

Perancangan Ulang Mesin Pres Hidrolik sebagai Alat Penunjang Praktikum pada Laboratorium Teknik Produksi Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung

Eko Wahyu Saputra, Yanuar Burhanuddin *
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jl. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung
Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) 704947
* Corresponding author: yanuar.burhanuddin@eng.unila.ac.id

Abstract

In an effort the needed for supporting practicum equipment for the manufactur engineering laboratory, University of Lampung, it has been done stages to produce a hydraulic press machine with the specification of a length of 815 mm, width of 600 mm and height of 1747 mm, the shape of the design of two columns press activation force in the kind types pump of hydraulic hand pump. This study focused on the re-design of a hydraulic press machine that has been produced before, and then to do continuing analysis (stress analysis) using software Autodesk Inventor 2015[®], with the purpose to further optimize the load capacity on the machine press. For these simulation results then will be achieved the value of the maximum load that can be borne by the frame design as well as the value of the safety factor, either for the simulation of the commencement design and simulation design improvements. The results of the simulation of the commencement design, it is known that the maximum load that can be retained by the machine press frame which is equal to 15 tons with a safety factor average on press machine rod equal to 1,373. For the next simulation process after being redesigned in the commencement design, it was found that the maximum load value that can be received by the press machine frame is 20 tons, with a safety factor average on press machine rod equal to 1,123.

Keywords: *Press machine, re-design, stress analysis, autodesk inventor*

Abstrak

Dalam upaya memenuhi kebutuhan akan peralatan penunjang praktikum bagi laboratorium teknik produksi Universitas Lampung, maka telah dilaksanakan tahapan-tahapan untuk menghasilkan sebuah mesin pres hidrolik dengan spesifikasi panjang 815 mm, lebar 600 mm dan tinggi 1747 mm, bentuk desain two columns press serta penggerak berupa pompa jenis hydraulic hand pump. Penelitian ini berfokus pada perancangan ulang mesin pres hidrolik yang telah dihasilkan sebelumnya, untuk kemudian dilakukan tahapan analisis pembebanan (stress analysis) menggunakan software Autodesk Inventor 2015[®], dengan maksud untuk lebih mengoptimalkan kapasitas pembebanan pada rangka mesin pres. Untuk hasil simulasi tersebut kemudian akan didapatkan nilai beban maksimum yang dapat ditanggung desain rangka serta nilai faktor keamanan, baik untuk simulasi desain awal maupun simulasi perbaikan desain. Hasil simulasi desain awal, diketahui bahwa beban maksimum yang dapat ditahan oleh rangka mesin pres yakni sebesar 15 ton dengan faktor keamanan rata-rata pada batang penyangga mesin pres sebesar 1,373. Untuk proses simulasi selanjutnya setelah dilakukan perancangan ulang pada desain awal didapatkan penambahan nilai beban maksimum yang dapat diterima oleh rangka mesin pres yakni sebesar 20 ton, dengan faktor keamanan rata-rata pada batang penyangga mesin pres sebesar 1,123.

Kata kunci : *Mesin pres, rancang ulang, stress analysis, autodesk inventor 2015*

PENDAHULUAN

Laboratorium memiliki peran besar dalam proses pembelajaran yang ada di perguruan tinggi yakni sebagai tempat berlangsungnya riset ilmiah, eksperimen, pengukuran, ataupun pelatihan Selain itu dalam perkembangannya kemudian, ketersediaan peralatan laboratorium juga menjadi hal yang penting untuk dipenuhi dalam rangka menunjang eksperimen/riset ilmiah.

Universitas Lampung sebagai salah satu perguruan tinggi negeri yang ada di Indonesia tentunya memiliki kewajiban yang sama dalam upaya memenuhi kebutuhan akan ketersediaan kelengkapan sarana dan prasarana penunjang praktikum untuk peningkatan kualitas laboratorium itu sendiri. Salah satu laboratorium yang ada di Universitas Lampung adalah laboratorium teknik produksi, yang merupakan sarana dan fasilitas yang dimiliki oleh fakultas teknik, khususnya jurusan teknik mesin, dengan

semakin meningkatnya jumlah penelitian dan kebutuhan akan alat praktik yang semakin luas, penambahan variasi peralatan laboratorium produksi menjadi hal yang penting untuk dilakukan, terlebih lagi masih ada mesin produksi yang belum tersedia di laboratorium teknik produksi seperti, mesin pres, mesin roll, mesin potong plat dan lain-lain, sehingga penting untuk melakukan penambahan variasi peralatan penunjang laboratorium.guna meningkatkan kualitas penelitian dan praktik bagi laboratorium itu sendiri.

