

SIMULASI BEBAN RANGKA PADA MESIN PENGGILING SEKAM PADI MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK

Muhammad Alfarhan Ficki^{1*}, Kardiman¹, Najmudin Fauji¹

¹ Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Kab. Karawang, Jawa Barat

*Email: 1710631150108@unsika.ac.id

ABSTRACT

One of the main components in the rice husk grinding machine is the frame. The frame is the most important fundamental part, especially for use in machinery, because the function of the frame is as a support for the components themselves, and is able to withstand axial, normal and moment forces to maintain stability in the machine. The strength of the frame depends on the shape or type of construction which is able to withstand torsional loading from the engine and also withstand the shock that is given when the engine moves. So the purpose of this study is to find out how to simulate the loading of the frame on a rice husk grinding machine using SolidWorks software, and to know the comparison of theoretical calculations and simulations for 3 material variations on the frame of a rice husk grinding machine in a static state. The method used is the Finite Element Method (MEH), MEH with software can determine the loading points. From this test, researchers can find out which points have a minimum load, a medium load, and a maximum load. The results of the analysis provide the safety value of original and processed materials, changes in materials can be concluded which material is more ideal. The results of this study are that among AISI 1010, ASTM A36, and AISI 1045 materials, the best material is AISI 1045 material because it has the greatest safety factor value of 12.15.

Keyword: Simulation, frame, SolidWorks.

PENDAHULUAN

Kabupaten Karawang dikenal dengan nama kota lumbung padi nasional. Kabupaten Karawang ditugaskan untuk menghasilkan gabah sebanyak 1,5 juta ton per tahun disertai dengan luas bahan baku pertanian sebesar 94.517 hektar [1]. Limbah sekam padi ini dihasilkan dalam jumlah yang banyak, sehingga menyebabkan para petani membakar begitu saja. Sekam dengan persentase yang tinggi juga dapat menimbulkan masalah lingkungan yang sering mengganggu kebersihan sekitar pembuangan limbah padi, serta mengganggu kesehatan manusia [2]. Limbah sekam padi dapat ditingkatkan nilai gunanya yang sesuai dengan sifatnya, salah satunya dengan cara memanfaatkan sekam padi untuk dijadikan pakan ternak.

Pada proses pembuatan pakan ternak, dibutuhkan beberapa alat diantaranya adalah mesin penggiling dan mesin pencetak. Mesin penggiling merupakan mesin penghancur bahan pakan ternak sedangkan mesin pencetak merupakan mesin yang berfungsi untuk mencampur semua bahan pakan dan mencetaknya menjadi bentuk pelet [3]. Salah satu komponen utama yang terdapat pada mesin penggiling sekam padi yaitu rangka.

Rangka merupakan bagian mendasar yang paling penting khususnya penggunaan pada permesinan, karena fungsi rangka yaitu sebagai pendukung komponen-komponen itu sendiri, serta mampu menahan gaya aksial, normal dan momen untuk menjaga kestabilan pada mesin. Kekuatan rangka bergantung pada bentuk atau jenis konstruksinya yang dimana untuk menahan pembebanan torsi dari mesin dan juga

menahan kejutan yang diberikan pada saat mesin bergerak.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana cara mensimulasikan pembebanan rangka pada mesin penggiling sekam padi menggunakan *software SolidWorks*, dan bagaimana hasil analisa perhitungan teoritis dan simulasi terhadap perbandingan variasi material pada *frame* mesin penggiling sekam padi dalam keadaan statis.

Baidilah (2021) melakukan perancangan tentang mesin penggiling sekam padi. Pada penelitian ini hasil yang didapat berupa desain mesin penggiling sekam padi. Kekurangan dari penelitian ini adalah belum diketahui kapasitas beban pengguna, *displacement*, *von mises*, dan *factor safety* [3].

Nugroho (2015) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar beban dari kekuatan rangka traktor tembesi. Metode yang digunakan adalah analisa dengan menggunakan *software SolidWorks*, dua beban yang diterima oleh rangka *hand* traktor terdiri dari mesin yang terletak di bagian depan (206 N) dan *system pully* (88,2 N). Hasil dari penelitian ini adalah pada beban 210 N tingkat *stress* tertinggi dengan nilai 12,318 N/mm² pada pengujian beban 90N tingkat *stress* terendah dengan nilai 14,2 N/mm², dan bagian yang mulai terkena dampak *stress* dengan nilai 2.731 N/mm², tingkat nilai *stress* tertinggi 4.096 N/mm² [4].

Hendrawan (2018) melakukan penelitian dengan hasil *Von Mises Stress* yang terjadi pada struktur chassis sebesar 2,15x10⁷ N/m², defleksi

maksimum yang terjadi pada chassis adalah 1,31 mm, angka keamanan (*safety factor*) adalah sebesar 2,6, serta simulasi *rollbar* diketahui kekuatan *rollbar* kuat untuk menahan beban sebesar 700 N. Pada penelitian ini sama-sama menggunakan metode elemen hingga, perbedaan yang dilakukan pada peneliti adalah pada rangka dan material. Hendrawan (2018) menggunakan rangka mobil listrik dan menggunakan material *Square Tube Aluminium Alloy 6063-T6*, sedangkan peneliti meneliti rangka mesin penggiling sekam padi menggunakan material AISI 1010, ASTM A36, dan AISI 1045 [7].

