

Analisis Kekuatan Rangka Mesin Pembuat Keju *Mozzarella* Kapasitas 25 Kg/jam

^{1*}Sena Pratama Putra, ²Sulhan Fauzi, ³Kuni Nadliroh

^{1,2,3} Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹senapratamaputra0@gmail.com, ²sulhanfauzi@unpkediri.ac.id,
³kuninadliroh@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Sena Pratama Putra

Abstrak—Perancangan mesin pembuat keju *mozzarella* dengan kapasitas produksi tinggi memerlukan konstruksi rangka yang kuat dan stabil untuk menjamin keamanan operasional operasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan struktur rangka mesin pembuat keju *mozzarella* kapasitas 25 kg/jam dengan membandingkan dua jenis material, yaitu AISI 1045 dan ASTM A36. Metode yang digunakan adalah simulasi pengujian statis numerik berbasis metode elemen hingga menggunakan perangkat lunak SolidWorks terhadap beban kerja total sebesar 74,4 kg. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kedua material aman digunakan karena tegangan maksimum yang terjadi masih berada jauh di bawah batas tegangan luluh masing-masing material. Walau demikian, material AISI 1045 terbukti lebih unggul dibandingkan ASTM A36 karena menghasilkan deformasi perpindahan maksimum yang lebih kecil serta memiliki angka faktor keamanan yang jauh lebih tinggi. Hasil analisis ini sangat penting sebagai landasan utama pemilihan material struktur demi meminimalkan risiko kegagalan fungsi konstruksi mesin.

Kata Kunci— AISI 1045, ASTM A36, Kekuatan Rangka, Mesin *Mozzarella*, SolidWorks

Abstract— *Designing a mozzarella cheese-making machine with high production capacity requires a strong and stable frame construction to ensure operational safety. This study aims to analyze the structural strength of a mozzarella cheese-making machine frame with a capacity of 25 kg/h by comparing two types of materials, AISI 1045 and ASTM A36. The method used is a static structural simulation based on the finite element analysis utilizing SolidWorks software under a total working load of 74.4 kg. The simulation results indicate that both materials are safe to use because the maximum von Mises stress remains well below the yield strength of each material. However, AISI 1045 proves to be superior to ASTM A36 as it produces a smaller maximum displacement and offers a significantly higher safety factor. These analysis results are crucial as a primary foundation for structural material selection to minimize the risk of machine construction failure.*

Keywords— AISI 1045, ASTM A36, Frame Strength, *Mozzarella* Machine, SolidWorks

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Keju *mozzarella* merupakan salah satu jenis keju yang memiliki karakteristik khusus berupa tekstur elastis, berserat, dan lunak[1]. Karakteristik tersebut terbentuk akibat susunan protein yang mengalami perubahan selama proses pemanasan dan pengadukan, sehingga menghasilkan struktur yang lentur dan mudah meregang[2]. Proses pembuatan keju *mozzarella* melibatkan penggunaan asam sitrat dan *rennet* sebagai bahan tambahan. *Rennet* yang mengandung enzim proteolitik berfungsi untuk memfasilitasi pemisahan antara fase padat dan fase cair pada susu[3].

Penggunaan mesin pembuat keju *mozzarella* menjadi salah satu solusi yang dapat meningkatkan efektivitas proses produksi. Mesin pembuat keju *mozzarella* merupakan alat yang berfungsi untuk membantu proses pencampuran serta pembentukan serat keju secara lebih homogen, sehingga kualitas produk yang dihasilkan menjadi lebih baik, mampu meningkatkan kapasitas produksi, mengurangi waktu proses, serta menghasilkan produk yang lebih konsisten dibandingkan dengan pengolahan secara manual.

Hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan mesin pembuat keju adalah bagaimana cara membuat mesin dengan rangka yang kuat dan stabil. Dalam konstruksi rangka mesin harus mempertimbangkan kekuatan dan kestabilan dalam penggunaannya agar dapat beroperasi dengan aman dan efisien[4]. Rangka mesin yang kuat juga dapat meminimalkan risiko kegagalan struktur yang dapat mengganggu kinerja mesin. Selain itu, rangka yang memiliki kekuatan dan kekakuan yang memadai mampu menopang seluruh komponen mesin serta mempertahankan kestabilan selama proses operasi berlangsung[5]. Rangka yang baik merupakan rangka yang mampu menahan beban dari komponen-komponen yang menyimpannya, rangka yang bisa menahan getaran yang timbul akibat proses kerja mesin, rangka yang memiliki kesejajaran antara kaki-kaki rangka dan penyangga-penyangga komponen mesin[6]

II. METODE

A. Identifikasi Variabel

Dalam penelitian ini mendefinisikan variabel sebagai:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh jenis material yang berbeda. Jenis materialnya yaitu ASTM A36 dan AISI 1045.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah hasil simulasi pada *software SolidWorks*, yang meliputi tegangan (stress), displacement, dan safety factor. Nilai ini dipengaruhi oleh jenis material yang digunakan.

3. Variabel Kontrol

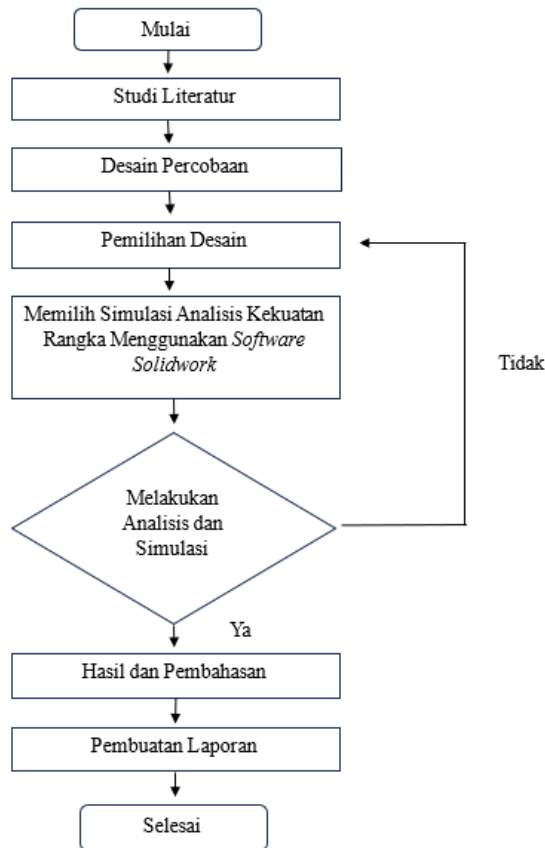
Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah beban 74,4kg yang diperoleh dari jumlah berat komponen-komponen yang menopang pada struktur rangka.

B. Analisa Data

SolidWorks adalah perangkat lunak berbasis *Computer-Aided Design (CAD)* yang digunakan untuk merancang model tiga dimensi (3D), sekaligus memiliki fitur analisis teknik melalui modul *SolidWorks Simulation* yang berbasis metode *Finite Element Analysis (FEA)*[7].

C. Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian dipaparkan dalam bentuk diagram dibawah ini:

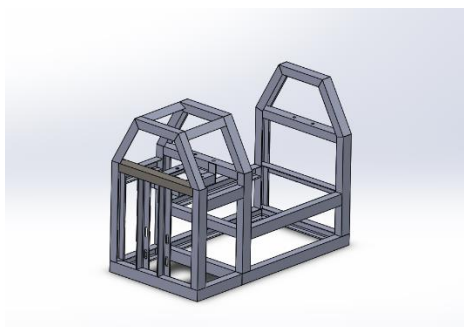


Gambar 2. 1 Diagram Alur Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Simulasi

Berikut hasil simulasi analisis kekuatan rangka mesin pembuat keju mozzarella menggunakan perangkat lunak solidworks.

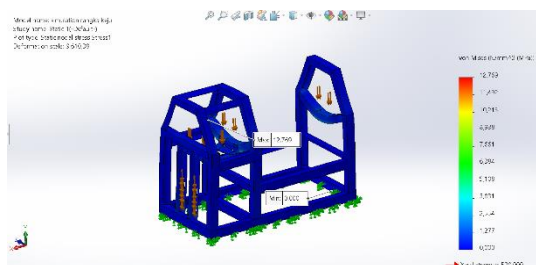


Gambar 3. 1 Desain Rangka

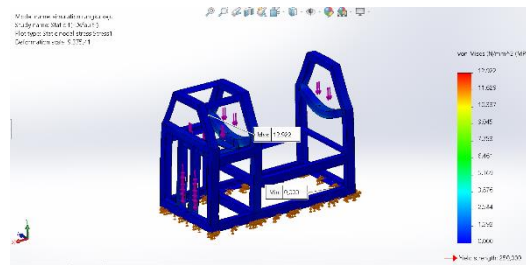
1. Hasil Von Mises Stress

Nilai tegangan *Von Mises* diperoleh dari hasil simulasi FEA(*Finite Element Analysis*) menggunakan *SolidWorks Simulation* dan dibandingkan dengan nilai *yield strength* material

