

# Rancang Bangun *Roll Bending Machine With Hydraulic Assist*

Diga Rahmat Novandra<sup>1</sup>, Tri Tiyasmihadi<sup>2</sup>, dan Fais Hamzah<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

Email: diga.novandra@g.mail.com

## Abstrak

*Pada industri skala kecil masih banyak dijumpai teknologi penunjang produksi yang masih dijalankan secara manual, salah satunya yaitu mesin pengerolan. Sehingga dibutuhkan inovasi terhadap alat yang sudah ada agar dapat bekerja lebih efisien. Mesin pengerolan sendiri merupakan alat bantu untuk membentuk plat/profil yang semula dalam bentuk lonjoran lurus berubah menjadi melengkung dan melengkungnya profil ini disesuaikan sesuai kebutuhan dan kegunaan. Konsep perancangan dan pengembangan mesin pengerolan ini menggunakan metode reverse engineering mengacu pada tahapan konsep perancangan Ulrich-Epinger yang telah dimodifikasi, yaitu identifikasi dan perumusan masalah, study literatur, pengumpulan data, pembuatan dan pemilihan konsep, pemodelan konsep, analisis teknik, pembuatan detail drawing, proses manufaktur dan assembly, pembuatan mesin, uji coba dan analisis mesin. Setelah itu dilakukan evaluasi terhadap kelayakan mesin. Hasil perancangan dalam penelitian ini adalah desain dan gambar kerja produk mesin pengerolan. Gambar kerja ini meliputi detail rangka, poros, roller, pillow bearing, gear sprocket, serta sistem kerja alat. Mesin roll bending ini memiliki spesifikasi antara lain : dimensi 422 x 538 x 860 mm, Menggunakan motor listrik AC 1HP sebagai penggerak utama, menggunakan sistem hidrolik sebagai penggerak roll, sistem transmisi menggunakan rantai, menggunakan gear box reduser 1:60. Total biaya yang diperlukan adalah senilai Rp. 5.673.000,00.*

**Kata kunci :** *roll bending, konsep perancangan, mesin pengerolan, hidrolik*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam dunia industri skala kecil maupun besar selalu terjadi persaingan yang ketat, semua pekerjaan di tuntut semakin cepat dan tepat. Salah satunya adalah proses pengerolan. Proses pembentukan logam ini merupakan salah satu proses produksi yang ada di dunia industri. Proses ini memerlukan kecepatan serta ketepatan untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Pada industri skala kecil umumnya proses ini masih dilakukan secara manual dan berlangsung relatif lama. Selain memakan waktu, proses ini juga menggunakan tenaga lebih untuk pengoperasiannya. 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. Roll tersebut mendorong dan membentuk plat yang berputar secara terus menerus hingga terbentuklah silinder ataupun lengkungan.

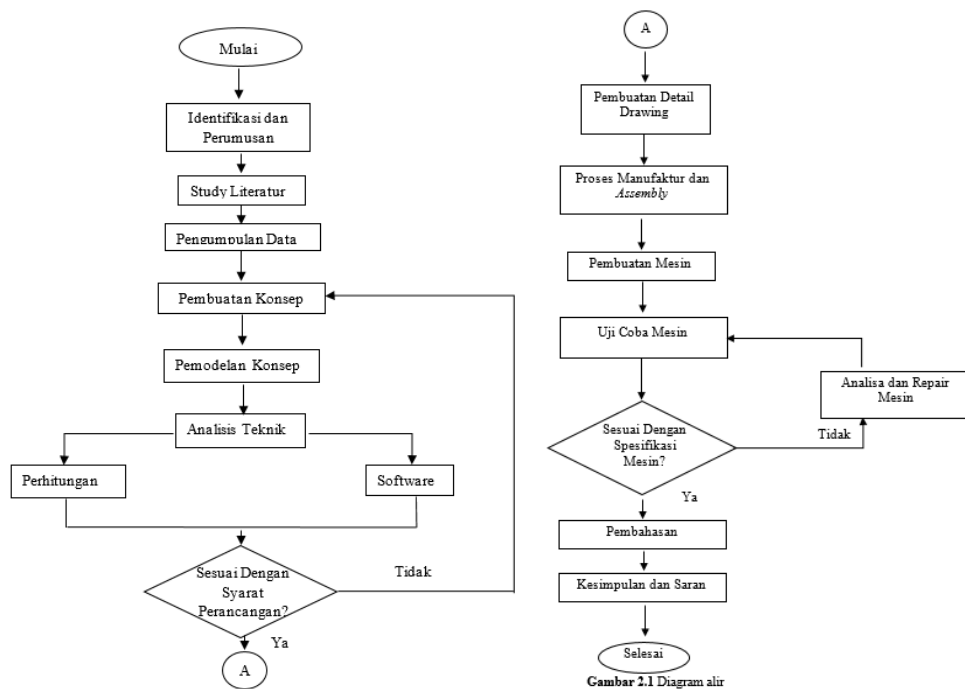
Mesin pengerolan sendiri yang sudah ada di pasaran memiliki harga yang kurang terjangkau oleh industri kecil yaitu berkisar Rp 10.000.000 sampai Rp 13.500.000 , sehingga pada industri skala kecil masih banyak dijumpai mesin roll yang menggunakan tenaga manual sebagai penggeraknya baik mekanisme penekan maupun mekanisme penggerak roll, selain itu mesin yang sudah ada hanya bisa digunakan untuk satu jenis profil saja. Hal ini tentunya akan mengurangi efisiensi dan efektifitas produksi yang ada. Sehingga perlu adanya sebuah inovasi untuk mesin yang sudah ada guna mempermudah dan mempercepat proses produksi dengan harga yang terjangkau.

