

Desain dan Analisis Mesin Press Komposit Kapasitas 20 Ton

Muhammad Syaukani^{1*}, Fajar Paundra¹, Fitrah Qalbina¹, Ilham Dwi Arirohman², Putty Yunesti², Sabar³

¹ Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 35365

² Program Studi Teknik Sistem Energi, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 35365

³ Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 35365

* Corresponding email: muhammad.syaukani@ms.itera.ac.id

Riwayat Artikel

Diterima

13/07/2021

Disetujui

25/07/2021

Diterbitkan

31/07/2021

Abstrak

Komposit merupakan penggabungan beberapa material yang berbeda atau lebih, yang menghasilkan sifat yang lebih baik dari sifat penyusunnya. Proses pembuatan komposit dapat dilakukan dengan metode tekan yang dapat mengurangi void. Metode tekan ini dapat menggunakan mesin press hidrolik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis mesin press hidrolik kapasitas 20 Ton. Proses perancangan dimulai dengan mendesain 3D model menggunakan Software Solidwork. Simulasi numerik menggunakan metode elemen hingga dengan pemberian beberapa variasi beban tekanan mulai dari 5-20 MPa. Hasil analisis menunjukkan tegangan von mises maksimum yaitu 79,70 MPa dengan deformasi maksimum 0,0176 mm dan nilai faktor keamanan terkecil sebesar 2,595. Berdasarkan hasil tersebut maka rencana desain mesin press dinyatakan aman.

Kata Kunci: Desain, Mesin Press, Von Mises, Deformasi, Faktor Keamanan

Abstract

Composite is a combination of several or more different materials, which produce better properties than their composition properties. The process of making composites can be done with a pressing method which can reduce voids. This pressing method can use a hydraulic press machine. This study aims to design and analyze a hydraulic press machine with a capacity of 20 tons. The design process begins with designing a 3D model using Solidwork Software. Numerical simulation using the finite element method by providing several variations in pressure loads ranging from 5-20 MPa. The results of the analysis show that the maximum von Mises stress is 79.70 MPa with a maximum deformation of 0.0176 mm and the smallest value of safety factor is 2.595. Based on these results, the press machine design is claimed to be safe to operate.

Keywords: Design, Press machine, Von Mises stress, Safety factor.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang begitu cepat sehingga membutuhkan material maju yang dapat terus dikembangkan. Komposit merupakan salah satu material yang sampai saat ini terus dikembangkan penggunaannya baik sektor industri maupun rumah tangga. Komposit merupakan perpaduan dua atau lebih material dan memiliki sifat mekanik yang berbeda sehingga komposisinya dapat berperan sebagai penguat dan pengikat [1,2,3]. Saat ini komposit serat banyak dikembangkan sebagai bahan alternatif dari pengganti kayu, logam dan lainnya. Hal ini disebabkan bahan komposit yang berasal dari serat mempunyai daya tahan korosi, lebih ringan serta bahan dan proses pembuatannya relatif murah.

Mesin press adalah alat mesin yang mengeluarkan tekanan. Alat ini sering digunakan

dalam industri untuk pengerjaan pada benda logam menjadi berbagai bentuk melalui operasi seperti *blanking, piercing, chawing, forming, bending dan shearing*. Mesin ini juga merupakan bagian penting dari industri manufaktur yang biasa digunakan untuk produksi massal beberapa komponen seperti badan mobil, suku cadang motor listrik dan suku cadang peralatan listrik rumah tangga. Semua mesin press terdiri dari rangka mesin yang menopang tempat plat press, ram, sumber tenaga, dan mekanisme utama. Mesin press konvensional ada yang menggunakan prinsip hidrolik atau pneumatik untuk menghasilkan tekanan beban mekanis. Sistem Hidrolik berkaitan dengan hukum yang mengatur keseimbangan dan gerak fluida dan penerapannya pada solusi masalah spesifik di berbagai bidang teknik [4].

