

ANALISA NUMERIK KEKUATAN RANGKA MESIN PENCAMPUR RAGI TEMPE

Moch. Hanif Zainul Muttaqin

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: mochhanif.20048@mhs.unesa.ac.id

Diastian Vinaya Wijanarko

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: diastianwijanarko@unesa.ac.id

Abstrak

Mesin pencampur ragi tempe merupakan mesin yang digunakan untuk mempermudah pengrajin tempe dalam produsen pembuatan tempe. Dibutuhkan perencanaan matang dalam pemilihan material rangka mesin tersebut agar rangka mesin tersebut kuat dan kokoh. Penulis meneliti tentang *stress*, *displacement* dan nilai faktor keamanan dari mesin pencampur ragi tempe dengan variasi material. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian analisis data kuantitatif deskriptif dengan menggunakan elemen hingga menggunakan aplikasi *SolidWorks 2020*. Material yang digunakan adalah *Stainless Steel 201* dan *AISI 1045* dengan ukuran hollow 40 mm x 40 mm x 1,5 mm. Hasil penelitian ini didapatkan nilai *stress max Stainless Steel 201*: 126,84 Mpa, sedangkan *AISI 1045*: 123,35 Mpa. Nilai *displacement max Stainless Steel 201*: 0,07 mm, sedangkan *AISI 1045*: 0,06 mm. Nilai faktor keamanan *Stainless Steel 201*: 2,3, sedangkan *AISI 1045*: 4,3. Distribusi tegangan terbesar *Stainless Steel 201* dan *AISI 1045* terletak pada hollow yang langsung bersentuhan dengan beban. Material *AISI 1045* lebih kuat daripada *Stainless steel 201* karena memiliki nilai *stress* dan *displacement* lebih kecil tetapi memiliki faktor keamanan yang lebih besar. Akan tetapi, kedua material ini aman karena masih jauh dari nilai *yield strength nya*. dan memiliki faktor keamanan yang memenuhi minimum faktor keamanan (>1).

Kata Kunci : Mesin Pencampur Ragi Tempe, *Stress*, *Displacement*, Nilai Faktor Keamanan, Distribusi tegangan

Abstract

Tempeh yeast mixing machine is a machine used for makes it easier for tempeh craftsmen in the process of making tempeh. Needed careful planning in selecting the machine frame material so that the frame the machine is strong and sturdy. The author examines stress, displacement and value safety factors for tempe yeast mixing machines with various materials. In this research the author used data analysis research methods descriptive quantitative using finite elements using applications SolidWorks 2020. The materials used are Stainless Steel 201 and AISI 1045 with a hollow size of 40 mm x 40 mm x 1.5 mm. The results of this research showed that the max stress value for Stainless Steel 201: 126.84 Mpa, while AISI 1045: 123.35 Mpa. Max displacement value of Stainless Steel 201: 0.07 mm, while AISI 1045: 0.06 mm. Stainless Steel 201 safety factor value: 2.3, while AISI 1045: 4.3. The greatest stress distribution in Stainless Steel 201 and AISI 1045 is located in a hollow that is directly in contact with the load. AISI materials 1045 is stronger than Stainless steel 201 because it has stress and displacement values smaller but has a greater safety factor. However, secondly this material is safe because it is still far from its yield strength value. and have factors security that meets the minimum safety factor (>1).

Keywords: *Tempe Yeast Mixing Machine, Stress, Displacement, Safety factor value, Stress Distribution*

UNESA
Universitas Negeri Surabaya

PENDAHULUAN

Tempe adalah makanan sehari-hari masyarakat Indonesia. Salah satu proses pembuatan tempe yang cukup penting adalah proses peragian, proses ini sangat penting dikarenakan bisa menentukan kualitas produk tempe. Oleh karena itu CV. Cahaya Berkah Gusti membuat alat untuk mencampur ragi dengan kedelai agar mudah, cepat, dan higienis. Dibuatnya mesin ini ditujukan agar bisa lebih meningkatkan jumlah produksi dan tetap menjaga kualitas tempunya. Mesin pencampur ragi tempe ini memiliki beberapa komponen salah satunya ialah rangka.

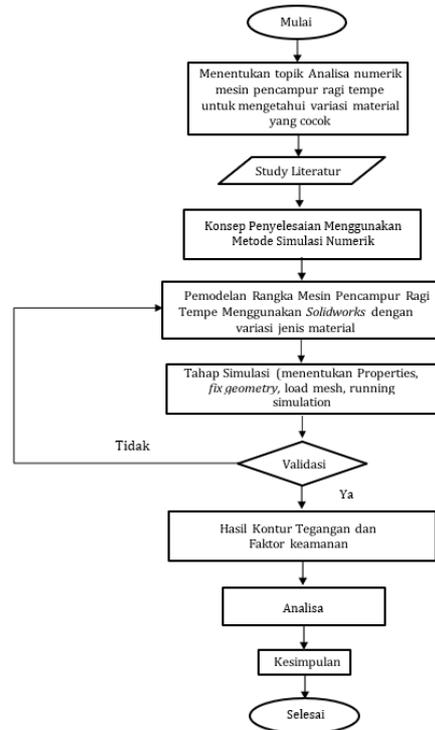
Dalam sebuah perancangan tentu dibutuhkan sebuah rangka yang kokoh untuk menopang beban mesin dan komponen lainnya. Satu hal penting dalam membuat rancangan, yaitu pemilihan bahan atau material yang sesuai dengan kondisi dan penggunaannya. Pemilihan material ini menjadi penting karena berkaitan dengan kebutuhan, ketersediaan di lapangan dan harga.

Mesin pencampur ragi tempe memiliki wadah penampungan yang berada pada bagian depan sehingga dibutuhkan rangka yang bisa mendistribusikan beban dengan baik agar mesin bisa seimbang dan mampu menahan getaran yang terjadi saat mesin digunakan.

Mengingat pentingnya fungsi kekuatan dari suatu rangka, dibutuhkan penelitian tentang kekuatan rangka mesin pencampur ragi tempe. Mesin pencampur ragi tempe akan dianalisa menggunakan simulasi numerik dengan beban 65 Kg. Pemberian beban untuk pengujian rangka ini berdasarkan perhitungan jumlah kapasitas mesin ditambah berat komponen mesin yang ditopang rangka.

METODE

Metode penelitian ini yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan menggunakan cara simulasi numerik menggunakan metode elemen hingga. Metode ini bertujuan untuk mempermudah peneliti dalam memperoleh hasil pengujian pembebanan secara simulasi tanpa harus melakukan pengujian fisis dan mekanis, serta dapat menghemat biaya dan waktu. Pada penelitian ini hasil simulasi nantinya akan dianalisa, hasil analisa tersebut dilakukan perbandingan dan ditarik kesimpulan. Dalam penelitian ini akan dilakukan simulasi uji kekuatan rangka menggunakan aplikasi *SolidWorks*. Adapun alur penelitian ini adalah:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai 20 Juni 2024 sampai 26 Juni 2024. Tempat dilakukannya studi analisis uji kekuatan rangka mesin pencampur ragi tempe dengan menggunakan *solidworks* dilakukan di laboratorium CAD Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

Objek Penelitian

Objek yang akan diteliti adalah rangka mesin pencampur ragi tempe dengan variasi material yang dibuat berdasarkan referensi dari CV. Cahaya Berkah Gusti dengan pembebanan 65 Kg.

