Stress Analysis pada Komponen Silinder Pengepresan Mesin Up-Press Hidrolik Minyak Kakao di PT.Aneka Usaha Laba Jaya Utama

R. Ramadhan[1], S A Rafi[1], P N Putinela[1], G A Ibrahim[1], A Y T Panuju[1], Y Burhanuddin[1], N Tanti[1]
[1]Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung
JL. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145
Email : yahyateguh@gmail.com

Abstrak

Mesin up-press hidrolik minyak kakao merupakan salah satu mesin yang digunakan dalam proses pengolahan kakao. Mesin up-press hidrolik minyak kakao ini berfungsi untuk memisahkan pasta kakao dan minyak kakao. PT. Aneka Usaha Laba Jaya Utama sendiri telah melakukan pengembangan desain pada mesin up-press hidrolik minyak kakao. Dalam proses pengembangan desain tersebut PT. Aneka Usaha Laba Jaya Utama masih belum melakukan stress analysis *pada komponen yang terkena beban tekan secara langsung seperti silinder pengepresan. Oleh sebab itu penulis membuat simulasi* stress analysis *pada silinder pengepresan menggunakan* software*, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan dari silinder pengepresan pada saat mendapatkan tekanan 7,238 Mpa. Proses analisis diawali dengan study observasi kemudian pengambilan data setelah itu melakukan simulasi* stress analysis *pada* Software Autodesk Inventor 2023. *Setelah dilakukan simulasi* stress analysis *maka akan diperoleh hasil data tegangan seperti* von mises stress, displacment, dan safety factor. *Hasil analisis statis yang didapat pada penelitian ini adalah nilai* von mises stress *maksimum adalah 115,7 Mpa, nilai* displacement *maksimum adalah 0,02663 mm, dan nilai faktor keamanan sebesar 2,16. Berdasarkan hasil* stress analysis *tersebut komponen silinder pengepresan masuk kedalam kategori aman jika diberi tekanan sebesar 7,2377 Mpa.*

Kata kunci: *Autodesk Inventor 2023, Kakao, Mesin up-press, Stress Analysis, Simulation*

PENDAHULUAN

Salah satu perusahaan milik daerah yang terletak di kabupaten Pesawaran yaitu PT. Aneka Usaha Laba Jaya Utama telah melakukan pengembangan desain pada salah satu mesin pengolahan kakao yaitu mesin up-press hidrolik minyak kakao. Tujuan pengembangan desain ini dilakukan adalah untuk menambah kapasitas pengepresan pada mesin up-press hidrolik minyak kakao yang tadinya berkapasitas 5 kg menjadi 20 kg. Dalam proses perancangan desain salah satu hal penting yang tidak boleh dilupakan adalah melakukan *stress analysis* pada komponen yang terkena beban tekan secara langsung. Dalam melakukan *stress analysis* pada desain 3D saat ini sudah banyak *software – software* yang dapat digunakan seperti *Autodesk Inventor, Solidwork, Ansys* dan lain-lain. *Stress analysis* ini sangat penting dilakukan pada komponen atau objek yang terkena beban agar dapat mengetahui kekuatan dan keamanan dari komponen tersebut.

Dengan banyaknya *software – software* yang sudah menyediakan fitur *stress analysis* penulis berharap untuk perusahaan – perusahaan dapat melakukan analisis desain terlebih dahulu setelah desain 3D itu jadi, dengan menganalisis desain menggunakan *software* kita dapat mengetahui titik tidak aman suatu desain ketika terkena beban sehingga dapat segera di atasi sebelum barang dibuat.

Hal ini yang mendorong penulis untuk melakukan *stress analysis* menggunakan *Software Autodesk Inventor Profesional* 2023 pada desain silinder pengepresan mesin up-press hidrolik minyak kakao yang ada di PT. Aneka Usaha Laba Jaya Utama. Penulis berharap dengan dilakukannya *stress analysis* pada komponen silinder pengepresan ini perusahaan dapat mengetahui bahwa desain 3D yang sudah dibuat tersebut aman untuk di produksi atau tidak.

