

Design of Semi Automatic Inserting Bush Hydraulic Machine for Leaf Spring Product

Aditya Nugraha^{1*}, Vinsentius Bram Armunanto¹, Iqnasius Ardito Fernando¹,
Yohanes Nugroho¹, Adi Nugroho¹

¹Program Studi Rekayasa Teknologi Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta, Surakarta

*Email Corresponding Author: aditya.nugraha@atmi.ac.id

ABSTRAK

Inserting bushing merupakan bagian dari *assembling* yang bertujuan untuk memasang *bushing* ke dalam mata pegas daun dengan cara ditekan menggunakan mesin pres hidrolik. Masalah yang terjadi saat proses *inserting bushing* adalah cara mengatur *center bushing* terhadap pegas daun yang dilakukan secara manual menyebabkan tidak efisien dari segi waktu. Rancangan baru mesin pres diperlukan untuk mengoptimalkan proses *inserting bushing* sesuai dengan permintaan industri. Proses perancangan mesin menggunakan metode VDI 2222 sebagai acuan dasar dalam penelitian. Rancangan baru mesin pres dibuat dan dianalisis dengan menggunakan bantuan *software* SolidWorks. Hasil penelitian berupa rancangan mesin pres dilengkapi dengan *locator bushing* dan *supply bushing storage*. Hasil perhitungan dan analisis konstruksi menunjukkan bahwa konstruksi kuat dan aman untuk digunakan.

Kata kunci: *Leaf spring, Inserting bushing, Metode VDI 2222*

ABSTRACT

The inserting bushing is part of the assembly which aims to install the bushing into the eye of the leaf spring by pressing it using a hydraulic press. The problem that occurs during the bushing inserting process is that manually setting the center bushing to the leaf springs causes inefficiency in terms of time. A new design of the press machine is needed to optimize the bushing inserting process according to industrial demand. The machine design process uses the VDI 2222 method as a basic reference in research. The new design of the pressing machine was created and analyzed using SolidWorks software. The results of the research are in the form of a press machine design equipped with a bushing locator and supply bushing storage. The results of construction calculations and analysis show that the construction is strong and safe to use.

Keywords: *Leaf spring, Inserting bushing, VDI 2222 method*

PENDAHULUAN

Improvisasi mesin produksi merupakan salah satu upaya yang dilakukan perusahaan untuk melakukan optimasi atau proses mencapai hasil yang ideal pada proses produksi. Pembuatan mesin diarahkan atau diusahakan untuk tetap mengutamakan kualitas dan kuantitas hasil produksi. Mesin produksi yang digunakan pada umumnya menggunakan sistem manual, semi otomatis dan otomatis untuk menunjang produktivitas produksi dengan skala yang besar.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur otomotif yang memproduksi pegas daun/*leaf spring*, pegas koil/*coil spring* dan batang stabilisator/*stabilizer bar* terbagi dalam 4 bangunan yaitu *Plant 1*, *Plant 2*, *Plant 3*, dan *Plant 5* (terbaru) di area Gresik. Proses produksi pegas daun secara umum meliputi 3 divisi yang berurutan yaitu *shearing*, *heat treatment leaf spring* dan

assembling [1]. *Shearing* adalah pemotongan material sesuai dengan spesifikasi produk. *Heat treatment leaf spring* adalah proses perlakuan panas pada pegas daun untuk mendapatkan struktur *austenite* (lunak dan lentur) pada material. *Assembling* adalah proses perakitan material menjadi sebuah produk jadi.

Inserting bushing merupakan bagian dari *assembling* yang bertujuan untuk memasang *bushing* (penopang sekaligus tempat bertautnya *leaf spring* dengan sasis) ke dalam mata pegas daun dengan cara ditekan menggunakan mesin pres hidrolik. Masalah yang terjadi saat proses *inserting bushing* adalah cara mengatur *center bushing* terhadap pegas daun yang dilakukan secara manual menyebabkan tidak efisien dari segi waktu.

