

Analisis Pembebanan Statis terhadap Rangka Mesin Alat Pengaduk untuk Adonan Donat menggunakan Software FEA

Sandy Suryady¹, Agung Dwi Sapto¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma

E-mail: sandy22@gunadarma.ac.id

Abstrak-- Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk menunjang proses produksi skala besar agar proses adonan tersebut dilakukan analisa pada rangka mesin, sehingga dapat mempercepat produksi donat dalam skala besar untuk mempercepat produksi donat. Penelitian ini untuk Analisa design rangka alat pengaduk adonan donat menggunakan software FEA. Analisis beban statis pada rangka Alat Pengaduk adonan donat menggunakan software FEA. Material Galvanize steel yang mempunyai nilai yield stress 203 MPa, sedangkan perhitungan software didapat von mises 54,136 MPa dan perhitungan manual 69,864 MPa. Sedangkan material stainless steel memiliki nilai yield strength 332 MPa, dengan nilai von mises 95,656 MPa dan perhitungan manual 172,339 MPa. Hasil dari analisis rangka Alat Pengaduk Adonan donat dengan perhitungan teori mendapatkan angka dari hasil von misses 54,136MPa, displacement 0,17 mm yang menggunakan material galvanis steel. Sedangkan untuk material stainless steel besar nilai displacement sebesar 1,3 mm untuk hasil simulasi dan 2,4 untuk perhitungan manual. Safety factor yang didapat pada analisis dengan menggunakan software FEA dan perhitungan teoritis bahwa rangka Alat Pengaduk Adonan donat menggunakan material Galvanize steel dan mendapatkan nilai Safety Factor 2,12 dengan perhitungan manual dan 2,81 yang dihitung menggunakan simulasi software. Sedangkan untuk material stainless steel sebesar 1.8 yang dihitung secara manual dan 2,81 yang dihitung menggunakan software.

Kata kunci: Von Mises, Safety Factor, Displacement

Abstract--Advances in science and technology to support large-scale production processes so that the dough process is analyzed on the machine frame, so as to accelerate the production of donuts on a large scale to accelerate the production of donuts. This research is for the analysis of the frame design of the doughnut dough kneading tool using FEA software. Static load analysis on the doughnut dough kneading tool frame using FEA software. Galvanize steel material has a yield stress value of 203 MPa, while the software calculation obtained von mises 54,136 MPa and manual calculation 69,864 MPa. While the stainless steel material has a yield strength value of 332 MPa, with a von mises value of 95,656 MPa and manual calculation of 172,339 MPa. The results of the frame analysis of the doughnut doughnut kneading tool with theoretical calculations obtained a figure from the von misses result of 54.136MPa, displacement of 0.17 mm using galvanized steel material. As for the large stainless steel material, the displacement value is 1.3 mm for simulation results and 2.4 for manual calculations. Safety factor obtained in the analysis using FEA 2017 software and theoretical calculations that the doughnut doughnut kneading tool frame uses Galvanize steel material and gets a Safety Factor value of 2.12 with manual calculations and 2.81 which is calculated using software simulation. As for the stainless steel material, 1.8 is calculated manually and 2.81 is calculated using software.

Keywords: Von mises, Safety Factor, Displacement

1. PENDAHULUAN

Adonan donat adalah salah satu jenis makanan tradisional yang sudah dikenal masyarakat [1]. Jenis makanan ini yang sering di gerami oleh masyarakat Indonesia [2]. Makanan ini terkadang memiliki perbedaan di setiap daerah. Sebagai contoh, masyarakat Jawa umumnya menyebutnya sebagai jenang yang sering dibuat hanyapada acara-acara tertentu seperti khitanan atau acara pernikahan [3]. Di beberapa daerah, adonan

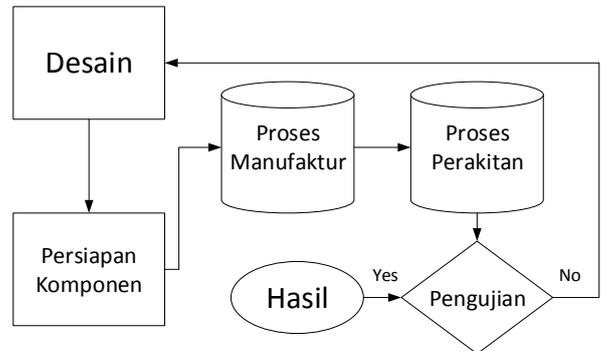
donat memiliki cita rasa yang berbeda-beda tergantung pada bahan dasar yang digunakan. Walaupun demikian, proses pembuatannya tidak jauh berbeda. Artinya, prinsip yang digunakan dalam membuat adonan donat sama. Adonan donat banyak diminati masyarakat karena disamping rasanya yang enak, bahan dasar pembuatannya pun sangat tersedia. Oleh karena itu, tidak mengherankan jika mayoritas masyarakat Indonesia tidak asing lagi dengan makan jenis ini [4].