1.1. Software Autodesk Inventor

Autodesk Inventor merupakan sebuah program CAD (*Computer Aided Design*) dengan kemampuan pemodelan tiga dimensi solid untuk proses pembuatan objek *prototipe* 3D secara visual, simulasi dan *drafting* beserta dokumentasi data-datanya. Dalam Inventor, seorang desainer bisa membuat sketsa 2D produk, memodelkannya menjadi 3D untuk dilanjutkan dengan proses pembuatan prototipe visual atau bahkan yang lebih kompleks lagi, yaitu simulasi (Setyono,2015).

Autodesk Inventor merupakan software pemodelan parametik 3D. Istilah parametik ini mengacu pada penggunaan parameter desain untuk membangun dan mengendalikan model 3D yang dirancang. Artinya, untuk memulai membuat sebuah desain diperlukan pembuatan sketsa dasar yang

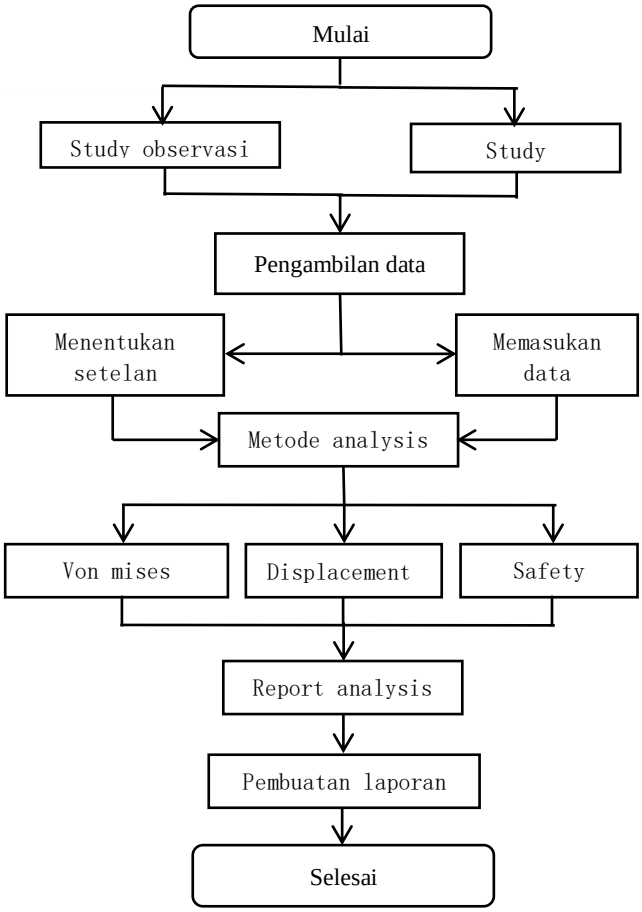
terdapat dimensi. Dimensi ini digunakan sebagai parameter untuk mengontrol panjang dan lebar sketsa. Autodesk Inventor menyediakan fasilitas untuk memvisualisasikan model dalam bentuk 3D, gambar rakitan (assembly), gambar kerja (drawing), dan animasi dari benda yang dibuat secara digital.

Pada *Software Autodesk Inventor*, simulasi *stress analysis* dilakukan dengan cara menerapkan konsep *Finite Element Analysis* (FEA). *Finite Element Analysis* (FEA) sendiri sering digunakan untuk desain yang dimodifikasi dan analisis komparatif yang dilakukan untuk memeriksa nilai tegangan dan displacement. FEA juga dapat digunakan untuk menganalisa secara spesific permasalahan di dunia engineering, misalnya kekuatan struktur, korosi, perpindahan panas, maupun gabungan beban yang terjadi, contoh sebuah struktur yang terkorosi sebagian, tidak dapat dihitung secara analitis karena ketebalan struktur berbeda di setiap daerah, dengan proses deskritisasi di FEA, dapat diselesaikan dengan mudah. FEA dikenal juga sebagai analisis elemen hingga atau metode elemen hingga. Cara kerja FEA adalah dengan memecah suatu objek struktur yang akan diuji menjadi elemen-elemen berhingga yang saling terhubung satu sama lain yang akan dikelola dengan perhitungan khusus oleh *software*.

