

ANALISIS KEKUATAN RANGKA BATANG KOMPONEN MESIN PRESS KEMASAN MINUMAN LOGAM NON FERRO

Mikael Sean Hendito, Daniel Joachim, Harto Tanujaya dan Sobron Yamin Lubis

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Jakarta

e-mail: mikael.515190010@stu.untar.ac.id

Abstract: Beverage cans is a sheet coated of steel with tin (Sn). It is a steel sheet container coated with thin white tin that has a content value of 1.00% to 1.25% of the total weight of that can. The method used in this design is to make a truss design using special design software then determine the constituent materials and dimensions of the truss then do a strength analysis of the truss. The purpose of this design is to determine the maximum strength of the press machine truss that can be accepted with a certain force. This design starts from making a truss design with dimensions of length, width, and height are 260 mm, 100 mm, and 500 mm, respectively. The result obtained from this design are that the bending moment obtained is 43.8 MPa, the total moment of inertia is 38,286.9 mm⁴, the maximum stress in the truss is 23 MPa while the allowable stress according to the frame material made of Hollow iron is 124 MPa.

Keyword: Truss, press machine, maximum strength.

PENDAHULUAN

Kemasan minuman logam non-ferro atau yang biasa kita sebut dengan kaleng minuman merupakan lembaran baja yang disalut timah (Sn) atau berupa wadah yang dibuat dari baja dan dilapisi timah putih tipis dengan kadar tidak lebih dari 1,00–1,25% dari berat kemasan minuman itu sendiri [1].

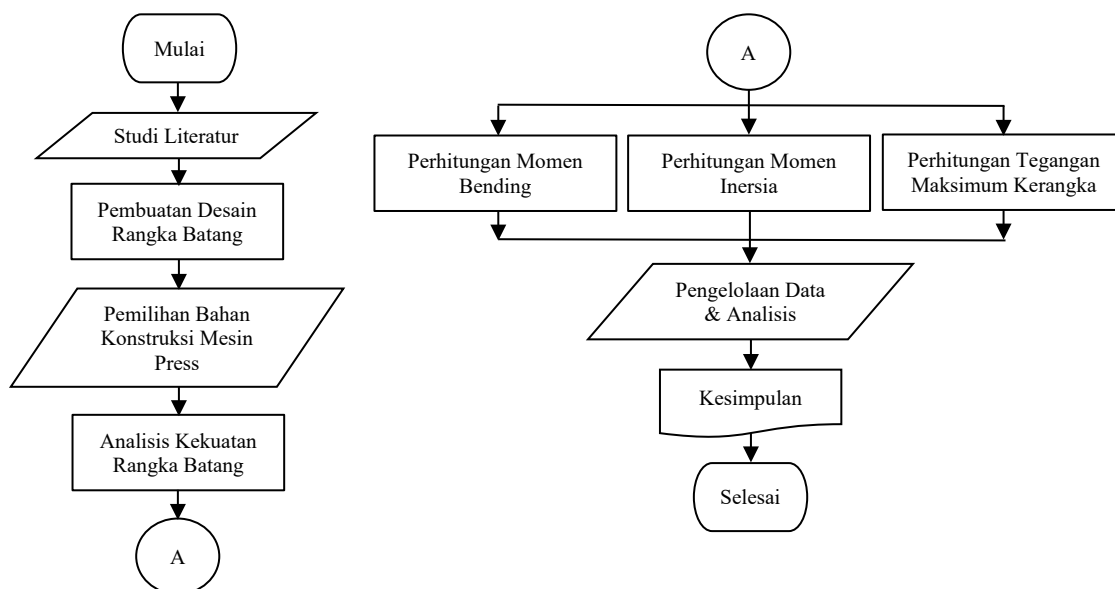
Mesin press kemasan minuman merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengepress suatu kemasan minuman untuk menjadi suatu lempengan. Tujuan dibuatnya perancangan mesin press ini diharapkan dapat membantu pemerintah dalam menangani limbah kemasan minuman. Penggunaan material dibidang industri semakin meningkat sehingga dibutuhkan material yang mempunyai sifat-sifat mekanik yang baik. Tiap material memiliki tegangan maksimum yang berbeda-beda oleh karena itu setiap perancangan harus melakukan analisis terhadap tegangan maksimum pada komponen yang paling mendasar yaitu rangka batang.

