



Desain dan Analisis Alat *V-Bending* Menggunakan Dongkrak Hidrolik Berkapasitas 5 Ton

Ferdinand Nicolas^{1*}, Rosidi², Budi Yuwono², dan Fitri Wijayanti²

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Desain alat v-bending manual menggunakan dongkrak hidrolik berkapasitas 5 ton berfungsi sebagai alat bantu untuk produk yang memerlukan proses penekukan khususnya pada sektor industri skala kecil seperti bengkel-bengkel permesinan/otomotif dengan biaya produksi dan perawatan yang cukup rendah. Metode dalam pembuatan desain alat v-bending meliputi studi literatur dan pengumpulan data kemudian proses perancangan yang berdasarkan hasil analisis dan perhitungan. Hasil desain alat v-bending ini memiliki 3 sub assembly utama yaitu sub assembly rangka, sub assembly press brake v-bending, dan sub assembly penggerak. Adapun spesifikasi alat v-bending ini memiliki ukuran panjang 400 mm, lebar 300 mm dan tinggi 635 mm dengan panjang langkah hidrolik 43 mm. Selain itu sudut punch dan dies sebesar 90° dengan radius punch 1 mm, lebar die opening 23 mm dan lebar garis bending dies 150 mm. Material yang digunakan untuk desain alat v-bending yaitu ASTM A36, SKD 11 untuk punch and dies, dan Hard chrome untuk pilar.

Kata-kata kunci: V-Bending, Desain, Dongkrak Hidrolik,

Abstract

The manual v-bending tool design uses a hydraulic jack with a capacity of 5 tons to function as a tool for products that require a bending process, especially in the small-scale industrial sector such as machinery/automotive workshops with relatively low production and maintenance costs. The method in making the design of the v-bending tool includes literature study and data collection and then the design process based on the results of analysis and calculations. The design result of this v-bending tool has 3 main sub-assemblies, namely the frame sub-assembly, the v-bending press brake sub-assembly, and the drive sub-assembly. The specifications of this v-bending tool have a length of 400 mm, a width of 300 mm and a height of 635 mm with a hydraulic stroke length of 43 mm. In addition, the punch and dies angle is 90° with a punch radius of 1 mm, the die opening width is 23 mm and the dies bending line width is 150 mm. The materials used for the design of the v-bending tool are ASTM A36, SKD 11 for punch and dies, and Hard chrome for pillars.

Keywords: V-Bending, Design, Hydraulic Jack,

* Corresponding author E-mail address:

1. PENDAHULUAN

Pada beberapa tahun belakangan ini ilmu pengetahuan dan teknologi mengalami perkembangan yang begitu pesat. Seperti contoh pada industri skala kecil ataupun bengkel fabrikasi yang tentunya merasakan dampak kemajuan teknologi demi kebutuhan konsumen[1]. Adapun fenomena penekukan pelat yang cukup berkembang dikalangan fabrikasi peralatan alat-alat rumah tangga dan keperluan bengkel otomotif atau permesinan yang tersebar hampir di seluruh tanah air[2].

Pada saat ini mesin *v-bending* pelat yang digunakan dari segi besarnya alat sangat memakan tempat dan dari segi perawatan/perbaikan juga membutuhkan biaya yang cukup besar. Hal ini yang membuat manusia berusaha untuk menciptakan alat bantu yang dapat digunakan untuk memproduksi barang-barang tersebut dengan biaya produksi yang cukup rendah[3].

