



## **ANALISA KETEBALAN PLAT TERHADAP DAYA ROLLING PADA PROSES *ELECTRIC SLIP ROLL***

### ***ANALYSIS OF PLATE THICKNESS ON ROLLING POWER IN ELECTRIC SLIP ROLL PROCESS***

**Yarlindra Juliardi**

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan

Jl. Pahlawan No. 99 Batu Aji Kota Batam, Indonesia

e-mail: yarlindra@ft.unrika.ac.id

#### Abstrak

Pada era industrialisasi dewasa ini proses pembentukan logam memegang peranan penting. Hal ini disebabkan adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang begitu pesat, seiring dengan meningkatnya bahan-bahan konstruksi. Untuk menunjang hal tersebut diatas diperlukan suatu pengetahuan dasar yang memadai dan luas tentang suatu bahan atau material, sifat-sifat, serta karakteristik pembentuknya. Proses pembentukan logam pada dasarnya merupakan proses pembuatan benda kerja dengan merubah bentuk logam (plat), dengan cara memberikan gaya luar sehingga terjadi deformasi plastis. Salah satu dari proses pembentukan ini adalah proses roll bending.

Kata Kunci: Analisa Ketebalan; Plat; Daya Rolling; Electric Slip Roll

#### *Abstract*

*In today's era of industrialization, the metal forming process plays an important role. This is due to the rapid development of science and technology, along with the increase in construction materials. To support the above, it is necessary to have an adequate and broad basic knowledge of a material or material, its properties, and the characteristics of its constituents. The metal forming process is basically a process of making a workpiece by changing the shape of the metal (plate), by applying an external force so that plastic deformation occurs. One of these forming processes is the roll bending process.*

*Keywords: Thickness Analysis; Plate; Rolling Power; Electric Slip Roll*

## **PENDAHULUAN**

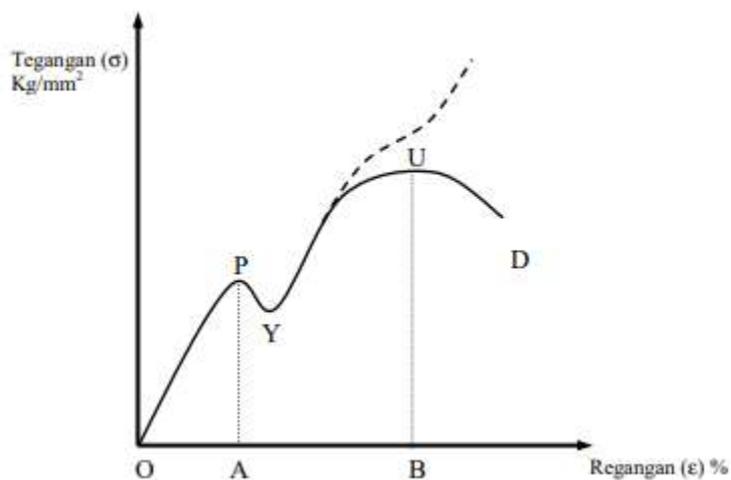
Dalam era industrialisasi dewasa ini proses pembentukan logam memegang peranan penting. Hal ini disebabkan adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang begitu pesat, seiring dengan meningkatnya bahan-bahan konstruksi. Untuk menunjang hal tersebut diatas diperlukan suatu pengetahuan dasar yang memadai dan luas tentang suatu bahan atau material, sifat-sifat, serta karakteristik pembentuknya.

Proses pembentukan logam pada dasarnya merupakan proses pembuatan benda kerja dengan merubah bentuk logam (plat), dengan cara memberikan gaya luar sehingga terjadi deformasi plastis. Salah satu dari proses pembentukan ini adalah proses roll bending. Proses roll bending merupakan suatu proses untuk membentuk suatu material lembaran (plat) menjadi bentuk silindris. Proses ini sering kali digunakan untuk mengubah lembaran plat atau plat menjadi saluran, drum, tangki dan lain -lain.