Oleh karena itu , dari permasalahan yang ada diperlukan sebuah gagasan yang inovatif guna merancang dan membuat sebuah mesin pengerol yang mampu digunakan untuk proses pengerolan pada berbagai macam bentuk profil , serta dengan harga yang lebih terjangkau sehingga dapat

bekerja lebih cepat dan efisien. Sehingga pada penulisan tugas akhir ini, penulis akan melakukan penelitian dengan judul **“Rancang Bangun Roll Bending Machine with Hydraulic Assist”**. Mesin ini nantinya akan menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama dan sistem hidrolik 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.

## 2. METODOLOGI

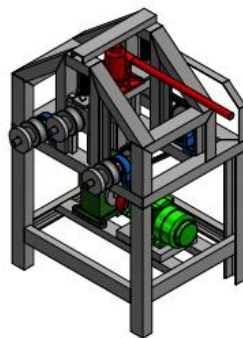
Adapun sistematika yang digunakan pada penelitian ini yang ditunjukkan pada diagram alir (*flow chart*) sebagai berikut :



## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Pembuatan Desain

Desain general arrangement dan detail drawing pada mesin pencetak tahu dan stik tahu ini akan menggunakan software Inventor. Adapun konsep yang telah dibuat seperti pada gambar berikut ini



Gambar 3.1 Desain Mesin

### 3.2. Sistem Transmisi

Pada perancangan mesin kali ini direncanakan putaran motor adalah 1400 rpm, putaran tersebut terlalu cepat untuk memutar *roller* pengerol. *Speed reducer* yang digunakan memiliki perbandingan 1:60, dan rantai yang digunakan memiliki perbandingan 1:1.5 sehingga putaran motor yang dihasilkan setelah direduksi akan menjadi:

( $n_1$ ) = Putaran awal

$n_1 = 1400$  rpm,

( $n_2$ ) = setelah direduksi *speed reducer*,

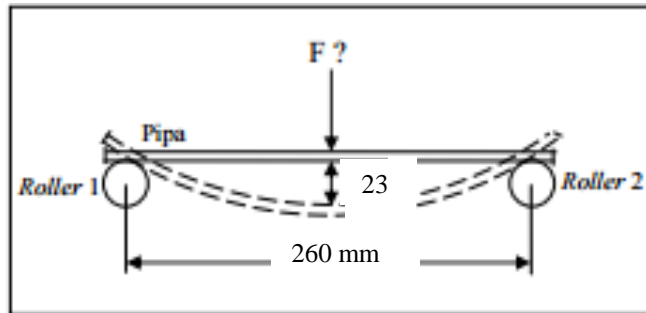
$n_2 = 1400 \times \frac{1}{60} = 23,33$  rpm

( $n_3$ ) = setelah direduksi rantai,

$n_3 = 23,3 \times \frac{1}{1,5} = 15,55$  rpm

### 3.3. Perhitungan Daya Motor

Mesin pengerol pipa ini memiliki daya penggerak berupa motor listrik. Untuk menentukan besarnya daya motor listrik yang dibutuhkan maka terlebih dahulu menghitung gaya yang dibutuhkan dalam membengkokkan pipa. Berikut langkah-langkah dalam menentukan kebutuhan daya motor listrik: Dalam membengkokkan pipa sebesar 34 mm dengan panjang 2136 mm dan radius minimum 340 mm (lihat Gambar 4.3). Diketahui modulus elastisitas (E) : 207 Gpa = 30 Mpsi = 210000 kg/cm<sup>3</sup>, maka membutuhkan gaya sebesar:



Gambar 3.3 Gaya Pembebanan Pipa

$$\begin{aligned}
 Y_{\max} &= \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I} \\
 F &= \frac{Y_{\max} \cdot 48 \cdot E \cdot I}{L^3} \\
 &= \frac{2.3 \text{ cm} \times 48 \times 210000 \text{ kg/cm}^2 \times 60.45 \text{ cm}^4}{(213.6 \text{ cm})^3} \\
 &= \frac{1401472800 \text{ kgcm}}{9745491.46 \text{ cm}} = 143.80 \approx 145 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

I = momen inersia (cm)

D = Diameter luar pada pipa (cm)

d = Diameter dalam pada pipa (cm)

Y = Defleksi pada pipa (cm)

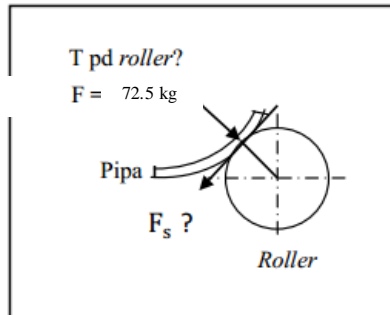
F = beban/gaya (N)

L = panjang pipa (cm)

E = modulus elastisitas (Gpa)

1. 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 72.5 kg, maka besarnya torsi pada *roller* adalah



**Gambar 3.1** Torsi Pada Roller

$$F_s = F \times \mu$$

$$= 72.5 \times 0,74$$

$$= 53.65 \text{ kg}$$

$$T = F_s \times r$$

$$= 53.65 \text{ kg} \times 0,042 \text{ m}$$

$$= 2.25 \text{ kgm} = 22.10 \text{ Nm}$$

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 110 kg. Kebutuhan daya motor penggerak dapat dihitung dengan proses sebagai berikut:

- |    |  |                         |
|----|--|-------------------------|
| a) | Gaya gravitasi                             | : 9,81 m/s <sup>2</sup> |
| b) | Beban pipa yang diperlukan                 | : 53.65 kg              |
| c) | Jari-jari sproket poros 1 ( $r_1$ )        | : 75 mm                 |
| d) | Jari-jari sproket poros 2 ( $r_2$ )        | : 75 mm                 |
| e) | Jari-jari sproket <i>reducer</i> ( $r_3$ ) | : 50 mm                 |
| f) | Diameter roda gigi ( $d_g$ )               | : 93 mm                 |
| g) | Diameter ulir cacing ( $d_{ulir}$ )        | : 24 mm                 |
| h) | Putaran awal ( $n_1$ )                     | : 1400 rpm              |
| i) | Direduksi <i>speed reducer</i> ( $n_2$ )   | : 23,33 rpm             |
| j) | Direduksi rantai ( $n_3$ )                 | : 15,55rpm              |

1. Gaya pada poros tetap 1

- $F_1 = \frac{r_1}{n_3} \times F$
- $= \frac{75}{15,5} \times 53.65$
- $= 4,83 \times 53.65$
- $= 259.12 \text{ kg}$
- $= 2542 \text{ N}$

- Maka,  $T_1 = F_1 \times r_1$
- $= 2542 \text{ N} \times 0,075 \text{ m}$
- $= 190.65 \text{ Nm}$

2. Gaya pada poros tetap 2

- $F_2 = F_1 + \frac{r_2}{n_3} \times F$
- $= 2542 \text{ N} + \frac{75}{15,55} \times 526.3 \text{ N}$
- $= 5080.42 \text{ N}$

- Maka,  $T_2 = F_2 \times r_2$

$$= 5080.42 \text{ N} \times 0,075 \text{ m}$$

$$= 381.03 \text{ Nm}$$

3. Gaya pada *speed reducer*

- $F_3 = F_2 + \frac{r_3}{n_2}$
- $= 5080.42 \text{ N} + \frac{50}{23,33}$
- $= 5080.42 + 2,14$
- $= 5082.56 \text{ N}$

- Maka,  $T_3 = F_3 \times r_g$
- $= 5082.56 \text{ N} \times 46,5 \text{ mm}$
- $= 236339.04 \text{ Nmm}$
- $= 236.3 \text{ Nm}$

4. Gaya pada motor listrik

- $F_4 = F_3 \times \frac{r_g}{n_1}$
- $= 5082.56 \times \frac{46,5}{1400}$
- $= 5082.56 \times 0,033$
- $= 167.72 \text{ N}$

- Maka,  $T_4 = F_4 \times r_{ulir}$
- $= 167.72 \times 0,012$
- $= 2.02 \text{ Nm} \approx 3 \text{ Nm}$

5. Daya pada motor listrik

- $P = T \frac{2 \pi n}{60 \times f_c}$
- $= 2.01 \text{ Nm} \frac{2 \times 3,14 \times 1400 \text{ rad}}{60 \times 1,2}$
- $= 3 \times 122,11$
- $= 366.33 \text{ Nm/s}$
- $= 366.33 \text{ watt}$
- $= 0.49 \text{ Hp}$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka dapat diketahui daya yang dibutuhkan untuk melakukan pengerolan, adalah sebesar 0,49 HP. Melihat daya motor yang ada di pasaran, faktor keamanan dan keawetan motor listrik maka digunakan motor listrik dengan daya 1 HP.

Spesifikasi motor listrik yang digunakan:

- a)  $n = 1400 \text{ rpm}$
- b)  $P = 1 \text{ HP}$
- c) Frekuensi = 50 Hz
- d) Tegangan 110/220 v

2. Analisis Torsi Penggerak

Berdasarkan perhitungan kebutuhan daya motor listrik diatas maka dapat ditentukan pemakaian daya motor penggerak yang memenuhi syarat. Diketahui daya motor 1 HP dan besarnya putaran motor 1400 rpm setelah melalui speed reducer dan reduksi dari rantai maka putaran akhir menjadi 15,55 rpm. Maka besarnya torsi penggerak adalah:

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

Keterangan:

P = daya motor yang digunakan

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

Diketahui:

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

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

$$= \frac{746}{(2 \times 3.14 \times 15.55)/60}$$

$$= 458.51 \text{ Nm}$$

Jadi T penggerak = 458,5 Nm > *Treducer* yang digerakkan = 236.3 Nm. Sesuai dengan hasil perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa motor listrik penggerak pada mesin pengerol pipa yang digunakan 1 HP memenuhi syarat mampu kerja.

### 3.4. Hasil Akhir Mesin

Setelah dilakukan proses pembuatan dan perakitan mesin sesuai dengan desain yang telah dibuat diperoleh mesin yang telah jadi sesuai pada gambar berikut ini :



Gambar 3.5 Hasil akhir mesin

### 3.5. Biaya Total

Biaya total adalah jumlah biaya yang dikeluarkan pada proses perancangan dan pembuatan mesin *roll bending* yang diakumulasi dari biaya bahan baku dan biaya pembuatan

Biaya total = Biaya bahan baku + Biaya pembuatan

= Rp 2.643.000 + Rp 3.030.000

= Rp 5.673.000

Jadi biaya total dari proses perancangan dan pembuatan mesin *roll bending* adalah Rp 5.673.000.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, penulis mendapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pembuatan desain dan gambar kerja mesin *roll bending* ini dikerjakan menggunakan *software Autodesk Autocad 2007* dan *Inventor Professional 2017*. Gambar kerja mesin *roll bending* terdiri dari : gambar kerja rangka dan bagian-bagiannya, gambar kerja slide dan bagian-bagiannya, gambar kerja poros geser dan poros tetap, gambar kerja matras roll, gambar kerja sistem transmisi.

2. Mesin *roll bending* ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Dimensi : 422 x 538 x 860 mm

Penggerak utama : motor listrik AC 1 phase 1HP 1400 rpm

Mekanisme penekan : dongkrak hidrolik

Sistem transmisi : gear box reduser 1:60, 2 buah sprocket

rs 40 (36:36), 2 buah sprocket (17:25),

rantai rs 40 dan rs 50.

Putaran akhir mesin : 15,30 rpm

3. Dari hasil uji coba mesin didapatkan hasil proses pengerolan sebagai berikut :

a. Pada pipa galvanis diameter 1 inch dengan panjang mula-mula 580mm dengan hasil *radius minimum* 195mm dengan waktu 20 menit

b. Pada pipa galvanis diameter 1.5 inch dengan panjang mula-mula 1200mm dengan hasil *radius minimum* 980mm dengan waktu 30 menit.

c. Pada pipa kotak 22 x 22 mm dengan panjang mula-mula 1000mm dengan hasil *radius minimum* 908mm dengan waktu 15 menit.

4. Total biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan mesin *roll bending* ini sebesar Rp 5.673.000 dengan lama pengerjaan 1,5 bulan.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

Djennoedin, Soelastri . 1995. *Hidrolika Jilid 1*. Bandung: ITENAS

Fauzan. 2010 . *Roll bending pipa untuk pembuatan rangka acanopy*. Surabaya: Institute Teknologi Sepuluh Nopember

Iswantoro . 2015. *Perancangan Mesin Bending Dengan Memanfaatkan Sitem Dongkrak Hidrolik Sederhana*. Jakarta: Universitas Muhammadiyah Jakarta.

Mustaqim, Ahmad. 2012. *Perancangan Alat Pengerol Pipa*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.

Popov, E.P. 1996. *Mekanika Teknik*. Jakarta: Erlangga.

Sularso., dan Suga, Kiyokatsu. 2008. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Sato,G.Takesi dan Hartanto, N. S. 2000. *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*. PT. Jakarta: Pradnya Paramita.

Yunus. 2015. *Rancang Bangun Mesin Pengerol Plat Bergelombang*. Surabaya: Jurnal Rekayasa Mesin.Vol. 02,No. 02: 52-56