

ANALISIS TEGANGAN ALAT UJI BENDING PIPA SKALA LABORATORIUM MENGUNAKAN *FINITE ELEMENT ANALYSIS*

Angga Bahri Pratama¹⁾, Islahuddin¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Dharma Andalas, Jalan Sawahan No.103 Kota Padang
email: angga.bp46@gmail.com

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Dharma Andalas, Jalan Sawahan No.103 Kota Padang
email: islahuddin@unidha.ac.id

Proses pengerolan yang banyak digunakan di industri skala kecil seperti bengkel, workshop dan lain-lain masih dilakukan secara manual. Pembuatan mesin bending pipa dengan proses ini memerlukan perencanaan yang tepat dengan cara mengetahui terlebih dahulu tegangan yang bekerja pada pipa agar tidak melebihi tegangan maksimumnya. Tegangan maksimum dalam perencanaan dan pembuatan mesin merupakan suatu dasar yang sangat penting untuk diketahui. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil simulasi tegangan yang terjadi pada alat bending pipa skala laboratorium yang mengalami pembebanan menggunakan perangkat lunak Solidworks 2020. Proses simulasi dilakukan dengan variasi pembebanan 700 N, 500 N dan 100 N. Proses Simulasi dilakukan dengan beberapa langkah pengerjaan, yaitu menginputkan data material baik material roller maupun material pipa yang akan dilakukan pengerolan. Data material yang diinputkan dapat berupa modulus elastisitas, poissons'ratio, yield strength dan lain-lain. Langkah selanjutnya diinputkan pemodelan roller bending dengan solidworks, setelah itu dilakukan simulasi metode elemen hingga (finite element analysis) menggunakan software Solidworks 2020. Selanjutnya dari proses simulasi telah dilakukan diperoleh tegangan bending maksimum sebesar 265,1 MPa, sedangkan static displacement maksimum sebesar 2,161 e1 mm.

Keywords: *Tegangan bending maksimum, regangan maksimum, defleksi maksimum, alat bending pipa, modulus elastisitas*

PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur yang sangat tinggi menuntut adanya perubahan dalam penggunaan alat bantu pengoperasian mesin industri yang semula menggunakan alat bantu manusia berubah secara bertahap bekerja secara otomatis. Perubahan tersebut terlihat dengan gencarnya sosialisasi penerapan industri 4.0 yang akan mendorong peningkatan investasi oleh perusahaan yang terkait dengan penggunaan teknologi pendukung seperti Internet of Things (IoT). Selain itu, salah satu dampaknya adalah terhadap industri kecil seperti bengkel yang membuat pagar, teralis, kursi, meja dan lain-lain. Pembuatan beberapa produk rumahan tersebut sebagian besar masih menggunakan alat pengerolan yang sederhana dan bekerja secara manual. Alat ini biasanya hanya membutuhkan dua buah roller yang dirangkai sedemikian rupa dan pemberian gaya penekanan bersumber dari

manusia. Cara kerja alat bending seperti ini memiliki kelemahan dari segi waktu, tenaga dan kualitas produk yang dihasilkan. Produk yang akan dibuat akan tergantung dari kekuatan manusia yang mengoperasikan alat tersebut. Produk yang terbuat dari material yang mempunyai kekuatan yang tinggi akan memerlukan tenaga yang besar pula untuk membengkokkan material sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Terkait dengan itu memungkinkan dilakukan pengembangan sebuah alat yang lebih baik dengan mekanisme pembebanan yang berasal dari motor listrik.

Dalam merancang dan membuat alat yang gaya tekan pengerolannya bersumber dari sebuah motor listrik, pertama kali akan ditentukan nilai-nilai tegangan yang terjadi pada komponen alat yang berpengaruh terhadap pembebanan. Nilai tegangan ini akan berguna untuk mengetahui apakah pemilihan bahan dan penentuan ukuran atau dimensi pada

modifikasi mesin pengerol pelat ini aman untuk digunakan.