Dimensi atau Ukuran

Adapun dimensi rangka mesin pencampur ragi tempe yaitu (P x L x T) atau ukuran pada rangka yaitu (900mm x 500mm x 600mm) dengan menggunakan profil hollow ukuran 40mm x 40mm x 1,5mm.

Pemilihan Material Rangka Mesin Pencampur Ragi Tempe

Material yang digunakan pada rangka mesin pencampur ragi tempe adalah material *Stainless Steel 201* dan *AISI 1045*. Penjelasan dari masing-masing material rangka adalah sebagai berikut:

• *Stainless Steel 201*

Stainless steel 201 memiliki karbon sebesar 0,15%, stainless steel biasanya digunakan untuk jembatan, plat sambung, industri perkapalan, konstruksi kereta api dsb. harganya relatif sangat murah, mudah dicari dipasaran, sangat bagus las, machining dan stainless steel 201 dapat mengalami berbagai perlakuan panas. Material ini juga memiliki tampilan yang mengkilap, sehingga tidak perlu menambahkan proses pengecatan. Berikut adalah material properties *Stainless steel 201*:

Tabel 1. *Material Properties Stainless Steel 201*

Property	Value	Units
Elastic Modulus	207000	N/mm ²
Poisson's Ratio	0.27	N/A
Tensile Strength	685	N/mm ²
Yield Strength	292	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient	1.7e-05	/K
Mass Density	7859.9999	Kg/m ³
Hardening Factor	0.85	N/A

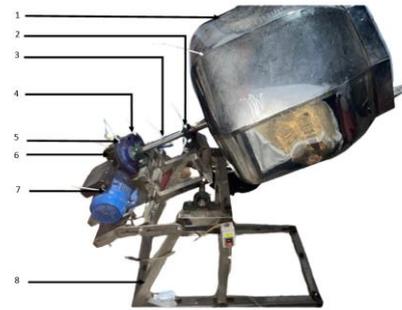
• *AISI 1045*

AISI 1045 memiliki kadar karbon sebesar 0,50%. Baja ini adalah baja karbon menengah. *AISI 1045* biasanya digunakan untuk komponen pemesinan. Baja ini mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Baja *AISI 1045* banyak digunakan masyarakat karena memiliki sifat kuat. Berikut adalah material properties *AISI 1045*:

Tabel 2. *Material Properties AISI 1045*

Property	Value	Units
Elastic Modulus	205000	N/mm ²
Poisson's Ratio	0.29	N/A
Tensile Strength	625	N/mm ²
Yield Strength	530	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient	1.15e-05	/K
Mass Density	7850	Kg/m ³
Shear Modulus	81000	N/mm ²

Beban dan Arah Gaya

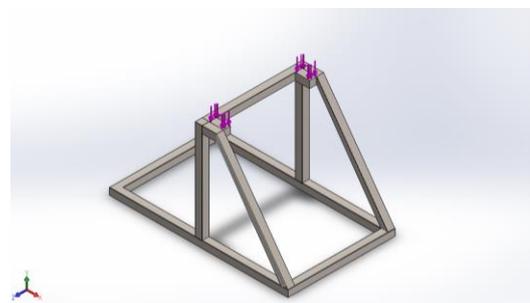


Gambar 2 Keterangan Mesin Pencampur Ragi Tempe

Tabel 3. Nama dan berat komponen mesin pencampur ragi tempe

No	Nama Komponen	Berat
1	Wadah Penampung	16 Kg
2	Bearing	0,5 Kg
3	Poros pemutar	3,7 Kg
4	Pulley 1	0,9 Kg
5	Pulley 2	1,4 Kg
6	Gearbox	7 Kg
7	Motor Listrik	13 Kg
8	Rangka	Total: 42,5 Kg

Pembebanan yang digunakan pada penelitian ini yaitu pembebanan statis. Beban ini berdasarkan hasil perhitungan kapasitas mesin + beban komponen. Yang dimana berat komponen 42,5 Kg + 20 Kg (Kapasitas Mesin) dengan total 62,5 Kg kemudian dibulatkan menjadi 65 Kg. Pembebanan pada penelitian ini dibagi menjadi dua titik beban yang akan pada masing masing titik adalah 318,5 N. Berikut adalah tampilan pembebanan pada aplikasi *solidworks*



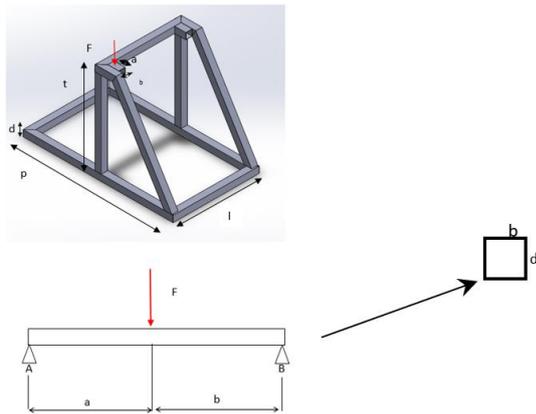
Gambar 3 Titik Pembebanan Pada Rangka Mesin Pencampur Ragi Tempe

→ : Bagian rangka yang akan diberi titik pembebanan dalam aplikasi *solidworks*

Pada gambar 3 terdapat panah berwarna ungu yang menunjukkan titik pembebanan pada rangka mesin pencampur ragi tempe. Pada masing masing panah berwarna ungu tersebut akan dilakukan uji pembebanan statis menggunakan solidworks dengan beban masing masing 318,5 N.

Penentuan ukuran mesh yang optimum

Pemilihan mesh pada penelitian ini adalah dengan cara membandingkan kerapatan mesh pada material *Stainless Steel 201* dan material *AISI 1045* terhadap faktor keamanan dengan menggunakan perhitungan simulasi dan perhitungan manual. Dari hasil simulasi dan perhitungan manual nilai faktor keamanan tersebut jika memiliki selisih yang saling bedekatan/memiliki error yang paling sedikit maka kerapatan mesh tersebut yang akan digunakan untuk proses simulasi numerik.



