

Simulasi Kekuatan Rangka *Mesin Press Papan Komposit* dengan Variasi Tekanan Menggunakan *Software Solidworks*

Silviana Simbolon dan Bagus Kurniawan^{a)}

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No. 1, Pamulang 15417, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail: ^{a)}bagusku1767@yahoo.com

Received : 21 Juni 2022 Revision : 29 Juni 2022 Accepted : 10 Juli 2022

Abstrak: Pesatnya kemajuan teknologi di Indonesia menuntut penggunaan bahan-bahan inovatif yang dapat dikembangkan lebih lanjut. Komposit adalah struktur yang terdiri dari banyak bahan penyusun yang digabungkan untuk membentuk struktur baru dengan sifat yang lebih baik daripada sifat individu bahan penyusunnya. Mesin press papan komposit adalah alat press sederhana yang dapat melakukan pengepresan dengan praktis dan efisien. Dalam penelitian ini, penulis ingin menggunakan software Solidworks untuk melakukan analisis lebih lanjut tentang kekuatan untuk menahan pertimbangan minimum, maksimum, deformasi, dan keamanan pada rangka mesin press papan komposit, sehingga tidak ada kegagalan atau Failure dalam pengepresan. Mesin press ini menggunakan tenaga hidrolik untuk proses pengepresannya. Simulasi numerik menggunakan metode elemen hingga dengan pemberian beberapa variasi beban tekanan mulai dari 100-200 Psi, Nilai tegangan Von Mises untuk beban tekanan 100 psi, 150 psi dan 200 psi berturut-turut adalah 9.371 psi, 14.271 psi dan 18.881 psi, Nilai deformasi maksimal dari masing-masing variasi 100 psi, 150 psi dan 200 psi berturut-turut yaitu 0.147 mm, 0.221 mm dan 0.295 mm, Nilai faktor keamanan yang terkecil untuk masing-masing variasi beban 100psi, 150 psi, dan 200 psi berturut-turut yaitu 2.6, 1.7 dan 1.3. Pada pembebanan terbesar yaitu 200 Psi, nilai faktor keamanan di tumpuan pin masih lebih besar dari 1,0 yaitu 1,3. Desain mesin hot press papan komposit dinyatakan aman dan tidak terjadi kegagalan jika diberikan variasi beban 100-200 Psi.

Kata Kunci: Simulasi, Papan Komposit, Mesin Press

Abstract: The rapid advancement of technology in Indonesia demands the use of innovative materials that can be further developed. Composite is a structure consisting of many constituent materials which are combined to form a new structure with better properties than the individual properties of the constituent materials. The composite board press machine is a simple press tool that can press practically and efficiently. In this study, the author wants to use Solidworks software to carry out further analysis of the strength to withstand minimum, maximum, deformation, and safety considerations on the frame of the composite board press machine, so that there is no failure in pressing. This press machine uses hydraulic power for the pressing process. Numerical simulation using the finite element method by providing several variations of pressure loads ranging from 100-200 psi, Von Mises stress values for pressure loads of 100 psi, 150 psi and 200 psi are 9,371 psi, 14,271 psi and 18,881 psi, maximum deformation value from each variation of 100 psi, 150 psi and 200 psi, respectively, namely 0.147 mm, 0.221 mm and 0.295 mm, the smallest value of safety factor for each load variation of 100psi, 150 psi, and 200 psi is 2.6, 1.7 and 1.3. At the largest loading, which is 200 Psi, the value of the safety factor at the pin support is still greater than 1.0, which is 1.3. The design of the composite board hot press machine is declared safe and no failure occurs if it is given a load variation of 100-200 Psi.

Keywords: Simulation, Composite Board, Press Machine

PENDAHULUAN

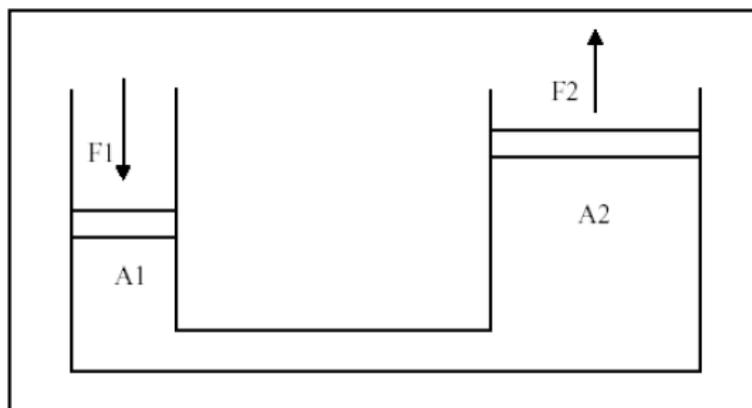
Perkembangan teknologi di Indonesia semakin berkembang dan pesat tentu membutuhkan sebuah material maju yang dapat terus dikembangkan. Hal ini dapat dilihat dari telah banyaknya mesin-mesin produksi yang

