

# ANALISA DISTRIBUSI TEGANGAN TOTAL, TEGANGAN GESER MAKSIMUM DAN DEFORMASI TOTAL PADA POROS DAN *ROLL BENDING* DENGAN METODE ELEMEN HINGGA MENGGUNAKAN SOFTWARE *SIMULASI NUMERIC*

Herri Darsan<sup>1</sup>, Zulfadli<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Mekatronika Politeknik Aceh

<sup>1,2</sup>Jl. Politeknik Aceh. Pango Raya, Banda Aceh 23119

<sup>1</sup>[herri@politeknikaceh.ac.id](mailto:herri@politeknikaceh.ac.id), <sup>2</sup>[zulfadli@politeknikaceh.ac.id](mailto:zulfadli@politeknikaceh.ac.id)

## ABSTRACT

*Shaft and roll bending is an element of a machine used for rolling pipes, bending pipes to curved and formed the desired angle. Roll operations often accept the burden that intersect between the pipes and the roll. The load will result in stress and strain. To make roll work safely, the various stresses and strains that occur must be calculated by using numerical simulation software to determine stresses and strains that occur on the shaft and roll bending. The bending of the shaft caused by a given load on the axis is  $F = 3382.339$  N, and the loading on the roll bending that occurs on the surface of the exposed pipes is equal to  $F = 3361.51$  N. Distribution of maximum shear stress that occurs in the shaft mounted roll bending is  $135.3$  MPa. The maximum shear stress distribution that occurs in roll bending is  $69.91$  MPa. The maximum strain distribution that occurs in roll bending is  $\epsilon_{max} = 9.088 \times 10^{-3}$  Mpa, and the maximum strain distribution that occurs in the shaft is  $\epsilon_{max} = 2.507 \times 10^{-3}$  Mpa. With these results, shaft and roll bending can work safely because the voltage that occurs does not exceed the voltage that occurs on the shaft and roll*

**Keywords:** Roll Bending, Poros, stress, strain.

## ABSTRAK

*Poros dan roll bending merupakan suatu elemen mesin yang digunakan untuk pengerollan pipa, membengkokkan pipa hingga melengkung dan terbentuk sudut sesuai dengan yang diinginkan. Pengoperasian roll sering menerima beban yang bersinggungan antara pipa dengan roll. beban tersebut akan mengakibatkan terjadinya tegangan dan regangan. Agar roll dapat bekerja dengan aman, maka berbagai tegangan dan regangan yang terjadi harus dihitung dengan menggunakan software simulasi numeric untuk mengetahui tegangan dan regangan yang terjadi pada poros dan roll bending. Sehingga mengakibatkan terjadinya pembengkokan pada poros yang diakibatkan oleh pembebanan yang diberikan pada poros sebesar  $F = 3382,339$  N, dan pembebanan pada roll bending yang terjadi pada permukaan yang terkena pipa. Yaitu sebesar  $F = 3361,51$  N. Distribusi tegangan geser maksimum yang terjadi pada poros yang dipasang roll bending adalah  $135,3$  Mpa. Distribusi tegangan geser maksimum yang terjadi pada roll bending adalah  $69,91$  Mpa. Distribusi regangan maksimum yang terjadi pada roll bending adalah sebesar  $\epsilon_{max} = 9,088 \times 10^{-3}$  Mpa. Distribusi regangan maksimum yang terjadi pada poros adalah sebesar  $\epsilon_{max} = 2,507 \times 10^{-3}$  Mpa. Dengan hasil tersebut, poros dan roll bending dapat bekerja dengan aman, karena tegangan yang terjadi tidak melebihi harga tegangan yang terjadi pada poros dan roll.*

**Kata kunci:** *Roll Bending, Poros, tegangan, regangan.*

## I. PENDAHULUAN

Poros dan *rollbending* merupakan suatu elemen mesin yang digunakan untuk membengkokkan pipa hingga melengkung dan terbentuk sudut sesuai dengan yang diinginkan[1]. Dari pengamatan yang terjadi salah satu penyebab terjadinya kegagalan pada proses pelengkungan pipa yaituporos sering terjadi lendutan akibat beban yang lebih sedangkan pada *roll bending* kerusakan yang sering terjadi pecah dan aus Hal ini disebabkan karena terjadinya beberapa pembebanan yang tidak seimbang yang diterima oleh poros dan *roll bending* tersebut yang menyebabkan terjadi regangan, tegangan dan lendutan pada poros yang menyebabkan kedua *rollbending* tidak seimbang dengan *roll bending* yang lain.

*rollbending* sering menerima beban yang bersingungan dengan pipa. Beban tersebut akan mengakibatkan terjadinya deformasi dan regangan. Agar *rollbending* dapat bekerja dengan aman, maka berbagai tegangan yang terjadi harus dihitung dan harganya harus tidak melebihi harga tegangan yang terjadi pada *roll bending* tersebut[2]. Maka dari itu perlu analisa untuk mengetahui deformasi total, distribusi tegangan total dan tegangan geser maksimum yang terjadi pada poros dan *rollbending* dengan menggunakan *software* simulasi *Numeric* sehingga diperoleh informasi yang cepat, akurat dan berguna [3].

Analisa yang dilakukan adalah untuk menganalisa besarnya tegangan yang terjadi pada poros dan *rollbending* yang dibatasi pada :

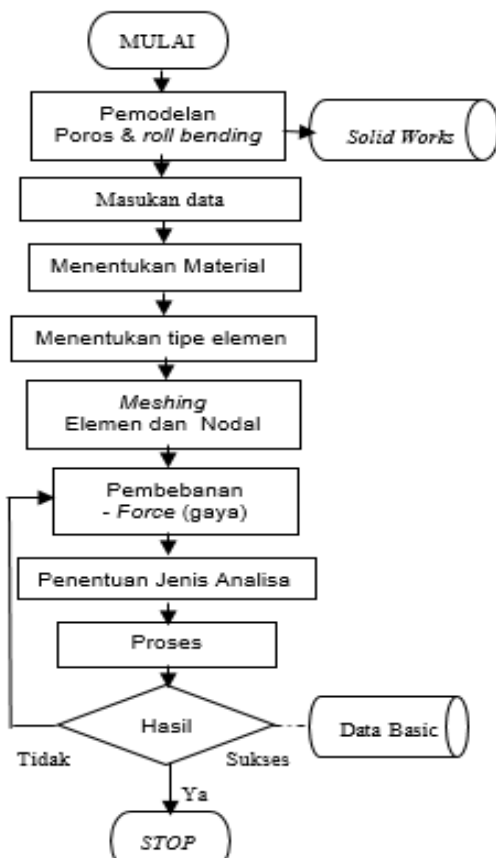
1. Analisa hanya dilakukan pada poros dan *rollbending*
2. Analisa dengan metode elemen hingga dengan menggunakan *software* Simulasi *Numeric*

3. Pembebanan diberikan pada poros dan *roll bending*.

## II. METODE PENELITIAN

Analisis pada poros dan *roll bending* dengan metode elemen diperlukan untuk mengetahui tegangan dan regangan serta deformasi total pada poros dan *roll bending*[3]. Kemajuan teknologi saat ini sangat memungkinkan perancangan dan perhitungan dengan bantuan komputer. Dalam analisis ini, pemodelan dibuat menggunakan *software Solid Works 2010*. Untuk analisis Metode Elemen Hingga menggunakan simulasi *Numerik*

Adapun diagram alir analisa distribusi tegangan total, tegangan geser maksimum dan deformasi total pada poros dan *roll bending* dengan metode elemen hingga menggunakan *software* simulasi *numeric*



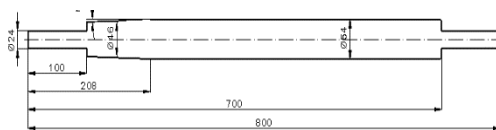
Gambar 2.1. Diagram alir

Analisis dengan metode elemen hingga pada *software* Simulasi *Numeric* dilakukan dengan urutan proses perhitungan sebagai berikut :

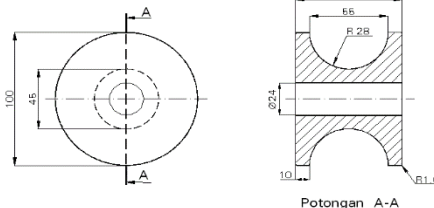
1. *Modeling* (menggambar model)
2. *Import* model
3. Menentukan tipe material
4. Pembebanan ( penentuan jenis dan arah beban )
5. *Meshing* ( menentukan jumlah elemen dan koordinat nodal )
6. Analisis
7. Menampilkan hasil yang didapat.