Tegangan (stress) sendiri adalah reaksi yang timbul pada suatu struktur yang mengalami pembebanan. Beban ini akan diteruskan ke semua bagian struktur. Menurut jenis pembebanan yang diberikan, tegangan diklasifikasikan menjadi dua yaitu tegangan normal dan tegangan geser. Tegangan (stress) menunjukkan kekuatan gaya yang menyebabkan perubahan bentuk benda, sedangkan regangan (strain) didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang batang dengan panjang mula-mula. Pada daerah proporsional (daerah linear), besarnya tegangan berbanding lurus dengan regangan.

METODOLOGI

Tahapan - tahapan pada penelian ini dapat dilihat pada flowchart di bawah ini:



Gambar 1 Flowchart penelitian

2.1 *Study observasi dan literatur*

Setelah mengamati hasil desain pengembangan pada mesin up-press hidrolik minyak kakao ada beberapa komponen yang menurut penulis harus dilakukan *stress analysis* untuk mengetahui desain dari komponen tersebut aman untuk digunakan atau tidak salah satunya adalah silinder pengepresan.

Kemudian dilanjutkan dengan study literatur yang mempunyai relevansi dengan permasalahan yang akan dihadapi, baik buku teks, jurnal, penelitian dan lain-lain, hal ini dimaksudkan untuk memperoleh data teknik maupun data tesis mengenai segala hal yang berhubungan dengan analisis menggunakan Software Autodesk Inventor.

2.2 Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan dengan cara mengetahui dimensi dari desain silinder pengepresan, tekanan yang akan diberikan pada silinder pengepresan dan material yang akan digunakan pada silinder pengepresan. Kemudian dilanjutkan untuk menetukan jenis analisis yang akan dipakai pada penelitian kali ini penulis mengunakan jenis *static analysis*. Kemudian menentukan material yang digunakan, dan menentukan point penempatan

tekanan.

2.3 Memasukan data tekanan

Data tekanan didapatkan dari hasil perhitungan yang sudah dibuat pada desain mesin up-press hidrolik minyak. Adapun data hasil perhitungan tekanan mesin up-press hidrolik minyak kakao sebagai berikut:
Tekanan yang diperlukan pada mesin *up-press* sebelumnya sebesar 60 bar atau 61,2 Kg/cm^2

$$F = P_{yang\ diketahui} \times A$$

$$F = 61{,}2\frac{Kg}{cm^2} \times 1.256\ cm^2$$

$$F = 76.867{,}2\ Kg$$

Faktor keamanan 20% (Sulaksono,2012)

$$76.867{,}2 \times \frac{20}{100} = 15.373{,}44\ Kg$$

Maka,

$$F = 76.867{,}2\ Kg + 15.373{,}44\ Kg + 458{,}068\ Kg$$

$$F = 92.698{,}708\ Kg$$

Tekanan,

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

$$P = \frac{92.698{,}708\ Kg}{1.256\ cm^2}$$

$$P = 73{,}804\ Kg/cm^2$$

$$P = 72{,}377\ bar$$

$$P = 7{,}2377\ Mpa$$

2.4 Metode analisis

Pada penelitian kali ini metode yang digunakan adalah *simulation stress analysis* yang ada pada *Autodesk Inventor* 2023, Metode analisis adlah suatu pengolahan desain yang bisa menghasilkan nilai kekuatan suatu desain, pada penelitian ini desain silinder pengepresan yang akan di analisa sehingga menghasilakan data von mises, Dispalcemet, dan Safety Factor.

