



SIMULASI KONTRUKSI MESIN *HOT PRESS* PAPAN KOMPOSIT PADA SAMBUNGAN BOUT TAP MENGGUNAKAN *SOFTWARE SOLIDWORKS*

Edi Tri Astuti, Abdul Latif*, Silviana Simbolon

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

E-mail : latif_abdul0803@yahoo.com

Masuk : 22 Agustus 2022

Direvisi : 17 September 2022

Disetujui : 27 September 2022

Abstrak: Komposit merupakan struktur material yang terdiri dari banyak bahan penyusun yang digabungkan untuk membentuk material baru dengan sifat yang lebih baik dari pada sifat individu bahan penyusunnya. Mesin hot press papan komposit merupakan alat press sederhana yang dapat melakukan pengepressan panas dengan praktis dan efisien disertai distribusi panas. Metodologi penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode elemen hingga dengan pembebanan 80 N dengan variasi ukuran baut M8, M6 dan M4. *Software Solidworks* Premium 2020 digunakan dalam penelitian ini untuk melakukan analisis lanjutan penelitian kekuatan sambungan baut untuk menahan beban rata-rata, deformasi, dan factor keamanan pada baut tap penjepit rangka plat pemanas mesin *hot press* papan komposit. Nilai tegangan *Von Mises Stress* berturut-turut yaitu 2,667 N/mm², 4 N/mm² dan 10,386 N/mm². Nilai deformasi maksimal yaitu 0.000278 mm, 0,000551 mm dan 0,001235 mm. Nilai faktor keamanan simulasi minimum 24, 17 dan 9,8. Baut tap untuk sambungan mesin *hot press* papan komposit dinyatakan aman dan tidak terjadi kegagalan jika diberikan beban 80 N.

Kata Kunci: Simulasi, *Solidworks premium 2020*, *Bolt Tap*, *Mesin Hot Press*

Abstract: Composite is a material structure consisting of many constituent materials which are combined to form a new material with better properties than the individual properties of the constituent materials. The composite board hot press machine is a simple press that can carry out heat pressing in a practical and efficient manner with heat distribution. The methodology of this research was carried out using the finite element method with a loading of 80 N with various bolt sizes M8, M6 and M4. *Solidworks Premium 2020* software was used in this study to carry out further analysis of the strength of the bolt connection to withstand the average load, deformation, and safety factor on the tap bolt clamping the heating plate frame of the composite board hot press machine. *Von Mises stress* values are 2.667 N/mm², 4 N/mm² and 10.386 N/mm², respectively. The maximum deformation values are 0.000278 mm, 0.000551 mm and 0.001235 mm. The minimum simulation safety factor values are 24, 17 and 9.8. The tap bolt for the composite board hot press machine connection is declared safe and no failure occurs when a load of 80 N is applied.

Keywords: Simulation, *Solidworks premium 2020*, *Bolt Tap*, *Hot Press Machine*

PENDAHULUAN

Inovasi terbaru untuk menggantikan produk kayu semakin berkembang disisi lain produk kayu semakin sedikit jumlahnya tapi penggunaannya selalu meningkat disetiap tahunnya. Salah satu produk inovasi pengganti kayu adalah papan komposit, namun untuk ikut serta dalam meningkatkan kualitas papan komposit akan lebih baik jika pembuatannya melalui proses permesinan.

Mesin hot press hidrolis papan komposit merupakan salah satu mesin yang murah tapi dapat memproduksi papan komposit dengan sifat yang lebih baik karena faktor suhu, waktu dan tekanan pengempaan dapat diatur sesuai kebutuhan pada mesin. Mesin dan kontruksi mempunyai banyak bagian-bagian, yang mana bagian tersebut harus dihubungkan satu dengan yang lainnya. Salah satu cara untuk menyatukan elemen yang satu dengan elemen yang lain adalah dengan memberikan sambungan baut. Sehingga sambungan baut dapat diartikan sebagai hasil dari menggabungkan beberapa bagian elemen mesin atau kontruksi dengan baut.