Secara umum, untuk keperluan komersil adonan donat biasanya diproduksi oleh kelompok usaha tingkat bawah hingga menengah. Hal ini didasarkan pada produksinya masih dalam skala yang kecil hingga skala menengah. Keterbatasan ini salah satu faktornya adalah tenaga yang dibutuhkan dalam memproduksi adonan donat itu sendiri. Mayoritas adonan donat diproduksi dengan bantuan tenaga manusia yang proses pengadukannya secara manual. Proses ini tentunya memiliki beberapa kelemahan yang menjadi masalah dalam membuat adonan donat itu sendiri [3]. Misalnya, keterbatasan tenaga manusia yang digunakan untuk proses pengadukan. Artinya, pada kondisi tertentu proses pengadukan tidak sama sehingga berdampak pada tidak meratanya tingkat kematangan adonan donat.

Pada bagian tertentu sudah matang, bahkan hangus, namun pada bagian yang lain masih mentah. Hal ini akan mempengaruhi kualitas produk adonan donat yang dihasilkan seperti teksturnya, aroma, juga rasanya pun berbeda. Selain itu, penggunaan tenaga manusia juga membutuhkan waktu yang cukup lama dan relatif berbeda-beda. Salah satu faktornya adalah tingkat pengapian yang tidak merata dan tetap karena kebanyakan masih menggunakan kayu sebagai bahan bakar [5]. Sehingga api yang digunakan untuk memasak adonan donat sulit dikontrol [6]. Akhirnya mempengaruhi kualitas dan tingkat kematangan adonan donat. Untuk mengatasi berbagai masalah di atas, diperlukan adanya alat/mesin yang dapat menjadi alternatif untuk membuat adonan donat. Alat/mesin ini diharapkan mampu menggantikan peran manusia dalam pengadukan saat membuat adonan donat [7]. Dengan demikian, alat/mesin tersebut dapat menunjang produksi adonan donat yang berkualitas, baik dari segi kematangan, aroma, dan cita rasa [2]. Dalam Penelitian lainnya [8] Studi perancangan mesin pencacah limbah plastik dengan simulasi Solidworks, ukuran rangka 591x483x550 mm. Perancangan ini menggunakan besi hollow ASTM A36 30x30x1 mm. Penelitian ini mengevaluasi rangka mesin, faktor keamanan, membandingkan hasil simulasi dengan perhitungan aktual. Simulasi menunjukkan tegangan (von Mises) maksimum 24,05 MPa, displacement regangan maksimum 0,25 mm, safety factor 10,39. Selisih perhitungan manual dan simulasi: 0,5% von Mises, 0,2% displacement, 1,1% safety factor.

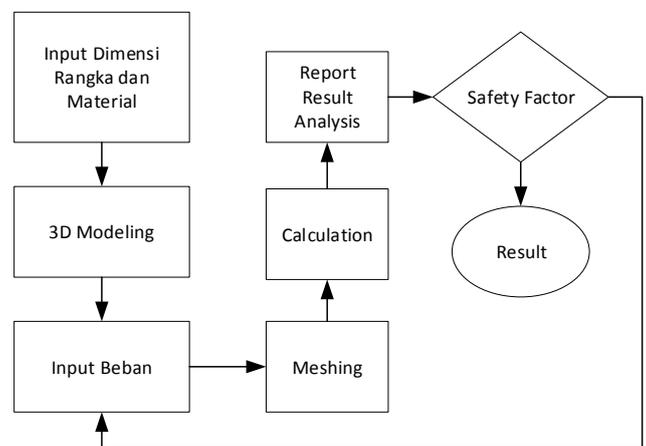
2. METODOLOGI

Berikut ini merupakan proses perancangan awal pembuatan rangka mesin pengaduk adonan donat dimana tahapan perancangan meliputi perancangan rangka hingga menganalisa kinerja dari perancangan alat pengaduk donat dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart perancangan rangka pengaduk adonan donat

Pada Gambar 1 menunjukkan Alur proses dari awalnya pembuatan desain sampai ke pengujian sehingga dapat hasil yang diinginkan. Kemudian dalam Diagram Alir untuk Analisis dan Simulasi Pembebanan Statis Rangka Mesin Pengaduk adonan donat Menggunakan Software FEA adalah:



Gambar 2. Flowchart simulasi menggunakan Software FEA.