Mesin pres *bushing* untuk mata pegas daun perlu dirancang untuk menunjang proses *inserting bushing* yang lebih efisiensi dari segi waktu. Sistem kerja mesin dengan menggunakan penyimpanan *bushing* dan memanfaatkan *locator*

(penempat) *bushing* semi otomatis untuk mengatur *center bushing* terhadap pegas daun. Proses pembuatan desain menggunakan bantuan aplikasi *solidworks* dalam bentuk gambar 2D, 3D dan *assembling*.

METODE PERANCANGAN

Metode perancangan merupakan suatu proses berpikir yang sistematis dalam memecahkan suatu permasalahan untuk mencapai hasil maksimal yang diharapkan, yang dilakukan melalui kegiatan awal dari rangkaian kegiatan dalam proses produksi suatu produk [2]. Tahapan – tahapan perancangan menurut VDI 2222 sebagai berikut:

1. Tahap Rencana

Tahap rencana dilakukan identifikasi kebutuhan dan perumusan daftar tuntutan konstruksi yang akan menjadi acuan utama dalam perancangan mesin *pres bush*. Prinsip kerja dari mesin *pres* pada umumnya adalah menggerakkan komponen *punch* yang dirakit pada komponen mesin yang dapat bergerak agar dapat memasukkan *bushing* dengan cara ditekan dengan arah horizontal. Komponen *punch* mempunyai komponen pasangan (*die*) yang dirakit pada bagian mesin yang tidak bergerak. Dalam penelitian yang dilakukan menggunakan aktuator hidrolik sebagai penggerak *punch* ke kanan dan ke kiri. Studi yang telah dilakukan menghasilkan kapasitas mesin *pres* adalah 5 Ton dari hasil uji laboratorium sesuai arahan PIC Magang.

2. Tahap Konsep

Tahap analisis yang dilakukan menjadi dasar untuk tahap kedua, yaitu tahap perancangan konsep produk. Spesifikasi desain mencakup persyaratan teknis produk, yang disusun dari daftar keinginan pengguna yang dapat diukur [3].

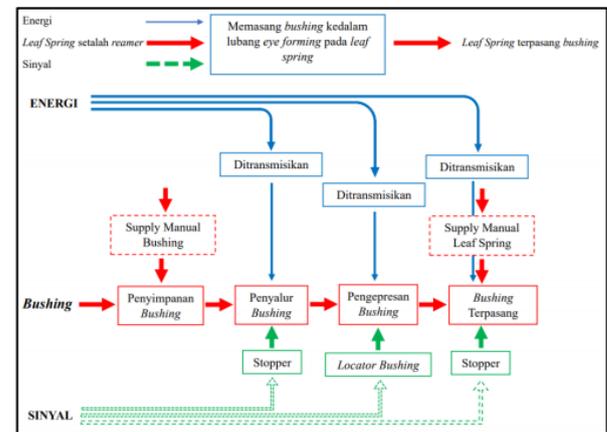
Tabel 1. Daftar Persyaratan

Daftar Persyaratan		
Persyaratan	Kuantifikasi	Penilaian
1. Persyaratan Utama		
1.1 Mampu <i>inserting bushing</i>	Pergerakan maksimal 200 mm	
1.2 Mampu <i>centering bushing</i>	Pergerakan maksimal 100 mm	
1.3 Proses tidak merusak <i>bushing/leaf spring</i>		
1.4 proses pemasangan sekali <i>cyde</i>		
2. Persyaratan Minimum		
2.1 Umur pakai	> 5 Tahun	III
2.2 Penggunaan bebas perawatan	Pelumasan setelah penggunaan	II
2.3 Material konstruksi kuat		IV
2.4 Termin	Agustus 2023	IV
3. Keinginan/Harapan		
3.1 Kebutuhan ruang kecil	Maksimal 3 x 3 m	
3.2 Perakitan mudah		
3.3 Perawatan mudah		
Keterangan :		
IV = sangat penting sekali	II = penting	
III = sangat penting	I = tidak penting	

