

Analisis Tegangan Mekanik Pada Mesin Press Hidrolik Dengan Beban 20 Ton

SS Sarjana¹, Yogi Prawoto², Bobby Umroh³, Rahmatullah⁴, Muhammad Idris^{5*}

¹) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Harapan Medan

^{2,3,5}) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area

⁴) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

*Email: muhammad_idris@staff.uma.ac.id

ABSTRACT

Hydraulic press machine is a tool used for work that requires a compressive action force. The stress distribution that occurs in this study will be determined in the development of a press machine under a state of pressing with a load of 20 tons. Researchers use Finite Element Analysis (FEA) to generate data on the stress circulation in the engine construction. The research objectives: (1) Calculate the hydraulic pressure strength in theory, (2) Calculate the mechanical stress in the hydraulic press construction manually using the ANSYS R15.0 software, (3) Calculate the strength of the hydraulic press construction manually and using the ANSYS R15 software. .0. In this review, FEA estimation is completed with the help of Ansys Workbench R15.0 programming. The information load comes from hydraulic pressure. The inspection strategy utilizes FEA with the type of underlying structural analysis. FEA simulation results stated, the maximum stress that occurs in the table is 98.646 MPa and the maximum deformation is 0.21613 mm. The results of Ansys analysis stated that the maximum stress that occurs on the table is 98.646 MPa and the maximum deformation is 0.21613 mm. Considering the Tresca hypothesis, it is found that the stresses and deformations that occur are below the standard for structural failure. So that the frame of the hydraulic press is safe for use in a load of 20 tons.

Keywords: Hydraulic Press Machine, MEH simulation, structural Analysis

PENDAHULUAN

Hand press atau mesin press tangan secara umum adalah alat press manual dengan sumber tenaga manusia yang merupakan alat bantu teknik yang digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia yang memerlukan gaya aksi tekan. Dilain sisi pekerjaan pengepressan, mesin press manual membutuhkan ke kuatan besar untuk melakukan pekerjaan. Maka dibutuhkanlah sebuah konsep mesin press hidrolik sebagai sumber tekanan. Mesin press hidrolik sangat berguna dan efektif ketika kekuatan yang sangat besar diperlukan untuk memproses material [1].

Mesin Press Hidrolik merupakan mesin mekanis yang digunakan untuk mengangkat atau mengompresi berbagai bagian dan komponen. Gaya dihasilkan oleh penggunaan cairan hidrolik untuk meningkatkan tekanan di dalam silinder. Gagasan tentang mesin press yang digerakkan oleh fluida tergantung pada hipotesis Pascal [2], yang menyatakan bahwa ketika tegangan diterapkan pada fluida dalam kerangka tertutup, tekanan pada seluruh kerangka kerja terus-menerus diperbaiki atau konsisten. Pada akhirnya, mesin press yang digerakkan oleh fluida adalah mesin yang menggunakan tekanan yang diterapkan pada cairan untuk menekan, membentuk sesuatu [3]. Maka dari itu di butuhkan bahan kontsruksi yang kuat agar mampu menahan beban yang besar seperti baja WF (*Wide Flange*).

Baja WF (*Wide Flange*) merupakan elemen sempurna untuk menahan tarik dan tekan aksial. Bobotnya yang tidak terlalu berat, walaupun memiliki struktur kepadatan yang tinggi [4], membuat material ini cocok untuk dijadikan sebagai bentuk konstruksi mesin press hidrolik yang lebih efisien. Baja WF banyak diterapkan pada struktur sipil seperti jembatan, gedung dan struktur pelabuhan, karena mereka memiliki kekuatan geser dan lentur yang tinggi [5].

Mengacu pada penelitian sebelumnya tentang pengoperasian mesin press hidrolik meliputi

deformasi benda uji logam untuk mendapatkan bentuk dan ukuran yang diinginkan dengan memperbaiki struktur butir, mesin press selalu menggunakan beban impak karena mesin press ini selalu mengalami tegangan yang terus menerus, sehingga sering terjadi kegagalan struktural pada beberapa bagian mesin press hidrolik, dalam hal ini beberapa bagian mengalami tegangan tekan dan beberapa bagian mengalami tegangan tarik [6]. Untuk itu perlu melakukan analisis struktur menggunakan analisis elemen hingga.