Mesin pres merupakan salah satu dari mesin perkakas yang dapat disediakan sebagai sarana peningkatan kemampuan yang berkaitan dengan penelitian dan praktik tersebut. Mesin pres sendiri memiliki beragam fungsi dan keunggulan seperti dapat membentuk, memotong, atau menekuk plat besi. Proses pembuatan mesin pres sendiri dapat menggunakan bantuan *software* sebagai media analisis pembebanan untuk meningkatkan optimalisasi [1].

Selanjutnya digunakan pula perangkat hidrolika sebagai sistem penggerak, penggunaan produk hidrolika menjadi sangat penting dalam semua cabang produksi industrial, lebih-lebih untuk mekanisasi dan pengautomasian [2]. Penggunaan prinsip kerja hidrolik sendiri telah dimulai pada abad ke-12 dengan ditemukannya berbagai peralatan yang menggunakan prinsip kerja *water power* yang dikembangkan oleh ilmuwan sekaligus penulis bernama Al-Jazari [4]. Setelah itu, untuk merangkai berbagai macam komponen mesin pres kemudian, berbagai bagian harus disambung atau diikat untuk menghindari gerakan terhadap sesamanya. Penggunaan baut banyak dipakai untuk maksud ini [3], dengan memperhatikan beban atau muatan yang diterima oleh suatu struktur/konstruksi/komponen yang harus diperhitungkan sedemikian rupa sehingga struktur/konstruksi/komponen tersebut aman [5.]

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Produksi Universitas Lampung serta dilakukan di beberapa bengkel mekanik untuk beberapa tahapan fabrikasi. Tahap awal dari penelitian ini adalah pengumpulan data melalui studi literatur serta beberapa survei lapangan untuk membuat desain rangka mesin pres. Untuk selanjutnya dilakukan proses pembuatan mesin pres sesuai dengan konsep desain yang telah ditentukan.

Setelah mesin pres selesai dibuat kemudian dilakukan peoses simulasi pembebanan pada desain rangka dengan menggunakan *software Autodesk Inventor 2015*[®] untuk mengetahui nilai maksimum beban yang dapat diterima oleh rangka mesin pres yang telah dihasilkan, untuk selanjutnya dilakukan tahapan perancangan ulang desain guna menghasilkan desain rangka mesin pres yang lebih optimal dari yang ada sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Fabrikasi

Setelah seluruh komponen dirakit maka akan tampak bentuk dari mesin pres seperti pada gambar



Gambar 1. Tampilan bentuk mesin pres

Perhitungan Kapasitas Pompa

Adapun silinder kerja yang digunakan mempunyai diameter sebesar 8 cm. Dengan tekanan maksimum pada pompa sebesar 700 kg/cm² atau 10000 psi maka kapasitas pompa dapat dihitung sebagai berikut:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi 8^2}{4} = 50,24 \text{ cm}^2$$

$$P = 700 \text{ kg/cm}^2$$

$$F = P.A$$

$$F = 700 \text{ kg/cm}^2 \cdot 50,24 \text{ cm}^2$$

$$F = 35168 \text{ kg}$$

$$F = 35 \text{ ton}$$

Perhitungan Baut

Adapun baut yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis baut dengan ulir kasar dengan kode 8,8. Dengan kekuatan tarik (τ_B) maksimum sebesar 100 kg/mm² dan kekuatan tarik minimum 80 kg/mm². Selain itu terdapat pula batas mulur (τ_y) minimal sebesar 64 kg/mm². Sehingga perhitungan pemilihan baut dapat dilakukan sebagai berikut.

