MeKanik, Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Mesin *Vol.19, No.2 November 2026*
e-ISSN: 3046-8272, p-ISSN: 1979-0708 **(Hal: 1-10)**
Alamat Redaksi : Politeknik Negeri Samarinda, Jurusan Teknik Mesin, Jl.Ciptomangunkusumo Kampus Gg.Lipan Samarinda Kalimantan Timur

RANCANG BANGUN DAN ANALISIS ELEMEN HINGGA PENCACAH DAN PENGGILING SABUT KELAPA BERTENAGA MOTOR BENSIN 6,5 HP

Design And Finite Element Analysis Of A Coconut Coir Shredder And Grinder Powered By A 6.5 Hp Gasoline Engine

Suwarto[1], Hidayat[2] , M. Raihan Fadhillah[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]suwarto@polnes.ac.id , [2]hidayat@polnes.ac.id , [3]raihanfadhillah956@gmail.com

Info Artikel

Riwayat Artikel:
Diterima: 15/09/2026
Diterima dalam bentuk revisi: 09/10/2026
Diterima/publikasi: 17/11/2026

Kata Kunci:
Cocofiber; Cocopeat; Mesin Multifungsi; Sabut Kelapa; Transmisi Daya

Abstrak

Limbah sabut kelapa berpotensi diolah menjadi cocopeat dan cocofiber, tetapi pengolahan manual membutuhkan waktu dan tenaga yang besar. Penelitian ini bertujuan merancang, membuat, dan mengevaluasi mesin multifungsi pencacah-penggiling sabut kelapa dengan penggerak motor bensin. Tahapan penelitian meliputi perancangan menggunakan SolidWorks, perhitungan elemen mesin, fabrikasi, analisis elemen hingga menggunakan Ansys Workbench, serta pengujian kapasitas produksi. Mesin menggunakan motor bensin 6,5 HP, transmisi pulley 75/101 mm dan V-belt tipe A-52, poros S45C berdiameter 25 mm, serta rangka baja ST 37. Simulasi rangka menghasilkan deformasi maksimum 0,0055366 mm dan tegangan von Mises 4,6534 MPa dengan faktor keamanan minimum yang ditampilkan sebesar 15. Simulasi poros menghasilkan deformasi maksimum 0,012765 mm dan tegangan 9,9455 MPa. Pada pengujian satu batch, 1 kg sabut diproses selama 1,28 menit dan menghasilkan 433 g cocopeat serta 441 g cocofiber. Kapasitas pengolahan bahan baku mencapai 46,87 kg/jam. Hasil menunjukkan bahwa mesin dapat mengintegrasikan dua proses dalam satu unit, meskipun pengujian berulang dan verifikasi beban operasional masih diperlukan.

Abstract

Coconut husk waste can be converted into cocopeat and cocofiber, but manual processing is laborious and time-consuming. This study aimed to design, manufacture, and evaluate a multifunctional coconut husk chopping-grinding machine powered by a gasoline engine. The procedure included SolidWorks-based design, machine-element calculations, fabrication, finite-element analysis using Ansys Workbench, and production-capacity testing. The machine employed a 6.5 HP gasoline engine, 75/101 mm pulleys with an A-52 V-belt, a 25 mm S45C shaft, and an ST 37 steel frame. Frame simulation produced a maximum deformation of 0.0055366 mm and a von Mises stress of 4.6534 MPa, with a displayed minimum safety factor of 15. The shaft model produced a maximum deformation of 0.012765 mm and a stress of 9.9455 MPa. In a single-batch test, 1 kg of coconut husk was processed in 1.28 min, producing 433 g of cocopeat and 441 g of cocofiber. The calculated raw-material throughput was 46.87 kg/h. The machine successfully integrated two processing stages in one unit, although repeated testing and verification under representative operating loads remain necessary.