Tabel 2. Daftar Fitur

Daftar Fitur		
1	Geometri	Dimensi mesin maksimal : 3000 x 3000 mm
2	Kinematika	Pergerakan horizontal maksimal : 200 mm Pergerakan vertikal maksimal : 100 mm
3	Statis, dinamik, elastomekanik (kelenturan)	Berat alat : tidak ada tuntutan Beban menekan <i>bushing</i> 5000 kg
4	Energi	Temperatur kerja : tidak ada tuntutan Pendinginan : tidak ada tuntutan
5	Material	Sesuai <i>leaf spring</i> dan <i>bushing</i>
6	Ergonomis	Alat bantu menjamin keselamatan saat <i>centering bushing</i>
7	Manufaktur	Tidak ada proses pembuatan khusus
8	Perakitan	Tidak ada proses perakitan khusus
9	Penggunaan dan pemeliharaan	pengoperasian mudah tanpa keahlian khusus perawatan mudah tanpa alat bantu khusus
10	Termin	Agustus 2023

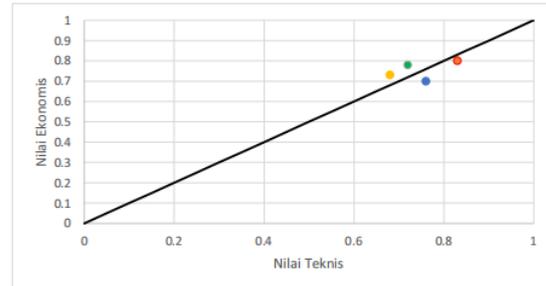
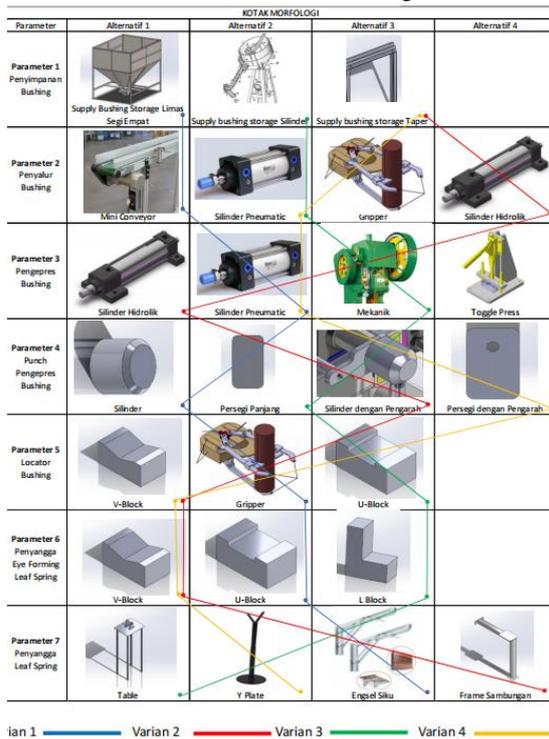
Gambar struktur fungsi ditentukan berdasarkan sub fungsi yang dianggap penting dan dapat divariasikan terhadap rancangan.



Gambar 1. Struktur Fungsi

Studi literasi menghasilkan alternatif, variasi, penilaian dan pemilihan dari konsep. Penentuan konsep rancangan dilakukan menggunakan kotak morfologi berdasarkan pada beberapa sub fungsi dari mesin *pres*. Varian alternatif dinilai berdasarkan dari segi teknis dan segi ekonomis dengan tujuan untuk mendapatkan varian konsep terbaik.

Tabel 3. Kotak Morfologi



Gambar 2. Grafik Penilaian

Pilihan terbaik dipilih berdasarkan pilihan yang paling dekat dengan garis diagonal. Diagram menunjukkan bahwa opsi 2 merupakan pilihan terbaik karena klasifikasinya paling dekat dengan garis diagonal, dan seperti konsep yang dipilih, opsi tersebut diwujudkan dalam bentuk sketsa dan rencana desain.

3. Tahap Merancang

Tahapan pendeskripsian bentuk produk diperoleh dari hasil evaluasi konsep desain. Desain merupakan pilihan optimal setelah tahap evaluasi teknis dan ekonomi [4].