Gambar 4. Skema Titik Gaya Pada Batang Rangka Mesin

Merujuk gambar 3.6 diketahui spesifikasi rangka sebagai berikut:

- p= 900 mm
- l = 500 mm
- t = 600 mm
- a: 70 mm
- b: 40 mm
- d: 40 mm

Dapat diketahui persamaan untuk mencari nilai mesh yang optimum:

- $F = m \cdot g$
 $= 65 \text{ Kg} \times 9,8 \text{ N}$
 $= 637 \text{ N}$
- Luas Penampang rangka
 $A = b \cdot d$
 $= 40 \text{ mm} \cdot 40 \text{ mm}$
 $= 1600 \text{ mm}^2$

- Momen Lentur Maksimal
 $M = F \cdot \frac{1}{2} \text{ Panjang rangka}$
 $= 637 \text{ N} \cdot 0,5 \cdot 900 \text{ mm}$
 $= 286650 \text{ Nmm}$

- Jarak Sumbu ke Pusat Spesimen
 $c = \frac{d}{2}$
 $= \frac{40 \text{ mm}}{2}$
 $= 20 \text{ mm}$

- Momen Inersia
 $I = \frac{b \cdot d^3}{12}$
 $= \frac{40 \text{ mm} \cdot (40 \text{ mm}^3)}{12}$
 $= 213333,33 \text{ mm}^4$

- Tegangan Lentur
 $\sigma = \frac{M \cdot c}{I}$
 $= \frac{286650 \text{ Nmm} \cdot 20 \text{ mm}}{213333,33 \text{ mm}^4}$
 $= 26,87 \text{ N/mm}^2$

- Faktor keamanan AISI 1045
 $= \frac{S_y}{\sigma}$
 $= \frac{530 \text{ N/mm}^2}{26,87 \text{ N/mm}^2}$
 $= 19,72$

- $error = \left[\frac{\text{teori faktor keamanan} - \text{simulasi faktor keamanan}}{\text{teori faktor keamanan}} \right] \cdot 100\%$
 $= \left[\frac{19,72 - 4,3}{19,72} \right] \cdot 100\%$
 $= 0,781\%$

- Pehitungan Defleksi Material AISI 1045
 $\delta = \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I}$
 $\delta = \frac{637 \text{ N} \cdot 70^3 \text{ mm}^3}{48 \cdot 205000 \text{ N/mm}^2}$
 $= \frac{637 \cdot 343000}{9840000}$
 $= \frac{218491000}{9840000}$
 $= 22,20 \text{ mm}$

Tabel 4. Pemilihan *Mesh* Material *AISI 1045*

Ukuran <i>Mesh</i>	<i>FOS</i> Teori	<i>FOS</i> Simulasi	<i>Error</i>
90	19,72	4,7	0,851 %
80	19,72	4,6	0,845 %
70	19,72	4,3	0,781 %
60	19,72	4,2	0,787 %
50	19,72	4,1	0,792 %

- Faktor keamanan *Stainless Steel 201*

$$\begin{aligned}
 &= \frac{S_y}{\sigma} \\
 &= \frac{292 \text{ N/mm}^2}{26,87 \text{ N/mm}^2} \\
 &= 10,86
 \end{aligned}$$

error=

$$\begin{aligned}
 &\left[\frac{\text{teori faktor keamanan} - \text{simulasi faktor keamanan}}{\text{teori faktor keamanan}} \right] \\
 &\cdot 100\% \\
 &= \left[\frac{10,86 - 2,3}{10,86} \right] \cdot 100\% \\
 &= 0,78 \%
 \end{aligned}$$

- Pehitungan *Defleksi* Material *Stainless Steel 201*

$$\begin{aligned}
 \delta &= \frac{F.L^3}{48.E.I} \\
 \delta &= \frac{637 \text{ N} \cdot 70^3 \text{ mm}}{48 \cdot 207000 \text{ N/mm}^2} \\
 &= \frac{637 \cdot 343000}{9936000} \\
 &= \frac{218491000}{9936000} \\
 &= 21,98 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tabel 5. Pemilihan *Mesh* Material *Stainless Steel 201*

Ukuran <i>Mesh</i>	<i>FOS</i> Teori	<i>FOS</i> Simulasi	<i>Error</i>
90	10,86	2,7	0,87 %
80	10,86	2,6	0,85 %
70	10,86	2,3	0,78 %
60	10,86	2,2	0,79 %
50	10,86	1,7	0,90 %

Dari Tabel diatas, dapat diketahui bahwa ukuran mesh yang memiliki error yang paling kecil ialah mesh ukuran 70, sedangkan ukuran mesh 70 keatas tidak dipakai dikarenakan memiliki error yang lebih besar daripada nilai error mesh ukuran 70, jadi ukuran mesh yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 70.

Langkah Simulasi

- Pilih Simulation – lalu klik New Study - Klik kolom static terus klik ok.
- Melakukan *input jenis material* dengan cara pilih *icon apply* material kemudian pilih material *Stainless Steel 201* dan *AISI 1045*
- Melakukan input area *fixed geometry* dengan cara pilih *icon Fixtures Advisor* dan pilih *Fixed Geometry*. Kemudian pilihlah titik titik yang akan dijadikan sebagai tumpuan.
- Melakukan pemberian beban pada rangka dengan cara pilih *icon External Loads Advisor* dan pilih *icon Force*. Kemudian menambahkan beban 637 N dan menambahkan *gravity 9,8 m/s^2*
- Melakukan mesh dengan mengklik kanan *icon mesh* kemudian pilih *create mesh* pada rangka
- Menjalankan simulasi dengan cara pilih *icon Run This Study*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan data berupa angka dan gambar. Angka yang dimaksud adalah nilai tegangan, *displacement* dan faktor keamanan yang diperoleh dari uji statis secara simulasi. Berdasarkan hasil perhitungan *mesh* yang terdapat pada bab 3, penelitian ini menggunakan ukuran mesh 70. Hasil uji penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

Hasil Analisa Material *Stainless Steel 201*

Tabel 6. Hasil Uji Material *Stainless steel 201*

Tegangan (<i>stress</i>)	<i>Displacement</i>	Faktor Keamanan
Maksimum = 126,84 N/mm ² (Mpa) Minimum= 0 N/mm ² (Mpa)	0,07 mm	2,3

Tegangan (*stress*) maksimal *Stainless steel 201* sebesar 126,84 N/mm² (Mpa) dan nilai minimum tegangan (*stress*) material *Stainless steel 201* sebesar 0 N/mm² (Mpa). Nilai *displacement* material *Stainless steel 201* sebesar 0,07 mm. Material *Stainless steel 201* memiliki faktor keamanan sebesar 2,3.

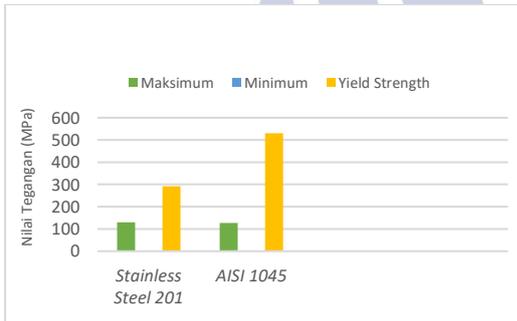
Hasil Analisa Material *Stainless Steel 201*

Tabel 7. Hasil Uji Material *AISI 1045*

Tegangan (<i>stress</i>)	<i>Displacement</i>	Faktor Keamanan
Maksimum = 123,35 N/mm ² (Mpa)	0,06 mm	4,3
Minimum = 0 N/mm ² (Mpa)		

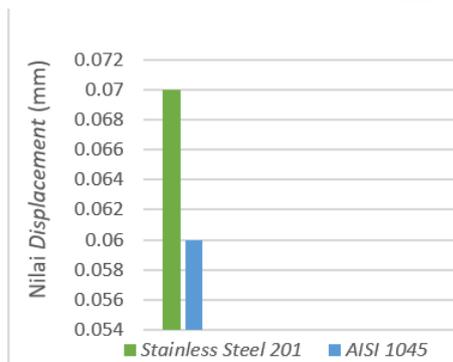
Tegangan (*stress*) maksimal *AISI 1045* sebesar 123,35 N/mm² (Mpa) dan nilai minimum tegangan (*stress*) material *AISI 1045* sebesar 0 N/mm² (Mpa). Nilai *displacement* material *AISI 1045* sebesar 0,06 mm. Material *AISI 1045* memiliki faktor keamanan sebesar 4,3.