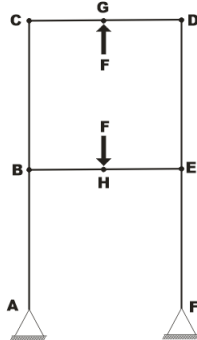
1. $W_o = 35000 \text{ kg}$, jumlah baut = 8

2. $f_c = 1$
3. $W = 1 \times 35000 = 35000 \text{ kg}$
4. Spesifikasi bahan baut dengan kode 8.8
 $\tau_B = 80 \text{ kg/mm}^2$, $S_f = 5$, $\tau_A = 80/5 = 16 \text{ kg/mm}^2$, $\tau_a = 0,5 \times 16 = 8 \text{ kg/mm}^2$.
5. $d_1 \cong \sqrt{\frac{4 \times 35000}{\pi \times 16 \times 8}} = 18,6 \text{ mm}$
6. Dipilih ulir metris kasar
 $d_1 = 19,294 \text{ mm} > 19,165 \text{ mm}$, $d = 22 \text{ mm}$, $p = 2,5 \text{ mm}$

Dari hasil perhitungan ini didapatkan bahwa jika rangka pada mesin pres diberikan beban maksimum sebesar 35 ton dengan pengikat berupa baut dengan jumlah 8 baut maka diameter pada masing-masing baut disarankan memiliki ukuran diameter sebesar 22 mm dengan spesifikasi bahan baut seperti keterangan diatas.

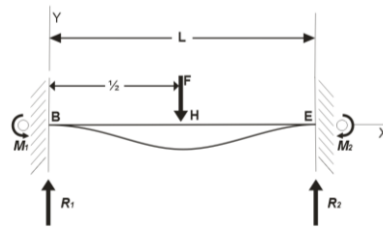
Perhitungan Desain Rangka

Pada pembuatan mesin pres ini bahan rangka yang digunakan adalah DIN 1026-U120. Dengan *yield strength* sebesar 207 Mpa dan *ultimate tensile strength* sebesar 345 Mpa. Jika beban maksimum yang diberikan adalah 35 ton, maka dikarenakan rangka atas (batang CD) dan meja penekan (batang BE) terdapat 2 profil U yang saling menahan maka untuk itu setiap profil akan mendapatkan beban masing-masing 17,5 ton.



Gambar 2. Gambaran kerangka mesin pres

Dengan mengambil contoh batang BE untuk dianalisa mampu tekan, yakni dengan menganggap bahwa batang BE merupakan tumpuan tetap-beban tengah untuk didapatkan nilai beban kerja (*working stress*) yang sesuai dengan karakteristik desain rangka mesin pres.



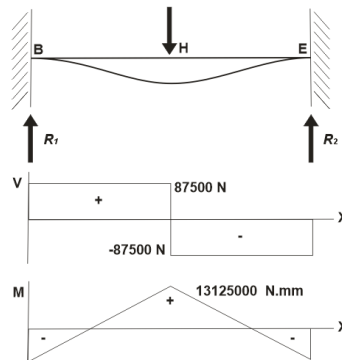
Gambar 3. Tumpuan tetap-beban di tengah

Jika kita memisalkan beban maksimum yang ditanggung oleh 2 profil U-120 untuk batang BE adalah sebesar 35 ton yang merupakan beban maksimum yang dapat diberikan oleh silinder hidrolik maka apakah rangka tersebut mampu untuk menahan beban tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan

$$\begin{aligned}
 R_1 &= R_2 = F/2 & M_1 &= M_2 = FL/8 \\
 M_{BH} &= F/8 (4x-L) & M_{HE} &= F/8 (3L-4x) \\
 V_{BH} &= -V_{HE} = F/2 & y_{max} &= -FL^3/192EI
 \end{aligned}$$

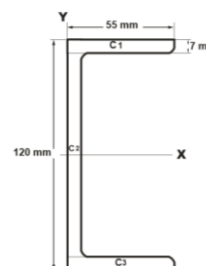
Dengan

$$\begin{aligned}
 F &= 175000 \text{ N} & R_1 &= 87500 \text{ N} \\
 L &= 600 \text{ mm} & V_{BH} &= 87500 \text{ N} \\
 x &= 300 \text{ mm} & M_1 &= 13125000 \text{ N.mm} \\
 R_2 &= 87500 \text{ N} & V_{HE} &= -87500 \text{ N} \\
 M_2 &= 13125000 \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. Diagram gaya geser dan momen bending

Tahapan selanjutnya adalah menentukan titik pusat serta momen inersia yang ada pada profil U-120.