Baut tap adalah alat pengikat dan merupakan elemen mesin yang sangat penting pada sambungan nonpermanen di mana jepitan diketatkan dengan ulir yang ditapkan pada salah satu bagian benda kerja. Untuk mengetahui kekuatan baut tap pada sambungan mesin hot press penulis melakukan analisa material dan variasi ukuran baut.

Tujuan pada penelitian ini adalah agar diketahui von mises stress, deformasi dan safety of factor pada sambungan baut tap penahan rangka cetakan mesin hot press papan komposit menggunakan software solidworks premium 2020, supaya keamanan dan kegagalan sambungan baut tap dapat diprediksi.

Tabel 1. Sifat mekanis baja struktural [1]

Jenis baja	Tegangan putus minimum fu (Mpa)	Tegangan leleh minimum fy (Mpa)
BJ 34	340	210
BJ 37	370	240
BJ 41	410	250
BJ 50	500	290
BJ 52	520	360
BJ 55	550	410

$$\sigma_t = \frac{W}{A} = \frac{W}{(\pi/4)d_1^2} \dots\dots\dots 1$$

Dimana:

W = beban tarik aksil pada baut (kg)

A = luas penampang batang baut (mm)

σ_t = tegangan Tarik yang terjadi pada bagian ulir diameter inti (kg/mm²)

d_1 = diameter inti (mm)

Baut dan mur merupakan sebuah komponen alat pengikat yang sangat penting dalam industri permesinan. Sehingga sangat penting memilih baut dan mur yang sesuai kebutuhan penggunaan untuk mencegah terjadi kerusakan padan mesin dan kecelakaan kerja pada lingkungan kerja. Dalam perancangan

alat dengan sambungan baut dan mur yang merupakan suatu elemen mesin yang berfungsi untuk menyambung dua buah elemen mesin dengan sambungan yang dapat dilepas. Ada bermacam- macam bentuk atau ukuran baut dan mur yang dipakai dalam suatu konstruksi tergantung kegunaan dan kebutuhannya. [2]

Tabel 2. Ukuran standar ulir baut metris kasar [3]

ukuran	Jarak antar pitch	Tinggi ulir (H)	Diameter luar	Diameter efektif	Diameter dalam
M4	0,7	0,379	4	3,515	3,242
M5	0,8	0,433	5	4,480	4,134
M6	1	0,541	6	5,350	4,917
M7	1	0,541	7	6,350	5,917
M8	1,25	0,677	8	7,188	6,647
M9	1,25	0,677	9	8,188	7,647
M10	1,5	0,812	10	9,026	8,376

METODOLOGI

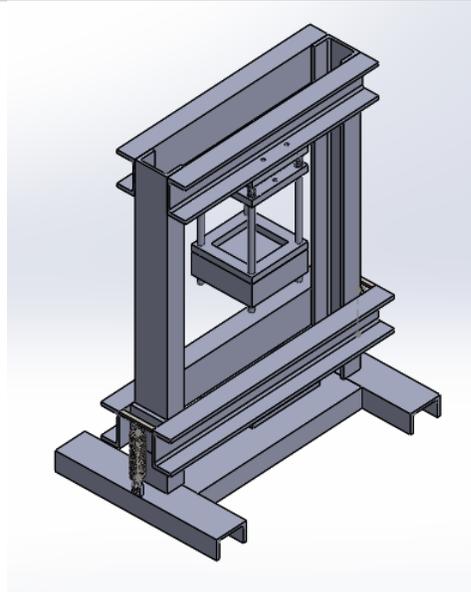
Prosedur pengumpulan data penelitian dibuat berurutan *step by step*, dimulai dari langkah awal hingga langkah akhir. Metodologi penelitian ini dilakukan dengan analisa numerik menggunakan metode elemen hingga dengan pembebanan 80 N dengan variasi ukuran baut M8, M6 dan M4. *Software CAD solidworks premium 2020* digunakan dalam analisis untuk menguji kekuatan sambungan baut tap. Proses penelitian dilakukan dengan urutan penelitian sebagai berikut:

1. Siapkan alat
2. Membuat gambar 2D baut tap menggunakan *software solidworks*
3. Membuat gambar 3D baut tap serta komponen pendukung menggunakan *software solidworks*
4. Memilih jenis simulasi
5. Memilih jenis material, *Fix geometry*, pembebanan, *meshing* yang digunakan pada bahan mesin *hot press* papan komposit di *solidworks*.
6. Melakukan proses simulasi kekuatan baut tap rangka dengan beban 80 N.
7. Mencatat atau merekam setiap hasil pengujian
8. Mengolah data hasil pengujian
9. Analisa data hasil pengujian

Pada penelitian ini tentu membutuhkan sejumlah alat untuk menunjang kelancaran penelitian dan keberhasilan saat proses penelitian., alat yang dibutuhkan adalah berikut:

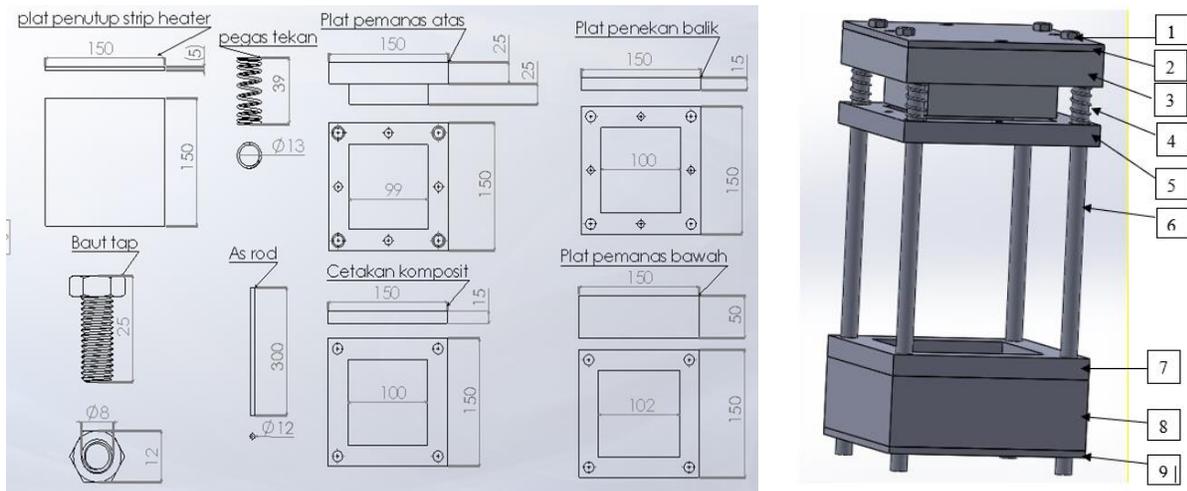
Laptop Processor : Intel® Core™ i3-6006U CPU @ 2.00GHz (2 Cores, 4 Threads), RAM : 1 X 4096 MB DDR4 (4 GB DDR4-2133 / Pc4 17000 on board) + 4GB RAM, SSD : 128 GB digunakan untuk pemodelan 2D, 3D dan simulasi pembeban sambungan baut tap mesin *hot press* papan komposit.

Pemilihan material ASTM A36 baut tap pada software dipilih karena mendekati dengan material asli yang akan digunakan pada kontruksi aslinya. Simulasi diawali dengan pembuatan 3D geometri secara keseluruhan mesin hot press papan komposit dibuat dengan dimensi ukuran panjang x lebar x tinggi yaitu 600 mm x 400 mm x 700 mm. seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin *hot press* papan komposit

Kemudian pembuatan model komponen-komponen pendukung sambungan baut tap 2D beserta data geometry dan 3D seperti yang ditampilkan pada Gambar 2. Proses selanjutnya adalah simulasi tegangan, untuk mengetahui kekuatan, deformasi dan *safety of factor*.

