text{ rpm}} \times 2500 \text{ N} \\ &= 3906,25 + 3906,25 \\ &= 7812,5 \text{ N} \end{aligned}$$

Maka,  $T_2 = F_2 \cdot r_2$

$$\begin{aligned} &= 7812,5 \text{ N} \times 75 \text{ mm} \\ &= 585.937,5 \text{ Nmm} = 585,9375 \text{ Nm} \end{aligned}$$

➤ Gaya pada speed reducer

$$\begin{aligned} F_3 &= F_2 + \frac{r_3}{n_2} \\ &= 7812,5 \text{ N} + \frac{30 \text{ mm}}{96 \text{ rpm}} \\ &= 7812,5 + 0,3125 \\ &= 7812,81 \text{ N} \end{aligned}$$

Untuk menentukan diameter roda gigi ( $d_g$ ) dan diameter ulir cacing ( $d_{ulir}$ ), maka harus mengetahui diameter pitch ( $d_p$ ). Diketahui Modul ( $m$ ) 1,5 mm, diameter rerata ulir cacing ( $d_m$ ) 20 mm,  $i = 1:30$ , jumlah gigi pada roda gigi ( $z$ ) 30. Untuk menghitung diameter pitch dapat menggunakan persamaan

sebagai berikut (lihat gambar 19 dan Gambar 20)

Jika modul ( $m$ ) 1,5 dan ( $z$ ) 30, maka diameter pada roda gigi yaitu:

➤ Diameter Pitch ( $d_p$ )

$$\begin{aligned}d_p &= m \times z \\ &= 1,5 \times 30 = 45 \text{ mm}\end{aligned}$$

➤ Kisar

$$\begin{aligned}P &= \pi \times m \\ &= 3,14 \times 1,5 = 4,71\end{aligned}$$

➤ Tinggi kepala gigi ( $H_a$ )

$$H_a = 0,3181 \times 4,71 = 1,5 \text{ mm}$$

➤ Diameter luar/roda gigi ( $d_g$ )

$$\begin{aligned}d_g &= d_p + 2H_a \\ &= 45 + 2(1,5) \\ &= 45 + 3 = 48 \text{ mm}\end{aligned}$$

Jadi diameter roda gigi cacing ( $d_g$ ) adalah 48 mm.

Jika modul ( $m$ ) 1,5mm, diameter rerata ( $d_m$ ) 20mm, ulir tunggal ( $z_a$ )

kisar = pitch. maka diameter pada ulir cacing adalah:

➤ Kisar

$$P = z_a \times \pi \times m$$

$$= 1 \times 3,14 \times 1,5 = 4,71 \text{ mm}$$

➤ Tinggi kepala ( $H_a$ )

$$H_a = 0,3183 \times P$$

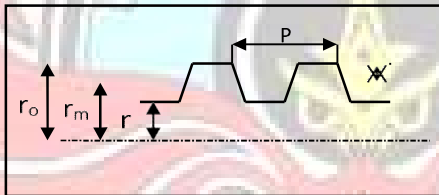
$$= 0,3183 \times 4,71 = 1,49 = 1,5 \text{ mm}$$

➤ Diameter ulir ( $d_{ulir}$ )

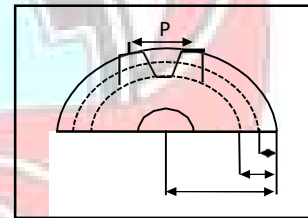
$$d_{ulir} = d_m + 2H_a$$

$$= 20 + 2(1,5) = 23 \text{ mm}$$

Jadi diameter pada ulir cacing ( $d_{ulir}$ ) adalah 23 mm.



Gambar 4.6. Penampang ulir cacing



Gambar 4.7. Penampang roda gigi

$$\text{Maka, } T_3 = F_3 \cdot r_g$$

$$= 7812,81 \text{ N} \times 24 \text{ mm}$$

$$= 187507,5 \text{ Nmm} = 187,5 \text{ Nm}$$

➤ Gaya pada motor listrik

$$F_4 = F_3 \cdot \frac{r_g}{n_1}$$

$$= 7812,81 \text{ N} \times \frac{24 \text{ mm}}{2880 \text{ rpm}}$$

$$= 65,106 \text{ N}$$

$$\text{Maka, } T_4 = F_4 \cdot r_{ulir}$$

$$= 65,106 N \times 12 mm$$

$$= 781,2 Nmm = 0,7812 Nm$$

$$\text{Jika, } T = \frac{Pd}{\omega}; P_d = P \times f_c; \text{ dan } \omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, } P &= T \times \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot f_c} \\ &= 0,78 \times \frac{2 \times 3,14 \times 2880}{60 \times 1,2} \\ &= \frac{14107,392}{72} \\ &= 195,936 Nm/s \\ &= 195,936 Watt = 0,26 HP \end{aligned}$$

#### 4.2.3 Analisis Torsi Penggerak

Berdasarkan perhitungan kebutuhan daya motor listrik diatas maka dapat ditentukan pemakaian daya motor penggerak yang memenuhi syarat. Diketahui daya motor 2 HP dan besarnya putaran motor 2880 rpm setelah melalui *speed reducer* dan reduksi dari rantai maka putaran akhir menjadi 48 rpm. Maka besarnya torsi penggerak adalah:

$$T = \frac{P}{\omega}$$

Keterangan:

P = daya motor yang digunakan

$\omega$  = kecepatan sudut (rad/s)

Diketahui:



Daya motoryangdigunakan (P), = 2 HP → 1,492 Kw → 1492

watt

$$\begin{aligned} T &= \frac{P}{\omega} \\ &= \frac{1492}{2 \times 3,14 \times \frac{48}{60}} \\ &= \frac{1492}{5,024} \\ &= 296,97 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Jadi T penggerak = 296,97 Nm > T<sub>tot</sub> = 187,5 Nm. Sesuai dengan hasil perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa motor listrik penggerak pada mesin pengerol pipa yang digunakan 2 HP memenuhi syarat mampu kerja.

#### 4.2.4 Perhitungan Pada Poros Alat/Mesin Pengerol Pipa

Poros merupakan komponen yang sangat penting didalam pembuatan alat/mesin pengerol pipa. Untuk itu dibutuhkan alur perhitungan yang baik untuk membuat poros. Menurut Sularso dan Suga (2002:17) dalam merancang sebuah poros dibutuhkan tahapan-tahapan atau alur yang dapat dilihat pada Gambar 21.

Data yang diketahui dalam perhitungan poros adalah:

Daya yang ditransmisikan : 2 HP atau 1492 watt

Putaran poros : 48 rpm

##### 1. Bahan Poros

Perencanaan ini semua bahan poros yang digunakan adalah St.42 dengan tegangan tarik maksimum (  $\sigma_{\max}$  ) sebesar = 420 Kg/mm<sup>2</sup>

2. Tegangan puntir pada poros

$$\sigma_{t \max} \text{ St 42} = 420 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{\sigma_{t \max}}{V} = \frac{420}{5} = 84 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Faktor Keamanan, } V = 5 \text{ (dipilih)}$$

$$\sigma_p = 0.5 \times \sigma_t$$

$$= 0.5 \times 84$$

$$= 42 \text{ N/mm}^2$$

3. Momen putir pada poros

a. Daya yang ditransmisikan

$$\text{Daya motor (P)} = 2 \text{ Hp} = 1492 \text{ watt}$$

$$\text{Putaran Poros (n)} = 48 \text{ rpm}$$

b. Faktor Koreksi yang digunakan (  $f_c$  ), adalah 1,2

c. Daya rencana ( $P_d$ )

$$P_d = P \cdot f_c$$

$$= 1,492 \times 1,2$$

$$= 1,7904$$

d. Momen puntir rencana (T)

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n^3}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \frac{1,7904}{48}$$

$$= 36330,2 \text{ kgmm} = 356277,5 \text{ Nmm}$$

Keterangan:

T = Momen puntir

$P_d$  = Daya yang direncanakan (kW)

$n_3$  = Kecepatan putaran pada poros (rpm)

e. Tahanan puntir pada poros

$$\begin{aligned} W_p &= \frac{M_p}{\sigma_p} \\ &= \frac{356277,5}{42} \\ &= 8482,7 \end{aligned}$$

f. Diameter poros yang digunakan

$$\begin{aligned} D^3 &= \frac{16W_p}{\pi} \\ &= \frac{16(8482,7)}{3,14} \\ &= 35,09 = 35 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berdasarkan rumus perhitungan diatas maka diperoleh diameter poros yang digunakan adalah 35 mm

#### 4.2.5 Dongkrak

Dalam perancangan mesin roll bending pipa ini, dongkrak digunakan untuk memberikan tekanan pada pipa yang akan diroll yang dihubungkan dengan *roller* utama (*Roller Penekan*). Sebelum menentukan dongkrak yang akan digunakan, terlebih dahulu harus menentukan jenis pipa yang akan diroll untuk dapat mengetahui besarnya gaya yang digunakan untuk membengkokkan pipa. Gaya yang dibutuhkan untuk membengkokkan pipa dalam penelitian ini adalah 500kg. pada rancang bangun mesin rol bending besi pipa, hydraulic jack

yang digunakan adalah dongkrak 2 ton. Jadi dapat disimpulkan bahwa penggunaan hydraulic jack kapasitas 2 ton memenuhi dan mampu kerja.

#### 4.2.6 Perhitungan Kekuatan Las

Jenis pengelasan yang digunakan dalam rancang bangun mesin ini adalah las listrik. Salah satu contoh perhitungan kekuatan pengelasan pada bagian rangka atas karena pada bagian ini mengalami konsentrasi tegangan yang tinggi dibandingkan dengan komponen-komponen yang lain. Pada pengelasan bagian ini lebar dan panjang pengelasan masing-masing 3 mm dan 160 mm.

Jenis elektroda yang dipakai adalah AWS 6013 dengan kekuatan tarik maksimum 62 kpsi, dimana  $1 \text{ kpsi} = 6894757 \text{ N/m}^2 = 6,894757 \text{ N/mm}^2$

Tegangan maksimum elektroda :

$$\begin{aligned}\sigma_{max} &= 62 \times 6,894757 \text{ N/mm}^2 \\ &= 427,47 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Tegangan tarik izin elektroda dengan faktor keamanan ( $v$ ) = 5 dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}\sigma_t &= \frac{\sigma_{max}}{v} \\ \sigma_t &= \frac{427,47}{5}\end{aligned}$$

$$\sigma_t = 85,494 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan geser izin elektroda :

$$\tau_g = 0,5 \times \sigma_t$$

$$\tau_g = 0,5 \times 85,494$$

$$\tau_g = 42,747 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan geser pengelasan pada rangka bagian atas sebesar:

$$F = 500 \text{ kg} = 4900 \text{ N}$$

$$\tau_g = \frac{F}{0.707 \times h \times L}$$

$$\begin{aligned} \tau_g &= \frac{4900}{0,707 \times 3 \times 160} \\ &= 14,438 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Karena tegangan geser ijin lebih besar dari pada tegangan geser yang terjadi  $42,747 \text{ N/mm}^2 > 14,438 \text{ N/mm}^2$ , maka pengelasan aman.

#### 4.2.7 Perhitungan Baut Dan Mur

Baut yang dihitung adalah baut pengikat poros dengan bantalan. Baut yang dipakai pada perancangan ini adalah baut dengan kekuatan tarik  $420 \text{ N/mm}^2$  (ST 42). Tegangan yang terjadi pada baut pengikat bantalan adalah tegangan akibat gaya tarik rantai sehingga baut menerima beban geser dan tarik (contoh pada baut pengikat motor dengan dudukannya).

4Menghitung tegangan geser ijin baut yaitu:

$$\tau_g = 0,5 \sigma_t$$

$$\tau_g = 0,5 \frac{\sigma}{v}$$

Dimana:

v = Faktor keamanan = 4 (dipilih)

$$\begin{aligned} \tau_g &= 0,5 \frac{420}{4} \\ &= 52,5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Sehingga diameter inti baut pada bantalan adalah baut dinyatakan aman apabila

$$\tau_g \geq \tau_g$$

$$\tau_g \geq \frac{F}{\frac{\pi}{4} d_1^2 n}$$

Dimana:

n = Jumlah baut 4 buah

F = Gaya yang terjadi pada poros/massa motor 22 kg = 215,6 N

$$\tau_g \geq \frac{215,6}{\frac{3,14}{4} d_1^2}$$

$$52,5 \geq \frac{215,6}{\frac{3,14}{4} d_1^2}$$

$$(d_1)^2 \geq 68,66 \rightarrow d_1 \geq 8,28 \text{ mm (perhitungan baut aman)}$$

Diameter nominal baut hasil perhitungan yang mengikat antara motor dan dudukannya sebesar 8,28 mm. Dalam hal ini dipilih ukuran baut 12 mm.