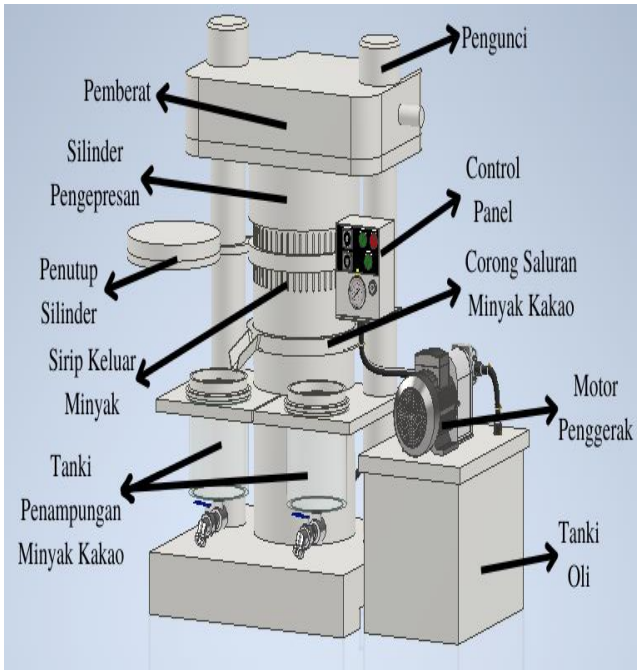
2.5 Hasil analisis

Hasil analisis yang didapat pada penelitian ini berupa nilai dari *von mises stress, displacement*, dan *safety factor* dari komponen yang telah dilakukan simulasi. Kemudian dilakukan report analysis untuk mengumpulkan semua hasil dari Analisis yang sudah disimulasikan dari software autodesk yang berupa file HTML, di file tersebut terdapat spesifikasi *Physical*, *Material*, dan *Pressure* yang ada pada desain silinder pengepresan, untuk hasil analisis terdapat Stress, Strain, Von Mises, Displactment, dan Saftey Factor hasilnya akan keluar jika proses analisisnya berhasil

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Mesin up-press hidrolik minyak kakao

Pada proses Analisis ini, Analisis yang digunakan adalah *stress analysis* pada software *Autodesk Invertor Profsioanal* 2023. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui tegangan pada silinder pengepresan dengan material Stainless Steel yang digunakan pada desain mesin up-press hidrolik minyak kakao.



Gambar 2 Mesin up-press

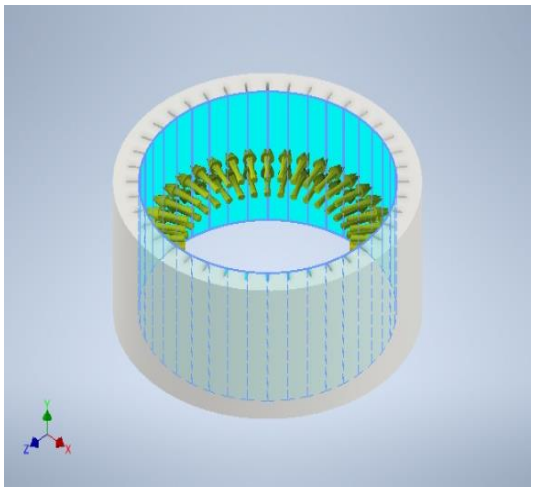
Pada gambar 2 mesin up-press hidrolik minyak kakao akan diambil silinder pengepresan untuk dianalisis, diambil silinder pengepresan karena bagian tersebut tempat berlangsungnya pengepresan bahan berupa pasta kakao agar terpisah dengan minyak kakao. Oleh karena itu komponen tersebut harus dipastikan kuat dan aman. Setelah selesai dianalisis maka akan diperoleh data seperti : *von misess, stress, displacement*, dan *safety factor*. Dengan hasil tersebut bisa diketahui apakah desain layak untuk dibuat atau perlu direvisi lagi.