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini akan difokuskan untuk bagaimana menciptakan alat *v-bending* pelat menggunakan dongkrak hidrolik sebagai alat penekuk pelat dengan fungsi yang sama namun lebih sederhana, biaya produksi dan perawatan yang murah serta memiliki mobilitas tinggi (alat dapat dipindahkan dengan mudah) sehingga dapat mempermudah pembuatan produk dengan maksimal.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Alat *v-bending* manual menggunakan dongkrak hidrolik ini dirancang dan digambar menggunakan *software solidworks 2020*. Adapun material yang direncanakan dalam design alat *v-bending* ini antara lain; SKD 11, ASTM A36 steel, dan *hard chrome*. Untuk mendapatkan hasil design yang diharapkan, terdapat beberapa tahapan yang dilakukan pada design dan analisis alat *v-bending* ini antara lain :

Tahap pertama, yaitu studi literatur. Sebelum melakukan proses design alat *v-bending*, terlebih dahulu mencari teori-teori yang melandasi proses perancangan alat melalui berbagai sumber seperti buku, jurnal, artikel, video yang terdapat kaitannya dengan alat *v-bending* yang akan dirancang sehingga dapat memperoleh hasil design yang sesuai dengan yang diharapkan.

Tahap kedua Pengumpulan data awal. Pada tahap pengumpulan data yang dilakukan yaitu mengelompokkan data-data yang telah didapat dari studi literatur sebelum melakukan proses perancangan.

Tahap ketiga yaitu proses perancangan. Pada tahap proses perancangan ini, alat *v-bending* dirancang berdasarkan pengumpulan data yang diperoleh. Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan pada proses perancangan alat *v-bending* pelat ini yaitu segi fungsi dan kegunaan, segi konstruksi, dan segi ekonomis.

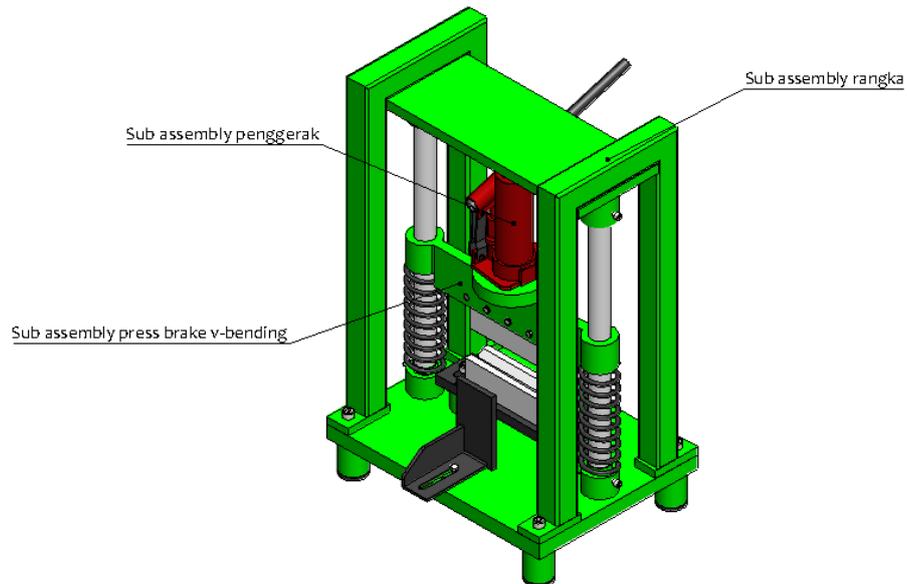
Tahap keempat yaitu perhitungan dan analisis kekuatan rangka. Tahap keempat ini merupakan tahapan yang sangat penting pada proses perancangan. Dalam proses perancangan perlu menentukan dimensi yang akan digunakan melalui perhitungan dan analisis agar alat yang dirancang aman digunakan.

Tahap kelima yaitu kesimpulan. Pada tahap ini merupakan data-data yang didapatkan dari setiap proses yang dilakukan mulai dari awal sampai akhir perancangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Alat V-Bending