Menurut Ary Fadila dkk [1], analisis simulasi elemen hingga digunakan dalam merancang chassis untuk mengetahui kekuatan chassis pada mobil Mesin USU pada saat driver berada di dalamnya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hasil simulasi chassis pada mobil Mesin USU I dan mobil Mesin USU II saat mengalami pembebanan. Setelah melakukan simulasi dengan beban 700 N terhadap chassis Mesin USU I didapat defleksi maksimum = 0,96 mm, defleksi ground clearance = 0,6415 mm, tegangan maksimum = 22,563 Mpa, regangan maksimum = 11,65e-5 mm/mm. Dengan beban 700 N terhadap chassis Mesin USU II didapat defleksi maksimum = 3,29 mm, defleksi ground clearance = 2,236 mm, tegangan maksimum = 53,217 Mpa, regangan maksimum = 26,71e-5 mm/mm.

Penelitian Rusnadi dkk [2], menjelaskan tentang perancangan mesin bending pipa SC45 berdiameter satu inch. Gaya pembebanan pada pipa diperoleh sebesar 2298,06 N, sementara gaya yang dibutuhkan tiap roller penggerak adalah sebesar 8502,62 N.

Hal yang sama juga diteliti oleh Muhammad Awwaluddin dkk [3], dimana simulasi dilakukan dengan memberikan beban statik dengan lima kondisi pembebanan operasional yang berbeda. Setelah proses analisis dilakukan diperoleh tegangan on Misses maksimum yang masih di bawah yield strength dan juga didapatkan total deformasinya.

Penelitian Yusuf Eko Nurcahyo dkk [4], dari hasil penelitian didapatkan mesin roll bending portable dengan spesifikasi dimensi; 350 x 250 x 560 mm; penggerak utama yaitu mesin bubut dengan bantuan cross joint;

mekanisme penekan : tuas ulir linier; sistem transmisi : gear box reducer 1:60, 2 buah gear sprocket rs 40 (36:36), rantai rs 40.

Menurut Hadi Sutanto [5], melakukan penelitian untuk menghitung tegangan

lentur dan tegangan kontak pada gigi roda miring dari sistem transmisi kendaraan roda empat. Pemodelan dilakukan dengan metode elemen hingga menggunakan ANSYS. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa besar tegangan hasil perhitungan analitik dan numerik memiliki bentuk yang cenderung sama dan deviasi atau perbedaan yang kecil.

METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilakukan dengan metode sebagai berikut: Persiapan atau studi yaitu dilakukan dengan membaca literatur berkaitan dengan metode yang digunakan. Kemudian identifikasi atau pengukuran rangka yaitu dengan mengukur struktur alat uji bending yang sudah ada, kemudian dibuat geometri modelnya. Langkah selanjutnya analisis dengan FEA yaitu dilakukan dengan software ansys dan prosesnya sesuai pada gambar 3. Data hasil FEA kemudian di evaluasi untuk kemudian dilakukan analisis [3].

Material yang digunakan

Material yang digunakan dalam penelitian ini tersiri dari material roller dan material pipa yang akan dibending. Material roller terbuat dari AISI 1035 Steel dan pipa yang dibending terbuat dari pipa galvanis Zinc AC43A. Dimensi pipa ditentukan dengan panjang 1 m, diameter dalam 22 mm dan diameter luar 2 mm. karakteristik sifat mekanik roller adalah sebagai berikut.

Modulus elastitas : 1223652 kgf/cm²

Poisson's ratio : 0,3

Modulus geser : 785176,7 kgf/cm²

Kekuatan tarik : 8786,79 kgf/cm²

Yield strength : 5623,5 kgf/cm²

Sedangkan karakteristik sifat mekanik pipa diberikan datanya sebagai berikut.