**1. Sketsa Gambar Poros dan Roll Bending**

Pemodelan poros dan *roll bending* dikerjakan menggunakan *Software Solid works 2010*



Gambar 2.2 Sketsa poros

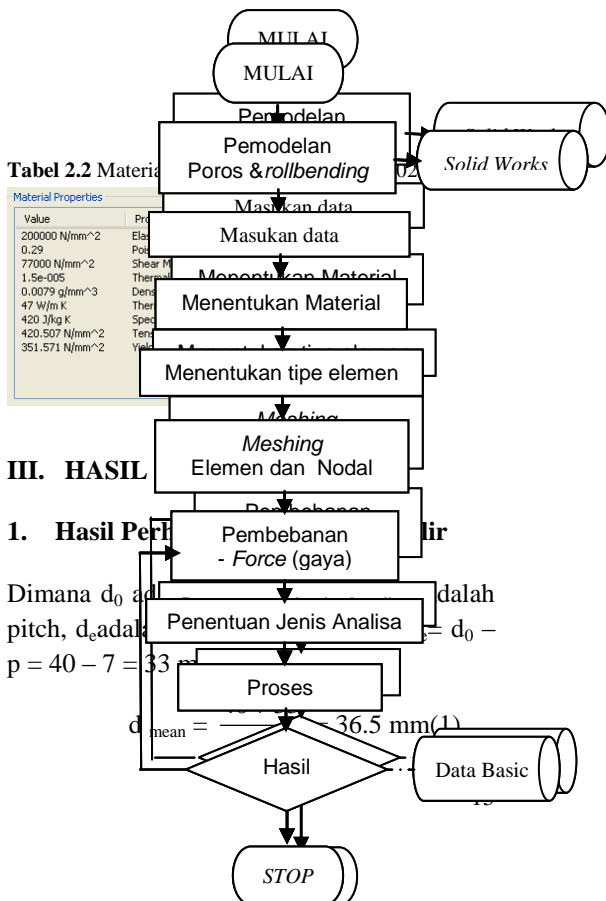


Gambar 2.3 Sketsa rollbending

**2. Data Material**

Material yang digunakan untuk poros yaitu baja *Maleable cast iron* dan material yang digunakan untuk *rollbending* baja AISI 1020 yaitu yang mana masing-masing data material dapat dilihat pada tabel di bawah ini [1].

Tabel 2.1 Material untuk poros *maleable cast iron*



Tabel 2.2 Material

**III. HASIL**

**1. Hasil Perhitungan**

Dimana  $d_0$  adalah pitch,  $d_e$  adalah  $d_0 - p = 40 - 7 = 33$

$$d_{mean} = \frac{d_0 + d_e}{2} = \frac{40 + 33}{2} = 36.5 \text{ mm (1)}$$

koefisien ulir

$$\tan \alpha = \frac{P}{\pi d} \quad (2)$$

$$\tan \alpha = \frac{7}{3,14 \cdot 36,5 \text{ mm}} = 0,06$$

## 2. Perhitungan Pembebanan Pada Roll Bending

Rumus untuk torsi pada ulir. Dimana D adalah panjang *handle* 200 mm, F adalah Gaya tangan 130 N,  $d_{\text{mean}}$  adalah 36,5 mm [6].

$$T = F \times \frac{D}{2} \quad (3)$$

$$T_{\text{tangan}} = F \times \frac{D}{2} \quad (4)$$

$$T_{\text{tangan}} = 130 \times \frac{200}{2} = 13000 \text{ N.mm}$$

Mencari gaya yang bekerja pada *roll bending* dengan menggunakan rumus torsi yang terjadi di ulir dimana torsi ulir sama dengan torsi tanggant [6].

$$T = W \left( \frac{\tan \alpha + \tan \phi}{1 - \tan \alpha \cdot \tan \phi} \right) \frac{d}{2} \quad (5)$$

Dimana T adalah torsi ulir,  $W_{\text{tp}}$  adalah gaya yang bekerja pada *roll* akibat tekanan pipa,  $d_{\text{mean}}$  adalah diameter rata-rata ulir,  $\tan \alpha$  adalah koefisien sudut ulir,  $\tan \phi$  adalah koefisien gesekan

$$W_{\text{tp}} = \frac{T}{\left( \frac{\tan \alpha + \tan \phi}{1 - \tan \alpha \cdot \tan \phi} \right) \frac{d}{2}} \quad (6)$$

$$W_{\text{tp}} = \frac{13000}{\left( \frac{0,06 + 0,15}{1 - 0,06 \cdot 0,15} \right) \frac{36,5}{2}} \quad (7)$$

$$W_{\text{tp}} = 3361,51 \text{ N}$$

Jadi gaya yang terjadi pada *rollbending* adalah  $W_{\text{tp}} = 3361,51 \text{ N}$