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal Polnes

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki ketersediaan bahan baku kelapa yang besar sehingga kegiatan pengolahan buah kelapa juga menghasilkan sabut dalam jumlah yang tidak sedikit. Sabut merupakan bagian pelindung buah yang tersusun atas serat panjang dan matriks partikel halus. Apabila hanya ditumpuk atau dibuang, material tersebut tidak memberikan nilai tambah dan berpotensi menimbulkan persoalan kebersihan lingkungan. Pemanfaatan sabut menjadi produk olahan merupakan salah satu pendekatan untuk mengurangi limbah sekaligus meningkatkan nilai ekonomi sumber daya lokal [1].

Pada tingkat petani dan usaha kecil-menengah, pengolahan sabut masih sering dilakukan secara manual. Cara tersebut membutuhkan tenaga kerja besar, waktu proses panjang, dan menghasilkan ukuran produk yang tidak seragam. Keterbatasan alat juga menyebabkan sabut tidak segera diolah setelah tersedia, sehingga pemanfaatannya belum optimal [2]. Di sisi lain, sabut dapat dikonversi menjadi cocopeat dan cocofiber. Cocopeat banyak digunakan sebagai media tanam karena mampu menahan air dan memiliki porositas yang baik, sedangkan cocofiber dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi, keset, tali, matras, peredam, dan bahan komposit [3].

Secara mekanis, pengolahan sabut melibatkan reduksi ukuran dan pemisahan komponen. Pencacahan bekerja melalui gaya potong dan tumbukan untuk memperkecil material, sedangkan penggilingan atau penguraian memanfaatkan tumbukan dan gesekan untuk melepaskan serat dari partikel halus. Efektivitas kedua proses dipengaruhi oleh bentuk pisau, kecepatan putar, kondisi awal bahan, ruang kerja, dan ukuran saringan. Mesin yang hanya melakukan satu tahap memerlukan pemindahan material ke unit lain, menambah kebutuhan ruang dan investasi, serta memperpanjang alur produksi [4].

Beberapa pengembangan mesin sabut telah menunjukkan bahwa motor bensin dapat digunakan sebagai sumber tenaga pada skala kecil-menengah. Motor ini mudah dipindahkan dan dapat dioperasikan pada lokasi yang belum memiliki pasokan listrik stabil [5]. Mesin pencacah yang dikembangkan Anugrah mampu menghasilkan campuran cocopeat dan cocofiber dengan kapasitas tinggi, tetapi masih memerlukan tahapan pemisahan lebih lanjut [11]. Mesin pengurai oleh Gafur dan Muklis menghasilkan dua fraksi produk, namun efektivitasnya sangat bergantung pada ukuran awal material [12]. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya integrasi pencacahan dan penggilingan dalam satu konstruksi yang ringkas.

Selain fungsi proses, keamanan mekanis merupakan aspek penting. Rangka harus cukup kaku menahan beban komponen dan getaran, sedangkan poros, pasak, pulley, V-belt, bantalan, serta sambungan las harus mampu meneruskan daya tanpa melampaui tegangan izin. Analisis elemen hingga dapat digunakan untuk memperkirakan distribusi tegangan, deformasi, faktor keamanan, kecenderungan buckling, dan frekuensi alami sebelum mesin digunakan secara luas. Evaluasi numerik tersebut perlu dikombinasikan dengan pengujian aktual karena model simulasi selalu bergantung pada asumsi material, pembebanan, dan kondisi batas.

Penelitian ini mengembangkan mesin multifungsi yang menggabungkan unit pencacah dan penggiling dalam satu rangka dengan satu motor bensin. Kontribusi penelitian meliputi perancangan konfigurasi mekanis dan pemilihan komponen utama, perhitungan elemen mesin, analisis struktur rangka dan poros menggunakan Ansys Workbench, dan pengukuran awal kapasitas pengolahan dan komposisi hasil. Tujuan penelitian adalah mengetahui kelayakan rancangan berdasarkan hasil perhitungan, simulasi, dan pengujian satu batch, sekaligus mengidentifikasi aspek yang masih perlu diverifikasi pada penelitian lanjutan.