Dalam Gambar 2 membuat dari hasil desain yang nantinya dilakukan secara bertahap dari awalnya Input dimensi dan lainnya sampai mendapatkan hasil Safety Factor yang di cari.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Beban Statis Dengan Software FEEA

Hasil perhitungan manual dan hasil perhitungan dengan menggunakan software ini bertujuan untuk melihat kesalahan dalam perhitungan di kedua metode perhitungan tersebut. Sebagai pendukung dari hasil perhitungan yang dilakukan, maka perhitungan secara manual ini amatlah penting untuk memastikan selisih kesalahan dari kedua perhitungan. Karena perhitungan dikomputer hanya proses pendekatan ke jawaban yang tepat sedangkan perhitungan secara manual ini menggunakan rumus persamaan dasar dari tegangan, regangan dan faktor keamanan untuk menentukan *von mises*, *displacement* dan *safety factor* rangka yang di analisis.

Perhitungan Beban Statis Secara Teori

Setelah hasil simulasi *software* didapat maka untuk mengetahui apakah hasil *software* ada kesalahan dalam perhitungan, maka dilakukan perhitungan manual berdasarkan rumus-rumus perhitungan yang ada. Apabila hasil perhitungan manual dengan simulasi *software* berbeda jauh, maka ada kesalahan dalam desain rangka baik dari peletakan *constrain*, *force* dan material. Hasil perhitungan teori tidak harus tepat dengan hasil simulasi *software*, setidaknya hanya mendekati dengan hasil simulasi *software*.

Berdasarkan gambar teknik ,maka rangka yang digunakan yaitu hollow *galvanis steel* dan *stainless steel* berbentuk persegi dan total beban keseluruhan yang ditopang rangka Alat Pengaduk Adonan donat adalah 26 kg, sehingga

Diketahui :

Massa (*m*) = 26 kg

Gaya gravitasi (*g*) = 9.81 m/s

Maka gaya pembebanan dapat dihitung menggunakan persamaan 1:

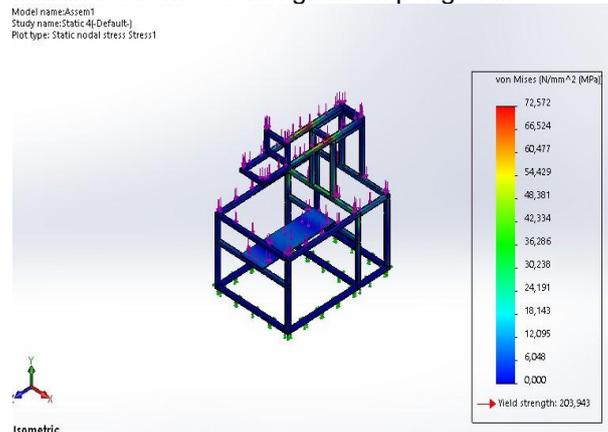
$$\begin{aligned}
 F &= m \times g && (1) \\
 &= 26 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s} \\
 &= 255.06 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Von Mises Stress Pada Software

Von Mises Stress adalah kumpulan beberapa gaya pada suatu permukaan benda (rangka). Semakin sempit luasan permukaan namun gaya tetap, maka tegangan semakin besar. Tegangan pada rangka dengan material *galvanis steel* terbesar ditunjukkan pada

gradiasi warna paling merah yaitu 72,572 MPa. Sedangkan area dengan tegangan sedang dapat di tunjukan dengan gradiasi warna kuning,hijau dan biru muda.

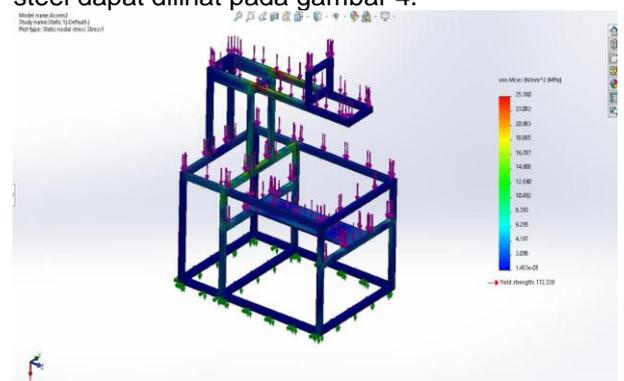
Pada rangka Alat Pegaduk Adonan donat disini, tegangan dengan material *galvanis steel* terbesar senilai 30,238 MPa terjadi pada bagian sambungan siku kaki rangka Pengaduk Adonan donat, hal ini dikarenakan penumpu berat motor dan gearbox pengaduk.