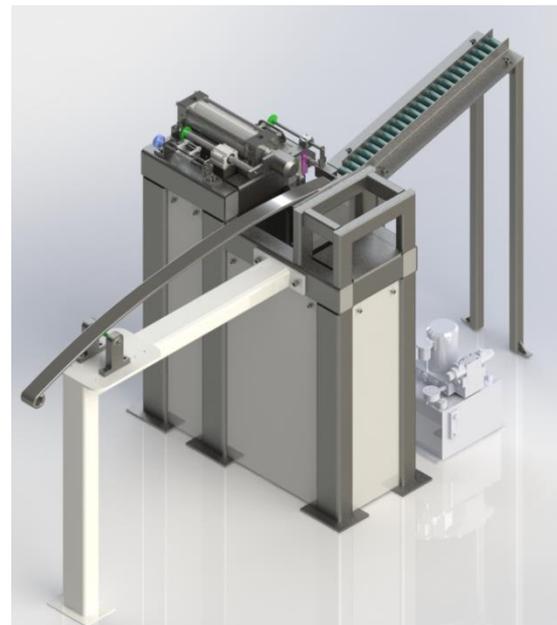
Alternatif varian dinilai berdasarkan aspek teknis dan aspek ekonomis. Pembobotan nilai dari kriteria didasarkan pada kebutuhan rancangan. Kriteria penilaian teknis pada Tabel 3.5 terdiri dari 7 aspek dengan bobot nilai 10 dan kriteria penilaian ekonomis pada Tabel 3.6 dengan bobot nilai 10. Nilai dari varian dikalikan dengan bobot aspek yang dinilai. Rentang penilaian 1 (terburuk) sampai 10 (terbaik). Varian diurutkan berdasarkan nilai dengan peringkat 1 merupakan varian terbaik.

Tabel 4. Penilaian Teknis

Kriteria Penilaian Teknis	Bobot (B)	Varian 1		Varian 2		Varian 3		Varian 4		Nilai Ideal	
		Nilai (N)	B x N	Nilai (N)	B x N						
Kemampuan Inserting Bushing	3	8	24	9	27	8	24	8	24	10	30
Kemampuan Kontrolasi	1,5	7	10,5	8	12	6	9	7	10,5	10	15
Kemudahan Produksi	1	7	7	7	7	7	7	5	5	10	10
Kemudahan Perawatan	1	9	9	9	9	7	7	6	6	10	10
Kemudahan Perbaikan	1	7	7	7	7	6	6	5	5	10	10
Kemudahan Perakitan	1	6	6	9	9	7	7	6	6	10	10
Kebutuhan Ruang	1	8	8	8	8	9	9	8	8	10	10
Esterika	0,5	9	4,5	8	4	6	3	7	3,5	10	5
Total	10	61	76	83	86	72	72	68	68	100	100
Nilai Teknis		0,76		0,83		0,72		0,68		1	
Presentase (%)		76%		83%		72%		68%		100%	
Peringkat		2		1		3		4			

Tabel 5. Penilaian Ekonomis

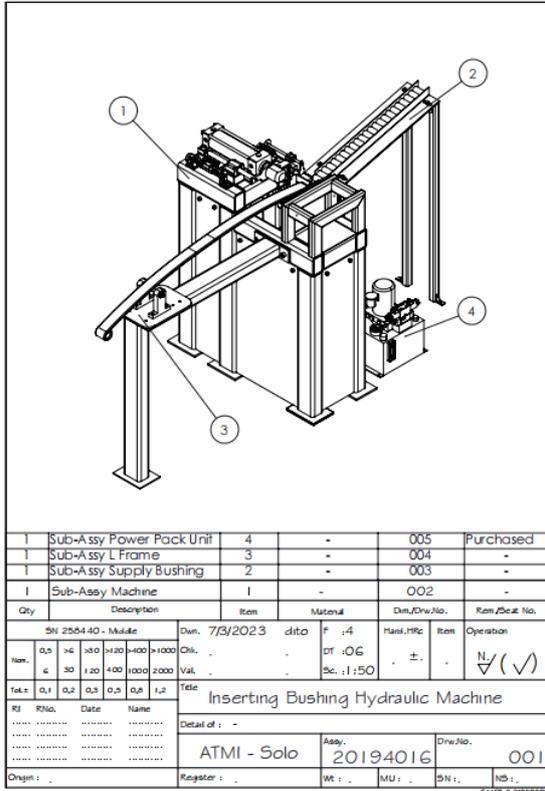
Kriteria Penilaian Teknis	Bobot	Varian 1		Varian 2		Varian 3		Varian 4		Nilai Ideal	
		Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai						
Biaya Bahan Baku	3	6	18	7	21	8	24	7	21	10	30
Biaya Standard Part	3	7	21	8	24	8	24	7	21	10	30
Biaya Pemeliharaan	2	8	16	9	18	7	14	8	16	10	20
Biaya Operasional	1	9	9	9	9	8	8	8	8	10	10
Biaya Perakitan	1	6	6	8	8	8	8	7	7	10	10
Total	10	36	70	41	80	39	78	37	74	10	100
Nilai Ekonomis		0,7		0,8		0,78		0,73		1	
Presentase (%)		70%		80%		78%		73%		100%	
Peringkat		4		1		3		2			