3.2 Analisis Tegangan

Untuk mengetahui kekuatan desain, dilakukan analisis tegangan. Tegangan yang dianalisis merupakan tegangan yang dihasilkan dari pembebanan statis. dan hasil dari analisis tegangan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

3.3 Pemberian beban

Dalam analisis tegangan, salah satu hal yang penting adalah memberikan beban kepada desain. Beban yang diberikan adalah dalam bentuk tekanan dengan satuan Mpa. Beban yang diberikan pada desain silinder pengepresan mesin up-press hidrolik minyak kakao adalah sebesar 7,837 Mpa, pada setiap point yang ada di dalam silinder pengepresan karana dalam satu part ada 40 point yang diberi tekanan yang sama, Lokasi pemberian beban dapat dilihat dengan lebih jelas pada Gambar



Gambar 3 Tampilan posisi pressure

Tabel 1 Pressure hasil report autodesk inventor profesional 2023

Load Type	Pressure
Magnitude	7,238 MPa

3.4 Spesifikasi Material

Material yang digunakan pada silinder hidrolik ini adalah stainless steel. Digunakannya material berbahan stainless steel dikarenakan material stainless steel aman digunakan untuk makanan (food grade). Berikut ini merupakan tabel spesifikasi stainless steel

Tabel 2 Spesifikasi physical silinder pengepresan

Material	Stainless Steel
Density	8 g/cm^3
Mass	83,566 kg
Area	1000410 mm^2
Volume	10445800 mm^3
Center of Gravity	x=0 mm y=100 mm z=0 mm

Tabel 3 Spesifikasi stainless steel

Name	Stainless Steel	
General	Mass Density	8 g/cm^3
	Yield Strength	250 MPa
	Ultimate Tensile Strength	540 MPa
Stress	Young's Modulus	193 GPa
	Poisson's Ratio	0,3 ul
	Shear Modulus	74,2308 GPa
Part Name(s)	silinder pengepresan.ipt	

3.5 Hasil simulasi silinder pengepresan

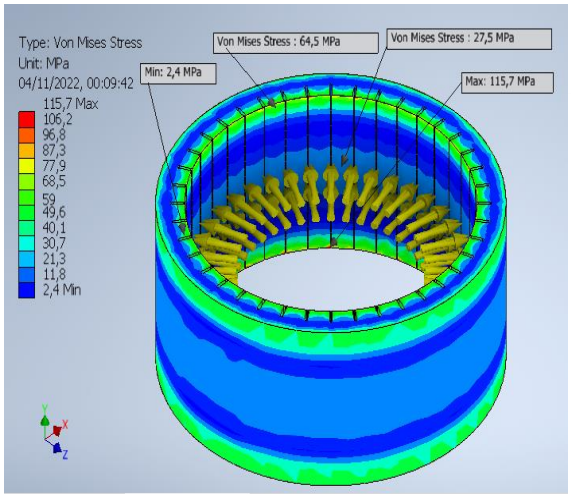
Hasil simulasi dapat dilihat setelah menginput data kedalam fitur analisis software Autodesk Inventor. Hasil simulasi yang diperoleh berupa tegangan minimum sampai ke maximum yang meliputi Von Mises, Displacement, Safety Factor dari hasil tersebut dapat ditarik kesimpulan mengenai keamanan suatu desain dengan begitu ketika bahan dibuat tidak akan ada kegagalan. Berikut ini merupakan tabel hasil simulasi

Tabel 4 Hasil simulasi silinder pengepresan

Name	**Minimum**	**Maximum**
Volume	10445800 mm^3	
Mass	83,566 kg	
Von Mises Stress	2,391 MPa	115,662 MPa
Displacement	0 mm	0,0266316 mm
Safety Factor	2,16147 ul	15 ul