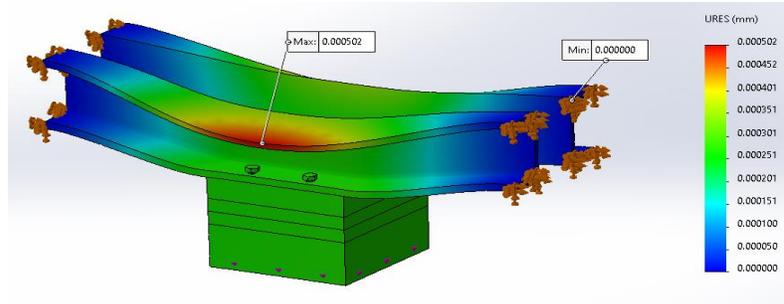


Gambar 2. Komponen pemebeban sambungan baut tap

Keterangan:

1. Baut M8
2. Plat penutup *strip heater* atas
3. Pegas tekan
4. Aluminium pemanas dasar
5. Plat penekan balik
6. *As rod*
7. Catakan kompisit
8. Aluminium pemanas tekan
9. Plat penutup *strip heater* bawah

HASIL DAN PEMBAHASAN

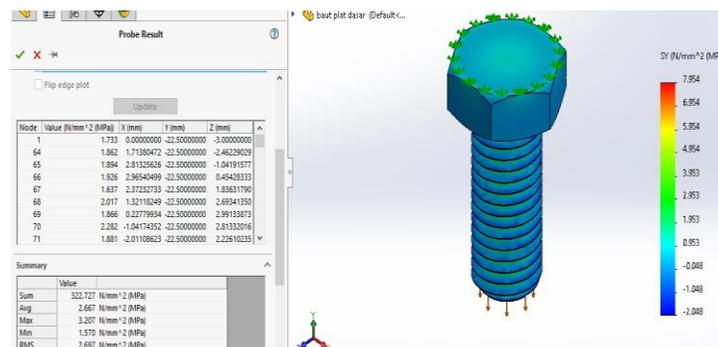


Gambar 3. Hasil simulasi *displacement full body* beban 80 N

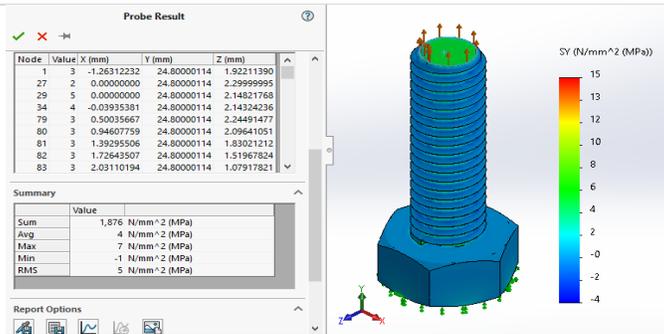
Simulasi deformasi *full body* komponen-komponen pendukung pada simulasi sambungan baut tap menampilkan *point* kritis terjadi pada rangka UNP yang ditunjukan berwarna merah. Hal tersebut menyebabkan hasil simulasi sambungan baut tap kurang detail. Dengan demikian maka perlu dilakukan simulasi perbaut tap untuk mendapatkan nilai yang lebih akurat.

Tabel 3. Spesifikasi material baut tap (ASTM A36 Steel)

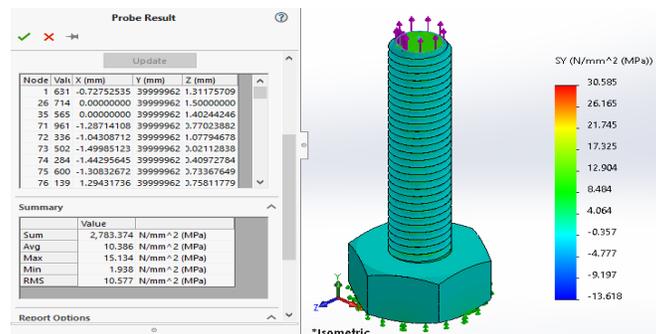
Property	Value	Units
Elastis Modulus	200000	N/mm ²
Poisson's Ratio	0,26	N/A
Shear Modulus	0,0793	N/m ²
Mass Density	7850	Kg/mm ³
Tensile Strength	400	N/mm ²
Yield Strength	250	N/mm ²