ANSYS merupakan software analisis elemen hingga yang digunakan untuk menyajikan analisis kondisi statis. Kondisi pembebanan input yang dapat diberikan dalam analisis kondisi statik adalah momen, gaya dan tekanan keluaran dari analisis ini adalah perpindahan, tegangan dan regangan. Analisis struktur statis digunakan untuk menentukan hasil kondisi pembebanan tunc dengan mengabaikan pengaruh inersia dan redaman. Untuk itu penulis menggunakan perangkat lunak ANSYS FEA (*Finite Element Analysis*) tergabung dalam pekerjaan ini untuk melakukan analisis desain [7].

METODE PENELITIAN

A. Studi literatur

Dalam penulisan tugas akhir ini, literatur –literatur yang dipelajari dan dipahami berasal dari penelitian – penelitian sebelumnya yang membahas mengenai tegangan tegangan pada konstruksi baja serta buku buku yang terkait dengan tegangan dan deformasi.

B. Pneumatik

Cara kerja sistem pneumatik adalah merubah energi tekanan menjadi energi gerak, baik gerak translasi melalui silinder pneumatik, maupun gerak rotasi pada motor pneumatik [8].

C. Prinsip dasar pneumatik

Bila volume udara diperkecil hingga separuhnya maka tekanan udaranya akan meningkat menjadi dua kalinya. Udara akan memiliki tekanan yang sama pada setiap ruangan yang saling berhubungan.

D. Dasar Perhitungan Pneumatik

1) Aliran Fluida

$$Q\left(\frac{m^3}{s}\right) = A.V \quad (1)$$

2) Gaya Torak (F)

$$F = P_e.A \quad (2)$$

3) Tekanan Pompa

$$P_e = \frac{P2.600}{Q} \quad (3)$$

E. Hidraulik

Pedoman dasar hidrolik didapat dari peraturan Pascal [9].

Rumus hukum pascal

$$P_1 = P_2 \quad (4)$$

F. Konstruksi Baja WF (*Wide Flange*)

Baja merupakan logam campuran dengan besi sebagai komponen penting dan karbon sebagai komponen paduan utama. Berdasarkan modul kuliah Struktur Baja [10] sifat – sifat baja yakni Kekuatan Tinggi, Kekakuan, Keseragaman, Elastisitas, Kekenyalan, Daktilitas, dan Ketangguhan.

Beberapa jenis profil baja [11]:

- Profil WF (*Wide Flange*). Profil Wide Flange adalah profil berpenampang H atau I
- Profil Kanal C (Channel).
- Angle (Siku L). Besi siku berbentuk siku sama kaki.

G. Finite Element Analysis

Finite Element Analysis (FEA) adalah salah satu metode untuk menghitung analisis tegangan dalam desain komponen. Pembuatan model elemen hingga adalah langkah pertama dari analisis elemen hingga [12]. Analisis tegangan komponen tergantung pada sifat material, beban, statis dan dinamis, dan bentuk komponen [13].

H. Ansys Workbench R15.0

ANSYS merupakan software berbasis *finite element analysis* (FEA). Analisis Struktur Pada ANSYS WORKBENCH R15.0