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal Polnes

TINJAUAN PUSTAKA

Sabut kelapa mengandung serat kasar yang ulet dan elastis serta partikel halus yang terikat oleh matriks lignoselulosa. Kandungan lignin yang relatif tinggi berkontribusi terhadap ketahanan serat terhadap pembusukan dan kerusakan biologis [10]. Sifat tersebut memberikan keuntungan pada produk akhir, tetapi juga menyebabkan sabut sulit diurai dengan gaya manual. Karena itu, proses mekanis harus menghasilkan kombinasi gaya potong, tumbukan, dan gesekan yang cukup tanpa merusak seluruh panjang serat.

Produk utama hasil pengolahan adalah cocofiber dan cocopeat. Cocofiber merupakan fraksi serat yang berukuran lebih panjang, sedangkan cocopeat berupa partikel halus. Kualitas pemisahan dipengaruhi oleh kadar air, ukuran awal bahan, jumlah pengulangan proses, celah antar-elemen kerja, dan ukuran saringan. Irwandi melaporkan hasil sekitar 37% cocopeat, 49% cocofiber, dan 14% material tidak terurai dari setiap kilogram bahan [17]. Data tersebut dapat digunakan sebagai pembanding deskriptif, tetapi perbedaan mesin, bahan, dan prosedur pengujian harus diperhatikan.

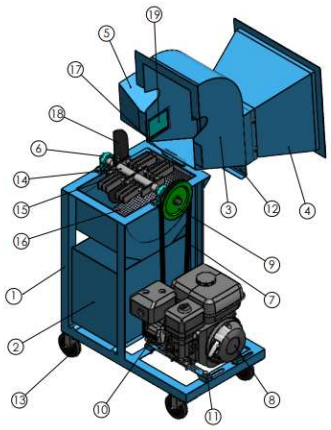
Mesin pencacah bekerja dengan pisau bergerak dan elemen penahan untuk menghasilkan gaya geser. Astuti et al. menegaskan bahwa pencacahan merupakan tahap awal yang mempermudah pengolahan lanjutan [6]. Suhendra et al. menunjukkan bahwa sabut yang belum mengalami reduksi ukuran meningkatkan beban kerja mesin pengurai [7]. Sementara itu, mesin pengurai memanfaatkan elemen pemukul atau silinder untuk melepaskan partikel halus dari serat. Bentuk ruang pengolahan dan saringan berpengaruh terhadap tingkat kehalusan cocopeat serta keutuhan cocofiber [8,9].

Integrasi kedua fungsi berpotensi mempersingkat aliran proses dan mengurangi pemindahan material. Namun, penyatuan fungsi juga meningkatkan kebutuhan terhadap kestabilan rangka, tata letak transmisi, akses perawatan, dan sistem keselamatan. Sistem transmisi pulley-V-belt dipilih karena konstruksinya sederhana, mampu meredam kejutan, dan mudah disetel. Rasio diameter pulley menentukan putaran poros, sedangkan tipe serta jumlah sabuk ditentukan berdasarkan daya rencana, putaran, dan sudut kontak [13,14].

Poros utama menerima kombinasi momen puntir dan momen lentur akibat pulley, pisau, dan beban material. Diameter poros ditentukan berdasarkan tegangan geser izin serta faktor koreksi beban. Pasak meneruskan torsi dari poros ke hub pulley, sedangkan bantalan menjaga poros tetap pada sumbu putarnya dan menahan beban radial. Perubahan penampang dan alur pasak merupakan lokasi konsentrasi tegangan yang perlu diperhatikan [15,16].

