

Desain Alat Kompaksi Untuk Produksi *Glass Cosindo* (*Coin Sejarah Indonesia*) dengan Material Serbuk dari Sampah Botol Kaca

Reival Rey Yusti^a, Arvian Iswahyudi^a, Muhamad Fitri^{a*}

^aMechanical Engineering Departemen, Faculty of Engineering, Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia

*muhamad.fitri@mercubuana.ac.id

Abstrak

Saat ini penggunaan material kaca sebagai botol atau kemasan minuman kian berkurang, namun sampah botol yang dahulu digunakan pada masanya masih tersisa dan dibiarkan begitu saja. Hal ini menimbulkan masalah di lingkungan masyarakat. Pengolahan yang biasa dilakukan dengan peleburan botol kaca, namun tidak semua dapat dilakukan dengan metode tersebut. Dikarenakan hal tersebut, metode baru untuk pengolahan sampah botol kaca patut untuk diteliti dan diterapkan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat desain alat yang dapat digunakan untuk proses pencetakan material kaca dengan metode kompaksi. Alat kompaksi tersebut didesain untuk mencetak serbuk kaca dengan tekanan sebesar 5 Ton. Dengan dibuatnya alat ini, maka variasi pemrosesan kaca akan bertambah. Selain untuk material kaca, alat ini juga dapat dimanfaatkan untuk mencetak material lain. Alat ini akan didesain menggunakan software Solidworks. Proses desain dimulai dari perhitungan secara manual untuk kekuatan konstruksi dan pemilihan material, kemudian dilakukan pembuatan 3D model dan 3D assembly. Proses diakhiri dengan melakukan simulasi pada software. Hasil dari simulasi menunjukkan kekuatan dari konstruksi alat tersebut berdasarkan perencanaan dan perhitungan yang telah dilakukan.

Abstract

Nowadays, the use of glass material for bottles or beverage packaging is decreasing, but bottle waste that was previously used at that time remains and is left as is. This causes problems in the community. Processing is usually done by melting glass bottles, but not all can be done using this method. Because of this, new methods for processing glass bottle waste are worth researching and implementing. This research aims to design a tool that can be used for the process of printing glass materials using the compaction method. This compaction tool is designed to print glass powder with a pressure of 5 tonnes. By making this tool, the variety of glass processing will increase. Apart from glass materials, this tool can also be used to print other materials. This tool will be designed using Solidworks software. The design process starts from manual calculations for construction strength and material selection, then creating a 3D model and 3D assembly. The process ends by carrying out a simulation in the software. The results of the simulation show the strength of the construction of the tool based on the planning and calculations that have been carried out.

Pendahuluan

Sampah merupakan masalah utama yang kini dialami masyarakat. Salah satu jenis sampah yang sulit diolah adalah sampah kaca. Meski kemasan minuman berbahan kaca kian berkurang, namun sampah kaca yang dahulu digunakan pada masanya masih tersisa dan dibiarkan begitu saja sehingga menimbulkan masalah di lingkungan. Salah satu alternatif produk yang bisa dibuat untuk memanfaatkan limbah kaca adalah *cosindo* (*coin sejarah Indonesia*). *Cosindo* (*coin sejarah Indonesia*) adalah koin yang profilnya berbentuk gambar tentang sejarah Indonesia, dapat berupa cerita sejarah dan peninggalan sejarah Indonesia. Sampah kaca yang akan digunakan sebagai material utama dalam pembuatan *cosindo* merupakan material komposit, yang mana komposit telah banyak diteliti dan penggunaannya yang semakin meluas menggantikan logam [1][2], seperti penelitian untuk mengetahui karakteristik uji serap dan uji koefisien gesek pada bantalan kopling komposit yang terbuat dari serbuk bambu, serbuk kelapa, serbuk kaca, dan serbuk tembaga [3]. Penelitian tentang pengaruh panjang serat, konsentrasi serat, perlakuan alkali dan *coupling agent* terhadap sifat mekanis material komposit [4], Penelitian tentang pengaruh kandungan serat sabut kelapa dan fraksi *hardener* terhadap sifat mekanis material komposit resin epoksi [5], dan juga penelitian tentang pengaruh prosentase kandungan serat kelapa sawit terhadap umur fatik beban aksial komposit matriks resin [6]. Dalam proses pembuatan *cosindo* yang menggunakan sampah kaca

Article History

Submitted: 24/07/2023

Revised : 07/08/2023

Accepted : 29/09/2023

Published: 29/09/2023

Kata Kunci:

Sampah Kaca, *Cosindo*,
Desain, Alat Kompaksi,
Simulasi

Keywords:

Glass Waste, *Cosindo*,
Design, Compaction
Tool, Simulation.

sebagai material komposit, dibutuhkan alat kompaksi yang kapasitasnya sesuai kebutuhan pembuatan cosindo. Kompaksi adalah salah satu proses dari metalurgi serbuk dengan melakukan penekanan terhadap serbuk, memadatkannya untuk mendapatkan bentuk, kepadatan, dan kontak partikel-ke-partikel yang diperlukan dan untuk membuat bagian tersebut cukup kuat untuk diproses lebih lanjut yang mana disebut sebagai *green part* atau *green compact* [7].

Dalam perancangan alat kompaksi, dibutuhkan desain. Desain merupakan langkah awal untuk merancang sesuatu agar sesuai ekspektasi yang diinginkan dan dapat dikontrol prosesnya. *Computer Aided Design* (CAD) digunakan untuk merancang dan mengembangkan produk, agar dapat digunakan dengan baik oleh pengguna [8]. Aplikasi komputer berbasis CAD digunakan untuk mengkonversikan satu ide awal produk menjadi rancangan detail teknik. Proses perancangan biasanya meliputi pembuatan model geometrik produk, yang bisa dimanipulasi, dianalisis, dan diperhalus. CAD berperan mengganti sketsa dan gambar teknik tradisional yang digunakan untuk memvisualisasi produk dan mengomunikasikan rancangan informasi ke dalam bentuk yang lebih baik dan berbasis komputer [9]. Metode elemen hingga telah digunakan banyak peneliti dalam penelitian baik dalam mendesain maupun dalam analisis. Beberapa di antaranya adalah penelitian untuk mendesain komponen utama alat uji konstanta pegas untuk kapasitas 50 N/mm [10]. Penelitian lain terkait analisis statik plat pengaku pada *ladder frame chassis* untuk kendaraan pedesaan [11]. Selain itu ada juga penelitian terkait analisis aerodinamik pada *body* mobil untuk mendapatkan koefisien *drag*-nya [12]. Kemudian penelitian mengenai analisis kekuatan rangka mesin *press* eceng gondok menggunakan *software* solidworks [13].

Teori

A. Tegangan

Tegangan merupakan tahanan per satuan luas, yang mana tahanan yang dimaksud adalah molekul dari sebuah benda yang membentuk tahanan ketika benda mengalami deformasi akibat adanya gaya luar yang terjadi pada benda tersebut [10]. Tegangan dapat didefinisikan sebagai gaya per satuan luas [10] dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

σ = Tegangan (N/m²)

F = Gaya (N)

A = Luas Penampang (m²)

B. Safety Factor

Safety factor atau faktor keamanan merupakan nilai keamanan dari sebuah desain dan merupakan parameter yang penting untuk menentukan keamanan dari suatu konstruksi [14]. *Safety factor* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$FS = \frac{\sigma_y}{\sigma_{ijin}} \quad (2)$$

Keterangan:

FS = *Safety Factor*

σ_y = *Yield Strength* (MPa)

σ_{ijin} = Tegangan Ijin (MPa)

Metode

Dalam penelitian ini, metode dimulai dengan menganalisis spesifikasi pada limbah kaca untuk mengetahui tekanan yang dibutuhkan dalam proses kompaksi. Tahap desain dimulai dengan menentukan posisi operator yang akan mengoperasikan mesin tersebut, mesin ini akan didesain dalam posisi operator duduk. Kemudian menentukan posisi jarak yang ideal agar operator tidak terlalu dekat dengan alat. Setelah itu menentukan