Roswandi (2020) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Beban Pada *Hook* Pembalik AEET Dengan *Software SolidWorks 2018*”. Hasil dari penelitian ini didapat nilai *stress* maksimal sebesar $8,412 \times 10^7$ N/m² pada node 8903, *displacement* terjadi sepanjang 42,81 mm sebesar 0,1448 mm pada node 4964, dan *strain* sebesar $2,969 \times 10^{-4}$ pada node 4250. Hasil evaluasi didapatkan nilai *safety factor* berdasarkan *stress* yang terjadi sebesar 2,4585, *displacement* yang diizinkan sebesar 0,21405 mm, dan *strain* yang diizinkan sebesar 0,40675. Berdasarkan hasil simulasi dan evaluasi *hook star wheel* AISI SS 304 aman digunakan sebagai pembawa dan pembalik produk AEET PRFN – BATAN. Pada penelitian ini sama-sama menggunakan metode elemen hingga menggunakan *software SolidWorks*. Perbedaan yang dilakukan pada peneliti adalah jenis material yang diuji, pada jurnal tersebut menggunakan material AISI SS 304, sedangkan peneliti menggunakan material AISI 1010, ASTM A36, dan AISI 1045 [11].

Sungkono (2019) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Desain Rangka Alat Pembulat Adonan Kosmetik Sistem Putaran Eksentrik Menggunakan *SolidWorks*”. Hasil dari penelitian tersebut adalah pengujian pada rangka dengan total beban sebesar 80 kg dan beban tambahan sebesar 2 kg menghasilkan *von misses stress* maksimal 9,2 Mpa, *displacement* maksimal $4,1 \times 10^{-2}$ mm dan angka keamanan sebesar $1,2 \times 10^7$. Sehingga dapat disimpulkan bawa rangka alat pembulat adonan kosmetik tersebut dinyatakan aman. Penelitian tersebut sama-sama menggunakan *software SolidWorks* dengan metode elemen hingga, tetapi perbedaannya adalah pada rangka mesin. Pada jurnal tersebut diuji coba pada mesin penggerak alat pembulat adonan kosmetik, sedangkan peneliti melakukan uji coba pada rangka mesin penggiling sekam padi [12].

Nugroho (2016) melakukan penelitian dengan judul “Analisis *SolidWorks* pada Rangka Mesin *Press Bottle Jack 20 Ton* dengan Perbedaan Material Type AISI”. Hasil dari penelitian ini adalah perbedaan nilai dari *stress* tidak terlalu mencolok namun nilai *stress* tertinggi pada material AISI 316 dan 321, nilai *strain* juga tidak terlalu begitu berbeda pada masing-masing tipe AISI, nilai *displacement* terendah pada material 347. Sehingga secara keseluruhan konfigurasi kerangka dan material AISI tersebut masih aman digunakan pada beban 20 ton, walaupun ketebalannya tidak 4 mm.

Persamaan pada jurnal tersebut adalah sama-sama mencari *von misses stress* dan *displacement*. Perbedaannya pada jurnal tersebut menggunakan material AISI 304, 316, 321, 347, sedangkan peneliti menggunakan material AISI 1010, ASTM A36, dan AISI 1045 [13].

Menurut Mubarak (2019) analisa desain menggunakan Metode Elemen Hingga (MEH) dengan *software* juga dapat mengetahui titik-titik pembebanan [1]. Dari pengujian ini peneliti dapat mengetahui titik mana yang memiliki beban minimum, beban sedang, dan beban maksimum. Hasil analisa memberikan nilai keamanan bahan asli dan bahan olahan, perubahan bahan dapat ditarik kesimpulan bahan mana yang lebih ideal [5].

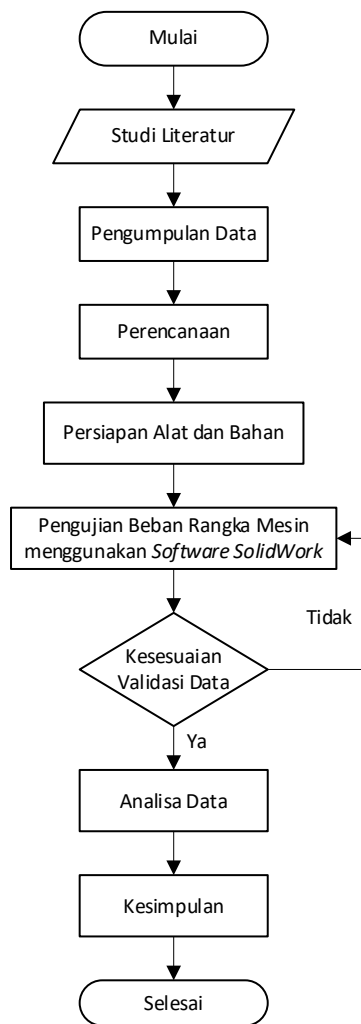
Metode Elemen Hingga (MEH) telah membuktikan kehandalannya dalam memecahkan persoalan-persoalan dibidang mekanika kontinu. Dengan menganalisis tegangan dengan menggunakan fitur statik, analisis terhadap suatu desain itu sendiri dapat dengan mudah diperhitungkan dengan menggunakan *software* analisis, salah satunya itu *software SolidWorks* [4]. Pengujian ini dapat mengetahui titik mana yang memiliki beban minimum, beban sedang, beban maksimum. Hasil analisa memberikan nilai ambang batas sehingga dapat diketahui nilai *safety factor*.

Peneliti memilih simulasi dengan menggunakan *software* yang berbasis metode elemen hingga (*finite element analysis program*) yaitu dengan *software SolidWorks*. Penelitian sebelumnya masih memiliki beberapa kekurangan, maka pada penelitian ini dilakukan analisa menggunakan metode elemen hingga menggunakan *software SolidWorks* pada rangka mesin penggiling sekam padi menggunakan material ASTM 1010, ASTM A36, dan AISI 1045.

Pada penelitian ini digunakan tiga variasi material yang berbeda untuk disimulasikan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui bahan mana yang paling baik.