telah digunakan untuk memproduksi produk-produk yang berkualitas dengan jumlah yang banyak dalam waktu yang relatif lebih singkat, khususnya dalam bidang produksi digunakan untuk mempermudah aktifitas sehari-hari. Sistem hidrolik memiliki banyak keuntungan, sebagai sumber kekuatan untuk banyak variasi pengoperasian. Keuntungan sistem hidrolik antara lain: ringan, mudah dalam pemasangan, dan mudah perawatan.

Mesin press dapat bekerja sesuai fungsinya karena terdiri dari berbagai macam komponen yang bergerak bersama. Rancangan alat ini dapat bekerja sebagaimana mestinya dan layak atau ideal ketika alat yang dirancang dapat bekerja sesuai dengan yang digambarkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis struktur dan ketahanan kerja sebagai salah satu langkah dalam proses perancangan suatu alat agar alat yang diharapkan dapat sesuai keinginan [1-3].

Mesin press ini digunakan secara luas untuk proses produksi material komposit. Komposit merupakan sebuah struktur yang terdiri dari beberapa bahan pembentuk yang digabungkan menjadi struktur baru mempunyai sifat yang lebih baik dengan dibandingkan dengan masing-masing sifat bahan pembentuknya. Bahan alternatif dari pengganti kayu, logam dan lainnya sering dikembangkan dari komposit serat [4-7].

Sistem hidrolik ialah sistem yang menggunakan media penerus berupa fluida cair untuk meneruskan daya, jenis fluida pada hidrolik yang sering dipakai ialah minyak mineral. Zat berupa cair tidak memiliki bentuk yang tetap merupakan prinsip dasar dari sistem hidrolik, Tetapi tempatnya menyesuaikan dengan wadah yang ada. Inkompresibel merupakan sifat zat cair [8]. Oleh karena itu tekanan yang diterima secara merata diteruskan ke segala arah. Sesuai dengan hukum pascal sistem hidrolik bisa dituliskan dengan rumus $P_1 = P_2$ dan P juga memiliki rumus $P = F/A$. Jadi, gaya pada kedua pipa bisa berbeda kalau luas penampang kedua pipa berbeda walaupun tekanan pada kedua saluran ini sama.



Gambar 1. Fluida pipa menurut hukum pascal

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

- F1 : gaya masuk
- F2 : gaya keluar
- A1 : diameter piston kecil
- A2 : diameter piston besar

Simulasi numerik dengan menggunakan metode elemen hingga merupakan salah satu cara untuk memeriksa tahanan dan kekuatan dari struktur alat yang akan dirancang. Perangkat lunak Solidworks adalah salah satu pendekatan simulasi sederhana yang menggunakan metode numerik untuk memprediksi semua jenis kemungkinan kegagalan komponen alat. Seperti yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu, Muhammad Syaukani, dkk (2021) melakukan analisis tegangan von mises pada Mesin Press papan komposit kapasitas 20 ton dengan menggunakan *software Solidwork*, pada penelitiannya diperoleh hasil tegangan *von mises* maksimum yaitu 79.70 Mpa / 11.559 Psi, nilai faktor keamanan 2.5 dan nilai deformasi sebesar 0.0176 mm [9]. Ketiga parameter ini paling sedikit yang yang harus diketahui ketika memeriksa kekuatan struktur suatu alat. Namun bagaimanapun, dari kajian pustaka masih sedikit kajian simulasi pada mesin press terutama mesin press hidrolik untuk pembuatan press komposit.