untuk menentukan tingkat keamanan struktur rangka[8]. Apabila nilai tegangan Von Mises lebih kecil daripada tegangan luluh (*yield strength*) material, maka struktur dinyatakan masih aman untuk digunakan. Sebaliknya, jika nilai tegangan *Von Mises* melebihi tegangan luluh material, maka struktur berpotensi mengalami deformasi permanen atau kegagalan. Berikut hasil *von mises stress* dari rangka mesin pembuat keju *mozzarella*:



Gambar 3. 2 Stress Analysis AISI 1045



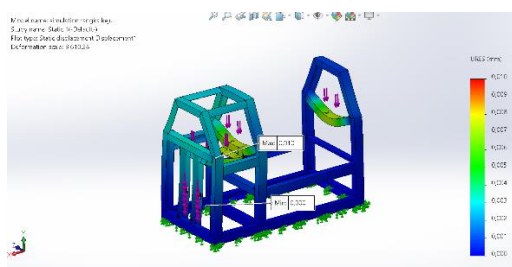
Gambar 3. 3 Stress Analysis ASTM A36

Pada gambar 3.2 menunjukkan distribusi tegangan *Von Mises* pada rangka mesin pembuat keju *mozzarella* dengan material AISI 1045 akibat pembebanan sebesar 730 N (74,4 kg). Nilai tegangan maksimum yang diperoleh sebesar 12,769 MPa, yang masih jauh di bawah nilai *yield strength* material sebesar 530 MPa, sehingga rangka dinyatakan aman.

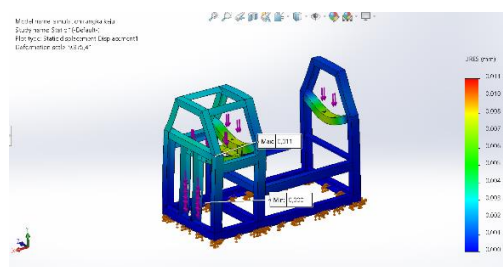
Pada gambar 3.3 menunjukkan distribusi tegangan *Von Mises* pada rangka mesin pembuat keju *mozzarella* dengan material ASTM A36 akibat pembebanan sebesar 730 N (74,4 kg). Nilai tegangan maksimum yang diperoleh sebesar 12,922 MPa, yang masih lebih rendah dibandingkan nilai *yield strength* material sebesar 250 MPa, sehingga rangka masih berada dalam kondisi aman.

2. Hasil *Displacement*

Hasil pengujian simulasi *displacement* bertujuan untuk mengetahui besarnya perpindahan atau deformasi yang terjadi pada rangka akibat pembebanan yang diberikan. Nilai *displacement* digunakan untuk mengevaluasi tingkat kekakuan struktur dan memastikan bahwa deformasi yang terjadi masih berada dalam batas yang diizinkan sehingga tidak mengganggu kinerja mesin[9]. Nilai *displacement* ditunjukkan melalui gradasi warna pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. 4 Displacement AISI 1045



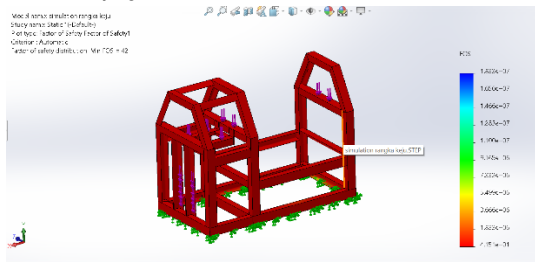
Gambar 3. 5 Displacement ASTM A36

Hasil simulasi *displacement* material AISI 1045 ditunjukkan pada gambar 3.4, nilai perpindahan maksimum sebesar 0,010 mm. Nilai tersebut dapat diamati melalui gradasi warna pada hasil simulasi, di mana daerah dengan warna yang mendekati merah menunjukkan perpindahan yang lebih besar, sedangkan daerah berwarna biru menunjukkan perpindahan yang