Untuk mendapatkan tegangan maksimum rangka batang diperlukan beberapa perhitungan sebelumnya, seperti mengetahui momen *bending*, momen inersia, dan tegangan yang diijinkan sesuai dengan material yang digunakan sebagai bahan dasar rangka batang.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dibuat untuk menyusun langkah-langkah yang akan dilakukan dalam melakukan penelitian sehingga penelitian berjalan secara sistematis dan terarah. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini. Setelah pengujian dilakukan, data-data yang didapat akan dianalisis lebih lanjut. Tahap terakhir adalah kesimpulan dan saran.

Untuk mencapai objektif dalam perancangan ini, maka dilakukan pembuatan desain rangka batang menggunakan aplikasi perangkat lunak *Autodesk Fusion 360* setelah itu dimulai dengan melakukan perhitungan momen *bending* pada rangka batang, kemudian dilakukan perhitungan momen inersia, kemudian dilakukan analisis kekuatan rangka dengan membandingkan kekuatan rangka yang dihitung dengan kekuatan ijin material dari rangka batang tersebut.



Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rangka batang mesin press kemasan minuman menggunakan material penyusun berupa besi *Hollow*. Karakteristik besi *Hollow* adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Karakteristik besi *hollow* [2] [3]

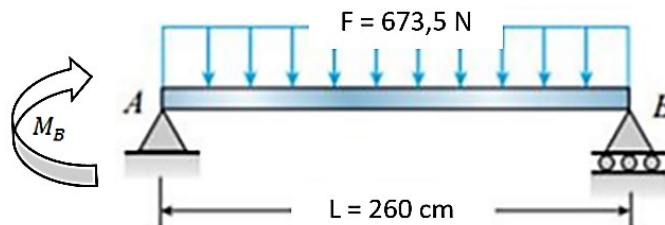
Level	Kerapatan (kg/m ³)	Kekuatan Tarik (MPa)	Kekuatan Luluh (MPa)
	(A)	(B)	(C)
1	7.800	309,99	270

Untuk melakukan analisis kekuatan rangka batang, maka dilakukan beberapa perhitungan, sebagai berikut.

Perhitungan Momen *Bending* [4]

Analisis dilakukan pada kekuatan rangka terhadap bagian rangka yang menerima gaya maksimum (F_{max}), karena dengan dilakukan analisis terhadap bagian rangka yang mendapatkan gaya maksimum maka dapat diasumsikan bahwa pada bagian rangka lain lebih aman.

Analisis kekuatan rangka tersebut akan dilakukan menggunakan perhitungan tegangan maksimum (σ_{max}) yang terjadi pada rangka. Diperkirakan pembebanan maksimum yang terjadi pada rangka adalah sebesar 7 kgf. Sehingga dapat dicari momen *bending* sebagai berikut:



Gambar 2. Skema momen *bending* pada tumpuan

Keterangan:

F = Pembebanan maksimum pada rangka (N)

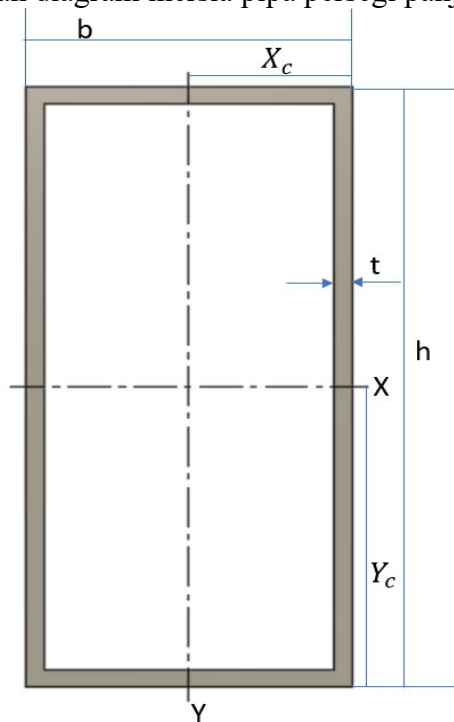
M_B = Momen *bending* (Nm)