Gambar 5. Konstruksi pembebanan profil U-120

Hal pertama yang perlu dilakukan adalah mencari titik pusat dari masing-masing bidang yakni C_1 , C_2 , C_3 serta besarnya luasan bidang pada sumbu y .

$$y_{C_1} = (120-7) + 3,5 = 116,5 \text{ mm}$$

$$A_1 = 55 \times 7 = 385 \text{ mm}^2$$

$$y_{C_2} = (120-14):2 + 7 = 60 \text{ mm}$$

$$A_2 = 106 \times 7 = 742 \text{ mm}^2$$

$$y_{C_3} = 7:2 = 3,5 \text{ mm}$$

$$A_3 = 55 \times 7 = 385 \text{ mm}^2$$

Selanjutnya akan ditentukan titik pusat dari profil U-120 dengan menggunakan nilai pusat dari masing-masing bidang C_1 , C_2 , C_3 , dengan persamaan sebagai berikut:

$$y_c = \frac{y_{C_1}.A_1 + y_{C_2}.A_2 + y_{C_3}.A_3}{A_{total}}$$

$$y_c = \frac{(116,5 \times 385) + (60 \times 742) + (3,5 \times 385)}{385 + 742 + 385}$$

$$= \frac{90720}{1512} = 60 \text{ mm}$$

dilanjutkan dengan pencarian momen inersia untuk masing-masing bidang.

$$I_{C_1} = \frac{bh^3}{12} = \frac{55.(7)^3}{12} = 1572,083 \text{ mm}^4$$

$$I_{C_2} = \frac{bh^3}{12} = \frac{7.(106)^3}{12} = 694759,333 \text{ mm}^4$$

$$I_{C_3} = \frac{bh^3}{12} = \frac{55.(7)^3}{12} = 1572,083 \text{ mm}^4$$

Setelah itu dapat dilakukan perhitungan nilai total momen inersia untuk profil U-120 dengan persamaan berikut:

$$I_{total} = \{ I_{C_1} + A_1.(y_c - y_{C_1})^2 \} + \{ I_{C_2} + A_2.(y_c - y_{C_2})^2 \} + \{ I_{C_3} + A_3.(y_c - y_{C_3})^2 \}$$

$$I_{total} = \{ 1572,083 + 385(60 - 116,5)^2 \} + \{ 694759,333 + 742(60 - 60)^2 \} + \{ 1572,083 + 385(60 - 3,5)^2 \}$$

$$= 3134279,749 \text{ mm}^4$$

Dari nilai yang telah didapatkan kemudian dapat dihitung nilai tegangan kerja pada batang BE, karena beban diberikan pada bidang C_1 maka untuk nilai tegangan kerja digunakan titik pusat C_1 sebagai faktor pengali pada persamaan berikut:

$$\sigma_{kerja} = \frac{M.y_{C_1}}{I}$$

$$\sigma_{kerja} = \frac{13125000 \text{ N.mm} \times 116,5 \text{ mm}}{3134279,749 \text{ mm}^4} = 487,851 \text{ N/mm}^2$$

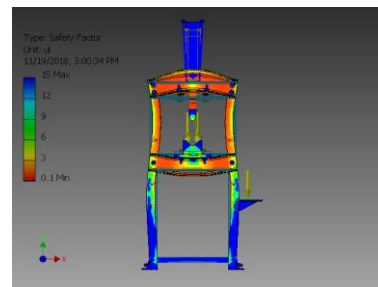
$$487,851 \text{ N/mm}^2 > 207 \text{ N/mm}^2$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa $\sigma_{kerja} > \sigma_{yield}$ sehingga dapat dinyatakan bahwa profil U-120 tidak dapat menahan beban sebesar 35 ton. Dari ketentuan diatas diketahui bahwa

tegangan kerja yang memenuhi syarat adalah yang berada pada level dibawah 207 N/mm^2 , sehingga beban yang memenuhi syarat adalah beban lebih rendah atau sama dengan 14,8 ton.