Gambar 3. Hasil *Von Mises Stress* pada rangka Alat Pengaduk Adonan Donat dengan material *galvanis steel*

Gambar 3 menunjukkan hasil dari simulasi *Von mises* yang sudah dilakukan dimana mendapatkan nilai yield strength 203,943 dengan nilai tertinggi *Von mises* 72,572 MPa.

Sedangkan pada rangka Alat Pegaduk Adonan donat dengan material *stainless steel*, tegangan terbesar senilai 30,238 MPa terjadi pada bagian sambungan siku kaki rangka Pengaduk Adonan donat. Gambar tegangan pada rangka menggunakan material *stainless steel* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil *Von Mises Stress* pada rangka Alat Pengaduk Adonan Donat dengan material *stainless steel*

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai *Von mises* mempunyai batas minimal 1,453 10-5 dan maksimal 23,08 serta memiliki yield strength 172,339.

Von Mises Stress Pada Perhitungan Teori

Von mises stress yaitu permukaan benda yang terkena tegangan akibat pemberian beban. Pada rangka Alat Pengaduk Adonan donat terjadi tegangan yang diakibatkan oleh beban yang diterima adalah 255.06 N.

Perhitungan luas Von mises stress yaitu permukaan benda yang terkena tegangan akibat pemberian beban. Pada rangka alat pengaduk adonan donat terjadi tegangan yang diakibatkan oleh beban yang diterima dari ketiga area adalah 255.06 N. Dikarenakan ada dua bagian persegi dalam rangka tersebut, maka dilakukansatu perhitungan tegangan geser, dimana beban rangka disini terdistribusi pada rangka utama yang luas penampangnya adalah 700 mm x 500 mm. Perhitungan luas permukaan dengan menggunakan persamaan 2.

$$A = p \times l \tag{2}$$

$$= 700 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$$

$$= 350000 \text{ mm}^2$$

Setelah ditemukan nilai luas permukaan pada rangka, maka perhitungan selanjutnya adalah mencari nilai tegangan geser pada rangka tersebut. Untuk menghitung nilai von mises maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan tegangan geser dan tegangan normal. Untuk perhitungan tegangan geser dilakukan dengan rumus sebagai berikut. Perhitungan tegangan geser dengan menggunakan persamaan 3.

$$\tau_{xy} = \frac{M}{2.A.b} \tag{3}$$

Keterangan :

M = Momen yang terjadi (N.mm)

A = Luas penampang siku (mm²)

b = Tebal pelat yang digunakan (mm)

$$\tau_{xy} = \frac{255.06 \text{ N} \times 500 \text{ mm}}{2 \times 350000 \times 2 \text{ mm}}$$

$$\tau_{xy} = \frac{127530 \text{ Nmm}}{2 \times 350000 \times 2 \text{ mm}}$$

$$\tau_{xy} = 0.091 \text{ N/mm}^2$$

Setelah didapat nilai tegangan geser, maka dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai dari tegangan normal. Sebelum menemukan nilai dari tegangan normal maka terlebih dahulu mencari nilai persamaan titik berat bentuk persegi pada rangka. Perhitungan untuk mencari nilai persamaan

titik berat bentuk persegi dengan persamaan 4.

$$c = \frac{h}{2} \tag{4}$$

$$c = \frac{20}{2}$$

$$c = 10 \text{ mm}$$

Perhitungan Momen Inersia dapat dihitung menggunakan persamaan 5 yaitu :

$$I = \frac{b.h^3}{12} \tag{5}$$

$$I = \frac{20 \text{ mm} \times (20 \text{ mm})^3}{12}$$

$$I = 13333.33 \text{ mm}^4$$

Perhitungan Tegangan Normal Dan nilai tegangan permukaan/normal dengan persamaan 6.

$$\sigma_t = \frac{M.c}{I} \tag{6}$$

$$\sigma_t = \frac{127530 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 10 \text{ mm}}{13333.33 \text{ mm}^4}$$

$$\sigma_t = 95.64 \text{ MPa}$$

$\sigma_t = \sigma_x$ Maka didapat nilai σ_x sebesar 95.64 MPa

Hasil dari tegangan geser dan tegangan normal akan digunakan dalam persamaan tegangan von mises, adapun persamaan 7 yang digunakan.

$$\sigma_{max} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2} \tag{7}$$

Keterangan :

σ_{max} = Gaya normal maksimal yang bekerja

σ_x = Gaya yang bekerja pada sumbu x

σ_y = Gaya yang bekerja pada sumbu y

τ_{xy} = Tegangan Geser Dimana $\sigma_t = \sigma_x$ dan $\sigma_y = 0$

Maka untuk tegangan von mises maksimum adalah.