Berdasarkan hasil diatas kemudian dibuatlah grafik untuk melihat perbandingan datanya. Berikut adalah grafik uji tegangan (*stress*), *displacement* dan faktor keamanan dari mesin pencampur ragi tempe dengan menggunakan material *stainless steel 201* dan *AISI 1045* :



Gambar 5. Diagram Hasil Uji Simulasi Tegangan (*stress*)

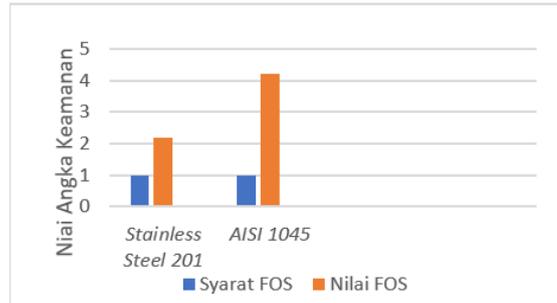
Warna hijau menunjukkan menunjukkan nilai maksimum tegangan, warna biru menunjukkan nilai minimum tegangan, dan warna jingga menunjukkan batas yield strength. Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai tegangan maksimum dari material *Stainless steel 201* dan material *AISI 1045* berada dibawah batas nilai yield strength kedua material.



Gambar 6. Diagram Hasil Uji Simulasi *Displacement*

Warna hijau menunjukkan menunjukkan nilai *displacement* material *Stainless Steel 201*, warna biru menunjukkan nilai *displacement* material *AISI 1045*. Pada

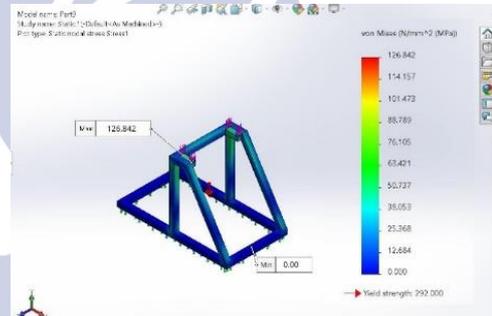
gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai nilai *displacement* material *Stainless Steel 201* bernilai 0,07 mm dan nilai *displacement* material *AISI 1045* bernilai 0,06 mm.



Gambar 7. Diagram Hasil Uji Faktor Keamanan

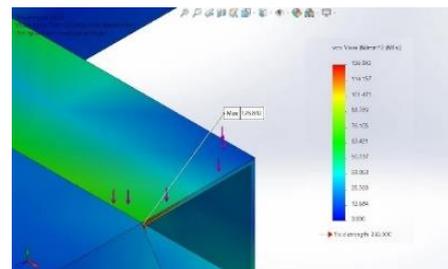
Warna biru menunjukkan nilai syarat minimum faktor keamanan, sedangkan warna jingga menunjukkan nilai faktor keamanan suatu material. Pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa nilai faktor keamanan dari material *Stainless Steel 201* dan material *AISI 1045* memenuhi syarat minimum faktor keamanan.

Tegangan dan Distribusi Tegangan (*Stress*) *Stainless Steel 201*



Gambar 8 Tegangan (*stress*) Material *Stainless Steel 201*

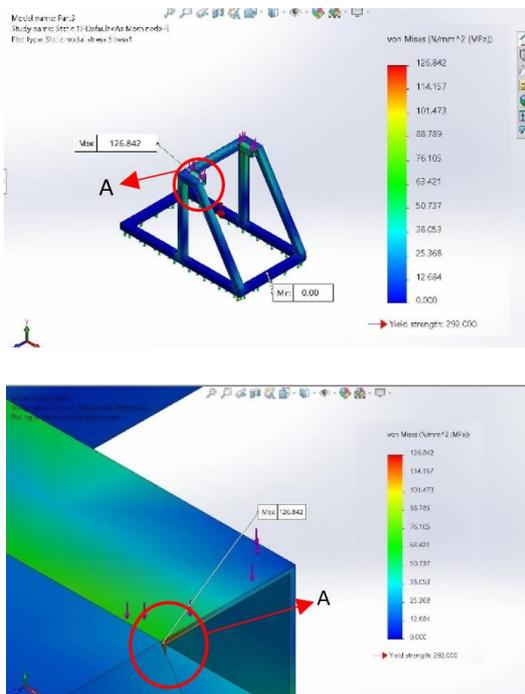
Tegangan (*stress*) adalah analisis yang menunjukkan luas area yang menerima beban gaya dengan pembagian luas bidang yang terkena tekanan, dari hasil analisis stress tersebut dapat diketahui dengan melihat perubahan warna yg terjadi. Pada uji tegangan (*stress*) nilai terbesar ditunjukkan pada gradasi warna paling merah, terkecil adalah warna paling biru. Sedangkan area dengan tegangan sedang adalah area dengan warna kuning kehijauan sampai dengan warna biru muda.



Gambar 9. Tegangan (*stress*) Maksimal Material *Stainless Steel 201*

Dapat dilihat pada gambar 8 dan gambar 9, hasil dari analisis simulasi tegangan (*stress*) dengan material Stainless Steel 201 didapat nilai tegangan maksimum sebesar 126,84 MPa yang ditandai dengan warna merah. Tegangan maksimum yang diperoleh tidak melebihi batas maksimum kekuatan material (*yield strength*) dimana batas maksimum kekuatan material Stainless Steel 201 sebesar 292 Mpa, maka material ini mampu menahan beban yang diberikan. Sedangkan tegangan minimum yang didapat sebesar 0 MPa ditandai dengan warna biru. Distribusi tegangan adalah konsep dalam teknik yang menggambarkan bagaimana tegangan (*stress*) terdistribusi di dalam suatu material atau struktur ketika terkena beban. Distribusi tegangan digunakan untuk menganalisis kekuatan dan kestabilan material. Berikut adalah distribusi tegangan rangka mesin pencampur ragi tempe dengan menggunakan material Stainless Steel 201:

