

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN *BENDING* DAN *NOTCHING*

Muhammad Yanis^(1*), Gunawan⁽¹⁾ dan Ricky W.P.⁽¹⁾

⁽¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

^(*)E-mail *Corresponding Author*: yanis@unsri.ac.id

Abstrak

Bending dan *notching* adalah proses umum dalam dunia manufaktur seperti dalam proses pembuatan rangka kendaraan. Akan tetapi, permasalahan yang dihadapi saat ini adalah terbatasnya alat yang dibutuhkan untuk menekuk dan menakik pipa. Penelitian ini bertujuan perancangan dan pembuatan mesin untuk proses menekuk dan menakik pipa. Mesin *bending* dan *notching* yang dibuat berfokus dalam membending dan membuat takikan pada pipa besi berdasarkan kebutuhan. Metode *bending* yang digunakan adalah *three roll bending*. Sedangkan untuk sudut *notching* 0° sampai 60° dan diameter untuk pemotongan *notching* yaitu 1 inch sampai 2 inch. Terdapat beberapa perhitungan yang dilakukan yaitu perhitungan gaya pada poros, *roller* dan struktur mesin. Perhitungan struktur mesin menggunakan *software solidwork*, simulasi yang digunakan yaitu *stress analysis*, *von mises* dan *factor of safety*. Pada proses manufaktur rangka alat yang utama karena struktur rangka harus kuat untuk menopang seluruh beban total alat, dan beban tekan pada saat membending pipa. Terdapat tiga pengujian yang dilakukan pada proses bending yaitu pengujian defleksi satu, dua dan tiga cm, sedangkan pada proses *notching* yaitu dari 0° sampai 60°. Alat ini dirancang dan dibuat dengan memiliki 2 fungsi utama, *bending* dan *notching*. Proses *bending* dilakukan pada bagian tengah dan proses *notching* dibagian atas. Alat *bending* dan *notching* memiliki dimensi yaitu panjang 70 cm, lebar 50 cm dan tinggi 120 cm. Pada proses manufaktur alat *bending* dan *notching* membutuhkan biaya total sebesar Rp. 9.009.500.

Kata Kunci: Bending, notching, solidworks, manufaktur

Abstract

Bending and notching is a common process in manufacturing world as in vehicles chassis fabrication. But, the recent problem is the limited tools that needed to bend and notch pipes. The objective of this research is to fabricate a tool or production machine that could bend and notch pipes based on need by using three roll bending method. As for the notching angle of 0° to 60° and the diameter for notching cutting is 1 to 2 inch. There are some calculations on machine structure by using solidworks simulation such as stress analysis, von mises and factor of safety. There are three trials in bending process such as deflection from 1, 2 and 3 cm and on the other side, notching trials start from 0° to 60°. This notching and bending machine created with two functions. The bending process is conducted in the middle part while the notching process is in the top part of the machine. This machine has 70 cm length, 50 cm wide and 120 cm height and the total amount of cost spent for this machine is Rp. 9.009.500.

Keywords: Bending, notching, solid works, manufacturing

1 PENDAHULUAN

Di era modern saat ini kita dituntut cepat dan tepat khususnya dalam bidang produksi. Oleh karena itu, di dunia industri dituntut memiliki sumber daya manusia yang berkualitas, khususnya dalam bidang teknik. Semakin majunya teknologi yang digunakan maka semakin cepat laju suatu produksi[1]. Alat pembengkok atau penekuk pipa merupakan proses pembentukan pipa yang banyak dilakukan untuk membentuk komponen-komponen industri maupun alat-alat di kehidupan sehari-hari misalnya membuat kontruksi kerangka mobil, motor, pagar, kursi dan komponen-komponen lainnya yang menggunakan bahan pipa besi[2].