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

$$\sigma_{max} = \frac{95.64 + 0}{2} + \sqrt{\left(\frac{95.64 + 0}{2}\right)^2 + (0.091)^2}$$

$$\sigma_{max} = 47.824 \text{ MPa} + 47.832 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{max} = 95,656 \text{ MPa}$$

Hasil tegangan von mises maksimal sebesar 95,656 MPa, maka persentase galat hasil perhitungan manual dengan hasil perhitungan software adalah sebagai berikut. adapun persamaan 8 yang digunakan.

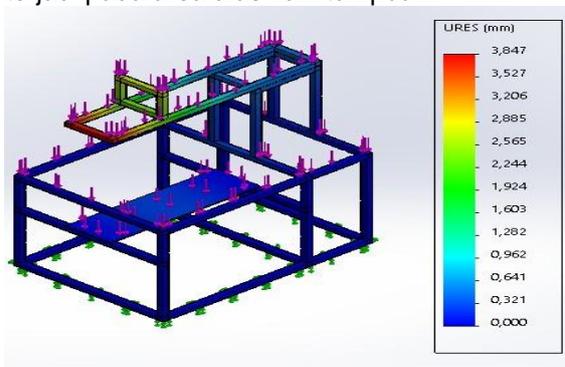
$$\eta = \frac{\text{von miss teori} - \text{von miss simulasi}}{\text{von miss teori}} \times 100\% \quad (8)$$

$$\eta = \frac{94.656 - 72.572}{94.656} \times 100\%$$

$$\eta = 24.06\%$$

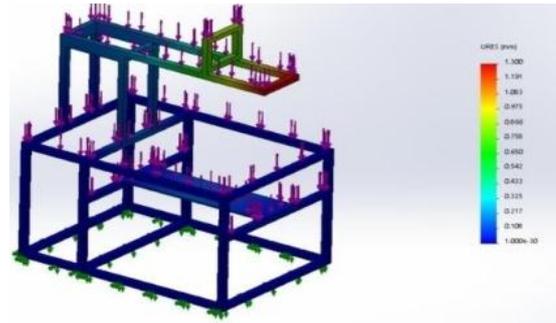
Displacement Pada Rangka

Displacement adalah perubahan bentuk yang menerima gaya. Dalam hal ini melengkung. Bagian yang paling melengkung pada rangka alat pengaduk adonan donat ini terdapat di area rangka dudukan wajan bagian bawah tengah. Area yang mendapatkan regangan maksimal ini dapat ditunjukkan dengan gradasi warna merah sebesar 3,847 mm, sedangkan untuk nilai regangan minimal sebesar 0 mm terjadi pada area alas kaki tumpuan.



Gambar 5. Hasil Displacement material galvanis steel

Pada Gambar 5 menunjukkan hasil displacement material galvanis steel. Sedangkan untuk material stainless steel dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Displacement material stainless steel

Displacement Pada Perhitungan Teori

Displacement atau pergerakan yang terjadi akibat beban yang terdapat pada rangka. Tinggi rendahnya nilai pergerakan tergantung pada tinggi rendahnya Force Load yang diberlakukan pada setiap part dari rangka Alat Pengaduk Adonan donat tersebut. Perhitungan Momen Inersia Karena penampangnya berbentuk persegi, maka nilai momen inersia dengan persamaan 9:

$$I = \frac{b.h^3}{12} \quad (9)$$

$$I = \frac{20 \text{ mm} \times (20 \text{ mm})^3}{12}$$

$$I = 13333.33 \text{ mm}^4$$

Berikut ini adalah perhitungan untuk nilai defleksi yang terjadi pada rangka Alat Pengaduk Adonan donat dengan rumus sebagai berikut. Setelah diketahui hasil momen inersia, maka didapat nilai untuk defleksi yang terjadi pada rangka Alat Pengaduk Adonan donat dengan persamaan 10.

$$\delta = \frac{P.L^3}{48.E.I} \quad (10)$$

Keterangan :

