

ANALISA KEKUATAN RANGKA PADA MESIN PENCETAK BAKSO KAPASITAS 5 KG/JAM MENGUNAKAN ANSYS WORKBENCH

Aftha Ferdian Pranugraha^{1*}, Solikin²

^{1*,2} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya
Jl. Sutorejo No. 59, Surabaya, Indonesia

*email : afthaferdian123@gmail.com

(Received: 07-11-2025; Reviewed: 18-11-2025; Accepted: 15-12-2026)

Abstrak

Perkembangan teknologi menuntut efisiensi dalam proses produksi, khususnya bagi Usaha Kecil Menengah (UKM) bakso yang masih menggunakan metode manual. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan struktur rangka mesin pencetak bakso kapasitas 5 kg/jam guna memastikan keamanan dan kelayakan desain. Analisis dilakukan menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Method*) dengan bantuan software ANSYS Workbench 2025 R1 serta perhitungan teoritis manual. Material rangka yang digunakan adalah baja profil siku ASTM A36 dengan dimensi 30 x 30 x 3 mm. Pembebanan total yang disimulasikan sebesar 247,37 N yang berasal dari berat komponen mesin dan adonan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan maksimum (*Von Mises Stress*) tertinggi terjadi pada bagian *Upper Frame* Depan sebesar 195,79 MPa pada simulasi ANSYS dan 195,70 MPa pada perhitungan teoritis. Nilai ini masih berada di bawah batas tegangan luluh (*Yield Strength*) material ASTM A36 yaitu 250 MPa. Nilai Safety Factor terendah yang didapatkan adalah 1,28, yang menunjukkan bahwa rangka mesin berada dalam kondisi aman untuk digunakan. Validasi antara hasil teoritis dan simulasi menunjukkan selisih yang sangat kecil, mengindikasikan keakuratan model yang dibuat.

Kata Kunci: Rangka Mesin, Pencetak Bakso, ANSYS Workbench, ASTM A36, Tegangan Von Mises.

1. PENDAHULUAN

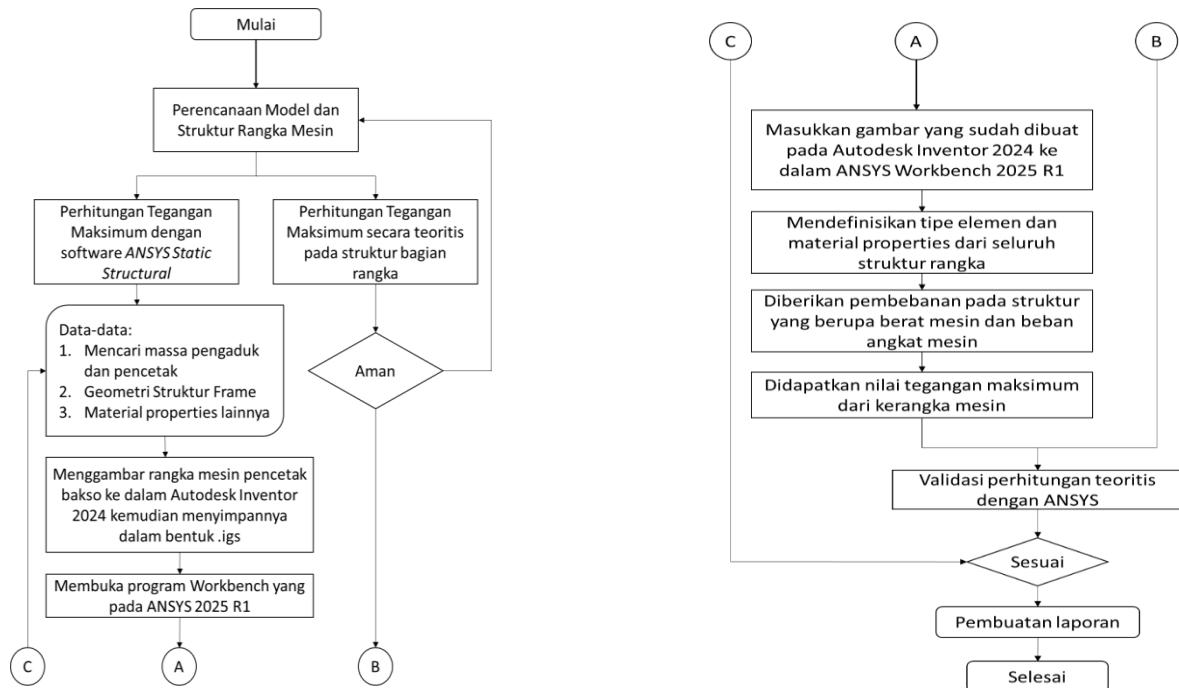
Indonesia dikenal dengan keanekaragaman produk makanannya, salah satunya adalah bakso. Namun, banyak Usaha Kecil Menengah (UKM), seperti di kawasan Sidotopo Surabaya, yang masih memproduksi bakso secara manual. Proses manual ini memakan waktu lama dan tenaga kerja yang besar, mulai dari pencampuran adonan hingga pencetakan. Oleh karena itu, diperlukan alat pencetak bakso otomatis untuk meningkatkan efisiensi.