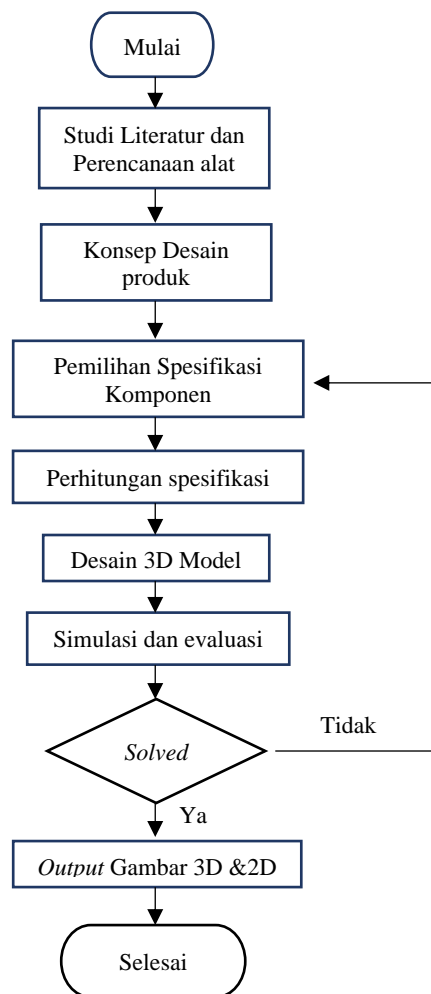
konstruksi alat agar mampu menahan beban sebesar 5 Ton. Proses perancangan alat kompaksi mengacu pada metode perancangan Pahl dan Beitz, yang terdiri dari 4 tahap, yaitu perencanaan dan penjelasan tugas, perancangan konsep produk, perancangan bentuk produk, dan perancangan detail produk. Tahapan perancangan diharapkan mampu menghasilkan produk mesin yang optimal sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Konsep perancangan dibuat berdasarkan analisis kebutuhan dari mesin tersebut [15].

TABLE I. ANALISIS KEBUTUHAN ALAT

Analisis Kebutuhan Produk		
no	Syarat	Kebutuhan spesifikasi
1	S	Tekanan 5 Ton
2	S	Mudah dioperasikan
3	S	Posisi operator duduk
4	S	Mudah dalam perawatan
5	S	Konstruksi kuat untuk menahan beban tekanan
6	S	Proses manual <i>press</i>
7	H	Mudah untuk dipindahkan
8	H	Komponen mudah didapat

Keterangan: S = Syarat, H = Harapan.

Setelah spesifikasi kebutuhan alat telah ditentukan, selanjutnya melakukan perencanaan konsep rancangan mesin. Berdasarkan metode Pahl dan Beitz, maka ditentukan *flowchart* dari perancangan alat kompaksi sebagai berikut:



Gambar 1 : Diagram Alir

Hasil dan Pembahasan

1. Studi literatur dan perencanaan alat

1. Alat didesain mampu menahan beban 5 Ton
2. Dioperasikan secara manual
3. Dioperasikan dengan posisi operator duduk
4. Alat penekanan di buat dari *Hydraulic Jack*
5. Tingkat *safety* pada alat harus diperhitungkan

2. Konsep Desain Alat

1. Dimensi alat kompak
2. Memiliki Rangka yang kuat dan kokoh
3. Posisi penekan *hydraulic Jack* berada pada bagian atas
4. Posisi *hydraulic Jack* dapat bergerak dan posisi saat *stay* tergantung pada pegas
5. Modifikasi *hydraulic Jack* agar dapat dipasang *dies upper*
6. Membuat sketsa awal konsep perancangan

Prinsip kerja alat ini yaitu melakukan penekanan pada *base* dengan *hydraulic jack*. ketika *hydraulic jack* dipompa maka silinder akan menekan bagian *base* atas dan setelah itu *hydraulic jack* akan bergerak kebawah. Tekanan akan berlaku ketika *hydraulic jack* bertemu dengan bagian meja kerja. Saat itu penekanan akan dimulai hingga mencapai tekanan maksimum sebesar 5 Ton sampai serbuk terpadatkan dan setelah itu *hydraulic Jack* dikembalikan ke posisi *stand by*.

3. Pemilihan spesifikasi Komponen

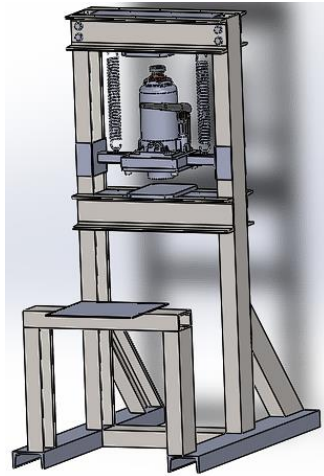
1. membuat daftar Komponen
2. membuat desain dari setiap komponen
3. mengkaji Ketersediaan Komponen standar
4. menentukan komponen yang perlu modifikasi

Hasil dari perancangan konsep produk berupa daftar komponen – komponen yang digunakan dalam Perancangan Alat kompak.

