

Rancang bangun alat uji *bending* pada plat besi menggunakan *hydraulic jack* kapasitas 6 ton

Dini Oktavitasari¹, Adang Saepudin¹, Muhammad Rizqi Maulana¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, Subang

Penulis Korespondensi : Dini Oktavitasari (oktavitasari@gmail.com)

ABSTRAK

Pemilihan bahan material menjadi salah satu aspek penting dalam proses pengembangan produk dan konstruksi, terutama dalam memastikan kekuatan dan ketahanan material terhadap berbagai jenis beban dengan berbagai kebutuhan tertentu. Di dunia industri manufaktur, rekayasa, konstruksi, atau di dunia Pendidikan khususnya program studi Teknik Mesin. Uji *bending* merupakan salah satu metode yang umum digunakan dalam menentukan kualitas suatu material sesuai standar yang berlaku. Dengan adanya alat *bending* sederhana ini, diharapkan mahasiswa lebih memahami teori yang diberikan dengan melakukan praktikum secara langsung di laboratorium kampus. Setelah melakukan studi literatur, menentukan konsep desain alat, parameter pengujian, persiapan alat dan bahan, kemudian pembuatan alat dengan dongkrak botol berkapasitas 6 ton. Alat *bending* ini mampu melakukan pengujian pada spesimen dengan variasi ketebalan 2 mm dan 3 mm dimana menghasilkan 12 kali pengungkitan dengan tekanan 3.500 Psi dan gaya *bending* sebesar 2.100 N atau 0,214 Ton dan 19 kali pengungkitan dengan tekanan 4.500 Psi dan gaya *bending* sebesar 4.725 N atau 0,4814 Ton.

KATA KUNCI Uji Bending; Hydraulic Jack.

1. PENDAHULUAN

Pemilihan bahan material menjadi salah satu aspek penting dalam proses pengembangan produk dan konstruksi, terutama dalam memastikan kekuatan dan ketahanan material terhadap berbagai jenis beban dengan berbagai kebutuhan tertentu[1]. Material logam, seperti baja, aluminium, dan tembaga, sering digunakan dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan kekuatan dan ketahanan terhadap beban yang besar diberbagai sektor industri karena sifat mekanisnya yang unggul. Di dunia industri manufaktur, rekayasa, konstruksi, atau bahkan dalam dunia pendidikan khususnya di perguruan tinggi teknik, salah satu metode pengujian yang umum digunakan adalah pengujian *bending*, tarik, dan tekan. Proses pembuatan komponen mesin diperlukan perancangan dan analisa terhadap proses pembentukan. Salah satunya mesin rollatau *bending* pipa, bagian utamanya adalah *dies*[2]. Komponen ini menerima gaya paling besar dibanding komponen lain serta bersinggungan langsung dengan benda kerja. Pada 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 *spring back* karena modulus elastisitasnya Oleh sebab itu tujuan penelitian ini adalah mendesain dan membuat alat uji *bending* sederhana supaya bisa membantu para mahasiswa kedepannya agar lebih memahami teori yang didapatkan dengan melakukan pengujian secara langsung untuk

mengevaluasi kekuatan dan ketahanan suatu material agar sesuai standar yang berlaku, seperti SNI, ASTM, JIS, dan lainnya[3].

Uji *bending* adalah salah satu metode pengujian yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas bahan material dalam menahan beban lentur hingga batas patah atau deformasi permanen [4]. Proses *bending* merupakan proses penekukan logam menggunakan alat *bending* baik secara manual atau otomatis. Penggunaan alat uji *bending* menggunakan sistem hidrolik, dimana penggunaan alat dongkrak berkapasitas 6 Ton sebagai alat utama dalam proses penekukan diharapkan mampu meningkatkan kepresisian dalam pengujian serta diharapkan dapat memberikan fleksibilitas saat melakukan uji *bending* pada suatu material.