- I = Momen Inersia (mm^4)
- δ = Defleksi (mm)
- P = Beban (N)
- p = Panjang (mm)
- E = Modulus Elastisitas (MPa)

Perhitungan Defleksi

$$P = 255.06 \text{ N} ; l = 500 \text{ mm}$$

$$\delta = \frac{P \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I}$$

$$\delta = \frac{255.06 \times (500)^3}{48.203.943 \times 13333.3}$$

$$\delta = 2.4 \text{ mm}$$

Setelah hasil *displacement* didapat bahwa rangka tersebut menerima beban dari keempat area yang berbeda dan akan mengalami *displacement* sebesar 2.4 mm. Maka persentase kesalahan dari perhitungan manual dengan *software* dapat dihitung dengan persamaan 11 rumus.

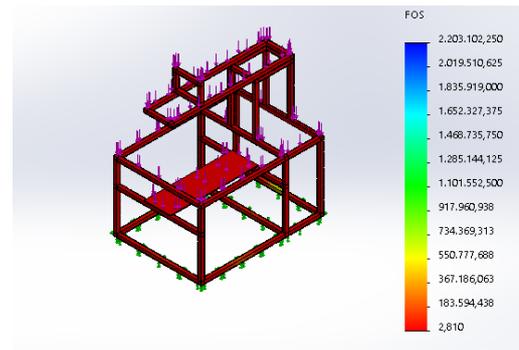
$$\eta = \frac{\text{Displacement teori} - \text{Displacement simulasi}}{\text{Displacement simulasi}} \times 100\% \quad (11)$$

$$\eta = \frac{2.4 - 3.85}{3.85} \times 100\%$$

$$\eta = 37.66\%$$

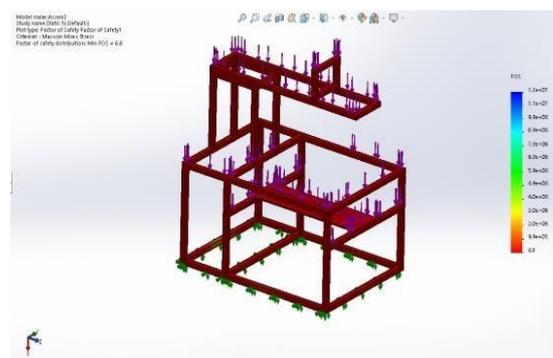
Safety factor atau faktor keamanan merupakan patokan utama yang digunakan untuk menentukan kualitas suatu produk yang telah di desain sebelumnya. Jika nilai *safety factor* kurang dari 1, maka produk tersebut dapat dikatakan kualitasnya jelek atau gagal, tidak aman untuk di operasikan dan cenderung membahayakan. Sebaliknya jika nilai faktor keamanannya 1 sampai dengan 10 maka produk tersebut berkualitas baik, aman dan layak di gunakan untuk pengoperasian. Namun apabila nilai faktor keamanannya minimal mencapai 3 digit atau lebih (misal 100 atau lebih) maka rangka tersebut aman dan berkualitas baik namun harganya sangat mahal dan cenderung berbobot besar, karena material yang digunakan tidak terlalu banyak.

Pada rangka Alat Pengaduk Adonan donat ini nilai *safety factor* terbesar adalah 2,810 yang berarti rangka ini aman apabila diberi beban statis sebesar 13333,3 N. Nilai *factor of safety (FOS)* terkecil ada pada bagian berwarna merah terdapat pada rangka utama tepat disiku penyambung rangka poros. Berikut adalah gambardari *safety factor* pada Rangka Alat Pengaduk Adonan donat.



Gambar 7. Safety Factor material galvanis steel

Pada Gambar 7 rangka Alat Pengaduk Adonan donat ini nilai *safety factor* terbesar adalah 2,810 yang berarti rangka ini aman apabila diberi beban statis sebesar 13333,3 N. Nilai *factor of safety (FOS)* terkecil ada pada bagian berwarna merah terdapat pada rangka utama tepat disiku penyambung rangka poros. Berikut adalah gambardari *safety factor* pada Rangka Alat Pengaduk Adonan donat.



Gambar 8. Safety Factor material stainless steel

Setelah didapat pada Gambar 8 nilai *safety factor* dari pengujian yang dilakukan diatas pada *software FEA* nilai minimum 2.810 dan nilai maksimum 2.203 maka dengan ini dapat diartikan bahwa nilai 2.810 dianggap rangka masih aman dan layak dioperasikan. Selanjutnya hasil analisa *safety factor* pada material *stainless steel* dapat dilihat pada gambar 8.