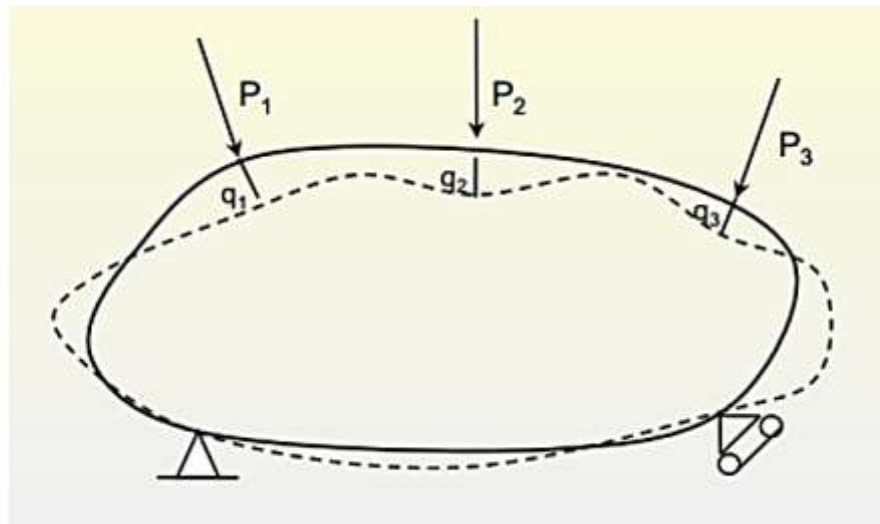
1) Stress Analysis

Cara kerjanya dengan memecah struktur yang akan diuji menjadi elemen – elemen berhingga yang saling terhubung dikelola dengan perhitungan khusus oleh software, sehingga mendapatkan hasil yang lebih akurat [14].

2) Frame Analysis

Cara kerjanya alah dengan menginput beban dan tumpuan, keluarannya diagram tegangan, regangan dan displacement [14].

3) Prinsip Superposisi



Gambar 1 prinsip superposisi

Sebuah struktur diberi, misalnya, tiga buah gaya P_1 , P_2 , dan P_3 . Pada titik dan arah sama dengan tiga gaya, terjadilah displacement komponen sebesar q_1 , q_2 , dan q_3 [14].

I. Teori Tegangan

1) Tegangan

Tegangan dapat diketahui dengan melakukan pengujian [15]. Rumus tegangan adalah.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (5)$$

2) Deformasi

Deformasi adalah perubahan ukuran komponen akibat kekuatan tarik, tekan, geser, torsi. dirumuskan pada persamaan.

$$\delta l = \frac{P \cdot l}{A \cdot E} \quad (6)$$

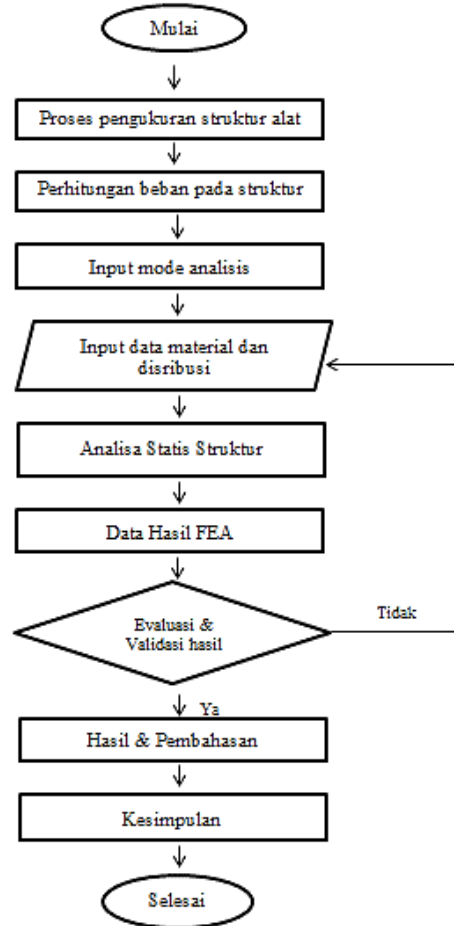
3) Teori Tresca

Menyatakan bahwa tekanan yang diberikan masih dibawah standar kegagalan [15] dirumuskan sebagai berikut.

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \geq \frac{s_y}{2} \quad (7)$$

Kegagalan terjadi apabila memenuhi standar, yakni tegangan maks lebih kecil dari tegangan luluhnya.