Perhitungan Pembebanan pada poros

Dimana  $W_{\text{roll}}$  adalah akibat tekanan pipa = 3361.51 N, M adalah massa *roll* = 2,1233 kg,  $W_{\text{roll}}$  adalah 2,1233 kg x 9,81,  $W_{\text{roll}}$  adalah 20,8296 N Untuk mendapatkan gaya pada poros dapat dihitung dengan persamaan berikut ini [2]:

$$\begin{aligned} F &= W_{\text{tp}} + W_{\text{roll}} \dots (8) \\ &= 3361,51 + 20,8296 \\ F &= 3382,339 \text{ N} \end{aligned}$$

## 3. Analisis Dengan Metode Elemen Hingga

Perhitungan tegangan dengan metode elemen hingga dilakukan dengan program simulasi *numeric*. Analisis dilakukan pada poros daerah konsentrasi tegangan paling tinggi yaitu pada ujung penekan dan *roll bending* di daerah konsentrasi tegangan paling tinggi yaitu pada alur *roll* yang bersentuhan dengan pipa. Gaya yang dapat dilakukan oleh manusia untuk memutar *handle* adalah 130 N [4].

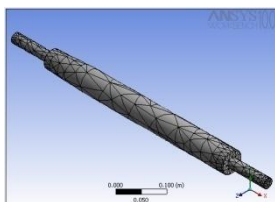
### • Pembebanan

Pembebanan pada analisis ini, beban yang akan ditinjau pada ujung poros yang dipasang *roll bending*. Dengan asumsi pembebanan gaya yang di hasilkan oleh manusia ditambah dengan gaya pada perhitungan ulir maka di hasilkan gaya sebesar  $F = 3382,339 \text{ N}$ . Pada *rollbending Pembebanan* yang terjadi pada permukaan yang terkena pipa. Yaitu sebesar  $F = 3361,51 \text{ N}$ .

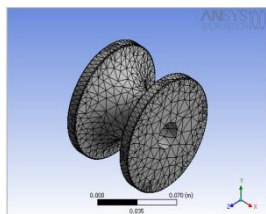
### • Meshing pada Poros dan Roll Bending

*Meshing* adalah membagi komponen menjadi elemen-elemen kecil yang selanjutnya dianalisis dengan kondisi pembebanan dalam perhitungan [5]. Untuk analisa tiga dimensi dilakukan *meshing* pada seluruh rangkaian komponen pada poros dapat dilihat pada gambar 3.1 dan *roll bending* pada gambar 3.2 dengan *Meshing* halus yang dilakukan secara otomatis yang mempunyai 2290 elemen *Tetrahedron* dengan nodal 4111 pada porossedangakan

pada Roll bending 9771 elemen *Tetrahedron* dengan nodal 16573.



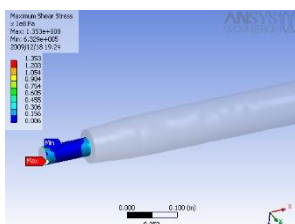
Gambar 3.1 Meshing pada poros



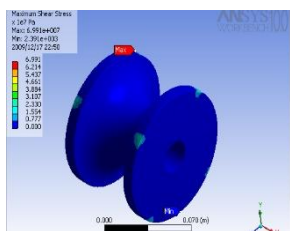
Gambar 3.2 Meshing pada roll Bending

• **Distribusi Tegangan Geser Maksimum**

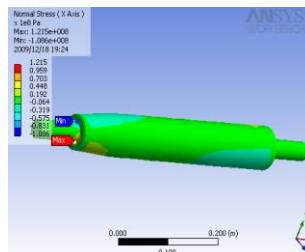
Distribusi tegangan geser maksimum yang terjadi adalah sebesar 135,3 Mpa, tegangan maksimum yang terjadi adalah pada ujung poros yang dipasang *roll bending* dapat dilihat pada gambar 3.3. Pada *roll bending* Distribusi tegangan geser maksimum yang terjadi adalah sebesar 69,91 Mpa tegangan maksimum yang terjadi pada permukaan yang terkena pipa dapat di lihat pada gambar 3.4.



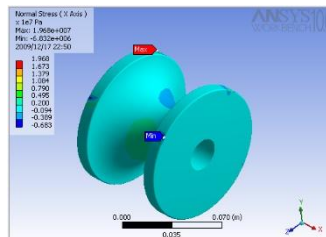
Gambar 3.3 Distribusi tegangan geser maksimum