Proses pembuatan komposit dapat dilakukan dengan metode tekan yang dapat mengurangi void. Metode tekan ini dapat menggunakan mesin press hidrolik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis mesin press hidrolik. Mesin press terdiri dari berbagai macam komponen yang bekerja menjadi satu kesatuan sehingga dapat bekerja sesuai fungsinya. Hasil dari rancangan alat ini dapat dikatakan layak atau ideal ketika alat yang dirancang dapat bekerja sebagaimana mestinya. Bagaimanapun, semua hasil produk buatan manusia tidak dapat menghasilkan kerja 100% ideal atau dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Oleh karena itu, salah satu langkah penting dalam proses perancangan suatu alat adalah melakukan analisis struktur dan ketahanan kerja komponen penyusunnya. Dengan demikian alat yang dirancang bisa bekerja dengan baik untuk menerima beban dan getaran dalam batas ukuran tertentu.

Salah satu cara untuk memeriksa ketahanan dan kekuatan struktur alat yang akan dirancang adalah menggunakan simulasi numerik menggunakan metode elemen hingga. *Software Solidwork* merupakan salah satu metode simulasi yang mudah dengan metode numerik untuk memprediksi segala macam kemungkinan kegagalan dari komponen alat yang telah dirancang. Seperti yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu, Mulyanto, dkk (2017) melakukan analisis tegangan *von mises* pada poros mesin pemotong umbi-umbian dengan menggunakan *software Solidwork*, pada penelitiannya diperoleh hasil tegangan *von mises* maksimum yaitu 446765792,0 N/m², nilai faktor keamanan 1,8 dan nilai deformasi sebesar 8,149 mm [5]. Ketiga parameter ini paling sedikit 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 Institut Teknologi Sumatera dan Indonesia secara keseluruhannya.

2. Metode Penelitian

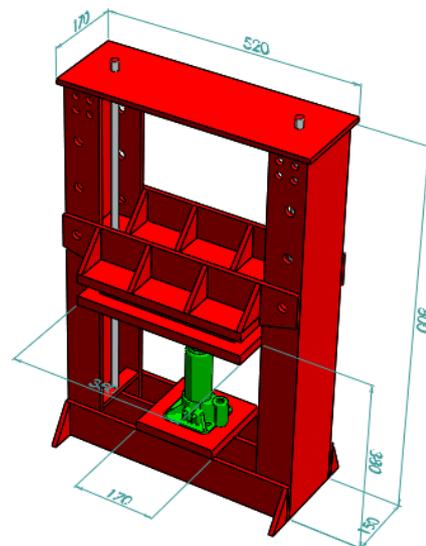
Pemeriksaan kekuatan struktur mesin press komposit dilakukan menggunakan analisis numerik dengan Metode Elemen Hingga. Untuk memudahkan, proses analisis melalui simulasi dengan bantuan software *Solidworks 2018*. Pembebanan harus ditentukan sesuai atau paling tidak mendekati dengan keadaan sebenarnya. Secara umum, langkah analisis dengan bantuan software *Solidworks 2018* yaitu membuat model gambar desain menjadi model 3D, menentukan jenis studi, menentukan jenis material, menentukan pembebanan yang akan terjadi, penentuan kondisi batas, meshing, dan analisis. Fokus jenis analisis sistem yang digunakan pada simulasi ini yaitu analisis beban statik. Simulasi dilakukan dengan pemberian beberapa variasi beban tekanan mulai dari 5-20 MPa, diasumsikan sebagai beban merata dan terpusat.

Data geometri dan dimensi mesin press komposit untuk proses simulasi mengacu pada desain yang telah direncanakan seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Jika hasil simulasi kekuatan struktur belum sesuai dengan standar tegangan yang diijinkan, maka desain akan diperbaiki dan dianalisis kembali dengan menambahkan beberapa komponen pendukung tambahan serta perubahan dimensi alat.