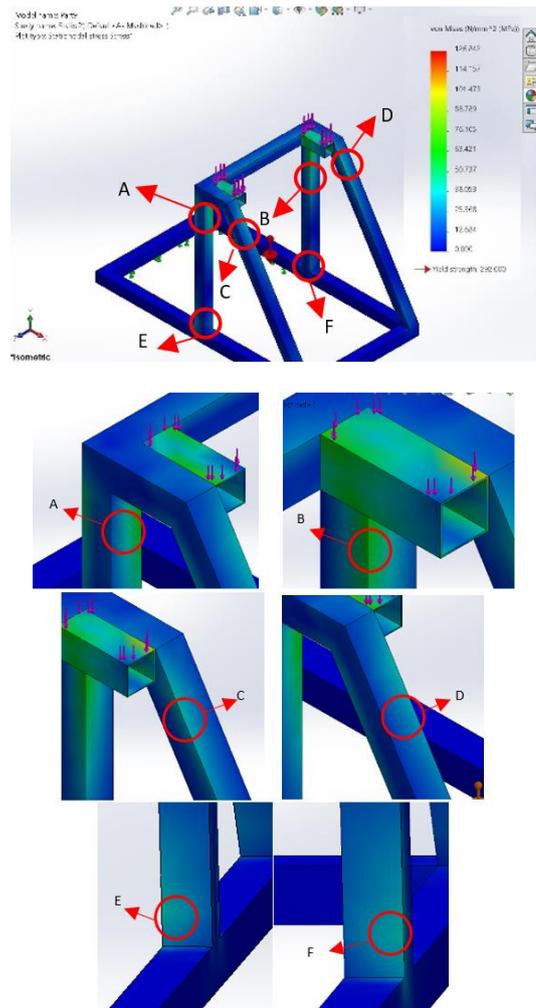
- Tegangan (*stress*) Terbesar



Gambar 10. Distribusi Nilai Tegangan (*stress*) Terbesar Stainless steel 201

Dapat dilihat pada gambar 10 yang terdapat lingkaran berwarna merah panah (A), tegangan (*stress*) terbesar yang ditandai dengan warna merah terjadi pada hollow yang langsung menerima beban mesin pencampur ragi tempe. Tegangan tersebut terletak pada hollow tumpuan beban, tegangan tersebut bernilai 126,842 MPa yang dapat dilihat pada diagram dengan warna merah, yang berarti pada area tersebut mengalami tegangan yang memiliki nilai tertinggi. Area tersebut adalah area yang rawan mengalami kegagalan akan tetapi tegangan pada area ini masih dikatakan aman karena masih dibawah nilai *yield strength* material Stainless steel 201 yaitu 292 MPa.

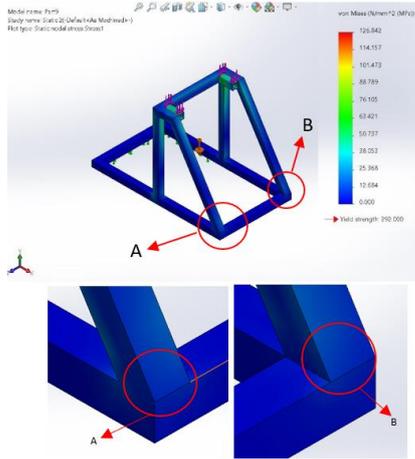
- Tegangan (*stress*) Sedang



Gambar 11. Distribusi Nilai Tegangan (*stress*) Sedang Stainless Steel 201

Dapat dilihat pada gambar 11 yang terdapat lingkaran berwarna merah, tegangan (*stress*) yang sedang yang ditandai dengan warna hijau-biru muda terjadi pada hollow penyangga lurus dapat dilihat pada panah (A), (B), (E), (F) dan miring dapat dilihat pada panah (C), (D) yang pada kedua area tersebut memiliki tegangan yang sedang dikarenakan mendistribusikan beban yang berada pada atasnya tetapi dua penyangga tersebut tidak langsung menerima beban dari mesin pencampur ragi tempe, pada bagian atas penyangga lurus memiliki tegangan yang lebih besar daripada penyangga lurus bagian bawah ini dikarenakan pada bagian atas tersebut lebih dekat dengan beban. Tegangan tersebut bernilai 38,053-88,789 MPa yang dapat dilihat pada diagram dengan warna hijau- biru muda yang berarti pada area tersebut mengalami tegangan yang sedang.

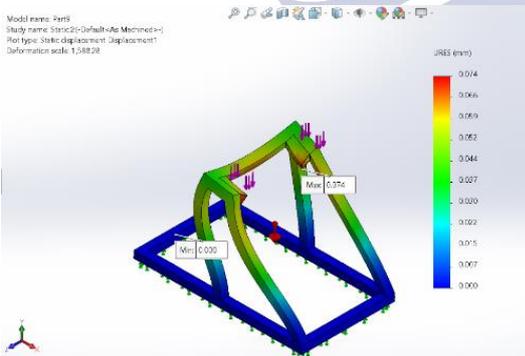
• Tegangan (*stress*) Kecil



Gambar 12 Distribusi Nilai Tegangan (*stress*) Kecil *Stainless Steel 201*

Dapat dilihat pada gambar 12 yang terdapat lingkaran berwarna merah, tegangan (*stress*) kecil yang ditandai dengan biru-biru gelap terjadi pada hollow penyangga miring bagian bawah dan alas rangka dapat dilihat pada panah (A), (B) pada kedua area tersebut memiliki tegangan yang kecil dikarenakan pada area tersebut mendistribusikan beban yang paling akhir sebelum sampai dasar. Pada bagian penyangga miring bagian bawah beban tersalurkan melalui bidang miring sehingga jumlah beban bisa berkurang. Tegangan pada bagian penyangga miring bagian bawah dan pada hollow bagian alas tersebut bernilai 0-25,368 MPa yang dapat dilihat pada diagram dengan biru-biru gelap yang berarti pada area tersebut mengalami tegangan yang kecil.

Displacement *Stainless Steel 201*



Gambar 13 *Displacement Material Stainless Steel 201*

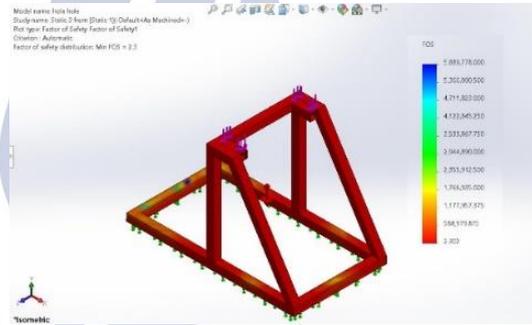
Hasil displacement maksimum pada rangka mesin pencampur ragi tempe dengan material *Stainless Steel 201* menghasilkan nilai displacement maksimum sebesar 0,07 mm ini dikatakan aman dikarenakan masih jauh dari angka perhitungan defleksi yaitu 21,98 mm ditandai dengan diagram berwarna merah dimana pada titik tersebut adalah area yang langsung menerima beban yang berarti area tersebut memiliki nilai displacement yang paling tinggi. Sedangkan nilai displacement minimum sebesar 0 mm ditandai dengan diagram berwarna biru yang berarti nilai

displacement pada area tersebut memiliki nilai yang sangat kecil, terletak pada area alas rangka.

Faktor Keamanan *Stainless steel 201*

Dalam diagram faktor keamanan terdapat warna warna yang memiliki arti warna merah memiliki arti bahwa di area tersebut memiliki nilai faktor keamanan yang lebih tinggi, sedangkan untuk warna kuning- hijau memiliki arti bahwa pada area tersebut memiliki nilai faktor keamanan yang sedang dan warna biru memiliki arti pada area tersebut memiliki nilai faktor keamanan yang kecil.