Gambar 3. Rancangan Mesin Pres

4. Tahap Penyelesaian

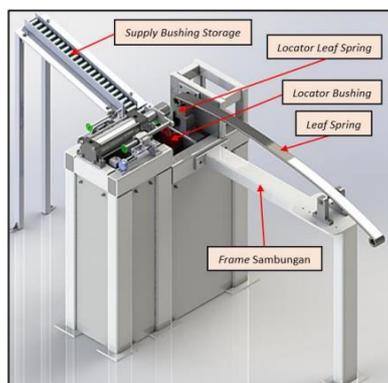
Tahap penyelesaian akhir yang dilakukan adalah membuat gambar susunan dan membuat gambar detail.



Gambar 4. 2D Rancangan Mesin Pres

HASIL DAN PEMBAHASAN

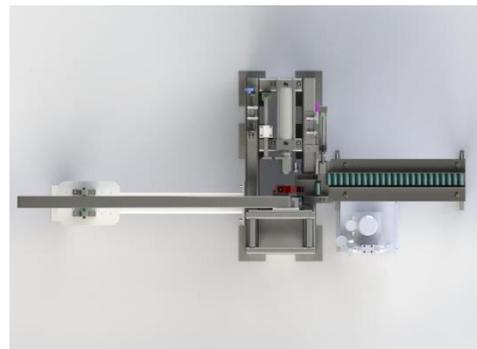
Konsep yang dipilih dibuat gambar 3 dimensinya. Hasil rancangan menunjukkan bagian utama dari unit *inserting bush hydraulic machine for leaf spring*. *Supply bushing storage* berfungsi sebagai wadah atau tempat penyimpanan *bushing* sekaligus sebagai *input*. Pemindahan *bushing* menuju *locator bushing* menggunakan mekanisme hidrolik. Rangka sambungan berfungsi sebagai penopang *leaf spring* saat proses terjadi.



Gambar 5. Nama Bagian Mesin Pres



Gambar 6. Tampak Depan



Gambar 7. Tampak



Gambar 8. Tampak Samping

1. Hasil Analisa Perhitungan

Perhitungan pada Piston

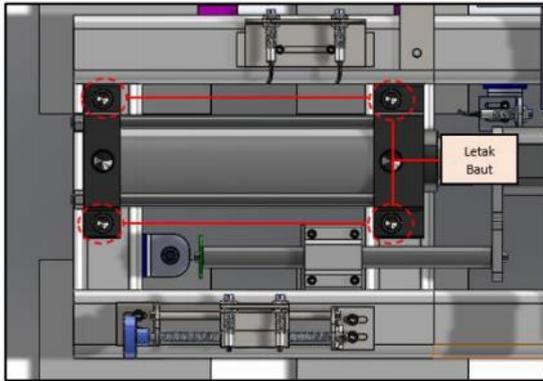
$$V = \frac{Q}{A} \tag{1}$$

$$0,3 = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \times (0,100)^2 m^2}$$

$$Q = 0,3 m^3/s \times \frac{\pi}{4} \times (0,100)^2 m^2$$

$$Q = 0,002356 m^3/s$$

Perhitungan kekuatan baut pada silinder Aktuator



Gambar 9. Letak Baut

Dalam perencanaan mesin pres, baut digunakan untuk menempelkan beberapa komponen khususnya pada silinder aktuator hidrolik dengan merek SMC tipe CHSDLA100TN-250. Baut yang digunakan adalah M16 x 25 mm, terbuat dari baja ST 37 yang menahan beban maksimal 53909 N dihitung menggunakan software Hydraulic System Calculator.