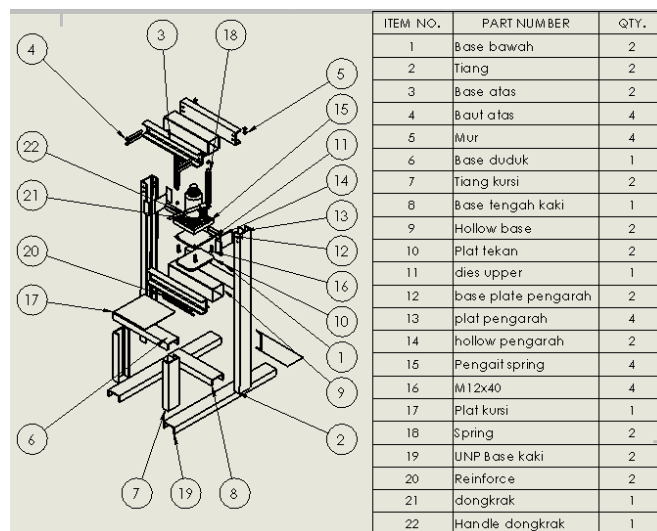
TABLE II. DAFTAR KOMPONEN

Daftar Komponen		
No	Bagian	Tipe yang digunakan
1	Penggerak / Pengoperasian	Manual
2	Head Penekan	<i>Hydraulic jack</i> dengan kapasitas yang sesuai
3	Profil rangka	Baja UNP
4	Bagian Penampang	Baja profil T
5	Tiang penyangga	Baja UNP
6	Kaki kaki	Baja profil
7	Penahan <i>hydraulic jack</i>	Pegas
8	Pengarah <i>hydraulic jack</i>	Hollow 30 × 30
9	Alas <i>base</i>	Besi plat
10	Bagian dudukan	Baja UNP

Gambar berikut menunjukkan hasil *Assembly* dari keseluruhan komponen serta seluruh bagiannya:



Gambar 2 : Desain Alat Kompaksi



Gambar 3 : Rincian part

A. Perhitungan Spesifikasi

1. Tekanan yang dibutuhkan untuk pembuatan Cosindo Tekanan yang dibutuhkan sebesar 5 Ton

Perhitungan Bagian Meja Kerja

Diketahui :

$$m = 5 \text{ Ton} = 5000 \text{ kg}$$

$$F = m \times g$$

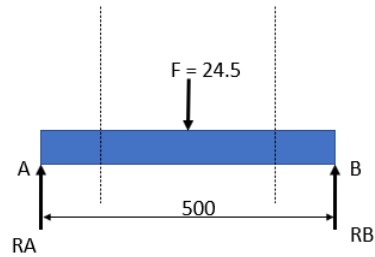
$$F = 5000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}$$

$$F = 49 \text{ kN}$$

Beban terbagi ke 2 batang sehingga,

$$F = \frac{49 \text{ kN}}{2}$$

$$F = 24.5 \text{ kN}$$



Gambar 4 : DBB Meja Kerja

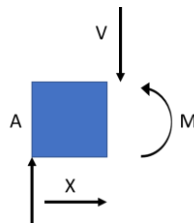
Perhitungan:

$$R_A + R_B = F$$

$$R_A + R_B = 24.5$$

Posisi berada di tengah sehingga $R_A = R_B$

$$R_A = R_B = 12.25$$



Gambar 5 : DBB Meja Kerja Potongan 1

$$\sum F_y = 0 \uparrow$$

$$V = 12.25 \text{ kN}$$

$$\sum M_A = 0 \curvearrowright$$

$$V(x) - M = 0$$

$$M = v(X)$$

$$M = 12.25 X$$

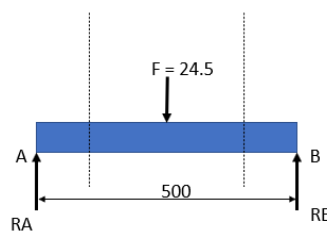
$$(0 \leq X \leq 250)$$

$$X = 0 \quad M = 0$$

$$X = 250 \quad M = 12.25 (250)$$

$$M = 3062,5 \text{ kN.mm}$$

Potongan 2



Gambar 6 : DBB Meja Kerja Potongan 2

$$\sum F_y = 0 \uparrow$$

$$12.25 - 24.5 - V = 0$$

$$V = 24.5 - 12.25 = 12.25 \text{ kN}$$

$$\sum M_A = 0 \curvearrowright$$

$$24.5 (250) + V(x) - M = 0$$

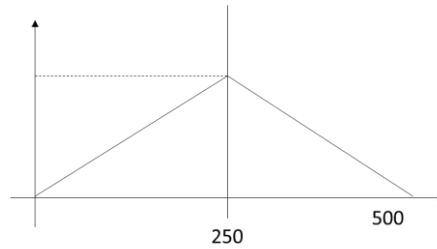
$$6125 + v x = M$$

$$M = 6125 - 12.25 x$$

$$(250 \leq X \leq 500)$$

$$X = 250$$

$$M = 6125 - 12.25 (250)$$



Gambar 7 : Diagram Momen Lentur

$$M_{max} = 3062.5$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{M_{max}}{z}$$