Dalam perancangan mesin, aspek kekuatan rangka menjadi hal krusial karena berfungsi menopang seluruh komponen dan menjaga stabilitas mesin. Kegagalan struktur rangka dapat berakibat fatal pada operasional mesin. Penelitian sebelumnya oleh Rifa'i et al. (2022) pada mesin pencetak pentol kapasitas 2 kg/jam menunjukkan bahwa pemilihan material sangat mempengaruhi tegangan dan regangan rangka. Selain itu, Endriatno et al. (2024) dalam analisis rangka mesin pencacah nilam menyimpulkan bahwa metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*) sangat penting untuk menentukan kelayakan desain sebelum fabrikasi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada analisis kekuatan rangka mesin pencetak bakso kapasitas 5 kg/jam menggunakan software ANSYS Workbench. Tujuan utama penelitian adalah mengetahui tegangan maksimum yang terjadi, memvalidasi hasil perhitungan teoritis dengan simulasi, serta menentukan faktor keamanan (*Safety Factor*) untuk memastikan desain rangka aman digunakan.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya menggunakan perangkat keras laptop spesifikasi tinggi dan *software Autodesk Inventor 2024* untuk desain 3D serta *ANSYS Workbench 2025 R1* untuk simulasi.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mengikuti tahapan sistematis sesuai diagram alir yang telah dirancang, dimulai dari perencanaan model hingga validasi hasil akhir. Proses analisis dilakukan melalui dua pendekatan komparatif, yaitu simulasi metode elemen hingga (FEM) dan perhitungan teoritis

1. Perencanaan dan Pemodelan Geometri

Tahap awal meliputi perancangan struktur rangka mesin pencetak bakso menggunakan material baja profil siku berdimensi $30 \times 30 \times 3 \text{ mm}$. Model 3D dibuat menggunakan perangkat lunak *Autodesk Inventor 2024* dan disimpan dalam format file .igs untuk memastikan kompatibilitas saat diimpor ke dalam perangkat lunak simulasi.

2. Simulasi Numerik ()

Simulasi dilakukan menggunakan *ANSYS Workbench 2025 R1* modul *Static Structural*. Parameter material ASTM A36 didefinisikan ke dalam Engineering Data dengan spesifikasi teknis sebagai berikut:

- Yield Strength (σ_y): 250 MPa
- Density (ρ): $7,85 \text{ g/cm}^3$
- Poisson's Ratio (ν): $0,26$

Proses diskritisasi (*meshing*) menggunakan metode *Quad Dominant* dengan ukuran elemen (*element size*) sebesar 1 mm untuk mendapatkan hasil yang presisi. Kondisi batas (*boundary condition*) ditetapkan dengan memberikan tumpuan jepit (*fixed support*) pada kaki rangka dan beban gaya (*Force*) sebesar $247,37 \text{ N}$. Nilai beban ini diperoleh dari perhitungan massa total komponen ($m = 25,216 \text{ kg}$) dikalikan percepatan gravitasi ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

3. Perhitungan Teoritis

Secara paralel, dilakukan analisis manual untuk menghitung tegangan maksimum pada tujuh titik kritis rangka. Perhitungan dimulai dengan menentukan reaksi tumpuan menggunakan hukum kesetimbangan statis ($\sum F = 0$ dan $\sum M = 0$). Selanjutnya, tegangan bending (σ_b) dihitung menggunakan persamaan:

$$\sigma_{max} = \frac{M_b \cdot c}{I}$$

Dimana M_b adalah momen bending maksimum (N.mm), c adalah jarak dari sumbu netral ke serat terluar (5 mm), dan I adalah momen inersia penampang (mm^4).