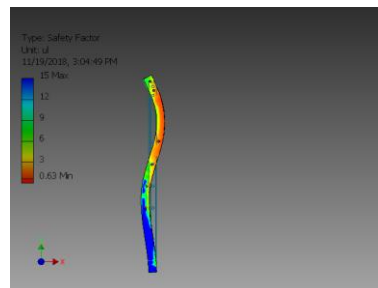
Hasil Simulasi

Setelah analisa perwujudan desain serta permodelan termasuk hasil fabrikasi mesin pres telah selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan tahapan simulasi *Stress Analysis* menggunakan *software Autodesk Inventor 2015*[®]

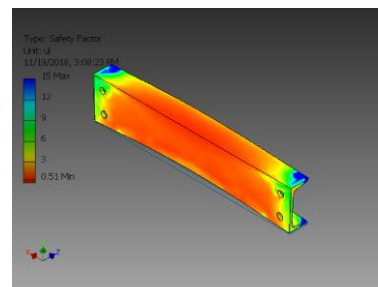


Gambar 6. *Safety factor* beban 35 ton

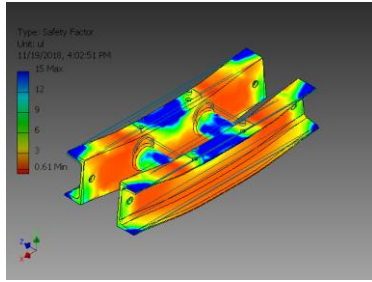
Selanjutnya melakukan penilaian untuk desain rangka pada pembebanan 35 ton dengan melihat kekuatan pada masing-masing bagian penyusun mesin press antara lain



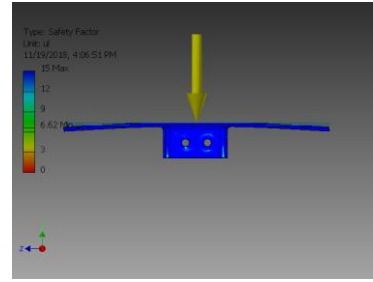
Gambar 7. *Safety factor* batang AC



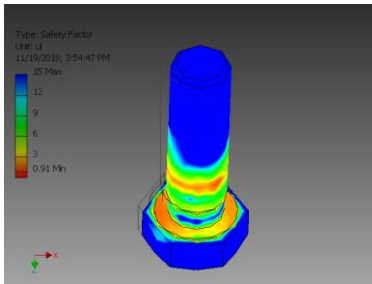
Gambar 8. *Safety factor* batang CD



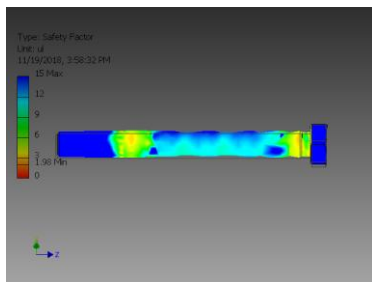
Gambar 9. Safety factor batang BE



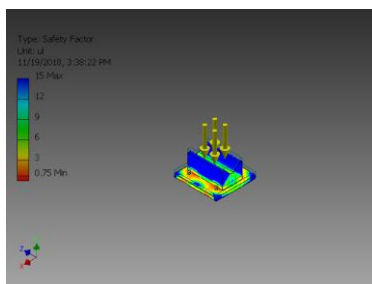
Gambar 14. Safety factor dudukan pompa hidrolik



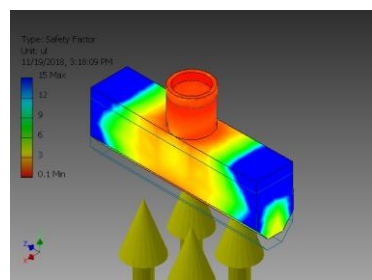
Gambar 10. Safety factor baut batang CD



Gambar 11. Safety factor baut batang BE



Gambar 12. Safety factor meja tekan



Gambar 13. Safety factor penekan

Warna merah pada gambar hasil simulasi menunjukkan nilai faktor keamanan yang rendah, disusul dengan warna hijau dan biru untuk nilai faktor keamanan yang semakin meningkat.

