

**RANCANG BANGUN MESIN PENGUPAS KULIT BIJI
KOPI KERING DENGAN DUA ROLLER PENGUPAS**

TUGAS AKHIR

Oleh:

MUH. AMAL S (16TMIA154)

SAFRIL (16TMIA169)

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna menyelesaikan program Diploma Tiga
Jurusan Teknik Manufaktur Industri Agro**



**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.
POLITEKNIK ATI MAKASSAR
2019**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Yang Maha Kuasa, karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat pada waktunya. Tak lupa pula kita kirimkan salam dan sholawat kepada junjungan kita Nabi Muhamamad SAW, yang memberikan begitu banyak tuntunan sehingga kita mampu menginjakkan kaki ke era penuh ilmu ini.

Tujuan penelitian ini adalah salah satu syarat untuk menyelesaikan program Diploma Tiga (III) Teknik Manufaktur Industri Agro di Politeknik ATI Makassar.

Dalam proses penyelesaiannya, banyak pihak yang telah terlibat dan berperan serta baik secara langsung maupun tidak langsung, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada segenap pihak yang telah membantu hingga laporan kuliah kerja praktek dapat terselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah Subhana Wata'ala atas segala ridho dan hidayah-Nya
2. Kedua Orang Tua tercinta yang senantiasa memberikan doa dan dukungannya baik secara moril maupun materil selama penulis menjalani proses pendidikan.
3. Bapak Amrin Rapi ST., MT Selaku Direktur Politeknik ATI Makassar.

4. Bapak Jufri, S.ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Manufaktur Industri Agro Politeknik ATI Makassar sekaligus penasehat akademik yang telah membimbing dan memberikan arahan selama perkuliahan.
5. Bapak Ir. Cornelius. U. Patinting MT. selaku dosen pembimbing I dan II
6. Bapak Zuingli Santo Bandaso, ST, MT. selaku dosen pembimbing I dan II
7. Bapak Jufri, S.ST., MT selaku Bapak dan Ibu Dosen Teknik Manufaktur Industri Agro yang telah memberi bekal ilmu selama perkuliahan
8. Seluruh Anggota HMM – Poltek ATIM (Himpunan Mahasiswa Mesin Politeknik ATI Makassar) yang memberikan semangat serta turut membantu selama proses pengerjaan.
9. Seluruh Teman – teman seperjuangan Program Studi Teknik Manufaktur Industri Agro angkatan 2016 Politeknik ATI Makassar.
10. Semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan namanya satu per satu yang turut membantu dan memberikan dukungan.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran dari berbagai pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan ke depan.

Makassar , 18 September 2019

Penulis,

ABSTRAK

Muh. Amal S, Safril 2019. Rancang Bangun Mesin Pengupas Kulit Biji Kopi. Program Studi Teknik Manufaktur Industri Agro. Politeknik ATI Makassar. Dibimbing oleh bapak Ir. Cornelius. U. Patinting MT. dan bapak Zuingli Santo Bandaso, ST, MT.

Peminat kopi yang ada di Indonesia sangat tinggi dan pertanian yang ada sangat banyak, tapi produksi yang dilakukan oleh petani terbilang cukup lama karena pengupasan biji kopi dari kulitnya membutuhkan waktu yang lama, dan banyak petani yang melakukan pengupasan dengan cara manual yaitu dengan menumbuk buah kopi agar terpisah antara biji dan kulit. Sangat jarang petani menggunakan mesin untuk melakukan pengupasan kulit kopi.

Masalah diatas dapat diselesaikan dengan suatu rancang bangun mesin pengupas kulit biji kopi kering dengan dua roll pengupas yang dapat digunakan masyarakat khususnya petani kopi. Pembuatan alat dimulai dari perancangan dan pembuatan rangka. Mesin ini memiliki dimensi panjang 1100 mm, lebar 500 mm dan tinggi 1000 mm. Setelah pembuatan dilakukan, evaluasi hasil produk berdasarkan fungsi alat dan kinerja alat. Hasil dari penelitian ini, adalah mesin pengupas kulit biji kopi kering dengan dua roll pengupas.

Kata Kunci : Kopi, Roller, Mesin Pengupas kulit biji kopi

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Pengupasan Kulit Buah Kopi.....	5
B. Proses Penanganan Pasca Panen Kopi	6
C. Kajian Mesin Pengupas Kulit Biji Kopi	13
D. Elemen Mesin Pengupas Kulit Biji Kopi.....	16
E. Bagian Perancang	30

BAB III METODE PENELITIAN	34
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	34
B. Alat dan Bahan Penelitian	34
C. Jenis Penelitian	35
D. Teknik Pengumpulan Data	35
E. Flowchart Penelitian.....	36
F. Teknik Perancangan.....	38
G. Analisis Data.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
A. Gambar Perencanaan Pembuatan Mesin Pengupas Biji Kulit Kopi Dengan Dua Roller Pengupas.....	40
B. Kerangka Alat	41
C. Perhitungan Daya.....	43
D. Perhitungan Transmisi	45
E. Perinsip Kerja Alat.....	47
F. Prosedur Kerja Alat	48
G. Uji Fungsi.....	48
H. Hasil Pengujian Alat Untuk Buah Kopi	49
I. Pembahasan.....	50
J. Hasil Pengujian Alat Untuk Kulit Biji Kopi	52

K. Pembahasan.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
A. Kesimpulan.....	55
B. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pohon Biji Kopi dan Potongan Penampang Buah Kopi	7
Gambar 2.2 Tahapan PascaPanen Kopi Secara Kering.....	8
Gambar 2.3 Tahapan Pascapanen Kopi Secara Basah	10
Gambar 2.4 Pemasangan Komponen Pada Poros	19
Gambar 2.5 Konstruksi Sabuk-V.....	23
Gambar 2.6 Diagram Pemilihan Sabuk-V.....	24
Gambar 2.7 Ukuran Penampang Sabuk-V.....	25
Gambar 2.8 Penampang Pully.....	28
Gambar 2.9 Penampang Bearing	30
Gambar 4.1 Mesin Pengupas Biji Kopi Kering Dengan Dua Roller Pengupas	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Faktor Koreksi	21
Tabel 4.1 Daftar Variasi Alternatif Kerangka Alat	41
Tabel 4.2 Hasil Pengupasan Mesin Pengupas Biji Kopi	49
Tabel 4.3 Hasil Pengupasan Mesin Untuk Pengupasan untuk pengupasan kulit Biji Kopi Kering	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era perkembangan jaman ini semua serba dituntut cepat dan tepat khususnya dalam bidang industri. Oleh karena itu, dunia industri dituntut memiliki sumber daya manusia yang berkualitas tinggi dalam menyeimbangkan kemajuan teknologi, khususnya dalam bidang industri. Selain itu, kemajuan teknologi juga sangat berpengaruh terhadap produksi.

Dalam dunia industri skala kecil maupun besar selalu terjadi persaingan yang ketat, semua pekerjaan di tuntutan semakin cepat dan tepat. Salah satunya adalah proses pengerolan. Proses ini memerlukan kecepatan serta ketepatan untuk menghasilkann produk yang berkualita. Proses pengerolan sendiri yaitu proses manufaktur yang biasanya digunakan untuk pembentukan lengkungan, silinder ataupun bentuk-bentuk lingkaran dari pelat logam ataupun pipa yang disisipkan pada suatu roll yang berputar. Perancangan alat/mesin pengerol pipa ini dikhususkan hanya untuk mengerol maximum $\frac{3}{4}$ lingkaran, karena dalam pengaplikasiannya tidak banyak digunakan untuk pengerolan satu lingkaran penuh.

Oleh karena itu , dari permasalahan yang ada diperlukan sebuah

gagasan yang inovatif guna merancang dan membuat sebuah mesin pengerol. Sehingga pada penulisan tugas akhir ini, penulis akan melakukan penelitian dengan judul "**Rancang Bangun Mesin *Roll Bending* Besi Pipa Dan Besi *Hollow***". Mesin ini nantinya akan menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama dan sistem manual sebagai mekanisme dari penggerak roll penekan. Selain itu, mesin ini akan dilengkapi dengan bermacam matras roll seperti pipa, hollow, maupun plat strip sehingga dapat digunakan untuk bermacam- macam bentuk profil sesuai kebutuhan yang ada. Dengan adanya mesin ini diharapkan dapat bekerja secara cepat dan tepat, sehingga dapat memenuhi kebutuhan pasar yang ada.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana cara Rancang Bangun Mesin *Roll Bending* Besi Pipa dan Besi *Hollow*

1.3 Tujuan

Mengetahui proses Rancang Bangun Mesin *Roll Bending* Besi Pipa dan Besi *Hollow*.

1.4 Manfaat

1.4.1.. Bagi Mahasiswa

- a. Mengetahui gambaran secara umum yang dibutuhkan bagi mahasiswa fungsi atau kegunaan dari Mesin Pengerolan tersebut.

- b. Mendapatkan pengalaman dan pengetahuan tentang proses pengerjaan Mesin Pengerolan.
- c. Melatih skill dan keterampilan mahasiswa dalam mengerjakan Rancang Bangun Mesin pengerolan.

1.4.2. Bagi Masyarakat

- a. Sebagai Mesin yang diharapkan dapat membantu masyarakat dalam melakukan pengerolan pipa.
- b. Membantu masyarakat dalam menyiapkan sebuah alat yang dapat meningkatkan efektifitas dan efisien waktu produksinya.

1.4.3. Bagi Perguruan Tinggi

- a. Mengetahui kemampuan mahasiswa dalam menguasai materi kuliah yang diperoleh.
- b. Mengetahui kemampuan mahasiswa dalam menerapkan ilmu yang diperoleh sehingga bisa dijadikan sebagai bahan evaluasi.
- c. Memberikan gambaran tentang kesiapan mahasiswa dalam pembuatan alat berupa Rancang Bangun Alat Pengerolan pipa.