Safety Factor Pada Perhitungan Teori

Untuk menghindari kegagalan struktur, maka nilai kekuatan material harus lebih besar dari nilai tegangan yang diterima. Hasil dari nilai kekuatan material dibagi nilai tegangan yang diterima disebut *safety factor*. Nilai *safety*

factor pada FEA mempunyai nilai dari 9,587 sampai maksimumnya 14,525, apabila nilai *safety factor* dibawah angka 1 maka disebut kegagalan struktur (cacat). Dari hasil analisis yang dilakukan dapat dilihat batas minimumnya mempunyai nilai 5.66 dan artinya rangka tersebut aman untuk diberikan beban sebesar 13,33 N. Dalam menentukan *safety factor* atau faktor keamanan dapat ditentukan dengan persamaan 12.

$$Faktor\ Keamanan = \frac{Kekuatan\ Aktual}{Kekuatan\ yang\ dibutuhkan} \quad (12)$$

Dimana:

Kekuatan aktual = Tegangan luluh pada material *Galvanize steel* sebesar 203 MPa.

Kekuatan yang dibutuhkan = 30.238 (Tegangan von mises max)

Maka nilai faktor keamanannya adalah:

$$Faktor\ Keamanan = \frac{Kekuatan\ Aktual}{Kekuatan\ yang\ dibutuhkan}$$

$$Faktor\ Keamanan = \frac{203\ MPa}{30.238}$$

$$Faktor\ Keamanan = 6.71$$

Jadi faktor keamanan rangka Alat Pengaduk Adonan donat adalah 6.71 tersebut cukup aman untuk rangka yang diberikan beban sebesar 13333,3 N.

Setelah hasil *safety factor* perhitungan teori dan *software* didapat. Maka persentase kesalahan dari perhitungan manual dengan *software* dapat dihitung dengan persamaan 13.

$$\eta = \frac{FOS\ teori - FOS\ simulasi}{FOS\ simulasi} \times 100\% \quad (13)$$

$$\eta = \frac{6.71 - 2.81}{2.81 \times 6.71} \times 100\%$$

$$\eta = 58.1\%$$

Tabel Hasil Perhitungan

Dalam analisa terdapat tabel hasil perhitungan manual dan perhitungan *software*. Dibawah ini tabel perhitungan manual dan *software desain* Alat Pengaduk Adonan donat.

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Desain* Alat Pengaduk Adonan donat dengan material *galvanis steel*

No.	Analisa yang digunakan	Hasil Perhitungan Secara Teori	Hasil Perhitungan secara simulasi	Hasil Perbandingan
1	Von Misses	95.656	72.572	24.06%
2	Displacement	2.4	3.847	37.66%
3	FOS	2.12	2.81	58.1%

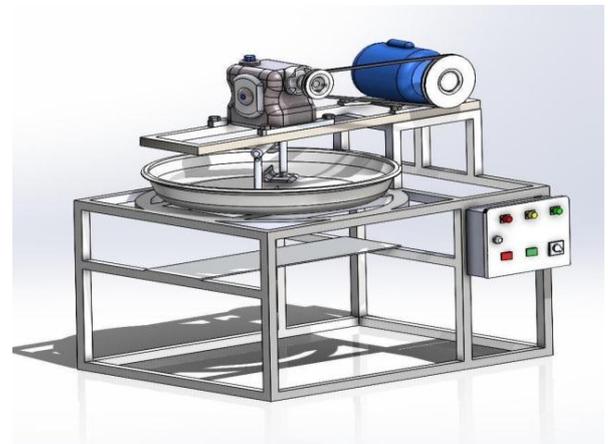
No	Analisa yang digunakan	Hasil Perhitungan Secara Teori	Hasil Perhitungan secara simulasi	Hasil Perbandingan
1	Von Misses	172.33	95.65	73.63%
2	Displacement	2.4	1.3	73.53%
3	FOS	1.8	2.81	41.8%

Pada Tabel 1 menunjukkan Hasil perhitungan dengan material galvanis steel dengan nilai FOS yang tidak berbeda jauh dari secara teori maupun simulasi.