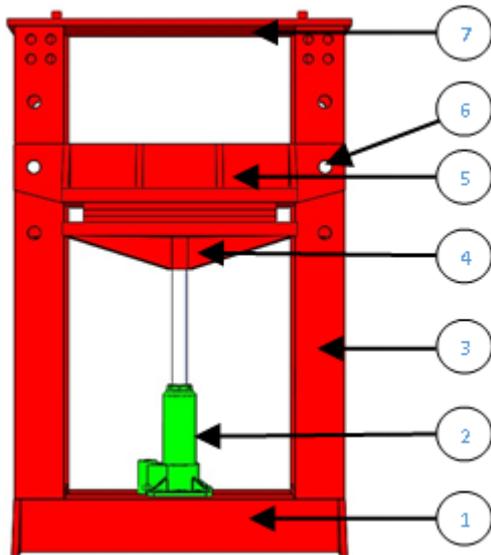
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Spesifikasi dan Geometri Pemodelan

Dimensi dari desain mesin press ini ditunjukkan pada Gambar 1 dalam satuan milimeter. Material yang digunakan adalah baja AISI 304 yang memiliki massa jenis sebesar 8 g/cm³ dengan massa total mesin press sebesar 120,33 kg. Sifat fisik material yang digunakan pada mesin press lebih detail ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Dimensi mesin press



Gambar 2. Keterangan mesin press

Keterangan:

1. Penahan rangka mesin press
2. Sistem hidraulik
3. Rangka samping (penyangga)
4. Pelat dasar
5. Pelat tekan
6. Tumpuan pin
7. Rangka atas

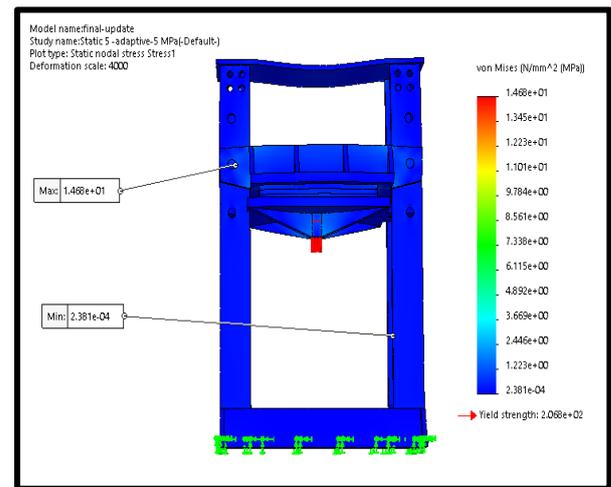
Tabel 1. Sifat fisik material mesin press

Parameter	Keterangan
Material	Steel AISI 304
Density	8 g/cm ³
Mass	120,33 kg
Area	2,67 m ²
Volume	0,02 m ³
Yield Strength	206,81 MPa
Tensile Strength	517,02 MPa
Young's Modulus	190 GPa
Poisson's Ratio	0,29
Shear Modulus	75 GPa

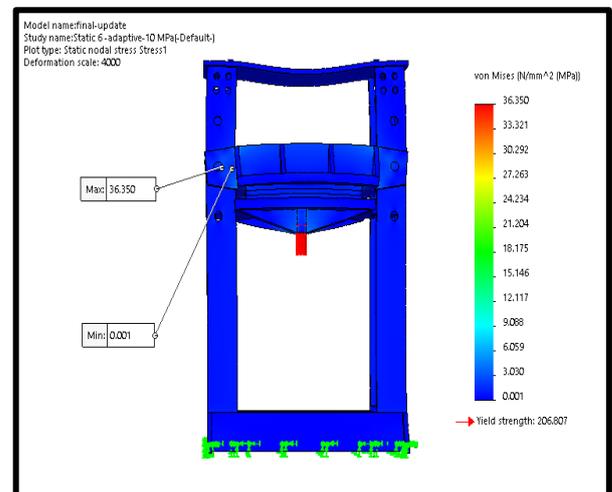
Tabel 2. Parameter analisis tegangan

Tipe Simulasi	Single Point
Variabel beban	5 MPa; 10 MPa; 15 MPa, dan 20 MPa
Percepatan gravitasi	9,81 m/s ²
Maximum element size	0,001 m
Minimum element size	0,0002 m
Safety factor	Berdasarkan yield strength
Jumlah node	522865
Jumlah elemen	313987