Dalam pelaksanaan penelitian ini, tahapan yang dilakukan dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Manual

1) Perhitungan Tekanan Pompa

Mesin press hidrolik pada penelitian ini menggunakan Power motor (P_2) 7,5 Kw dengan kapasitas perpindahan 20 cc/rev dan kecepatan putaran pompa 1450 Rpm. untuk menentukan Tekanan pompa (P_e) maka tentukan dahulu laju aliran massa (Q) dengan mengkonversi cc/rev ke l/min:

$$Q = \frac{\text{perpindahan} \times \text{RPM}}{1000}$$
$$Q = \frac{20 \text{ cm}^3 \times 1450 \text{ rpm}}{1000}$$
$$Q = 29 \text{ l/min} = 29 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka,} \\ \text{Konversi bar ke } P_1 &= \frac{29 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{min} \cdot P_e}{600} \text{ kPa,} \\ & \quad 1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa} \\ 7,5 \text{ kw} &= \frac{29 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{min} \cdot P_e}{600} \\ P_e &= \frac{7,5 \text{ kw} \cdot 600}{29 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{min}} = 155 \text{ bar} \\ &= 155 \times 100 = 15.500 \text{ kPa} \end{aligned}$$

2) Perhitungan kekuatan tekanan Hidrolik

Menghitung gaya hidrolik dari tekanan ke luas penampang dalam satuan internasional dengan menggunakan persamaan.

$$F = P_e \cdot A$$

$$\begin{aligned} F &= 15.500 \text{ kPa} \times 0,0127 \text{ m}^2 \\ &= 196,85 \text{ kPa} \cdot \text{m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ kpa} &= 1000 \text{ N/m}^2 \\ &= 196,85 \text{ kPa} \cdot \text{m}^2 \times 1000 \\ &= 196.850 \text{ N/m}^2 \cdot \text{m}^2 \\ &= 196.850 \text{ N} \end{aligned}$$

3) Tegangan pada meja

Menghitung tegangan yang terjadi akibat tekanan hidrolik dengan menggunakan persamaan 2.14.

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

$$\begin{aligned} \text{Beban (P)} &= 196.850 \text{ N} \\ \text{Panjang (l)} &= 0,381 \text{ m} \end{aligned}$$

maka,

$$A = p \times l = 0,381 \times 0,01 = 0,00381 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{196.850 \text{ N/m}^2}{0,00381 \text{ m}^2} = 51.666.666,7 \text{ N/m}^2$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ MPa} &= 1.000.000 \text{ N/m}^2 \\ &= \frac{51.666.666,7}{1.000.000} = 51,6667 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

4) Deformasi pada meja

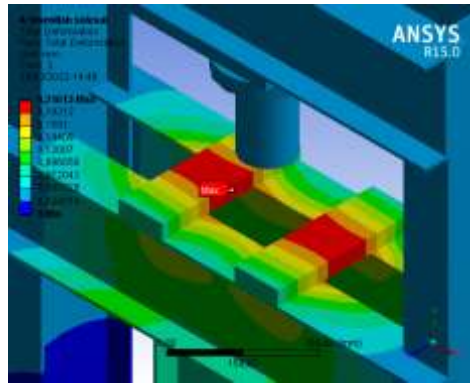
Menghitung deformasi yang terjadi akibat tekanan hidrolik dengan menggunakan persamaan 2.15. Dengan nilai Modulus Elastisitas (E) = 250 Gpa = 250 x 10⁹ N/m²

$$\begin{aligned} \delta l &= \frac{P \cdot l}{A \cdot E} = \frac{196.850 \times 0,381}{0,00381 \times (250 \times 10^9)} \\ &= 0,00007874 \text{ m} \\ &= 0,07874 \text{ mm} \end{aligned}$$