Gambar 4. Hasil simulasi *von mises stress* baut M8 beban 80 N



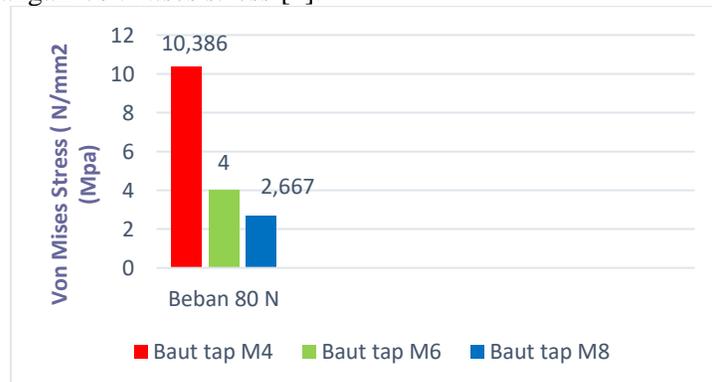
Gambar 5. Hasil simulasi *von mises stress* baut M6 beban 80 N



Gambar 6. Hasil simulasi *von mises stress* baut M4 beban 80 N

Von mises stress adalah sebuah proses simulasi digunakan untuk memprediksi batas kekuatan bahan dalam pembebanan dari hasil tes sederhana tarik uniaksial. Berikut didapat nilai hasil simulasi *von mises stress* baut dengan material *ASTM A36* dengan beban 80 N.

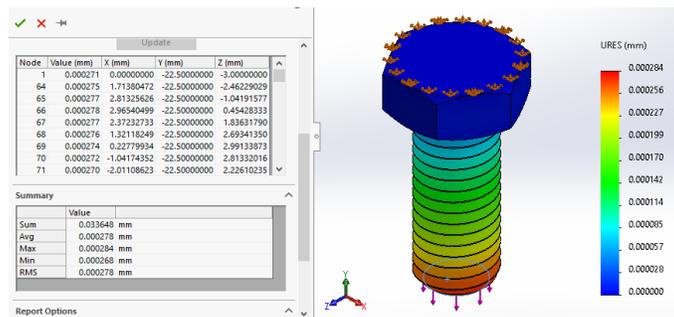
Hasil simulasi tegangan *von mises stress* pada variasi ukuran baut tap mesin *press* komposit terhadap pembebanan 80 N yang ditunjukkan pada Gambar 4.8, 4.9 dan 4.10 menyebabkan tegangan pada material baut, sehingga menimbulkan tegangan kritis rata-rata pada variasi ukuran baut berturut-turut seperti yang ditunjukkan padan gambar diatas adalah 2,667 N/mm², 4 N/mm² dan 10,386 N/mm². Hal tersebut disebabkan karena ukuran diameter batang baut yang berbeda-beda dan luas penampang baut yang berbeda-beda. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ali Azhar dan kawan-kawan menunjukan semakin besar diameter baut maka semakin kecil nilai tegangan *von mises stress* [4].



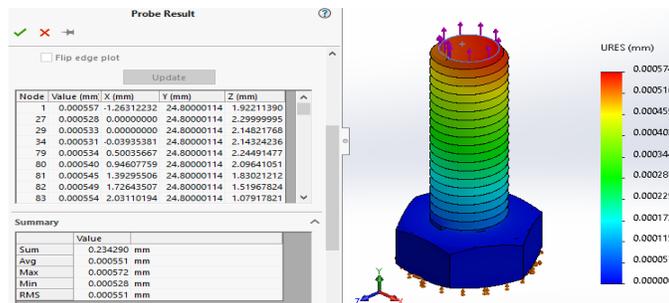
Grafik 1. *Von mises stress* pada variasi baut

Pada Grafik 1. dapat dilihat nilai *von mises stress* tertinggi terjadi pada baut M4 yang berwarna merah karena diameter baut lebih kecil dari pada M6 dan M8, kemudian disusul baut M6 dengan warna hijau dan nilai *von mises stress* terendah terjadi pada baut M8 dengan warna biru karean diametr baut lebih besar dari M4 dan M6. Tegangan yang terjadi pada baut tap semakin kecil seiring dengan meningkatnya diameter ukuran baut tap. Dari pemodelan menunjukkan baut tap M8 material ASTM A36 lebih aman karena memiliki nilai *von mises stress* dibawah tegangan ijin 4,8 kg/mm².