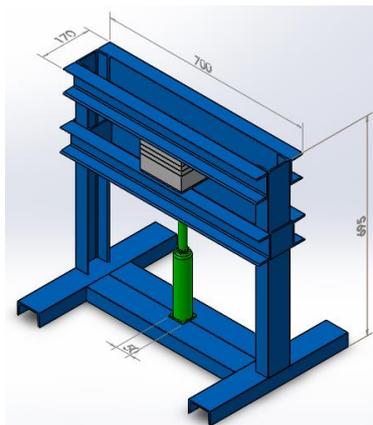
Oleh karena itu, peneliti ingin mengkaji lebih jauh dan melakukan simulasi terlebih dahulu sebelum alat ini difabrikasi agar bisa mengetahui kekuatan strukturnya dengan menganalisis tegangan, analisis deformasi serta analisis faktor keamanan untuk desain yang sudah direncanakan. Apabila hasil analisis simulasi beban pada desain struktur mesin ini memenuhi standar keamanan yang diijinkan maka bisa dilanjutkan ke proses fabrikasi mesin press. Mesin press ini diharapkan dapat membantu mahasiswa-mahasiswa maupun dosen-dosen dalam penelitian pada bidang komposit, khususnya di lingkungan Teknik Mesin Universitas Pamulang dan Indonesia secara keseluruhannya.

METODOLOGI

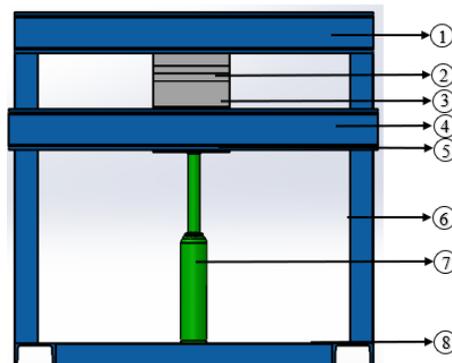
Metodologi penelitian adalah teknik rinci untuk menemukan atau memperoleh data penting. Prosedur pengumpulan data, yang merupakan cara yang lebih tepat untuk memperoleh data, harus dibedakan dari metode penelitian [10]. Pada penelitian ini dilakukan secara numerik dengan metode *Elemen Hingga* menggunakan *software Solidworks 2016*. dengan menggunakan perangkat Komputer core i3-6100U dengan spesifikasi prosesor @2.30 GHZ,64 BIT, RAM 4 GB, DDR3, SSD 128 GB.

Analisis numerik menggunakan Metode Elemen Hingga digunakan untuk menguji kekuatan struktural tekan komposit. Analisis dilakukan melalui simulasi dengan software Solidworks 2016 untuk kemudahan penggunaan. Pembebanan harus ditentukan sesuai dengan, atau sedekat mungkin dengan situasi nyata. Membuat model gambar desain menjadi model 3D, mengidentifikasi jenis studi, memutuskan jenis material, menetapkan beban yang akan terjadi, menentukan kondisi batas, meshing, dan menganalisis adalah semua tahapan analisis yang dapat dibantu oleh software Solidworks 2016 ini. Fokus jenis analisis sistem yang digunakan pada simulasi ini yaitu analisis beban statik. Simulasi dilakukan dengan pemberian beberapa variasi beban tekanan mulai dari 100-200 Psi, diasumsikan sebagai beban merata dan terpusat.

Untuk prosedur simulasi, data geometri dan dimensi tekan komposit mengacu pada desain yang diantisipasi seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2. Jika simulasi kekuatan struktur tidak memenuhi tingkat tegangan yang diizinkan, desain akan diperbarui dan dianalisis ulang oleh menambahkan sejumlah komponen pendukung tambahan dan penyesuaian Dimensi alat.



Gambar 2. Dimensi Mesin Press



Gambar 3. Keterangan Mesin Press

Keterangan:

1. Rangka Atas
2. Pemanas Papan Komposit
3. Plat Penyangga Pemanas
4. Rangka
5. Plat Penyangga Tekanan
6. Rangka Samping (Penyangga)
7. Sistem Hidrolik
8. Penahan Rangka Mesin Press

Tabel 1. Sifat fisik material mesin press

Parameter	Keterangan
Material	Steel SS41/ASTM A36
Density (x1000 kg/cm ³)	7.7 - 8.03 g/cm ³
Massa	56.08 kg
Area	-
Yield Strength	250 Mpa
Tensile Strength	360 Mpa
Young's Modulus	200.000 Mpa
Poison Ratio	0.26