1.5 Batasan masalah

karena begitu luasnya masalah dalam prancangan alat Rancang Bangun Mesin *Roll Bending* Besi Pipa dan Besi Hollow, maka penulis membatasi masalah sebagai berikut :

- 1.5.1. Alat yang dibuat maksimal hanya dapat mengeroll bending besi pipa dengan diameter 1 inch dan besi *hollow* 30 mm x 30 mm.
- 1.5.2. Merancang bangun alat/mesin *roll bending* besi pipa dan besi *hollow* menggunakan motor listrik sebagai penggerak.
- 1.5.3. Alat yang dibuat maksimum membending besi pipa dan besi *hollow* hingga $\frac{1}{2}$ lingkaran

BAB II

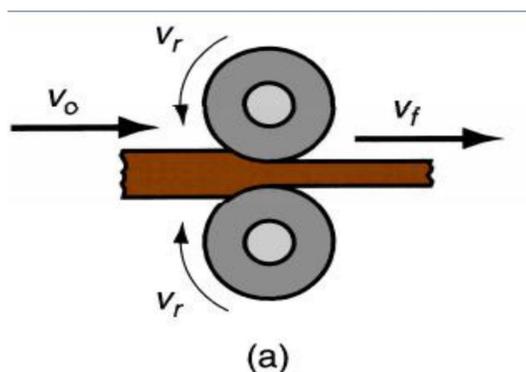
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin Roll

Mesin roll dapat didefinisikan suatu alat yang digunakan untuk merubah bentuk maupun penampang suatu benda kerja dengan cara mereduksi. Pada umumnya jenis pengrollan dapat dibagi menjadi tiga klompok, yaitu : (Nafsan U, 2012)

2.1.1. *Flat Rolling* (Pengerollan datar)

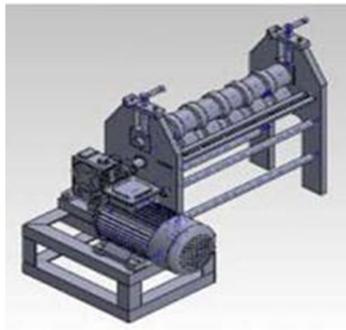
Flat rolling merupakan proses pengerolan plat lembaran (*strip*) dengan tebal awal sebelum masuk ke celah roll (*roll gap*) akan dikurangi tebalnya dengan sepasang roll yang ber-putar pada poros dengan tenaga putar dari motor listrik. (Nafsan, 2012)



Gambar 2.1 *Flat Rolling*
(John Wiley & Sons, Inc. M P. Groover 2002)

2.1.2. *Rolling Milling* (Pengerollan bentuk)

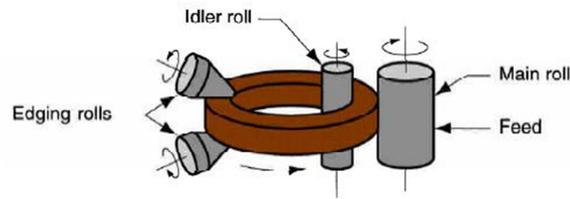
Rolling milling merupakan proses Disain, konstruksi dan operasi dari *rolling mills* membutuhkan investasi yang besar. Terutama untuk mesin yang mempunyai kemampuan tinggi dalam hal toleransi, kualitas plat dan lembaran pada produksi yang besar. (Nafsan, 2012).



Gambar 2.2 Mesin Rol Milling
(Sukanto & Erwanto, 2014)

2.1.3. *Ring Rolling*

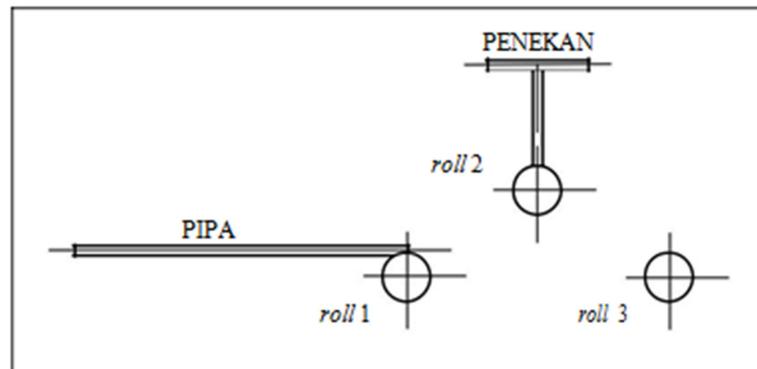
Proses deformasi di mana cincin berdinding tebal dari diameter yang lebih kecil digulung menjadi cincin berdinding tipis dari diameter yang lebih besar. Keuntungan menggunakan Ring Rolling adalah penghematan material, dan penguatan melalui pengerjaan dingin. Beberapa komponen yang dibuat menggunakan proses *ring rolling* bola dan bantalan rol ras , ban baja untuk roda kereta api dan cincin untuk pipa, dan mesin berputar. (John Wiley & Sons, Inc. M P Groover 2002).



Gambar 2.3 Ring Rolling
(John Wiley & Sons, Inc. M P. Groover 2002)

2.2 Prinsip Kerja Alat/Mesin Pengerol Pipa (lihat pada gambar 2.4)

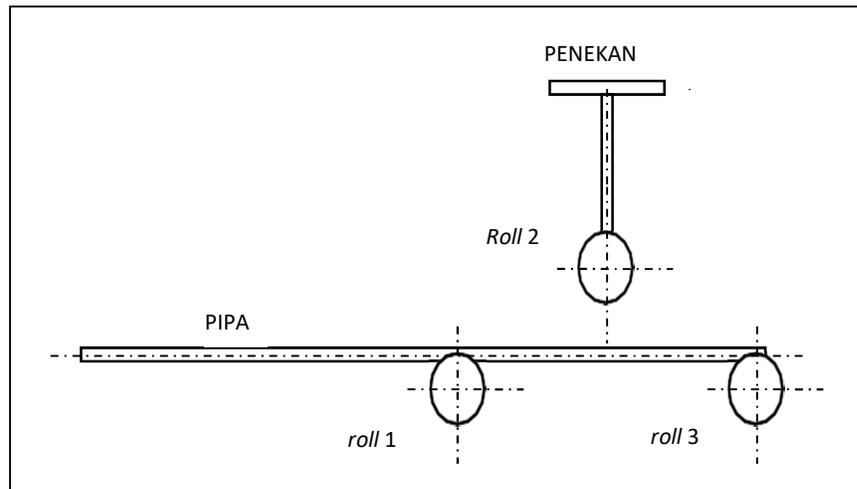
Dalam memahami kinerja dari alat/mesin terlebih dahulu harus mengetahui dasar penggunaan dari alat/mesin tersebut. Dasar penggunaan ialah tata cara atau prinsip kerja dalam pengoperasian dari suatu alat/mesin. Prinsip kerja alat/mesin pengerol pipa ini pada awalnya adalah menempatkan pipa di atas *roll 1*.



Gambar 2.4 Posisi awal mulai pengerolan

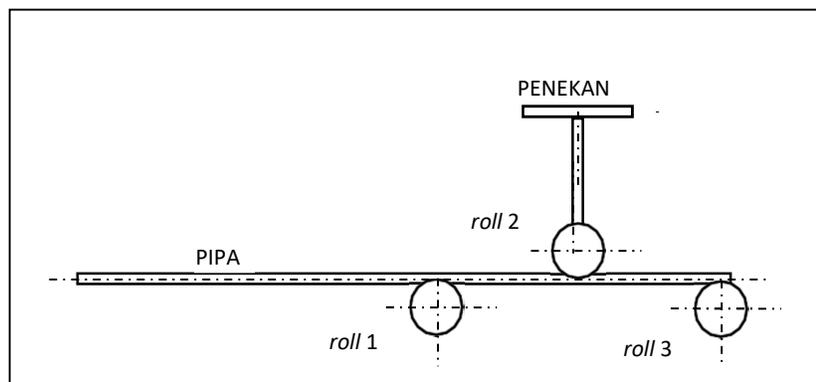
Kemudian pipa melewati *roll 2* yang berada ditengah sampai berada di atas *roll 3*. Pada posisi ini pipa harus benar-benar berada di tengah dari *roll 1*

dan roll 3. Diameter pipa disesuaikan dengan diameter lubang *roll* yang digunakan agar dalam proses pengerolan pipa tidak cacat (lihat gambar 2.5).

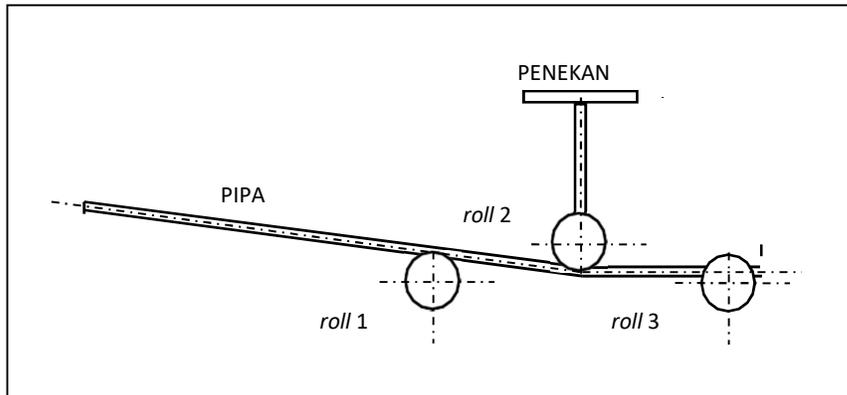


Gambar 2.5 pipa berada diatas *roll* 1 dan *roll* 3

Selanjutnya penggerak atau penekan akan di turunkan sampai menyentuh pipa dan diputar, sehingga terjadi bending di titik *roll* 2 (lihat pada gambar 2.6 dan 2.7).

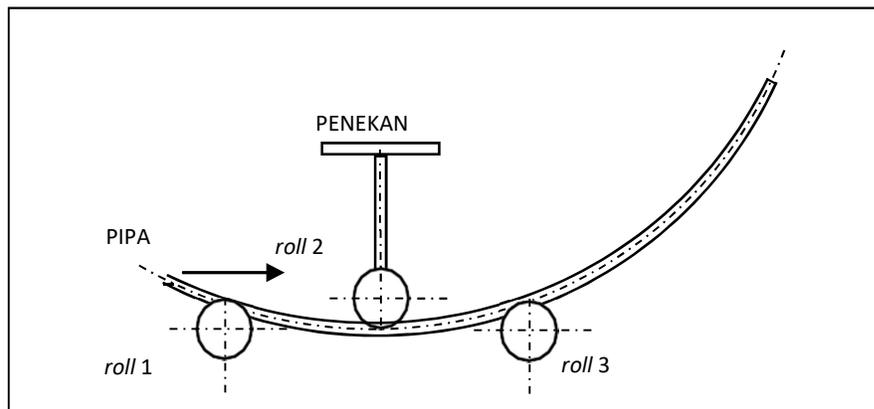


Gambar 2.6 penggerak atau penekan di turunkan sampai menyentuh pipa



Gambar 2.7 penggerak atau penekuk di putar satu kali putaran

Ketika motor menyala dan putaran motor di transmisikan ke *reducer* kemudian dari *reducer* akan di transmisikan ke poros melalui sproket dan rantai. Ketika rantai pada poros berputar maka poros pun ikut berputar. Poros inilah yang akan memutar *roller* sehingga pipa akan bergerak ke kiri dan ke kanan begitupun sebaliknya. Bending yang terjadi di titik *roll 2* akan terdistribusi pada tiap titik pipa, sehingga pipa akan melengkung akibat *bending* tersebut (lihat pada gambar 2.8).