B. Hasil Analisis Simulasi Ansys

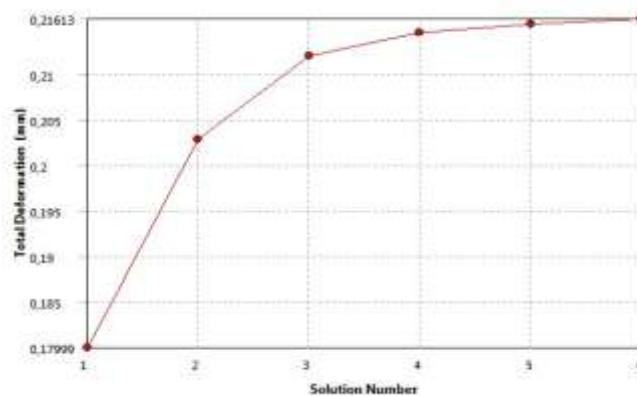
1) Analisis Deformasi Total

Berdasarkan simulasi Ansys pada profil WF struktur konstruksi mesin ditampilkan pada Gambar 3. distribusi deformation total. Simulasi Ansys menyatakan, deformasi maksimum sebesar 0,21613 mm pada tengah meja kanan dan kiri. Deformasi konstruksi mesin press hidrolik yang dialami sangat kecil.



Gambar 3. distribusi deformation total

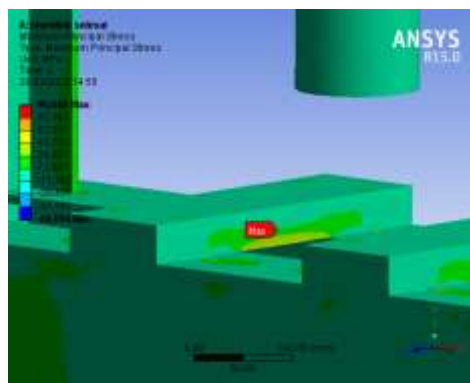
Secara grafis, defleksi pada meja ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. graphich distribusi total deformasi

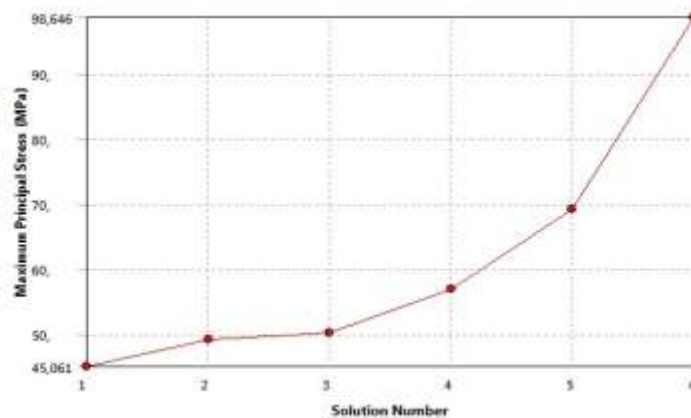
2) Analisis Tegangan Maksimum

Berdasarkan simulasi Ansys pada profil WF struktur kontruksi mesin ditampilkan pada Gambar 5 dan Gambar 6, distribusi tegangan maksimum. Simulasi Ansys menyatakan, tegangan maksimumnya sebesar 98,646 MPa. pada sisi bagian bawah meja.



Gambar 5. distribusi tegangan maksimum

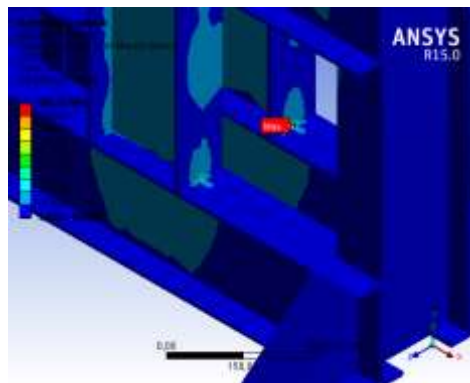
Secara grafis, ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. grafik distribusi tegangan maksimum