METODOLOGI PENELITIAN

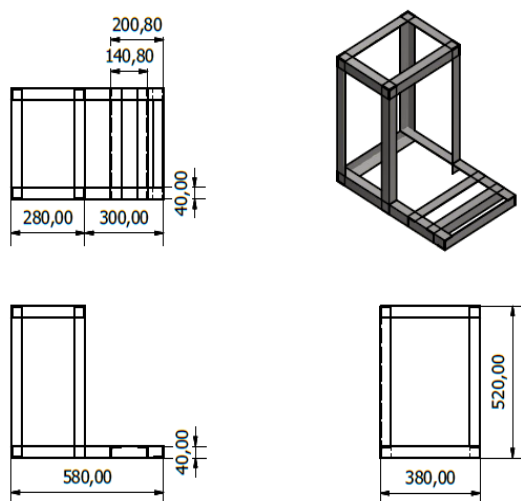
Penelitian ini dimaksudkan untuk merancang standar kekuatan rangka pada mesin penggiling sekam padi dengan proses analisa simulasi menggunakan *software SolidWorks* dan perhitungan aktual mengikuti literatur ataupun teori-teori untuk menghitung kekuatan rangka dari tegangan (*stress*), lendutan (*displacement*), dan faktor keamanan (*safety factor*). Alur proses analisa simulasi kekuatan rangka berbasis analisis *software* dan perhitungan secara aktual untuk mendapatkan nilai tegangan (*stress*), lendutan (*displacement*), dan faktor keamanan (*safety factor*) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram penelitian

Dimensi atau Ukuran

Adapun dimensi rangka mesin penggiling sekam padi adalah sebagai berikut: Dimensi (P × L × T) atau ukuran rangka yaitu 58 cm × 38 cm × 99,5 cm. Hasil dari desain rangka mesin penggiling sekam padi diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangka mesin penggiling sekam padi

Pemilihan Material Rangka Mesin Penggiling Sekam Padi

Material yang digunakan pada rangka mesin penggiling sekam padi adalah material AISI 1010, ASTM A36, dan AISI 1045 dengan bentuk *profile* plat besi siku. Penjelasan dari masing-masing material rangka adalah sebagai berikut:

1. AISI 1010

Baja karbon AISI 1010 adalah baja karbon polos dengan kandungan karbon 0,10%. Baja ini memiliki kekuatan yang relatif rendah tetapi dapat dipadatkan dan ditempa untuk meningkatkan kekuatan. *Mechanical properties* dari baja karbon AISI 1010 ditunjukkan pada Tabel 1, serta gambaran dari material AISI 1010 dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 1. *Properties* AISI 1010

Properties	Nilai
Elastic Modulus	205000 N/mm ²
Poisson's Ratio	0,29 μ
Mass Density	7870 kg/m ³
Tensile Strength	325 N/mm ²
Yield Strength	180 N/mm ²



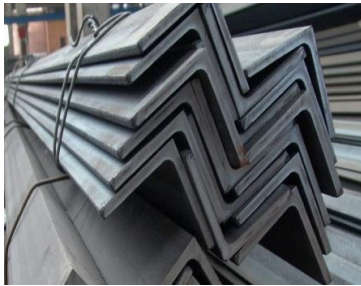
Gambar 3. Poros AISI 1010

2. ASTM A36

Baja ASTM A36 merupakan jenis baja karbon rendah, angka '36' pada penamaan ASTM A36 merupakan nilai minimum dari *yield strength* baja yaitu sebesar 36 Mpa. Data *properties* material ASTM A36 dapat dilihat pada Tabel 2, serta gambaran dari Material ASTM A36 dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 2. *Properties* ASTM A36

Properties	Nilai
Elastic Modulus	200000 N/mm ²
Poisson's Ratio	0,26 μ
Mass Density	7850 kg/m ³
Tensile Strength	400 N/mm ²
Yield Strength	250 N/mm ²



Gambar 4. Baja ASTM A36 profil siku

3. AISI 1045

Baja ST 37 atau setara dengan AISI 1045 dengan komposisi 0,5% C, 0,8 % Mn, dan 0,3% Si. Angka 37 pada ST 37 memiliki makna kekuatan tarik sebesar 37 kg/mm² atau sekitar 360-370 N/mm² salah satu baja yang dihasilkan untuk pembuatan berbagai komponen permesinan. Data properti dapat dilihat pada Tabel 3, serta gambar material AISI 1045 dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 3. Properties AISI 1045

Properties	Nilai
<i>Yield Strength</i>	530 N/mm ²
<i>Tensile Strength</i>	625 N/mm ²
<i>Elastic Modulus</i>	205000 N/mm ²
<i>Poisson's Ratio</i>	0,29 μ
<i>Density</i>	7850 kg/m ³



Gambar 5. Baja AISI 1045 profil siku

Perangkat Lunak SolidWorks

SolidWorks merupakan sebuah perangkat lunak yang mampu menyederhanakan dan memudahkan proses desain dan analisis pada sebuah struktur. Seluruh proses dikerjakan pada satu mesin dan satu perangkat lunak, sehingga transfer data dari satu desain atau perangkat lunak ke mesin atau perangkat lunak yang lain tidak diperlukan. Proses tersebut menyebabkan hilangnya data atau informasi dapat dihindari serta waktu pada proses analisis menjadi lebih singkat [14].

Stress Analysis

Stress analysis merupakan alat pengujian struktur pada *SolidWorks* yang dilakukan dengan menerapkan konsep Metode Elemen Hingga (MEH). Dalam metode tersebut, terdapat beberapa variabel. Diantaranya adalah sebagai berikut:

- *Von Mises Stress*
Tegangan *Von Mises* digunakan sebagai tegangan tarik uniaksial yang dapat menghasilkan energi distorsi yang sama dengan yang dihasilkan oleh kombinasi

tegangan bekerja [14]. *Von Mises Stress* memiliki persamaan seperti berikut:

$$\sigma_{max} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2} \quad (1)$$

- *Displacement*

Displacement atau dapat disebut sebagai defleksi adalah perubahan bentuk pada benda elemen mesin dalam arah y diakibatkan adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada batang atau poros [15]. *Displacement* memiliki persamaan seperti berikut:

$$\delta = \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I} \quad (2)$$

- *Safety Factor*

Perhitungan *safety factor* digunakan untuk mengetahui kelayakan alat yang digunakan. Menurut Saiful (2019) faktor keamanan adalah nilai perbandingan antara kekuatan sebenarnya terhadap kekuatan yang dibutuhkan [5].