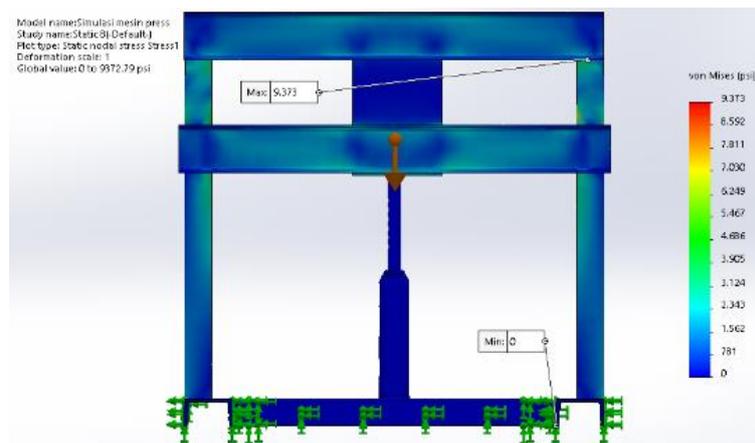
Tabel 2. Parameter analisis tegangan

Type Simulasi	Single Point
Variabel Tekanan	100 psi; 150 psi; 200 psi;
Percepatan gravitasi	9,81 m/s ²
Maximum element size	0,001 m
Minimum element size	0,0002 m
Safety Factor	Berdasarkan yield strength

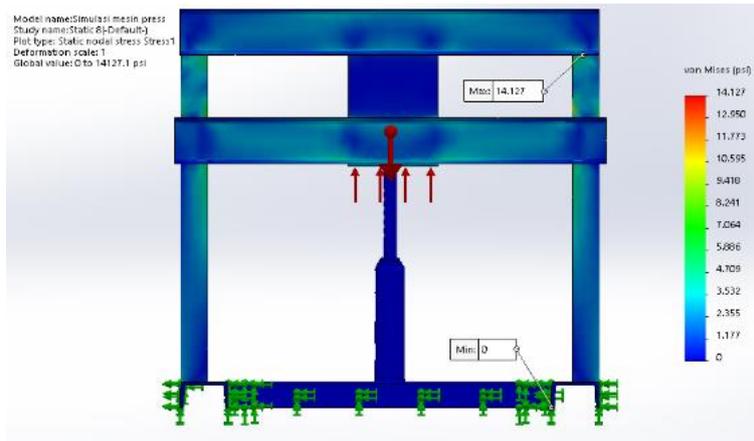
Tabel 3. Variasi tekanan

No Simulasi	Single Point
1	100 Psi
2	150 Psi
3	200 Psi

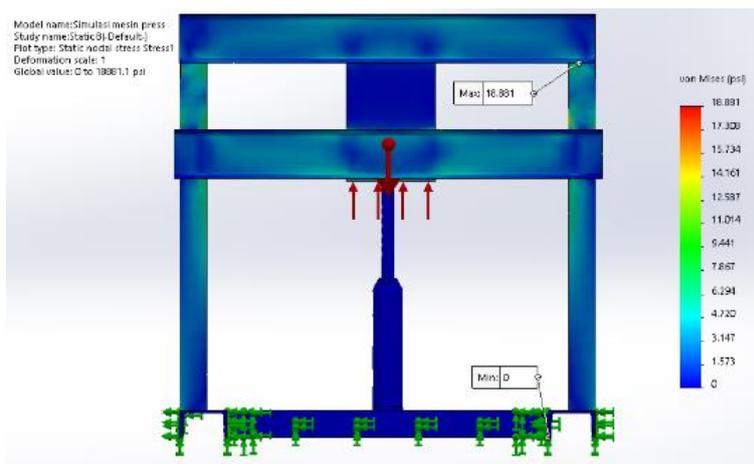
HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 4. Simulasi Von Mises tekanan 100 Psi