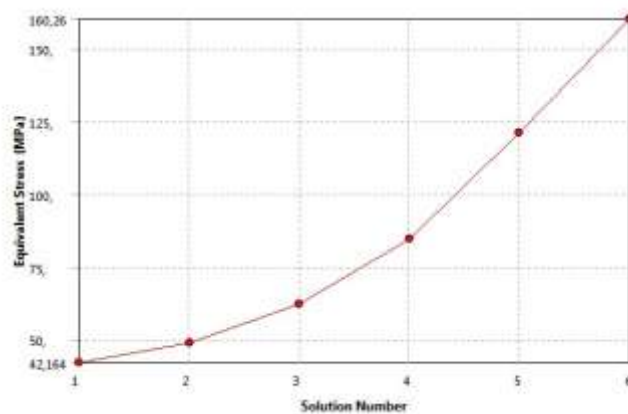
3) Analisis Tegangan Equivalent (Von-Misses)

Berdasarkan simulasi Ansys pada profil WF struktur kontruksi mesin ditampilkan pada Gambar 7. hasil simulasi equivalent stress. Berdasarkan hasil simulasi, tegangan equivalent (von-misses) terdapat di kanan bawah kaki meja yakni 160,26 Mpa.



Gambar 7. distribusi *equivalent stress* (von-misses)

Secara grafis, distribusi *equivalent stress* (von-misses) pada meja diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. grafik distribusi *equivalent stress* (von-misses)

4) Perhitungan Teori Tresca Atau Guest

Dari hasil simulasi pada struktur rangka mesin press hidrolik diketahui tegangan ekivalen

maks dinode 745717 dengan : $\sigma_1 = 42,227$ MPa, $\sigma_3 = 160,29$ MPa. struktur aman apabila sesuai standar pada persamaan (7). hasilnya sebagai berikut:

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \geq \frac{s_y}{2}$$

$$\tau_{max} = \frac{-42,164 - 160,29}{2} \geq \frac{250}{2}$$

$$\tau_{max} = 101,227 > 125$$

Perhitungan diatas menyatakan bahwa tekanan yang diberikan masih dibawah standar kegagalan. Maka konstruksi mesin saat diberikan beban 20 ton disimpulkan aman.

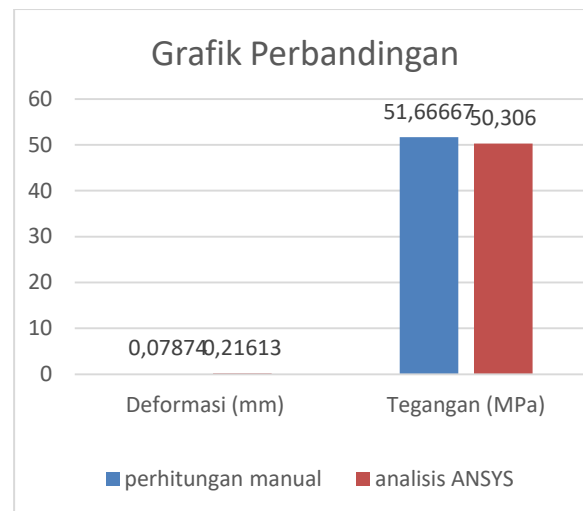
5) Analisa Data

Berdasarkan perhitungan manual dan analisis elemen hingga menggunakan software ANSYS WORKBENCH R15.0 maka didapatkan hasil struktur pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan perhitungan manual dan analisis ansys

No	Analisis	Deformasi (mm)	Tegangan (MPa)
1	perhitungan manual	0,07874	51,66667
2	analisis ANSYS	0,21613	50,306

Secara grafis, perbandingan deformasi dan tegangan dengan perhitungan secara manual dan analisis ANSYS pada mesin press hidrolik diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik perbandingan perhitungan manual dan analisis Ansys

KESIMPULAN

Pada penelitian yang dilakukan secara perhitungan manual dan komputasi dengan ANSYS WORKBENCH R15.0, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan kekuatan gaya tekan hidrolik didapat sebesar 196.850 N. Beban terbagi pada dua tumpuan yaitu menjadi 98.425 N. Kemudian gaya tekan hidrolik di konversi ke berat massa menjadi sebesar 20 TON.
2. Hasil simulasi perbandingan perhitungan manual dan menggunakan ANSYS WORKBENCH R15.0 ialah : analisis ansys menyatakan tegangan maksimumnya ialah 98,646 Mpa. Sedangkan perhitungan manual tegangan maksimum terjadi sebesar 51,7 MPa.