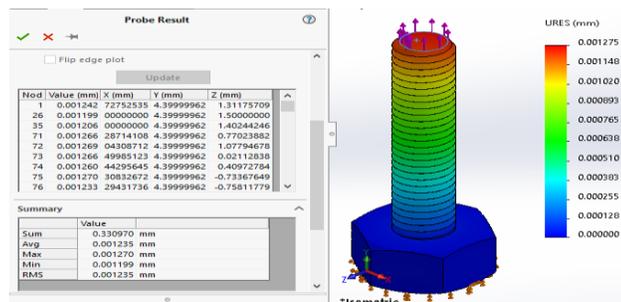
Displacement atau deformasi perubahan bentuk fisik material baut tap secara tidak normal akibat pembebanan atau tegangan. Deformasi bentuk fisik yang dihasilkan dari tegangan bisa berupa deformasi elastis dan deformasi plastis. Seberapapun besar beban yang diberikan material baut



Gambar 7. Hasil simulasi *displacement* baut M8 beban 80 N

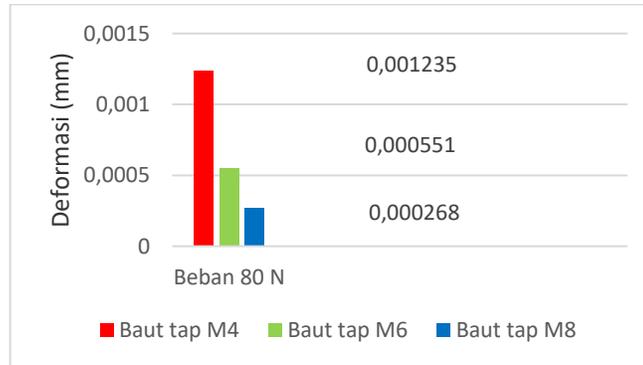


Gambar 8. Hasil simulasi *displacement* baut M6 beban 80 N



Gambar 9. Hasil simulasi *displacement* baut M4 beban 80 N

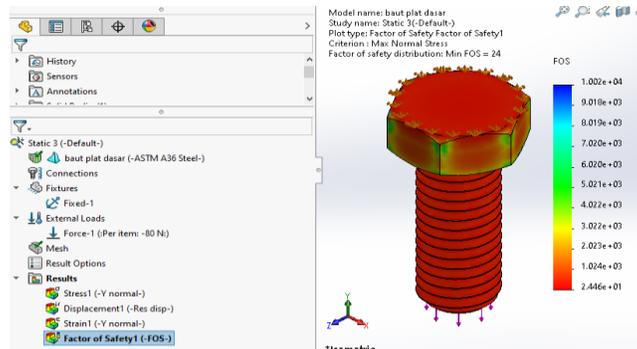
Hasil simulasi menunjukkan terjadi *displacement* pada ujung-ujung batang baut kemudian bagian tengah batang baut selanjutnya pada bagian kepala baut. Deformasi terhadap variasi baut M4, M6 dan M8 terhadap pembebanan 80 N yang ditunjukkan pada Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9. Didapat nilai deformasi rata-rata berturut-turut adalah 0,000278 mm, 0,000551 mm dan 0,001235 mm. Pada penelitian yang dilakukan oleh Lasinta ariendra wibawa dengan beban sebesar 1,67 kg didapat nilai deformasi untuk diameter baut 11 mm, 12 mm, 13 mm, dan 14 mm berturut-turut yaitu 2,173 mm, 2,185 mm, 2,194 mm, dan 2,204 mm [5].