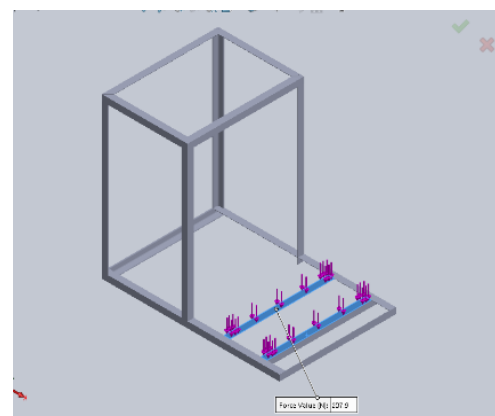
$$\text{Faktor Keamanan} = (n) = \frac{S_y}{\sigma} \quad (3)$$

Detail Pemberian Beban

Pemberian beban dilakukan pada dua area, yaitu area 1 dan area 2. Pemberian beban pada area 1 dapat dilihat pada Tabel 4. dan Gambar 6.

Tabel 4. Jenis-jenis pembebanan area 1

No	Komponen	Jumlah	Massa
1.	Motor Bensin	1	20 kg
2.	Sabuk <i>Pulleley</i>	2	1,2 kg
Total Berat			21,2 kg



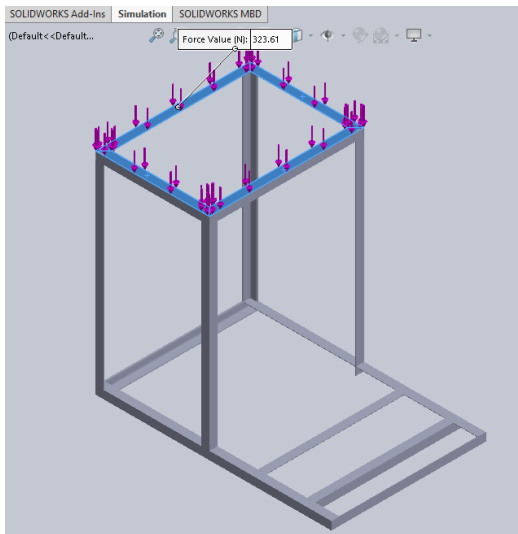
Gambar 6. Pembebanan rangka pada area 1

Pemberian beban yang dilakukan pada area 2 diperlihatkan pada Tabel 5 dan Gambar 7.

Tabel 5. Jenis-jenis beban pada area 2

No	Komponen	Jumlah	Massa
1.	Housing atas dan bawah	2	12 kg
2.	Hopper	1	4 kg
3.	Pisau pemotong	1	8 kg
4.	Fan blower	1	3 kg

No	Komponen	Jumlah	Massa
5.	Puli	1	1 kg
6.	Padi	1	5 kg
Total Berat			33 kg



Gambar 7. Pembebanan rangka area 2

Analisis (Simulasi) Pada Rangka Mesin

Analisis simulasi rangka mesin pada penggiling sekam padi merupakan proses perhitungan yang dihasilkan dari software SolidWorks untuk mendapatkan nilai tegangan (*von mises stress*), lendutan (*displacement*), dan faktor keamanan (*safety factor*).

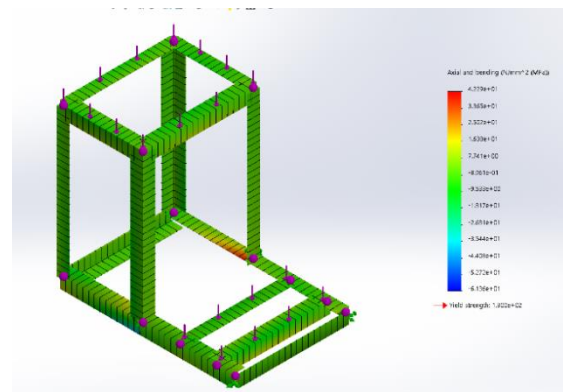
HASIL DAN PEMBAHASAN

Output dari hasil penelitian ini adalah akan memperlihatkan hasil perbandingan perhitungan antara analisis simulasi pada software dan perhitungan secara aktual yang meliputi bagian perhitungan dari *von mises* (tegangan), *displacement* (lendutan), *safety factor* (faktor keamanan) pada rangka mesin penggiling sekam padi. Hasil perbandingan perhitungan antara analisis simulasi pada software dan perhitungan secara aktual adalah sebagai berikut:

Hasil Penelitian

Simulasi Von Mises Stress Dengan Material AISI 1010

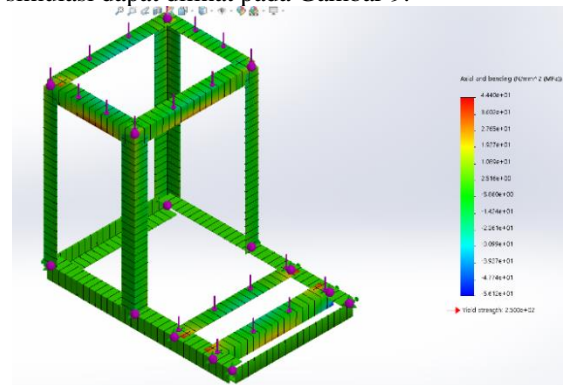
Hasil dari analisis simulasi *von mises* (tegangan) maksimum didapat sebesar 42,29 MPa ditandai dengan diagram berwarna merah yang berarti mendekati batas maksimum kekuatan material. Tegangan *von mises* minimum didapat sebesar 7,741 Mpa ditandai dengan diagram berwarna hijau yang berarti titik dimana tidak terjadi pembebanan. Hasil dari simulasi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil simulasi tegangan *von mises* dengan material AISI 1010