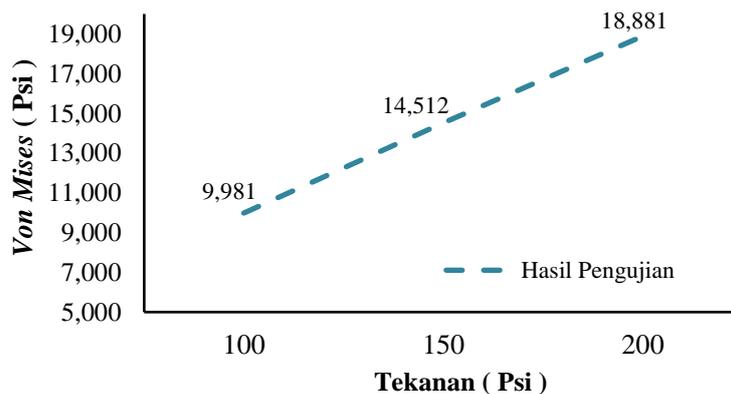


Gambar 5. Simulasi Von Mises tekanan 150 Psi



Gambar 6. Simulasi Von Mises tekanan 200 Psi

Tegangan Von Mises adalah salah satu keluaran simulasi untuk analisis beban statis linier. Tegangan Von Mises biasanya digunakan untuk menentukan batas kekuatan material di bawah beban tarik uniaksial. Hasil simulasi tegangan Von Mises pada mesin press komposit terhadap berbagai variasi pembebanan ditunjukkan pada Gambar 4.6, 4.7 dan 4.8. Gaya luar menyebabkan tegangan pada material struktur sehingga menimbulkan ketidakseimbangan pada mesin press papan komposit selama proses pembebanan. Tegangan kritis untuk beban tekanan 100 psi, 150 psi, dan 200 psi berturut-turut adalah 9.371 psi, 14.271 psi, dan 18.881 psi.

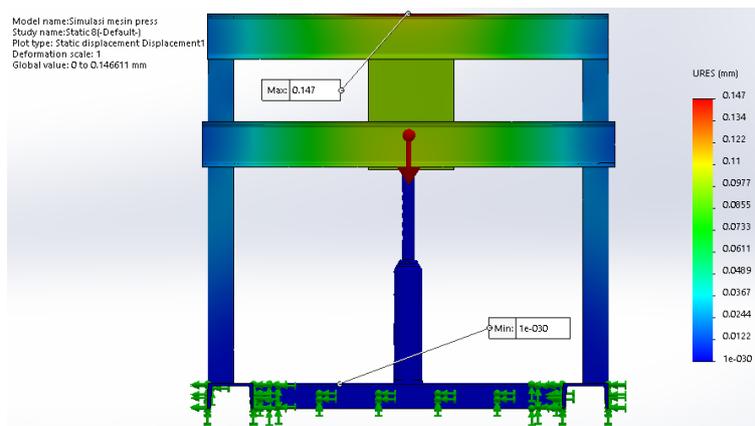


Gambar 7. Grafik Von Mises

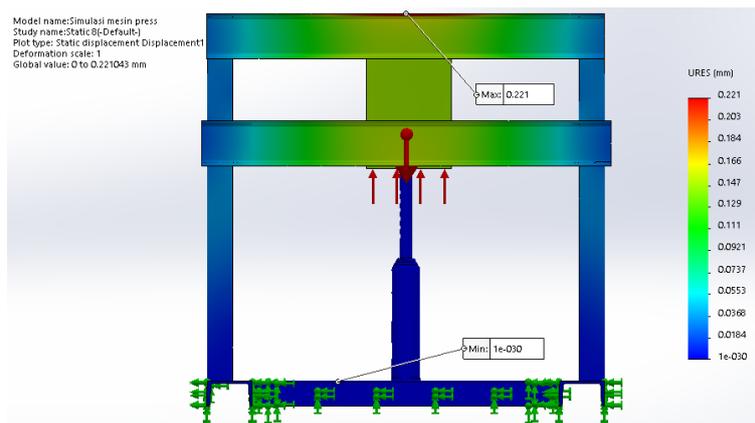
Penopang rangka adalah bagian yang menanggung tegangan paling signifikan untuk semua jenis pembebanan. Ini karena beban tekanan yang ditransfer ke pelat tekanan oleh dongkrak hidrolik akan diimbangi secara substansial oleh bagian ini. Penyangga pin akan menahan semua tegangan pada arah sumbu vertikal, sehingga menimbulkan tegangan geser pada permukaannya. Tegangan yang terjadi pada tumpuan ini meningkat seiring dengan meningkatnya beban tekanan. Pada komponen pelat tekan, kegagalan struktural sering terjadi di dekat tumpuan. Semakin besar stres, semakin dekat Anda dengan alas. Temuan pemodelan, bagaimanapun, menunjukkan bahwa semua tegangan kritis untuk setiap variasi beban masih jauh di bawah kekuatan luluh Baja SS41 atau ASTM A36, yang memiliki tekanan 250 MPa (36.250 psi).