3. berdasarkan perhitungan teori kegagalan, Hasil perhitungan menyatakan bahwa tekanan yang diberikan dibawah standar kegagalan. Maka kontruksi mesin saat diberikan beban 20 ton disimpulkan aman

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Anjum *et al.*, “Design Fabrication and Manufacturing of 100 Ton Hydraulic Press to Perform Equal Channel Angular Pressing (ECAP) Design , Fabrication and Manufacturing of 100 Ton Hydraulic Press to Perform Equal Channel Angular Pressing (ECAP)”.
- [2] A. Vaishnav, P. Lathiya, and M. Sarvaiya, “Design Optimization of Hydraulic Press Plate using Finite Element Analysis,” vol. 6, no. 5, pp. 58–66, 2016.
- [3] P. Saint, P. Sorong, S. Hidrolik, and S. Kelapa, “Jurnal Voering Vol. 6 No. 1 Juli 2021,” vol. 6, no. 1, pp. 28–32, 2021.
- [4] Affandi and S. Huzni, “Analisis Numerik Kekuatan Puntir Baja Karbon Rendah Menggunakan Software (Solidworks),” *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, vol. 6, no. 2, pp. 29–36, Dec. 2021, doi: 10.21070/r.e.m.v6i2.1628.
- [5] P. Van Pham and X. Huy, “Moment Resistances of wide flange beams with initial imperfection and residual stresses,” vol. 7, pp. 651–658, 2020.
- [6] G. M. Mudennavar, G. Chalageri, P. A. Patil, M. T. Scholar, and D. Engineer, “Design and Analysis of 12 Ton Hydraulic Pressing Machine,” vol. 3, no. 8, pp. 109–117, 2018.
- [7] B. V Golechha and P. S. Kulkarni, “Design , Analysis and Optimization of 10 TON Pneumatic Press Machine,” vol. 4, no. 3, pp. 3576–3588, 2017.
- [8] “Pneumatik dan Hidrolik - Google Books.” Accessed: Nov. 08, 2021. [Online]. Available: https://www.google.co.id/books/edition/Pneumatik_dan_Hidrolik/sBIADwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=pneumatik+%26+hidrolik&printsec=frontcover
- [9] W. T. Bhirawa, T. Industri, U. Dirgantara, and M. Suryadarma, “Sistem hidrolik pada mesin industri”.
- [10] M. Baja and S. Bahan, “Modul 1,” 2008.
- [11] R. R. S. Riwayati and C. Yulindar, “Analisis Perbandingan Rencana Pemakaian Konstruksi Baja Profil WF Perletakan Jepit-Jepit dengan Sendi-Sendi pada Protal Frame dengan Variasi Bentang,” vol. 7, no. 2, pp. 61–65, 2018.
- [12] H. Cheng, “Mechanical analysis and structural optimization of press frame based on ANSYS,” *AIP Conference Proceedings*, vol. 2258, no. August, 2020, doi: 10.1063/5.0015480.
- [13] Y. Suhartini, A. Indriani, Hendra, Rispani, and Hernadewita, “Finite element method for stress analysis in the frame holder of generator translation and rotation motion on vertical direction mechanism for sea wave power plant,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1034, no. 1, p. 012008, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1034/1/012008.
- [14] M. A. Hendrawan, P. I. Purboputro, M. A. Saputro, and W. Setiyadi, “Perancangan Chassis Mobil Listrik Prototype ‘ Ababil ’ dan Simulasi Pembebanan Statik dengan Menggunakan Solidworks Premium 2016,” *The 7th University Research Colloquium 2018*, pp. 96–105, 2018.
- [15] G. D. Redford, *Mechanical Engineering Design*. 1966. doi: 10.1007/978-1-349-81756-6.