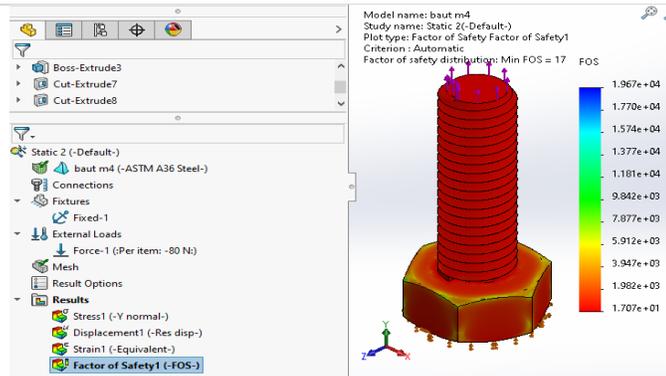
Grafik 2. Deformasi pada variasi baut

Pada Grafik 2. dapat dilihat nilai deformasi tertinggi terjadi pada baut M4 dengan warna merah karena ukuran diameter baut yang lebih kecil disusul baut M 6 dengan warna hijau dan nilai deformasi terendah terjadi pada baut M 8 dengan warna biru. Hal tersebut disebabkan karena ukuran diameter batang baut M8 yang lebih besar serta luas penampang yang lebih besar. Deformasi yang terjadi berupa defleksi searah sumbu y yang disebabkan beban vertikal. Jika dibandingkan dengan nilai ijin elastisitas baut, nilai deformasi baut tap dapat dikatakan kecil dan masih masuk dalam deformasi elastis jika hanya diberi beban 80 N. Sehingga material akan kembali ke bentuk semula jika beban dihilangkan.

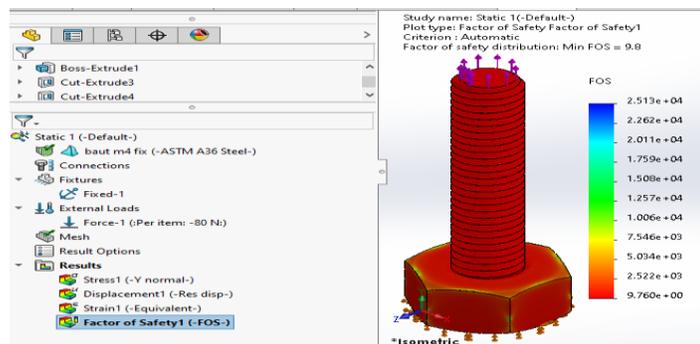
Safety of Factor Merupakan faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan suatu material teknik menerima beban dari luar untuk dinyatakan aman. Hasil simulasi *safety of factor* variasi baut tap dapat dilihat pada gambar dibawah berikut ini.