Penentuan atau perhitungan gaya-gaya yang terjadi pada proses pengerol biasanya cukup lama diprediksi karena perlu suatu perhitungan dengan rumus yang akan cukup lama dilakukan dengan cara manual. Terlebih apabila plat yang akan di roll banyak dan mempunyai spesifikasi (tebal dan jenis bahan) yang berbeda, kondisi tersebut akan menghambat kelancaran proses. Berhasil baik atau tidaknya suatu proses pengerol sangat bergantung pada keterampilan operator serta didukung oleh kemampuan dari mesin pengerol itu sendiri. Biasanya masalah yang sering terjadi dalam pengerolan adalah sering terbakarnya motor pada mesin pengerol akibat ketidakmampuan motor dalam pengerolan plat, yang sering terjadi pada saat pengerolan plat dengan ketebalan 2 mm. Untuk mengatasi fenomena di atas maka dilakukan penganalisaan pada daya mesin pengerol tersebut, seberapa besar pengaruh ketebalan dari plat terhadap daya mesin pengerol tersebut dengan cara mensimulasikan ketebalan plat dari 0,5 mm sampai ketebalan maksimal plat 2 mm dengan bahan yang digunakan sama yaitu baja ST 37, dan mesin pengerol yang digunakan adalah semi otomatis seperti yang telah direncanakan.

#### Dasar Teori Pengerolan

Perubahan bentuk pada suatu plat atau material disebut dengan deformasi. Perubahan bentuk (deformasi) terdiri dari dua macam deformasi, yaitu deformasi elastis dan plastis. Apabila suatu gaya diberikan pada suatu material, maka material tersebut akan mengalami perubahan bentuk dan jika gaya tersebut dihilangkan maka benda akan kembali ke bentuk semula.



Gambar 1. Diagram Tegangan Regangan



### Sifat-sifat Mekanik Material

Bahan yang digunakan dalam suatu proses pembentukan memiliki sifat-sifat tertentu sehingga produk yang dihasilkan mempunyai sifat yang diharapkan.

Sifat-sifat yang biasa digunakan dalam proses pembentukan logam adalah :

1. Strain ( Regangan )
2. Stress ( Tegangan )
3. Ductility ( Keuletan )
4. Maleability
5. Strength ( Kekuatan )
6. Toughness ( Ketangguhan )
7. Hardness ( Kekerasan )

### Pengertian Deformasi Elastis dan Deformasi Plastis

Secara makroskopis, deformasi dapat dilihat sebagai perubahan bentuk dan ukuran. Perubahan bentuk yang terjadi dapat dibedakan atas deformasi elastis dan deformasi plastis.

### Mekanisme Deformasi

Perubahan bentuk, baik deformasi elastis maupun deformasi plastis, disebabkan oleh bergesernya atom-atom dari tempatnya yang semula. Pada deformasi elastis adanya tegangan akan menggeser atom-atom ke tempat kedudukannya yang baru, dan atom-atom tersebut akan kembali ketempat semula bila tegangan ditiadakan.

### Teori Bending

Bending merupakan proses yang mengubah bentuk-bentuk lurus menjadi lengkungan. Proses ini merupakan proses yang sering digunakan untuk mengubah lembaran dan plat menjadi drum, saluran, tangki dan lain-lain.

Adapun proses bending dapat dibagi menjadi 8 bagian :

1. Angle Bending
2. Press Brake Bending
3. Draw bending
4. Roll Bending
5. Roll Forming
6. Seaming
7. Straightening
8. Flanging



Dalam proses pekerjaan bending, ada beberapa kemungkinan gagal pembentukan benda yang terjadi, diantaranya yaitu:

1. Springback
2. Sobek
3. Patah benda

#### Roll Bending

Roll bending adalah sebuah proses yang digunakan untuk membentuk benda kerja menjadi bentuk-bentuk silinder / circular.