2. BAHAN DAN METODE

Mesin pres hidrolik ditemukan pada abad ke-17. filsuf Perancis dengan nama (Blaise Pascal). Pascal menemukan bahwa cairan tidak dapat dikompresi dari keberadaan. Ketika dikompresi tekanan fluida ditransmisikan ke segala arah dengan kekuatan yang sama pada bidang yang sama.

Memahami prinsip ini, seorang mekanik Inggris bernama Joseph Bramah membangun sebuah sistem hidrolik selama revolusi industri yang menempatkan ilmu pengetahuan ke dalam praktek.

Dari penjelasan di atas maka muncul hukum pascal, dimana Hukum Pascal ini menyatakan bahwa

“perubahan tekanan yang diberikan pada setiap bagian dari fluida yang tertutup akan diteruskan tanpa pengurangan ke setiap titik fluida dan dinding wadah”. Tekanan dan gaya merupakan dua parameter penting yang biasanya digunakan dalam pengoperasian aktuator dan pompa. Tekanan didefinisikan sebagai gaya per satuan luas. Dengan kata lain, tekanan adalah jumlah gaya yang bekerja pada satuan luas. Secara matematis, tekanan dapat dinyatakan sebagai berikut [5]:

$$P = \frac{F}{A}$$

P = Tekanan [N/ m²]

F = Gaya [N]

A = Luas Permukaan [m²]

Pengepres hidrolik beroperasi berdasarkan prinsip fisik bahwa tekanan hidrostatis didistribusikan secara merata melalui sistem pipa, dan itulah tekanan P = [N/m²], bertindak pada suatu permukaan A [m²], dan menghasilkan gaya F [N]. [6]

$$F = P \cdot A$$

F = Gaya [N]

P = Tekanan [N/ m²]

A = Luas Permukaan [m²]

Gaya yang bekerja pada *slide* alat *press* tergantung pada proses pembentukan atau *blanking* yang dilakukan. Oleh karena itu, tekanan (p) yang bekerja pada permukaan piston juga merupakan fungsi dari proses deformasi yang dilakukan. Pengukurannya dapat digunakan secara langsung untuk menghitung gaya yang bekerja pada *slide*. [6]

Prinsip dasar sistem hidrolik berasal dari hukum pascal, dimana tekanan dalam

fluida statis harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

1. Tekanan bekerja tegak lurus pada permukaan bidang.
2. Tekanan disetiap titik sama untuk semua arah.
3. Tekanan yang diberikan sebagian fluida dalam tempat tertutup, merambat secara seragam ke bagian lain fluida.

Menurut hukum kekentalan energi : pada setiap titik sepanjang aliran dalam pipa, energi hidrolik adalah konstan. Pengurangan atau kehilangan energi akan dirubah dalam bentuk energi lain, sehingga untuk persamaan energi untuk titik 1 dan titik 2 sebagai berikut :

$$Z_1 + \frac{P_1}{w} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{w} + \frac{V_2^2}{2g} + hf$$

Dalam sebuah sistem hidrolik akan didapatkan keuntungan-keuntungan bila dibandingkan dengan sistem mekanik antara lain :

1. Pemindahan gaya dan daya lebih besar.
2. Pengaturan arah, kecepatan dan tekanan dapat dilakukan dengan mudah. Sehingga gerakan bisa lebih teratur.
3. Suatu pemalihan arah secara cepat dapat dilakukan dengan mudah.
4. Pemindahan gaya dapat dilakukan ke tempat yang jauh , yaitu dengan memasang jaringan pipa, tanpa mengganggu sistem yang lain.dan

5. Penempatan dan pengaturan komponen-komponen hidrolik lebih sederhana dan tidak diperlukan tempat yang besar [7].

Pada proses perancangan mesin pres hidrolik, beberapa hal yang menjadi dasar dasar perhitungan yaitu ;

Perhitungan Pada Gaya Dongkrak

$$F = P \times \left(\frac{\pi d^2}{4} \right)$$

$$F = 2,413 \times 10^7 \times \left(\frac{3,14 \times 0,028}{4} \right) = 4.730 \text{ N} = 0,482 \text{ Ton}$$

$$F = 3,103 \times 10^7 \times \left(\frac{3,14 \times 0,028}{4} \right) = 6.082 \text{ N} = 0,620 \text{ Ton}$$