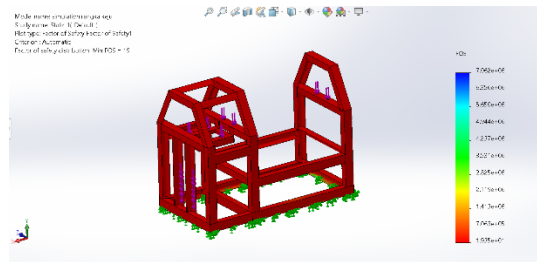
lebih kecil. Nilai *displacement* yang rendah menunjukkan bahwa rangka memiliki kekakuan yang baik dalam menahan beban sebesar 730 N.

Pada gambar 3.5 *displacement* material ASTM A36 menunjukkan nilai perpindahan maksimum sebesar 0,011 mm. Meskipun nilai *displacement* ASTM A36 sedikit lebih tinggi dibandingkan AISI 1045, nilai tersebut masih tergolong sangat kecil sehingga rangka tetap dinilai cukup kaku dan aman untuk digunakan pada kondisi pembebanan yang diberikan.

3. Hasil *Safety Factor*



Gambar 3. 6 *Safety Factor* AISI 1045



Gambar 3. 7 *Safety Factor* ASTM A36

Hasil simulasi *Safety Factor* (SF) pada gambar 3.6 menunjukkan bahwa material AISI 1045 memiliki nilai *safety factor* sebesar 42, sedangkan pada gambar 3.7 menunjukkan material ASTM A36 memiliki nilai *safety factor* sebesar 19. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pada kedua material, tegangan yang terjadi masih jauh lebih kecil dibandingkan dengan kekuatan material yang dimiliki.

Pada material AISI 1045, nilai SF sebesar 42 menunjukkan bahwa struktur memiliki tingkat keamanan yang sangat tinggi dan berada jauh dari kondisi kegagalan. Sementara itu, pada material ASTM A36 dengan nilai SF sebesar 19 juga masih menunjukkan kondisi yang sangat aman, meskipun lebih rendah dibandingkan AISI 1045. Perbedaan ini menunjukkan bahwa AISI 1045 memiliki kemampuan menahan beban yang lebih baik dibandingkan ASTM A36 pada kondisi pembebanan yang sama. Jadi *safety factor* menunjukkan seberapa besar kemampuan suatu komponen/struktur menahan beban dibandingkan beban maksimum yang bekerja padanya sebelum gagal (rusak atau patah)[10].

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil simulasi yang telah diperoleh, material yang lebih unggul adalah AISI 1045 dibandingkan ASTM A36. Keunggulan tersebut dapat dilihat dari beberapa aspek hasil analisis, yaitu:

1. Kekakuan Struktur (*Displacement*), Material AISI 1045 menghasilkan *displacement* yang lebih kecil (0,010 mm). Hal ini menunjukkan bahwa AISI 1045 memiliki kekakuan yang lebih tinggi, sehingga lebih mampu mempertahankan bentuk struktur saat menerima beban yang sama.
2. Tingkat Keamanan(*Safety Factor*) menunjukkan bahwa AISI 1045 memiliki margin keamanan yang lebih besar terhadap kegagalan struktur, sehingga lebih aman digunakan pada kondisi pembebanan tersebut.
3. Dengan nilai *safety factor* yang lebih tinggi, AISI 1045 menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam menahan tegangan akibat beban kerja, sehingga risiko deformasi berlebihan maupun kegagalan struktur lebih kecil.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan simulasi menggunakan *software solidworks* terhadap rangka mesin pembuat keju *mozzarella* kapasitas 25 kg/jam, kedua jenis material yang diuji dinyatakan aman untuk menopang beban sebesar 730 N (74,4 kg) karena nilai tegangan maksimum *Von Mises* keduanya (12,769 MPa untuk AISI 1045 dan 12,922 MPa untuk ASTM A36) masih berada jauh di bawah batas tegangan luluh (*yield strength*) masing-masing material. Meskipun demikian, material AISI 1045 terbukti lebih unggul dibandingkan ASTM A36 dari segi kekakuan struktur karena menghasilkan nilai perpindahan maksimum (*displacement*) yang lebih kecil, yaitu sebesar 0,010 mm dibandingkan dengan 0,011 mm pada ASTM A36. Selain itu, AISI 1045 menawarkan tingkat keamanan yang jauh lebih tinggi dengan nilai *safety factor* sebesar 42 dibandingkan dengan ASTM A36 yang memiliki nilai 19. Dengan demikian, material AISI 1045 menjadi opsi yang paling direkomendasikan untuk konstruksi rangka mesin ini karena memiliki *margin* keamanan yang lebih besar serta risiko kegagalan struktur yang minimal