Proses pembuatan komponen mesin diperlukan perancangan dan analisa terhadap proses

pembentukan. Salah satunya mesin *roll* atau *bending* pipa, bagian utamanya adalah *dies*[3]. Komponen ini menerima gaya paling besar dibanding komponen lain serta bersinggungan langsung dengan benda kerja. Dengan kondisi ini perlu perancangan yang baik agar mesin *roll bending* pipa tidak mengalami kegagalan seperti *dies* retak ataupun *frame* patah (bengkok). Ketika membending akan terjadi *springback* karena modulus elastisitasnya[4]. Permasalahan yang dihadapi saat ini adalah terbatasnya alat yang digunakan untuk membending pipa besi serta untuk membentuk takikan pada ujung pipa besi dalam proses pembuatan rangka. Sebuah alat yang baik harus memiliki desain yang sederhana namun memiliki fungsi yang optimal. Penelitian ini memfabrikasi sebuah alat dengan fungsi ganda yaitu *bending* dan *notching*.

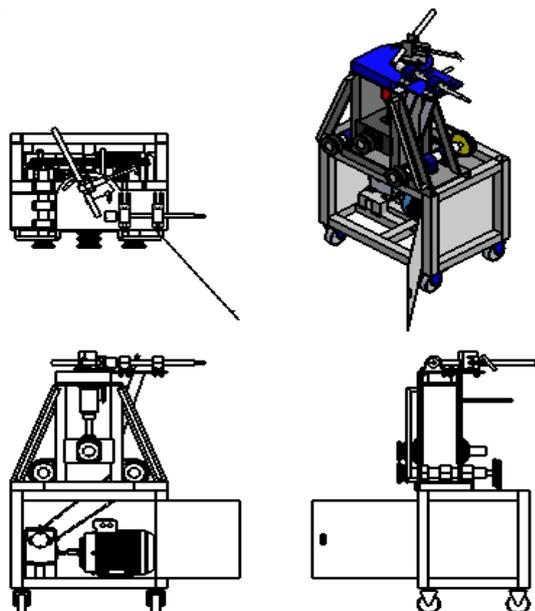
Alat *bending* dan *notching* (takik) yang dibuat berfokus dalam membending dan membuat takikan pada pipa besi berdasarkan kebutuhan. Metode *bending* yang digunakan ialah *three roll bending*[5]. Sedangkan untuk sudut *notching* 0° sampai 60° dan diameter untuk pemotongan *notching* yaitu 1 inch sampai 2 inch[6].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendesain dan memproduksi alat yang dibutuhkan dalam dunia manufaktur dan juga terbatasnya alat yang digunakan untuk membending pipa dan membuat takikan pada pipa

2 METODOLOGI

2.1 Desain dan Skema Mesin *Bending* dan *Notching*

Setelah melihat referensi alat *bending* dan *notching* pada dunia industri, maka Langkah awal dalam penelitian kali ini adalah membuat desain. Desain dimodelkan dengan menggunakan *software Solidworks 2018* dan berikut adalah hasil desain :



Gambar 1 Desain Mesin *Bending* dan *Notching*

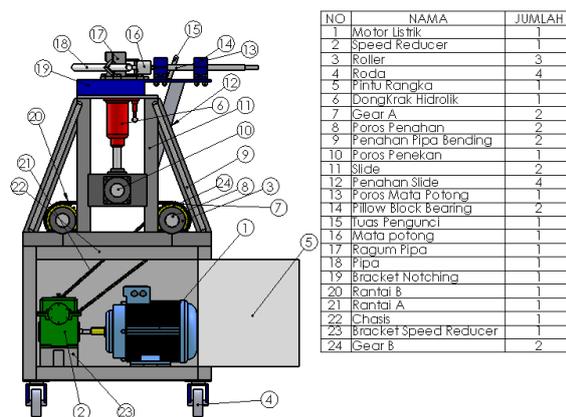
Setelah melalui proses desain, didapatkan hasil desain dengan panjang alat sebesar 70 cm, lebar 50 cm dan tinggi alat 120 cm.