3.6 Von mises stress

Von mises stress adalah tegangan yang nilainya didapat dari teori kegagalan (failure theories) karena energi distorsi. Jika nilai von mises stress melebihi tegangan luluh dari material, maka desain akan mengalami kegagalan. Pada fitur simulasi stress analysis di Software Autodesk Inventor hasil analisis von misses tersebut dapat diketahui dengan melihat perubahan warna yg terjadi, dimana warna merah menunjukkan tekanan yang terbesar sedangkan warna biru menunjukkan tekanan terkecil. Berikut ini gambar hasil von mises pada silinder pengepresan

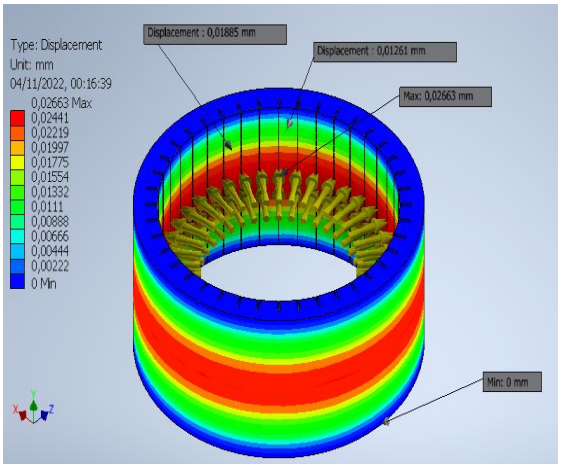


Gambar 4 Hasil analisis von mises stress

Dapat dilihat pada Gambar 4 bagian yang terkena beban lebih besar berada pada sisi atas dan bawah silinder pengepresan. Walaupun mendapat tekanan paling besar rata – rata warna pada sisi atas dan bawah silinder pengepresan ini berwarna hijau. Dapat dilihat pada gambar di atas penulis menunjukan beberapa nilai *von mises stress* yang terjadi pada silinder pengepresan. Pada sisi atas yang berwarna hijau ditunjukan nilai *von mises stress* sebesar 64,5 Mpa dan dapat dibuktikan pada bar tabel *von mises stress* bahwa nilai *von mises stress* yang berkisar antara 49,6 Mpa – 77,9 Mpa ditunjukan dengan warna hijau. Pada bagian tengah silinder pengepresan memiliki nilai *von mises stress* sebesar 27,5 Mpa yang ditunjukan dengan warna biru muda. Nilai minimun *von mises stress* pada silinder pengepresan sebesar 2,4 Mpa dan nilai maksimun *von mises stress* sebesar 115,7 Mpa. Dari hasil simulasi tersebut nilai dari *von mises stress* tidak ada yang melebihi nilai tegangan luluh material *stainless steel* yaitu sebesar 250 Mpa, yang artinya *Von mises stress* yang terjadi masih masuk dalam batas yang aman kekuatan material.

3.7 Displacement

Displacement menunjukkan perubahan bentuk atau lendutan dari suatu desain setelah dilakukan pembebanan. Pada simulasi yang telah dilakukan, nilai dispacement yang terjadi dapat diketahui dengan melihat perubahan warna yang terjadi pada desain, Untuk warna merah menunjukkan perubahan jarak terjauh dari titik awal. Berikut ini gambar hasil displacement pada silinder pengepresan