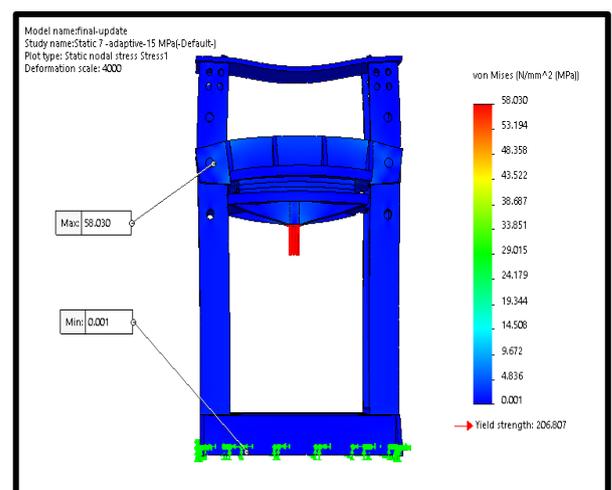
3.2. Analisis Tegangan



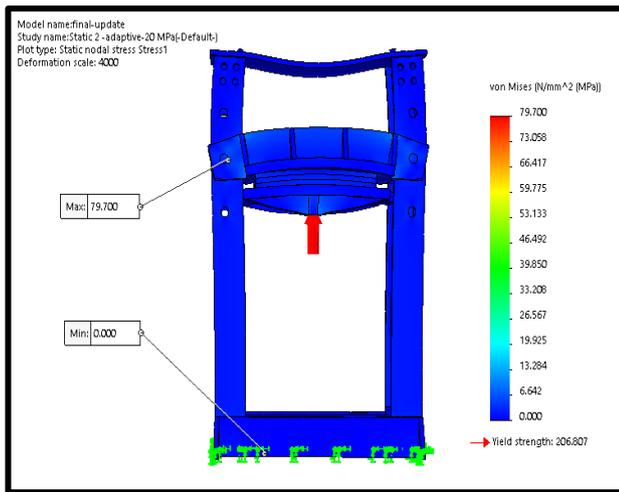
Gambar 3. Tegangan Von Mises mesin press dengan beban tekanan 5 MPa