Simulasi Von Mises Stress Dengan Material ASTM A36

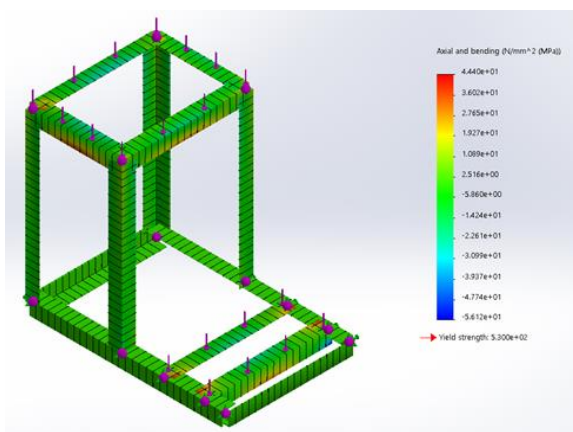
Hasil dari analisis simulasi *von mises* (tegangan) maksimum didapat sebesar 44,40 Mpa ditandai dengan diagram berwarna merah. Hasil dari simulasi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil simulasi tegangan *von mises* dengan material ASTM A36

Simulasi Von Mises Stress Dengan Material AISI 1045

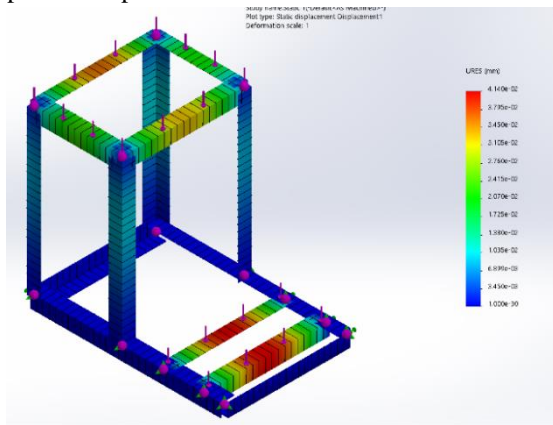
Hasil dari analisis simulasi *von mises* (tegangan) dengan material AISI 1045 didapat nilai tegangan *von mises* didapat sebesar 44,40 MPa ditandai dengan diagram berwarna merah. Hasil dari simulasi dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil tegangan *von mises* dengan material AISI 1045

Simulasi *Displacement* Dengan Material AISI 1010

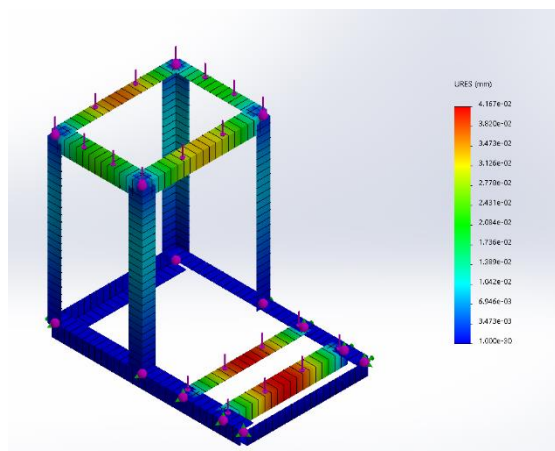
Hasil *displacement* maksimum pada rangka mesin penggiling sekam padi dengan material AISI 1010 menghasilkan nilai *displacement* maksimum sebesar $4,14 \times 10^{-2}$ mm ditandai dengan diagram berwarna merah karena pada titik tersebut terjadi pembebanan yang diterima dari pembebanan area 1 dan 2. Nilai *displacement* minimum sebesar 1×10^{-30} ditandai dengan diagram berwarna biru karena terjadi pembebanan berlebih pada titik tersebut. Hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Kontur *displacement* pada rangka dengan material AISI 1010

Simulasi *Displacement* Dengan Material ASTM A36

Hasil *displacement* maksimum pada rangka mesin penggiling sekam padi dengan material ASTM A36 menghasilkan nilai *displacement* maksimum sebesar $4,167 \times 10^{-2}$ mm ditandai dengan diagram berwarna merah dimana pada titik tersebut terjadi pembebanan yang cukup besar. Nilai *displacement* minimum sebesar 1×10^{-30} ditandai dengan diagram berwarna biru dimana pada titik tersebut tidak terjadi pembebanan berlebih. Hasil *displacement* pada *software SolidWorks* dengan material ASTM A36 dapat dilihat pada Gambar 12.