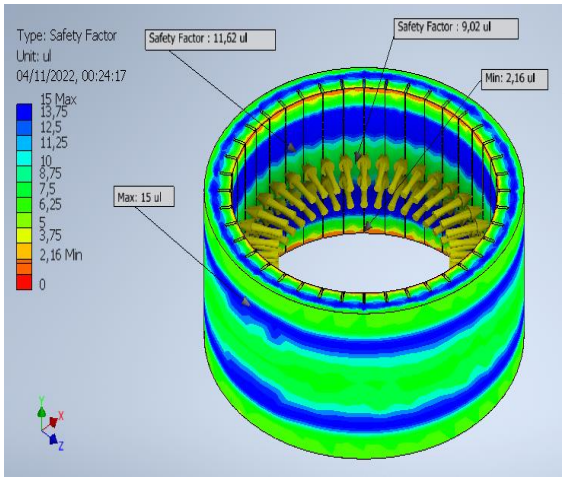


Gambar 5 Hasil analisis displacement

Nilai *displacement* pada silinder pengepresan memiliki nilai yang berbeda – beda, dapat dilihat pada Gambar 5 nilai minimum *displacement* ditunjukan dengan warna biru tua dengan nilai sebesar 0 mm. Bagian yang ditunjukan dengan warna hijau memiliki nilai *displacement* berkisar antara 0,0111 mm sampai 0,01775 mm dapat dibuktikan pada gambar sisi yang berwarna hijau memiliki nilai *displacement* 0,01261 mm. Bagian yang ditunjukan dengan warna kuning memiliki nilai *displacement* berkisar antara 0,01775 mm sampai 0,01997 mm dapat dibuktikan pada gambar sisi yang berwarna kuning memiliki nilai *displacement* 0,01885 mm. Nilai maksimum *displacement* ditunjukan dengan warna merah dengan nilai sebesar 0,02663 mm. *Displacement* ini terjadi pada tegangan 7,238 Mpa, masih jauh di bawah tegangan material *stainless steel* yang sebesar 250 MPa. Artinya *displacement* masih berada pada daerah elastis. Dengan nilai yang cukup kecil, displacement ini masih dapat diterima.

3.8 *Safety factor*

Safety factor adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi agar perencanaan elemen atau komponen mesin terjamin keamanannya. Kisaran faktor keamanan adalah dari 1 sampai 15. Menurut Joseph P. Vidosic faktor keamanan yang baik harus lebih dari 1,25 untuk menghindari terjadinya kegagalan suatu desain.Warna biru menunjukkan desain paling aman dan warna merah menunjukkan desain di luar batas aman. Berikut ini merupakan gambar safety factor pada silinder pengepresan



Gambar 6 Hasil analisis safety factor

Dapat dilihat pada Gambar 6 rata – rata nilai safety factor pada silinder pengepresan ditunjukan dengan warna hijau. Bagian yang ditunjukan dengan warna hijau memiliki nilai *safety factor* berkisar antara 5 sampai 10 dapat dibuktikan pada gambar sisi yang berwarna hijau memiliki nilai *safety factor* 9,02 pada bagian tengah silinder pengepresan. Bagian yang ditunjukan dengan warna biru muda memiliki nilai *safety factor* berkisar antara 10 sampai 12,5 dapat dibuktikan pada gambar sisi yang berwarna biru muda memiliki nilai *safety factor* sebesar 11,62. Nilai minimal *safety factor* silinder pengepresan ini sebesar 2,16 Artinya, bagian paling lemah pada desain mampu mengatasi 2,16 kali beban yang diijinkan. Berikut ini merupakan perhitungan nilai *safety factor* silinder pengepresan