Perhitungan Gaya Bending Pada Plat

Material yang digunakan plat adalah A36 (baja karbon rendah) dengan *yield strenght* 250 N/mm², dengan panjang 120 mm dan lebar 70 mm untuk ketebalan masing-masing 2 dan 3 mm. Maka rumus perhitungan yang akan di gunakan adalah.

$$F = \frac{1,2 \cdot b \cdot s^2 \cdot \sigma_y}{l}$$

Maka nilai yang dapat diketahui untuk mencari nilai gaya bending pada plat adalah sebagai berikut.

1. b = Lebar benda (70 mm)
2. s = Ketebalan Benda (2 dan 3 mm)
3. σ_y = Yield Strenght (250 N/mm²)
4. l = Lebar alur V (40 mm)

Perhitungan Gaya Bending Pada Plat Ukuran 120x70x2 mm

$$F = \frac{1,2 \cdot b \cdot s^2 \cdot \sigma_y}{l}$$

$$F = \frac{1,2 \cdot 70 \cdot 2^2 \cdot 250}{40} = 2.100 \text{ N} = 0,214 \text{ Ton}$$

Perhitungan Gaya Bending Pada Plat Ukuran 120x70x3 mm

$$F = \frac{1,2 \cdot b \cdot s^2 \cdot \sigma_y}{l}$$

$$F = \frac{1,2 \cdot 70 \cdot 3^2 \cdot 250}{40} = 4.725 \text{ N} = 0,4814 \text{ Ton}$$

Maka besarnya gaya *bending* pada plat dengan ketebalan 2 mm sebesar 2.100 N atau 0,214 Ton, sedangkan untuk ketebalan 3 mm sebesar 4.725 N atau 0,4814 Ton.

Perhitungan Massa Beban Yang Diterima Setiap Komponen

Untuk mengetahui massa beban yang diterima dapat dihitung menggunakan persamaan.

$$m = \rho \times v$$

Dimana massa jenis baja karbon ringan (ρ) = 0,00000785 kg/m³.

Perhitungan Massa Beban Pada Landasan Die Punch

$$V = P \times L \times T$$

$$V = 130 \times 40 \times 35$$

$$V = 182.000 \text{ m}^3$$

$$m_1 = \rho \times v$$

$$m_1 = 0,00000785 \times 182.000$$

$$m_1 = 1,429 \text{ kg}$$

Perhitungan Massa Beban Pada Punch

$$V = P \times L \times T$$

$$V = 130 \times 15 \times 100$$

$$V = 195.000 \text{ m}^3$$

$$m_2 = \rho \times v$$

$$m_2 = 0,00000785 \times 195.000$$

$$m_2 = 1,531 \text{ kg}$$

Perhitungan Massa beban Pada Plat Pengunci Punch

$$V = P \times L \times T$$

$$V = 140 \times 15 \times 50$$

$$V = 105.000 \text{ m}^3$$

Perhitungan Massa beban Pada Plat Pengunci Punch

$$V = P \times L \times T$$

$$V = 140 \times 15 \times 50$$

$$V = 105.000 \text{ m}^3$$

$$m_3 = \rho \times v$$

$$m_3 = 0,00000785 \times 105.000$$

$$m_3 = 0,824 \text{ kg}$$

Maka total massa beban yang diterima pegas dapat dihitung dengan persamaan.

$$m_{total} = m_1 + m_2 + m_3$$

$$m_{total} = 1,429 + 1,531 + 0,824$$

$$m_{total} = 3,783 \text{ kg}$$

Perhitungan Pada Pegas Tekan

Maka untuk menghitung indeks pegas, *stress factor*, dan beban yang diterima oleh pegas sebagai berikut.