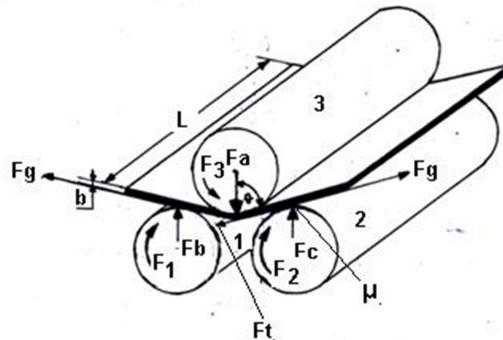


Gambar 2.8 pipa bergerak dari kiri kekanan oleh putaran motor

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

2.3 Gaya Pengerollan

Gaya yang ada pada proses pengerollan dapat dilihat pada gambar diawah ini :



Gambar 2.9 Gaya pengerollan (Nafsan, 2012).

Keterangan :

1 = Roll penggerak 1

2 = Roll penggerak 2

3 = Roll atas

F_1 = Gaya pengerollan pada roll (N)

F_2 = Gaya pengerollan pada roll 2 (N)

F_3 = Gaya pengerollan pada roll 3 (N)

L = Panjang plat (mm)

F_a = Gaya tekan roll 3 (N)

b = Tebal plat (mm)

F_b = Gaya tekan roll 1 (N)

l = Lebar bidang pengerollan (mm) F_c = Gaya tekan roll 2 (N)

Gaya yang diperlukan untuk mengeroll sebuah plat tergantung dari bidang pengerollan dan tegangan gesek antara bahan (plat) dengan roll. Melihat gambar 4 dapat dibuat persamaan gaya pengerollan sebagai berikut :

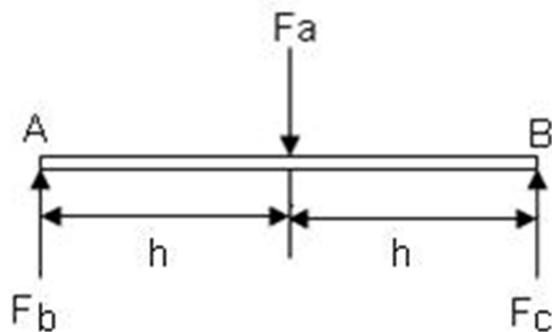
$$F_s = F_t \cdot \mu$$

Dimana :

F_s = Gaya gesek (N)

F_t = Gaya tarik (N)

2.4 Gaya Tekan Rol



Gambar 2.10 Diagram bebas gaya tekan roll

Jika titik tumpu pada A:

$$\Sigma MA = 0$$

$$(F_a \times h) - (F_c \times 2h) = 0$$

Jika titik tumpu di B :

$$\Sigma MB = 0$$

$$(F_b \times 2h) - (F_a \times h) = 0$$

Dimana :

F_a = Gaya Tekan roll 3 (N)

F_b = gaya tekan roll 1 (N)

F_c = gaya tekan roll 2 (N)

h = jarak antar gaya (m)

2.5 Poros



Gambar 2.11 Poros

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin.

Poros berperan meneruskan daya bersama-sama dengan putaran. Umumnya poros meneruskan daya melalui sabuk, roda gigi, dan rantai, dengan

demikian poros menerima beban puntir. Putaran poros biasa ditumpu oleh satu atau lebih bantalan untuk meredam gesekan yang ditimbulkan.

Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya, yaitu:

2.5.1 Poros transmisi. Poros macam ini mendapat beban puntir murni atau puntir dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopleng, roda gigi, *pulley* dan sabuk, atau *sproket* dan rantai.

2.5.2 *Spindel*. Poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, di mana beban utamanya berupa puntiran. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

2.5.3 Gandar. Seperti poros yang dipasang di antara roda-roda kereta barang, di mana tidak mendapat beban puntir. Bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula di mana akan mengalami beban puntir juga (Sularso, 1978).

Berikut adalah perhitungan yang digunakan dalam merancang sebuah poros yang mengalami beban lentur maupun puntir.

2.5.1 Menghitung daya rencana.

$$Pd = f_c \times P \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

P_d = Daya rencana (kw)

f_c = Faktor koreksi

Di mana faktor koreksi ditentukan berdasarkan tabel berikut:

Tabel 2.1 Faktor-Faktor Koreksi Daya yang Akan Ditransmisikan
(Sumber: Sularso, 1978)

<u>Daya yang akan Ditransmisikan</u>	f_c
<u>Daya rata-rata yang diperlukan</u>	1,2 – 2,0
<u>Daya maksimum yang diperlukan</u>	0,8 – 1,2
<u>Daya normal</u>	1,0 – 1,5

2.5.2 Menghitung momen yang terjadi pada poros

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

T : Momen rencana (kg.mm)

2.5.3 Menghitung tegangan geser

$$\tau = \frac{T}{\left(\pi \times \frac{d_s^3}{16}\right)} = \frac{5,1 \times T}{d_s^3} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

τ = Tegangan geser (kg/mm²)

d_s = Diameter poris (mm)

2.5.4 Menghitung tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \times Sf_2} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

τ_a = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)

σ_B = Kekuatan tarik (kg/mm²)

Sf_1 = Faktor bahan poros yang digunakan

Sf_2 = Faktor pengaruh kekasaran permukaan

Nilai faktor Sf_1 yaitu sebesar 5,6 untuk bahan poros SF dengan kekuatan yang dijamin, dan 6,0 untuk bahan S-C dengan pengaruh masa dan baja paduan. Sementara nilai Sf_2 yaitu sebesar 1,3 – 3,0.

2.5.5 Menghitung diameter poros

$$d_s = \left(\frac{5,1}{\tau_a} K_t \times C_b \times T \right)^{1/3} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

d_s = Diameter poros (mm)

K_t = Faktor koreksi poros jika dikenakan momen putir

C_b = Faktor beban jika dikenakan beban lentur

Faktor koreksi K_t dipilih sebesar 1,0 jika beban dikenakan secara halus, 1,0 - 1,5 jika terjadi sedikit kejutan/tumbukan, dan 1,5 - 3,0 jika beban dikenakan dengan kejutan/tumbukan besar. Jika diperkirakan

akan terjadi pemakaian dengan beban lentur maka dapat dipertimbangkan pemakaian faktor C_b yang harganya antara 1,2 - 2,3.

Jika diperkirakan tidak akan terjadi pembebanan lentur maka nilai yang diambil yaitu 1,0.

Tabel 2.2 Kekuatan dan Keuletan Besi yang Umum Digunakan pada Poros (Engineering, 2009)

<i>Properties</i>	ST 34	ST 42	ST 50	ST 60	ST 70
<i>Upper Yield Point (kg/mm²)</i>	27,4	26,7	33,4	36,3	44,2
<i>Lower Yield Point (kg/mm²)</i>	24,8	22,3	30,0	32,5	38,5
<i>Tensile Strength (kg/mm²)</i>	38,5	46,5	55,4	55,9	77,4
<i>Percent Elongation (%)</i>	35	28,4	22	22	18
<i>Percent Reduction Area (%)</i>	71	58	41	41	34

2.6 Bantalan



Gambar 2.12 Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpuk poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik (Sularso, 19978) bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

2.6.1. Atas dasar gerakan bantalan terhadap poros.

- a. Bantalan luncur. Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antar poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara lapisan pelumas.
- b. Bantalan gelinding. Pada bantalan ini terjadi gesekan antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding sertabola (peluru), rol atau rol jarum, dan rol bulat.

2.6.2. Atas dasar beban terhadap poros

- a. Bantalan radial. Arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.
- b. Bantalan aksial. Arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros.
- c. Bantalan gelinding khusus. Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

2.7 Pulley



Gambar 2.13 *Pulley*

Pulley adalah roda yang digunakan untuk menyalurkan daya dari poros yang satu ke poros yang lain dengan menggunakan sabuk sebagai perantara. Meskipun pentransmisiannya tidak seteliti dengan pentransmisiian menggunakan roda gigi, akan tetapi *pulley* telah banyak digunakan sebagai elemen pemindah daya. Seringnya terjadi slip merupakan salah satu kelemahan dari *pulley*. Menurut jenis sabuk yang digunakan, maka *pulley* dibedakan atas *pulley* beralur dan puli beralur trapesium.

2.8.1. Menghitung kecepatan putar poros *pulley*

$$d_1 \times n_1 = d_2 \times n_2$$

Keterangan:

d1 = Diameter *pulley* motor (mm)

d2 = Diameter pulley poros (mm)

n1 = Putaran motor (rpm)

n2 = Putaran poros (rpm)

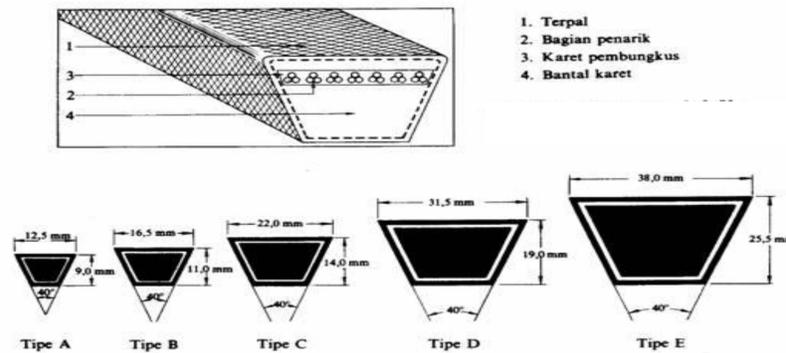
2.8 Sabuk-V



Gambar 2.14 Sabuk-V

Sabuk-V atau *V-belt* adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Dalam penggunaannya sabuk-V dibelitkan mengelilingi alur *pulley* yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit pada *pulley* akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar (Sularso, 1997:163).

Sabuk-V banyak digunakan karena sabuk-V sangat mudah dalam penanganannya dan murah harganya. Selain itu sabuk-V juga memiliki keunggulan lain di mana sabuk-V akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah serta jika dibandingkan dengan transmisi roda gigi dan rantai, sabuk-V bekerja lebih halus dan tak bersuara. Sabuk-V selain juga memiliki keunggulan dibandingkan dengan transmisi-transmisi yang lain, sabuk-V juga memiliki kelemahan di mana sabuk-V dapat memungkinkan untuk terjadinya slip.