Gambar 4. Tegangan Von Mises mesin press dengan beban tekanan 10 MPa



Gambar 5. Tegangan Von Mises mesin press dengan beban tekanan 15 MPa

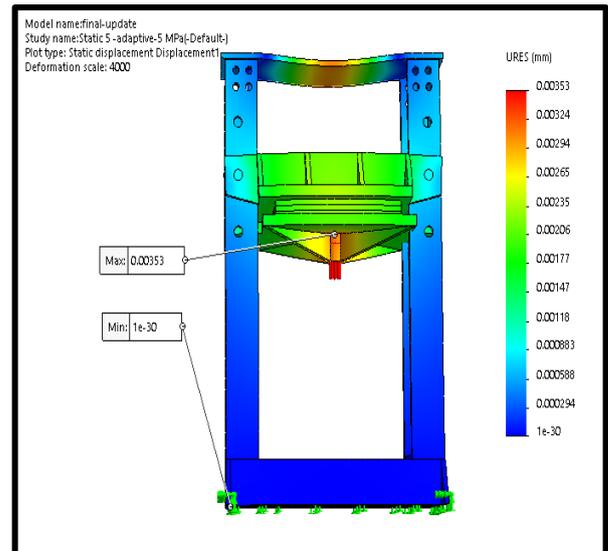


Gambar 6. Tegangan Von Mises mesin press dengan beban tekanan 20 MPa

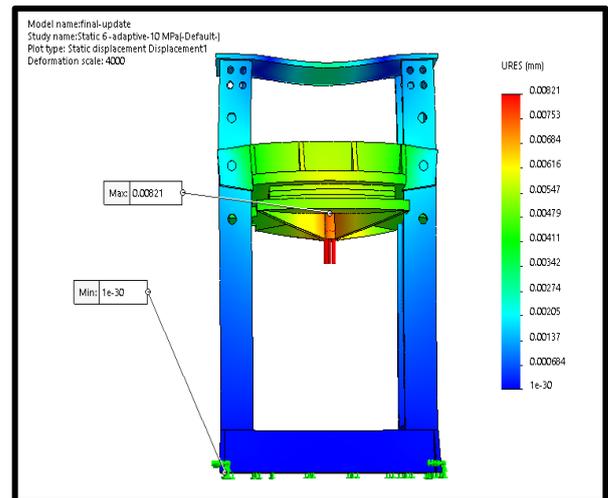
Salah satu hasil simulasi untuk analisis beban statik linier adalah tegangan *Von Mises*. Tegangan *Von Mises* biasanya digunakan untuk memprediksi batas kekuatan material dari pembebanan tarik uniaksial [6]. Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5 menunjukkan hasil simulasi tegangan *Von Mises* mesin press komposit terhadap berbagai variasi pembebanan. Selama proses pembebanan, mesin press komposit mengalami ketidaksetimbangan akibat gaya dari luar sehingga menimbulkan tegangan pada material strukturnya. Tegangan kritis untuk beban tekanan 5 MPa, 10 MPa, 15 MPa, dan 20 MPa berturut-turut adalah 14,68 MPa; 36,35 MPa; 58,03 MPa; 79,70 MPa.

Bagian yang memiliki tegangan paling kritis untuk semua variasi pembebanan adalah pada tumpuan pin. Hal ini karena beban tekanan oleh dongkrak hidrolik yang diteruskan ke pelat tekan sebagian besar akan dikompensasi oleh bagian ini. Tumpuan pin akan menahan seluruh gaya searah sumbu vertikal sehingga timbul tegangan geser pada permukaannya. Semakin besar beban tekanan maka semakin besar tegangan yang terjadi pada tumpuan ini. Kegagalan struktur biasanya terjadi di sekitar lokasi tumpuan pada bagian pelat tekan [7]. Semakin dekat dengan tumpuan, tegangan yang terjadi semakin besar. Namun hasil simulasi menunjukkan bahwa semua tegangan kritis pada setiap variasi beban masih berada jauh di bawah kekuatan luluh (*yield strength*) dari material Steel AISI 304 yaitu 206,81 MPa.

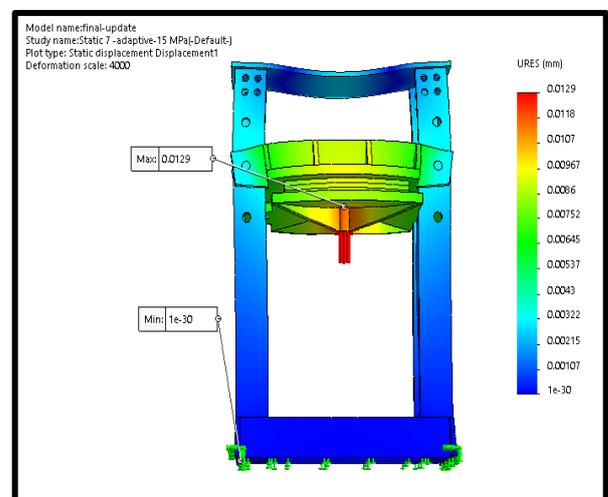
3.3. Analisis Deformasi



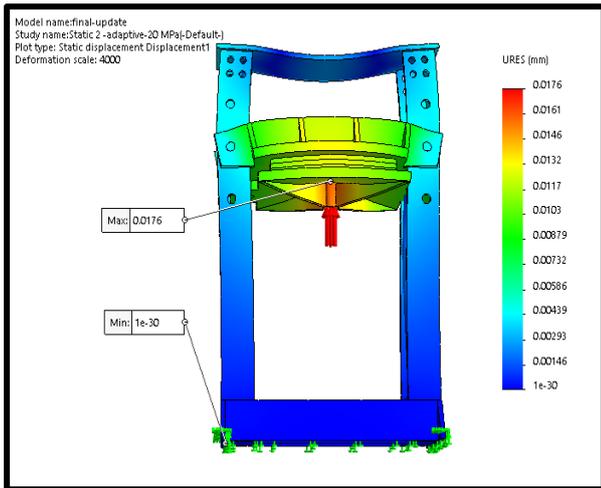
Gambar 7. Deformasi mesin press dengan beban tekanan 5 MPa