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. C. Gonçalves and H. R. Cardarelli, "Mozzarella cheese stretching: A minireview," *Food Technol. Biotechnol.*, vol. 59, no. 1, pp. 82–91, 2021, doi: <https://doi.org/10.17113/ftb.59.01.21.6707>.
- [2] R. M. M. Ashshidiqi, D. Syauqy, and R. R. M. Putri, "Rancang Bangun Alat Sortir Keju Mozzarella menggunakan Metode Klasifikasi Naïve Bayes," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 5, pp. 2526–2533, 2023, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/12751%0Ahttps://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/download/12751/5807>
- [3] N. Maharani *et al.*, "Kajian Penggunaan Jenis Rennet Nabati dan Hewani Terhadap Kualitas Fisik dan Kimia Keju Mozarella Susu Sapi," *J. Student Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 423–431, 2023, doi: <https://doi.org/10.55606/jsr.v1i1.1083>.
- [4] A. A. N. Santoso, D. T. Santoso, and Aripin, "Analisis Kekuatan Rangka Pada Perangkat Grading Fish dengan Menggunakan Software Solidworks," *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 1, 2023, doi: <https://doi.org/10.52447/jktm.v8i1.6985>.
- [5] F. R. Wilarso, "Analisis Kekuatan Rangka Pompa Seri Paralel Menggunakan Fifnite Element Method Dengan Software CATIA V5 Faturtur ," *J. Manufaktur, Energi, Mater. Tek.*, vol. 4, no. 2, pp. 72–81, 2025.
- [6] A. Supanky and M. M. Ilham, "Analisis Rangka Mesin Pengaduk Adonan Kerupuk Kapasitas 10 Kg Untuk Skala Industri Rumah Tangga," *Pros. SEMNAS INOTEK ...*, vol. 9, no. 2, pp. 1231–1239, 2025, doi: <https://doi.org/10.29407/bk0vq321>.
- [7] J. Arif, Pungkas Prayitno, and Halan Al Hafidh, "Analisis static pada aluminium 5052 dengan variasi sudut menggunakan solidworks," *TEKNOSAINS J. Sains, Teknol. dan Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 38–50, 2023, doi: [10.37373/tekno.v10i1.269](https://doi.org/10.37373/tekno.v10i1.269).
- [8] A. D. Prayitno and F. Rhozman, "Analisis Kekuatan Rangka Mesin Pencampur Irisan Bawang Merah Dengan Tepung Kapasitas 20 Kilogram," *Pros. SEMNAS INOTEK (Seminar Nas. Inov. Teknol.*, vol. 7, no. 3, pp. 1145–1158, 2023, doi: <https://doi.org/10.29407/inotek.v7i3.3553>.
- [9] A. Sai *et al.*, "Analisis Kekuatan Rangka Mesin Pengolah Limbah Tulang Ikan

- Menjadi Bahan Dasar Pakan Ternak Berkapasitas 500 kg/jam Menggunakan Penggerak Motor Bensin 5,5 HP,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 3, pp. 435–446, 2022, doi: <https://doi.org/10.32497/jrm.v17i3.3857>.
- [10] I. Furqani, R. K. Arief, and M. Muchlisinalahuddin, “Analisis Kekuatan Rangka Mesin Perontok Padi Menggunakan Solidworks 2019,” *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 6, no. 2, pp. 42–49, 2022, doi: <https://doi.org/10.30588/jeemm.v6i2.1201>.