Material yang dipilih

$$\sigma_y = 400 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_y}{FS}$$

Asumsi beban fluktuatif

$$FS = 2$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{400}{2} = 200 \text{ MPa}$$

Maka,

$$z = \frac{3062.5 \text{ kN} \cdot \text{mm}}{200 \text{ MPa}}$$

$$z_{hitung} = 13.31 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$z_{tabel} = 18.1$$

Berdasarkan tabel maka spesifikasi baja kanal yang dibutuhkan yaitu tipe C75 x 40

3. Perhitungan Bagian Atas

Beban yang harus di tahan oleh bagian atas:

-Berat hydraulic jack, berat dies, Berat pengarah

$$m1 = \rho \times v$$

$$m1 = \frac{((W + H) \times 2 \times L \times B \times \rho)}{1000000}$$

$$m1 = \frac{(30 + 30) \times 2 \times 107 \times 2 \times 7.85}{1000000} = 0.2 \text{ kg}$$

$$m2 = m1 = 0.2 \text{ kg}$$

$$m3 = \rho \times v$$

$$m3 = 7.8 \text{ g/cm}^3 (180 \times 180 \times 30) \text{ mm} = 7581,6 \text{ g} = 7,58 \text{ kg}$$

$$m4 = 4.5 \text{ kg}$$

$$m5 = 7.8 \times (324 \text{ cm} + 15.07) = 2.64 \text{ kg}$$

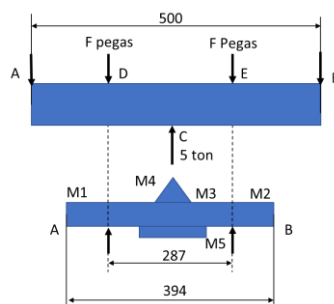
$$m_{total} = m1 + m2 + m3 + m4 + m5$$

$$m_{total} = 0.2 + 0.2 + 7.58 + 4.5 + 2.64 = 15.12$$

$$F = m \times g$$

$$F = 15.12 \text{ kg} \times 9.8$$

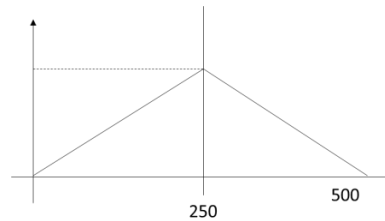
$$F = 148.17 \text{ N} = 0.148 \text{ kN}$$



Gambar 8 : DBB Bagian Atas

$$\begin{aligned} SF_y &= 0 + \\ -R_A - R_D + F_C - v &= 0 \\ -12.25 - 0.148 + 24.5 - v &= 0 \\ V &= 12.102 \\ \Sigma MA &= 0 \quad (\curvearrowright) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 24.5 (250) - V(x) - R_D (106.5) - M &= 0 \\ 24.5 (250) - 12.102 (250) - 0.148 (106.5) - M &= 0 \\ 3083.738 - M &= 0 \\ M &= 3083.8 \text{ kN.mm} \end{aligned}$$



Gambar 9 : Diagram Momen Lentur

$$M_{max} = 3083.8$$

$$\sigma_{Ijin} = \frac{M_{max}}{z}$$

Material yang dipilih

$$\sigma_y = 400 \text{ MPa}$$

$$FS = 2$$

$$\sigma_{Ijin} = \frac{\sigma_y}{FS}$$

Asumsi beban fluktuatif

$$\sigma_{Ijin} = \frac{400}{2} = 200 \text{ MPa}$$

Maka,

$$z = \frac{3083.8 \text{ kNmm}}{200 \text{ MPa}}$$

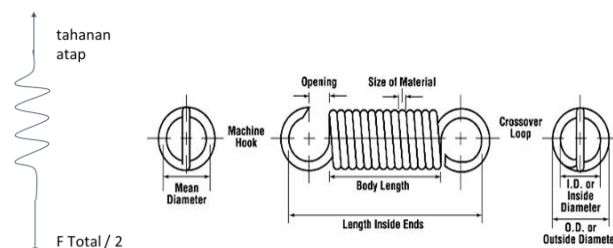
$$z_{hitung} = 15.419 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$z_{tabel} = 18.1$$

yaitu C75 × 6,1 atau 75 × 60

4. Perhitungan Spesifikasi pegas

Sama dengan berat yang ditahan oleh bagian atas, dibagi dengan jumlah pegas yang digunakan.