Tabel 1. Rangkuman hasil simulasi 35 ton

Bagian	Beban maksimum			
	Von Mises Stress (Mpa)	1st Principal Stress (Mpa)	Displacement (mm)	Safety factor (Minimum)
Batang AC	326,2	340	0,508	0,63
Batang CD	405,7	389,9	1,954	0,51
Batang BE	337,4	230,2	0,703	0,61
Baut atas penyangga batang CD	227,4	150,3	0,408	0,91
Baut atas penyangga batang BE	104,7	117,3	0,090	1,98
Meja tekan	277,4	112,1	0,587	0,75-
Penekan	2091	604,8	1,539	0,1
Dudukan pompa hidrolik	31,25	33,37	0,438	6,62

Tabel 2. Rangkuman hasil simulasi 20 ton

Bagian	Beban maksimum			
	Von Mises Stress (Mpa)	1st Principal Stress (Mpa)	Displacement (mm)	Safety factor (Minimum)
Batang AC	206,2	229,5	0,290	1

Batang CD	231,9	222,9	1,113	0,89
Batang BE	192,7	131,4	0,401	1,07
Baut atas penyangga batang CD	128,4	144,4	0,241	1,61
Baut atas penyangga batang BE	71,65	61,16	0,055	2,89
Meja tekan	158,3	64,03	0,335	1,31
Penekan	1243	358,3	0,879	0,17
Dudukan pompa hidrolik	17,35	2,047	0,282	11,93

Tabel 3. Rangkuman hasil simulasi 15 ton

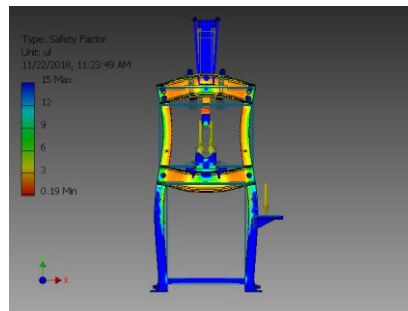
Bagian	Beban maksimum			
	Von Mises Stress (Mpa)	1st Principal Stress (Mpa)	Displacement (mm)	Safety factor (Minimum)
Batang AC	137,7	148,8	0,216	1,5
Batang CD	173,8	167,1	0,833	1,19
Batang BE	144,8	98,67	0,301	1,43
Baut atas penyangga batang CD	97,2	64,83	0,175	2,13
Baut atas penyangga batang BE	53,76	45,97	0,041	3,85
Meja tekan	119,1	48,1	0,251	1,74
Penekan	823,9	267,5	0,660	0,25
Dudukan pompa hidrolik	12,78	14,49	0,231	12

Dari hasil pembebanan 15 ton, diketahui bahwa pada rangka AC, CD, BE memiliki *Safety Factor* diatas 1 hal tersebut cukup memenuhi syarat untuk dikatakan aman. Selain itu nilai *von mises stress* dan *1st principal stress* pada batang AC, CD dan BE juga berada dibawah 207 Mpa (*yield strength*) sehingga dianggap aman.

Perbaikan Desain Mesin Pres

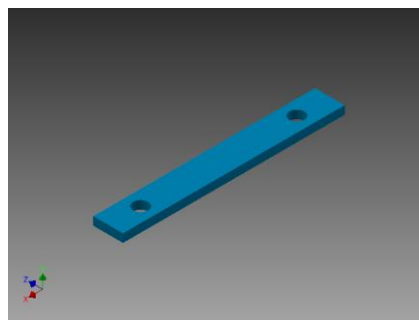
Dari hasil simulasi yang telah dilakukan didapatkan bahwa desain model awal perancangan mesin pres hanya sanggup menahan beban sebesar 15 ton, hal tersebut hampir serupa dengan hasil perhitungan awal yang menyatakan bahwa rangka mesin pres dapat menahan beban sebesar 14,8 ton. Dari perhitungan tersebut kemudian perlu dilakukan perbaikan desain mesin pres guna menambah nilai kekuatan pada desain rangka, sehingga diharapkan dengan perbaikan tersebut rangka mesin pres dapat menahan beban lebih baik dibandingkan dengan desain sebelumnya yang diperkirakan mampu menahan beban hingga 20 ton.