#### Prinsip Kerja Mesin Roll Bending

Pada dasarnya proses rol bending merupakan gabungan dari dua proses pembentukan. Dalam proses rol bending biasanya terdapat tiga buah roll. Satu buah terdapat dibagian atas dan dua buah roll dibagian bawah. Lembaran pelat yang akan di roll diletakan disela-sela antara roll atas dan bawah

Jadi pada prinsipnya proses roll bending terbagi atas dua tahapan yaitu :

1. Tahap Bending, roll bagian atas tidak berputar, lalu bergerak menekan pelat dibawahnya. Hal ini digunakan untuk memperoleh busur kelengkungan dari pelat.
2. Tahap Rolling, roll bagian atas ikut berputar, digunakan untuk memperoleh deformasi yang seragam sampai terbentuk busur lengkungan sama sepanjang benda kerja.

#### Tahapan Proses Pembuatan Drum

Proses pembuatan drum dilakukan pada pengerjaan dingin (cold working) dimana bahan baku yang berupa lembaran baja di roll diantara roll atas dan bawah sampai berbentuk silindris.

#### Proses Pembentukan Plat untuk di Uji Tarik

Sebelum material (plat) dilakukan proses pengerolan, material (plat) tersebut harus diuji terlebih dahulu untuk mengetahui seberapa besar kekuatan tarik (Yield Strength) dan kekuatan mulur (Ultimate Tensile Strength) yang dimiliki oleh material ( plat ) tersebut

#### Proses Penandaan dan Pemotongan Plat

Lembaran baja yang sudah dipersiapkan akan diukur dan ditandai sesuai dengan ukuran diameter dan panjang yang telah ditentukan, yaitu panjang plat = 625 mm, lebar plat = 175 mm dan tebal dari plat divariasikan  $t_1 = 0,5$  mm,  $t_2 = 1$  mm,  $t_3 = 1,5$  mm, dan  $t_4 = 2$  mm.



### Proses Groving

Hasil dari benda yang di potong tersebut perlu dilakukan penghalusan pada bagian sisi-sisi yang dipotong dengan menggunakan gerinda. Hal ini dilakukan agar dalam proses pengerolannya nanti dapat dilakukan dengan benar dan dengan hasil yang baik.

### Proses Pengerolan Plat

Proses ini merupakan proses pembentukan plat menjadi bentuk silindris yang menggunakan mesin roll dengan tiga buah roll pembentuk. Prosesnya dilakukan beberapa tahap sehingga hasil proses sudah terbentuk silindris (Drum).

### Proses Finishing

Setelah proses pengerolan maka langkah berikutnya adalah menggerinda sisi yang akan disambung (dilas). Untuk menghasilkan bentuk yang lebih baik sesuai dengan yang di inginkan.

## **METODOLOGI**

Untuk mendapatkan data – data teknik dan teori penunjang dalam usaha untuk memecahkan masalah atau dalam rangka untuk mencapai tujuan, dilakukan pengamatan sebagai berikut:

a. Pustaka

Dalam hal ini diusahakan untuk mempelajari literatur yang terdapat di perpustakaan.

b. Analisis

Disini dilakukan penganalisaan terhadap daya mesin pengerol pada saat proses roll bending dengan mensimulasikan tebal plat dan menggunakan mesin roll bending semi otomatis yang telah direncanakan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data - data yang digunakan dalam perhitungan ini diambil dari hasil obsevasi langsung pada mesin pengerol tersebut dan mencari literatur - literatur yang berkaitan mengenai perhitungan yang di perlukan.