Gambar 10 : Spring

Diketahui

$$F = \frac{148.17 \text{ N}}{2} = 74.085 \text{ N}$$

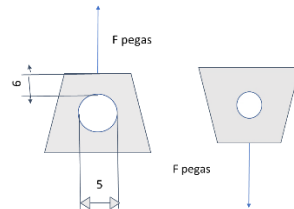
$$\Delta x = 50 \text{ mm}$$

$$K = \frac{F}{\Delta x}$$

$$K = \frac{74,085}{50} = 1,48 \text{ N / mm} = 0.00148 \text{ N / m}$$

5. Perhitungan Bagian Pengait

Beban yang diterima oleh pengait pegas



Gambar 11 : Pengait Pegas

Safety Factor = 2

$\sigma_y = 400 \text{ MPa}$

Perhitungan :

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

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

$$A = 2 \times 6 \times t$$

$$12t = \frac{F}{\tau_{ijin}}$$

$$\tau_{ijin} = \frac{\sigma_y}{\text{Safety Factor}} = \frac{400}{2} = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$12t = \frac{148.17 \text{ N} + 2450}{200 \text{ N/mm}^2} = 1.082 \text{ mm}$$

Jadi tebal minimal yang dibutuhkan adalah 1 mm

6. Perhitungan spesifikasi ukuran baut

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

$$A = \frac{F}{\tau_{ijin}}$$

Misal:

$F = 5 \text{ Ton} = 49 \text{ kN}$

$$\tau_{ijin} = \frac{\sigma_y}{\text{Safety Factor}} = \frac{400}{2} = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$A = \frac{49 \times 10^3 \text{ N}}{200 \text{ N/mm}^2} = 245 \text{ mm}^2$$

Terdistribusi ke 8 baut

$$A = \frac{245}{8} = 31 \text{ (dibulatkan)}$$

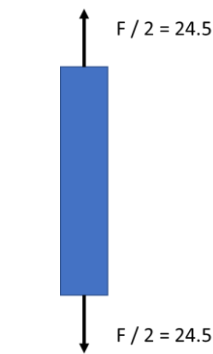
$$A = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 31}{3,14}} = 6.3 \text{ mm}$$

Jadi baut minimal yang dibutuhkan adalah $M8 \times 1.25$

7. Perhitungan spesifikasi Batang Tegak atau Tiang Rangka

Menghitung total beban pada Batang A.



Gambar 12 : Batang A

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

$$A = \frac{F}{\sigma \text{ Ijin}}$$

$$\sigma \text{ Ijin} = 200 \text{ MPa}$$

$$A = \frac{24.5 \times 10^3}{200 \text{ MPa}}$$

$$A = 0.1225 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$A = 122.5 \text{ mm}^2$$