4. Validasi dan Evaluasi Keamanan

Tahap akhir melibatkan validasi dengan membandingkan hasil tegangan maksimum (σ_{max}) antara simulasi ANSYS dan perhitungan teoritis. Kelayakan desain ditentukan berdasarkan nilai *Safety Factor* (SF) yang dihitung menggunakan rumus:

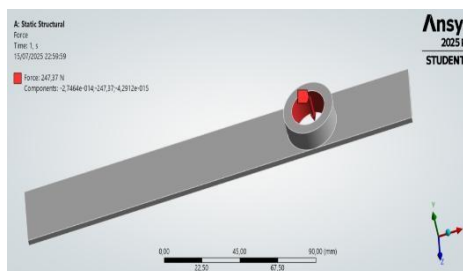
$$SF = \frac{\sigma_{yield}}{\sigma_{max}}$$

Desain dinyatakan aman apabila nilai tegangan yang terjadi tidak melebihi tegangan izin material ($\sigma_{max} < \sigma_{izin}$) dan nilai SF memenuhi standar keamanan ($SF \geq 2$). Jika hasil validasi menunjukkan konsistensi, maka data tersebut digunakan untuk penyusunan laporan akhir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Pembebanan dan Kondisi Batas

Pembebanan pada rangka dihitung berdasarkan berat total komponen mesin (motor, poros, pengaduk) serta beban operasional adonan bakso. Total massa yang membebani struktur adalah 25,216 kg, yang menghasilkan gaya berat (*Force*) sebesar 247,37 N. Dalam simulasi, kondisi batas (*boundary condition*) ditetapkan dengan memberikan tumpuan jepit (*fixed support*) pada bagian kaki rangka, sementara beban gaya diaplikasikan secara terpusat pada dudukan komponen utama.



Gambar 2. Visualisasi *force upper frame* depan

Gambar di atas memberikan visualisasi penerapan beban pada *Upper Frame Depan*. Area berwarna merah menunjukkan lokasi aplikasi gaya sebesar 247,37 N yang bekerja tegak lurus terhadap sumbu batang. Penentuan titik beban ini merepresentasikan kondisi terburuk (*worst-case scenario*) di mana seluruh berat komponen dan adonan bertumpu pada satu titik kritis rangka.

3.2 Distribusi Tegangan Maksimum (*Von-Mises Stress*)

Hasil simulasi menunjukkan distribusi tegangan yang terjadi pada material baja profil siku ASTM A36. Dari ketujuh bagian yang dianalisis, tegangan maksimum tertinggi terjadi pada

bagian *Upper Frame* Depan. Hal ini disebabkan oleh posisi komponen tersebut yang menahan beban momen bending terbesar dibandingkan elemen rangka lainnya.



Gambar 3. Maksimum stress pada *upper frame* depan

Kontur warna pada simulasi menunjukkan gradasi tegangan yang terjadi. Warna merah mengindikasikan area dengan tegangan tertinggi (*max stress*) yang mencapai 195,79 MPa. Tegangan ini terkonsentrasi pada bagian tengah batang akibat momen lentur maksimum. Meskipun nilainya cukup tinggi, tegangan tersebut masih berada di bawah batas tegangan luluh (*Yield Strength*) material ASTM A36, yaitu 250 MPa. Hal ini mengindikasikan bahwa rangka masih beroperasi dalam batas elastis dan tidak mengalami deformasi permanen.