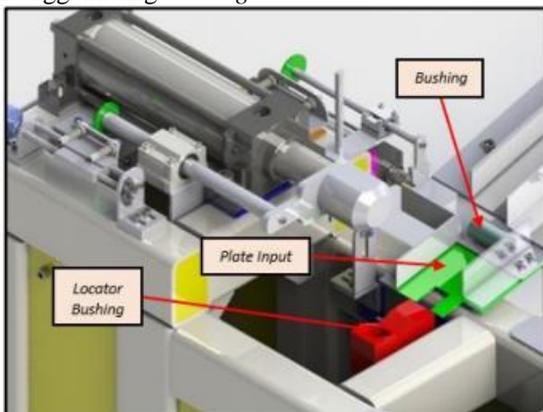
$$P = \frac{\pi}{4} \times dc^2 \times \sigma \times n \quad (2)$$

$$P = \frac{\pi}{4} \times dc^2 \times \sigma \times n \quad \sigma = \frac{4 \times P}{\pi \times dc^2 \times n}$$

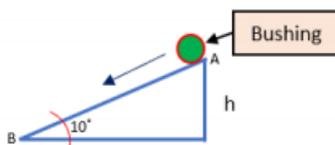
$$\sigma = \frac{4 \times 53909}{3.14 \times 14.8^2 \times 4} = 78,35 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan tarik < tegangan tarik ijin tekan, maka baut pada silinder aktuator hidrolik aman untuk digunakan.

Perhitungan kecepatan dan percepatan menggelinding bushing



Gambar 10. Detail Input Bushing



Gambar 11. Sketsa Bushing Menggelinding

Diketahui :

$$m_{bushing} = 154,82 \text{ gram}$$

$$h = 45 \text{ mm}$$

$$\text{sudut} = 10^\circ$$

Perhitungan kecepatan bush menuju locator sebagai berikut:

$$v = \sqrt{\frac{2 \times g \times h}{1 + k}} \quad (3)$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times g \times h}{1 + \frac{1}{2}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 9,81 \times 0,045}{1 + \frac{1}{2}}}$$

$$v = \sqrt{0,5886}$$

$$v = 0,767 \text{ m/s}$$

Perhitungan percepatan bush menuju locator:

$$a = \frac{g \times \sin\theta}{k + 1} \quad (4)$$

$$a = \frac{9,81 \times \sin 10^\circ}{1 + k}$$

$$a = \frac{9,81 \times \sin 10^\circ}{1 + \frac{1}{2}}$$

$$a = \frac{9,81 \times \sin 10^\circ}{1 + \frac{1}{2}}$$

$$a = \frac{1,703}{1,5}$$

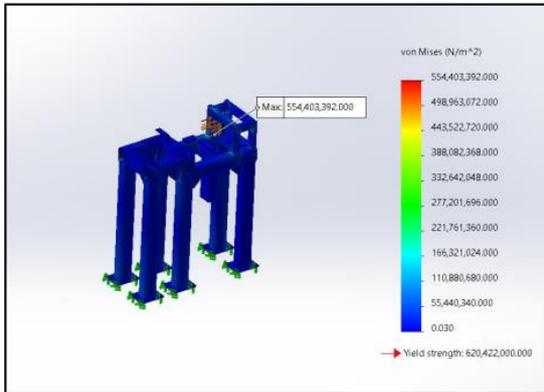
$$a = 0,1135 \text{ m/s}^2$$

2. Hasil Analisis Software Solidworks

Software SolidWorks memiliki fitur dengan nama *Finite Element Analysis* (FEA) yang digunakan untuk menganalisa konstruksi rangka dan penahan pada mesin pres. Metode FEA memerlukan penyesuaian material dan beban yang diterima pada konstruksi sebagai acuan dalam proses analisis, bertujuan untuk memastikan keamanan konstruksi rangka yang dipilih dengan membandingkan tegangan *von Mises* terhadap *yield strenght* (kekuatan luluh) dari material rangka. Warna tegangan menunjukkan nilai tegangan pada titik dalam rancangan. Secara pengaturan *default* dari SolidWorks, tegangan maksimum ditetapkan dengan warna merah dan tegangan minimum adalah warna biru.