#### 4.2.8 Perhitungan Bearing

Bearing yang dihitung adalah bearing yang terjadi karena adanya gesekan pada poros dan terjadinya penekan akibat proses bending pada pipa. Jika poros berputar 46 rpm dan beban 250 kg dengan diameter bantalan 381 mm dapat dihitung gaya gesek pada bantalan dan panas yang timbul karena gesekan.

$$n = 46 \text{ rpm}$$

$$f = 0,03$$

$$P_0 = 250 \text{ kg}$$

$$D_0 = 381 \text{ mm} = 38,1 \text{ cm}$$

$$W = f \cdot P_0$$

$$= 0,03 \times 250 = 7,5 \text{ kg}$$

$$Q = \frac{\pi \cdot n \cdot f \cdot P_0 \cdot d_0}{427 \cdot 100}$$

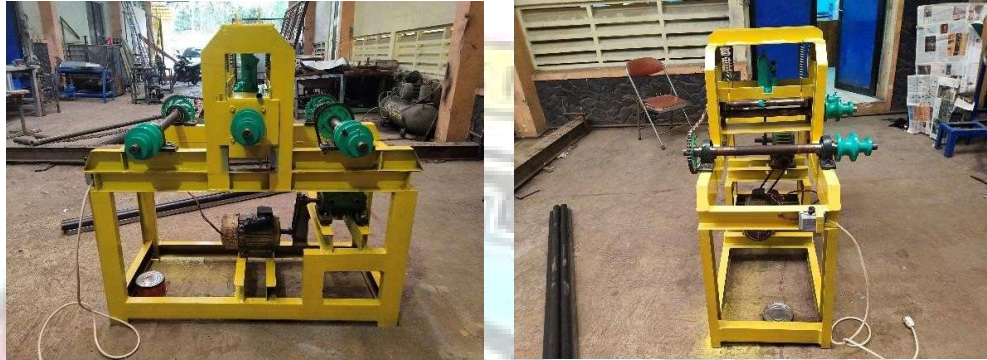
$$= \frac{3,14 \times 46 \times 0,03 \times 250 \times 38,1}{42700}$$

$$= \frac{41273,73}{42700}$$

$$= 0,96 = 1 \text{ kkal/menit}$$

### 4.3 Hasil Pembuatan

Setelah konsep desain difinalisasi dan gambar kerja di buat maka selanjutnya dilakukan pembuatan alat/mesin. Adapun hasil pembuatan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.8. Hasil Pembuatan Mesin Rol Bending Besi Pipa

Spesifikasi alat/mesin pengerolan pipa ini adalah dimensi alat/mesin 1200 mm x 500 mm x 1300 mm. Rangka mesin terbuat dari bahan besi UNP 80mm x 6000 mm dengan jenis baja *St 42*. Bahan dasar poros menggunakan besi *As St 42* dengan ukuran diameter 1,5 inch. Menggunakan hidrolik jack (dongrak) yang dihubungkan dengan *roller* penekan sebagai penerus tekanannya. Mesin rol ini memiliki 2 punch/dies dengan fungsi yang berbeda dimana dapat mengerol pipa berbentuk lingkaran diameter 1 inch -  $1\frac{3}{4}$  inch dan hollow persegi empat dengan ukuran 30 mm x 30 mm. Sistem transmisi yang digunakan *gear sprocket* dan rantai. *Gear sprocket* yang digunakan ada 4 buah yaitu gear motor 36T 2 buah dan gear 14T 2 buah. Menggunakan daya motor listrik sebesar 2 HP dengan kecepatan 2880 rpm. Menggunakan gearbox WPA 070 ratio 1 : 30 untuk mereduksi putaran dan roda gigi 1 : 2 dengan kecepatan akhir 48 rpm.



#### 4.4 Hasil Pengujian

Pengujian mesin rol bending pipa dilakukan di bengkel las jurusan teknik mesin politeknik negeri ujung pandang. Sebelum pengoperasian mesin, terlebih dahulu dilakukan proses pengecekan tiap komponen untuk memastikan bahwa mesin telah siap dioperasikan.

Mesin rol bending besi pipa selanjutnya diuji menggunakan dua jenis benda kerja, yaitu besi pipa dan besi hollow. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah mesin dapat berfungsi dengan baik. Hasil pengujian mesin ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Mesin Rol Bending

No	Bahan Uji	Ukuran	Jarak Tekan	Kondisi Bahan Uji Hasil Pengerolan	
				Radius	Keterangan
1	Pipa	$\varnothing 1\frac{3}{4}$ " x 2000 mm	50 mm	3161 mm	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diameter pipa mengalami perubahan. (oval)</li><li>• Belum ada kerutan pada pipa</li></ul>
2	Pipa	$\varnothing 1\frac{3}{4}$ " x 2000 mm	100 mm	1376,125 mm	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diameter pipa mengalami perubahan yang signifikan</li><li>• Terdapat beberapa kerutan halus maupun kasar</li></ul>

3	Besi hollow	30 mm x 30 mm x 2000 mm	50 mm	3050 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terdapat banyak kerutan</li> <li>• Terjadi perubahan ukuran pada besi</li> </ul>
4	Besi hollow	30 mm x 30 mm x 2000 mm	100 mm	1350,50 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kerutan kasar di semua sisi benda uji</li> <li>• Terjadi perubahan ukuran pada besi</li> </ul>

#### 4.4 Pembahasan Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian mesin rol bending besi pipa dilakukan sebanyak 4 (empat) kali dengan 2 jenis bahan uji seperti diperlihatkan pada tabel di atas. Putaran mesin yang digunakan adalah 2800 rpm (standar). Adapun untuk menentukan radius hasil pengerolan benda uji menggunakan aplikasi Autodesk Fusion 360.

Pada pengujian awal mesin rol bending besi pipa, bahan uji digunakan ialah besi pipa galvanis ukuran  $\varnothing 1\frac{3}{4}$ " x 2000mm. Pada pengujian ini, roller penekan diturunkan 50 mm menggunakan *hydraulic jack* secara bertahap. Radius pengerolan pada benda uji yaitu 3161 mm.



Gambar 4.9. Hasil pengujian Tahap 1

Pada pengujian kedua, dilanjutkan dengan menurunkan roller penekan hingga 100 mm menggunakan hydraulic jack secara bertahap. Pada pengujian kali ini, mesin mengalami hambatan awal pada saat beroperasi, termasuk pada bagian roller penekan.



Gambar 4.10. Perbaikan pada roller penekan.

Bahan uji pada pengujian ini masih menggunakan besi pipa dengan ukuran  $\varnothing 1\frac{3}{4}$ " x 2000 mm. Setelah roller penekan telah diturunkan 100 mm, tahap selanjutnya ialah mengamati benda uji yang telah dirol. Radius pengeroral pada

benda uji yaitu 1376,125 mm Kondisi benda uji mengalami perubahan diameter yang signifikan dan terdapat banyak kerutan.



Gambar 4.11. Proses Pengambilan data



Gambar 4.12. Hasil pengujian tahap 2

Selanjutnya, pada pengujian tahap ketiga bahan uji diganti dengan besi hollow ukuran 30 mm x 30 mm x 2000 mm. Pengerolan ini juga menggunakan dies yang berada paling depan, yaitu dies khusus untuk besi hollow. Pengujian tahap ketiga ini sama seperti pengujian pada tahap pertama, yaitu roller penekan

diturunkan secara perlahan menggunakan hydraulic jack hingga 50 mm. Radius pengerolan pada benda uji yaitu sekitar 3050 mm. Berbeda dengan besi pipa, hasil pengerolan dengan bahan uji besi hollow terdapat banyak kerutan yang diakibatkan karena besi hollow memiliki sudut sehingga sangat mustahil untuk menghindari kerutan.



Gambar 4.13. Hasil Pengujian Tahap 3

Pengujian yang terakhir, bahan uji yang digunakan sama seperti pengujian ketiga yaitu besi hollow ukuran 30 mm x 30 mm x 2000 mm. Pada pengujian ini roller penekan diturunkan 100 mm. Radius pengeroral bahan uji yaitu sekitar 1350,50 mm kondisi bahan uji pada pengujian ini terdapat banyak sekali kerutan kasar yang terdapat di semua sisi bahan uji. Hal ini berdampak kurang baik pada kinerja mesin khususnya pada dies dikarenakan bahan uji bergesekan dengan dies akibat perubahan bentuk sehingga pengerolan tersendat-sendat.



Gambar 4.8 Hasil Tahap 4

#### 4.5 Biaya Manufaktur Mesin rol bending besi pipa

##### 4.5.1 Biaya Bahan Langsung

Jumlah keseluruhan biaya untuk bahan pembuatan dari pengembangan desain Mesin rol bending besi pipa adalah Rp. **Rp 7.432.000/-** berikut merupakan rincian biaya bahan langsung:

Tabel 4.2 Biaya Bahan Langsung

No	Bahan	Ukuran/Type	Jumlah	Harga Satuan	Total Harga
1	Besi UNP 80	80x45x3	3	Rp 240.000,-	Rp 780.000,-
2	Pelat	50x30x5	2	Rp 120.000,-	Rp 120.000,-
		21x21x8	2	Rp 65.000,-	Rp 130.000,-
		52x15x8	1	Rp 100.000,-	Rp 100.000,-
3	Besi Ass	Ø1.5"x80cm	3	Rp 160.000,-	Rp 480.000,-
4	Dongkrak	2 ton	1	Rp 130.000,-	Rp 130.000,-
5	Pillow block	UCP 208-24	4	Rp 95.000,-	Rp 380.000,-
		UCF 208-24	2	Rp 95.000,-	Rp 190.000,-
6	Sprocket	40 T	2	Rp 48.000,-	Rp 96.000,-

6	Sprocket	36 T	1	Rp 36.000,-	Rp 36.000,-
		14 T	3	Rp 25.000,-	Rp 40.000,-
7	Rantai		3	Rp 44.000,-	Rp 88.000,-
8	Dies	Pipa 1.5''	3		Rp 800.000
9	Motor listrik	2 HP	1	Rp 2.830.000,-	Rp 2.830.000,-
10	Speed Reducer	Ratio 1:30	1	Rp 965.000,-	Rp 965.000,-
11	Baut dan Mur	M12x60mm	20	Rp 7.000,-	Rp 140.000,-
		M10x 40mm	5	Rp 6.000,-	Rp 30.000,-
		M8x50mm	5	Rp 5.000,-	Rp 25.000,-
		M6x40mm	6	Rp 4.000,-	Rp 24.000,-
12	Pegas		4	Rp 12.000,-	Rp 48.000,-
<b>Jumlah</b>					<b>Rp 7.432.000,-</b>

#### 4.5.2 Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja dihitung berdasarkan Upah Minimum Provinsi (UMP) Sulawesi Selatan tahun 2020. UMP Sulawesi selatan tahun 2020 yaitu sebesar Rp 3.103.800,- dengan estimasi jam kerja perminggu selama 40 jam sehingga upah tenaga kerja diketahui dengan persamaan berikut:

$$\frac{3.103.000}{4 \times 40} = 19.387,75$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui upah tenaga adalah 19.387,75,- per jam. Sedangkan waktu pengerjaan pemotongan, pembentukan, dan pengelasan permesinan ditentukan berdasarkan estimasi pengerjaan waktu tersebut meliputi waktu persiapan, waktu setting, waktu proses dan waktu

penyelesaian. Adapun rincian biaya tenaga kerja untuk setiap pengerjaan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4.3 Biaya Tenaga Kerja

No.	Jenis Pengerjaan	Waktu Pengerjaan	Upah/Jam (Rp)	Upah Pengerjaan (Rp)
1	Bubut	50 jam	19.387,75	969.387
2	Gerinda	80 jam	19.387,75	1.551.020
3	Las	60 jam	19.387,75	1.163.265
4	Bor	30 jam	19.387,75	581.632
5	Dico	10 jam	19.387,75	193.387
			<b>Jumlah (Rp)</b>	<b>4.458.691,-</b>