8. Perhitungan Spesifikasi *Base* Bawah

Beban yang diterima oleh *base* bawah

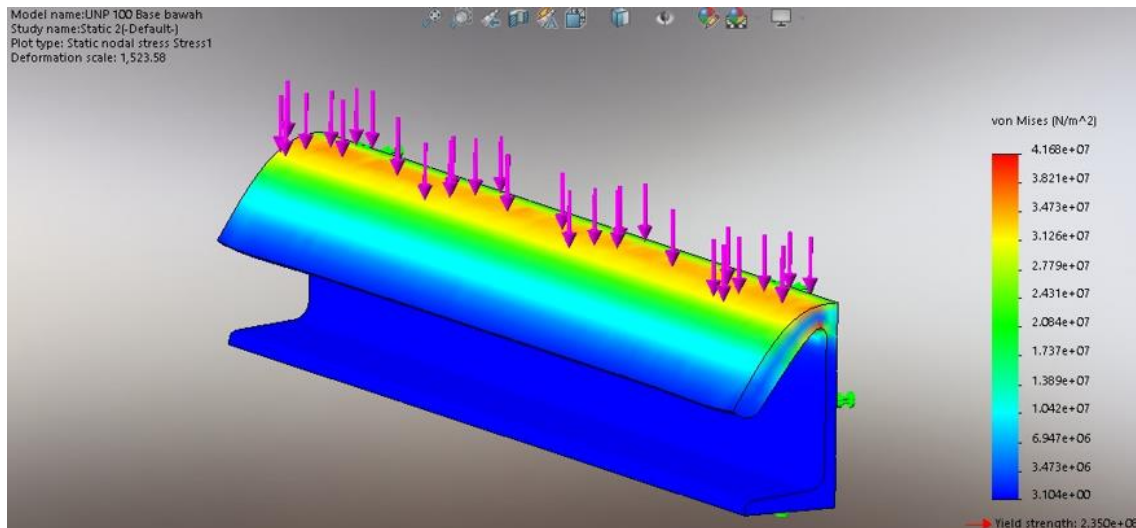


Gambar 13 : Skema Pembebanan Base Bawah

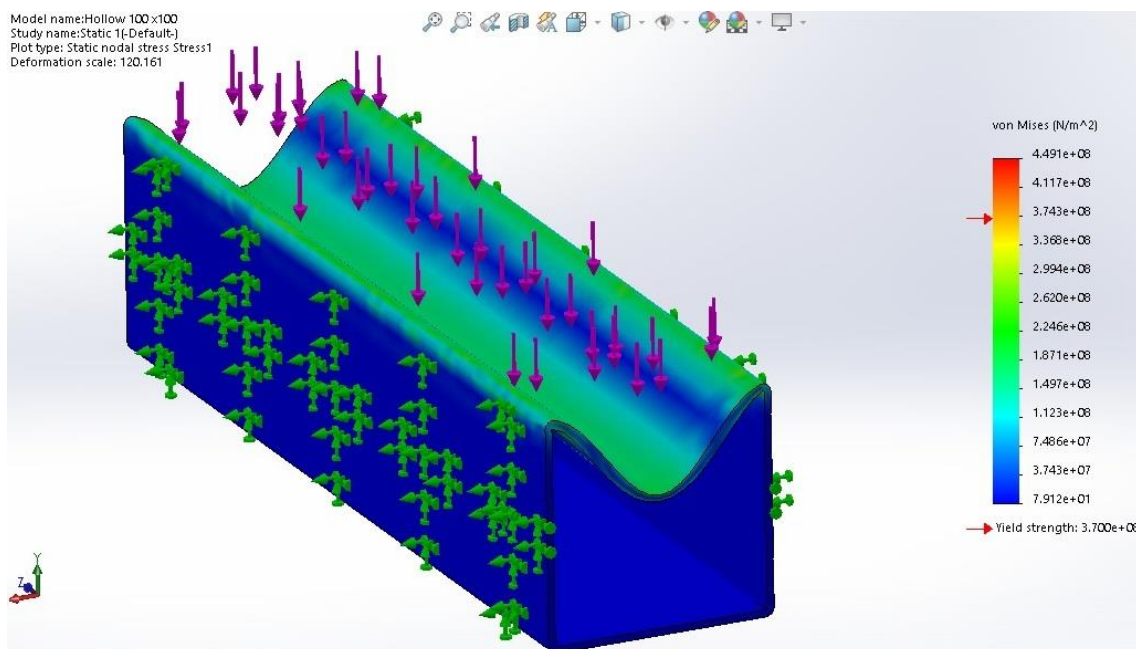
Total beban
 - Beban atap
 $A = 8.818$
 $m = V \times \rho$
 $m = (A \times L) \times \rho$
 $m = (8.818 \times 50) \times 7.85$
 $m = 3461.065 \text{ g} = 3.461 \text{ kg}$
 Terdapat 2 batang dibagian kanan dan kiri sehingga total bagian atap adalah
 $m = 3.461 \times 2 = 6.922 \text{ kg}$
 - Beban yg di tanggung oleh bagian atap $m \text{ total} = 15.12 \text{ kg}$
 - Beban meja
 $m = 3.461 \text{ kg} \times 2 = 6.922 \text{ kg}$
 - Total beban
 $m = 6.922 + 15.12 + 6.922 = 28.964 \text{ kg}$

B. Simulasi

Simulasi dilakukan secara terpisah sehingga terjadi lengkungan di bagian Flens, Jika simulasi dilakukan secara keseluruhan maka tidak akan terjadi hal tersebut karena beban terdistribusi. Berikut hasil simulasi yang dilakukan terhadap meja kerja dengan beban 16,9 kN:



Gambar 14 : Simulasi Pada Bagian Meja



Gambar 15 : Simulasi Pada Bagian Tengah Meja

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa material yang dibutuhkan untuk pembuatan alat ini adalah baja kanal tipe C75×40. Berdasarkan simulasi yang dilakukan menunjukkan kemampuan baja tersebut untuk menahan beban sebesar 5 Ton, dengan begitu perancangan yang dilakukan sudah benar dan sesuai dengan hasil simulasi.