Gambar 8. Deformasi mesin press dengan beban tekanan 10 MPa



Gambar 9. Deformasi mesin press dengan beban tekanan 15 MPa

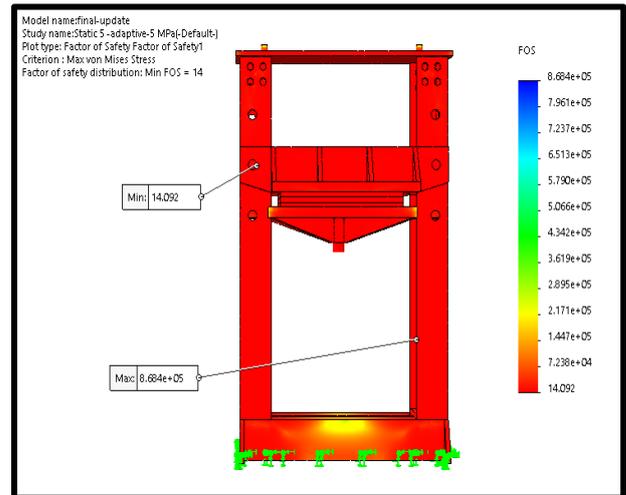


Gambar 10. Deformasi mesin press dengan beban tekanan 20 MPa

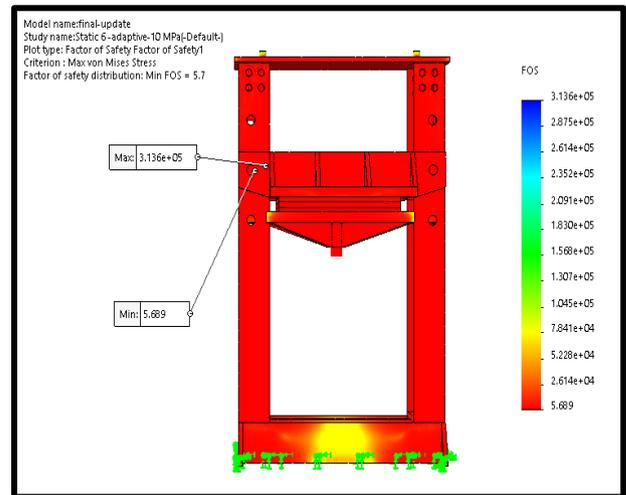
Parameter lain hasil simulasi adalah deformasi dari mesin press komposit. Deformasi atau perubahan bentuk terjadi apabila material strukturnya diberikan beban. Ketika deformasi terjadi, secara bersamaan material akan menyerap sejumlah energi sebagai akibat pembebanan yang diberikan. Sebesar apapun beban yang bekerja pada maka akan selalu menimbulkan perubahan bentuk dan dimensi material tersebut. Perubahan bentuk secara fisik yaitu berupa deformasi plastis dan deformasi elastis. Gambar 6-9 menunjukkan hasil simulasi untuk parameter deformasi mesin press terhadap pembebanan. Nilai deformasi maksimal dari masing-masing variasi beban 5 MPa, 10 MPa, 15 MPa, dan 20 MPa berturut-turut yaitu 0,00353 mm; 0,00821mm; 0,0129 mm; dan 0,0176 mm.