### Bahan yang digunakan

Jenis bahan (material ) yang digunakan adalah Baja St 37 dan mempunyai spesifikasi Ultimate Tensile Strength (Su), Yield Strength (Sy) dan modulus elastisitas yang sama.

nilai Ultimate Tensile Strength (Su) dan Yield Strength (Sy) yang di dapat adalah sebagai berikut:

Baja St 37 0,2 % C,dengan spesifikasi :

$t_1 = 0,5 \text{ mm}$



$$S_y = 29,291 \text{ Kg/mm}^2$$

$$S_u = 38,709 \text{ Kg/mm}^2$$

$$E = 21090 \text{ Kg/mm}^2$$

Baja St 37 0,2 % C, dengan spesifikasi :

$$t_2 = 1 \text{ mm}$$

$$S_y = 29,291 \text{ Kg/mm}^2$$

$$S_u = 38,709 \text{ Kg/mm}^2$$

$$E = 21090 \text{ Kg/mm}^2$$

Baja St 37 0,2 % C, dengan spesifikasi :

$$t_3 = 1,5 \text{ mm}$$

$$S_y = 29,291 \text{ Kg/mm}^2$$

$$S_u = 38,709 \text{ Kg/mm}^2$$

$$E = 21090 \text{ Kg/mm}^2$$

Baja St 37 0,2 % C, dengan spesifikasi :

$$t_4 = 2 \text{ mm}$$

$$S_y = 29,291 \text{ Kg/mm}^2$$

$$S_u = 38,709 \text{ Kg/mm}^2$$

$$E = 21090 \text{ Kg/mm}^2$$

#### Dimensi Bahan

- Panjang plat = 625 mm
- Lebar plat = 175 mm
- Tebal plat = 0,5 - 2 mm (divariasikan)

#### Spesifikasi Mesin Roll

- Model : Semi Otomatis
- Daya Motor Listrik : 1 Pk / 1500 rpm
- Diameter Roll Kecil : 44 mm
- Diameter Roll Besar : 54 mm
- Bending Speed : 420 mm/menit
- Panjang Roll : 620 mm.

### Rumusan Perhitungan Dalam Pengerolan Pelat

Diameter dalam (Dd) dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

Sehingga untuk menentukan jari-jari dalam drum adalah:

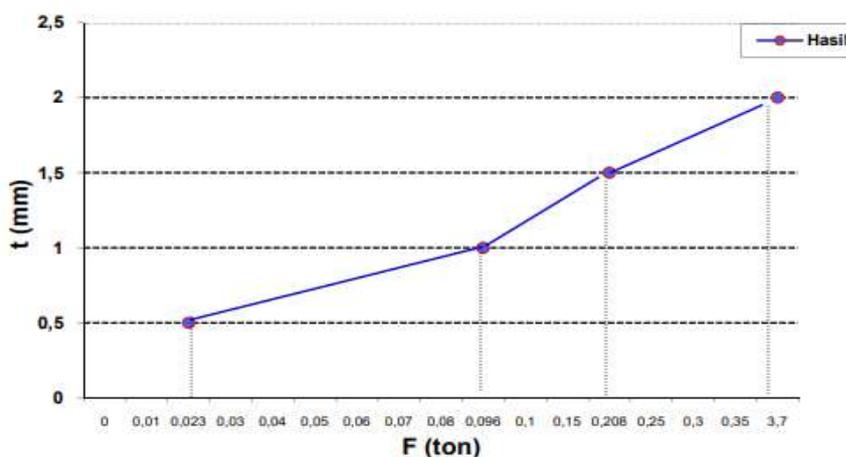
- a. Lebar Pelat datar yang diperlukan ( BA )

Untuk mengetahui Lebar pelat yang diperlukan untuk pembuatan pipa sebelum proses pengerjaan, dapat diketahui dengan persamaan :

- b. Radius pengerolan rata-rata (Rr)
- c. Gaya pengerolan pelat (F)

**Tabel 1 Hasil Perhitungan F, W, Lw dan Rd.**

Perhitungan	Ketebalan Plat divariasikan (mm)			
	0,5	1	1,5	2
<b>F (ton)</b>	0,023	0,092	0,208	0,370
<b>W (mm)</b>	155,12	155,24	155,36	155,50
<b>L<sub>w</sub> (mm)</b>	77,56	77,62	77,68	77,75
<b>R<sub>L</sub> (mm)</b>	310,25	310,5	310,75	311