Perhitungan Indeks Pegas

$$C = \frac{D}{d}$$

$$C = \frac{23,45}{3,55} = 6,61$$

Perhitungan Stress Factor

$$K = \frac{4C - 1}{4C - 4} + \frac{0,615}{C}$$

$$K = \frac{4(6,61) - 1}{4(6,61) - 4} + \frac{0,615}{6,61}$$

$$K = 20,79 + 0,09 = 20,88$$

Perhitungan Beban Pegas

$$W = \frac{\delta G d^4}{8 D^3 n}$$

$$W = \frac{(L_2 - L_1) G d^4}{8 D^3 n}$$

$$W = \frac{(190 - 140) 70 \times 10^3 (3,55)^4}{8 (23,45)^3 \times 29}$$

$$W = \frac{555880522}{2991690}$$

$$W = 185,8 \text{ N}$$

Karena alat uji *bending* memakai 2 pegas, jadi beban yang diterima masing-masing pegas sebesar 92,9 N atau 9,48 kg. [3]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dimensi spesimen dengan panjang 12 cm dan lebar 7 cm dengan variasi ketebalan 2 mm dan 3mm, untuk

$$m_3 = \rho \times v$$

$$m_3 = 0,00000785 \times 105.000$$

$$m_3 = 0,824 \text{ kg}$$

Maka total massa beban yang diterima pegas dapat dihitung dengan persamaan.

$$m_{total} = m_1 + m_2 + m_3$$

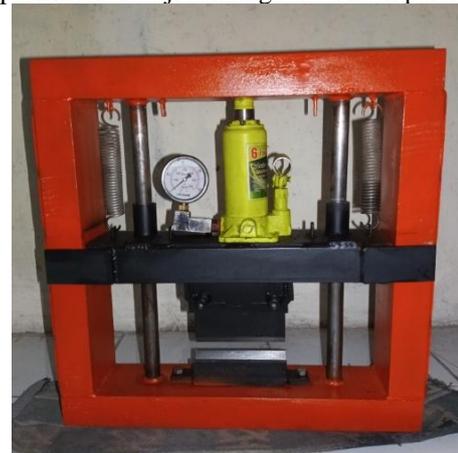
$$m_{total} = 1,429 + 1,531 + 0,824$$

$$m_{total} = 3,783 \text{ kg}$$

Perhitungan Pada Pegas Tekan

Maka untuk menghitung indeks pegas, *stress factor*, dan beban yang diterima oleh pegas sebagai berikut. Pada Gambar 1 dan Tabel 1 di bawah ini merupakan data spesifikasi alat uji bending sesuai hasil perancangan dimensi pengujian material sesuai dengan standar ASTM E-290. Pada pengujian ke-1 pada plat dengan ketebalan 2 mm membutuhkan 12 kali pengungkitan dengan tekanan pada dongkrak sebesar 3500 Psi sampai terbentuk bentuk V. Sedangkan pengujian ke-2 pada plat dengan ketebalan 3 mm membutuhkan lebih banyak pengungkitan yaitu sebanyak 19 kali dengan tekanan pada dongkrak sebesar 4500 Psi hingga berbentuk V setelah pengujian

Pada Gambar 1 dan Tabel 1 di bawah ini merupakan data spesifikasi alat uji bending sesuai hasil perancangan



Gambar 1. Alat Uji Bending

Tabel 1. Spesifikasi Alat Uji Bending

Kapasitas Dongkrak	6 TON
Dimensi Spesimen Benda Uji	ASTM E-290
Panjang & Lebar Maksimum Benda Uji	120x70 mm
Tebal Maksimum Benda Uji	3 mm
Bagian Rangka	495x400 mm
Landasan V Die Punch	130x40x35 mm
Punch	130x15x100 mm
Plat Pengunci Punch	140x15x50 mm

Hasil data yang didapatkan dari pengujian diatas dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian

Dimensi Spesimen P x L x T (mm)	Indikator Pressure Gauge (Psi)	Jumlah Pengungkitan
120x70x2	3500	12
120x70x3	4500	19

Adapun hasil data yang diperoleh setelah perhitungan perancangan yang telah dilakukan dapat dilihat pada pada tabel 3.