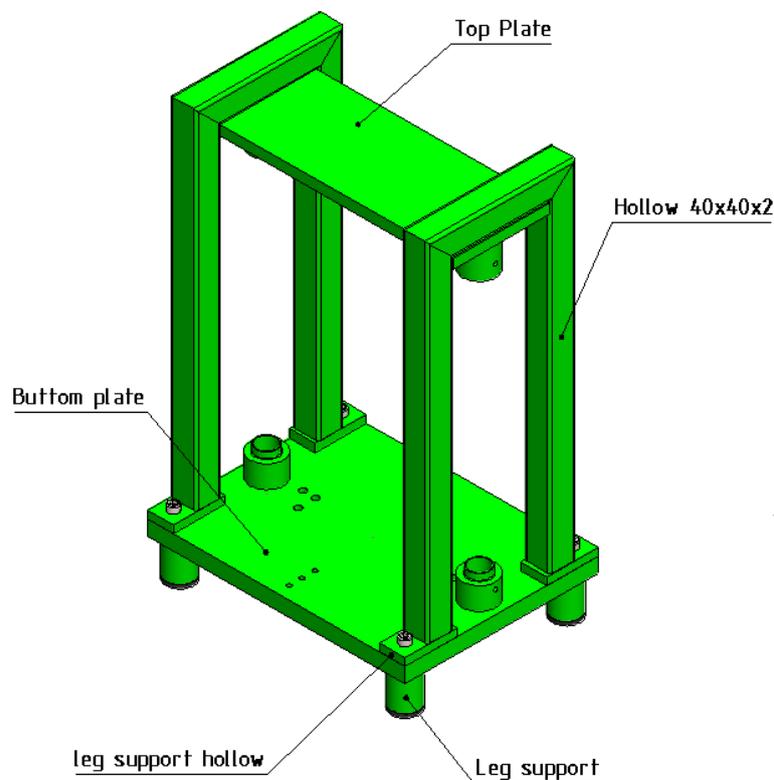
Design dan analisis alat *v-bending* manual menggunakan dongkrak berkapasitas 5 ton ini dibuat dengan tujuan membantu proses permesinan dalam memproduksi barang yang memerlukan proses penekukan pelat tanpa harus menggunakan menggunakan mesin yang memerlukan biaya yang cukup mahal[2]. Secara umum alat *v-bending* ini memiliki komponen utama yaitu *sub assembly* rangka, *sub assembly press brake v-bending*, dan *sub assembly* penggerak. Berikut ini hasil design alat *v-bending* seperti pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Hasil perancangan alat *v-bending* pelat menggunakan dongkrak hidrolik

Sub assembly rangka

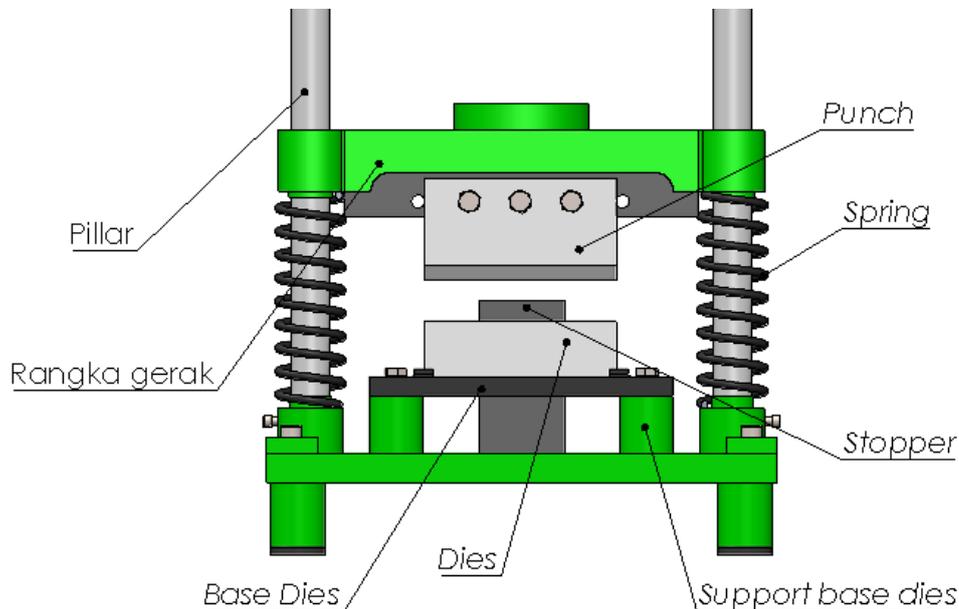
Sub assembly rangka merupakan bagian yang berfungsi komponen-komponen lainnya dan juga sebagai penahan gaya sewaktu terjadinya proses penekanan seperti yang tersaji pada gambar 2. Dimensi untuk rangka yang digunakan yaitu 400 x 300 x 636 mm. *Sub assembly* rangka terdiri dari beberapa komponen yaitu besi *hollow* 40x40x2 mm, *Bottom plate*, *top plate*, *leg support hollow*, dan *leg support*. Material yang digunakan pada komponen *sub assembly* rangka yaitu ASTM A36 steel.