Gambar 10. Hasil simulasi *safety of factor* baut M8 beban 80 N

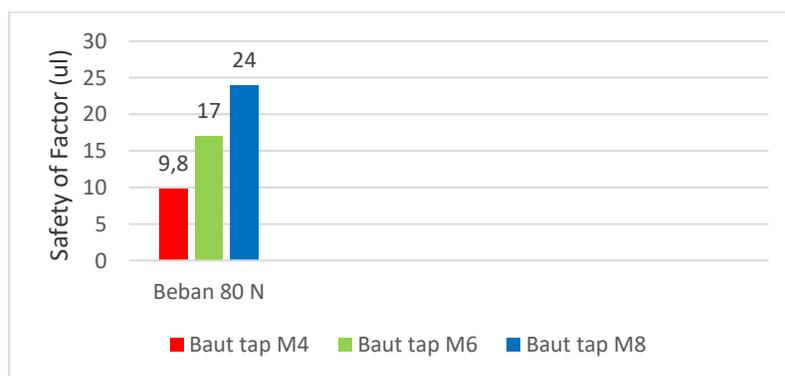


Gambar 11. Hasil simulasi *safety of factor* baut M6 beban 80 N



Gambar 12. Hasil simulasi *safety of factor* baut M4 beban 80 N

Dari hasil simulasi *safety of factor* pada Gambar 10, 11, dan 12 pada variasi baut tap dengan pembebanan 80 N menunjukkan nilai *safety of factor* teraman ditunjukkan pada baut tap M 8 yaitu 24. Hal ini disebabkan karena baut tap M 8 memiliki diameter paling besar. Kemudian disusul baut M 6 dengan nilai *safety of factor* 17 dan nilai *safety of factor* terendah ditunjukkan pada baut M 4 yaitu 9.8 dikarenakan baut M4 memiliki diameter dan luas penampang yang lebih kecil. Tegangan aman yang terjadi pada baut tap selama operasi pembebanan pada mesin *hot press* diwakili oleh faktor keamanan tertinggi ini. Pada penelitian yang dilakukan oleh Stephen widjaja dengan beban yang sama besar didapat nilai faktor keamanan lebih tinggi pada diameter baut yang lebih besar [6].



Grafik 3 *Safety of Factor* pada baut

Hasil penelitian mesin *hot press* papan komposit pada sambungan baut tap M8 tidak terjadi kerusakan dan aman untuk digunakan jika memikul beban 80 N pada sambungan. Material struktur baut mengalami deformasi elastis dengan beban 80 N. Sambungan mesin press yang dibebani lebih besar melampaui batas izin tegangan itu sendiri hingga nilai faktor keamanannya turun di bawah 7, hal ini dapat menyebabkan sambungan baut tap mengalami deformasi plastis dan kerusan baut karena tidak mampu menahan beban yang telalu besar. Sehingga menyebabkan sambungan baut tap patah. Semakin besar diameter baut tap maka nilai faktor keamanan akan semakin baik tingkat keamanan saat menerima beban.

Tabel 4 Hasil Simulasi

Parameter	M8	M6	M4
<i>Von Mises Stress (N)</i>	2,667 N/mm ²	4 N/mm ²	10,386 N/mm ²
<i>Displacement (mm)</i>	0,000268 mm	0,000551 mm	0,001235 mm
<i>Safety Factor (ul)</i>	24	17	9,8

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan manual dan simulasi statis dengan metode *stress analysis* dengan beban sebesar 80 N, didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Tegangan *von mises stress* baut tap hasil perhitungan teoritis dan hasil semua simulasi menunjukkan nilai *von mises stress* baut tap M8 lebih rendah atau memiliki kekuatan lebih tinggi.
2. Nilai *Displacement* atau deformasi terendah dari hasil semua simulasi di dapat pada baut tap M8.
3. *Safety of factor* dalam pengujian semua simulasi dan hasil perhitungan beban sebesar 80 N menunjukkan nilai baut M 8 memiliki nilai teraman.

Tingkat keakuratan dalam simulasi pengujian ini jika di dibandingkan dengan perhitungan teori hanya pada Analisa von mises stress dan safety of factor saja. Karena kurangnya detail pada parameter displacement untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dari perhitungan teori. Maka dapat disimpulkan bahwa spesifikasi baut tap pengunci rangka cetakan pemanas yang digunakan M8 panjang 25 mm dan kedalama ulir dalam 15 mm pada aluminium sebagai pengganti mur pada mesin hot press papan komposit dengan tegangan 80 N sudah sangat aman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1].Badan Standarisasi Nasional (2015). Spesifikasi untuk Bangunan Baja Struktural SNI 1729. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- [2].Lazuardi, A. S. (2018). Spark: Jurnal Mahasiswa. *Teknik Mesin ITN Malang*, 01(01), 21–26.
- [3].Sularso. (2004). Elemen Mesin 1. PT. Rafika Aditama. Bandung.
- [4].Bellarina, E. P., Azhar, A., Kristiyono, T. A., Aditya, B. K., Studi, P., Perkapalan, T., Hang, U., & Surabaya, T. (2015). *Analisa kekuatan sambungan dinding rumah geladak dengan system bolting*. 359–365.
- [5].Uji, B., & Antariksa, P. (2019). *Pengaruh diameter baut terhadap kekuatan rangka main landing gear pesawat uav menggunakan metode elemen hingga*. 17, 26–32.
- [6].Syaukani, M., Paundra, F., Qalbina, F., Arirohman, I. D., & Yunesti, P. (2021). *Desain dan Analisis Mesin Press Komposit Kapasitas 20 Ton*. 29–34.