Modulus elastitas : 87182,05 kgf/cm²

Poisson's ratio : 0,3

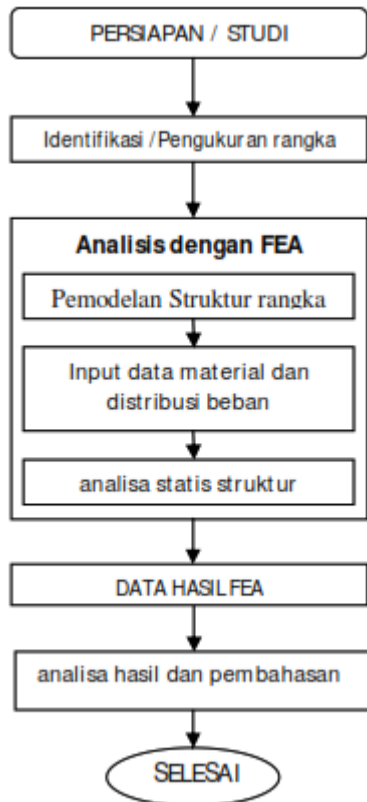
Density : 0,0066 kg/cm³

Kekuatan tarik : 3650,56 kgf/cm²

Modulus elastitas : 1223652 kgf/cm²

Poisson's ratio : 0,3
 Modulus geser : 785176,7 kgf/cm²
 Kekuatan tarik : 8786,79 kgf/cm²
 Yield strength : 5623,5 kgf/cm²

Secara umum metodologi penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini dapat diilustrasikan dalam bentuk flowchart berikut.

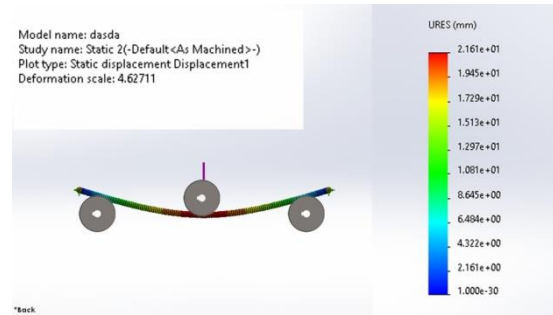


Gambar 1. Flowchart penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

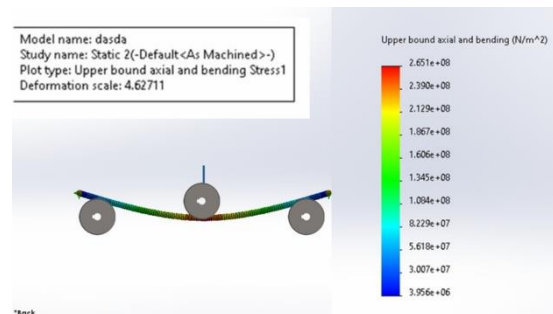
Pembebanan dilakukan dengan tiga pembebanan yang berbeda yaitu 100 N, 500 N dan 700 N.

Kondisi pembebanan pertama pipa mengalami pembebanan 700 N.



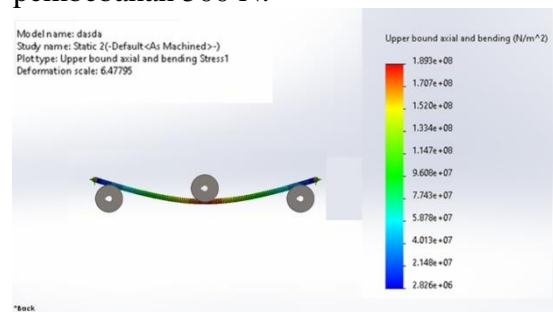
Gambar 2. Tumpuan roller dan pembebanan 700 N

Dari pembebanan di atas diperoleh hasil simulasi equivalent Von Mises stress sebesar 2,651 e8 Pa. Kemudian diperoleh *static displacement* sebesar 2,161 e1 mm seperti pada gambar 3.



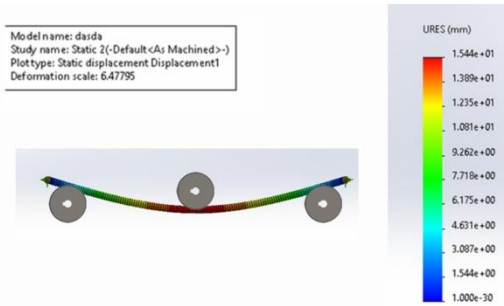
Gambar 3. Hasil static displacement pembebanan 700 N

Kondisi pembebanan kedua dengan pembebanan 500 N.