$$\begin{aligned} \text{Momen } \textit{bending} &= F/2 \cdot X' \\ &= 673,5 \text{ N}/2 \cdot 130 \text{ mm} \end{aligned} \quad (1)$$

$$= 43777,5 \text{ Nmm} \approx 43,8 \text{ Nm}$$

Perhitungan Momen Inersia [5] [6]

Setelah didapatkan Momen *Bending* sebesar 43,8 Nm, selanjutnya dicari momen inersia dari penampang dengan menggunakan diagram inersia pipa persegi panjang sebagai berikut.



Gambar 3. Diagram profil penyangga

Keterangan:

b = Panjang Penampang = 20 mm

h = Tinggi Penampang = 40 mm

t = Tebal = 1,2 mm

$$X_c = 1/2 \quad b = 1/2 \times 20 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$$

$$Y_c = 1/2 \quad h = 1/2 \times 40 \text{ mm} = 20 \text{ mm}$$

$$A = 2t(b+h) - 4t^2 \tag{2}$$

$$A = 2 \times 1,2 \text{ mm} \times (20 \text{ mm} + 40 \text{ mm}) - 4 (1,2 \text{ mm})^2$$

$$A = 2,4 \text{ mm} \times 60 \text{ mm} - 5,76 \text{ mm}^2$$

$$A = 144 \text{ mm}^2 - 5,76 \text{ mm}^2$$

$$A = 138,24 \text{ mm}^2$$

Perhitungan momen inersia terhadap sumbu X

$$I_{xx} = 1/12 \{ (b \times h^3) - (b - 2t)(h - 2t)^3 \} \tag{3}$$

$$I_{xx} = 1/12 \{ (20 \text{ mm} \times (40 \text{ mm})^3 - (20 \text{ mm} - (2 \times 1,2 \text{ mm}))(40 \text{ mm} - (2 \times 1,2 \text{ mm}))^3 \}$$

$$I_{xx} = 1/12 \{ (20 \text{ mm} \times 64000 \text{ mm}^3) - (20 \text{ mm} - 2,4 \text{ mm})(40 \text{ mm} - 2,4 \text{ mm})^3 \}$$

$$I_{xx} = 1/12 \{ (20 \text{ mm} \times 64000 \text{ mm}^3) - (20 \text{ mm} - 2,4 \text{ mm}) \times 53157,376 \}$$

$$I_{xx} = 28702,5 \text{ mm}^4$$

Perhitungan momen inersia terhadap sumbu Y

$$I_{yy} = 1/12 \{(h \times b^3) - (h - 2t)(b - 2t)^3\} \quad (4)$$

$$I_{yy} = 1/12 \{(40 \text{ mm} \times (20 \text{ mm})^3 - (40 \text{ mm} - (2 \times 1,2 \text{ mm}))(20 \text{ mm} - (2 \times 1,2 \text{ mm}))^3\}$$

$$I_{yy} = 1/12 \{(40 \text{ mm} \times 8000 \text{ mm}^3) - (40 \text{ mm} - 2,4 \text{ mm})(20 \text{ mm} - 2,4 \text{ mm})^3\}$$

$$I_{yy} = 1/12 \{(40 \text{ mm} \times 8000 \text{ mm}^3) - (40 \text{ mm} - 2,4 \text{ mm}) \times 5451,776\}$$

$$I_{yy} = 9584,4 \text{ mm}^4$$

Perhitungan momen inersia total

$$I_p = I_{xx} + I_{yy}$$

$$I_p = 28702,5 \text{ mm}^4 + 9584,4 \text{ mm}^4$$

$$I_p = 38286,9 \text{ mm}^4$$

Perhitungan Tegangan Maksimum pada Rangka [7]