Untuk membuat alat secara keseluruhan yang telah di desain tersebut, maka dibutuhkan komponen-komponen seperti pada gambar 2. Komponen-komponen yang diperlukan untuk membuat alat tersebut direncanakan dapat dibeli di pasaran dan juga terdapat beberapa komponen-komponen yang dibeli dari bengkel bubut antara lain adalah *roller*, poros dan juga *gear* dikarenakan komponen-komponen tersebut jarang dijual di pasaran.

Bending adalah proses perubahan bentuk logam secara plastis lewat *roll*, penjepit dan pembentuk (*die*)

dari bentuk yang tadinya lurus menjadi lengkungan dengan sudut tertentu[7]. *Notching* (takik) adalah proses pemotongan logam yang berfungsi untuk membuat coakan atau takikan pada benda kerja[8].

Mesin *bending* adalah mesin yang berfungsi untuk menekuk atau membending benda logam dengan sudut tertentu[9]. Mesin ini biasa digunakan di perusahaan otomotif dan industri lainnya untuk menekuk plat, pipa dan material lainnya[10]. Sedangkan mesin *notching* adalah mesin yang digunakan untuk memotong pipa besi dengan menghasilkan profil pada sisi potongnya yang berfungsi untuk memudahkan proses awal penyambungan pipa besi. Misalnya pemotongan atau pembuatan coakan sudut pada pipa besi[11].



Gambar 2 Skema Mesin *Bending* dan *Notching*

2.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang diperlukan dalam pembuatan mesin *bending* dan *notching* seperti motor listrik karena proses pengerolan semakin cepat menggunakan motor listrik jika dibanding dengan tenaga manual. Serta membuat nyaman bagi penggunanya dan lebih aman. Kemudian diperlukan *gear box* untuk mengurangi kecepatan putaran yang dihasilkan oleh motor listrik. *Gear box* tersebut diletakkan disebelah motor listrik dengan as dari motor listrik dan *gear box* disambung menggunakan kopel. agar putaran yang keluar menjadi lebih lambat sebelum diteruskan ke gear dan rantai untuk memutar poros penahan. Selanjutnya memerlukan dongkrak hidrolik sebagai pemberi tekanan pada saat membending pipa. Kemudian bor listrik sebagai penggerak mata potong mesin *notching*, lalu pipa hollow dan plat baja digunakan sebagai rangka alat.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Simulasi Perhitungan Gaya pada Poros Penekan pada *Roller*

Untuk pengerolan ini dipilih pipa 1 inch dengan ketebalan 2 mm sebagai perhitungan awal dalam merancang alat/mesin. Jenis bahan dasar pipa adalah

baja karbon rendah (*low carbon steel*) dengan unsur karbonnya sekitar < 0,3%. 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.

Momen Inersia (I) pada pipa :

$$I = \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) = \frac{3,14}{64} (2,54^4 - 2,34^4) = 0,5711 \text{ cm}^4$$

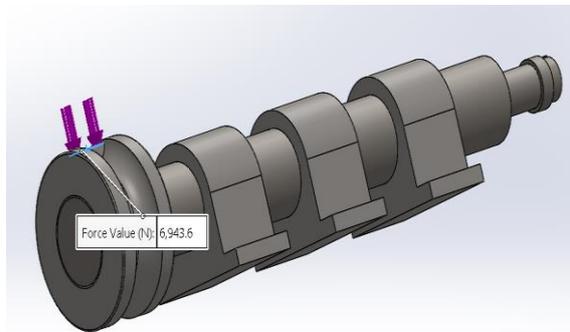
Jika diasumsikan defleksi maksimal pada pipa sebesar 3 cm. Diketahui modulus elastisitas (E) : 207 Gpa = 30 Mpsi = 2110812,56 kg/cm², maka membutuhkan gaya sebesar :

$$F = \frac{3 \times 48 \times 2110812,56 \times 0,5711}{50^3} = 1388,719 \text{ kg}$$