Gambar 2. *Sub assembly* rangka

Sub assembly press brake v-bending

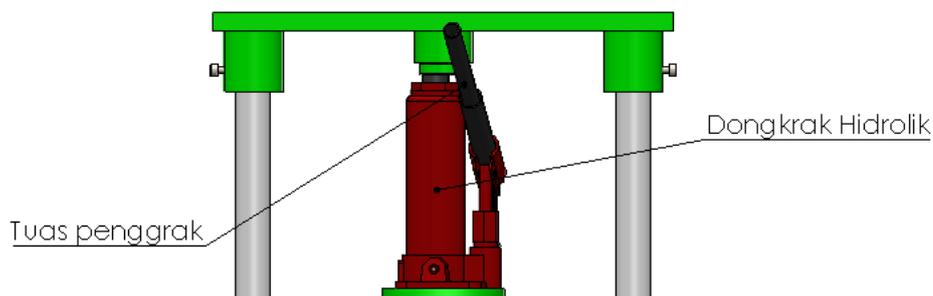
Pada *sub assembly press brake v-bending* merupakan bagian yang berfungsi untuk proses terjadinya penekukan pelat. *Sub assembly* ini memiliki beberapa komponen yaitu rangka gerak, *punch*, *dies*, *base dies*, pilar, *spring*, *support base dies*, dan *stopper* seperti pada gambar 3. Material yang digunakan berbeda-beda pada beberapa komponen. Untuk material rangka gerak, *base dies*, *support base dies* dan *stopper* menggunakan material ASTM A36 steel, pada *punch* dan *dies* menggunakan material SKD 11 yang dikeraskan (hardening), dan material pilar menggunakan hard chrome.



Gambar 3. Sub assembly press brake v-bending

Sub assembly penggerak

Sub assembly penggerak merupakan bagian yang sangat penting pada alat *v-bending*. Komponen yang digunakan pada sub penggerak menggunakan dongkrak hidrolik berkapasitas 5 ton dan tuas penggerak seperti pada gambar 4. Dongkrak hidrolik berfungsi untuk memberikan tekanan pada rangka gerak dan *punch* untuk melakukan proses penekukan pada lembaran pelat.

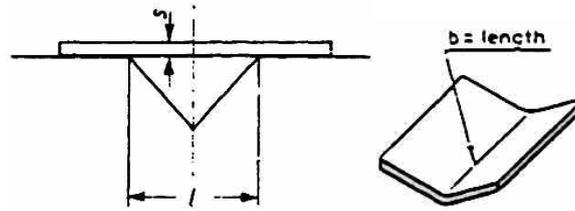


Gambar 4. Sub assembly penggerak

Perhitungan Gaya Bending

Kapasitas alat *v-bending* biasanya disetarakan dengan penggunaan gaya *bending* maksimal yang digunakan untuk proses penekukan [1]. Oleh karena itu, untuk melakukan proses penekukan, langkah awal yang dilakukan adalah menentukan gaya *bending* yang akan digunakan berdasarkan parameter pelat yang akan ditekuk seperti

pada gambar 5. Maka untuk menghitung rumus gaya *bending* maksimal untuk tebal pelat 2 mm dengan bahan ST 37 menggunakan persamaan 1 sebagai berikut:



Gambar. 5 Parameter pelat yang akan ditekuk [2]