Gambar 2.15 Penampang Sabuk-V (Sularso, 1978)

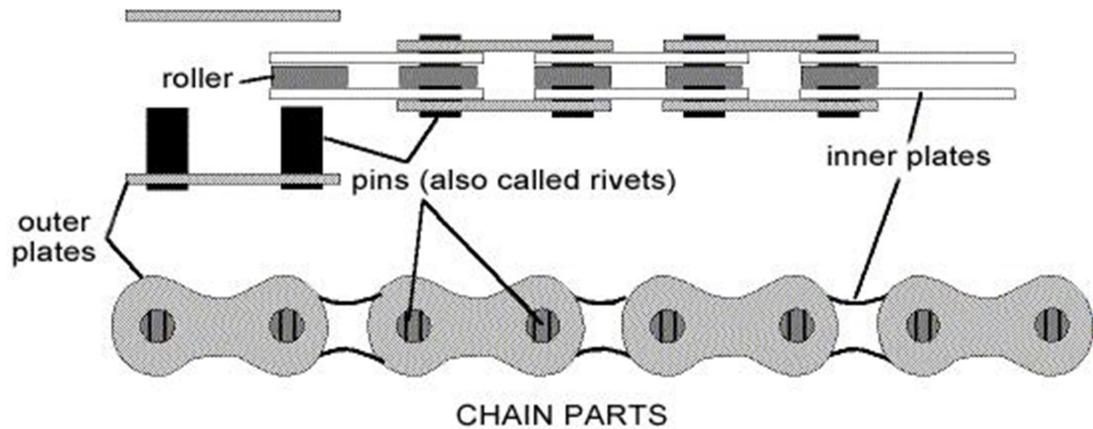
2.9 Sistem Transmisi Rantai Sproket

Rantai merupakan suatu komponen transmisi daya yang dibuat dari rangkaian mata rantai (*link*) dan pin. Ketika meneruskan daya diantara poros-poros berputar rantai menarik roda bergerigi yang disebut sproket.



Gambar 2.16 Rantai sproket

Dari sekian banyak jenis rantai, yang paling umum dipakai adalah *roller chain* dimana rol-rol pada tiap pin menghasilkan gesekan yang kecil antara rantai dan sproket. Rantai jenis rol ini diklasifikasikan menurut jarak *pitch* nya, yaitu jarak antara *link* terdekat. Biasanya *pitch* diilustrasikan sebagai jarak antara dua pusat pin terdekat.



Gambar 2.17 Bagian-bagian Rantai

Didalam memilih dan menggunakan rantai sproket sebagai komponen penerus daya dan putaran, ada beberapa hal yang harus diperhatikan antar lain:

- 2.10.1. Desain didasarkan pada sproket terkecil dari pasangan transmisi rantai.
- 2.10.2. Untuk kecepatan tertentu, kapasitas daya meningkat sebanding jumlah gigi sproket, semakin besar diameter sproket, jumlah gigi semakin banyak. Rantai dengan *pitch* semakin kecil pada sproket besar menghasilkan bunyi halus.
- 2.10.3. Untuk ukuran sproket tertentu kapasitas daya meningkat dan terus meningkat pada satu titik tertentu dan kemudian turun. Fatik (kelelahan) yang disebabkan oleh tarikan rantai terjadi pada kecepatan rendah hingga sedang. Impak (benturan) terjadi pada kecepatan lebih tinggi.

2.10.4. Desain didasarkan pada untaian rantai tunggal (*single strad*). Untaian rantai lebih dari satu dapat meningkatkan kapasitas daya walaupun tidak sebesar kelipatannya. Untuk itu faktor pengali yang dimaksud sebesar.

1) 2 Untaian rantai, faktor pengali = 1,7

2) 3 Untaian rantai, faktor pengali = 2,5

3) 4 Untaian rantai, faktor pengali = 3,3

2.10.5. Angka-angka diatas berdasarkan pada faktor servis 1,0. Untuk berbsgsi aplikasi/keperluan faktor servis ditabelkan.

2.10.6. Jumlah gigi minimumsproket 17 walaupun beroperasi pada putaran kurang dari 100 rpm Rasio putaran maksimum = 7 (untuk 1 stage). Untu rasio putaran lebih tinggi maka jumlah rangkaian lebih dari 1.

2.10.7. Jarak antar pusat sproket 30-50 kali pitch.

2.10.8. Sudut kontak sproket kecil > 120 .

2.10.9. Jumlah gigi pada sproket besar maksimum120 gigi.

2.10.10. Susunan pemasangan transmisi rantai

1) Horizontal.

2) Sisi kencang ada dibagian atas.

2.10.11. Jarak anatar pusat sproket harus dapat berubah-ubah atau diatur.

2.10.12. Diameter sproket minimum dan jumlah gigi sproket minimum dibatasi oleh diameter poros.

2.10 Gearbox Reduser

Reducer merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan namun meningkatkan akan tenaga. Reducer sering digunakan di mesin – mesin industri, mesin pertanian, mesin daur ulang limbah dan lain – lain.



Gambar 2.18 Reduser

2.10.1. Prinsip Kerja Reducer

Prinsip kerja reducer sangat sederhana, hanya dua buah unit komponen yang terdiri dari as yang dihubungkan dengan mesin penggerak, dan satu buah as dihubungkan dengan mesin utama, maksud dari mesin utama adalah mesin atau peralatan seperti mesin shredder, mesin crusher, dan mesin lainnya.

2.11 Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini biasanya digunakan untuk memutar *impeller* pompa, *fan* atau *blower*, dan lain-lain. Dalam perancangan ini motor listrik digunakan untuk memutar poros *screw* dengan menggunakan sistem transmisi *sprocket*, *reducer*, dan sabuk-puli.



Gambar 2.19 Motor Listrik

Untuk memutar setiap komponen, diperlukan daya motor yang sesuai agar setiap komponen yang bekerja dapat berputar dengan baik sesuai dengan rancangan yang diinginkan. Daya yang terjadi diakibatkan oleh momen inersia setiap komponen yang berputar dan daya yang diakibatkan oleh tekanan *screw*.

- a. Menghitung besar daya motor.

$$P = \frac{T \times n1}{975} \dots\dots\dots (6)$$

- b. Menghitung besar torsi motor.

$$T = \frac{975 \times P}{n1} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

P = Daya motor (Hp/kw)

T = Torsi (Nm)

n1 = Putaran motor (rpm)

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Pelaksanaan

Rancang bangun mesin *roll bending* besi pipa dan besi *hollow* dilakukan di Lab CNC/Desain, Workshop Proses Produksi dan Workshop Pengelasan Politeknik ATI Makassar pada tanggal 1 juli 2019 sampai tanggal 30 agustus 2019.

3.2 Komponen Mesin

Seperti halnya tubuh manusia yang disusun dari banyak organ, mesin juga demikian. Dalam ilmu teknik mesin, alat-alat yang menyusun dikenal dengan istilah elemen atau komponen mesin. Banyak macam komponen mesin yang berada disekeliling kita, mulai dari komponen mesin terkecil seperti baut-mur hingga komponen paling besar. Dalam sebuah sistem mesin terdapat ribuan komponen mesin penyusun. Komponen itu bekerja bahu-membahu satu sama lain saling melengkapi. Bisa dibayangkan bagaimana unjuk kerja sebuah system mesin jika kehilangan fungsi satu komponen vital di dalamnya akibat umur tekniknya nyaris nol. Bukan saja system mesin itu tidak dapat bekerja dengan semestinya , maka sesuatu yang lebih buruk akan terjadi.

Komponen mesin roller ini terdiri dari beberapa komponen utama

sebagai berikut:

- a. Rangka
- b. Roller
- c. Poros
- d. Bantalan
- e. Pasak
- f. Motor Listrik
- g. Reduser
- h. Saklar
- i. Screw
- j. Handle
- k. Rantai Sprocket

3.3 Alat Dan Bahan

3.6.1 Alat

- a. Computer/laptop
- b. Mesin las SMAW
- c. Gerinda Tangan
- d. Gerinda Duduk
- e. Mesin Bubut
- f. Mesin Prais
- g. Bor Tangan, dan
- h. Alat pendukung lainnya

3.6.2 Bahan

- a. Besi Plat 8mm
- b. Besi L 40 X 40 X 4
- c. Poros ST 70 \varnothing 31,8
- d. Handle
- e. Roller (Pipa Besi dan Besi *Hollow*)
- f. Motor Listrik
- g. Rantai
- h. Sproket
- i. Elektroda

3.4 Jenis Penelitian

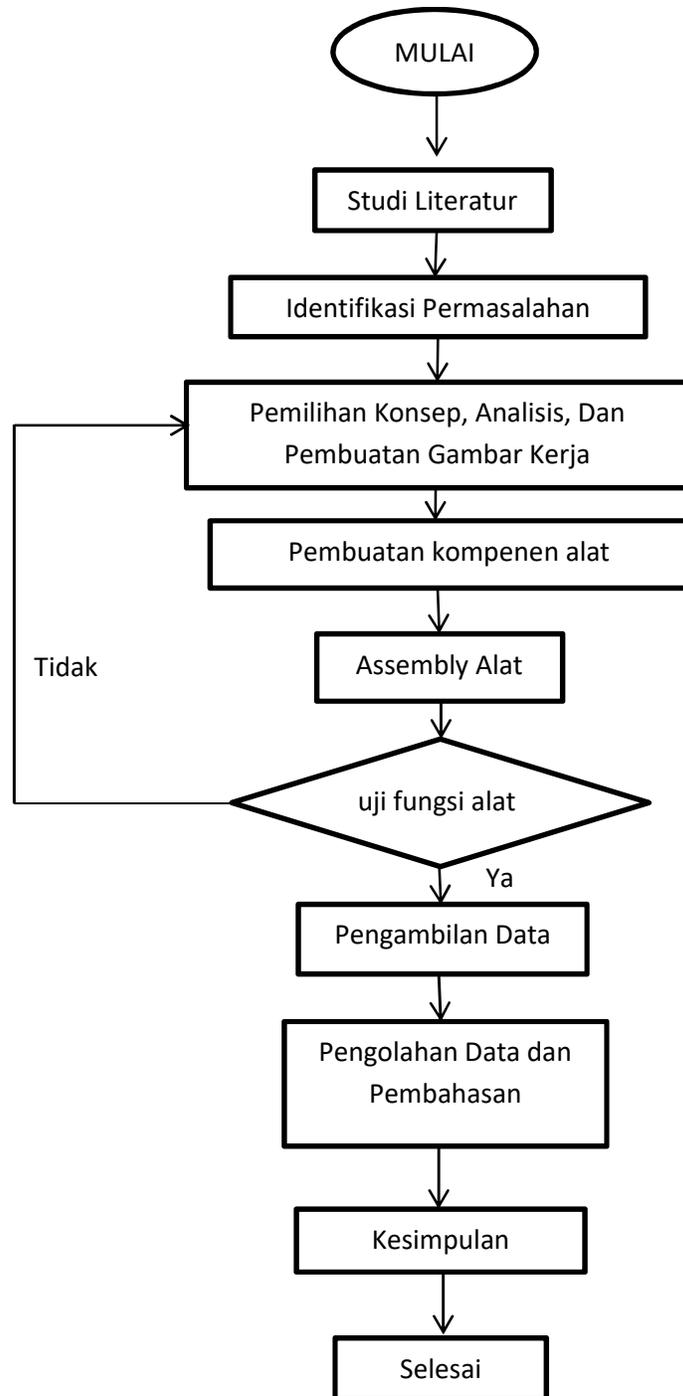
Jenis penelitian ini dilakukan secara eksperimental dimana data diperoleh langsung dan alat diuji secara langsung.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data-data pembuatan alat ini yaitu:

- 3.41. Observasi, yaitu dimana pengambilan data dilakukan secara langsung dengan mengamati objek sebagai data primer.
- 3.42. Studi pustaka, yaitu dengan membaca guna mengumpulkan sumber-sumber yang berkaitan dengan alat sebagai literature yang berhubungan dengan alat, sebagai data sekunder.