Tabel 3. Data Perancangan

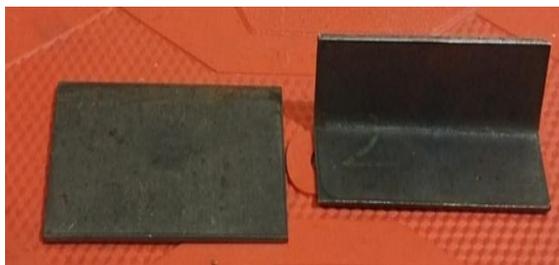
D silinder (mm)	D piston (mm)	Gaya F (N)	
		Dongkrak	Bending
60	28	4.730	2.100
60	28	6.082	4.725

Massa Beban (Kg)		
Plat	Landasan	Pegas
Pengunci	V Dies	
0,824	1,429	9,48
0,824	1,429	9,48

Setelah dilakukannya pengujian pada material plat, gaya dongkrak yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian pada material plat dengan ketebalan 2 mm sebesar 4.730 N atau 0,482 Ton, gaya *bending* sebesar 2.100 N atau 0,214 Ton, dan jumlah pengungkitan sebanyak 12x pengungkitan. Sedangkan pada bahan material plat dengan ketebalan 3 mm, gaya dongkrak yang dibutuhkan sebesar 6.082 N atau 0,620 Ton, gaya *bending* sebesar 4.725 N atau 0,4814 Ton, dan jumlah pengungkitan sebesar 19x pengungkitan. Adapun massa beban yang diterima pada setiap komponen yaitu punch sebesar 1,531 kg, plat pengunci sebesar 0,824 kg, landasan *v dies* sebesar 1,429 kg, dan 2 pegas masing-masing sebesar 9,48 kg.



Gambar 2. Hasil Pengujian Plat Ketebalan 3 mm



Gambar 3. Hasil Pengujian Plat Ketebalan 2 mm

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat berdasarkan pada pengujian yang sudah dilakukan sebagai berikut.

1. Dari proses penelitian ini penulis mampu memahami bagaimana cara menganalisa dan mengolah data yang baik untuk suatu perancangan sesuai yang dibutuhkan untuk membangun alat ataupun mesin.
2. Dengan membangun dan melakukan pengujian pada alat uji *bending* sederhana ini terbukti mampu untuk melakukan pengujian terhadap plat dengan ketebalan 2 dan 3 mm dan sesuai dengan standar pengujian ASTM E-290.
3. Pada pengujian kali ini diperoleh hasil data dimana gaya dongkrak sebesar 4.730 N atau 0,482 Ton dan gaya *bending* sebesar 2.100 N atau 0,214 Ton untuk ketebalan plat 2 mm. Sedangkan untuk plat ketebalan 3 mm memiliki gaya dongkrak sebesar 6.082 N atau 0,620 Ton dan gaya *bending* 4.725 N atau 0,4814 Ton.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. I. T. Marsis, "PERANCANGAN MESIN BENDING DENGAN MEMANFAATKAN SITEM DONGKRAN HIDROLIK SEDERHANA," JAKARTA, 2007.
- [2] S. Kuntoro and M. Kabib, "ANALISIS KEKUATAN DIES FRAME LINK PADA MESIN ROLL PIPA 2 IN PENGGERAK HIDROLIK DENGAN METODE ELEMEN HINGGA," Jurnal SIMETRIS, vol. 9, no. 2, 2018.
- [3] R. G. Budynas and J. Keith Nisbett, "Shigley's Mechanical Engineering Design 10th Edition."
- [4] M. Yanis and dan W. Ricky, "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN BENDING DAN NOTCHING," 2021.
- [5] A. Salam, Fundamentals of Pneumatics and Hydraulics. Springer Nature, 2022. doi: 10.1007/978-981-19-0855-2.
- [6] S. GmbH, "Metal Forming Handbook," 1998.
- [7] W. Tedja Bhirawa, "SISTEM HIDROLIK PADA MESIN INDUSTRI."