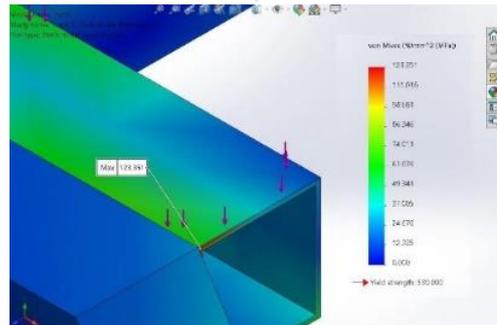
Hasil dari analisis simulasi faktor keamanan yang menggunakan software solidworks pada rangka mesin pencampur ragi tempe dengan menggunakan *Stainless steel 201* didapat nilai faktor keamanan sebesar 2,3. Dapat dilihat pada gambar 14 pada area yang rawan mengalami kegagalan seperti area yang bersentuhan langsung dengan beban dan area batang penyangga berwarna merah ini berarti pada area tersebut memiliki nilai faktor keamanan 2,3 dimana nilai tersebut memenuhi syarat faktor keamanan dimana syarat minimumnya sebesar 1. Maka rangka dengan material *Stainless steel 201* ini aman untuk digunakan.



Gambar 14. Nilai faktor keamanan material *Stainless Steel 201*

Tegangan dan Distribusi Tegangan (*Stress*) *AISI 1045*

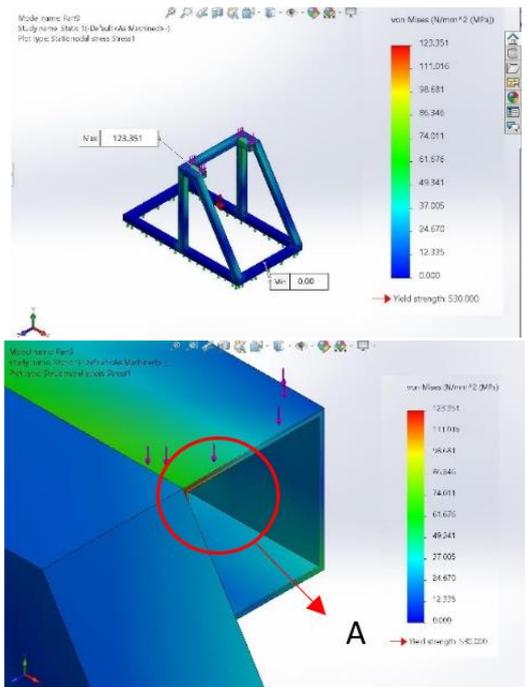
Tegangan (*stress*) adalah analisis yang menunjukkan luas area yang menerima beban gaya dengan pembagian luas bidang yang terkena tekanan, dari hasil analisis stress tersebut dapat diketahui dengan melihat perubahan warna yg terjadi. Pada uji tegangan (*stress*) nilai terbesar ditunjukkan pada gradasi warna paling merah, terkecil adalah warna paling biru. Sedangkan area dengan tegangan sedang adalah area dengan warna kuning kehijauan atau hijau biru muda.



Gambar 15 Tegangan (*stress*) Material *AISI 1045*

Hasil dari analisis simulasi tegangan (*stress*) dengan material AISI 1045 didapat nilai tegangan maksimum sebesar 123,35 MPa yang ditandai dengan warna merah. Tegangan maksimum yang diperoleh tidak melebihi batas maksimum kekuatan material (*yield strength*) dimana batas maksimum kekuatan material AISI 1045 sebesar 530 Mpa, maka material ini mampu menahan beban yang diberikan. Sedangkan tegangan minimum yang didapat sebesar 0 MPa ditandai dengan warna biru. Distribusi tegangan adalah konsep dalam teknik yang menggambarkan bagaimana tegangan (*stress*) terdistribusi di dalam suatu material atau struktur ketika terkena beban. Distribusi tegangan digunakan untuk menganalisis kekuatan dan kestabilan material. Berikut adalah distribusi tegangan rangka mesin pencampur ragi tempe dengan menggunakan material AISI 1045:

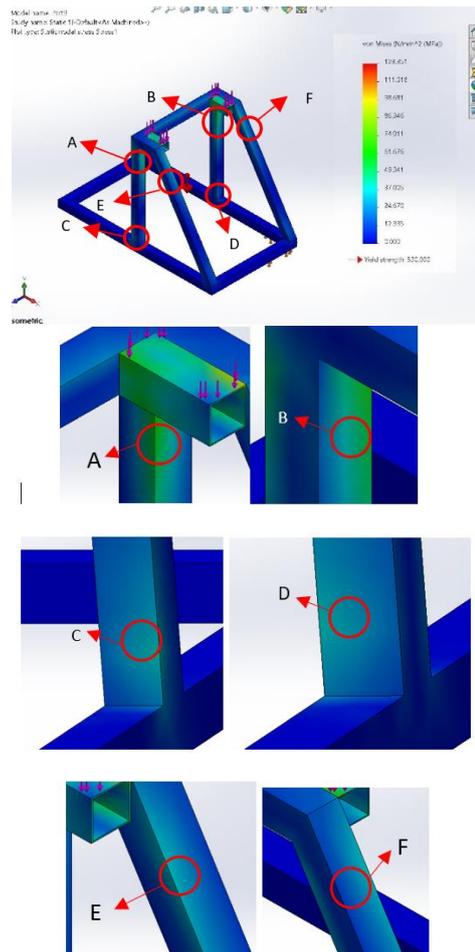
- Tegangan (*stress*) Terbesar



Gambar 16. Distribusi Nilai Tegangan (*stress*) Terbesar AISI 1045

Dapat dilihat pada gambar 4.15 yang terdapat lingkaran berwarna merah, tegangan (*stress*) terbesar yang ditandai dengan warna merah terjadi pada hollow yang langsung menerima beban mesin pencampur ragi tempe dapat dilihat pada panah (A). Tegangan tersebut terletak pada hollow tumpuan beban, tegangan tersebut bernilai 123,351 MPa yang dapat dilihat pada diagram dengan warna merah, yang berarti pada area tersebut mengalami tegangan yang tinggi. Area tersebut adalah area yang rawan mengalami kegagalan akan tetapi tegangan pada area ini masih dikatakan aman karena masih dibawah nilai *yield strength* material AISI 1045 yaitu 530.