3.3 Validasi Hasil Perhitungan (Teoritis dan Manual)

Untuk memastikan keakuratan hasil simulasi, dilakukan validasi dengan membandingkan nilai tegangan maksimum dari ANSYS dengan hasil perhitungan manual menggunakan persamaan tegangan bending:

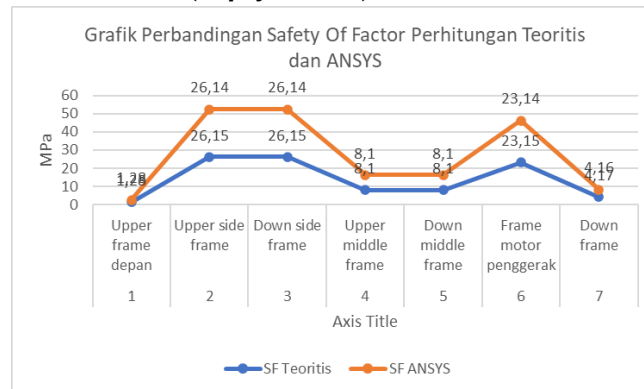
$$\sigma_{max} = \frac{Mb.c}{I}$$

Perbandingan hasil kedua metode disajikan pada Tabel 1.

No	Bagian Rangka	Hasil Hitungan Teoritis	Hasil Simulasi ANSYS Workbench	Selisih Perhitungan
1.	<i>Upper frame Depan</i>	195,70 MPa	195,79 MPa	0,09
2.	<i>Upper side frame</i>	9,560 MPa	9,5606 MPa	0,0006
3.	<i>Down side frame</i>	9,560 MPa	9,5606 MPa	0,0006
4.	<i>Upper middle frame</i>	30,850 MPa	30,848 MPa	0,002
5.	<i>Down middle frame</i>	30,850 MPa	30,848 MPa	0,002
6.	<i>Frame motor penggerak</i>	10,800 MPa	10,802 MPa	0,002
7.	<i>Down frame</i>	60,020 MPa	60,041 MPa	0,021

Berdasarkan tabel di atas, terlihat kesesuaian yang sangat tinggi antara hasil perhitungan teoritis dan simulasi. Selisih terbesar hanya 0,09 MPa yang terjadi pada bagian *Upper Frame Depan*, sedangkan selisih pada bagian lain sangat kecil (mendekati nol). Kecilnya persentase *error* ini memvalidasi bahwa model geometri, *meshing*, dan parameter material yang digunakan dalam simulasi ANSYS sudah akurat dan merepresentasikan kondisi pembebanan teoritis yang sebenarnya .

3.4 Analisis Faktor Keamanan (*Safety Factor*)



Gambar 4. Grafik Perbandingan SF Perhitungan Teoritis dengan Ansys

Evaluasi akhir kelayakan desain ditentukan berdasarkan nilai *Safety Factor* (SF). Nilai SF dihitung dengan membagi kekuatan luluh material (250 MPa) dengan tegangan maksimum yang terjadi di setiap bagian. Grafik perbandingan SF disajikan pada Gambar 3.

Grafik batang di atas menunjukkan profil keamanan struktur rangka. Nilai SF terendah terdapat pada bagian *Upper Frame* depan sebesar 1,28 (garis terendah pada grafik). Meskipun ini adalah titik terlemah, nilai 1,28 masih memenuhi syarat batas aman ($SF \geq 1$), yang berarti struktur mampu menahan beban tanpa kegagalan. Bagian rangka lainnya, seperti *Upper Side Frame* dan *Down Side Frame*, memiliki nilai SF yang sangat tinggi (>26), menunjukkan tingkat kekakuan yang sangat baik dan *over-design* pada sisi penopang samping. Konsistensi antara garis data teoritis dan ANSYS pada grafik memperkuat kesimpulan bahwa desain rangka ini aman dan layak digunakan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan serangkaian analisis kekuatan struktur rangka mesin pencetak bakso kapasitas 5 kg/jam yang dilakukan melalui pendekatan simulasi metode elemen hingga (*Finite Element Method*) menggunakan ANSYS Workbench 2025 R1 serta verifikasi perhitungan teoritis, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Keamanan Struktur Rangka

Desain rangka mesin yang menggunakan material baja profil siku ASTM A36 dimensi 30x30x3 mm dinyatakan aman dan layak untuk digunakan. Hasil simulasi pembebanan statis dengan beban total 247,37 N menunjukkan bahwa tegangan maksimum (*Von-Mises Stress*) tertinggi terjadi pada bagian *Upper Frame* Depan, yaitu sebesar 195,79 MPa. Nilai ini masih berada di bawah batas tegangan luluh (*Yield Strength*) material ASTM A36, yaitu 250 MPa, sehingga dipastikan tidak akan terjadi deformasi plastis atau kegagalan struktur saat mesin beroperasi.