Analisis Deformasi

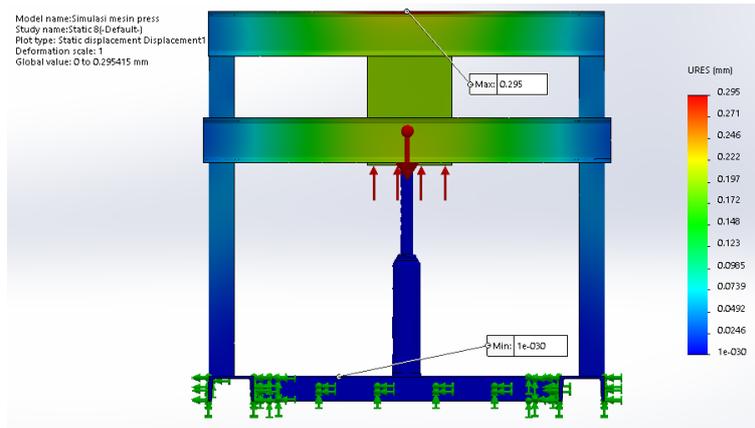
Dari hasil pengujian didapatkan hasil simulasi deformasi Mesin Press papan Komposit.



Gambar 8. Deformasi mesin Press tekanan 100 Psi

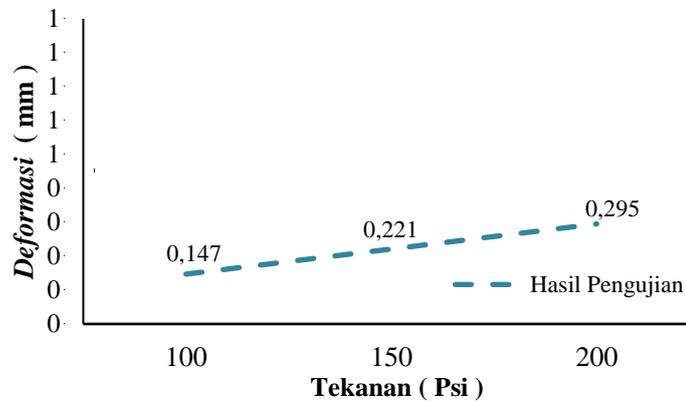


Gambar 9. Deformasi mesin Press tekanan 150 Psi



Gambar 10. Deformasi mesin Press tekanan 200 Psi

Deformasi mesin press komposit adalah parameter lain dari hasil simulasi. Ketika beban diterapkan pada bahan struktural, itu berubah bentuk atau berubah bentuk. Ketika suatu material berubah bentuk sebagai akibat dari beban tertentu, ia menyerap sejumlah energi pada waktu yang sama. Tidak peduli seberapa besar bebannya, itu akan selalu menyebabkan perubahan bentuk dan dimensi material. Deformasi plastis dan deformasi elastis adalah dua jenis perubahan bentuk fisik. Hasil simulasi parameter deformasi tekan terhadap pembebanan ditunjukkan pada Gambar 4.9, 4.10 dan 4.11. Untuk setiap variasi beban 100 tekanan, 150 psi, dan 200 psi, nilai deformasi maksimum berturut-turut adalah 0,147 mm, 0,221 mm, dan 0,295 mm.