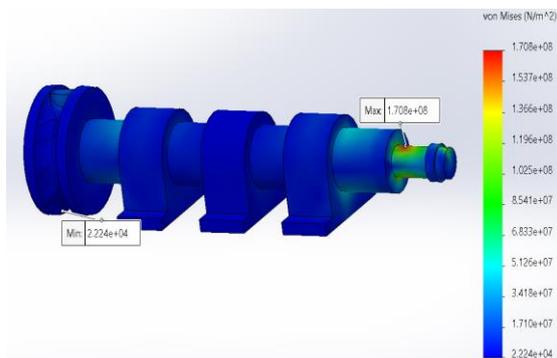
Sehingga diperoleh besarnya gaya (F) pada *roller* = 1388.719/2 kg = 694.36 kg = 6943,6 N

3.2 Analisis simulasi

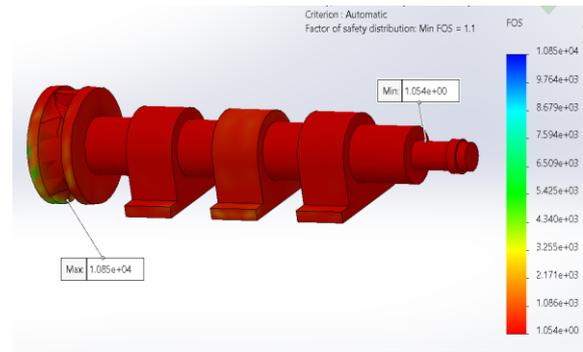
Pada simulasi alat *bending* dan *notching* menggunakan simulasi *stress analysis*, *von mises* dan *factor of safety*.



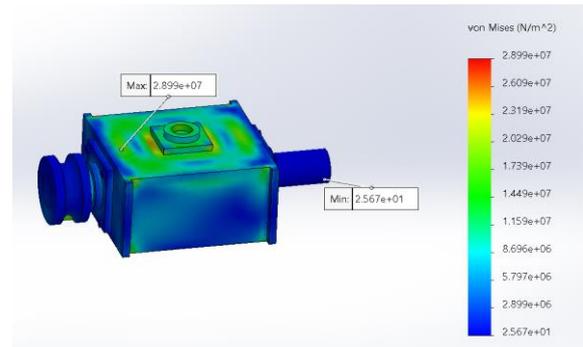
Gambar 3 Distribusi Beban Maksimal pada *Roller* Sebesar 6,943,6 N



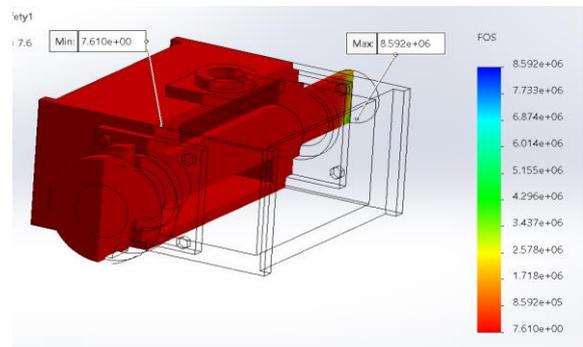
Gambar 4 Distribusi Tegangan *Von Mises* pada *As Penekan*



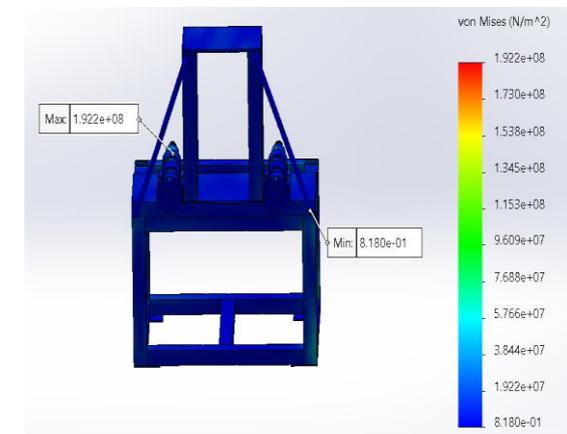
Gambar 5 Distribusi Faktor Keamanan pada *As Penekan*