2. Validasi Model Simulasi

Terdapat kesesuaian yang sangat tinggi antara hasil analisis numerik (ANSYS) dengan perhitungan teoritis manual. Perbandingan nilai tegangan maksimum pada tujuh titik kritis rangka menunjukkan selisih yang sangat kecil, berkisar antara 0,0006 MPa hingga 0,09 MPa. Selisih terbesar hanya terjadi pada *Upper Frame* Depan (0,09 MPa), yang mengindikasikan bahwa model geometri, pendefinisian material, serta kondisi batas (*boundary conditions*) yang diterapkan dalam simulasi sudah akurat dan valid.

3. Evaluasi Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

Berdasarkan analisis *Safety Factor* (SF), seluruh bagian rangka memenuhi kriteria keamanan desain ($SF \geq 1$). Nilai SF terendah tercatat pada bagian *Upper Frame* Depan sebesar 1,28, sedangkan bagian rangka lainnya seperti *Side Frame* memiliki nilai SF yang sangat tinggi

mencapai 26,147. Hal ini menunjukkan bahwa struktur rangka memiliki kekakuan yang memadai untuk menahan beban operasional, bahkan pada beberapa bagian memiliki cadangan kekuatan yang sangat besar (*over-design*), yang menjamin durabilitas jangka panjang mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriana M, Angkasa B.P.A & Masrianor (2017) Rancang Bangun Rangka (Chasis) Mobil Listrik Roda Tiga kapasitas Satu orang, Jurnal Elemes,2(2),129-133.
- Abdul Majid D, Winarso Rochmad & Qomaruddin. (2019),Rancang Bangun Rangka Mesin Planer Kayu Otomatis Dengan Penggerak Motor Listrik, Jurnal CrankShaft,2(1),25-34
- Afrid Fransisco (2021). Membulatkan adonan. <https://www.afridfransisco.id/2015/12/cara-membulatkan-adonan-pentol-bakso.html> Buatressep.blogspot.2021. membuat bakso sapi. <https://buatressep.blogspot.com/2014/10/resep-cara-membuat-bakso-sapi-kuah-segar.html>
- Desipradani, G., Ali Fais, M., Mochklas, M., Ali, M., Irmawanto, R., & Ferdian Pranugraha, A. (2024). ' ' Enhancing Digital Branding and Utilization of Meatball Printing Machines for MSMEs in Kampung Pentol, Surabaya". <https://doi.org/10.12198/spekta.v5i2.12133>
- Deutschman, A. D. (1975). Machine Design; Theory and Practice. Macmillan Publishing Co.,Inc.
- Endriatno, N., La Ode Ahmad Barata, & Salimin. (2024). Analisis Kekuatan Rangka Mesin Pencacah Nilam dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga. Piston: Jurnal Teknologi, 9 (2), 56-64. <https://doi.org/10.55679/pistonjt.v9i2.74>
- Isworo, H. (2018). Mekanika Kekuatan Material 1.
- JOSEI J7.2017., Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin, Jakarta, PT Pradnya Paramita
- K. Krishnaveni (2023). Theory Of Machine
[https://www.rcet.org.in/uploads/academics/regulation2021/rohini 22131064487.pdf](https://www.rcet.org.in/uploads/academics/regulation2021/rohini%202131064487.pdf)
- Pratama Anthony, Rishad.2014, Analisa Struktur Rangka Atas dan Bawah pada Mesin Pembuat Pelet Ikan dengan Menggunakan Software ANSYS 12.1. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- R.C. Hibbeler. (2011). MECHANICS OF MATERIALS.
www.MechanicalLibrary.com
- Richards, K. L. (2013). Design Engineer's Handbook. www.mepcafe.com
- Rifa'i, M. H., Nadliroh, K., & Si, M. (2022). Solidwork Application On Testing The Frame Of The Meatball Machine Capacity 2 Kg.
- Sato G Takeshi, 2008. Menggambar Mesin Menurut Standar ISO, Pradnya Paramita.
- Sularso & Suga K. (2007), Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin , Jakarta, PT Pradnya Paramita.
- Widiyono, M.Sc Ir.Eddy. (2011). Mekanika Teknik, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.