**Grafik 1. Hubungan gaya beban (F) dan tebal plat (t)**



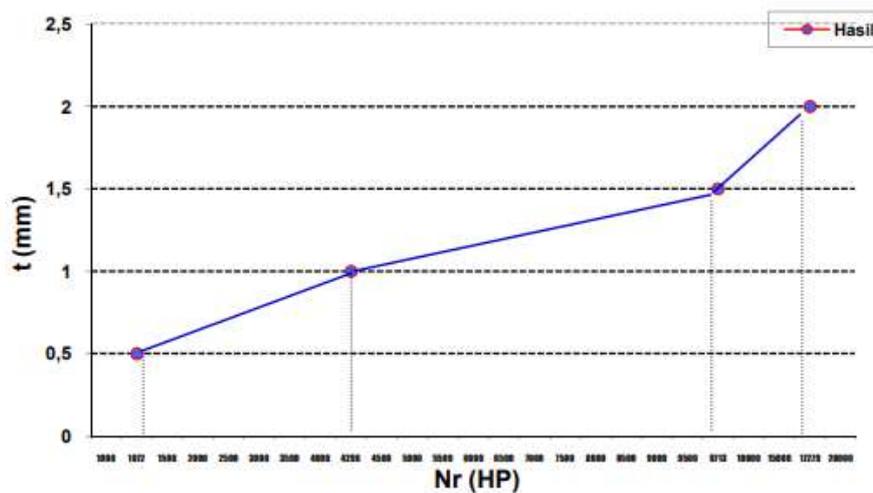
- d. Daya Pengerol Pelat (Nr)
- e. Daya Untuk Mengatasi Gesekan

$$M_f = M_1 + M_2$$

$$= 0,04 + 0,08$$

**Tabel 2 Hasil Perhitungan Nr dan Mr.**

Perhitungan	Ketebalan Plat divariasikan (mm)			
	0,5	1	1,5	2
N <sub>r</sub> (HP)	1072,4	4296,5	9713,8	17279,4
M <sub>r</sub> (ton)	0,31	1,24	2,80	4,99



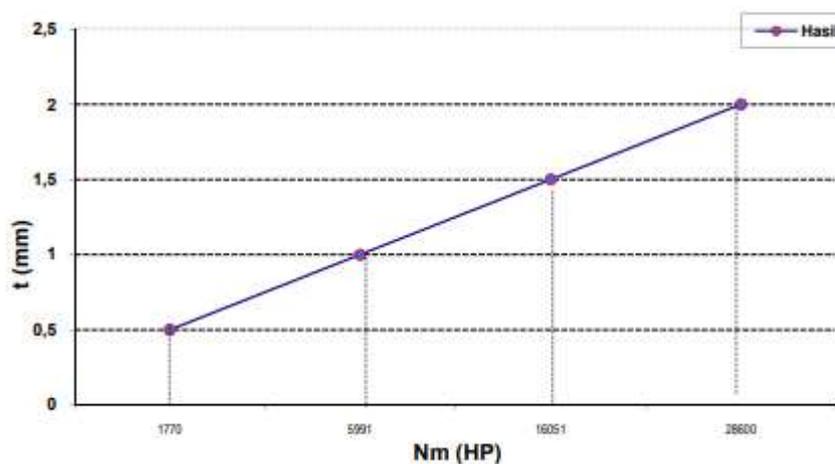
**Grafik 2. Hubungan Daya Pengerol (Nr) dan tebal plat (t)**

- f. Daya Untuk Mengatasi Gesekan (Nf)
- g. Total Daya Motor Pengerak (Nm)

Dimana efisiensi pengerolan :