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Desain* Alat Pengaduk Adonan donat dengan material *stainless steel*

No	Analisa yang digunakan	Hasil Perhitungan Secara Teori	Hasil Perhitungan secara simulasi	Hasil Perbandingan
1	Von Misses	172.33	95.65	73.63%
2	Displacement	2.4	1.3	73.53%
3	FOS	1.8	2.81	41.8%

Sedangkan untuk hasil perhitungan dengan material *stainless steel* dapat dilihat pada tabel 2 dimana hasil perbandingan tidak terlalu besar antara perhitungan secara teori ataupun simulasi. Dari hasil perhitungan dan simulasi menggunakan perangkat lunak terhadap material *galvanis steel* dan *stainless steel*, dapat diketahui bahwa material *stainless steel* lebih baik digunakan sebagai material rangka alat pengaduk adonan donat. Hal ini diketahui dari besar *safety factor* dari material *stainless steel* lebih besar dari *galvanis steel*.



Gambar 9. Rangka Alat Pengaduk Adonan Donat Menggunakan *Software Solidwork*

Gambar 9 menunjukkan Hasil Desain secara keseluruhan dengan komponen yang lengkap sehingga dapat dilakukan praktek atau pembuatan alat yang dilakukan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan mulai dari Von mises, *Displacement* dan *Safety factor* pada rangka Alat Pengaduk

Adonan donat, sehingga dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Material Galvanize steel yang mempunyai nilai yield stress sebesar 203 MPa, sedangkan dalam perhitungan software didapat von mises yaitu 54,136MPa dan perhitungan manual sebesar 69,864 MPa. Sedangkan untuk materail stainless steel memiliki besar nilai yield strength sebesar 332 MPa, dengan besar nilai von mises sebesar 95,656 MPa dan perhitungan manual sebesar 172,339 MPa.
2. Hasil dari analisis rangka Alat Pengaduk Adonan donat dengan perhitungan teori mendapatkan angka dari hasil von misses 54,136MPa, displacement 0,17 mm yang menggunakan material galvanis steel. Sedangkan untuk material stainless steel besar nilai displacement sebesar 1,3 mm untuk hasil simulasi dan 2,4 untuk perhitungan manual.
3. Safety factor yang didapat pada analisis dengan menggunakan software FEA dan perhitungan teoritis bahwa rangka Alat Pengaduk Adonan donat menggunakan material Galvanize steel dan mendapatkan nilai Safety Factor 2,12 dengan perhitungan manual dan 2,81 yang dihitung menggunakan simulasi software. Sedangkan untuk material stainless steel sebesar 1.8 yang dihitung secara manual dan 2,81 yang dihitung menggunakan software. Hal ini membuktikan, bahwa kedua material memiliki keamanan yang baik apabila digunakan sebagai rangka pada alat pengaduk adonan donat. Namun, material galvanis steel yang dipilih karena factor biaya, dan perawatan yang mudah.

- Seminar*, 2020, vol. 11, no. 1, pp. 114–118.
- [4] T. Mulyanto and A. D. Spto, “Analisis Tegangan Von mises Poros Mesin Pemotong Umbi-Umbian Dengan Software Solidworks,” *Presisi*, vol. 18, no. 2, 2017.
- [5] F. Aliandi, A. Muchlis, and S. Suryady, “Manufacturing Process And Tonase Calculation On Bumper Rear Axle Bracket Rh,” *Int. J. Sci. Technol. Manag.*, vol. 2, no. 6, pp. 1970–1979, 2021.
- [6] R. HIDAYAT, “ANALISIS KEKUATAN RANGKA MESIN PERONTOK PADI DENGAN SIMULASI.” 2022.
- [7] M. A. Purwanto, “ANALISIS KEKUATAN RANGKA MESIN PENGILING LIMBAH KACA TIPE ROLL MENGGUNAKAN SOLIDWORK 2017,” *J. Tek. Mesin*, vol. 18, no. 1, p. 33, 2022.
- [8] E. A. Nugroho, “DESAIN DAN ANALISIS RANGKA MESIN PENCACAH LIMBAH PLASTIK MENGGUNAKAN SOFTWARE SOLIDWORKS,” *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 2, no. 02, pp. 119–124, 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. P. Dewi, S. Hastuti, and W. Arnandi, “Mesin Pengaduk Adonan Untuk Meningkatkan Produktivitas UKM Keripik Sayur ‘Jaya Makmur’ Di Kota Magelang,” *War. LPM*, pp. 80–90, 2022.
- [2] A. Saleh and D. A. Muhammad, “Analisis dan perancangan rangka mesin pemotong kentang otomatis,” *J. TEDC*, vol. 14, no. 2, pp. 153–158, 2020.
- [3] A. Sifa, T. Endramawan, B. Badruzaman, I. Nurahman, I. D. Pangga, and A. A. Rachman, “Rancang Bangun Mesin Pengaduk Dodol Karangampel,” in *Prosiding Industrial Research Workshop and National*