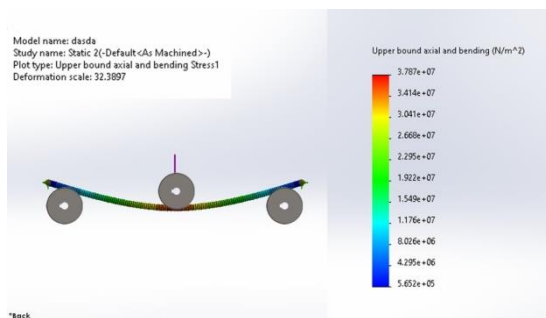
Gambar 4. Tumpuan roller dan pembebanan 500 N

Dari pembebanan di atas diperoleh hasil simulasi equivalent Von Mises stress sebesar 1,893 e8 Pa. Kemudian diperoleh *static displacement* sebesar 2,161 e1 mm seperti pada gambar 5.



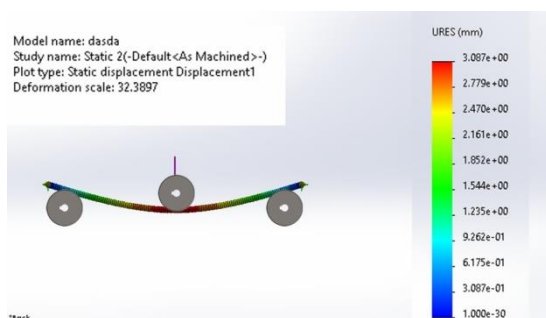
Gambar 5. Hasil static displacement pembebanan 500 N

Kondisi pembebanan ketiga pipa mengalami pembebanan 100 N.



Gambar 6. Tumpuan roller dan pembebanan 100 N

Kemudian diperoleh *static displacement* sebesar 2,161 e1 mm seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil static displacement pembebanan 100 N

Dari proses simulasi yang telah dilakukan dengan variasi pembebanan 700 N, 500 N dan 100 N terlihat bahwa kecenderungan pipa mengalami perubahan bentuk yang pada akhirnya nanti akan menuju tingkat kelengkungan yang diinginkan. Dari kondisi pembebanan yang diberikan yang juga menunjukkan bahwa tegangan yang dihasilkan masih berada dibawah yield

strength dari material roller sehingga masih aman untuk digunakan.

SIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Struktur roller yang digunakan masih memenuhi kriteria keamanan dalam simulasi pembebanan yang telah diberikan.
2. Tegangan yang bekerja dalam simulasi yang dilakukan untuk jenis pipa yang materialnya pipa galvanis masih berada dalam batas aman. Hal ini kedepannya bisa dilakukan untuk variasi pipa dengan yield strength yang lebih tinggi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Dharma Andalas yang telah mendanai penelitian ini dalam program Hibah Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Unidha dengan nomor kontrak: 073/SK-LPPM/VIII/2020.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F., Ary, Syam, B., 2013. Analisis Simulasi Struktur Chassis Mobil Mesin Usu Berbahan Besi Struktur Terhadap Beban Statik Dengan Menggunakan Perangkat Lunak Ansys 14.5. Jurnal e-Dinamis. vol. 6. no.2. pp.70-79.
- [2] Rusnadi dkk. Perancangan Mesin Bending untuk Pipa Berdiameter Satu Inch Menggunakan Metode Roll Bending. Jurnal Teknik: TEKNIKA. vol. 7. no.1. pp.49-56.
- [3] Awwaluddin, M. dkk. Analisis Tegangan Statik dan Dinamik Pada Perancangan dan Pengembangan Struktur Bodi Monorail Produksi MBW Menggunakan Finite Element Analysis (ANSYS). 2013. Seminar Universitas Indonesia.

[4] Nurcahyo, Y.E., Ellianto, M.S.D. 2018. Rancang Bangun Mesin Roll Bending Portable. *Teknika: Engineering and Sains Jurnal*. Vol.2. no.2. pp.109-114.

[5] Sutanto, H. Analisis Tegangan Roda Gigi Miring pada Transmisi Kendaraan Roda Empat berdasarkan AGMA dan ANSYS. 2017. *Media Teknik Jurnal Teknologi*. Vol.12. no.1. pp.17-25.