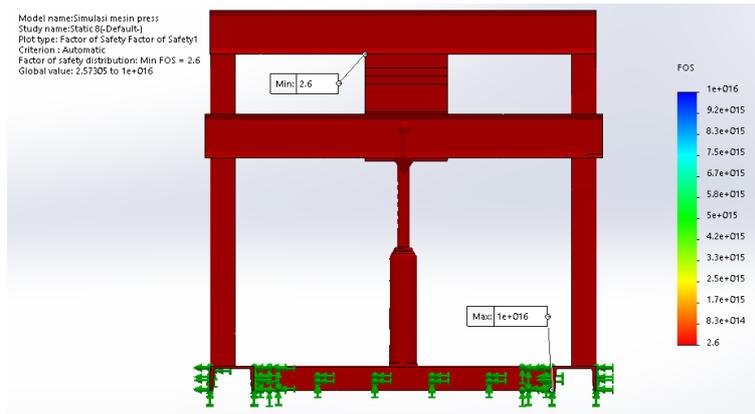


Gambar 11. Grafik Deformasi

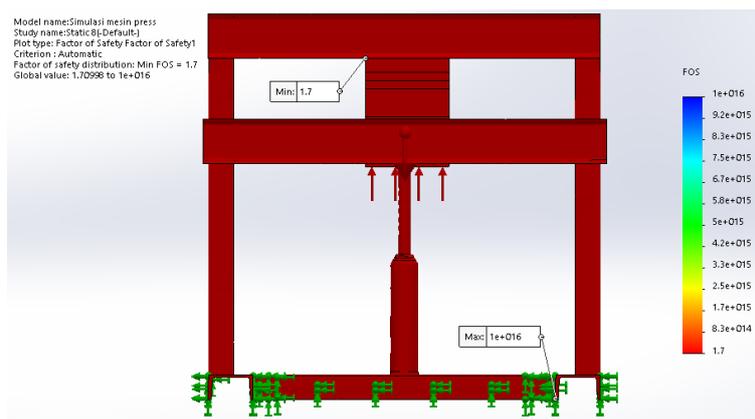
Plat kompresi mengalami distorsi paling banyak. Letaknya pada titik terjauh dari tumpuan pin, yaitu titik dimana momen lentur terbesar terjadi selama proses pembebanan sehingga menimbulkan tegangan paling besar. Deformasi ini berupa defleksi atau defleksi sumbu y yang disebabkan oleh beban vertikal yang diukur terhadap permukaan netral sebelum dibebani. Jika dibandingkan dengan ukuran mesin press komposit, nilai deformasi hasil simulasi dapat dikatakan cukup kecil. Ketika diberikan fluktuasi beban hingga 200 psi, deformasi dapat dikatakan masih dalam daerah elastis. Jika beban dihilangkan saat material masih dalam daerah elastis, material akan kembali ke bentuk semula. Distorsi hanya sementara dalam skenario ini dan akan hilang jika tidak ada tekanan yang diterapkan. Namun, ketika tegangan yang diberikan melebihi batas elastis, bahkan setelah gaya dihilangkan, beberapa deformasi tetap ada.

Safety Factor

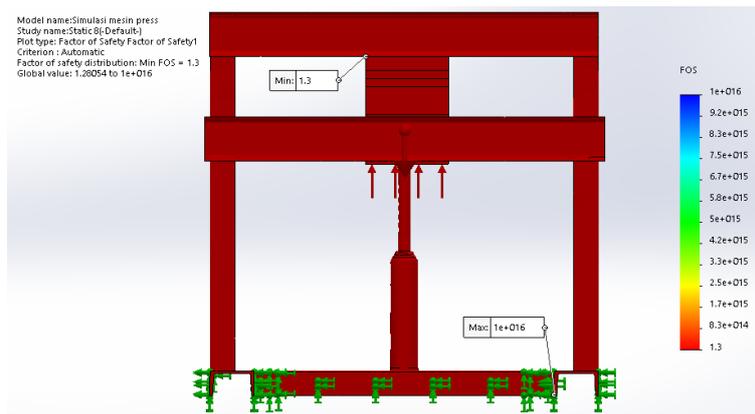
Dari hasil pengujian didapatkan hasil simulasi Safety Press Mesin Press papan Komposit.



Gambar 12. Safety Factor Press tekanan 100 Psi

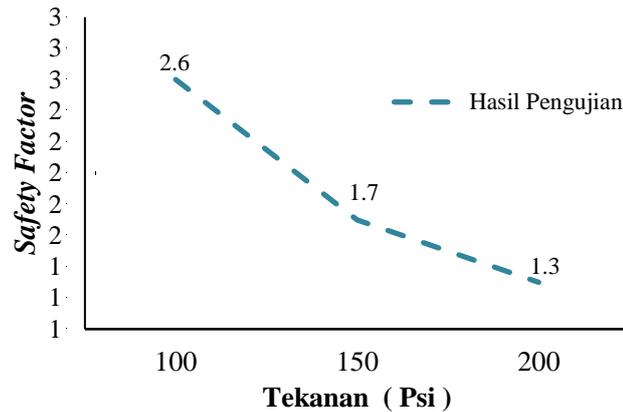


Gambar 13. Safety Factor Press tekanan 150 Psi



Gambar 14. Safety Factor Press tekanan 200 Psi

Hasil simulasi pengaturan faktor keamanan mesin press terhadap pembebanan ditunjukkan pada Gambar 4.12, 4.13, dan 4.14. Untuk setiap variasi beban 100 tekanan, 150 psi, dan 200 psi, nilai faktor keamanan terkecil berturut-turut adalah 2,6, 1,7, dan 1,3. Tegangan esensial yang terjadi pada penopang pin selama operasi pembebanan pada kekuatan luluh material mesin press diwakili oleh faktor keamanan terendah ini.