UTS = *Ultimate tensile strength* dari material baja ST 37 = 370 N/mm²

w = 150 mm ; T = 2 mm ; Kbf = 1,33 ; D = 23 mm

Maka, besarnya gaya *bending* maksimal :

$$F = \frac{Kbf (UTS) wt^2}{D} \quad (1)$$

$$F_{bending} = \frac{1.33 \times 370 \text{ N/mm}^2 \times 150 \text{ mm} \times 2^2 \text{ mm}}{23 \text{ mm}}$$

$$F_{bending} = 12837,4 \text{ N}$$

Dari perhitungan diatas diketahui bahwa untuk melakukan penekukan pelat material baja ST 37 dengan lebar benda kerja maksimum 150 mm dan tebal 2 mm, diperlukan gaya *bending* sebesar 12837,4 N atau 1,3 ton. Maka pada perancangan alat ini direncanakan menggunakan dongkrak 5 ton karena menyesuaikan dengan ketebalan dan bahan pelat yang akan ditekuk.

Perhitungan Panjang *Punch* Maksimal

Pada perencanaan *punch* ini akan dihitung dari gaya *bending* yang terjadi. Tegangan tersebut digunakan untuk mencari panjang *punch*. Untuk mendapatkan panjang *punch* maksimal dapat digunakan persamaan 2 berikut ini.

$$L_{maks} = \frac{l_k}{8} \sqrt{\frac{E \times (w)}{t_s \times \sigma_{UTS}}} \quad (2)$$

Dimana :

$l_k = 63,19 \text{ mm}$; $t_s = 24 \text{ mm}$; $\sigma_{UTS} \text{ SKD 11} = 1255,25 \text{ N/mm}^2$

$w = 150 \text{ mm}$; $E \text{ SKD 11} = 207.000 \text{ N/mm}^2$

Maka Panjang maksimum *punch* yaitu :

$$L_{maks} = \frac{63,19 \text{ mm}}{8} \sqrt{\frac{207000 \text{ N/mm}^2 \times 150 \text{ mm}}{24 \text{ mm} \times 1255,25 \text{ N/mm}^2}}$$

$$L_{maks} = 253,58 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan panjang *punch* maksimal diketahui 253,58 mm sedangkan yang akan dirancang pada alat *v-bending* ini adalah sebesar 80 mm. Oleh karena itu dengan panjang *punch* yang dirancang tidak melebihi panjang *punch* maksimal sehingga pada saat proses penekukan *punch* tidak mudah patah.

Penentuan Tebal Minimal *Dies*

Perhitungan ketebalan *dies* ditinjau dari gaya *bending* maksimum yang bekerja pada *dies* sebesar 12837,4 N[4]. Ketebalan minimal *dies* dapat dihitung dengan persamaan 3 berikut ini:

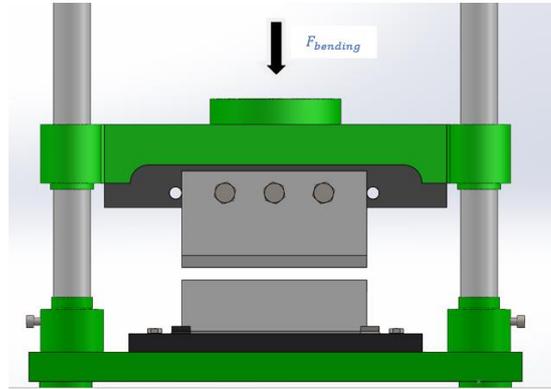
$$H = \sqrt[3]{\frac{F_{bending}}{g}} \quad (3)$$

$$H = \sqrt[3]{\frac{12837,4}{9,81}} = 10,93 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan tebal minimal *dies* yang digunakan sebesar 10,93 mm, maka direncanakan tebal *dies* 44 mm (karena semakin tebal *dies* maka semakin baik untuk menerima tekanan dari *punch* dan parameter pelat yang akan ditebuk mempengaruhi gaya *bending* yang dihasilkan).

Perhitungan sambungan baut pada *punch*

Baut untuk mengikat *punch* pada rangka gerak mengalami tegangan geser karena baut menahan *punch* pada saat proses penekukan dan mengalami pembebanan merata seperti pada gambar 6.