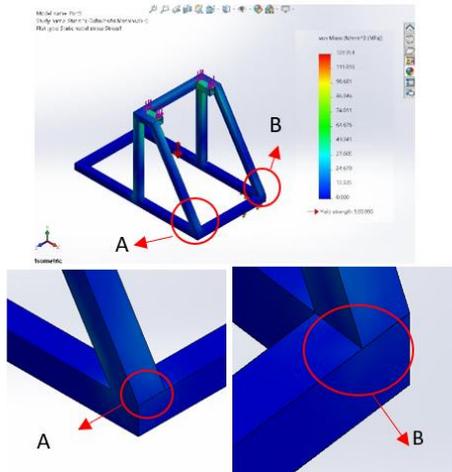
- Tegangan (*stress*) Sedang



Gambar 17 Distribusi Nilai Tegangan (*stress*) Sedang AISI 1045

Dapat dilihat pada gambar 17 yang terdapat lingkaran berwarna merah tegangan (*stress*) yang sedang yang ditandai dengan warna hijau-biru muda terjadi pada hollow penyangga lurus ditunjukkan dengan panah (A), (B), (C), (D) dan miring ditunjukkan dengan panah (E), (F) yang pada kedua area tersebut memiliki tegangan yang sedang dikarenakan mendistribusikan beban yang berada pada atasnya tetapi dua penyangga tersebut tidak langsung menerima beban dari mesin pencampur ragi tempe, pada bagian atas penyangga lurus memiliki tegangan yang lebih besar daripada penyangga lurus bagian bawah ini dikarenakan pada bagian atas tersebut lebih dekat dengan beban. Tegangan tersebut bernilai 37,005-86,346 MPa yang dapat dilihat pada diagram dengan warna hijau- biru muda yang berarti pada area tersebut mengalami tegangan yang sedang.

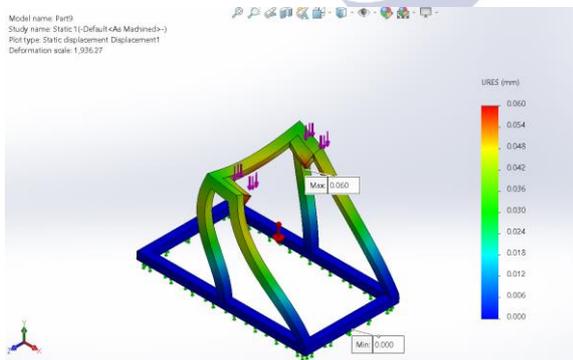
- Tegangan (*stress*) Kecil



Gambar 18 Distribusi Nilai Tegangan (*stress*) Kecil AISI 1045

Dapat dilihat pada gambar 18 yang terdapat lingkaran berwarna merah tegangan (*stress*) kecil yang ditandai dengan biru-biru gelap terjadi pada hollow penyangga miring bagian bawah dan alas rangka ditunjukkan dengan panah (A), (B) pada kedua area tersebut memiliki tegangan yang kecil dikarenakan pada area tersebut mendistribusikan beban yang paling akhir sebelum sampai dasar. Pada bagian penyangga miring bagian bawah beban tersalurkan melalui bidang miring sehingga jumlah beban bisa berkurang. Tegangan pada bagian penyangga miring bagian bawah dan pada hollow bagian alas tersebut bernilai 0-24,670 MPa yang dapat dilihat pada diagram dengan biru-biru gelap yang berarti pada area tersebut mengalami tegangan yang kecil.

Displacement AISI 1045



Gambar 19 Displacement Material AISI 1045

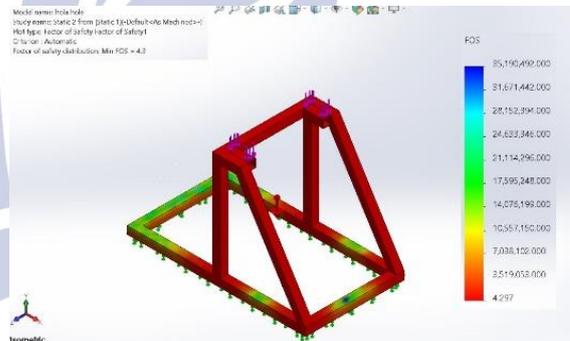
Hasil displacement maksimum pada rangka mesin pencampur ragi tempe dengan material AISI 1045 menghasilkan nilai displacement maksimum sebesar 0,07 mm ini dikatakan aman dikarenakan masih jauh dari angka perhitungan defleksi yaitu 22,20 mm ditandai dengan diagram berwarna merah dimana pada titik tersebut adalah area yang langsung menerima beban yang berarti area tersebut memiliki nilai displacement yang paling tinggi. Sedangkan nilai displacement minimum sebesar 0 mm

ditandai dengan diagram berwarna biru yang berarti nilai displacement pada area tersebut memiliki nilai yang sangat kecil, terletak pada area alas rangka.

Faktor Keamanan AISI 1045

Dalam diagram faktor keamanan terdapat warna warna yang memiliki arti warna merah memiliki arti bahwa di area tersebut memiliki nilai faktor keamanan yang lebih tinggi, sedangkan untuk warna kuning- hijau memiliki arti bahwa pada area tersebut memiliki nilai faktor keamanan yang sedang dan warna biru memiliki arti pada area tersebut memiliki nilai faktor keamanan yang kecil.

Hasil dari analisis simulasi faktor keamanan yang menggunakan software solidworks pada rangka mesin pencampur ragi tempe dengan menggunakan AISI 1045 didapat nilai faktor keamanan sebesar 4,3 dengan warna merah yang berarti memiliki nilai faktor keamanan yang besar. Dapat dilihat pada gambar 4.11 pada area yang rawan mengalami kegagalan seperti area yang bersentuhan langsung dengan beban dan area batang penyangga berwarna merah ini berarti pada area tersebut memiliki nilai faktor keamanan 4,3 dimana nilai tersebut memenuhi syarat faktor keamanan dimana syarat minimumnya sebesar 1. Maka rangka dengan material AISI 1045 ini aman untuk digunakan.



Gambar 20 Nilai faktor keamanan material AISI 1045

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil dari analisa kekuatan material rangka yang telah dilakukan secara simulasi menggunakan software *solidwork* 2020, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Nilai uji simulasi tegangan (*stress*) maksimum material *Stainless steel* 201 yaitu 126,84 Mpa. Nilai uji simulasi *displacement* maksimum material *Stainless steel* 201 yaitu 0,07 mm. Sedangkan nilai uji simulasi faktor keamanan material *Stainless steel* 201 yaitu 2,3. Berdasarkan hasil tersebut material *Stainless Steel* 201 dapat dikatakan aman dan layak digunakan, hal ini dikarenakan nilai tegangannya masih dibawah dari nilai tegangan izin (*yield strength*) material tersebut, nilai *displacement* nya lebih kecil dari

nilai perhitungan *defleksi max* serta nilai faktor keamanan lebih besar daripada 1,0.