Tegangan Maksimum (σ_{max}) yang terjadi pada penyangga dapat dicari menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\sigma_{max} = (MB \cdot Y_c) / I_p \quad (5)$$

$$\sigma_{max} = (43800 \text{ Nmm} \cdot 20 \text{ mm}) / (38286,9 \text{ mm}^4)$$

$$\sigma_{max} = 22,88 \text{ N/mm}^2 \approx 23 \text{ MPa}$$

Analisis Keamanan Rangka

Bahan yang digunakan untuk rangka alat adalah jenis besi *hollow* ASTM A500 dengan kekuatan tarik/*tensile strength* (σ_T) sebesar 309,99 MPa. Untuk memperhitungkan keamanan rangka, dibutuhkan nilai faktor keselamatan (*sf*). Menurut Joseph P. Vidosic dalam buku "*Machine Design Projects*" [8], nilai faktor keamanan untuk beban yang beroperasi secara konstan dengan batasan beban yang diketahui adalah $sf = 2,0 - 2,5$, sehingga dipilih nilai *sf* sebesar 2,5. Keamanan rangka dapat dianalisis menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_{max} \leq \sigma_T / sf \quad (6)$$

Keterangan:

σ_{max} = tegangan yang diijinkan (MPa)

σ_T = tegangan tarik (MPa)

sf = faktor keselamatan

sehingga,

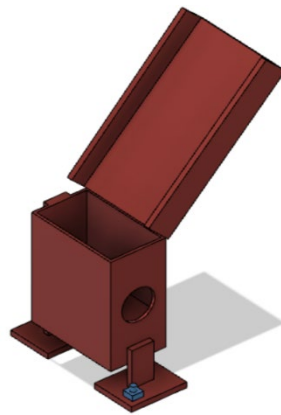
$$23 \text{ MPa} \leq (309,99 \text{ MPa}) / 2,5$$

$$23 \text{ MPa} \leq 124 \text{ MPa} \rightarrow \text{Aman}$$

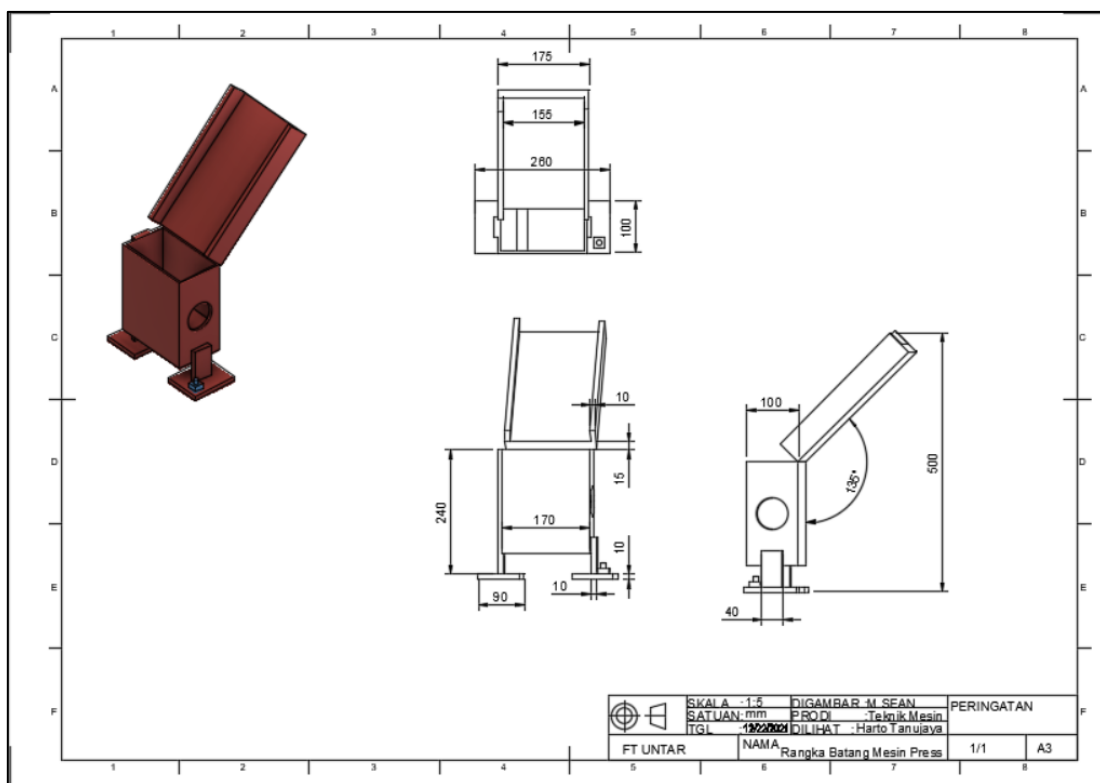
Desain Rangka Batang Mesin Press Kemasan Minuman Logam Non-Ferro [9]