Gambar 6 Sambungan baut pada *punch*

Pada perhitungan sebelumnya gaya yang terjadi pada penekukan sebesar 12.837,4 N. Baut yang digunakan menggunakan material ST 37 mempunyai tegangan geser ijin material sebesar 92,5 MPa. Untuk menghitung baut yang akan digunakan menggunakan persamaan 4 berikut ini [5]:

$$F = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times \tau_g \times n \quad (4)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 12837,4}{92,5 \times 3 \times \pi}} = 7,67 \text{ mm}$$

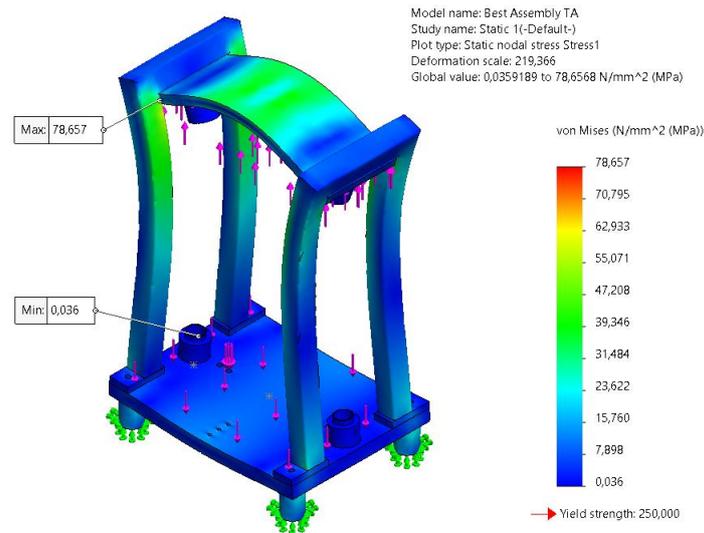
Berdasarkan perhitungan, ukuran diameter baut yang digunakan sebesar mm. Maka baut yang digunakan untuk mengikat *punch* dengan rangka tengah pada saat proses penekukan sesuai dengan standar baut menggunakan baut M8.

Simulasi kekuatan *sub assembly* rangka alat *v-bending*

Pengujian *sub assembly* rangka merupakan salah satu *sub assembly* yang sangat penting di analisis jenis material yang digunakan agar hasil rancangan yang diperoleh kuat dan aman digunakan. Pada pengujian rangka alat *v-bending* menggunakan perangkat lunak *solidworks 2020*. Analisis pengujian dilakukan untuk mengetahui *stress*, *displacement*, dan *factor of safety* pada rangka saat terjadinya proses *bending*. Berikut ini merupakan hasil pengujian rangka saat menekuk pelat 2 mm dengan gaya *bending* 12837,4 N.

- Nilai Stress

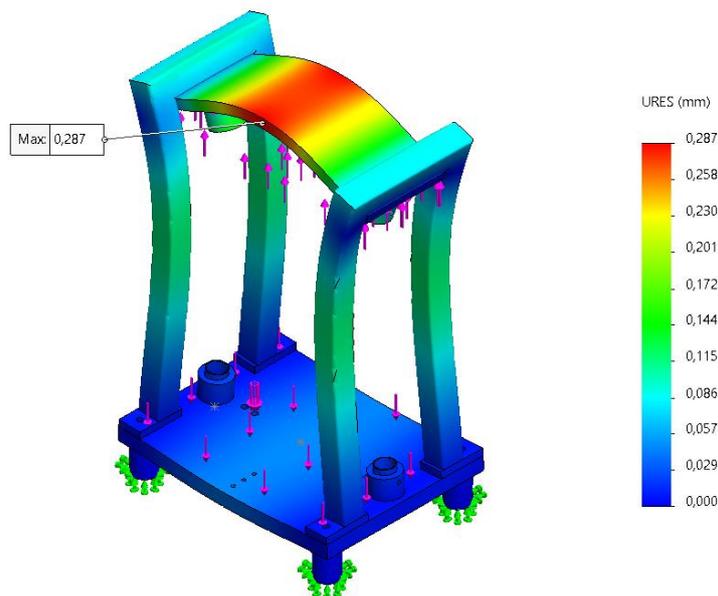
Berdasarkan hasil *stress simulation* pada *software solidworks 2020* seperti pada gambar 7 menunjukkan maksimum *stress* yang terjadi pada rangka sebesar 78,657 MPa terdapat dibagian *top plate* dengan besi *hollow 40x40x2*. Hasil tersebut dibawah nilai *yield strength* material ASTM A36 sebesar 250 MPa. Dari hasil tersebut, maka disimpulkan bahwa rangka yang digunakan untuk menekuk pelat 2 mm aman.