Gambar 15. Grafik Safety Factor

Tegangan tertinggi adalah 200 psi, faktor keamanan pada dukungan pin masih lebih besar dari 1, pada 1,3.

Tabel 4. Hasil simulasi

No	Nama	Tekanan 100 Psi	Tekanan 100 Psi	Tekanan 100 Psi
1	Von Mises	9.371 Psi	14.271 Psi	18.881 Psi
2	Displacement	0,147 mm	0,221 mm	0,295 mm
3	Safety Factor	2,6	1,7	1,3

Hasilnya, mesin press dapat bekerja dengan aman, dan tidak terjadi kerusakan meskipun beban sudah maksimal. Material struktur dapat mengalami deformasi plastis jika mesin press dibebani lebih besar secara signifikan hingga nilai faktor keamanannya turun di bawah 1,0. Hal ini dapat mengakibatkan ketidakmampuan struktur untuk bekerja sesuai dengan desain awalnya, atau kondisi struktur dapat mengalami patah dan kelelahan ketika dikenai beban. Semakin tinggi nilai faktor keamanan maka semakin baik tingkat keamanan suatu struktur saat menerima beban.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis di atas dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Nilai tegangan Von Mises untuk beban tekanan 100 psi, 150 psi dan 200 psi berturut-turut adalah 9.371 psi, 14.271 psi dan 18.881 psi. Bagian yang memiliki tegangan paling kritis untuk semua variasi pembebanan adalah pada bagian tengah rangka.
2. Nilai deformasi maksimal dari masing-masing variasi 100 psi, 150 psi dan 200 psi berturut-turut yaitu 0.147 mm, 0.221 mm dan 0.295 mm. Deformasi maksimal terjadi di bagian pelat tekan.
3. Nilai faktor keamanan yang terkecil untuk masing-masing variasi beban 100 psi, 150 psi, dan 200 psi berturut-turut yaitu 2.6, 1.7 dan 1.3 Pada pembebanan terbesar yaitu 200 Psi, nilai faktor keamanan di tumpuan pin masih lebih besar dari 1,0 yaitu 1,3. Desain mesin hot press papan komposit dinyatakan aman dan tidak terjadi kegagalan jika diberikan variasi beban 100-200 Psi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mochtar, dkk., 2007, Elemen – Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis, 2nd edition. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [2] Mubarot, I. S. (2017). *Perancangan Konstruksi Mesin Press Panas Pneumatik Berbasis 2 Kontrol Relay Dengan Bantuan Software Solidwork*. 139.
- [3] Muhammad Bagas Anggoro. (2020). Rancang Bangun Alat Pres Hidrolik Kapasitas 5 TON. *Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tidar*.
- [4] Hartono, Mochammad Rifai, dan Handoko Subawi, *Pengenalan Teknik Komposit* Deepublish, 10 Agu 2016 - 176 halaman

- [5] Schwartz, M.M., 1984. *Composite Materials Handbook*. McGraw-Hill Book.
- [6] George E. Dieter. 1986. *Mechanical Metallurgy*. New York McGraw Hill.
- [7] Gibson, R. F. (1994). *Principles of Composite Material Mechanics*. *Principles of Composite Material Mechanics*. <https://doi.org/10.1201/9781420014242>
- [8] M. Syaukani, F. Paundra, F. Qalbina, I. D. Arirohman, P. Yunesti, and Sabar, “Desain dan Analisis Mesin Press Komposit Kapasitas 20 Ton,” *J. Sci. Technol. Vis. Cult.*, vol. 1, no. 1, pp. 29–34, 2021.
- [9] Muhammad Bagus Anggoro. (2020). Rancang Bangun Alat Pres Hidrolik Kapasitas 5 TON. *Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tidar*.
- [10] R. F. Gibson, *Principles of Composite Material Mechanics*, 4th Editio. Boca Raton: CRC Press, 2016.