Referensi

- [1] M. Fitri and S. Mahzan, "The Regression Models of Impact Strength of Coir Coconut Fiber Reinforced Resin Matrix Composite Materials," *International Journal of Advanced Technology in Mechanical, Mechatronics and Materials*, vol. 1, no. 1, pp. 32–38, Mar. 2020, doi: 10.37869/ijatec.v1i1.12.
- [2] M. Fitri, T. Susilo, D. Feriyanto, and D. M. Zago, "Effect Of Morphology And Percentage Of Second Phase Content Of Coconut Coir On The Impact Strength Of Epoxy Resin Composites," *Natural Volatiles & Essential Oils*, vol. 8, no. 6, pp. 3880–3894, 2021.
- [3] I. Risyuma and M. Fitri, "Analysis Of Oil Absorption And Friction Coefficient Of Bamboo Powder, Coconut Powder, Glass Powder, And Copper Powder Composites For Clutch Pads," *International Journal of Innovation in Mechanical Engineering and Advanced Materials*, vol. 4, no. 2, p. 58, Feb. 2023, doi: 10.22441/ijimeam.v4i2.18235.
- [4] M. Fitri and S. Mahzan, "Influence of Coupling Agent and Fibre Treatment to Mechanical Properties of Oil Palm Fibre Reinforced Polymer Matrix Composite," *Journal of Mechanical Engineering*, vol. 5, no. 4, pp. 223–232, 2018.
- [5] M. Fitri, S. Mahzan, I. Hidayat, and N. Nurato, "The Effect Of Coconut Coir Fiber Powder Content And Hardener Weight Fractions On Mechanical Properties Of An Epr-174 Epoxy Resin Composite," *SINERGI*, vol. 25, no. 3, p. 361, Jul. 2021, doi: 10.22441/sinergi.2021.3.013.
- [6] Nurato, M. Fitri, and L. Anton Manalu, "Pengaruh Prosentase Serat Kelapa Sawit Terhadap Umur Fatik Beban Aksial Komposit Matriks Resin," *ROTASI*, vol. 21, no. 4, pp. 215–223, 2019.
- [7] S. Kalpakjian and S. R. Schmid, *Manufacturing Engineering And Technology Sixth Edition*, 6th ed. Prentice Hall, 2010.
- [8] A. P. Conita and A. Aufa, "Implementasi penggunaan Cad Sistem Untuk Meningkatkan Efektifitas Perancangan," *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 2017, doi: 10.25077/xxxxx.
- [9] D. H. U. Ningsih, "Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur [CAD/CAM]," *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, vol. X, no. 3, pp. 143–149, 2005.
- [10] M. Zizka Pratama and M. Fitri, "Desain Komponen Utama Alat Uji Konstanta Pegas Untuk Kapasitas 50 N/mm," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 10, no. 1, 2021.
- [11] H. Pranoto, M. Fitri, A. Firdaus Sudarma, and R. Trestanto, "Analisis Statik Plat Pengaku pada Ladder Frame Chassis Untuk Kendaraan Pedesaan Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga," *ROTASI*, vol. 23, no. 1, pp. 18–23, 2021.
- [12] M. Fitri, M. D. Haryanto, and D. M. Zago, "Aerodynamic Analysis of Fiberglass E-Falco Car Body to Get Drag Coefficient with Numerical Analysis," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 12, no. 3, pp. 507–519, Dec. 2021, doi: 10.21776/ub.jrm.2021.012.03.2.
- [13] A. Shulhany, E. Kusuma Laksanawati, and A. Y. Setiawan, "Analisis Kekuatan Rangka pada Perancangan Mesin Press Briket Eceng Gondok Menggunakan Solidworks," *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Tangerang*, vol. 6, no. 1, 2022.
- [14] G. Julio Saputra and D. Romahadi, "Analisis Komparasi Kekuatan Geometri Desain Rusuk Penguat pada Kursi Plastik menggunakan Computer Aided Engineering," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 12, no. 1, 2023.
- [15] A. Sokhibi and P. Rachmawati, "Perancangan Kursi Untuk Memperbaiki Posisi Kerja Guna Meningkatkan Produktivitas Studi Kasus Di Pg Jatibarang Brebes," *Quantum Teknika : Jurnal Teknik Mesin Terapan*, vol. 1, no. 1, 2019, doi: 10.18196/jqt.010107.