Deformasi maksimal terjadi di bagian pelat tekan. Lokasinya pada titik terjauh dari tumpuan pin yaitu titik terjadinya tegangan akibat momen bending yang paling besar selama proses pembebanan berlangsung. Deformasi ini berupa defleksi atau lendutan dalam arah sumbu y akibat adanya pembebanan vertikal yang besarnya diukur terhadap permukaan netral sebelum diberi beban. Nilai deformasi hasil simulasi ini dapat dikatakan relatif sangat kecil jika dibandingkan dengan dimensi mesin press komposit. Dengan demikian, deformasi bisa dikatakan masih berada di daerah elastis saat diberikan variasi beban hingga 20 MPa. Selama material masih berada di daerah elastis, jika beban dihilangkan maka material akan kembali ke bentuk semula. Dalam hal ini, perubahan bentuk hanya bersifat sementara dan akan hilang jika tegangan tidak terjadi. Tetapi, bila tegangan yang bekerja telah melampaui batas daerah elastis maka sebagian dari perubahan bentuk itu tetap ada walaupun tegangan dihilangkan.

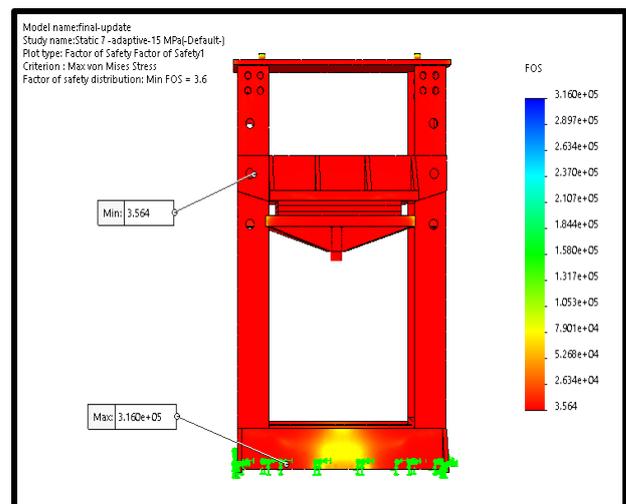
3.4. Analisis Faktor keamanan



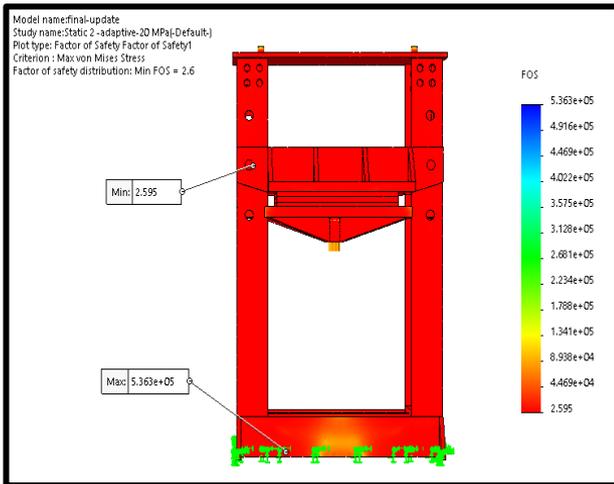
Gambar 11. Faktor keamanan mesin press dengan beban tekanan 5 Mpa



Gambar 12. Faktor keamanan mesin press dengan beban tekanan 10 Mpa



Gambar 13. Faktor keamanan mesin press dengan beban tekanan 15 Mpa



Gambar 14. Faktor keamanan mesin press dengan beban tekanan 20 Mpa

Gambar 10-13 menunjukkan hasil simulasi untuk parameter faktor keamanan mesin press terhadap pembebanan. Nilai faktor keamanan yang terkecil untuk masing-masing variasi beban 5 MPa, 10 MPa, 15 MPa, dan 20 MPa berturut-turut yaitu 14,092; 5,869; 3,564; dan 2.595. faktor keamanan terkecil ini mewakili tegangan kritis yang terjadi pada tumpuan pin ketika proses pembebanan terhadap kekuatan luluh (*yield strength*) dari material mesin press.