Gambar 3.4 Distribusi tegangan geser maksimum



Gambar 3.5 Distribusi tegangan normal



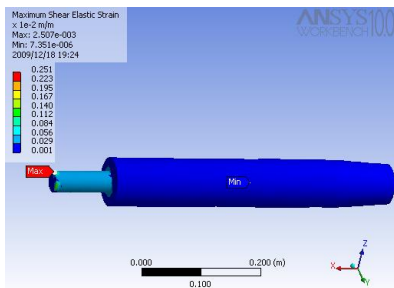
Gambar 3.6 Distribusi tegangan normal

• **Distribusi Tegangan Normal**

Distribusi tegangan normal yang terjadi pada poros rata-rata adalah 121.5 Mpa dapat dilihat pada gambar 3.5. Pada *roll bending* distribusi tegangan normal yang terjadi rata-rata adalah 196,8 Mpa dapat dilihat pada gambar 3.6. Terdapat nilai *plus* dan *min*, nilai *plus* adalah benda tersebut mengalami tegangan akibat bengkokan yang terjadi karena tekanan dan berat *roll bending* sedangkan nilai *min* logam mengalami regangan akibat lawan gaya dari tegangan.

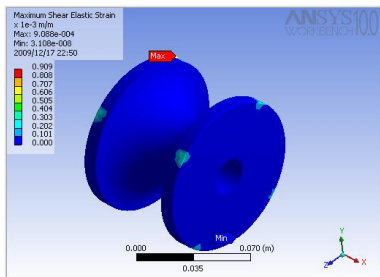
• **Regangan maksimum**

Distribusi regangan maksimum yang terjadi adalah sebesar  $2,507 \times 10^{-3}$  Mpa. yang dapat terlihat pada gambar 3.7 regangan maksimum yang terjadi adalah pada ujung poros yang dipasang *roll bending*.



Gambar 3.7 Distribusi regangan maksimum

Distribusi regangan maksimum yang terjadi pada *rollbending* adalah sebesar  $\epsilon_{\max} = 9,088 \times 10^{-3}$  Mpa yang dapat dilihat pada gambar 3.8, regangan maksimum yang terjadi adalah pada permukaan yang tersentuh dengan pipa.



Gambar 3.8 Regangan maksimum

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 1. Kesimpulan

Tegangan dan regangan yang terjadi pada poros dan *roll bending* mengakibatkan terjadinya pembengkokan pada poros yang diakibatkan oleh pembebanan yang diberikan pada poros sebesar  $F = 3382,339$  N, dan pembebanan pada *roll bending* yang terjadi pada permukaan yang terkena pipa. Yaitu sebesar  $F = 3361,51$  N. dengan analisa *softwaresimulasi Numeric* hingga menghasilkan tegangan dan regangan yaitu :

- Distribusi tegangan geser maksimum yang terjadi pada poros yang dipasang *roll bending* adalah  $\tau_{g \max} = 135,3$  Mpa
- Distribusi tegangan normal yang terjadi pada poros adalah  $\tau_{\text{normal}} = 121,5$  Mpa

- Distribusi regangan maksimum yang terjadi pada poros adalah sebesar  $\epsilon_{\max} = 2,507 \times 10^{-3}$  Mpa
- Distribusi tegangan geser maksimum yang terjadi pada *roll bending* adalah  $\tau_{g \max} = 69,91$  Mpa
- Distribusi tegangan normal yang terjadi pada *roll bending* adalah  $\tau_{\text{normal}} = 196,8$  Mpa
- Distribusi regangan maksimum yang terjadi pada *roll bending* adalah sebesar  $\epsilon_{\max} = 9,088 \times 10^{-3}$  Mpa

Dengan hasil tersebut, poros dan *rollbending* dapat bekerja dengan aman, karena tegangan yang terjadi tidak melebihi harga tegangan yang terjadi pada poros dan roll.

##### 2.Saran

Untuk menganalisis poros dan *roll bending* sebaiknya analisis yang dilakukan pada ketiga poros tersebut serta ketiga *roll bending* tersebut agar hasilnya dapat lebih spesifik dan akurat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kalpakjian. Schmi, “Manufacturing Processes For Engineering Material”, ed.2, Prentice Hall. 2003.
- [2] Khurmi, R.F. dan Ghupta, JK., “Tex Book of mesine designe”, Eurasia publiksi, New Delhi,1982.
- [3] Moaveni, Saeed, “Finite Element Analysis Theory And Application With ANSYS”, New Jersey :PrenticeHall, -America,1999.
- [4] Niemann, G., dan Winter, H., “Elemen Mesin“, Terjemahan Anton Budiman, Ir. Dipl. Ing., dan Bambang Priambodo, Ir., Erlangga, Jakarta, 1985.
- [5] Rao, Singiresu S., “The Finite element Method In Engineering”. Elsevier, Miami,2004.
- [6] Shigley, Joseph E. dan Larry D. Mitchell, “Perencanaan Teknik Mesin”, Terjemahan Gandhi Harahap, Erlangga, Jakarta, 1984.