Gambar 7. Nilai stress pada sub assembly rangka

- Nilai Displacement

Hasil pengujian *displacement simulation* pada *software solidworks 2020* yang terjadi pada saat menerima gaya *bending* sebesar 12.837,4 N dibagian *bottom plate* dan *top plate*. Nilai *Displacement* maksimum terjadi pada *top plate* yang berwarna merah sebesar 0,287 mm seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Nilai displacement pada sub assembly rangka

- Factor of safety

Berdasarkan hasil simulasi pada rangka diperoleh tegangan yang bekerja pada saat proses bending berlangsung sebesar 78,657 MPa. Dengan menggunakan material ASTM A36 yang memiliki nilai yield strength sebesar 250 MPa, maka nilai angka keamanan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2.8) berikut:

$$sf = \frac{250 \text{ MPa}}{78,657 \text{ MPa}}$$

$$sf = 3,17$$

Maka nilai faktor keamanan dari pengujian rangka dengan gaya bending 12.837,4 N adalah 3,17 yang artinya rangka tersebut aman digunakan karena nilai angka keamanan lebih dari 1.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil disimpulkan bahwa alat *v-bending* pelat menggunakan dongkrak hidrolik terdapat 3 *sub assembly* utama yaitu *sub assembly* rangka, *sub assembly punch and dies*, dan *sub assembly* penggerak. Adapun spesifikasi dan analisis ini didapatkan dari hasil perancangan yaitu :

1. Alat *v-bending* ini memiliki ukuran panjang 400 mm, lebar 300 mm dan tinggi 639 mm dengan panjang langka hidrolik 43 mm.
2. Pada perancangan alat *v-bending* ini menggunakan dongkrak berkapasitas 5 ton.
3. *Punch and dies* dirancang menggunakan material SKD 11 dengan sudut *punch* dan sudut *dies* 90° dan radius *punch* 1 mm. sedangkan lebar *die opening* yaitu 23 mm dengan lebar garis *bending dies* 150 mm.
4. Gaya bending yang dihasilkan dalam penekukan pelat 2 mm sebesar 12837,4 N.
5. Pada perhitungan teoritis, ukuran untuk setiap komponen alat *v-bending* telah memenuhi persyaratan yang dimana alat tersebut aman digunakan
6. Untuk material yang digunakan pada perancangan alat *v-bending* ini yaitu ASTM A36 untuk pelat besi, SKD 11 untuk *punch and dies*, dan *Hard Chrome* untuk pilar.

REFERENSI

1. 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.
2. M. J. Dullah, M. A. Suyuti, Sudarman, Mariam, and M. A. Arham, "Desain dan Analisis Alat Bending V Sistem Hidro Pneumatik," vol. 17, no. 2, pp. 168–178, 2019.
3. W. S. Buka, "Pembuatan Rangka Atas (Handle) dan Rangka Bawah Pada Alat Penekuk Plat Sistem Hidrolik," *J. Ris. Drh.*, pp. 1–11, 2013.
4. M. Ginting, D. Seprianto, and R. Wiza, "Desain Dan Rancang Bangun Alat Bantu Press Tool untuk meningkatkan produktivitas UKM Metal Furniture," *Austenit*, vol. 9, no. 1, pp. 33–42, 2017.
5. R. . Khurmi and J. . Gupta, *A textbook of Machine Design*. 2005. doi: 10.1038/042171a0.