Pembebanan terbesar yaitu 20 MPa, nilai faktor keamanan di tumpuan pin masih lebih besar dari 1,000 yaitu 2,595. Dengan demikian, mesin press bisa beroperasi dengan aman dan tidak terjadi kegagalan dengan beban tertinggi tersebut. Apabila mesin press diberikan beban yang lebih besar lagi hingga nilai faktor keamanannya kurang dari 1,0 maka material strukturnya bisa mengalami deformasi plastis. Hal ini akan berdampak terhadap ketidakmampuan suatu struktur dalam memperlihatkan fungsinya sesuai dengan perancangan awal atau kondisi struktur bisa mengalami perpatahan dan kelelahan saat diberikan beban. Semakin tinggi nilai faktor keamanannya maka tingkat keamanan yang dimiliki oleh suatu struktur ketika menerima beban akan semakin baik [7].

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis di atas dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

- Nilai tegangan *Von Mises* untuk beban tekanan 5 MPa, 10 MPa, 15 MPa, dan 20 MPa berturut-turut adalah 14,68 MPa; 36,35 MPa; 58,03 MPa; 79,70 MPa. Bagian yang memiliki tegangan paling kritis untuk semua variasi pembebanan adalah pada tumpuan pin.

- Nilai deformasi maksimal dari masing-masing variasi beban 5 MPa, 10 MPa, 15 MPa, dan 20 MPa berturut-turut yaitu 0,00353 mm; 0,00821mm; 0,0129 mm; dan 0,0176 mm. Deformasi maksimal terjadi di bagian pelat tekan.
- Nilai faktor keamanan yang terkecil untuk masing-masing variasi beban 5 MPa, 10 MPa, 15 MPa berturut-turut yaitu 14,092; 5,869; 3,564; dan 2.595. Pada pembebanan terbesar yaitu 20 MPa, nilai faktor keamanan di tumpuan pin masih lebih besar dari 1,000 yaitu 2,595.
- Desain mesin press komposit dengan kapasitas 20 ton bisa beroperasi dengan aman dan tidak terjadi kegagalan jika diberikan variasi beban 5-20 MPa.

Daftar Pustaka

- [1] Junaidi, "Pengembangan Alat Kempa Panas (*Hot Press*) Penekanan Dongkrak Hidrolik untuk Pembuatan Papan Komposit ukuran 25 cm x 25 cm," *Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang*, vol. 13, pp. 25-32, 2020.
- [2] R. Hanafi, Marno, Kardiman, E Widiyanto, "Rancang Bangun Mesin Hotpress untuk Pembuatan Papan Komposit Berbasis Limbah Sekam Padi dan Plastik Hdpe," *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, vol. 2, pp. 38-44, April 2019.
- [3] Paundra, F., Triyono, T., & Raharjo, W. P "Cu Addition Effect Analysis on Matrix Of Remelting Piston Aluminium Composite with Silica Sand Reinsforcement to The Impact Strength and Micro Structure on Aluminuim Matrix Composite Using Stir-Casting Method". *Mekanika*, Vol.16, (1). 2017.
- [4] Adesina, F., Mohammed, T.I. and Ojo, O.T. Design and Fabrication of a Manually Operated Hydraulic Press. *Open Access Library Journal*, Vol. 5, April 2018.
- [5] Mulyanto, T., Sapto D. A., "Analisis Tegangan Von Mises Poros Mesin Pemotong Umbi-Umbian dengan Software Solidworks," Vol 18, pp. 24-29, Juli 2017.
- [6] Imran, A, I., & Kadir "Simulasi Tegangan Von Mises dan Analisa Safety Factor Gantry Crane Kapasitas 3 Ton" *Jurnal Dinamika*, Vol.8, No.2, Mei 2017.
- [7] Riyadi, Kholil, A., Dwiyantri, A, T., Rianto, A., Ilahi, A. "Rancang Bangun Alat Cetak Briket Sebagai Energi Alternatif di Kepulauan Terpencil". Seminar nasional mesin dan teknologi Kejuruan, Universitas Negeri Jakarta, 25 Mei 2016.