Pada perbaikan desain ini dilakukan penambahan penyangga pada batang CD untuk menambah kekuatan pada desain sebelumnya, selain itu baut penyangga pompa hidrolik dibuat menjadi lebih panjang yakni menggunakan M18 dengan panjang 180 mm untuk mengikat penyangga batang CD. Berikut hasil dari simulasi desain rangka baru dengan beban 20 ton:



Gambar 15. *Safety factor* perbaikan desain 20 ton

Pada tambahan batang penyangga ini memiliki panjang 269 mm, lebar 36 mm dan ketebalan 10 mm



Gambar 16. Tambahan penyangga batang CD

Tabel 4. Rangkuman hasil simulasi perbaikan desain pembebanan 20 ton

Bagian	Beban maksimum			
	<i>Von Mises Stress (Mpa)</i>	<i>1st Principal Stress (Mpa)</i>	<i>Displacement (mm)</i>	<i>Safety factor (Minimum)</i>
Batang AC	173,6	188,7	0,243	1,19
Batang CD	183,2	175,7	0,690	1,13
Batang BE	191	130,7	0,398	1,08
Baut atas penyangga batang CD	79,09	84,96	0,201	2,62
Baut atas penyangga batang BE	69,71	59,71	0,055	2,97
Meja tekan	158,3	63,66	0,332	1,31
Penekan	1099	356,8	0,801	0,19
Penyangga batang CD	171,1	176,8	0,694	1,21

Dari hasil simulasi diatas terlihat bahwa pada batang AC, CD, dan BE menghasilkan nilai *Safety Factor* lebih dari 1 sehingga dapat dianggap aman untuk mendapatkan beban 20 ton. Sedangkan untuk *Safety Factor* pada baut penyangga batang CD dan BE sudah dianggap aman karena memiliki nilai lebih dari 2. Serta untuk tambahan penyangga batang dengan ketebalan 1 cm memiliki *Safety Factor* sebesar 1,21, dan dianggap aman. Selain itu nilai *von mises stress* dan *1st principal stress* pada batang AC, CD, dan BE juga tidak melebihi 207 Mpa (*yield strength*) sehingga dianggap aman.

KESIMPULAN

Telah dilakukan proses simulasi pembebanan pada desain mesin pres menggunakan *software Autodesk Inventor 2015*[®], dan dihasilkan beban maksimum yang dapat ditahan oleh rangka mesin pres yakni sebesar 15 ton dengan nilai faktor keamanan rata-rata yang ada pada batang AC, CD, dan BE sebesar 1,373. Untuk menambah nilai beban maksimum yang dapat ditahan oleh rangka mesin pres maka telah dilakukan perbaikan desain mesin pres dengan melakukan penguatan

pada batang CD, dari perbaikan tersebut didapatkan nilai faktor keamanan rangka mesin pres pada beban 20 ton meningkat dari yang sebelumnya memiliki faktor keamanan rata-rata pada batang AC, CD, dan BE sebesar 0,986 menjadi 1,123.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bapat, S. M dan Dessai Yusufali. 2014. *Design and Optimization of A 30 Ton Hydraulic Forming Press Machine*. India: *International Journal For Research In Applied Science And Engineering Technology*.
- [2] Krist, Thomas. 1991. *Hidrolika Ringkas dan Jelas*. Jakarta: Erlangga.
- [3] Sularso. 2004. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Pramita.
- [4] Uzun, abdullah, dan Fahri Vatansever. 2008. *Ismail Al Jazari Machines New Technologies*. Turkey: Sakarya University.
- [5] Zainuri, Muhib. 2008. *Kekuatan Bahan*. Yogyakarta: C.V Andi Offset