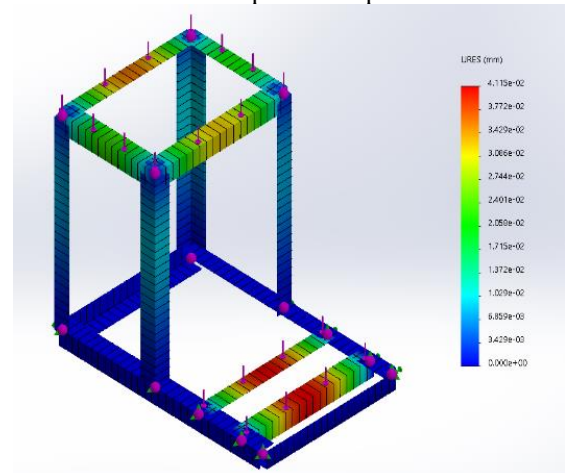


Gambar 12. Kontur *displacement* pada rangka dengan material ASTM A36

Simulasi *Displacement* Dengan Material AISI 1045

Hasil *displacement* maksimum pada rangka mesin penggiling sekam padi dengan material AISI 1045

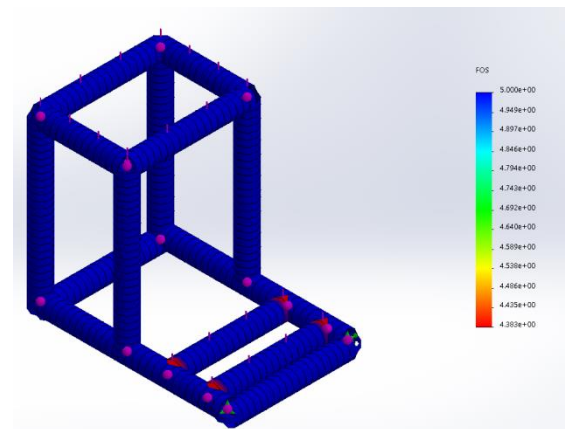
menghasilkan nilai *displacement* maksimal sebesar $4,115 \times 10^{-2}$ mm. Hasil simulasi *displacement* dengan material AISI 1045 dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Kontur *Displacement* Pada Rangka Dengan Material AISI 1045

Simulasi *Safety Factor* Dengan Material AISI 1010

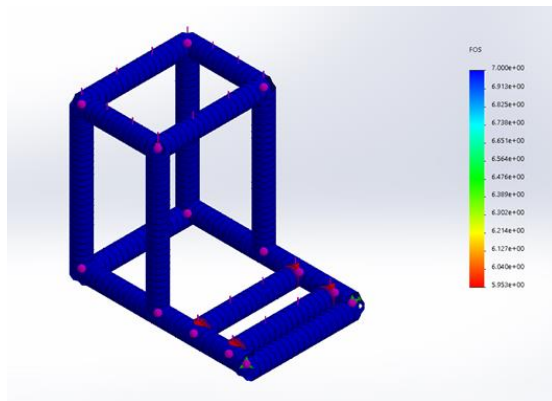
Hasil simulasi menggunakan *software SolidWorks* pada rangka mesin penggiling sekam padi dengan material AISI 1010 didapat nilai *safety factor* minimum sebesar 4,38. Hasil simulasi *safety factor* pada *software SolidWorks* dengan material AISI 1010 dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Nilai *safety factor* pada rangka dengan material AISI 1010

Simulasi *Safety Factor* Dengan Material ASTM A36

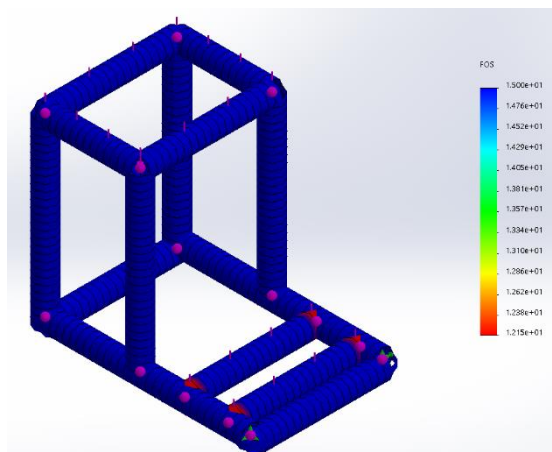
Hasil simulasi menggunakan *software SolidWorks* pada rangka mesin penggiling sekam padi dengan material ASTM A36 didapat nilai *safety factor* minimum sebesar 5,95. Adapun hasil simulasi *safety factor* pada *software SolidWorks* dengan material ASTM A36 dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Nilai *safety factor* dengan material ASTM A36

Simulasi *Safety Factor* Dengan Material AISI 1045

Hasil simulasi menggunakan *software SolidWorks* pada rangka mesin penggiling sekam padi dengan material AISI 1045 didapat nilai *safety factor* minimum sebesar 12,15. Hasil simulasi *safety factor* pada *software SolidWorks* dengan material AISI 1045 dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Hasil *safety factor* dengan material AISI 1045

Pembahasan

Analisis Perhitungan Aktual Rangka Mesin Penggiling Sekam Padi

Gaya Pembebanan

Perhitungan gaya pembebanan dengan massa atau beban total 54,2 kg pada mesin penggiling sekam padi adalah:

$$\begin{aligned} F &= m \times g \\ &= 54,2 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s} \\ &= 531,702 \text{ N} \end{aligned} \quad (4)$$

Pembebanan Luas Permukaan

$$\begin{aligned} A &= P \times L \\ &= 580 \text{ mm} \times 380 \text{ mm} \\ &= 220400 \text{ mm}^2 \end{aligned} \quad (5)$$

Tegangan Geser

$$M = F \times \frac{1}{2} \text{ panjang rangka mesin} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} &= 531.702 \text{ N} \times 290 \text{ mm} \\ &= 154193.58 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{xy} &= \frac{M}{2 \cdot A \cdot b} \\ &= \frac{154193.58 \text{ Nmm}}{2 \times 200400 \text{ mm}^2 \times 3 \text{ mm}} \\ &= \frac{154193.58 \text{ Nmm}}{1322400 \text{ mm}^3} \\ &= 0.116 \text{ N/mm}^2 \end{aligned} \quad (7)$$

Titik Berat Besi Siku

Panjang dari plat siku (h) = 40 mm, sehingga untuk mencari nilai titik berat (c) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} c &= \frac{h}{2} \\ &= \frac{40 \text{ mm}}{2} \\ &= 20 \text{ mm} \end{aligned} \quad (8)$$