**Tabel 3 Hasil Perhitungan Mf, Nf, dan Nm.**

Perhitungan	Ketebalan plat ( t ) divariasikan (mm)			
	0,5	1	1,5	2
Mf (ton/mm)	0,12	0,49	1,09	1,95
Nf (HP)	415	1695	3770	6745
N <sub>m</sub> (HP)	1770	5991	16051	28600



**Grafik 3. Hubungan Daya Pengerol (Nm) dan tebal plat ( t )**

## KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan analisa yang memvariasikan ketebalan plat dengan bahan yang sama yaitu baja St 37 dengan Yield Strength = 29,291 kg/mm<sup>2</sup> dan Ultimate Tensile Strength = 38,709 kg/mm<sup>2</sup>, maka dapat kita ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari tabel 2 dan grafik 1 yang diperoleh dapat ditarik kesimpulan bahwa ketebalan plat memberikan pengaruh besar terhadap besarnya gaya beban pengerolan yang dilakukan untuk memutar roll pada proses pengerolan, dimana semakin tebal plat yang digunakan maka gaya beban mesin pengerol yang diperlukan juga semakin besar.



2. Dari tabel 3 dan grafik 2 yang diperoleh dapat ditarik kesimpulan bahwa ketebalan plat juga memberikan pengaruh besar terhadap daya mesin pengerol tersebut, yang dilakukan pada saat memutar roll pada proses pengerolan, dimana semakin tebal plat yang digunakan maka daya pengerolan yang di butuhkan oleh mesin pengerol tersebut juga semakin besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chakrapani, K. & Neelamegam, DR.P. 2011. Optimization of Fuel Consumption Using HHO In HDL Technique Verified In FPGA. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. ISSN: 1992- 8645 PP 140-146.
- Current Status and Future Trends. *Proceedings of The IEEE*. Vol. 100, No. 2 Page 410-426.
- Frank Wilson. 2012. *Fundamental Of Tool Design*, Englewood Cliffs, New Jersey.
- K. Giekck. 2012. *Kumpulan Rumus Teknik*, Cetakan kedua. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Hidayatulloh, P. 2015. Diskursus Bahan Bakar Air. *Jurnal Sinergi*. Vol. 19 No. 2. ISSN: 1410-2331. Hal. 129- 138.
- Hidayatullah, P. & Mustari, F. 2008. *Rahasia Bahan Bakar Air: Cara Mengirit Bensin dan Solar dengan Memanfaatkan Air*. Jakarta: Ufuk Press.
- Nagai, N., Takeuchi, M. and Kimura. 2003. Existence of optimum space between electrodes on hydrogen production by water electrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy*. Vol. 28, Hal. 35-41.
- Sularso, Kiyakatsu Sug. 2011. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*, Cetakan VII. Jakarta: Pradnya Paramita.
- U.S Department of Energy. 2014. *Fuel Cell Technologies Office*. Washington DC: U.S Department of Energy.
- Ursua, A., Gandia, L. M. & Sanchis, P. 2012. *Hydrogen Production From Water Electrolysis*.
- Mang, N., Barrera, J., Siss, T. & Paya, A. 2013. *Hydro-Gen 25% Report*. Makalah dalam A.B.S Thesis Prepared in Partial Fulfillment of The Requirement for The Degree of Bachelor os Science in Mechanical Engineering. Florida International University. Florida, 10 April 2013.
- Lewis, M., & Waller, G. 2000. *Thinking Chemistry GCSE Edition*. Oxford: Oxford University Press.



- Widhiyanuriyawan, D., Hamidi N. & Wijono. 2013. Karakteristik Produksi Browns Gas Dengan Menggunakan Tenaga Matahari. Jurnal Rekayasa Mesin. Vol 4. Pp. 79-84. ISSN 0216-468X.
- Widhiyanuriyawan, D. 2016. Performance of Distilled Water Electrolysis with Adding of Sodium Bicarbonate as Catalytic. Applied Mechanics and Materials. Vol. 836, pp. 294-298.