#### 4.5.3 Biaya Tak Langsung

Biaya tidak langsung merupakan elemen biaya yang tidak dihubungkan secara langsung kepada unit yang diproduksi, tetapi mempunyai kontribusi terhadap penyelesaian produksi. Beberapa kategori biaya tidak langsung antara lain adalah: biaya bahan tidak langsung, biaya listrik, dan biaya penyusutan mesin. Berikut biaya bahan tidak langsung dalam proses produksi

Tabel 4.4 Biaya Bahan Tidak Langsung

No.	Nama Mesin	Nama Bahan	Jumlah	Harga (Rp)
1	Bubut	Pahat HSS	2 buah	90.000
		Oli dromus	1 buah	65.000
		Kuas	1 buah	4.000
		Majun	1 kg	12.000
2	Las	Elektroda	3 kg	75.000
		Topeng Las	1 buah	28.000
		Sarung tangan	1 pasang	58.000



3	Bor	Mata Bor 6 mm	1 buah	22.000
		Mata Bor 8 mm	1 buah	36.000
		Mata Bor 12 mm	1 buah	60.000
		Mata Bor 24 mm	1 buah	165.000
		Mata Bor 30 mm	1 buah	345.000
4	Gerinda	Mata gerinda asah	10 buah	120.000
		Mata gerinda potong	50 buah	140.000
5	Dico	Tinner B	2 liter	16.000
		Cat dasar epoxy	1kg	58.000
		Cat Besi	1kg	65.000
		Dempul	1kg	37.000
		Pisau dempul	1 set	20.000
			<b>Jumlah (Rp)</b>	<b>1.416.000</b>

#### 4.5.4 Biaya Listrik

Perhitungan biaya pemakaian listrik merupakan salah satu kategori dalam data biaya tidak langsung untuk proses produksi. Adapun perhitungan estimasi pemakaian biaya listrik pada proses permesinan adalah sebagai berikut :

$$\text{Biaya listrik} = \text{daya} \times \text{TDL} \times \text{lama pengerjaan}$$

$$\text{TDL ( Tarif dasar listrik )} = \text{Rp } 1.467,28/\text{kwh}$$

##### 1. Tarif Listrik Mesin Bubut

$$\text{Daya mesin} = 2,85 \text{ kW}$$

$$\text{Lama pengerjaan} = 120 \text{ jam}$$

$$\text{Biaya listrik} = 2,8 \times 1.467,28 \times 120$$

$$= \text{Rp } 205.419,2$$

##### 2. Tarif listrik mesin gerinda

Daya mesin = 0,6 kW  
Lama pengerjaan = 80 jam  
Biaya listrik =  $0,6 \times 1.467,28 \times 250$   
= Rp 70.429,44,-

**3. Tarif listrik mesin las**

Daya mesin = 0,9 kW  
Lama pengerjaan = 60 jam  
Biaya listrik =  $0,9 \times 1.467,28 \times 60$   
= Rp 79.233,12

**4. Tarif listrik mesin bor**

Daya mesin = 0,5 kW  
Lama pengerjaan = 30 jam  
Biaya listrik =  $0,5 \text{ kW} \times 1.467,28 \times 30$   
= Rp 22.009,2

**5. Tarif listrik mesin dico**

Daya mesin = 0,5 kW  
Lama pengerjaan = 10 jam  
Biaya listrik =  $0,5 \times 1.467,28 \times 10$   
= Rp 7.336,4

Tabel 4.5 Biaya Listrik

No.	Mesin	Daya (kW)	TDL (Rp)	Lama Pengerjaan	Tarif Listrik (Rp)
1	Bubut	2,8	1.467,28	50 jam	205.419,2
2	Gerinda	0,5	1.467,28	80 jam	70.429,44
3	Las	0,9	1.467,28	60 jam	79.233,12
4	Bor	0,5	1.467,28	30 jam	22.009,20
5	Dico	0,5	1.467,28	10 jam	7.336,40
<b>Jumlah (Rp)</b>					<b>384.427,16</b>

Dari perhitungan diatas dapat diketahui biaya listrik yang digunakan selama proses produksi adalah Rp 830.480,48,-

#### 4.5.5 Biaya Penyusutan Mesin

##### 1. Penyusutan mesin bubut

Harga mesin bubut = Rp 96.000.000

Umur mesin = 30 tahun

Persentase penyusutan = 10 %

Nilai sisa = (harga pokok mesin x persentase penyusutan)

= 96.000.000 x 10 %

= Rp 9.600.000

Biaya penyusutan pertahun

= (harga pokok mesin – nilai sisa) x (1/umur mesin)

= (Rp 96.000.000 – Rp 9.600.000) x (1/30)

= Rp 86.400.000 x 1/30

= Rp 2.880.000/tahun

Jadi = Rp 2.880.000/12

= Rp 240.000/bulan

Biaya penyusutan mesin bubut selama proses pengerjaan adalah :

= Rp 240.000/30hari

= Rp. 8.000/24 x 50 jam

= Rp 16.666,67

Jadi biaya penyusutan mesin bubut pada proses pengerjaan selama 50 jam adalah Rp 16.666,67,- .Berikut adalah rincian biaya penyusutan mesin pada proses produksi.

Tabel 4.6 Hasil Penyusutan Mesin

No	Mesin	Harga Mesin (Rp)	Umur Mesin (tahun)	Nilai Sisa (Rp)	Waktu Pengerjaan	Biaya Penyusutan (Rp)
1	Bubut	96.000.000	30	9.600.000	50 jam	16.667,-
2	Gerinda	350.000	2	35.000	80 jam	1.459,-
3	Las	23.000.000	10	2.300.000	60 jam	18.812,-
4	Bor	3.140.000	10	314.000	30 jam	981,-
5	Dico	18.350.000	5	1.835.000	10 jam	1.911,-
<b>Jumlah (Rp)</b>						<b>39.830,-</b>

Adapun biaya tidak langsung yang diperoleh berdasarkan data sebelumnya sebagai berikut :

Tabel 4.7 Biaya Tidak Langsung

**No.    Biaya Tidak Langsung    Harga (Rp)**

1	Biaya bahan tidak langsung	1.416.000
2	Biaya listrik	384.427,16
3	Biaya penyusutan mesin	39.830

**Jumlah (Rp) 1.840.257,16**

Berdasarkan data diatas biaya yang diperoleh dari proses pengerjaan pengembangan desain mesin Rol Bending Besi Pipa dapat diketahui dengan menjumlahkan biaya tidak langsung, biaya tarif listrik, dan biaya penyusutan mesin yaitu Rp 1.840.257,16

Adapun biaya untuk memproduksi mesin rol bending besi pipa dapat diketahui dari jumlah biaya bahan langsung, biaya tenaga kerja, dan biaya tidak langsung dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.8 Biaya Produksi

No.	Biaya Manufaktur	Harga (Rp)
1	Biaya bahan langsung	7.568.000,00
2	Biaya tenaga kerja	4.458.691
3	Biaya tidak langsung	1.840.257,16
<b>Jumlah (Rp)</b>		<b>13.866.948,16</b>

Dilihat dari hasil perhitungan diatas telah diketahui biaya untuk memproduksi 1 unit Rol Bending Besi Pipa yaitu **Rp 13.866.948,16.**

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil rancang bangun mesin rol bending besi pipa dapat ditarik kesimpulan :

1. Dimensi alat/mesin pengerol pipa secara keseluruhan adalah 1200 mm x 500 mm x 1300 mm. Rangka mesin terbuat dari bahan besi UNP 80mm x 6000 mm dengan jenis baja *St 42*. Bahan dasar poros menggunakan besi *As St 42* dengan ukuran diameter 1,5 inch. Menggunakan hidrolis jack (dongrak) yang dihubungkan dengan *roller* penekan sebagai penerus tekanannya. Mesin rol ini memiliki 2 punch/dies dengan fungsi yang berbeda dimana dapat mengerol pipa berbentuk lingkaran diameter 1 inch -  $\frac{1\frac{3}{4}}$  inch dan hollow persegi empat dengan ukuran 30 mm x 30 mm. Sistem transmisi yang digunakan *gear sprocket* dan rantai. *Gear sprocket* yang digunakan ada 4 buah yaitu gear motor 36T 2 buah dan gear 14T 2 buah. Menggunakan daya motor listrik sebesar 2 HP dengan kecepatan 2880 rpm. Menggunakan gearbox WPA 070 ratio 1 : 30 untuk mereduksi putaran dan roda gigi 1 : 2 dengan kecepatan akhir 48 rpm.
2. Hasil dari proses pengerolan dengan tekanan maksimum mengalami perubahan diameter yang signifikan dan terdapat banyak kerutan.
3. Biaya yang dibutuhkan untuk pengerjaan mesin rol bending besi pipa adalah 13.866.948.16.

## 5.2. Saran

1. Rancangan bangun mesin rol bending besi pipa ini masih terdapat kekurangan yaitu mesin pengerol pipa dibutuhkan komponen tambahan yang mampu mengukur kelurusan lingkaran sewaktu proses pengerolan.
2. Penulis berharap penelitian ini adalah studi awal sehingga diharapkan mampu dilanjutkan oleh peneliti berikutnya untuk kesempurnaan mesin ini.



## DAFTAR PUSTAKA

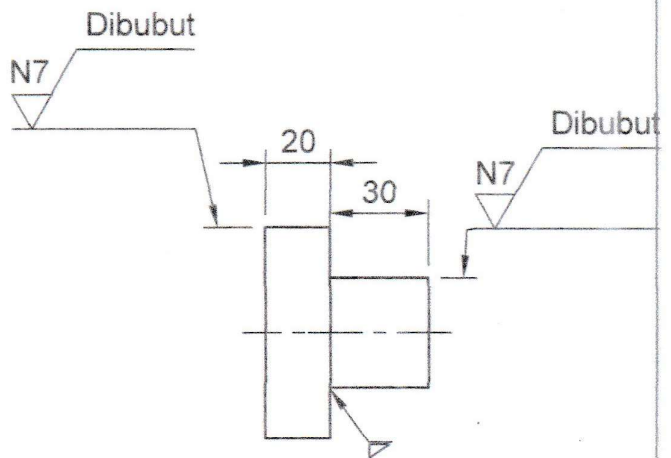
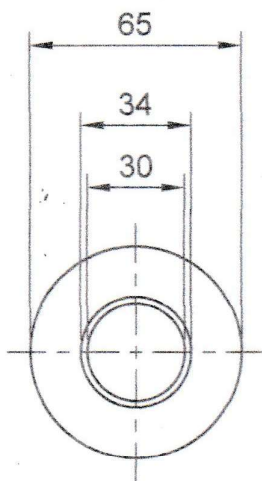
- Ambari, Muarif, dkk. 2014. Pengembangan Mesin Rol Pipa Sistem Vertikal: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Ahmad, dkk. 2016. Pengembangan Desain Mesin Rol Besi Pejal Bulat Dan Persegi: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Gere, James. M. dan Timoshenko, Stephen.P. 2000. Mekanika Bahan Edisi keempat Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Muhammad, Charis. 2014. Elemen Mesin 1 – Bantalan.  
<https://www.slideshare.net/chariezmuh/elemen-mesin-1-bantalan>. (Diakses pada 14 Februari 2020)
- Munawar, Ahmad. *Perhitungan pada poros penggerak*.  
[https://www.academia.edu/22872148/Perhitungan\\_pada\\_poros\\_penggerak](https://www.academia.edu/22872148/Perhitungan_pada_poros_penggerak) (Diakses pada 14 Februari 2020)
- Mustaqim, Ahmad. 2012. *Perancangan Alat Pengerol Pipa*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nur, R. and Suyuti, M.A., 2018. Perancangan mesin-mesin industri. Deepublish.
- Suryanto. 1985. Elemen Mesin. Bandung: Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik
- Sularso dan Suga, Kiyokatsu. 2008. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: PT.Pradnya Paramita
- Sonawan, Hery. 2010. Perancangan Elemen Mesin. Bandung: Alfabeta
- Shigley E. Joseph, Mitchell D. Larry. 1984. *Perencanaan Teknik Mesin*, Terjemahan Gandhi Harahap, Penerbit Erlangga.
- Warsih, Eko, dkk. 2007. Rancang Bangun Mesin Rol Pipa Segi Empat: Politeknik Negeri Ujung Pandang





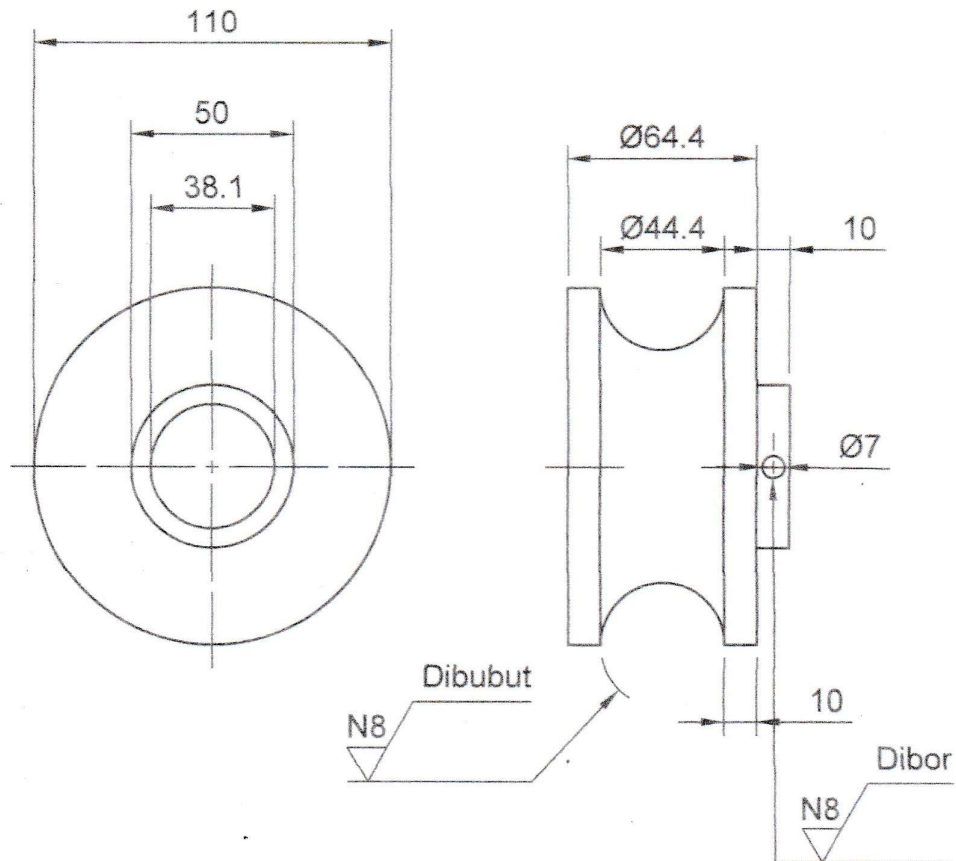
L  
A  
M  
P  
P  
I  
R  
A  
N

Toleransi halus  $\nabla N7$



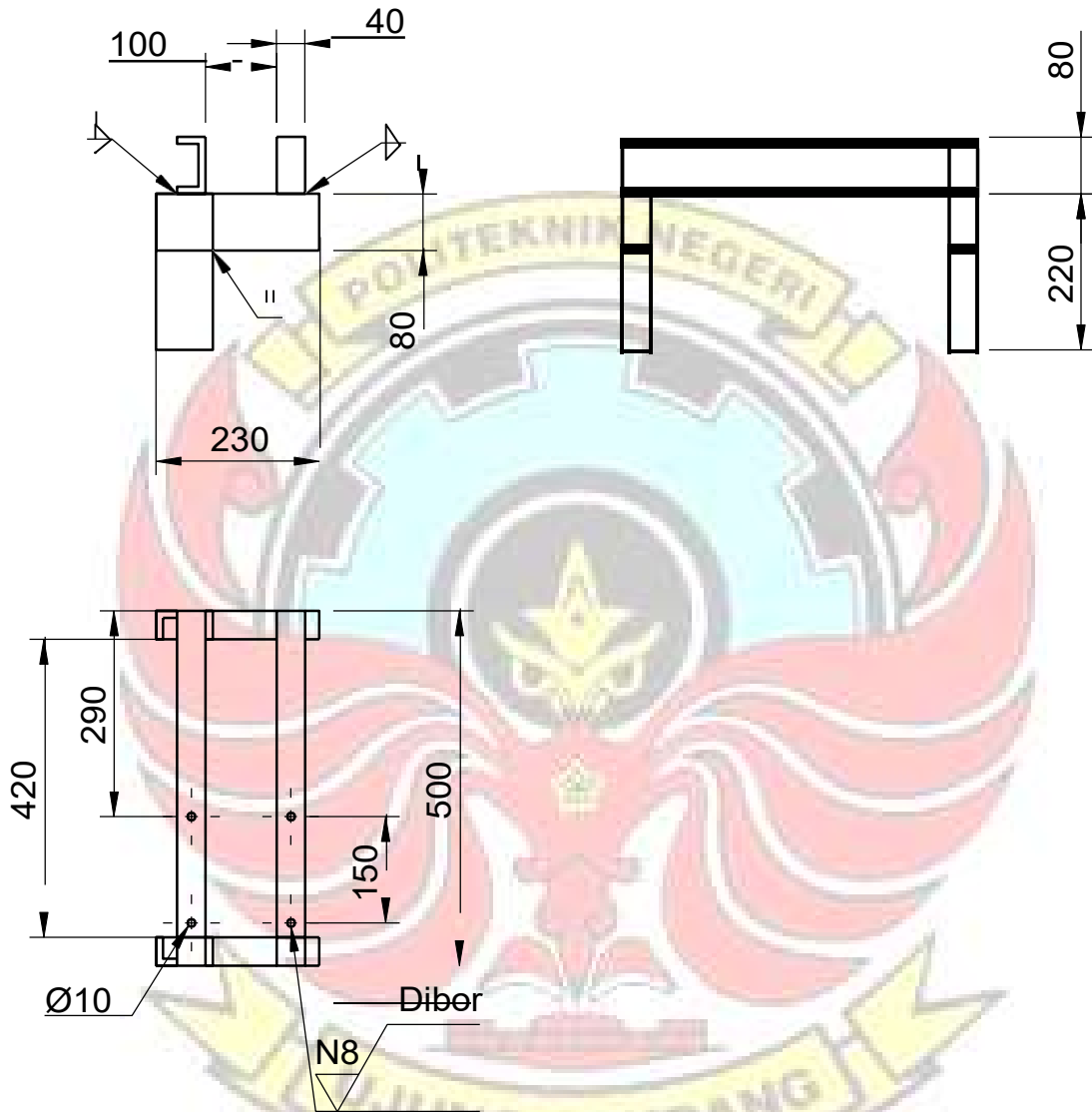
	Dies Hollow	7	ST 42		Dibuat
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan :		
RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESI PIPA			Skala 1:2	Digambar : ME	
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				Diperiksa : MAH	
			ME - 443 16 018-021-022		

Toleransi Halus  $\nabla_{N7/}$  ( $\nabla_{N8/}$ )



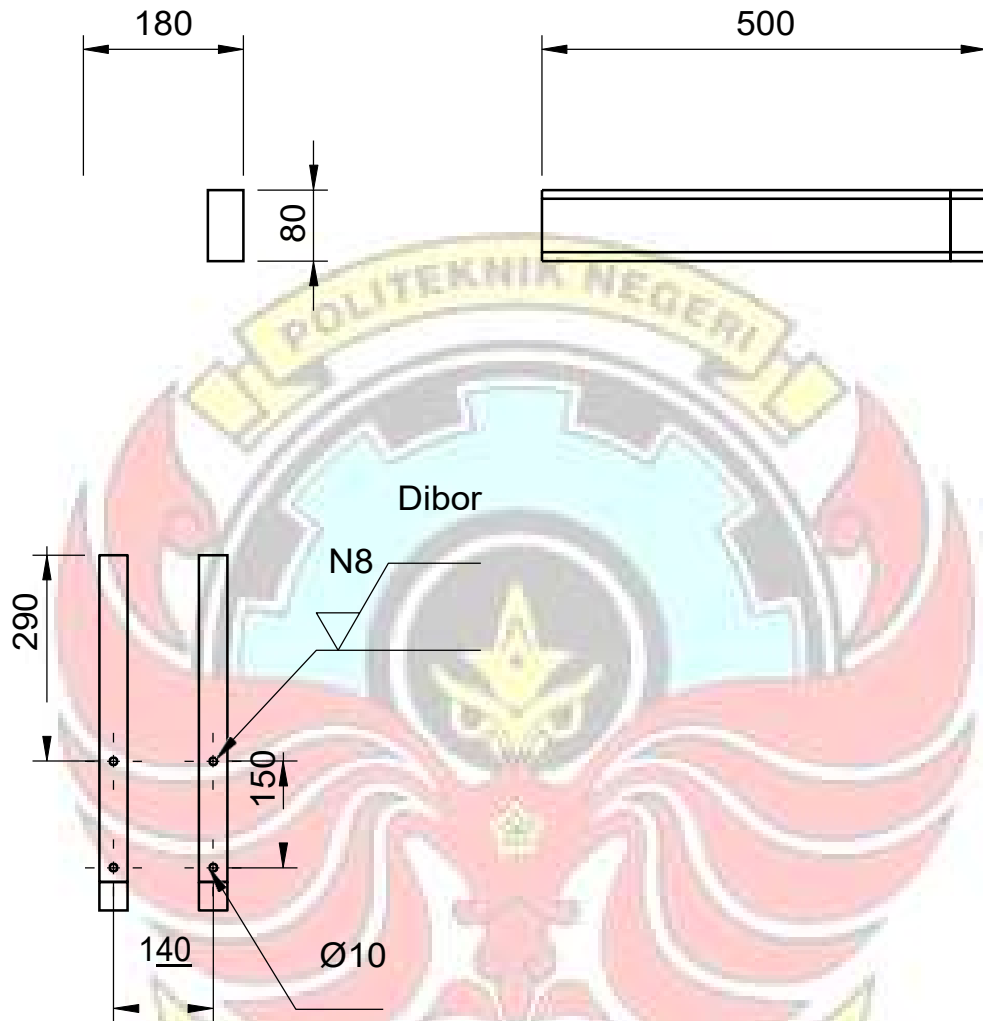
			Dies Pipa	8	ST 42		Dibeli	
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESI PIPA					Skala 1:2	Digambar : ME		
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG						Diperiksa : MAH		
					ME - 443 16 018-021-022			

Toleransi Kasar  $\nabla$  N12



		Dudukan Reducer	4	ST 42	Dibuat
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
II	Perubahan :				
	RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESTI PIPA			Skala 1:10	Digambar : ME
	POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			Diperiksa : MAH	
				ME - 443 16 018-021-022	

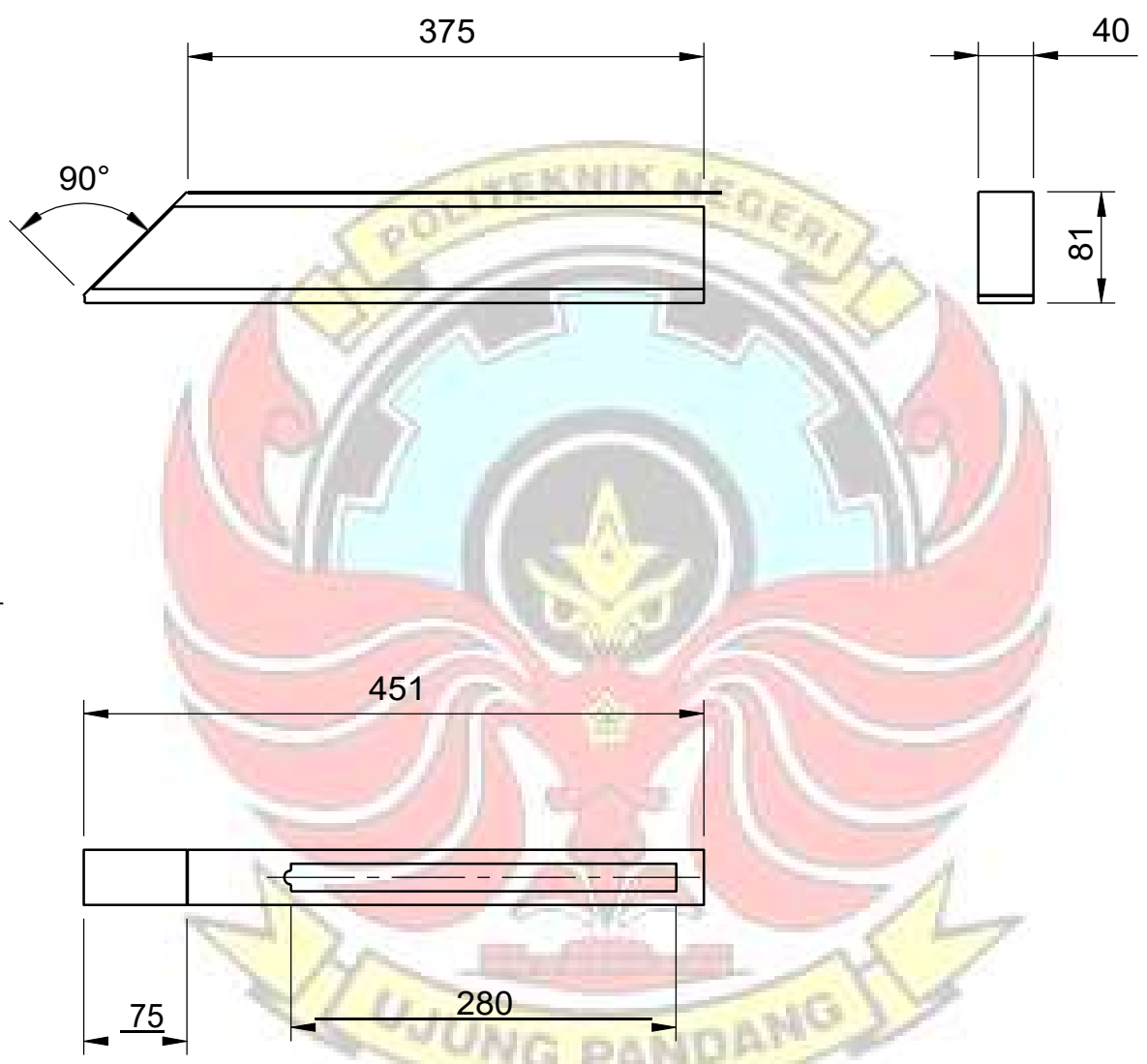
Toleransi Kasar  $\nabla$  N12



Keterangan

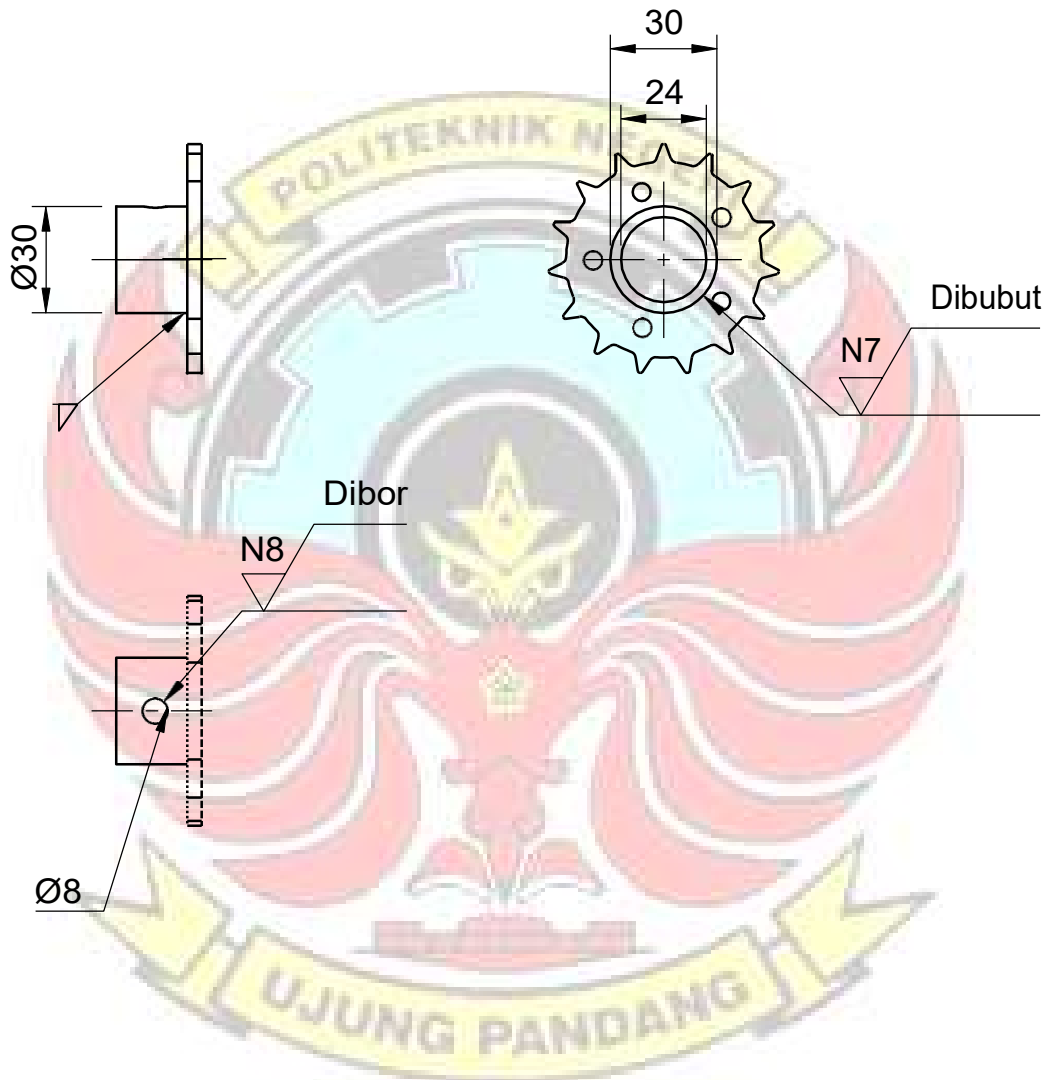
			Dudukan Motor	2	ST 42			Dibuat
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran		
III	II	I	Perubahan :					
			RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESI PIPA			Skala 1:10	Digambar : ME	
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			Diperiksa : MAH		
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			ME - 443 16 018-021-022		

Toleransi Kasar  $\nabla$  N12



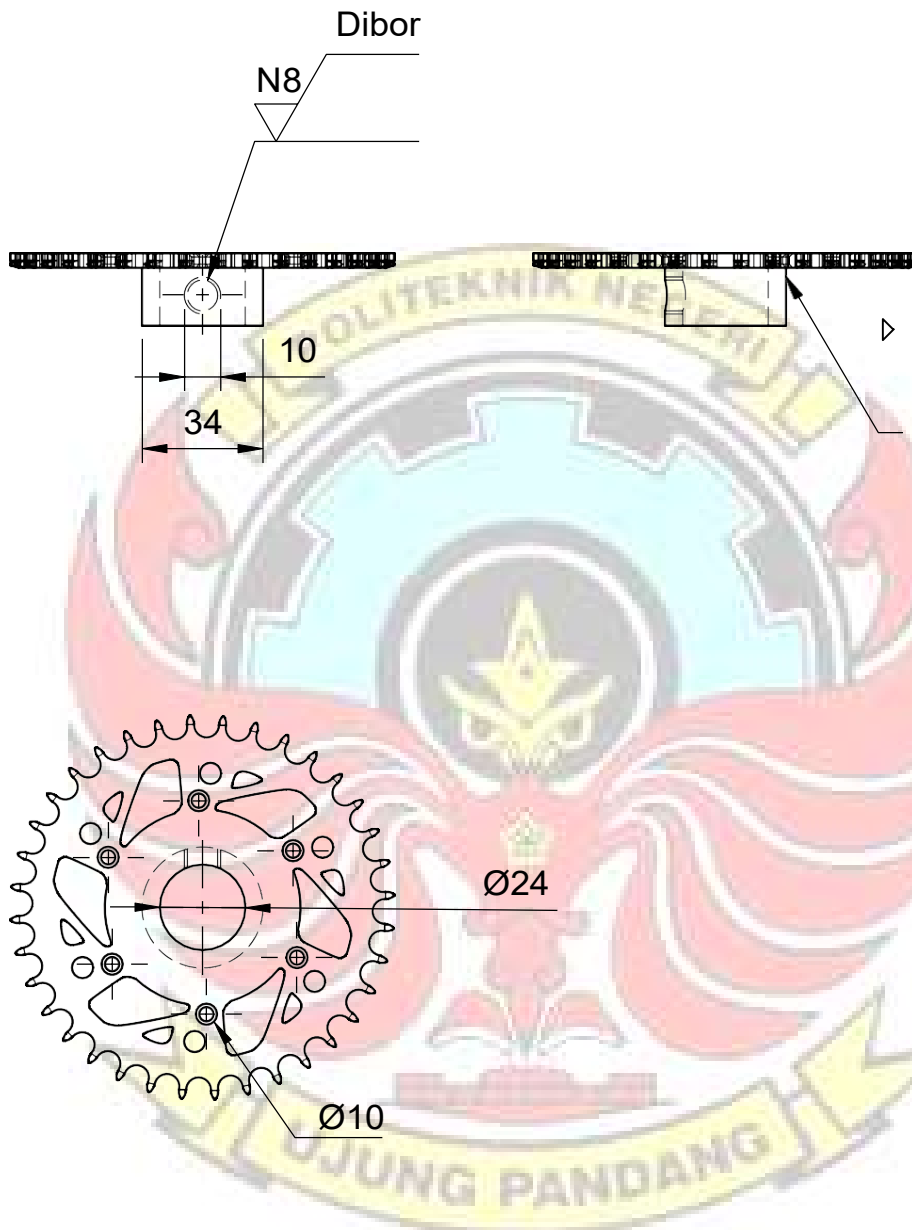
			Dudukan UCP	15	ST 42			Dibuat
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESI PIPA			Skala 1:5	Digambar :	ME
							Diperiksa :	MAH
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			ME - 443 16 018-021-022		

Toleransi Halus (  $\nabla$  ( N7 / Dibubut , N8 / Dibor ) )



			Gear 1 (RS 40)	17	Besi Cor		Standar	
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESI PIPA					Skala 1:2	Digambar : ME		
						Diperiksa : MAH		
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG					ME - 443 16 018-021-022			

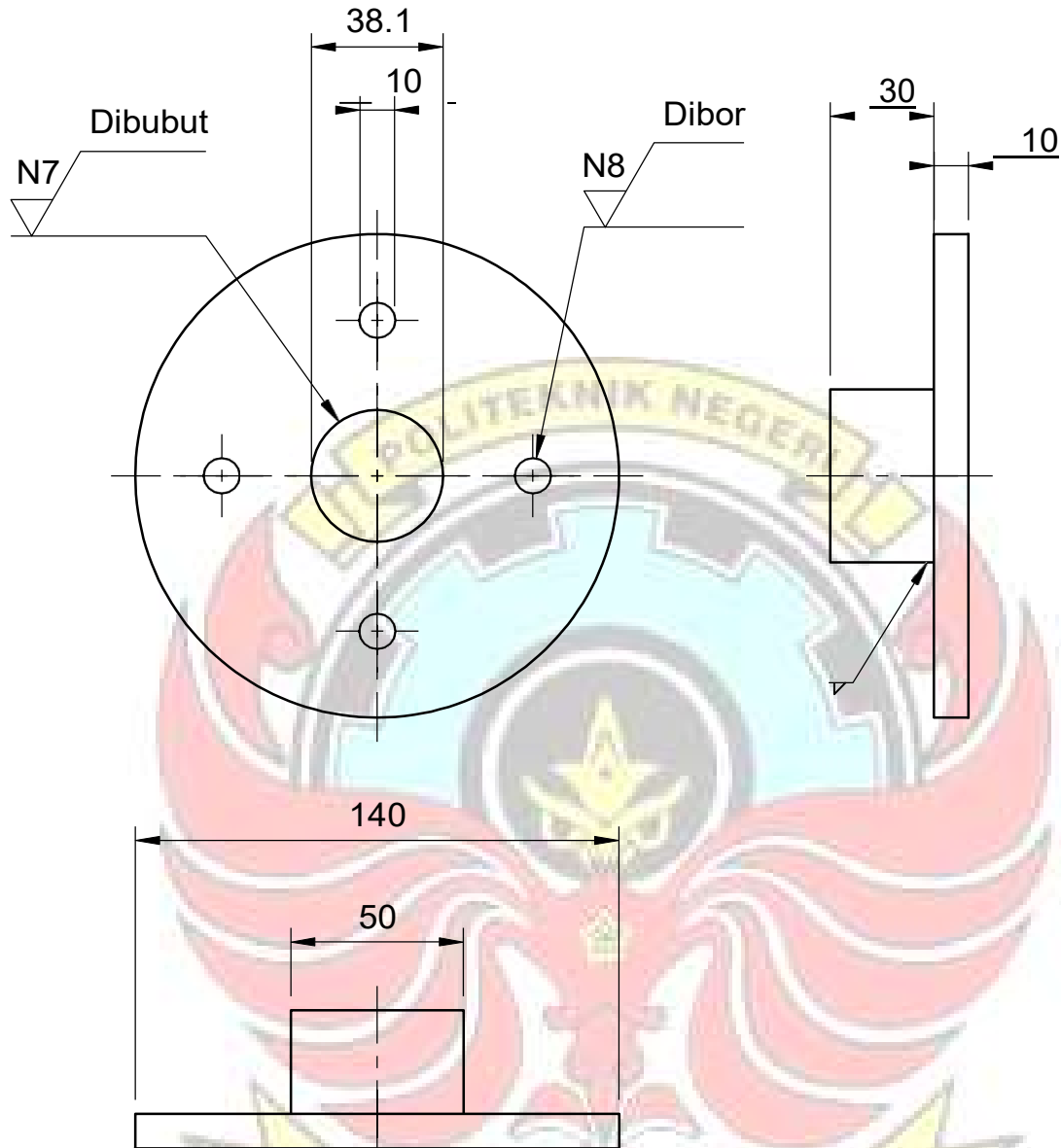
Toleransi Halus (  $\nabla$  / N7 / Dibubut ,  $\nabla$  / N8 / Dibor )



			Gear 2 (RS 40)	18	Besi Cor		Standar	
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESI PIPA					Skala 1:2	Digambar :	ME	
						Diperiksa :	MAH	
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG					ME - 443 16 018-021-022			

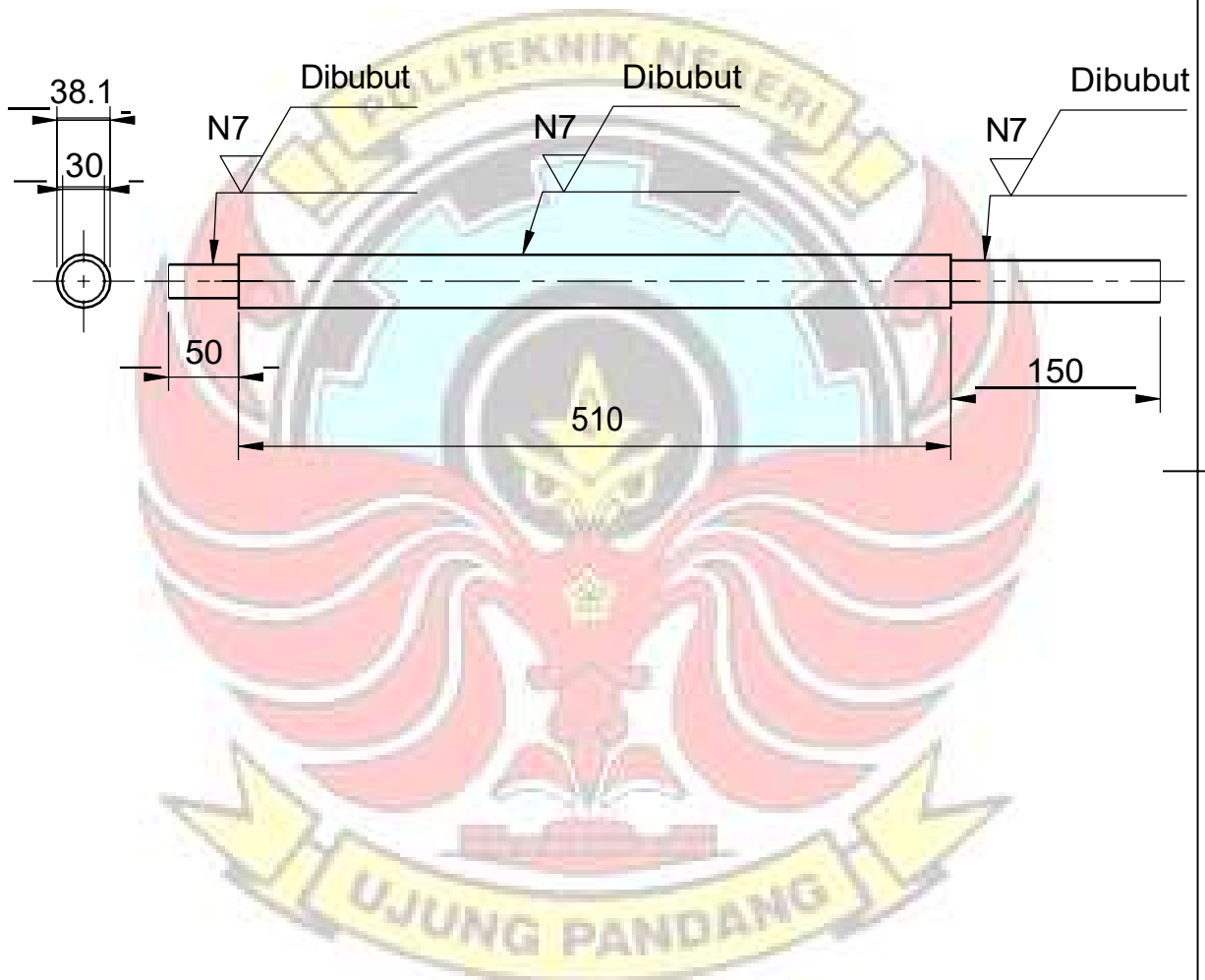


Toleransi Halus (  $\nabla$  ( N7 / Dibubut , N8 / Dibor ) )



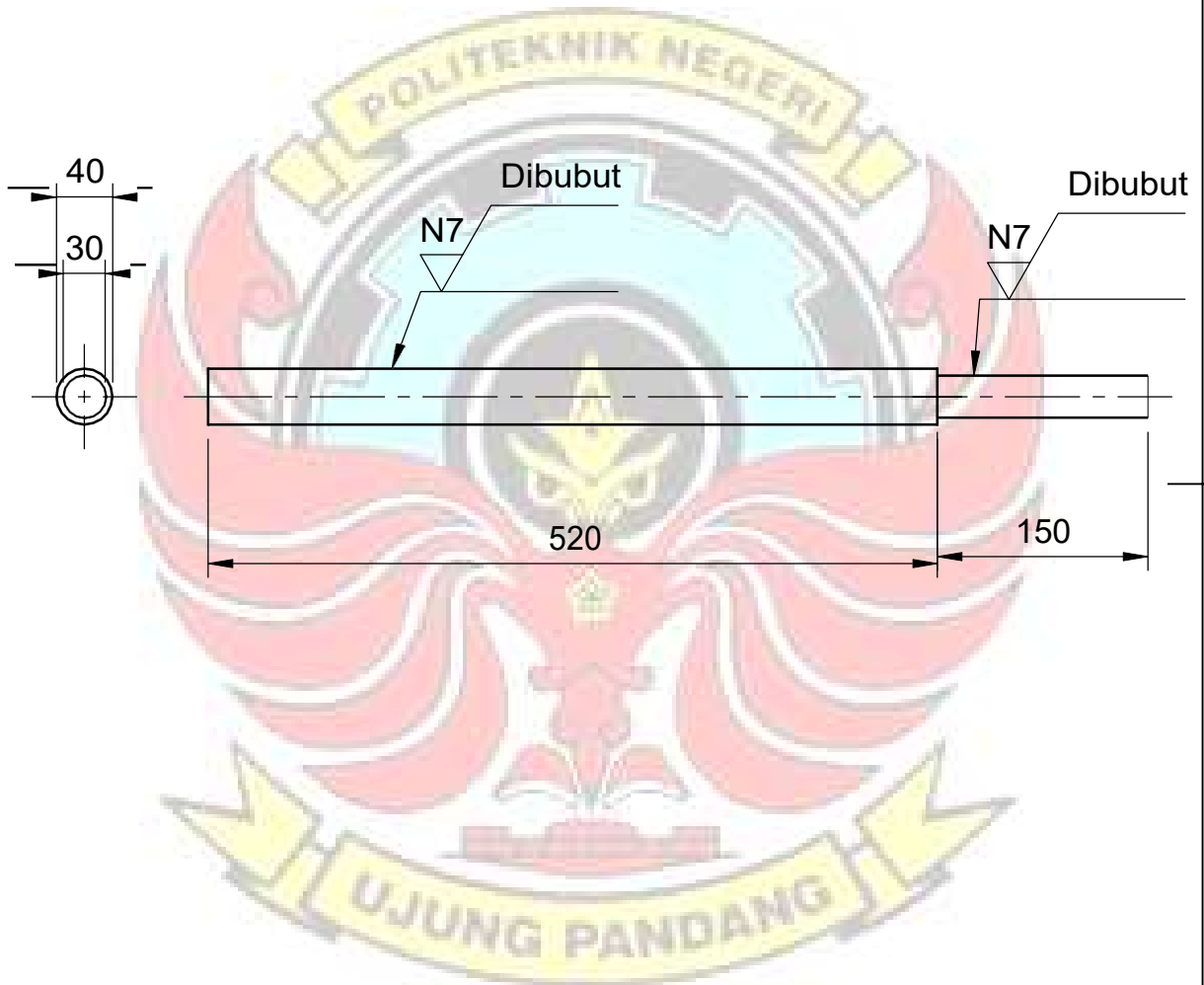
			Dudukan Sproket	19	ST 42			Dibuat	
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III	II	I	Perubahan :						
RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESI PIPA					Skala 1:2	Digambar :	ME		
						Diperiksa :	MAH		
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG					ME - 443 16 018-021-022				

Toleransi Halus  $\frac{N7}{\sqrt{\quad}}$  Dibubut

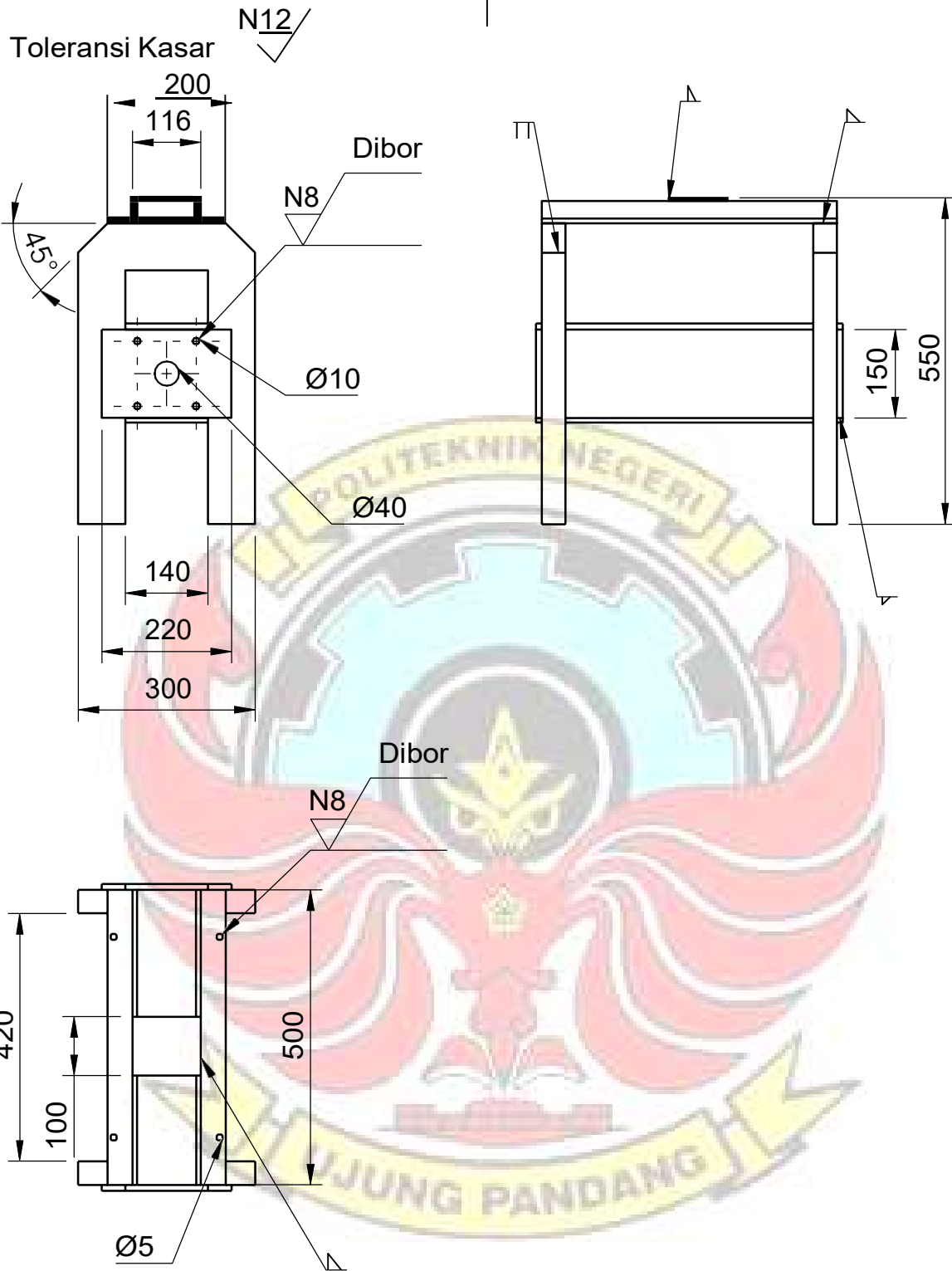


			Poros Penahan	14	ST 42		Dibuat	
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESI PIPA			Skala 1:5	Digambar : ME Diperiksa : MAH	
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			ME - 443 16 018-021-022		

Toleransi Halus  $\sqrt{N7}$  Dibubut

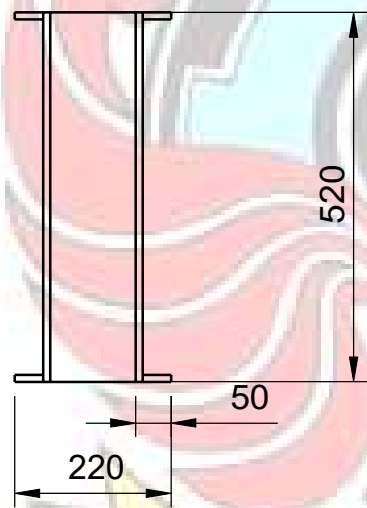
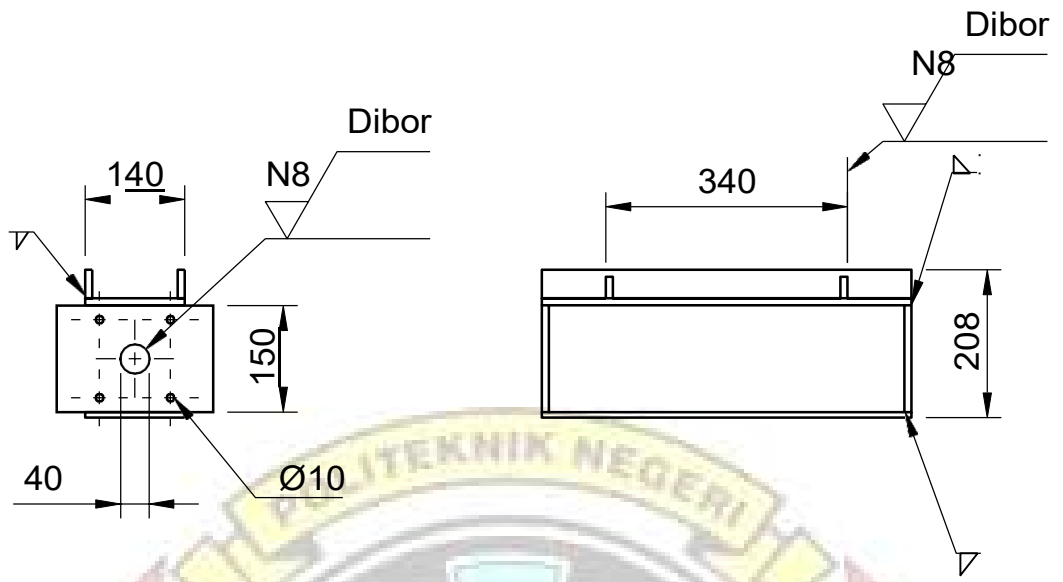


			Poros Penekan	16	ST 42	Dibuat	
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan :				
			RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESI PIPA		Skala 1:5	Digambar : ME	
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG		ME - 443 16 018-021-022		
					Diperiksa : MAH		



			Rangka Atas		ST 42		Dibuat	
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESI PIPA					Skala 1:10	Digambar :	ME	
						Diperiksa :	MAH	
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG					ME - 443 16 018-021-022			

Toleransi Kasar  $N_{12}$  ✓



			Roller Penekan	6	ST 42			Dibuat
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :					
			RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESI PIPA		Skala 1:10	Digambar :	ME	
						Diperiksa :	MAH	
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG		ME - 443 16 018-021-022			

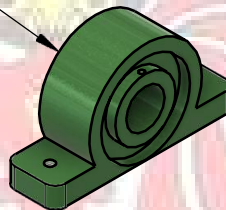


			Hydraulic Jack	10	Besi Cor		Standar
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan :				
			RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESI PIPA		Skala 1:2	Digambar :	ME
						Diperiksa :	MAH
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG		ME - 443 16 018-021-022		

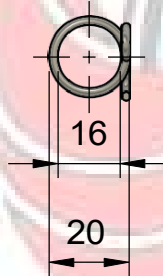
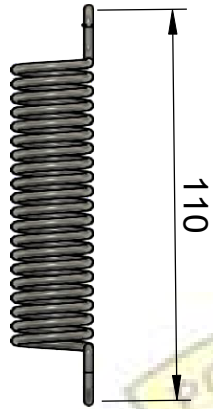
11



13



			UCP DAN UCF		Baja Cor		Standar
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan :				
			RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESI PIPA		Skala 1:5	Digambar : ME	
						Diperiksa : MAH	
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG		ME - 443 16 018-021-022		

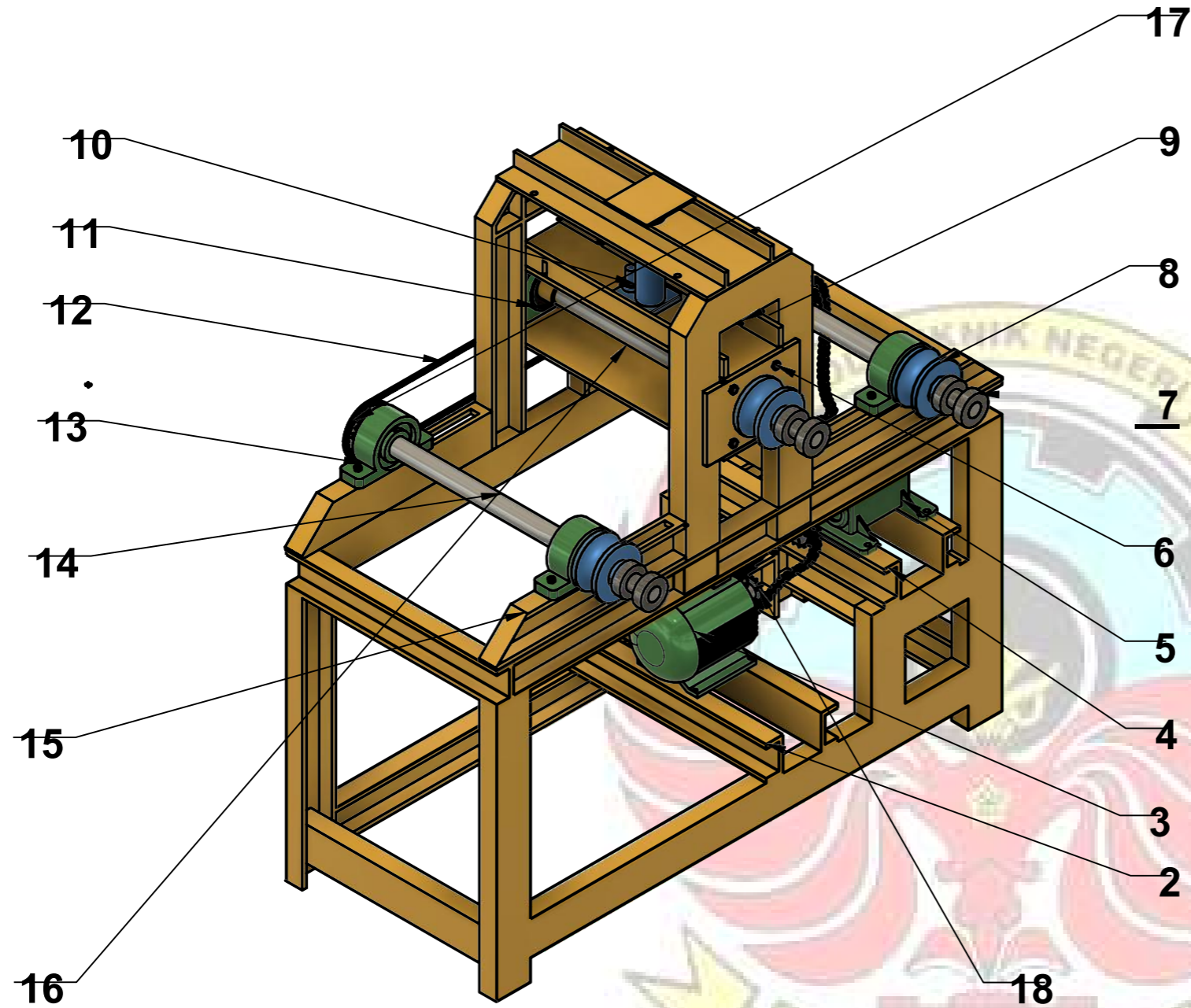


			Per Spring Tarik	4	ST 42		Standar
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan :				
			RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESI PIPA		Skala 1:2	Digambar : ME	
						Diperiksa : MAH	
			POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG		ME - 443 16 018-021-022		





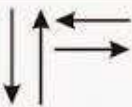




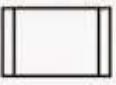










	Rantai (RS 40)	12	ST 42		Standar	
	Gear 2 (RS 40)	18	Besi Cor		Standar	
	Gear 1 (RS 40)	17	Besi Cor		Standar	
	Reducer	5	Besi Cor	1 : 30	Standar	
	Motor Listrik	3	Besi Cor	2 HP	Standari	
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan :			
			<b>RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESI PIPA</b>		Skala 1:5	
					Digambar :	ME
			<b>POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG</b>		Diperiksa :	MAH
					<b>ME - 443 16 018-021-022</b>	



PART LIST			
NO	MATERIAL	NAME PART	QTY
1	ST 42	RANGKA	1
2	ST 42	DUDUKAN MOTOR	1
3	BESI COR	MOTOR LISTIRK	1
4	ST 42	DUDUKAN REDUCER	1
5	BESI COR	REDUCER	1
6	ST 42	ROLLER PENEKAN	1
7	ST 42	DIES HOLLOW	3
8	ST 42	DIES PIPA	3
9	ST 42	PER SPRING TARIK	4
10	BESI COR	HYDRAULIC JACK	1
11	BESI COR	UCF	2
12	ST 42	RANTAI (RS 40)	3
13	BESI COR	UCP	4
14	ST 42	POROS PENAHAN	2
15	ST 42	DUDUKAN UCP	4
16	ST 42	POROS PENEKAN	1
17	BESI COR	GEAR 1 (RS 40)	3
18	BESI COR	GEAR 2 (RS 40)	3















MESIN ROL BENDING BESIPIPA					
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	Perubahan:				
RANCANG BANGUN MESIN ROL BENDING BESIPIPA				Skala 1:10	Digambar: ME Diperiksa: MAH
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG				ME - 44316 018-021-022	

## Lampiran 2 Lambang Lambang Diagram Alir

	<b>Flow Direction symbol</b> Yaitu simbol yang digunakan untuk menghubungkan antara simbol yang satu dengan simbol yang lain. Simbol ini disebut juga connecting line.		<b>Simbol Manual Input</b> Simbol untuk pemasukan data secara manual on-line keyboard
	<b>Terminator Symbol</b> Yaitu simbol untuk permulaan (start) atau akhir (stop) dari suatu kegiatan		<b>Simbol Preparation</b> Simbol untuk mempersiapkan penyimpanan yang akan digunakan sebagai tempat pengolahan di dalam storage.
	<b>Connector Symbol</b> Yaitu simbol untuk keluar - masuk atau penyambungan proses dalam lembar / halaman yang sama.		<b>Simbol Predefine Proses</b> Simbol untuk pelaksanaan suatu bagian (sub-program)/procedure
	<b>Connector Symbol</b> Yaitu simbol untuk keluar - masuk atau penyambungan proses pada lembar / halaman yang berbeda.		<b>Simbol Display</b> Simbol yang menyatakan peralatan output yang digunakan yaitu layar, plotter, printer dan sebagainya.
	<b>Processing Symbol</b> Simbol yang menunjukkan pengolahan yang dilakukan oleh komputer		<b>Simbol disk and On-line Storage</b> Simbol yang menyatakan input yang berasal dari disk atau disimpan ke disk.
	<b>Simbol Manual Operation</b> Simbol yang menunjukkan pengolahan yang tidak dilakukan oleh computer		<b>Simbol magnetik tape Unit</b> Simbol yang menyatakan input berasal dari pita magnetik atau output disimpan ke pita magnetik.
	<b>Simbol Decision</b> Simbol pemilihan proses berdasarkan kondisi yang ada.		<b>Simbol Punch Card</b> Simbol yang menyatakan bahwa input berasal dari kartu atau output ditulis ke kartu
	<b>Simbol Input-Output</b> Simbol yang menyatakan proses input dan output tanpa tergantung dengan jenis peralatannya		<b>Simbol Dokumen</b> Simbol yang menyatakan input berasal dari dokumen dalam bentuk kertas atau output dicetak ke kertas.



### Lampiran 3 Keterangan Simbol Simbol Pengelasan

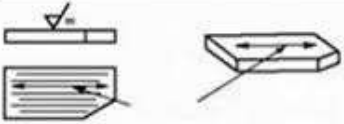
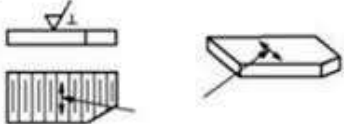
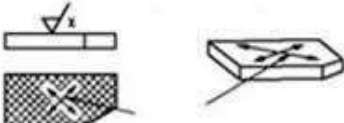
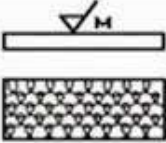
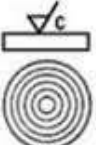

Bentuk daerah las	Simbol dasar	Keterangan
Flens ganda		--
Flens tunggal		--
Kampuh persegi		Meliputi Las dengan pengelasan dibaliknya, las flash, las friksi dsb
Kampuh V tunggal, bentuk X (kampuh V ganda)		Untuk pengelasan dengan kampuh V ganda, cantumkan simbol ini secara simetris pada kedua sisi garis dasar. Meliputi las dengan pengelasan dibaliknya, las flash, las friksi dsb.
Kampuh serong tunggal, bentuk K (kampuh serong ganda)		Untuk pengelasan dengan kampuh serong ganda, cantumkan simbol ini secara simetris pada kedua sisi garis dasar. Garis vertikal simbol harus terletak di sebelah kiri. Meliputi las dengan pengelasan dibaliknya, las flash, las friksi dsb.
Kampuh J tunggal, kampuh J ganda		Untuk pengelasan dengan kampuh J ganda, cantumkan simbol ini secara simetris pada kedua sisi garis dasar. Garis vertikal simbol harus terletak di sebelah kiri
Kampuh U tunggal, bentuk H (kampuh U ganda)		Untuk pengelasan dengan kampuh U ganda, cantumkan simbol ini secara simetris pada kedua sisi garis dasar
Bentuk V melebar, bentuk X melebar		Untuk pengelasan dengan bentuk X melebar, cantumkan simbol ini secara simetris pada kedua sisi garis dasar
Bentuk-V melebar, bentuk-K melebar		Untuk pengelasan dengan bentuk K melebar, cantumkan simbol ini secara simetris pada kedua sisi garis dasar. Garis vertikal simbol harus terletak di sebelah kiri
Sudut		Garis vertikal simbol harus terletak di sebelah kiri Untuk rangkaian las sudut terputus-putus, cantumkan simbol ini secara simetris pada kedua sisi garis dasar Untuk las sudut terputus-putus yang berselang-seling, bagaimanapun, simbol-simbol di sebelah kanan dapat digunakan 
Plug, Slot		--
Rigi las, las buildup		Untuk las buildup, letakkan dua simbol ini bersisian
Titik, Proyeksi, Lapisan		Simbol ini menyatakan las-lasan dengan pengelasan sambungan tumpang, las busur listrik, pengelasan elektron dsb. Tidak termasuk pengelasan sudut. Untuk pengelasan lapisan, letakkan dua simbol ini bersisian.

#### Lampiran 4 Tabel Modulus Elastisitas

No	Zat	Modulus elastis E (Nm <sup>-2</sup> )
1.	Besi	100 x 10 <sup>9</sup>
2.	Baja	100 x 10 <sup>9</sup>
3.	Perunggu	100 x 10 <sup>9</sup>
4.	Aluminium	100 x 10 <sup>9</sup>
5.	Marmer	50 x 10 <sup>9</sup>
6.	Granit	45 x 10 <sup>9</sup>
7.	Kayu(Pinus)	10 x 10 <sup>9</sup>
8.	Nilon	5 x 10 <sup>9</sup>
9.	Tulang muda	15 x 10 <sup>9</sup>
10.	Batu bara	14 x 10 <sup>9</sup>



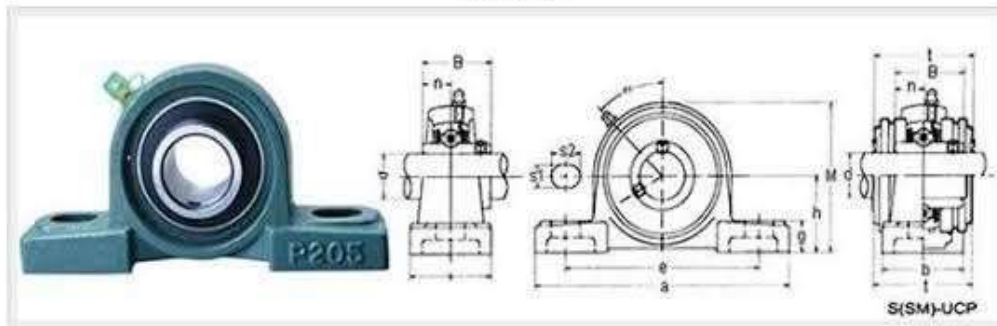
Lampiran 5 Simbol Pengerjaan

Simbol	Arah serat yang diinginkan	Gambar
=	Sejajar terhadap bidang proyeksi	
⊥	Tegak lurus terhadap bidang proyeksi	
X	Diagonal (menyilang) terhadap bidang proyeksi	
M	Saling membelit dari segala arah	
C	Melingkar terhadap titik pusat permukaan	
R	Radial terhadap titik pusat permukaan	



## Lampiran 6 Ukuran Pillow Block

UCP200 系列



产品说明:

Unit No.	Dimensions mm											Bolt Size mm	Bearing No.	Housing No.	Weight (kg)	
	d	h	a	e	b	s1	s2	g	w	l	B					n
UCP201	12	30.2	127	95	38	13	19	14	62	44.5	31	12	M10	UC201	P203	0.69
UCP202	15	30.2	127	95	38	13	19	14	62	44.5	31	12	M10	UC202	P203	0.69
UCP203	17	30.2	127	95	38	13	19	14	62	44.5	31	12.7	M10	UC203	P203	0.68
UCP204	20	33.3	127	95	38	13	19	15	71	48	34.1	14.3	M10	UC204	P204	0.66
UCP205	25	36.5	140	105	38	13	19	15	71	48	34.1	14.3	M10	UC205	P205	0.81
UCP206	30	42.9	165	121	48	17	20	17	84	53	38.1	15.9	M14	UC206	P206	1.24
UCP207	35	47.6	167	127	48	17	20	18	93	58.5	42.9	17.5	M14	UC207	P207	1.58
UCP208	40	49.2	184	137	54	17	20	18	100	69	49.2	19	M14	UC208	P208	1.89
UCP209	45	54.0	190	148	54	17	20	20	106	69	49.2	19	M14	UC209	P209	2.14
UCP210	50	57.2	200	158	60	20	23	21	113	74.5	51.0	19	M16	UC210	P210	2.66
UCP211	55	63.5	219	171	60	20	23	23	125	76	55.6	22.2	M16	UC211	P211	3.31
UCP212	60	69.8	241	184	70	20	23	25	138	89	65.1	25.4	M16	UC212	P212	4.90
UCP213	65	76.2	265	203	70	25	28	27	150	89	65.1	25.4	M20	UC213	P213	5.15
UCP214	70	79.4	266	210	72	25	28	27	156		74.6	30.2	M20	UC214	P214	6.20
UCP215	75	82.6	275	217	74	25	28	28	162		77.8	33.3	M20	UC215	P215	7.16
UCP216	80	88.9	292	232	78	25	28	30	174		82.6	33.3	M20	UC216	P216	8.10
UCP217	85	95.2	310	247	83	25	29	32	185		85.7	34.1	M20	UC217	P217	9.81
UCP218	90	101.6	327	262	88	27	30	33	198		96	39.7	M22	UC218	P218	11.96



## Lampiran 7 Nilai Kekasaran

<i>Roughness values</i> $R_a \mu m$	<i>Roughness</i> <i>grade number</i>	<i>Roughness</i> <i>grade symbol</i>
50	N12	~
25	N11	▽
12.5	N10	
6.3	N9	▽▽
3.2	N8	
1.6	N7	
0.8	N6	▽▽▽
0.4	N5	
0.2	N4	
0.1	N3	▽▽▽▽
0.05	N2	
0.025	N1	





## Lampiran 8 Tabel Factor Koreksi

Tabel xx. Jenis-jenis Faktor Koreksi Berdasarkan Daya yang akan Ditransmisikan

Daya Yang Akan Ditransmisikan	f <sub>k</sub>
Daya rata-rata	1,2 - 2,0
Daya maximum	0,8 - 1,2
Daya Normal	1,0 - 1,5

(Sumber: Silarsa, Khyokati Sigit, "Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin")



## Lampiran 9 Tabel Faktor Keamanan

### Tegangan kerja/tegangan perencanaan & faktor keamanan

#### Pemilihan factor keamanan

Material	Beban statis ( <i>steady load</i> )	Beban dinamis ( <i>live load</i> )	Beban kejut ( <i>shock load</i> )
Cast iron	5-6	8-12	16-20
Besi kasar	4	7	10-15
Stel	4	8	12-16
Logam lunak/alloy	6	9	15
Kulit	9	12	15
Kayu	7	10-15	20



## Lampiran 10 Tabel Koefisien Gesek

Permukaan	Koefisien Gesek Statik, $f_s$	Koefisien Gesek Kinetik, $f_k$
Kayu pada kayu	0,4	0,2
Es pada es	0,1	0,03
Logam pada logam (dilumasi)	0,15	0,07
Baja pada baja (tidak dilumasi)	0,7	0,6
Karet pada beton kering	1,0	0,8
Karet pada beton basah	0,7	0,5
Kaca pada kaca	0,9	0,4
Teflon pada teflon di udara	0,04	0,04
Teflon pada baja di udara	0,04	0,04
Bantalan peluru yang dilumasi	<0,01	<0,01
Persensian tungkai (lengan manusia)	0,01	0,01

Sekitar Fisika



## Lampiran 11 Dokumentasi



**Memberikan ukuran pada benda kerja**



**Memotong Benda Kerja**



**Menyambungkan Benda Kerja**



**Membuat Lubang Pada Plat**



**Proses Pengelasan Plat**

UJUNG PANDANG



**Memotong Besi Assental**



**Proses Pembubutan Poros**

UJUNG PANDANG



**Memotong Besi Assental**



**Membuat Lubang Pada Besi Assental**

UJUNG PANDANG



**Membuat Lubang Pada Besi Plat**



**Proses Pengeboran**

UJUNG PANDANG





**Pembuatan Drat**



**Pemotongan Besi Assental**