Rangka batang mesin *press* kemasan minuman akan dibuat menggunakan baja karbon *hollow*. Baja ini pada awalnya memiliki bentuk pipa kotak panjang, lalu akan di potong sesuai dengan ukuran yang sesuai dengan desain yang telah dibuat terlebih dahulu, dan disambung dengan

melalui proses pengelasan listrik, kemudian di beberapa sisi akan dilubangi untuk baut dengan menggunakan proses *drilling*.



Gambar 4. Desain rangka batang mesin press kemasan minuman



Gambar 5. Gambar kerja rangka batang mesin *press*

SIMPULAN

Berdasarkan perancangan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan, yaitu besar momen *bending* dari rangka batang yaitu 43,8 Nm, besar momen inersia nya adalah 38286,9 mm⁴, serta besar kekuatan rangka batang mesin press maksimum yang dapat diterima dengan gaya tertentu adalah 124 MPa. Untuk analisis keamanan kekuatan rangka batang yang dirancang dengan kekuatan ijin bahan rangka batang adalah aman, sebab kekuatan ijin bahan rangka batang dengan besar 23 MPa lebih kecil dibandingkan dengan kekuatan maksimum rangka batang yang dirancang dengan besar 124 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Mulyadi. 2011. "Karakteristik Sifat Mekanis Kaleng Minuman". *J. Ilmu Fis.. Univ. Andalas*, vol. 3, no.2, pp. 68 – 74.

- [2] J. Gregory. 2005. *Materials Selection for Mechanical Design I A Brief Overview of A Systematic Methodology*. P. 646
- [3] Cambridge University. 2003. *Materials Data Book*. Cambridge University Engineering Department.
- [4] Linervina. 2016. “Tegangan Geser dan Momen Bending”. <https://fliphtml5.com/eaoo/vzwr>. Pages 1 – 14. Diakses pada 22 Desember 2021.
- [5] H. Judul dan Y. R. Nugroho. “Besaran Karakteristik Penampang”. Fakultas Teknik Jurusan, Teknik Sipil, Universitas Brawijaya.
- [6] R. Khurmi, J.K. Gupta. 2005. *A Textbook of Machine Design*. Eurasia Publishing House (PVT,) LTD. Ram Nagar, New Delhi.
- [7] Agustinus Purna Irawan. 2007. “Diktat Kuliah Mekanika Teknik (Statika Struktur)”.
- [8] Joseph P. Vidosic. 1957. *Machine Design Project*. Ronald Press Company, the University of Michigan.
- [9] R. G. Budynas, J. K. Nisbet. 2012. *Mechanical Engineering Design*. The McGraw-Hill Companies, Singapore.