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Alat

3.7 Tahapan Penelitian

Metode yang digunakan dalam dalam rancang bangun mesin *roll bending* besi pipa dan besi *hollow* adalah metode pendekatan secara umum yaitu berdasarkan pendekatan rancangan fungsional. Berdasarkan tahapannya, maka perancangan ini dapat diuraikan menjadi:

3.6.1 Identifikasi Masalah

Alat/mesin pengerol besi pipa dan besi *hollow* merupakan suatu alat/mesin yang berfungsi sebagai pengeroll besi pipa dan besi *hollow* dari berbentuk lonjoran atau lurus menjadi bengkok/ melengkung. Mengidentifikasi syarat-syarat dan spesifikasi suatu alat/mesin adalah sangat penting dilakukan dalam proses perancangan. Sebagian besar masalah atau kegagalan desain disebabkan karena kurang jelasnya kriteria tuntutan pemakai dan kurang jelasnya bagian-bagian tugas yang harus dipenuhi.

Kelayakan sebuah desain alat/mesin dapat dinilai dari konstruksi yang lebih murah biayanya tetapi disertai fungsi yang lebih unggul (hasil produk, umur, hemat bahan bakar dan mudah perawatannya). Selain itu, yang paling menentukan adalah hasil akhir dari sebuah mesin. Hasil akhir yang baik merupakan hasil kompromi dari berbagai ragam tuntutan para pengguna dan pastinya akan menambah mutu dari konstruksi mesin yang dibuat.

Alat/mesin pengerol pipa ini memiliki berbagai tuntutan yang harus dipenuhi, sehingga nantinya alat/mesin ini dapat diterima dan memenuhi segala kebutuhan pemakai. Berikut tuntutan-tuntutan dari alat/mesin pengerol pipa dan besi *hollow*, adalah:

- a. Tidak lagi menggunakan tenaga manusia sebagai tenaga penggerak utamanya.
- b. Menggunakan tombol elektrik untuk pergantian arah bolak-balik
- c. Mudah dalam pengoperasiannya dan perawatannya
- d. Memenuhi keamanan dari operatornya
- e. Dapat memberi kenyamanan lebih dari pada alat/mesin yang sudah ada.

3.6.2 Pemilihan Konsep, Analisis, Dan Pembuatan Gambar Kerja

Dari beberapa rancangan konsep yang di hasilkan pada tahap sebelumnya, dilakukan analisa kelayakan baik dari segi teknis maupun dari segi ekonomisnya untuk menentukan suatu konsep yang akan diteruskan untuk pembuatan prototipenya. Berdasarkan konsep rancangan yang di pilih, dilakukan analisis teknik untuk menentukan: bentuk, bahan, ukuran (*dimensi*), dan cara pembuatan tiap bagian – bagian alat.

Dari hasil analisa tersebut maka dibuat gambar kerja dengan menggunakan *software autodesk inventor 2015* pada komputer atau laptop.(lihat lampiran 3 gambar desain alat).

3.6.3 Pembuatan komponen alat

- a. Memotong besi L 40 mm x 40 mm x 4mm dengan menggunakan gerinda duduk, untuk pembuatan rangka, rangka atas, dudukan motor listrik, dan dudukan reducer.



Gambar 3.2 pemotongan bahan

- b. Menyambung semua besi L yang telah di potong menggunakan mesin las SMAW, sehingga membentuk rangka.



Gambar 3.3 proses penyambungan rangka

- c. Membubut poros hingga diameter 31,8 mm menggunakan mesin bubut.



Gambar 3.4 proses membubut poros

- d. Membuat lubang pada besi plat 8 mm dengan diameter lubang 23 mm untuk komponen plat rangka atas, dan diameter 60 mm untuk komponen plat penekan (lihat pada lampiran 3 gambar 01.2 dan 01.3) dengan menggunakan menggunakan *brander*.



Gambar 3.5 proses melubangi plat dengan *brander*.

- e. Membuat handle penekuk yaitu meliputi pembuatan ulir M23 X2.0 dan membuat handle berbentuk huruf T, kemudian di kunci menggunakan baut.



Gambar 3.6 membuat ulir handle T

3.6.4 Assembly Alat

Dalam fase ini adalah menggabungkan semua komponen sehingga menjadi satu kesatuan (alat/mesin).

- a. Assembly rangka yaitu pemasangan komponen pada rangka atas kemudian menyambung dengan rangka utama.



Gambar 3.7 assembly rangka atas

- b. Memasang sproket pada poros yang berfungsi sebagai penggerak poros.



Gambar 3.8 memasang sproket pada poros

- c. Memasang poros pada bearing , dengan masukan poros pada lubang bearing kemudian kunci menggunakan kunci L agar poros tidak bergeser.



Gambar 3.9 memasang poros

d. Memasang transmisi pada alat/mesin.



Gambar 3.10 proses memasang transmisi alat/mesin

3.6.5 Uji Fungsi Alat

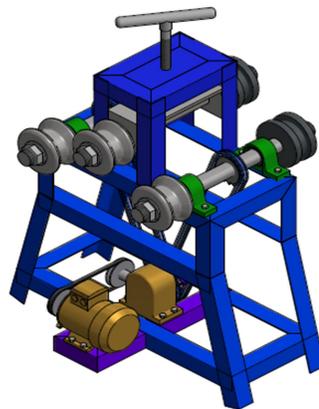
Uji fungsional di lakukan pada prototipe mesin unuk mengetahui dan memastikan tiap – tiap bagian bagian berfungsi degan baik dan aman. Apabila tidak alat tidak berfungsi dengan baik maka alat akan di bongkar dan dianalisis kembali.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambar perencanaan pembuatan alat

Gambar perencanaan pembuatan alat adalah satu langkah awal untuk rancang bangun alat dan lainnya. Dalam pembuatan alat, peneliti mengambil patokan dari sketsa atau perencanaan yang telah dibuat, baik itu 2 dimensi atau 3 dimensi. Oleh karena itu gambar perencanaan sangat penting. Di bawah ini terdapat gambar 3 dimensi perencanaan yang di buat oleh peneliti dengan menggunakan *Software Autodesk Inventor 2015*. Sementara gambar 2 dimensi perencanaan yang di buat terdapat pada (lampiran3).



Gambar 4.1.mesin *roll bending* besi pipa dan besi *hollow*

Desain mesin *roll bending* besi pipa dan besi *hollow* di tentukan atas berbagai pertimbangan sebagai berikut :

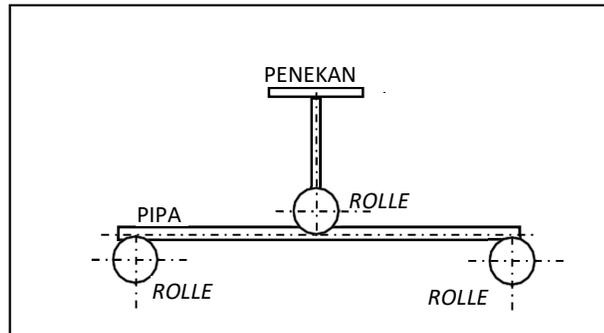
- 4.1.1 Mesin roll bending besi pipa dan besi hollow menggunakan tenaga penggerak berupa motor listrik.
- 4.1.2 Demensi alat nyaman bagi oprator dan mudah di sesuaikan terhadap ukuran ruang.
- 4.1.3 Mudah dioprasikan, sehingga tidak memerlukan keahlian khusus untuk mengoprasikanya.
- 4.1.4 Penggunaan mesin tidak rumit dan mudah dalam perawatan.
- 4.1.5 Roller dapat di ganti sesuai kebutuhan.

4.2 Teknik perancangan alat

Teknik perancangan alat merupakan langkah dasar yang sangat penting dilakukan dalam pembuatan alat/mesin. Tujuan dari teknik perancangan ialah untuk mendapatkan data-data konstruksi yang di butuhkan dalam pembuatan alat/ mesin.

4.2.1 Sistem pengrollan pipa

Alat/mesin pengroll besi pipa dan besi *hollow* menggunakan tiga *roller* untuk sistem pengerolanya, dua *roller* sebagai landasan pipa sekaligus sebagai *roller* penggerak dan satu *roller* sebagai *roller* penekan. Sistem pengerolan ini dilakukan secara berulang-ulang atau sedikit demi sedikit dalam proses pengerollannya, karena proses pengerolan ini tidak di sertai dengan pemanasan.



Gambar 4.2 sistem pengerolan pipa

Roller yang di gunakan pada alat/mesin pengeroll besi pipa mempunyai ukuran 70 mm X 70 mm dengan ukuran tempat pipa 26 mm, sedangkan untuk *roller* besi *hollow* mempunyai ukuran 70 mm X 70 mm dengan ukuran tempat besi *hollow* 30 mm. *Roller* diberi lubang tengah untuk penyambungannya dengan poros kemudian di kunci dengan menggunakan baut sehingga sewaktu perawatan mudah dilepas atau jika ingin di ganti dengan *roller* ukuran lain, dan dapat di ganti sewaktu rusak.

4.2.2 Kecepatan sistem transmisi

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

kemampuan untuk mereduksi putaran sangat tinggi dan konstruksi yang sederhana.