- Nilai uji simulasi tegangan (*stress*) maksimum material *AISI 1045* yaitu 123,35 Mpa. Nilai uji simulasi *displacement* maksimum material *AISI 1045* yaitu 0,06 mm. Sedangkan nilai uji simulasi faktor keamanan material *AISI 1045* yaitu 4,3. Berdasarkan hasil tersebut material *AISI 1045* dapat dikatakan aman dan layak digunakan, hal ini dikarenakan nilai tegangannya masih dibawah dari nilai tegangan izin (*yield strength*) material tersebut, nilai *displacement* nya lebih kecil dari nilai perhitungan *defleksi max* serta nilai faktor keamanan lebih besar daripada 1,0.
- Distribusi tegangan material *Stainless Steel 201* didapat nilai tegangan terbesar 126,84 MPa terjadi pada hollow yang paling dekat dengan beban, tegangan tersebut ditandai warna merah. Tegangan yang bernilai sedang 38,05-88,78 MPa terjadi pada hollow penyangga lurus dan miring hal itu dikarenakan rangka tersebut tidak langsung menerima beban tetapi hanya mendistribusikannya, tegangan tersebut ditandai warna hijau-biru muda. Tegangan yang paling kecil 0-25,36 MPa terjadi pada hollow penyangga miring bagian bawah dan alas rangka hal itu dikarenakan pada area tersebut mendistribusikan beban yang paling akhir sebelum sampai dasar, tegangan tersebut ditandai warna biru-biru gelap.
- Distribusi tegangan material *AISI 1045* didapat nilai tegangan terbesar 123,35 MPa terjadi pada hollow yang paling dekat dengan beban, tegangan tersebut ditandai warna merah. Tegangan yang bernilai sedang 37,053-86,34 MPa terjadi pada hollow penyangga lurus dan miring hal itu dikarenakan rangka tersebut tidak langsung menerima beban tetapi hanya mendistribusikannya, tegangan tersebut ditandai warna hijau-biru muda. Tegangan yang paling kecil 0-24,67 MPa terjadi pada hollow penyangga miring bagian bawah dan alas rangka hal itu dikarenakan pada area tersebut mendistribusikan beban yang paling akhir sebelum sampai dasar, tegangan tersebut ditandai warna biru-biru gelap.

Saran

Berdasarkan hasil analisa kekuatan material pada rangka mesin pencampur ragi tempe yang dilakukan secara simulasi ini masih belum sempurna, oleh karna itu diharapkan adanya perubahan dan pengembangan dipenelitian selanjutnya. Beberapa saran yang dapat disampaikan diantaranya sebagai berikut:

- Untuk hasil lebih maksimal, perlu dilakukan uji dinamis rangka mesin pencampur ragi pada penelitian selanjutnya

agar dapat diketahui hasil uji kekuatan ketika mesin tersebut bekerja

- Gunakan material *Stainless steel 201* untuk mengurangi biaya produksi karena harganya lebih murah daripada *AISI 1045* dan memiliki warna yang mengkilap sehingga tidak memerlukan proses pengecatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar. (2012). Metode Elemen Hingga Merupakan Cara Yang Sangat Baik Dalam Menentukan Tegangan Dan Defleksi. 12-16.
- Anggraini, R. (2016). Analisis Frekuensi Optimum Pengujian Horizontal Fatigue Pada Berbagai Rangka Sepeda tipe Trekking dengan Metode Elemen hingga. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Bagus, A. M. (2018, November 26). Mesin Cah Bagus . Retrieved from Mesin Cah Bagus Web site: <https://mesincahbagus.com/2018/11/26/p-roduk-mesin-pencampur-ragi/>
- Dendy, M. A., & Bakar, H. A. (2015). Analisis Kekuatan Struktur Landing Skid Akibat Impact Saat Landing Dengan Variasi Beban Pada Helikopter Synergy N9. 35-45.
- Fuad, M. A. (2015). Analisis Defleksi Rangka Mobil Listrik Berbasis Angkutan Massal Menggunakan Metode Elemen Hingga.
- Furqoni, I. (2022). Analisis Kekuatan Rangka Mesin Perontok Padi Menggunakan Solidworks 2019. Bukit Tinggi.
- Gian, R. (2019). PT. Global Indo Jaya Abadi. Retrieved from <https://ptgaja.com/stainless-steel-201/>
- Gunawan, I. (2009). Perencanaan Mesin dan Analisa Statik Rangka Mesin.
- Hardiansyah, I. W. (2021). Penerapan Gaya Gesek Pada Kehidupan Manusia. *Jurnal Pendidikan Ipa*, 70-73.
- Harrel, C. G. (2004). *Simulation Using Promodel*.
- Isworo, F. (2018). Mekanika Kekuatan Material I . Buku Ajar.
- Kamiran, V. R. (2015). Simulasi Perpindahan Panas pada Lapisan Tengah Pelat Menggunakan Metode Elemen Hingga. A 13- A18.
- Mubarok, S. (2019). Pengaruh Variasi Material Dan Beban Terhadap Tegangan Dan Faktor Keamanan Pada Desain Pencakar Inner Puller Bearing Berbasis Simulasi Menggunakan Solidworks.
- Muhamad Fahmi, A. d. (2022). Analisis Kekuatan Rangka Mesin Pengupas Kulit Kopi Menggunakan Software SolidWorks Dengan

- Metode Elemen Hingga . 65-76.
- Muhammad Alfarhan Ficki, K. N. (2022). Simulasi Beban Rangka Pada Mesin Penggiling Sekam Padi. 44-52.
- Mulyati. (2011). Bahan Ajar Statika. Padang: Institut Teknologi Padang.
- Murdiana, F., Suhendra, B., & Hanifi, R. (2023). Analisis Variasi Waktu Pada Stainless Steel 201 Terhadap Kekuatan Tarik Dengan Menggunakan Mesin Spot Welding. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 1-6.
- Nadila, A. (2020). Miskonsepsi Peserta Didik Menggunakan Certainty Of Responese Index (CRI) Pada Material Hukum Newton Tentang Gerak Di SMA Negeri 1 Darul Imarah. Banda Aceh.
- Romadoni. (2022). Analisa Simulasi Kekuatan Rangka Mesin Pelet Ikan Menggunakan Solidworks 2019.1-48.
- Rozik, M. A. (2020). Perancangan Dan Analisa Kekuatan Rangka. 1-9.
- Septi, L. S., & Tara, P. D. (2020). Proses Pembuatan Tempe Home Industry Berbahan Dasar Kedelai (*Glycine max (L.) Merr*) Dan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris L.*) Di Candiwesi, Salatiga. *Southeast Asian Journal of Islamic Education*, 59-76.
- Setiawan, R., Sugiyanto, D., & Daryus, A. (2022). Analisis Simulasi Kekuatan Dan Pembuatan Rangka. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 58-66.
- Siahaan, M. Y. (2020). Kekuatan Lengkung Bending (Lengkung Material). medan .
- Sugiyono. (2014). Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Surya, A. M., & Wiwin, A. (2017). Rancang Bangun Mesin Pencampur Kedelai Dengan Kapang (Ragi Tempe) Pada Industri Rumahan Di Daerah Kota Mataram *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 316-320.
- Wibawa, L. A. (2019). Desain dan Analisis Kekuatan Rangka Meja Kerja (Workbench) Balai Lapan Garut Menggunakan Metode Elemen Hingga . *Jurnal Teknik Mesin*, 13-17.
- Wisnujati, A. (2019). Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Mesin Pengupas Kulit Ari Kedelai Jenis *Screw* Pada Industri Kecil Tempe . 9-12.
- Yokki Sinuraya, O. S. (2021). Rancang Bangun Mesin Pengupas Kulit Ari Kacang Kedelai Kapasitas 40 Kg/Jam. 67-72.
- Yoritama, Nurhasan, & Hatmaka. (2010). Perencanaan Pembangunan Rusunawa Paspampres Cikeas, Bogor
- (*Planning Construction Structure of Rusunawa Paspampres at Cikeas, Bogor*). Semarang.