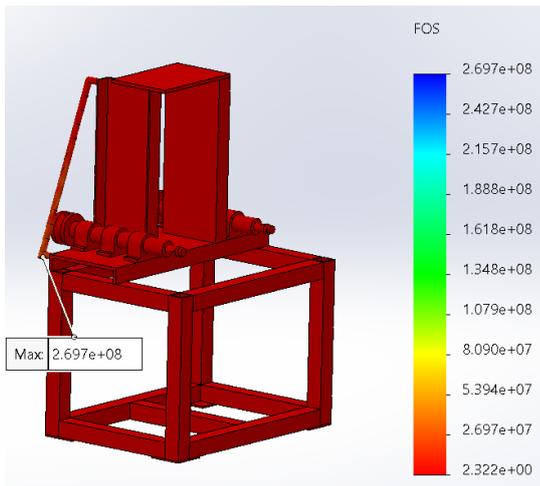
Gambar 6 Distribusi Tegangan *Von Mises* pada Dudukan *As Penekan*



Gambar 7 Distribusi Faktor Keamanan pada Dudukan *As Penekan*



Gambar 8 Distribusi Tegangan *Von Mises* pada *Rangka Mesin*



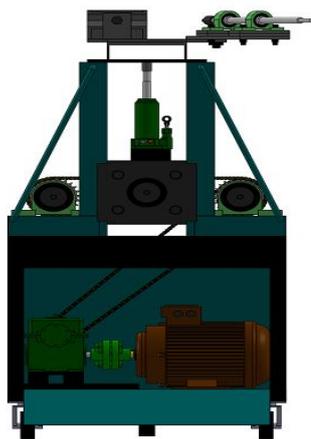
Gambar 9 Distribusi Faktor Keamanan pada Rangka Mesin



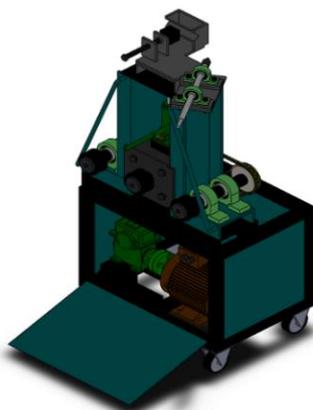
Gambar 12 Mesin *Bending* dan *Notching*

3.3 Hasil manufaktur

Setelah melalui proses manufaktur alat didapatkan hasil alat yang telah selesai dimanufaktur. Berikut alat yang telah selesai dimanufaktur :



Gambar 10 Tampak Depan Mesin *Bending* dan *Notching*



Gambar 11 Tampak Isometric Mesin *Bending* dan *Notching*

3.4 Hasil Pengujian

3.4.1 Pengujian *Bending*

Pada pengujian bending dilakukan tiga pengujian defleksi yaitu defleksi 1 cm, 2 cm dan 3 cm. Berikut hasil 3 pengujian :



Gambar 13 Pengujian Defleksi 1 cm



Gambar 14 Pengujian Defleksi 2 cm



Gambar 15 Pengujian Defleksi 3 cm

3.4.2 Pengujian Notching

Pada pengujian notching dilakukan 7 pengujian yaitu dari 0° sampai 60° :



Gambar 16 Pengujian *Notching* dari 0° sampai 60°

3.5 Biaya

Analisis biaya mesin *bending* dan *notching* sebagai berikut :