Momen Inersia (I)

$$\begin{aligned} I &= \frac{b \times h^3}{36} \\ &= \frac{40 \text{ mm} \times (40 \text{ mm})^3}{36} \\ &= \frac{40 \text{ mm} \times 64000 \text{ mm}^3}{36} \\ &= \frac{2560000 \text{ mm}^4}{36} \\ &= 71111.11 \text{ mm}^4 \end{aligned} \quad (9)$$

Tegangan Normal (σ_t, σ_x)

$$\begin{aligned} (\sigma_t) &= \frac{M \cdot c}{I} \\ &= \frac{154193.58 \text{ Nmm} \times 20 \text{ mm}}{71111.11 \text{ mm}^4} \\ &= \frac{3083871.6 \text{ Nmm}^2}{71111.11 \text{ mm}^4} \\ &= 43.36 \text{ N/mm}^2 \\ &= 43.36 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\sigma_t = \sigma_x$$

Maka didapat nilai σ_x sebesar 43.36 MPa.

Tegangan Maksimum Von Mises (σ_{max})

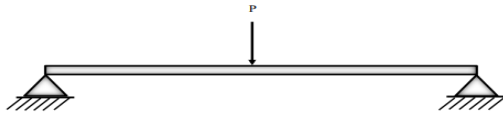
$$\begin{aligned} (\sigma_{max}) &= \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right)^2 + (T_{xy})^2} \\ &= \frac{43.36 \text{ MPa} + 0}{2} + \sqrt{\left(\frac{43.36 + 0}{2}\right)^2 + (0.116)^2} \\ &= 21.68 + \sqrt{470.0224 + 0.013456} \\ &= 21.68 + \sqrt{470.035856} \\ &= 21.68 + 21.68 \\ &= 43.36 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Karena gaya pembebanan yang diterima sebesar 90N, jadi untuk nilai *von mises stress* dari ketiga material yang mencakup material AISI 1010,

ASTM 136, dan AISI 1045 pun besarnya sama, yaitu sama-sama menghasilkan 43,36 Mpa.

Displacement

Gambar 17 menunjukkan diagram Benda Bebas pembebanan pada rangka.



Gambar 17. Diagram benda bebas (DBB) pembebanan pada rangka

▪ **Material AISI 1010**

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I} \\ &= \frac{531.702 \text{ N} \times (380)^3}{48 \times 205000 \text{ N/mm}^2 \times 71111.11 \text{ mm}^4} \\ &= \frac{531.702 \text{ N} \times 54872000 \text{ mm}^3}{699733322400 \text{ N/mm}^2} \\ &= \frac{29175552144 \text{ Nmm}^3}{699733322400 \text{ N/mm}^2} \\ &= 0,041 \text{ mm} \end{aligned}$$

▪ **Material ASTM A36**

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I} \\ &= \frac{531.702 \text{ N} \times (380)^3}{48 \times 200000 \text{ N/mm}^2 \times 71111.11 \text{ mm}^4} \\ &= \frac{531.702 \text{ N} \times 54872000 \text{ mm}^3}{682666656000 \text{ N/mm}^2} \\ &= \frac{29175552144 \text{ Nmm}^3}{682666656000 \text{ N/mm}^2} \\ &= 0,042 \text{ mm} \end{aligned}$$

▪ **Material AISI 1045**

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I} \\ &= \frac{531.702 \text{ N} \times (380)^3}{48 \times 205000 \text{ N/mm}^2 \times 71111.11 \text{ mm}^4} \\ &= \frac{531.702 \text{ N} \times 54872000 \text{ mm}^3}{699733322400 \text{ N/mm}^2} \\ &= \frac{29175552144 \text{ Nmm}^3}{699733322400 \text{ N/mm}^2} \\ &= 0,041 \text{ mm} \end{aligned}$$

Safety Factor

▪ **Material AISI 1010**

$$\begin{aligned} SF &= \frac{S_y}{\sigma_{max}} \\ &= \frac{180 \text{ Mpa}}{43,36 \text{ Mpa}} \\ &= 4,15 \end{aligned}$$

▪ **Material ASTM A36**

$$\begin{aligned} SF &= \frac{S_y}{\sigma_{max}} \\ &= \frac{250 \text{ Mpa}}{43,36 \text{ Mpa}} \\ &= 5,76 \end{aligned}$$

▪ **Material AISI 1045**

$$\begin{aligned} SF &= \frac{S_y}{\sigma_{max}} \\ &= \frac{530 \text{ Mpa}}{43,36 \text{ Mpa}} \\ &= 12,2 \end{aligned}$$

Hasil Analisis Perhitungan Teoritis dan Simulasi

Perhitungan secara teoritis dan *software* ini amatlah penting untuk memastikan selisih kesalahan dari kedua perhitungan tersebut sebagai pendukung dari hasil perhitungan yang dilakukan. Tabel hasil berdasarkan perhitungan teoritis dan hasil simulasi beban statik menggunakan *software SolidWorks* ditunjukkan pada Tabel dibawah ini.