Pada sistem transmisi untuk *speed reducer* ke poros utama menggunakan rantai. Penggunaan rantai ini dipilih karena jarak antara *speed reducer* ke poros utama yang jauh sehingga tidak mampu jika dijangkau menggunakan roda gigi. Sistem transmisi menggunakan rantai juga lebih efisien jika dibandingkan menggunakan V-belt. Rantai sebagai transmisi mempunyai keuntungan-keuntungan seperti: mampu meneruskan daya besar, tidak memerlukan tegangan awal, tidak terjadi selip dan mudah dalam memasangnya.

Putaran motor adalah 1420 rpm, putaran tersebut terlalu cepat untuk memutar *roller* pengerol. *Speed reducer* yang digunakan memiliki perbandingan 1:50, dan rantai yang digunakan memiliki perbandingan gigi z_1 sebanyak 14 buah dan z_2 sebanyak 17 buah sehingga putaran motor yang dihasilkan setelah direduksi akan menjadi:

Diketahui putaran awal (n_1) = 1420 rpm, (n_2) = setelah direduksi *speed reducer*, (n_3) = setelah direduksi rantai, maka besarnya n_3 adalah:

$$n_2 = 1420 \times \frac{1}{50}$$

$$= 28,4 \text{ rpm}$$

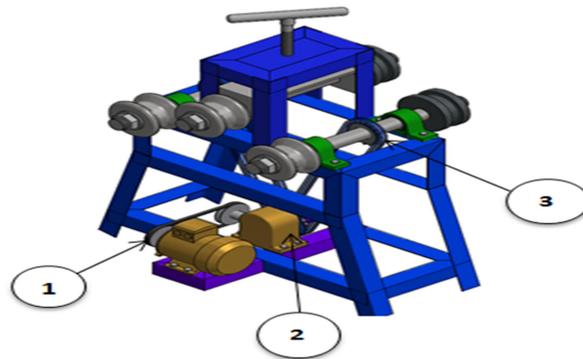
$$n_3 \times z_2 = n_2 \times z_1$$

$$n_3 \times 17 = 28,4 \times 14$$

$$n_3 17 = 397,6$$

$$n_3 = \frac{397,6}{17}$$

$$= 23,39 \text{ rpm}$$



Keterangan:

1. Transmisi sabuk dan pulley
2. Transmisi *speed reducer*
3. Transmisi rantai sprket

Gambar 4.3 transmisi mesin *roll bending* besi pipa dan besi *hollow*.

4.3 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:

4.3.1 Analisis benda uji (besi *hollow*)

Analisis benda uji yang di ambil adalah besi *hollow*, karena memiliki ukuran 30 mm x 30 mm lebih besar dari benda uji pipa besi yang hanya memiliki ukuran diameter 25,4 mm. Tujuan melakukan analisis adalah untuk mengetahui gaya maksimal pengerollan.

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).

$$I = \frac{1}{12} (BH^3 - bh^3)$$

$$I = \frac{1}{12} (3 \times 3^3 - 2,7 \times 2,7^3)$$

$$I = 0,083 (81 - 53,14)$$

$$I = 0,083 (27,86)$$

$$I = 2.3 \text{ cm}$$

Dalam pembengkokan besi hollow sebesa 30 x 30, diketahui modul elastisitas (E) 207 Gpa = 30 Mpsi = 2100000 kg/cm³, maka membutuhkan gaya sebesar :

$$Y_{\max} = \frac{F.L^3}{48.E.I} \quad (\text{sumber: Josep E, Larry D, Gandhi. H,1984:470})$$

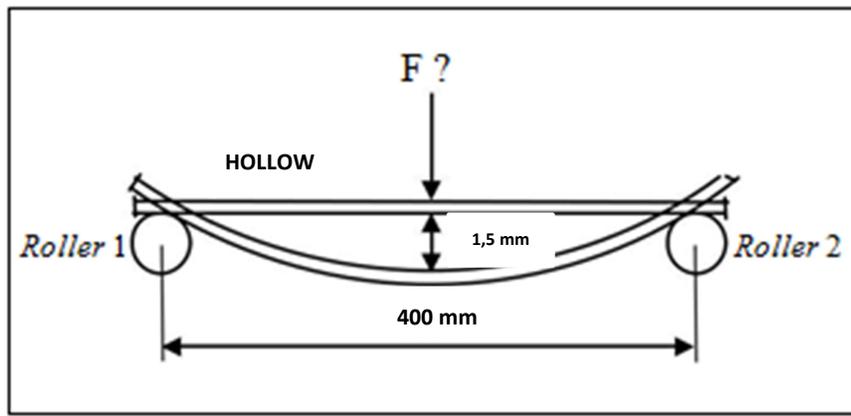
$$F = \frac{Y_{\max} \cdot 48 \cdot E \cdot I}{L^3}$$

$$F = \frac{0,15 \times 48 \times 2.100.000 \times 2,3}{40^3}$$

$$F = \frac{34.776.000}{64.000}$$

$$F = 543 \text{ kg}$$

Jadi gaya yang dibutuhkan untuk defleksi besi hollow 1,5 mm dengan ukuran 30 x 30 adalah sebesar 543 kg



Gambar 4.4 Gaya pembebanan pada besi hollow.

Keterangan:

I = momen inersia (m^4).

A_0 = luas penampang mula-mula sebelum dikenai beban tarik tekan (m^2).

A_1 = Diameter luar pada besi hollow (cm)

A_2 = Diameter dalam pada besi hollow (cm)

Y = Defleksi pada besi hollow (mm) F = beban/gaya (N)

L = panjang besi hollow (cm)

E = modulus elastisitas (Gpa)

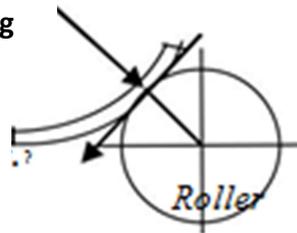
4.3.2 Gaya gesek pada roller

Untuk menghitung besarnya gaya gesek pada *roller* maka terlebih dahulu mengetahui koefisien gesek antara baja dengan baja (lihat Lampiran 1 tabel 1.2). Diketahui besarnya gaya (F) pada pipa 271,5 kg (lihat Gambar 4.5), maka besarnya torsi pada *roller* adalah:

F_s pada roller ?

F = 271,5 kg

Hollow



Gambar 4.5 gaya gesek pada *roller*

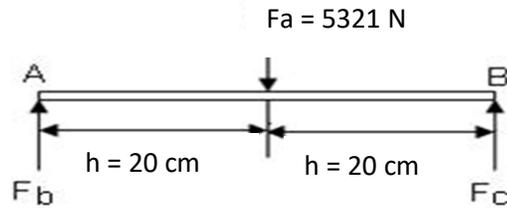
$$\begin{aligned}
 F_s &= F \times \mu \\
 &= 271,5 \times 0,74 \\
 &= 200,91 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

F_s = gaya gesek (kg)

μ = koefisien gesek antara baja dengan baja 0,74.

4.3.3 Gaya yang terjadi pada titik A dan titik B



Gambar 4.6 gaya pada titik A dan titik B

Jika titik tumpu pada A:

$$\sum M_A = 0$$

$$(F_a \times h) - (F_c \times 2h) = 0$$

$$= (5321 \times 20) - (F_c \times 2 \times 20) = 0$$

$$= 106.420 - 40F_c = 0$$

$$40F_c = 106.420$$

$$F_c = \frac{106.420}{40}$$

$$F_c = 2660,5 \text{ N}$$

Jika titik tumpu di B :

$$\sum M_B = 0$$

$$(F_b \times 2h) - (F_a \times h) = 0$$

$$= (F_b \times 2h) - (5321 \times 20) = 0$$

$$= (20 \times 2) - 106.420 = 0$$

$$40F_b = 106.420$$

$$F_b = \frac{106.420}{40}$$

$$F_b = 2660,5 \text{ N}$$

Jadi gaya yang dialami oleh titik A dan titik B adalah sebesar 2660,5 N

4.4 Analisa torsi dan daya motor yang di butuhkan

$$n_1 = 1420 \text{ rpm}$$

$$n_2 = 28,4 \text{ rpm}$$

$$n_3 = 32,39 \text{ rpm}$$

4.4.1 Massa alat

$$m = 20 \text{ kg}$$

$$F_p = m \times g$$

$$= 20 \times 10$$

$$= 200 \text{ N}$$

$$\text{Maka, } F_{\text{tot}} = F_g + F_p + F_s$$

$$= 5321 \text{ N} + 200 \text{ N} + 200,91 \text{ N} = 5721,91 \text{ N}$$

4.4.2 Torsi pada alat

$$T = F \times r$$

$$T = 5721,91 \times 0,045$$

$$= 257,48 \text{ Nm}$$

4.4.3 Daya yang di butuhkan

$$P = \frac{2 \times \pi \times n_3 \times T}{60}$$

$$P = \frac{2 \times 3,14 \times 23,39 \times 257,48}{60}$$

$$P = \frac{37821,03}{60}$$

$$P = 630,35 \text{ watt}$$

$$P = 0,84 \text{ HP}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka dapat diketahui daya yang di butuhkan untuk melakukan pengerolan, adalah sebesar 0,84 HP. Melihat daya motor yang ada dipasaran, untuk mempertimbangkan faktor keamanan dan keawetan motor listrik maka digunakan motor listrik dengan daya 1 HP.

Spesifikasi motor listrik yang di gunakan:

- a. $n = 1420 \text{ rpm}$
- b. $P = 1 \text{ HP}$
- c. Frekuensi = 50Hz
- d. Tegangan 220 – 240 V

4.5 Analisa torsi penggerak

Berdasarkan perhitungan kebutuhan daya motor listrik di atas maka dapat ditentukan maka dapat ditentukan daya motor motor penggerak yang memenuhi syarat. Diketahui daya motor 1 HP dan besar putaran motor adalah 1420 rpm setelah melalui *speed reducer* dan reduksi dari rantai maka putaran akhir menjadi 23,39 rpm, maka besar torsi penggerak adalah:

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

Keterangan :

P = daya motor yang digunakan

ω = kecepatan sudut (rad/s)

Diketahui :

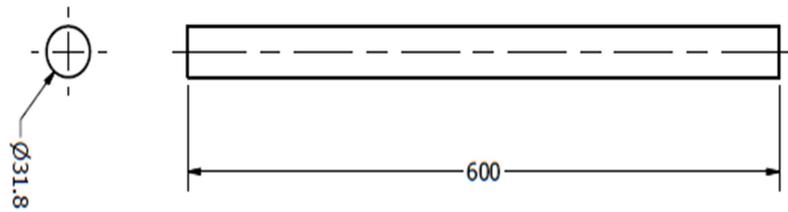
Daya motor yang digunakan (P), = 1HP = 0,746 Kw = 746 watt

$$\begin{aligned} T &= \frac{P}{\omega} \\ &= \frac{746}{\left(\frac{2 \times 3,14 \times 23,39}{60}\right)} \\ &= \frac{746}{2,44} \\ &= 305,73 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Jadi torsi penggerak = 305,73 Nm lebih besar dari torsi yang di gerakan yaitu 257,48 Nm sesuai dengan hasil perhitungan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa motor listrik penggerak pada mesin pengeroll besi pipa dan besi hollow yang di gunakan 1 HP memenuhi syarat mampu kerja.

4.6 Perhitungan gaya yang bekerja pada poros

Poros yang di gunakan pada mesin ini berbahan besi atau baja dengan tipe st 70, dimana memiliki demensi sebagai berikut :



Gambar 4.7 dimensi poros

4.61 Daya yang ditransmisikan

$$\text{Daya motor} = 630,35 \text{ watt} = 0,630 \text{ Kw}$$

$$\text{Putaran poros} = 23,39 \text{ rpm}$$

4.62 Faktor koreksi yang digunakan (F_c) adalah 1,2 (lihat lampiran 1 tabel 1.4)

4.63 Menghitung daya rencana.

$$P_d = f_c \times P$$

$$P_d = f_c \times P$$

$$= 1,2 \times 0,630$$

$$= 0,756 \text{ Kw}$$

4.64 Menghitung momen puntir rencana

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_3}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,756}{23,39}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times 0,032$$

$$= 32336,8 \text{ Kg.mm}$$

$$= 316,9 \text{ N.m}$$

465 Menghitung tegangan geser

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{5,1 \times T}{d_5^3} \\ &= \frac{5,1 \times 32336,8 \text{ kg.mm}}{31,8^3 \text{ mm}} \\ &= \frac{164917,68}{32157,432} \\ &= 5,12 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

466 Menghitung tegangan geser yang diizinkan

faktor $sf_1 = 5,6$

faktor $sf_2 = 1,3$

$\sigma_B = 77,4 \text{ kg/mm}^2$ (lihat pada lampiran 1 tabel 1.5)

faktor $K_t = 1$

faktor $C_b = 2$

$$\begin{aligned}\tau_a &= \frac{\sigma_B}{sf_1 \times sf_2} \\ &= \frac{77,4}{5,6 \times 1,3} \\ &= 10,63 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tegangan geser yang terjadi adalah sebesar $5,12 \text{ kg/mm}^2$ lebih kecil dari tegangan geser yang diizinkan yaitu sebesar $10,63 \text{ kg/mm}^2$, jadi tegangan geser yang terjadi adalah aman.

4.6.7 Menghitung diameter poros

$$\begin{aligned}d_s &= \left(\frac{5,1}{\tau_a} K_t \times C_b \times T \right)^{1/3} \\&= \left(\frac{5,1}{10,63} 1 \times 2 \times 32336,8 \right)^{\frac{1}{3}} \\&= (0,48 \times 1 \times 2 \times 32336,8)^{\frac{1}{3}} \\&= (31043,3)^{\frac{1}{3}} \\&= \sqrt[3]{31043,3} \\&= 31,4 \text{ mm}\end{aligned}$$

Diameter poros yang digunakan adalah $1\frac{1}{4}$ inch atau 31,8mm, lebih besar dari diameter poros secara teori yaitu \varnothing 31,4mm, maka poros yang digunakan aman.

4.7 Hasil Pembuatan Alat

4.8.1 Rangka Alat

Profil rangka yang di gunakan yaitu profil besi L dengan ukuran 40 X 40 X 4 mm Dengan ukuran tinggi 600 mm, lebar 300 mm dan panjang 600 mm (dapat dilihat pada lampiran 3 gambar 1) di mana besi ini sering digunakan dalam konstruksi karena kuat dan mudah didapat sehingga memudahkan dalam proses penggantian. Dalam pembuatan rangka ada beberapa tahapan yaitu proses pemotongan besi L dengan menggunakan

gerinda duduk sesuai ukuran dan proses penyambungan rangka menggunakan mesin las SMAW.



Gambar 4.8 Rangka

4.8.2 Poros

Terbuat dari besi baja st 70 dengan ukuran panjang 600 mm dan diameter 31,8 setelah dibubut (lihat lampiran 3 gambar 2) poros berfungsi sebagai pemutar roller.



Gambar 4.9 poros

4.8.3 Rangka atas

Terbuat dari besi profil L Dengan ukuran 40 x 40 x 4 dengan ukuran tinggi 300 mm panjang 300 mm lebar 200 mm (lihat pada lampiran 3 gambar 01.1). Dalam pembuatan rangka atas ada beberapa tahapan yaitu proses pemotongan besi L menggunakan gerinda duduk dan proses penyambungan menggunakan mesin las SMAW.



Gambar 4.10 rangka atas

4.8.4 Pelat rangka atas

Terbuat dari besi pelat dengan tebal 8 mm dan panjang 200 mm serta lebar 100 mm dengan diameter lubang 23 mm,(lihat pada lampiran 3 gambar 01.2). Dalam pembuatan plat rangka ada beberapa tahapan yaitu dengan memotong plat sesuai dengan ukuran kemudian melubangi bagian tengah plat dengan menggunakan brander hingga ukuran 23 mm.



Gambar 4.11 plat rangka atas

4.8.5 Pelat penekan

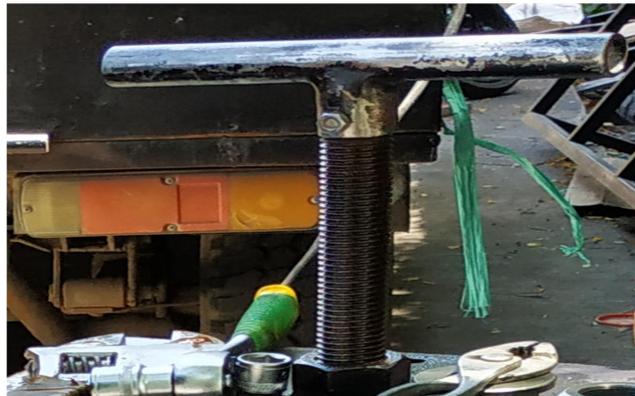
Terbuat dari besi pelat dengan tebal 8 mm dan panjang 280 mm serta lebar 100 mm dengan diameter lubang 60 mm,(lihat pada lampiran 3 gambar 01.3). Dalam membuat pelat penekan ada beberapa langkah yang dilakukan yaitu memotong plat sesuai dengan ukuran, kemudian atur posisi plat agar bisa bergerak naik dan turun, selanjutnya sambung menggunakan mesin las SMAW.



Gambar 4.12 plat penekan

4.8.6 Handle penekan

Ukuran panjang 290 mm serta panjang ulir 250 mm dengan besar ulir M23 X 2,0, (lihat pada lampiran 3 gambar 01.4). Dalam membuat handle penekuk ada beberapa langkah yaitu, pertama membuat ulir M23 X 2,0 menggunakan mesin bubut, kemudian pasang pipa yang sudah di bentuk T pada bagian atas batang ulir dan kunci menggunakan baut.



Gambar 4.13 handle penekan

4.8 PEMBAHASAN

4.9.1. Gaya

Berdasarkan hasil perhitungan, besar gaya yang dibutuhkan untuk defleksi besi *hollow* 30 x 30 adalah 543 kg, karena luas penampang benda uji besi *hollow* lebih besar dari pada luas penampang benda uji besi pipa, sehingga mendapatkan gaya yang maksimal. Gaya gesek yang terjadi pada

roller adalah 200,91 N, sedangkan gaya yang terjadi pada titik A dan titik B adalah sebesar 2660,5 N.

4.9.2. Analisa torsi dan daya yang di butuhkan pada mesin

Berdasarkan hasil perhitungan, torsi yang di butuhkan mesin sebesar 248,45 Nm. Sedangkan besar daya yang di butuhkan untuk melakukan pengrollan dari perhitungan adalah 0,84 HP, untuk faktor keawetan dan keamanan maka digunakan motor listrik 1 HP agar mesin dapat bekerja dengan optimal. Sedangkan dari hasil perhitungan analisa torsi penggerak motor listrik 1 HP memenuhi syarat, karena besar torsi penggerak adalah 382,56 Nm lebih besar dari torsi yang digerakan yaitu sebesar 257,48 Nm.

4.9.3. Analisis system transmisi dan kecepatan transmisi pada alat

Sistem transmisi pada alat/mesin pengerol pipa ini diharapkan mampu menurunkan kecepatan awal dari motor listrik sebesar 1420 rpm menjadi kecepatan akhir sebesar 28,4 rpm. *Speed reducer* yang digunakan pada alat/mesin pengerol pipa ini mempunyai perbandingan 1:50. Transmisi *sprocket* yang digunakan pada alat/mesin pengerol pipa ini terdapat dua pasang. Pada transmisi rantai satu *sprocket* yang digunakan memiliki perbandingan jumlah gigi Z1 adalah 14 buah sedangkan Z2 adalah 17 yang dimana penggerak lebih kecil yang berfungsi untuk mereduksi putaran sebesar 23,39 rpm. Untuk transmisi rantai dan sprocket yang digunakan sebagai

penerus putaran ke poros. Pada perhitungan analisa poros dapat di simpulkan bahwa poros yang di gunakan cukup aman.

Dalam proses pengujian alat terdapat beberapa kendala yang dialami, sehingga hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan hasil yang diinginkan, dimana mesin pengerolan hanya mampu mengerol besi pipa dan besi *hollow* sebesar ± 50 derajat. Dimana seharusnya besi pipa dan besi *hollow* melengkung sebesar setengah lingkaran atau 180 derajat.

4.9.4. Kapasitas Produksi Alat/Mesin

Setelah dilakukan uji kinerja alat/mesin pengerol pipa, maka proses pengerolan pipa membutuhkan waktu rata-rata untuk mengerol pipa dalam bentuk setengah lingkaran adalah ± 8 menit. Jadi besarnya kapasitas produksi dari alat/mesin pengerol pipa ini dalam waktu satu jam adalah ± 7 buah/jam.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang didapat dari perancangan alat/mesin pengerol pipa ini adalah :

5.1.1. Spesifikasi rancangan

Dimensi alat/mesin pengerol pipa ini 300 mm x 600 mm x 900 mm. Sistem transmisi yang digunakan adalah pulley v-belt, sproket rantai dan *speed reducer*. Alat/mesin *roll bending* besi pipa dan besi *hollow* menggunakan daya motor listrik sebesar 1 HP dengan kecepatan 1420 rpm.

5.1.2. Pembuatan alat

- a. Rangka mesin terbuat dari bahan dasar plat L berukuran 40 mm x 40 mm x 4 mm, karena bahan mudah di dapat dan kuat.
- b. Poros terbuat dari besi baja st 70 dengan ukiran panjang 600 mm dan diameter 31,8 mm setelah di bubut.
- c. Handle penekan material dengan ukuran panjang 290 mm panjang ulir 250 mm serta besar ulir M23 X 2,0.

- d. Hasil pengujian alat/mesin hanya mampu mengeroll bending besi pipa dan besi hollow sebesar ± 50 derajat, karena disebabkan oleh diameter roller yang digunakan kecil, dan panjang benda uji terlalu pendek yaitu hanya 1 meter.
- e. Dari hasil pengujian alat/mesin kapasitas kerja alat yaitu ± 7 buah perjam.

5.2. SARAN

5.2.1. Perancangan alat/mesin pengerol pipa ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi kualitas bahan, penampilan dan sistem kinerja/fungsi. Oleh karena itu diharapkan nantinya alat/mesin ini dapat disempurnakan lagi di kemudian hari. Adapun beberapa saran untuk langkah pengembangan dan penyempurnaan alat/mesin ini adalah:

- a. Untuk menghasilkan pengerolan yang baik dan sempurna alat/mesin ini diperlukan tambahan komponen yaitu alat yang mampu mengukur kelurusan lingkaran sewaktu proses pengerolan.
- b. Untuk jenis bahan dasar poros diganti, dikarenakan pada bagian komponen poros haruslah bersifat keras, ulet, dan tidak mudah berubah bentuk.
- c. Diperlukan hidrolik otomatis untuk penekanannya agar lebih mudah dalam pengoperasian alat/mesin pengerol pipa.

d. Untuk mendapatkan hasil roll bending besi pipa dan besi hollow yang maksimal, harus menggunakan diameter roller yang lebih besar dari yang digunakan pada alat.

DAFTAR PUSTAKA

[Http://websisni .bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/detail_sni/7243](http://websisni.bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/detail_sni/7243)

Giancoli. 2001. FISIKA edisi ke lima jilid 1, Erlangga. Jakarta.

Gere, James. M., Timoshenko, Stephen P. 2000. *Mekanika bahan*. Jakarta: Erlangga.

John Wiley & Sons, Inc. M P Groover. 2002. *Fundamentals of Modern Manufacturing*.

Juhana, Ohan dan Suratman. M. 2000. *Menggambar teknik mesin dengan Standar Iso*. Bandung: Pustaka Grafika.

Nafsan U, Eko P. 2012. *Perancangan Dan Pembuatan Alat Roll Plat*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin MEKANIKAL. Volume 8, No. 1.

Pahl, G & W, Beitz. 1984. *Engineering Design*. The Design Council. London.

Sukanto & Erwanto. 2014. Rancang Bangun Mesin Pencetak Profil Pelat lantai Mobil dengan ketebalan pelat 0,8 -1,2 mm. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST).

Sularso, Kiyokatsu Suga. 2014. *Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Pradnya Paramita. Bandung.

LAMPIRAN 1

1.1 Lampiran Tabel

Table 1.1 Tabel modulus elastisitas bahan
(Sumber : Gere dan Timoshenko. 2000:462)

BAHAN	MODULUS ELASTISITAS (E)		Modulus Elastisitas Geser (G)		Poisson's Rasio
	ksi	GPa	ksi	GPa	
Paduan Aluminium	10.000-11.400	70-79	3.800-4.300	26-30	0.33
2014-T6	10.600	73	4.000	28	0.33
6061-T6	10.000	70	3.800	26	0.3
7075-T6	10.400	72	3.900	27	0.33
Kuningan	14.000-16.000	96-110	5.200-6.000	36-41	0.34
Perunggu	14.000-17.000	96-120	5.200-6.300	36-44	0.34
Besi Tuang	12.000-25.000	83-170	4.600-10.000	32-69	0.2-0.3
Beton (tekan)	2.500-4.500	17-31			0.1-0.2
Tembaga dan paduannya	16.000-18.000	110-120	5.800-6.800	40-47	0.33-0.36
Gelas	7.000-12.000	48-83	2.700-5.100	19-35	0.17-0.27
Paduan Magnesium	6.000-6.500	41-45	2.200-2.400	15-17	0.35
Monel (67% Ni, 30% Cu)	25.000	170	9.500	66	0.32
Nikel	30.000	210	11.400	80	0.31
Plastik					
Nilon	300-500	2.1-3.4			0.4
Polietilin	100-200	0.7-1.4			0.4
Batu (tekan)					
Granit, Marmor	6.000-14.000	40-100			0.2-0.3
Kuarsa, Sandstone	3.000-10.000	20-70			0.2-0.3
Karet	0.1-0.6	0.0007-0.004	0.03-0.2	0.0002-0.001	0.45-0.50
Baja	28.000-30.000	190-210	10.800-11.800	75-80	0.27-0.30
Paduan Titanium	15.000-17.000	100-120	5.600-6.400	39-44	0.33
Tungsten	50.000-55.000	340-380	21.000-23.000	140-160	0.2
Kayu (bengkok)					
Douglas fir	1.600-1.900	11-13			
Oak	1.600-1.800	11-12			
Southern pine	1.600-2.000	11-14			

Tabel 1.2 Nilai koefisien baja dengan baja
(sumber : Juhana dan Suratman. 2000:243)

Bahan	μ_s	μ_k
Baja di atas baja	0,74	0,57
Aluminium di atas baja	0,61	0,47
Tembaga di atas baja	0,53	0,36
Kuningan di atas baja	0,51	0,44
Seng di atas besi tuang	0,85	0,21
Tembaga di atas besi tuang	1,05	0,29
Gelas di atas besi tuang	0,04	0,40
Tembaga di atas gelas	0,68	0,53
Teflon di atas teflon	0,04	0,04
Teflon di atas baja	0,04	0,04

Tabel 1.3 Baja profil siku
(sumber : http://websisni.bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/detail_sni/7243)

Penamaan	Standar ukuran penampang (mm)		Sebagai informasi												
	A x A	T	r ₁	r ₂	Luas penampang (cm ²)	Berat kg / m	Acuan terhadap besaran menurut sumbu lentur terhadap x-x dan y-y								
							Posisi titik berat (cm)	Momen inersia (cm ⁴)				Radius girasi (cm)			Modulus penampang (cm ³)
								Cx = Cy	I _x = I _y	Maks I _U	Min I _V	I _x = I _y	Max I _U	Min I _V	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
L 25	25 x 25	3	4	2	1.427	1.12	0.719	0.797	1.26	0.332	0.747	0.940	0.483	0.448	
L 30	30 x 30	3	4	2	1.727	1.36	0.844	1.42	2.26	0.500	0.808	1.140	0.585	0.661	
L 40	40 x 40	3	4,5	2	2.336	1.82	1.090	3.53	5.60	1.460	1.230	1.550	0.790	1.210	
L 40	40 x 40	4	4,5	3	3.054	2.39	1.12	4.48	7.09	1.86	1.21	1.62	0.78	1.16	
L 40	40 x 40	5	4,5	3	3.756	2.95	1.17	5.42	8.59	2.250	1.200	1.510	0.774	1.910	
L 45	45 x 45	4	6,5	3	3.492	2.74	1.24	6.50	10.3	2.700	1.360	1.720	0.880	2.000	
L 45	45 x 45	5	6,5	3	4.302	3.38	1.26	7.91	12.5	3.200	1.360	1.720	0.874	2.480	
L 50	50 x 50	4	6,5	3	3.892	3.06	1.37	9.08	14.4	3.760	1.53	1.92	0.963	2.490	
L 50	50 x 50	5	6,5	3	4.802	3.77	1.41	11.1	17.5	4.580	1.52	1.91	0.976	3.080	
L 50	50 x 50	6	6,5	3	5.644	4.43	1.44	12.6	20.0	5.23	1.50	1.88	0.963	3.550	
L 60	60 x 60	5	6,5	3	5.802	4.55	1.66	19.6	31.2	8.09	1.84	2.32	1.180	4.520	
L 60	60 x 60	6	6,5	3	6.892	5.41	1.69	22.80	36.10	9.43	1.82	2.26	1.17	5.29	
L 65	65 x 65	6	8,5	4	7.527	5.91	1.81	29.4	46.6	12.2	1.98	2.46	1.270	6.26	
L 70	70 x 70	6	8,5	4	8.127	6.38	1.93	37.1	58.9	15.3	2.14	2.66	1.37	7.33	
L 70	70 x 70	7	8,5	4	9.397	7.38	1.97	42.40	67.10	17.60	2.12	2.67	1.87	8.43	

Tabel 1.4 Faktor-Faktor Koreksi Daya yang Akan Ditransmisikan
(Sumber: Sularso, 1978)

<u>Daya yang akan Ditransmisikan</u>	f_c
<u>Daya rata-rata yang diperlukan</u>	1,2 – 2,0
<u>Daya maksimum yang diperlukan</u>	0,8 – 1,2
<u>Daya normal</u>	1,0 – 1,5

Tabel 1.5 Kekuatan dan Keuletan Besi yang Umum
 Digunakan pada Poros(Engineering, 2009)

<i>Properties</i>	ST 34	ST 42	ST 50	ST 60	ST 70
<i>Upper Yield Point (kg/mm²)</i>	27,4	26,7	33,4	36,3	44,2
<i>Lower Yield Point (kg/mm²)</i>	24,8	22,3	30,0	32,5	38,5
<i>Tensile Strength (kg/mm²)</i>	38,5	46,5	55,4	55,9	77,4
<i>Percent Elongation (%)</i>	35	28,4	22	22	18
<i>Percent Reduction Area (%)</i>	71	58	41	41	34

LAMPIRAN 2

2.1 Lampiran Gambar kerja alat



Gambar 2.1 mengelas rangka



Gambar 2.2 Membubut poros



Gambar 2.3 Pemasangan sproket



Gambar 2.4 Mengatur jarak motor dan reducer



Gambar 2.5 Membuatudukan motor



Gambar 2.6 Pemasangan poros



Gambar 2.7 *Assembly* rangka atas



Gambar 2.8 Alat roll bending besi pipa dan besi *hollow*



Gambar 2.9 Pengujian alat



Gambar 2.10 Hasil uji besi pipa dan besi *hollow* pertama



gambar 2.11 Hasil uji besi pipa dan besi *hollow* ke dua

LAMPIRAN 3
Gambar desain alat