$$n = \frac{S_y}{\sigma_e}$$

$$n = \frac{250}{115{,}7}$$

$$n = 2{,}16$$

Ket: S_y = Tegangan luluh material

σ_e = Tegangan yang terjadi pada material

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan penulis menarik kesimpulan bahwa setelah dilakukan *stress analysis* desain pada komponen silinder pengepresan, mesin up-press hidrolik minyak kakao didapatkan hasil minimal von mises sebesar 2,4 Mpa dan nilai maksimal sebesar 115,7 Mpa yang berarti nilai tersebut tidak melewati batas nilai tegangan luluh material stainless steel yaitu sebesar 250 Mpa. Displacement yang terjadi pada silinder pengepresan sepanjang 0,02663 mm dan nilai minimum safety factor pada silinder pengepresan sebesar 2,16 dimana Menurut Joseph P. Vidosic faktor keamanan yang baik harus lebih dari 1,25 untuk menghindari terjadinya kegagalan suatu desain yang artinya silinder pengepresan tersebut masuk kategori aman jika diberikan beban tekan sebesar 7,2377 Mpa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh dosen Juruan Teknik Mesin Universitas Lampung yang telah membagikan ilmu dan pengetahuannya, serta kepada dosen pembimbing yang sudah membimbing dan memberikan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada direktur dan seluruh staf serta karyawan PT. Aneka Usaha Laba Jaya Utama karena sudah memberikan izin untuk penulis melakukan penelitian serta pengambilan data di PT. Aneka Usaha Laba Jaya Utama.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Asroni, 2015, Stress Analysis pada Stand Shock Absorbers Sepeda Motor Dengan Mengggunakan Software Autodeks Inventor 2015, Jurnal TURBO, ISSN 2301-6663, Vol. 4, No. 1.

[2] Ihya M, Ulumuddin., 2019, Analisi Tegangan Insert Cavity Molding Rak Sepatu Terhadap Tekanan 160 Mpa Pada Mesin Injection Plastik Menggunakan Software Autodesk Inventor Profesional 2017, Mechonversio: Mechanical Engineering Journal, Vol.2, No2, pp. 1-10.

[3] Irawan A.P. 2017. *Perancangan dan Pengembangan Produk Manufaktur*. Penerbit Andi. Yogyakarta. 229 hlm.

[4] Khoriyah S. Desain dan Analisis Kekuatan pada Ladder Frame Chassis Kendaraan Hybrid Elektrik-Pneumatik Menggunakan Software Autodesk Inventor Propefional 2017. Skripsi. Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

[5] Nasution Z.M, Sari D.Y, Nabawi R.A, Rifelino. 2022. *Design Methods of Product In Mechanical Engineering : A Riview. Journal of Vomek* Vol.4, No.3, eISSN: 2656 - 1697

[6] Nur R, Suyuti M.A. 2017. *Perancangan Mesin – Mesin Industri.* Penerbit Deepublish. Yogyakarta. 226 hlm

[7] Nurdin H, Ambiyar, Waskito. 2020. *Perencanaan Elemen Mesin (Elemen Sambung dan Penumpu)* UNP Press. Padang: Indonesia

[8] Permana D.A. 2010. *Rancang Bangun Mesin Press Otomatis*. Proyek Akhir. Universitas Sebelas Maret. Surakarta

[9] Putriningtyas A, Agustin N.F, Pradhika, Puspita A.K. 2007. *Pembuatan Mesin Press Hidrolik Untuk Pengambilan Minyak dari Biji - bijian.* Surakarta. Universitas Sebelas Maret.

[10] Setyono, B., dan Gunawan, S., 2015, *Perancangan dan Analysis Chasis Mobil Listrik "Semut Abang" Menggunakan Software Autodeks Inventor pro 2013*, Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan II 2015, ISBN 978-602-98569-1- 0.
[11] Suarsana. 2016. Laporan Perencanaan Mesin Press Hidrolik Semi – Otomatis. Denpasar. Universitas Udayana

[12] Sulaksono B. 2012. *Perancangan Mesin Press Kaleng Menggunakan Sistem Hidrolik.* Jurnal Mekanikal Teknik Mesin S-1 FTUP. Vol.8, No.1
[13] Wahyudi A. (2006). Trouble Shooting Mesin Hidrolik Pencetak Paving Dengan Sistem Kontrol Hidrolik. Proyek Akhir. Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
[14] Wirawan, Pramono. 2010, Bahan Ajar Pneumatik-Hidrolik, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.