3. Analisis pembebanan pada blok penahan pres

Material blok yang digunakan adalah MS atau *equivalent* dengan ASTM A36 menggunakan fitur SolidWorks Simulation dihitung berdasarkan pembebanan yang terjadi, gaya yang diterima dan gaya gravitasi.

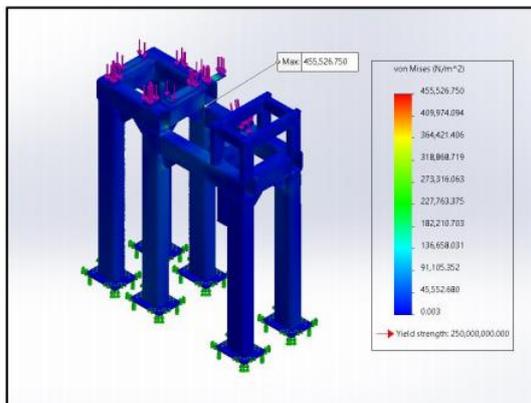


Gambar 12. Hasil Analisis FEA Penahan Pres

Kesimpulan dari hasil analisis FEA pada komponen penahan pres menunjukkan bahwa tegangan *von Mises* maksimal yang diterima konstruksi penahan pres (*von Mises*) sebesar 554403,392 kN/m² dengan beban total sebesar 53909 N pada bagian aktuator (perhitungan menggunakan *software Hydraulic System Calculator*). *Yield strength* yang dapat diterima oleh konstruksi penahan pres sebesar 620.422 kN/m², maka berdasarkan analisis dapat disimpulkan bahwa konstruksi dapat memenuhi pembebanan yang diterima.

4. Analisis pembebanan pada rangka mesin pres

Material rangka mesin yang digunakan adalah MS atau *equivalent* dengan ASTM A36 menggunakan fitur SolidWorks Simulation dihitung berdasarkan pembebanan yang terjadi, gaya yang diterima dan gaya gravitasi.



Gambar 13. Hasil Analisis FEA Rangka Mesin Pres

Hasil analisis FEA pada komponen rangka mesin pres menunjukkan bahwa tegangan *von Mises* maksimal yang diterima oleh rangka (*von Mises*) sebesar 455,652675 kN/m² pada bagian atas. *Yield strength* maksimal yang dapat diterima oleh rangka mesin pres sebesar 250.000 kN/m², maka berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa rangka mesin pres dapat memenuhi pembebanan yang diterima.

KESIMPULAN

1. Proses *centering* dilakukan dengan menggunakan *center locator bushing* semi otomatis.
2. Rancangan mesin untuk memasang *bushing* ke dalam mata pegas daun dilengkapi dengan *supply bushing storage* memiliki kapasitas 23 *bushing*.
3. Hasil analisis konstruksi rangka dan penahan pres menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) menunjukkan bahwa konstruksi kuat dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Armunanto, V. B., Nugraha, A., & Kurniawan, A. (2023). Design of 2 Axis Loader and Conveyor Leaf Spring on Induction Heating Furnace Unit PT. XYZ. *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin*, 7(2), 1-14.
- [2] Renata, A., Adzan, M. F., Yunus, M., & Krishnaningsih, S. D. (2022). Desain Alat Angkat Untuk Pemasangan Cetakan Di Mesin Injeksi Plastik Arburg 420 C. In *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan* (Vol. 2, No. 02, pp. 382-385).
- [3] Syukur, A. (2021). Perancangan Alat Bantu Proses Pemasangan Daun Pintu Menggunakan Metode Verein Deutcher Ingenieure (Vdi) 2222 (Doctoral dissertation, uin suska riau).
- [4] Nofirza, N., Hartati, M., Aprizon, A., Anwardi, A., & Harpito, H. (2009). Perancangan Mesin Pencetak Pelet Ikan Menggunakan Metode VDI 2222. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 9(2), 414-425.