

PENINGKATAN KUALITAS PRODUK UKM KURSI LIPAT DENGAN METODE INTERNAL PRESSURE DAN RANCANG BANGUN MESIN BENDING KONVENSIONAL

Yuni Hermawan¹, Santoso Mulyadi¹

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

ABSTRACT

Product with quality obtained from existence of good forming process. Ovality one of deviation which is because of process bending. Process bending donewithout and internal pressure. Internal pressure used: 100, 200, 250 and 300 bar. Equipments used in course of bending consisted of the hydraulic pump, pressure gauge, regulator / valve, T Fitting, Oli SAE 40 and Nivle Pipe (NPT).For that require to be a research to analyse the hydraulic pressure influence to ovality process of bending of pipe of circular of raw material camp chair.

Research done to designed experiment with the diameter tube 16, 19.05 and 25.4 mm. Its result hydraulic pressure yielding ovality minimum is for the D of tube 16 mm equal to 300 bar while for the D of tube 19.05 and 25.4 equal to 250 bar.

Keywords: bending process, ovality and hydraulic pressure.

PENDAHULUAN

Untuk memperoleh produk bermutu berupa tingkat kepresisian yang tinggi serta keovalan yang rendah perlu didukung oleh proses bending yang gerakannya dikontrol secara hidrolis dan otomatis.

Proses bending dilakukan pada material bahan baku kursi lipat yaitu baja medium carbon steel SA179M/SA179 yang biasanya digunakan untuk bahan baku kursi lipat. Proses pembendingan dilakukan dengan mesin CNC bending Pedrazoli. Karakteristik ovalisasi dipengaruhi oleh faktor diameter tube, sudut tekuk, diameter dies dan internal pressure. Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari internal pressure optimal yang menghasilkan ovalisasi minimal dari berbagai kondisi independen variabel yang berpengaruh.

Diameter tube, sudut tekuk, diameter dies dan internal pressure divariasikan dengan jumlah tertentu. Benda kerja hasil proses bending diukur dengan mikrometer, jangka sorong dan pengolahan data dilakukan dengan metode statistik.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini adalah dengan metode eksperimen. Material yang digunakan adalah jenis low carbon steel SA179M/SA179 dengan material properties sebagai berikut:

- Tensile Strength 47 000 Psi
- Yield Strength 26 000 Psi
- Elongation 35 %

Material ini sesuai dengan standart ASTM, digunakan untuk pembuatan pipa bahan baku kursi lipat.

Bagian dari tube yang akan di bending



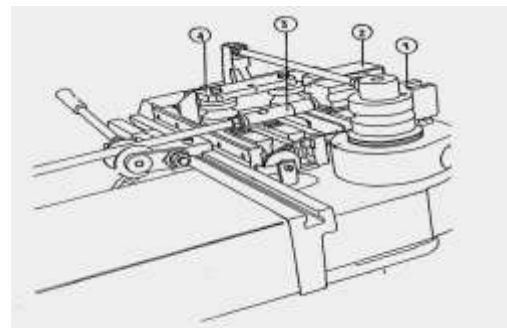
Gambar 1. Bagian pipa yang akan di bending

Tahap Perakitan Alat Hydraulic

Mesin bending yang digunakan adalah type rotary bending.

- Merk : Pedrazoli
- Buatan : Italia
- Tahun Pembuatan: 1992

Skema dari mesin CNC bending

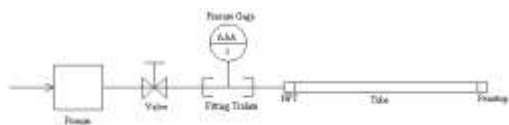


Gambar 2. Mesin CNC roller bending

Alat sistem hidrolis :

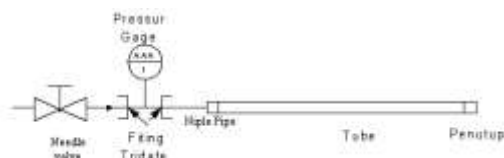
1. Pompa Hidrolik, spesifikasi: tekanan 3000 bar.
2. Pressure Gauge.
3. Regulator/valve, dengan spesifikasi tekanan 10000 psi (700 bar).
4. Fiting Tridate (Fiting T), dengan spesifikasi tekanan 10000 psi (700 bar).
5. Oli hidrolis.
6. Nivle pipe tube (NPT).

Untuk kondisi tanpa internal pressure, proses bending langsung dilakukan pada alat bending tanpa menggunakan mandrill. Perakitan alat serta tube yang akan dibending dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian alat bending hidrolik

Setelah pengisian oli sampai tekanan yang diinginkan maka pompa (hidraulik jack) dilepas dari rangkaian peralatan, seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4 Rangkaian alat setelah pengisian oli

Analisa Internal Pressure

Digunakan teori kegagalan MSST dan MNST yaitu untuk mencari tekanan dalam, dimana tekanan dalam yang dicari pada posisi jari-kari dalam tube (r_i), selain itu tujuannya adalah untuk mengetahui internal pressure yang diijinkan agar tidak terjadi deformasi plastis atau masih dalam kondisi elastis, sebelum proses bending.

Maximum Normal Stress Theory (MNST)

Persamaan untuk mencari internal pressure yang diijinkan adalah sebagai berikut:

$$P_i \leq \frac{S_y}{\frac{r_i^2}{(r_o^2 - r_i^2)} + \frac{r_i^2 r_o^2}{(r_o^2 - r_i^2)r^2}}$$

Maximum Shear Stress Theory (MSST)

Persamaan untuk mencari internal pressure yang diijinkan adalah sebagai berikut:

$$P_i \leq \frac{S_y}{2} \frac{(r_o^2 - r_i^2)r^2}{r_i^2 r_o^2}$$

Dari teori MNST dan MSST diatas didapatkan internal pressure yang diijinkan dimana pipa masih dalam kondisi elastis sebelum pipa dibending, selengkapnya sebagai berikut:

| D Tube | MNST | MSST |
|--------|-------|--------|
| 16 | 622.9 | 464.1 |
| 19.05 | 730 | 521.35 |
| 25.4 | 409.7 | 334.46 |

Memperhatikan teori MNST dan MSST diatas maka penelitian dilakukan dengan internal pressure paling tinggi 300 bar, hal ini dilakukan dengan pertimbangan dari segi keamanan operator.

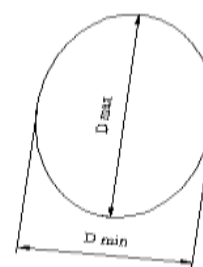
Alat Ukur

Untuk mengukur ovalisasi digunakan mistar insut (ketelitian 0.05 mm)

$$\text{Ovalisasi (\%)} = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\text{nom}}} \times 100\%$$

Dimana:

- D_{\max} = Diameter maximum (mm)
- D_{\min} = Diameter minimum (mm)
- D_{nom} = Diameter nominal (mm)



Gambar 5. Penampang pipa pada suatu titik.

Tabel 1. Desain eksperimen penelitian

| P _i (bar) | R Dies (mm) | D Tube (mm) | θ | No | |
|-------------------------|----------------|----------------|-------|-----|----|
| Pi | 41 | 16 | 90 | 1 | |
| | | | 135 | 2 | |
| | | 19.05 | 19.05 | 90 | 3 |
| | | | | 135 | 4 |
| | | 25.4 | 25.4 | 90 | 5 |
| | | | | 180 | 6 |
| | 90 | | 90 | 135 | 7 |
| | | | | 180 | 8 |
| | 63 | | 16 | 180 | 9 |
| | | | | 135 | 10 |
| | | 19.05 | 19.05 | 90 | 11 |
| | | | | 180 | 12 |
| | | 93 | 16 | 135 | 13 |
| | | | | 180 | 14 |
| | 25.4 | | 25.4 | 90 | 15 |
| | | | | 135 | 16 |
| | 19.05 | | 16 | 180 | 17 |
| | | | | 180 | 18 |
| | | 90 | 90 | 135 | 19 |
| | | | | 180 | 20 |
| | | 25.4 | 25.4 | 180 | 21 |
| | | | | 135 | 22 |
| | 19.05 | 19.05 | 90 | 23 | |
| | | | 135 | 24 | |
| 180 | | | 25 | | |
| 25.4 | 25.4 | 135 | 26 | | |
| | | 180 | 27 | | |

HASIL DAN PEMBAHASAN

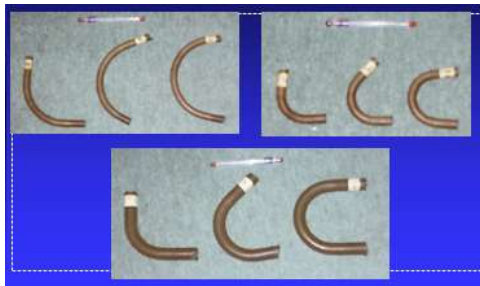
Untuk pelaksanaan eksperimen proses bending ini menggunakan variable meliputi: diameter tube, jari-jari dies, sudut tekuk dan internal pressure. Variabel tersebut dipilih berdasarkan teori dan yang dominan mempengaruhi ovalisasi dan springback. Untuk memudahkan analisa variable-variabel tersebut dibuat dalam bentuk table dan grafik.