- a) Modal awal
 - Modal tetap didapat dari rincian dana pembelian komponen mesin dan bahan material.
 - Alat keselamatan kerja : Rp. 100.000
 - Biaya pembuatan alat : Rp. 8.211.000 +
 - : Rp. 8.311.000
- b) Modal Tetap
 - Modal kerja didapat dari rincian dana tambahan diluar dana komponen mesin dan bahan material.
 - Perlengkapan kerja (alat kerja) : Rp. 698.500
 - Jumlah : Rp. 698.500

$$\begin{aligned} \text{Modal total} &= \text{Modal tetap} + \text{Modal kerja} \\ &= \text{Rp. } 8.311.000 + \text{Rp. } 698.500 \\ &= \text{Rp. } 9.009.500 \end{aligned}$$

$$\text{Total modal} = \text{Rp. } 9.009.500$$

Jadi total modal dalam pembuatan mesin *bending* dan *notching* yaitu Rp. 9.009.500

4 KESIMPULAN

Berdasarkan data dan hasil penelitian yang didapat maka dapat disimpulkan:

1. Hasil pengujian *bending* pada pipa 1 inch telah dilakukan dengan defleksi kelipatan 1, 2 dan 3 cm, yang menunjukkan tidak terdapat kerusakan pada diameter lingkaran pipa.
2. Pengujian dengan defleksi kelipatan 3 cm dapat dilakukan 3 kali proses rol untuk membentuk satu lingkaran penuh, namun kelipatan defleksi yang disarankan untuk alat ini adalah kelipatan 2 cm.
3. Alat *notching* ini memiliki presisi yang cukup akurat untuk digunakan pada proses penyambungan pipa.
4. Total modal dalam pembuatan mesin *bending* dan *notching* yaitu Rp. 9.009.500

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Mustakim, "Rancang Alat/Mesin Pengerol Pipa," pp. 32, 117, 2012.
- [2] A. Albana, "RANCANG BANGUN ALAT / MESIN PEMBENGKOK PIPA," Politeknik Negeri Medan, 2014.
- [3] S. Kuntoro and M. Kabib, "Analisis Kekuatan *Dies Frame Link* Pada Mesin *Roll* Pipa 2 in Pengerak Hidrolik Dengan Metode Elemen Hingga," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 941–946, 2018, doi: 10.24176/simet.v9i2.2453.
- [4] T. A. Wibowo, W. P. Raharjo, and B. Kusharjanta, "Perancangan dan Analisis Kekuatan Konstruksi Mesin Tekuk Plat Hidrolik," *Mekanika*, vol. 12, no. 2, pp. 63–70, 2014.
- [5] W. Marsis and I. Toro, "Perancangan Mesin *Bending* Dengan Memanfaatkan Sitem Dongkrak Hidrolik Sederhana," *J. Mesin Teknol.*, pp. 42–51, 2007.
- [6] Iqbal R Pamungkas, B. Sulaksono, M. Munandar, A. Suwandi, and M. F. Fajar, "Perancangan Mesin *Tube Notcher* Menggunakan Metode G. Pahl dan W. Beitz," *Teknobiz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 20–32, 2019, doi: 10.35814/teknobiz.v9i2.536.
- [7] F. Klocke, *Manufacturing Processes 4 - Forming (RWTH edition)*. 2013.
- [8] F. Klocke, *Manufacturing processes 1: turning, milling, drilling*, no. 7858. 2011.

- [9] T. V Rohit, P. S. Ashutosh, K. V Shiraj, P. P. Akash, and P. G. Shivam, “*Design and Fabrication of Pipe Bending and Pipe Rolling Machine,*” *Int. J. Adv. Res. Ideas Innov. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 561–565, 2017, [Online]. Available: <https://www.ijariit.com/manuscripts/v3i2/V3I2-1373.pdf>.
- [10] Schuler, *Metal Forming Handbook*, no. c. Germany: Springer, 1998.
- [11] T. P. J. C. Rusch and E. Holmes, “*The tube and pipe journal - Notching tube and pipe - 3 common methods,*” 2003.