Tabel 6. Hasil perhitungan dan simulasi rangka dengan material AISI 1010

No	Analisa yang dilakukan	Hasil perhitungan an teori	Hasil simulasi software SolidWorks	Galat
1	Tegangan Von Misses	43,36 MPa	42,29 MPa	3%
2	Displacement	4,14x10 ⁻² mm	0,041 mm	1%
3	Safety factor	4,15	4,38	5%

Tabel 7. Hasil perhitungan dan simulasi rangka dengan material ASTM A36

No	Analisa yang dilakukan	Hasil perhitungan an teori	Hasil simulasi software SolidWorks	Galat
1	Tegangan Von Misses	43,36 MPa	44,40 MPa	2%
2	Displacement	0,042 mm	4,167x10 ⁻² mm	1%
3	Safety factor	5,76	5,95	3%

Tabel 8. Hasil perhitungan dan simulasi rangka dengan material AISI 1045

No	Analisa yang dilakukan	Hasil perhitungan an teori	Hasil simulasi software SolidWorks	Galat
1	Tegangan Von Misses	43,36 MPa	44,40 MPa	2%
2	Displacement	0,041 mm	4,115x10 mm	1%
3	Safety factor	12,2	12,15	1%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis simulasi dan perhitungan aktual dari desain pada rangka mesin penggiling sekam padi, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai analisis simulasi *von misses stress* maksimum pada material AISI 1010 adalah 42,29 Mpa dan perhitungan aktual *von misses stress* adalah 43,36 Mpa. Nilai analisis simulasi *von misses stress* maksimum pada material ASTM A36 adalah 44,40 Mpa dan perhitungan aktual *von misses stress* adalah 43,36 Mpa. Nilai analisis simulasi *von misses stress* maksimum pada material AISI 1045 adalah 44,40 Mpa dan perhitungan aktual *von misses stress* adalah 43,36 Mpa. Nilai *displacement* simulasi pada material AISI 1010 sebesar 4×10^{-2} mm, sedangkan nilai dari *safety factor* simulasi sebesar 4,38 ul dan perhitungan aktual nilai *safety factor* adalah 4,15 ul. Nilai *displacement* simulasi pada material ASTM A36 sebesar $4,167 \times 10^{-2}$ mm, sedangkan nilai dari *safety factor* simulasi sebesar 5,95 ul dan perhitungan aktual nilai *safety factor* adalah 5,76 ul. Nilai *displacement* simulasi pada material AISI 1045 sebesar $4,115 \times 10^{-2}$ mm, sedangkan nilai dari *safety factor* simulasi sebesar 12,15 ul dan perhitungan aktual nilai *safety factor* adalah 12,2 ul. Berdasarkan hasil analisis simulasi dan perhitungan aktual pada *von misses*, *displacement*, dan *safety factor* dari ketiga material dapat dikatakan aman dan layak digunakan, hal ini dikarenakan nilai tegangannya masih dibawah dari nilai tegangan izin ketiga material tersebut, serta nilai *safety factor* lebih besar daripada 1,0.
2. Berdasarkan hasil analisis *safety factor*, perbandingan dari ketiga material meliputi material AISI 1010, ASTM A36, dan AISI 1045 didapatkan material yang paling baik adalah material AISI 1045 dikarenakan memiliki nilai *safety factor* yang paling besar yaitu 12,15.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hamidah, S., Yulyana E., and Priyanti E., 2022, Distribusi Pupuk Bersubsidi Di Kabupaten Karawang, *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, Vol. 8 (10) pp. 156-166.
- [2] Baderan, D. W. K. And Hamidun, Marini S., 2016, Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dan Pupuk Organik Yang Ramah Lingkungan Di Desa Lakeya Kecamatan Tolangohula Kabupaten Gorontalo, repository UNG, Gorontalo.
- [3] Baidilah, A., Kardiman and Suci F. C., Rancang Bangun Mesin Penggiling Sekam Padi Menjadi Bahan Pakan Ternak (Dedek), 2021, *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 14 (1) pp. 22-26.
- [4] Nugroho, C. B., 2015, Analisa Kekuatan Rangka Pada Traktor (*Force Analysis Frame On Tractor*), *Jurnal Integrasi*, Vol. 7 (2) pp. 104-107.
- [5] Mubarak, S., 2019, Pengaruh Variasi Material dan Beban Terhadap Tegangan dan Faktor Keamanan Pada Desain Pencakar Inner Puller Bearing Berbasis Simulasi Menggunakan SolidWorks, *UNNES repository*, Semarang.
- [6] Awali J. and Asroni, 2014, Analisa Kegagalan Poros dengan Pendekatan Metode Elemen Hingga, *Turbo*, Vol. 2 (2) pp. 39-44.
- [7] Hendrawan M. A., Purboputro, P. I., Saputro M. A., and Setiyadi W., 2016, Perancanganchassis Mobil listrik Prototype "Ababil" dan Simulasi Pembebanan Statik dengan Menggunakan Solidwork Premium 2016, *URECOL*, pp. 96-105.
- [8] Laka, O., Nazaruddin and Syafri, 2018, Perancangan Dan Analisis Statik Sistem Rangka Mobil Hemat Energi Asykar Hybrid Universitas Riau, *Jom FTEKNIK*, Vol. 5 (2), pp. 1-6.
- [9] Callister and J. W. D., 1991, *Material Science and Engineering*.
- [10] James, G., and Brennan, 2016, *Food Processing Handbook*, Willey-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA.
- [11] Iwan Roswandi, R., 2020, Analisis Beban Pada Hook Pembalik Produk Aeet Dengan Software Solidwork 2018, *Prima*, Vol. 17 (1) pp. 10-18.
- [12] Sungkono, I., Irawan, H., and Patriawan, D. A., 2019, Analisis Desain Rangka Dan Penggerak Alat Pembulat Adonan Kosmetik Sistem Putaran Eksentrik Menggunakan Solidwork, *ejurnal ITATS*, pp. 576-580.
- [13] Nugroho, C. B., 2016, Analisis Solidwork pada Rangka Mesin Press Bottle Jack 20 Ton dengan Perbedaan Material Type AISI, *Jurnal Integrasi*, Vol. 8 (1) pp. 12-15.
- [14] Mustaqiem, A.D. and Nurato, 2020, Analisis Perbandingan Faktor Keamanan Rangk Scooter Menggunakan Perangkat Lunak Solidwork 2015. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 9 (3) pp. 164-172.
- [15] Malden, A. 2021, Simulasi Kekuatan Beban Rangka Terhadap Prototype Kursi Roda Pemanjat Tangga Menggunakan Software Solidwork. Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang.