MeKanik, Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Mesin *Vol.19, No.2 November 2026*
e-ISSN: 3046-8272, p-ISSN: 1979-0708 **(Hal:11-19)**
Alamat Redaksi : Politeknik Negeri Samarinda, Jurusan Teknik Mesin, Jl.Ciptomangunkusumo Kampus Gg.Lipan Samarinda Kalimantan Timur

ANALISIS ELEMEN HINGGA DAN KARAKTERISTIK STRUKTUR RANGKA MESIN PENGUPAS DAN PENYANGRAI KACANG TANAH KAPASITAS 40 KG/PROSES

Finite Element Analysis And Structural Characteristics Of The Frame For A Peanut Peeling And Roasting Machine With A Capacity Of 40 Kg/Batch

Suparno[1], Agus Hariyanto[2], Aji Dwi Santoso[3]

[1,2] Dosen Jurusan Teknik Mesin, Prodi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Samarinda,
[3] Mahasiswa, Prodi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Samarinda,
Jl.Dr.Ciptomangunkusumo Kampus Gunung Lipan, Samarinda Seberang, Kota Samarinda
e-mail: [1]suparno@polnes.ac.id , [2]agus_h@polnes.ac.id ,[3]aji_ds90@gmail.com

Info Artikel

Riwayat Artikel:
Diterima: 20/08/2026
Diterima dalam bentuk revisi: 25/09/2026
Diterima/publikasi: 17/11/2026

Kata Kunci
Analisis elemen hingga, Kacang tanah, Mesin pengupas, Penyangraian, Rangka Mesin

Abstrak

Pengolahan kacang tanah skala usaha kecil membutuhkan mesin yang mengintegrasikan pengupasan dan penyangraian. Penelitian ini bertujuan merancang mesin pengupas dan penyangrai kacang tanah berkapasitas rencana 40 kg per proses serta menganalisis kekuatan komponennya. Mesin menggunakan motor listrik, transmisi pulley dan sabuk-V untuk unit pengupas, blower pemisah kulit, serta gearbox dan transmisi sproket-rantai untuk memutar drum penyangrai berbahan bakar kompor gas. Analisis elemen hingga dilakukan menggunakan ANSYS Workbench dengan geometri dari Autodesk Inventor 2023. Simulasi statik rangka menghasilkan tegangan von Mises maksimum 16,187 MPa dan deformasi 0,17139 mm, dengan faktor keamanan sekitar 15. Analisis tekuk menghasilkan load multiplier 371,85, sedangkan enam frekuensi natural rangka berada pada rentang 29,061–95,807 Hz. Analisis balok menunjukkan gaya geser maksimum 42,57 N, momen lentur 17.156 N·mm, dan defleksi 0,11805 mm. Tegangan von Mises maksimum poros sebesar 0,17621 MPa. Hasil ini menunjukkan komponen yang dianalisis mampu menahan pembebanan simulasi, tetapi potensi resonansi selama operasi tetap perlu diperhatikan

.

Abstract

Peanut processing requires shelling and roasting equipment. This study designs a peanut shelling and roasting machine with a target capacity of 40 kg per batch and evaluates its structure. The shelling unit uses an electric motor, V-belt drive, and blower, while a gearbox and sprocket-chain drive rotate the gas-heated roasting drum. Finite element analysis was conducted in ANSYS Workbench using geometry from Autodesk Inventor 2023. Static frame analysis showed a maximum von Mises stress of 16.187 MPa, deformation of 0.17139 mm, and safety factor of approximately 15. Buckling analysis produced a load multiplier of 371.85. Six natural frequencies ranged from 29.061 to 95.807 Hz. Beam analysis indicated maximum shear force of 42.57 N, bending moment of 17,156 N·mm, and deflection of 0.11805 mm. The shaft's maximum von Mises stress was 0.17621 MPa. Components withstand simulated loads. However, operating speed should remain separated from the frame's natural frequencies to limit resonance.

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

PENDAHULUAN

Kacang tanah (Arachis hypogaea L.) merupakan komoditas pangan dan bahan baku industri yang dimanfaatkan sebagai sumber protein nabati, minyak, serta beragam produk olahan. Nilai ekonominya tidak hanya ditentukan oleh hasil panen, tetapi juga oleh mutu biji dan efektivitas penanganan pascapanen. Liao et al. [1] menjelaskan bahwa pengupasan mekanis merupakan tahapan penting karena menentukan tingkat keutuhan biji yang akan diproses lebih lanjut. Pada industri pengolahan minyak, Ma et al.[2] mengidentifikasi perlakuan termal sebagai salah satu faktor pembentuk karakteristik produk kacang tanah. Sementara itu, Zhang et al. [3] menunjukkan bahwa penyangraian dapat menghasilkan karakter rasa dan aroma yang lebih kuat dibandingkan perebusan. Dengan demikian, keberhasilan pengolahan kacang tanah perlu ditinjau sebagai rangkaian proses mekanis dan termal yang saling berkaitan.

Pada skala usaha kecil, pengupasan kulit polong secara manual masih dipilih karena peralatannya sederhana, tetapi cara tersebut memerlukan tenaga kerja dan waktu yang besar ketika volume bahan meningkat. Muhammad et al. [4] menunjukkan bahwa pengaturan putaran silinder, kadar air bahan, dan laju pengumpanan memengaruhi kapasitas serta kualitas kerja mesin pengupas kacang tanah. Dalam pengembangan mesin pengupas tipe propeller, Pachanawan et al. [5] juga menegaskan adanya hubungan antara kecepatan rotor, celah pengupasan, efisiensi pelepasan kulit, dan persentase biji pecah. Temuan ini relevan dengan kondisi petani di Jalan Sejati, Kota Samarinda, yang berdasarkan observasi awal penelitian masih menghadapi keterbatasan waktu dan kemudahan pengoperasian alat. Oleh karena itu, mekanisasi pada konteks tersebut harus mempertimbangkan kapasitas kerja sekaligus kesederhanaan konstruksi dan perawatannya.

Perancangan unit pengupas memerlukan pengendalian gaya mekanis agar kulit dapat terlepas tanpa menimbulkan kerusakan biji yang berlebihan. Wang et al. [6] melaporkan bahwa pengaturan kadar air polong bersama parameter kerja mesin dapat memperbaiki efisiensi pengupasan dan menekan tingkat kerusakan mekanis. Berdasarkan teori kontak Hertz dan optimasi Box–Behnken, Wang et al. [7] selanjutnya mengidentifikasi pengaruh modulus elastisitas material, geometri komponen, kecepatan silinder, dan celah terhadap kinerja pengupasan. Xu et al. [8] menggunakan pendekatan elemen hingga dan model kohesif untuk menjelaskan proses perambatan retak pada kulit kacang dan merancang parameter komponen pengupas. Ketiga kajian tersebut menunjukkan bahwa pemilihan geometri dan parameter transmisi harus didasarkan pada karakteristik bahan serta mekanisme pecahnya kulit, bukan pada kapasitas nominal mesin semata.

Perkembangan mutakhir mengarah pada penggunaan elemen pengupas yang lebih adaptif untuk mengurangi kerugian akibat biji pecah. Liao et al. [9] mengoptimasi kombinasi komponen kaku–fleksibel dan parameter operasi sehingga tingkat kerusakan mekanis biji dapat dikurangi pada mesin pengupas skala kecil. Tuo et al. [10] menunjukkan bahwa geometri cakar pengupas fleksibel dapat menurunkan gaya kritis untuk memecahkan kulit sekaligus mempertahankan keutuhan biji. Dari sisi pemodelan, Xu et al. [11] mengembangkan representasi discrete element method (DEM) yang membedakan karakteristik kulit dan biji dalam proses pengupasan. Walaupun pendekatan tersebut menyediakan dasar optimasi yang mendalam, penerapannya pada mesin gabungan untuk kebutuhan pengolahan setempat tetap memerlukan penyesuaian daya penggerak, sistem transmisi, konstruksi rangka, dan aliran material antartahap.

Kondisi awal bahan juga perlu diperhitungkan karena kadar air memengaruhi perilaku mekanis selama pengupasan dan respons terhadap pemanasan berikutnya. Wei et al. [12]

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

menunjukkan bahwa metode dan temperatur pengeringan dapat mengubah karakteristik pengeringan, tekstur, serta stabilitas oksidatif kacang tanah. Melalui pemodelan perpindahan panas dan massa pada polong kacang tanah, Chen et al. [13] memperlihatkan bahwa perubahan temperatur dan kadar air di dalam bahan dapat diprediksi serta dibandingkan dengan hasil eksperimen. Kedua studi tersebut memperkuat alasan untuk mencatat kondisi bahan sebelum memasuki unit pengupas dan penyangrai, khususnya ketika mesin dirancang untuk mengolah bahan dalam satu siklus produksi.

Penyangraian merupakan tahap berikutnya yang menentukan perkembangan warna, aroma, tekstur, dan karakteristik kimia biji. Melalui analisis metabolomik, Zhang et al. [14] menunjukkan bahwa komponen volatil dan nonvolatil kacang tanah berubah secara dinamis selama penyangraian. Floriano et al. [15] melaporkan bahwa perubahan temperatur proses memengaruhi mutu minyak dan penerimaan produk pasta kacang, sehingga pemilihan kondisi penyangraian tidak cukup didasarkan pada tercapainya warna kecokelatan. Dalam sistem penyangraian inframerah berputar, Golani et al. [16] menemukan bahwa putaran dan kondisi kadar air awal turut memengaruhi warna, kekerasan, serta sifat fungsional kacang tanah. Dengan demikian, lama penyangraian, intensitas pemanasan, dan pergerakan biji menjadi parameter penting ketika tabung penyangrai dirancang untuk kapasitas tertentu.

Pengendalian proses termal juga berkaitan dengan efisiensi energi dan keamanan pangan. Hou et al. [17] membuktikan bahwa kombinasi pemanasan awal gelombang mikro atau frekuensi radio dengan penyangraian lanjutan berpotensi mengurangi waktu pemrosesan sambil mempertahankan sifat aroma. Peng et al. [18] menunjukkan bahwa kondisi penyangraian frekuensi radio memengaruhi penurunan aflatoksin B_1 sekaligus karakteristik mutu kacang tanah. Di sisi lain, Yu et al. [19] menemukan bahwa perubahan kondisi sangrai berkaitan dengan pembentukan senyawa hasil reaksi termal yang tidak diinginkan, termasuk advanced glycation end products dan amina heterosiklik. Walaupun mesin yang dikaji dalam penelitian ini menggunakan pemanas kompor gas, hasil-hasil tersebut menegaskan pentingnya pengendalian temperatur dan waktu agar peningkatan kapasitas tidak mengabaikan mutu produk.

Pada sistem drum berputar, distribusi energi panas dipengaruhi oleh interaksi sumber panas, dinding drum, dan gerakan partikel. Agyei-Agyemang et al. [20] menggunakan computational fluid dynamics (CFD) untuk menganalisis perbaikan kinerja termal tungku penyangrai kacang tanah melalui modifikasi geometri permukaan pemanas. Muramulla et al. [21] menunjukkan, pada kajian drum yang berisi partikel nonsferis, bahwa pencampuran dan konfigurasi gerak partikel berpengaruh terhadap pola perpindahan panas dan distribusi temperatur. Pada pengeringan polong kacang tanah dengan udara panas–gelombang mikro, An et al. [22] juga menegaskan besarnya pengaruh kondisi operasi terhadap perpindahan massa dan karakteristik termal. Temuan dari berbagai konfigurasi tersebut menjadi landasan rekayasa untuk mengevaluasi tabung penyangrai berputar, meskipun parameter optimum tiap teknologi tidak dapat langsung diterapkan pada sistem pemanas gas.

Sejumlah penelitian terdahulu telah menghasilkan metode optimasi pengupasan maupun pemanasan kacang tanah secara spesifik, tetapi kajian yang dirangkum di atas lebih banyak menilai salah satu proses atau komponen secara tersendiri. Dalam praktik pengolahan skala usaha kecil, keterpaduan fungsi pengupasan, pemisahan kulit, dan penyangraian menimbulkan persoalan rekayasa tambahan, terutama penyesuaian putaran pada dua unit kerja, kebutuhan daya motor, keandalan transmisi, kekuatan rangka, dan penyaluran panas pada drum. Permasalahan tersebut menjadi dasar perancangan satu rangkaian mesin berkapasitas nominal 40 kg per proses yang

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

ditujukan untuk kondisi pengolahan kacang tanah di Kota Samarinda.

Penelitian ini bertujuan merancang, membuat, dan mengevaluasi mesin pengupas dan penyangrai kacang tanah berkapasitas 40 kg per proses dengan integrasi unit pengupas, pemisah kulit berbantuan blower, dan drum penyangrai berputar. Sistem penggerak menggunakan motor listrik yang menyalurkan daya melalui pulley, sabuk-V, poros, gearbox, serta transmisi sproket–rantai, sedangkan panas penyangraian bersumber dari kompor gas. Kajian teknik difokuskan pada penentuan kebutuhan daya dan torsi, dimensi elemen transmisi, kekuatan komponen dan sambungan rangka, karakteristik perpindahan panas, serta pengujian kapasitas kerja. Melalui pendekatan rancang bangun dan pengujian tersebut, penelitian diarahkan untuk menghasilkan dasar teknis bagi pengembangan mesin pengolahan kacang tanah yang sesuai dengan kebutuhan usaha kecil, dengan pemisahan yang jelas antara spesifikasi rancangan dan kinerja yang benar-benar terukur.

METODE PERANCANGAN

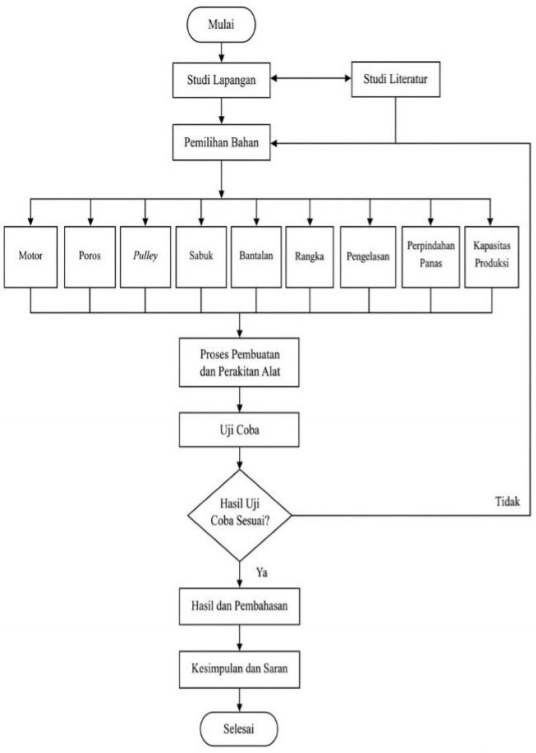


Gambar 1: Mesin Pengupas Kacang Tanah

Prinsip Kerja Alat

Mesin pengupas dan penyangrai kacang tanah kapasitas 40 kg/proses menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama. Putaran motor diteruskan melalui sistem transmisi pulley dan V-belt untuk menggerakkan silinder pengupas. Kacang tanah yang telah dikeringkan dimasukkan melalui hopper menuju ruang pengupasan. Di dalam ruang tersebut, kulit kacang terlepas akibat gesekan antara silinder dan dinding pengupas. Selanjutnya, blower berfungsi memisahkan kulit kacang dari bijinya, sedangkan biji kacang diteruskan menuju tabung penyangrai.

Proses penyangraian menggunakan kompor gas sebagai sumber panas. Putaran motor diteruskan melalui gearbox untuk menurunkan kecepatan putar dan meningkatkan torsi, kemudian disalurkan melalui sprocket dan rantai untuk memutar tabung penyangrai. Perputaran tabung menyebabkan kacang terus bergerak dan teraduk sehingga penyebaran panas lebih merata. Setelah tingkat kematangan yang diinginkan tercapai, mesin dimatikan dan kacang hasil sangrai dikeluarkan melalui saluran pengeluaran untuk selanjutnya digunakan atau dikemas.



Gambar 2: Diagram Alir

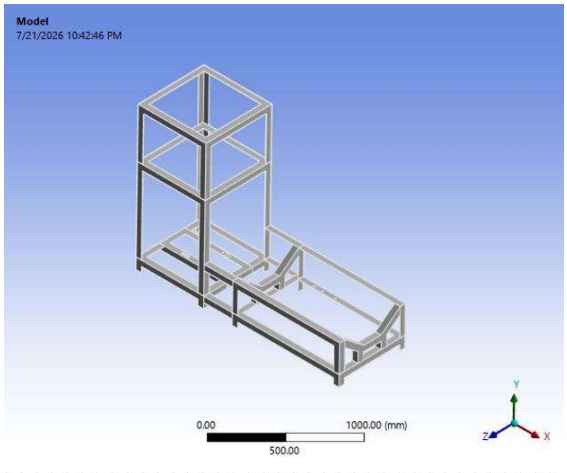
@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

HASIL DAN PEMBAHASAN

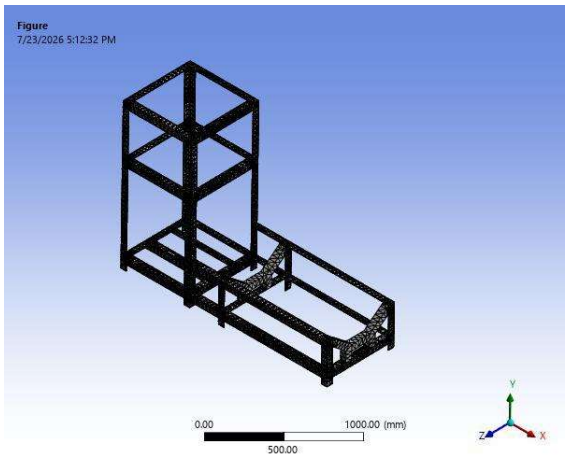
Finite Element Analysis (FEM) Dengan *Ansys workbench*

Kekuatan komponen utama mesin diverifikasi dengan metode elemen hingga menggunakan ANSYS Workbench. Model dibuat di Autodesk Inventor 2023 dan diimpor dalam format ACIS. Analisis meliputi kekuatan statik rangka, tekuk (buckling), getaran, diagram gaya geser dan momen lentur (SFD/BMD), serta poros.

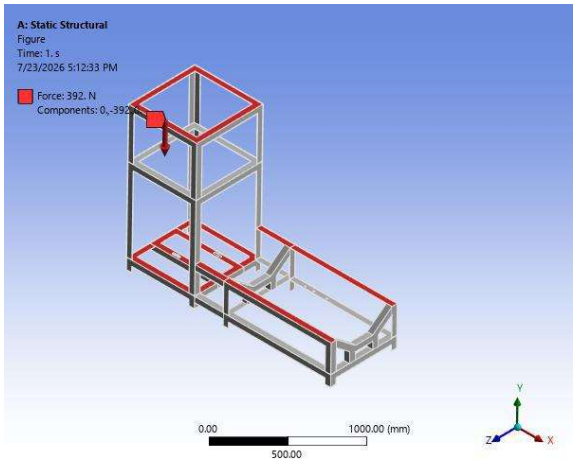
Kekuatan statik rangka. Rangka menggunakan baja ST 37 profil siku 40 × 40 × 2 mm dengan massa 73,93 kg. Properti material dan parameter meshing disajikan pada Tabel 2, sedangkan model dan hasil meshing pada Gambar 4. Beban dua titik masing-masing 392 N diberikan dengan tumpuan tetap di bagian bawah rangka. Hasil simulasi menunjukkan deformasi maksimum 0,17139 mm dan tegangan von Mises maksimum 16,187 MPa. Tegangan tersebut jauh di bawah kekuatan luluh 240 MPa, sehingga faktor keamanan sekitar 15. Nilai ini jauh di atas rentang beban statis 1,25–2,0. [23] sehingga rangka dinyatakan aman.



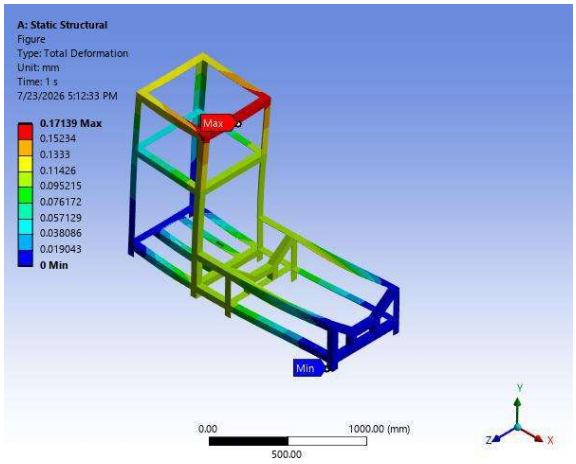
Gambar 3: Model 3D Rangka



Gambar 4: Hasil Meshing

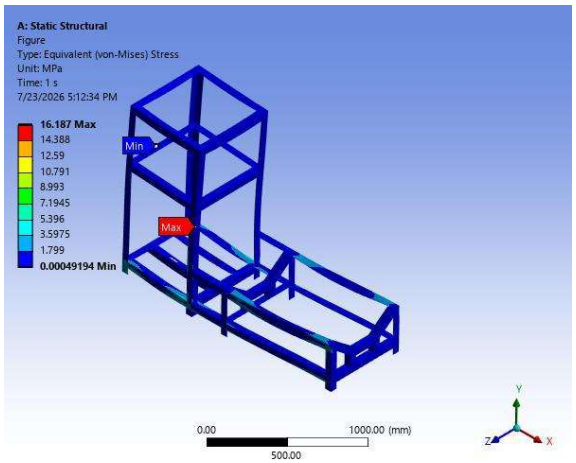


Gambar 5: *Fixed Support* dan gaya 392 N pada rangka



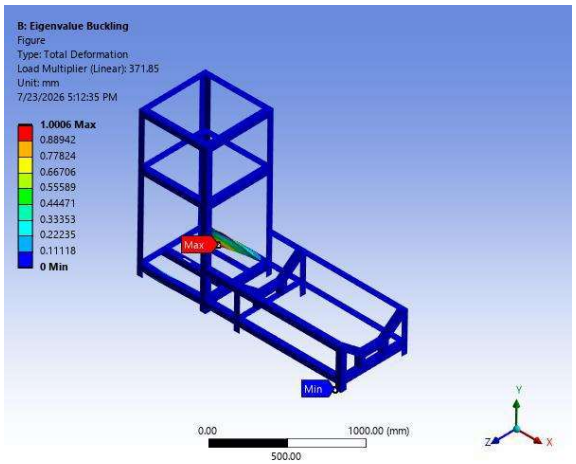
Gambar 6: Kontur *total deformation* rangka

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal



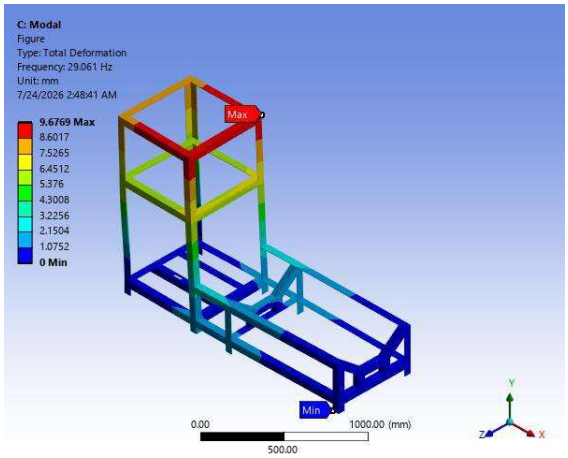
Gambar 7: Kontur tegangan ekuivalen (von Mises) rangka

Analisis tekuk. Eigenvalue buckling menghasilkan enam mode. Mode positif terkecil (load multiplier 371,8) menentukan beban kritis $Pcr = 371{,}85 \times 392\ \text{N} = 145.765{,}2\ \text{N}$. Nilai ini jauh melampaui beban kerja, sehingga rangka tidak berisiko tekuk.

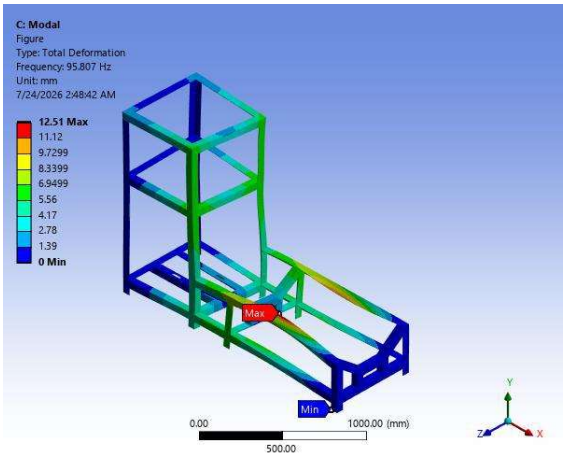


Gambar 8: Bentuk mode tekuk rangka (*load multiplier* 371,85)

Analisis getaran. Analisis modal dilakukan untuk mengetahui frekuensi natural dan bentuk mode getar rangka tanpa gaya eksternal, sehingga hasilnya hanya bergantung pada kekakuan, massa, dan kondisi tumpuan. Pemodelan hanya mencakup bagian rangka yang menopang motor, dengan seluruh permukaan bawah rangka dikekang sebagai tumpuan tetap (fixed support) dan beban motor 25 kg (±245 N) pada dudukan motor. Rangka menggunakan baja ST 37 profil siku 40 × 40 × 2 mm. Enam mode pertama menghasilkan frekuensi natural 29,061; 29,850; 44,639; 54,381; 57,183; dan 95,807 Hz, setara 1.744; 1.791; 2.678; 3.263; 3.431; dan 5.748 rpm. Dua mode pertama hampir identik (selisih sekitar 0,8 Hz), hal yang lazim pada struktur yang simetris. Mode terendah paling kritis karena paling mudah tereksitasi oleh putaran mesin. Resonansi terjadi ketika frekuensi eksitasi mendekati frekuensi natural, sehingga frekuensi kerja motor dan poros sebaiknya dijaga berjarak sekitar 10-20% dari setiap frekuensi natural tersebut. Amplitudo deformasi pada tiap mode merupakan bentuk mode relatif, bukan simpangan sebenarnya, sehingga hanya dipakai untuk melihat bagian rangka yang paling mudah bergetar.



Gambar 9: Bentuk Getar Rangka *Mode 1* (29,061 Hz)

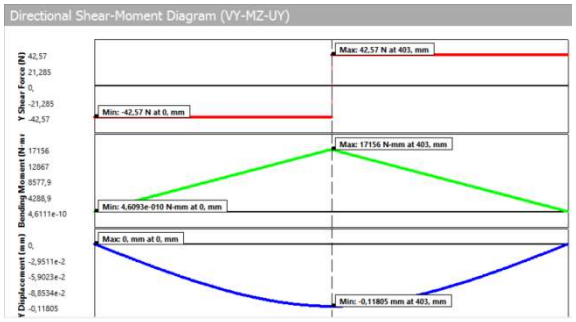


Gambar 10: Bentuk Getar Rangka *Mode 6* (95,807 Hz)

Analisis SFD dan BMD. Batang ST 37 sepanjang 806 mm (penampang 30 × 30 × 3 mm) dimodelkan sebagai balok tumpuan sederhana dengan beban terpusat 85,14 N di

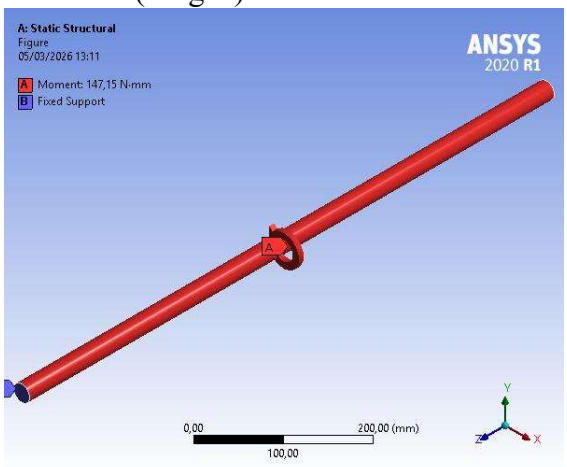
@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

tengah bentang. Gaya geser maksimum ±42,57 N $= \left(\frac{P}{2}\right)$, momen lentur maksimum 17.156 N·mm $= \left(\frac{PL}{4}\right)$ di tengah bentang, dan defleksi maksimum 0,11805 mm. Hasil ini sesuai dengan teori balok.

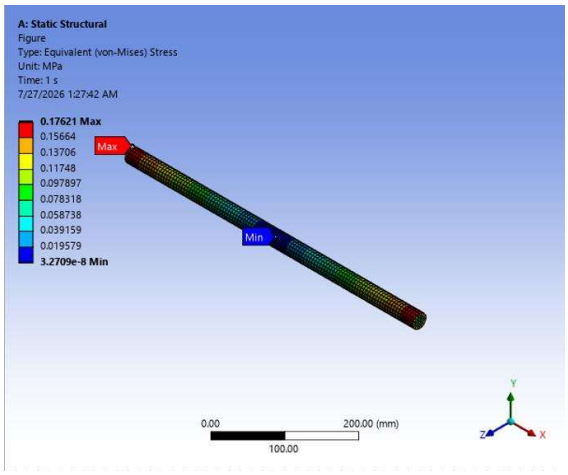


Gambar 11: Diagram gaya geser, momen lentur, dan defleksi balok (VY-MZ-UY)

Analisis poros. Poros ST 60 (Ø25 mm, panjang 550 mm) dibebani momen puntir 610 N·mm dengan kedua ujung ditumpu (Gambar 11). Hasilnya: deformasi maksimum $1{,}7775\times10^{-4}$ mm, regangan maksimum $8{,}8108\times10^{-7}$ mm/mm, dan tegangan von Mises maksimum 0,17621 MPa. Tegangan ini jauh di bawah kekuatan luluh, sehingga poros aman. Beban dinamis tetap perlu diwaspadai karena potensi kelelahan (fatigue).



Gambar 12: Pembebanan poros



Gambar 13: Tegangan von Mises poros

KESIMPULAN

Hasil verifikasi dengan metode elemen hingga menunjukkan bahwa seluruh komponen utama mesin pengupas dan penyangrai kacang tanah kapasitas 40 kg per proses aman terhadap beban kerjanya:

1. Rangka (statik). Tegangan von Mises maksimum 16,187 MPa dan deformasi maksimum 0,17139 mm. Tegangan ini jauh di bawah kekuatan luluh ST 37 (240 MPa), dengan faktor keamanan sekitar 15, melampaui rentang beban statis 1,25-2,0.
2. Rangka (tekuk). Load multiplier terkecil 371,85 menghasilkan beban kritis 145.765,2 N, jauh di atas beban kerja, sehingga rangka tidak berisiko tekuk.
3. Rangka (getaran). Frekuensi natural enam mode pertama 29,061-95,807 Hz (1.744-5.748 rpm). Putaran kerja motor dan poros harus dijauhkan dari rentang ini agar tidak terjadi resonansi.
4. Balok penumpu. Gaya geser maksimum 42,57 N, momen lentur maksimum 17.156 N·mm, dan defleksi maksimum 0,11805 mm, sesuai dengan teori balok.
5. Poros. Tegangan maksimum 0,17621 MPa dan deformasi maksimum $1{,}7775\times10^{-4}$ mm, jauh di bawah batas luluh.

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

REFERENSI

[1] X. Liao *et al.*, "Peanut-Shelling Technologies and Equipment: A Review of Recent Developments," *Agriculture*, vol. 14, no. 7, p. 1178, Jul. 2024, doi: 10.3390/agriculture14071178.

[2] S. Ma *et al.*, "Peanut oils from roasting operations: An overview of production technologies, flavor compounds, formation mechanisms, and affecting factors," *Heliyon*, vol. 10, no. 15, p. e34678, Aug. 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e34678.

[3] Y. Zhang *et al.*, "Effect of Boiling and Roasting Treatments on the Nutrients, Lipid Quality, and Flavor of Peanuts," *Food Sci. Nutr.*, vol. 12, no. 11, pp. 9314–9324, Nov. 2024, doi: 10.1002/fsn3.4509.

[4] A. I. Muhammad, M. Isiaka, M. L. Attanda, S. K. Shittu, I. Lawan, and M. I. Bomoi, "Performance Optimization of Groundnut Shelling Using Response Surface Methodology," *Acta Technol. Agric.*, vol. 24, no. 1, pp. 1–7, Mar. 2021, doi: 10.2478/ata-2021-0001.

[5] A. Pachanawan, K. Doungpoueng, P. Muenkaew, K. Rayanasuk, and M. Srila, "Design and performance evaluation of a propeller-based peanut sheller: efficiency and Economic Feasibility Analysis," *Eng. J.*, vol. 29, no. 10, p. 15, Oct. 2025, doi: 10.4186/ej.2025.29.10.15.

[6] J. Wang *et al.*, "Mediation of Peanut Moisture Content and System Optimization for Improved Shelling Performance of Small Peanut Sheller," *J. ASABE*, vol. 65, no. 2, pp. 295–304, 2022, doi: 10.13031/ja.14742.

[7] J. Wang *et al.*, "Optimization of Material for Key Components and Parameters of Peanut Sheller Based on Hertz Theory and Box–Behnken Design," *Agriculture*, vol. 12, no. 2, p. 146, Jan. 2022, doi: 10.3390/agriculture12020146.

[8] C. Xu, A. Zhu, Y. Liu, and S. Shang, "Design and Parameters Optimization of Key Components of Seed Peanut Shelling Test Bench Based on Cohesive Model," *Agriculture*, vol. 14, no. 12, p. 2248, Dec. 2024, doi: 10.3390/agriculture14122248.

[9] X. Liao *et al.*, "Optimization of a Low-Loss Peanut Mechanized Shelling Technology Based on Moisture Content, Flexible Materials, and Key Operating Parameters," *Agriculture*, vol. 15, no. 22, p. 2365, Nov. 2025, doi: 10.3390/agriculture15222365.

[10] Y. Tuo *et al.*, "Mechanism-constrained D-optimal design of a flexible claw for peanut shelling under biological variability," *Front. Plant Sci.*, vol. 17, Aug. 2026, doi: 10.3389/fpls.2026.1831721.

[11] T. Xu, X. Tang, Y. Yu, X. Jiang, and C. Li, "Establishment of a Breakable Layered Bonding Model for Peanut Pods Based on DEM and Research on the Shelling Process," *Agriculture*, vol. 16, no. 4, p. 440, Feb. 2026, doi: 10.3390/agriculture16040440.

[12] L. Wei, P. Li, Y. Liu, and Y. Xie, "Effects of Drying Methods, Temperature, and Initial Moisture Content on Drying Characteristics, Nutritional Quality, Texture, and Oxidative Stability of Peanuts," *Foods*, vol. 15, no. 7, p. 1248, Apr. 2026, doi: 10.3390/foods15071248.

[13] P. Chen *et al.*, "Simulation of heat and mass transfer of peanut pods in combined hot air–radio frequency," *Dry. Technol.*, vol. 43, no. 4, pp. 639–652, Mar. 2025, doi: 10.1080/07373937.2024.2447051.

[14] D. Zhang, D. Shen, Y. Cao, X. Duan, and H. Sun, "Widely targeted metabolomic approach reveals dynamic changes in non-volatile and volatile metabolites of peanuts during roasting," *Food Chem.*, vol. 412, p. 135577, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.foodchem.2023.135577.

[15] R. de Freitas Floriano, K. Gräbin, R. C. Rossi, C. D. Ferreira, and V. Ziegler, "Impact of roasting conditions on the quality and acceptance of the peanut paste," *J. Texture Stud.*, vol. 51, no. 5, pp. 841–848, Oct. 2020, doi: 10.1111/jtxs.12541.

[16] R. Golani, C. Leishangthem, H. Xiao, Q. Zhang, and P. P. Sutar, "Effect of high temperature short time infrared roasting of peanuts," *J. Futur. Foods*, vol. 4, no. 2, pp. 173–178, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.jfutfo.2023.06.009.

[17] R. Hou *et al.*, "Microwave- and radio frequency-assisted two-step roasting of peanut kernels for enhanced heating efficiency and flavor," *Food Chem. X*, vol. 29, p. 102702, Jul. 2025, doi: 10.1016/j.fochx.2025.102702.

[18] Z. Peng *et al.*, "Radio frequency roasting promotes the degradation of aflatoxin B1 and achieves better quality of peanuts (Arachis hypogaea L.)," *Food Control*, vol. 158, p. 110232, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.foodcont.2023.110232.

[19] J. Yu, X. Yu, L. Shi, and W. Liu, "Comprehensive Analyses of Advanced Glycation end Products and Heterocyclic Amines in Peanuts during the Roasting Process," *Molecules*, vol. 28, no. 20, p. 7012, Oct. 2023, doi: 10.3390/molecules28207012.

[20] A. Agyei-Agyemang, M. K. Commeh, P. O. Tawiah, and B. A. Asaaga, "Numerical Modeling of a Hot Plate Stove for Peanut Roasting," *J. Eng.*, vol. 2022, pp. 1–12, Feb. 2022, doi: 10.1155/2022/9523767.

[21] P. Muramulla *et al.*, "Heat transfer studies in a rotating drum containing non-spherical particles," *Powder Technol.*, vol. 438, p. 119607, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.powtec.2024.119607.

[22] J. An *et al.*, "Innovative application of microwave hot air technology in the drying of peanut pods: Drying characteristics and kinetic analysis," *Therm. Sci. Eng. Prog.*, vol. 65, p. 103925, Sep. 2025, doi: 10.1016/j.tsep.2025.103925.

[23] S. L. M. V. Dobrovolsky, K. Zablonsky, S. Mak (COBISS menulis V. A. Dobrovol'skij, K. I. Zablonskij, *Machine Elements: A Textbook*. 1989.