- Jari-jari dies: 41mm, 63 mm dan 93 mm.
- Diameter tube: 16 mm, 19.05 mm dan 25.4 mm.
- Sudut tekuk: 90°, 135° dan 180°.
- Internal pressure: tanpa tekanan (eksp 1), 100 bar (eksp 2), 200 bar (eksp 3), 250 bar (eksp 4) dan 300 bar (eksp 5).

Produk hasil penelitian dan metode pengukuran seperti pada gambar 6 berikut:



Gambar 6. Produk hasil penelitian

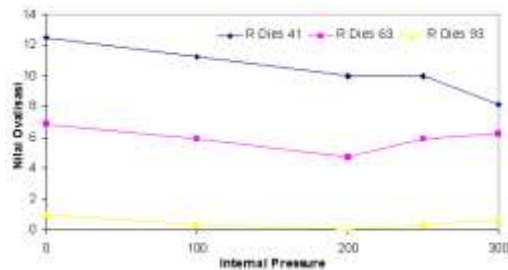


Dari eksperimen didapat nilai ovalisasi sebagai berikut

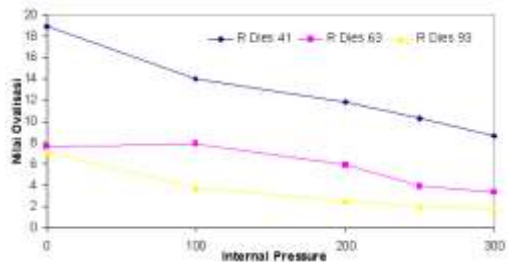
| No | Eksp 1 | Eksp 2 | Eksp 3 | Eksp 4 | Eksp 5 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 12.5 | 11.25 | 10 | 10 | 8.125 |
| 2 | 13.125 | 11.25 | 10.625 | 10 | 8.4375 |
| 3 | 13.125 | 11.25 | 10.9375 | 10.625 | 9.375 |
| 4 | 6.56168 | 4.724409 | 4.199475 | 4.199475 | 5.249344 |
| 5 | 6.56168 | 5.774278 | 4.986877 | 4.199475 | 5.249344 |
| 6 | 6.824147 | 5.774278 | 4.986877 | 4.724409 | 5.511811 |
| 7 | 14.17323 | 13.77953 | 9.645669 | 8.661417 | 7.283465 |
| 8 | 20.47244 | 13.77953 | 10.23622 | 9.84252 | 8.464567 |
| 9 | 18.89764 | 13.97638 | 11.81102 | 10.23622 | 8.661417 |
| 10 | 6.875 | 5.9375 | 4.6875 | 5.9375 | 6.25 |
| 11 | 8.4375 | 5.9375 | 5.625 | 6.5625 | 7.1875 |
| 12 | 9.0625 | 6.875 | 5.9375 | 7.5 | 7.5 |
| 13 | 2.887139 | 2.099738 | 1.83727 | 1.83727 | 2.624672 |
| 14 | 3.412073 | 2.624672 | 2.099738 | 2.362205 | 2.887139 |
| 15 | 3.674541 | 2.887139 | 2.362205 | 2.362205 | 3.149606 |
| 16 | 7.086614 | 6.692913 | 4.92126 | 3.543307 | 2.755906 |
| 17 | 7.283465 | 7.086614 | 5.511811 | 3.937008 | 2.952756 |
| 18 | 7.677165 | 7.874016 | 5.905512 | 3.937008 | 3.346457 |
| 19 | 0.9375 | 0.3125 | 0 | 0.3125 | 0.625 |
| 20 | 0.9375 | 0.625 | 0 | 0.3125 | 0.625 |
| 21 | 1.25 | 0.625 | 0.3125 | 0.3125 | 1.25 |
| 22 | 0.524934 | 0.262467 | 0 | 0 | 0.524934 |
| 23 | 1.312336 | 0.262467 | 0 | 0.262467 | 0.787402 |

| | | | | | |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|
| 24 | 2.624672 | 0.524934 | 0.262467 | 0.262467 | 0.787402 |
| 25 | 5.314961 | 2.952756 | 1.968504 | 1.181102 | 0.590551 |
| 26 | 5.708661 | 2.952756 | 2.165354 | 1.771654 | 0.590551 |
| 27 | 7.086614 | 3.740157 | 2.559055 | 1.968504 | 1.771654 |

Dari data no 1,10,19 untuk D tube 16 dapat dilihat pada gambar 8, sedangkan data no 9,18,27 untuk D tube 25.4 dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 8. Grafik ovalisasi D 16 mm, $\theta = 90^\circ$



Gambar 9. Grafik ovalisasi D 25.4, $\theta = 180^\circ$

Dari grafik diatas terlihat bahwa dengan naiknya internal pressure dapat mengurangi nilai ovalisasi, akan tetapi untuk D tube 16 dan R dies 63 internal pressure sampai nilai tertentu (200 bar) dapat mengurangi ovalisasi tapi setelah itu nilai ovalisasi akan membesar kembali.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian proses bending pipa circular bahan baku kursi lipat, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Dari hasil eksperimen diperoleh ovalisasi pada kondisi:
 - Diameter tube 16 mm, R dies 41 mm, sudut tekuk 90° Internal pressure yang menghasilkan nilai ovalisasi terkecil yaitu 5.9375 %, terjadi pada tekanan 300 bar.
 - Diameter tube 16 mm, R dies 41 mm, sudut tekuk 135° Internal pressure yang menghasilkan nilai ovalisasi terkecil yaitu 6.5625 %, terjadi pada tekanan 300 bar.
 - Diameter tube 16 mm, R dies 41 mm, sudut tekuk 180° Internal pressure yang menghasilkan nilai ovalisasi

terkecil yaitu 6.875 %, terjadi pada tekanan 300 bar.

- Semakin besar sudut tekuk (θ) yang digunakan, semakin besar nilai prosentase ovalisasinya.
- Semakin besar jari-jari dies (R dies) yang digunakan, semakin kecil nilai prosentase ovalisasinya.
- Pemberian internal pressure mempengaruhi ovalisasi dari pipa, sehingga diameter besar maupun kecil masuk toleransi yang diijinkan yaitu ± 10 % untuk pipa kursi lipat.

SARAN

Saran yang dapat diajukan agar penelitian berikutnya dapat lebih baik dan dapat menyempurnakan penelitian sebelumnya adalah: perlu adanya pengembangan variasi jenis fluida hidrolis yang digunakan dan penggunaan ketebalan pipa yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arild H. Clausen , Odd S. Hopperstad , dan Magnus Langseth ; Stretch Bending of Aluminium Extrusions : Effect of Geometry and Alloy , Journal of Engineering Mechanics , Vol 125, Hal 392-400 , 4 April, 1999.
2. Brazier , L.G., (On Flexure of Thin Cylindrical Shells and Other Thin Sections), Proc.R.Soc. London., Ser. A, Vol. 116, Hal. 104-114, 1927.
3. Cipto Sumantri.; Analisa pemodelan pengaruh internal pressure terhadap ovalisasi pipa circular pada proses bending (Tugas Akhir) 2001.
4. Indrawan , Kiki Widya , Analisa elasto plastis bending pipa rectangular dengan internal pressure (Tugas Akhir), 2001.
5. Kurniawan, Panca; Analisa eksperimen pengaruh internal pressure terhadap ovalisasi pipa circular pada proses bending (Tugas Akhir), 2001.
6. Robert C Juvinall, Stress, strain and strength, Mc Graw Hill Book Company, 1967.
7. Rochim, Taufik; Metrologi industri dan pengendalian kualitas (Diktat Kuliah ITB – Bandung), 1986.
8. Schuler , Metal forming handbook, Springer - Verlag Berlin Heidelberg,1998.

9. Sofian, Ignatius Rachmat; Analisa springback pada proses bending pipa rectangular dengan internal pressure (Tugas Akhir) 2003.
10. Vaze S. P. dan Corona F., (Response and Stability of Square Tubes Under Bending), J. of Applied Mech., Vol 64, 1997.