Analisis statik elemen hingga digunakan untuk memperoleh deformasi total, regangan elastis ekuivalen, dan tegangan von Mises. Analisis eigenvalue buckling memperkirakan faktor pengali beban yang memicu ketidakstabilan ideal, sedangkan analisis modal menghasilkan frekuensi alami dan bentuk mode. Nilai deformasi pada analisis modal merupakan bentuk yang dinormalisasi oleh solver sehingga parameter utama yang diinterpretasikan adalah frekuensi dan pola getarnya. Hasil simulasi harus dibaca sesuai skenario pembebanan yang digunakan dan tidak menggantikan pengujian eksperimental.

METODE PENELITIAN



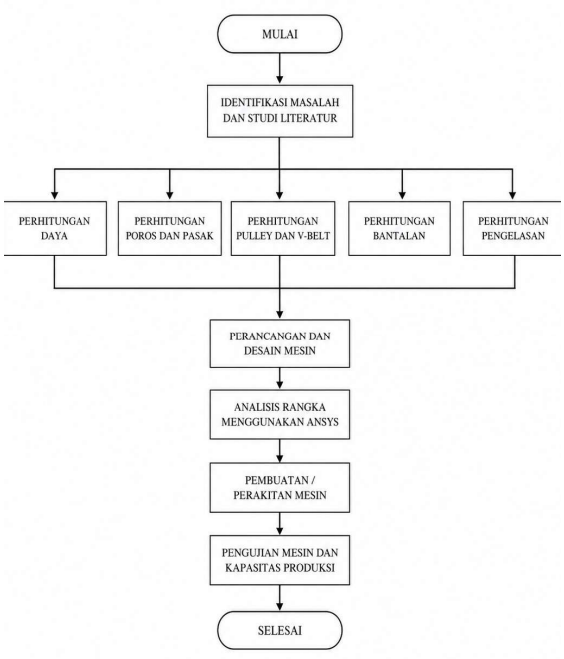
Gambar 1. Desain tiga Alat

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal Polnes

Lokasi, Waktu, dan Tahapan

Penelitian dilaksanakan di Salah satu kota samarinda pada Februari-Juli 2026. Kegiatan meliputi identifikasi kebutuhan, studi literatur, perancangan konsep, perhitungan komponen, pemilihan bahan, pembuatan komponen, perakitan, simulasi numerik, pengujian awal, dan analisis hasil. Desain tiga dimensi dibuat menggunakan SolidWorks untuk memeriksa bentuk, ukuran, dan posisi komponen sebelum proses fabrikasi.

Alur penelitian disajikan pada Gambar 1. Perhitungan daya, poros-pasak, pulley-V-belt, bantalan, dan pengelasan dilakukan sebelum desain akhir. Rangka kemudian dianalisis menggunakan Ansys Workbench. Setelah hasil perancangan dinilai memenuhi, mesin difabrikasi dan diuji menggunakan sabut kelapa sebagai bahan baku.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Konfigurasi dan Bahan Mesin

Mesin dirancang dalam satu rangka berukuran 650 × 410 × 638 mm. Sumber tenaga berupa motor bensin 6,5 HP dengan putaran nominal 3000 rpm. Pulley penggerak berdiameter 75 mm dan pulley poros 101 mm. Poros utama menggunakan baja S45C dengan diameter aktual 25 mm dan panjang 400 mm, ditumpu dua pillow block bearing UCP 205. Rangka dibuat dari baja siku ST 37 berukuran 40 × 40 × 2 mm. Unit kerja terdiri atas pisau pencacah, pisau pemukul/pengurai, hopper, ruang kerja, saringan berdiameter lubang 3 mm, saluran keluar, dan bak penampung.

Pemilihan bahan pisau menggunakan plat baja 440C, sedangkan penutup mesin menggunakan plat baja dan galvanis. Sambungan rangka dibuat dengan proses SMAW menggunakan elektroda RB-26/E6013. Sistem dilengkapi roda untuk mobilitas dan tombol penghenti darurat sebagai perangkat keselamatan dasar.

Perhitungan Elemen Mesin

Daya rencana ditentukan dari daya motor dikalikan faktor koreksi. Putaran poros dihitung dari perbandingan diameter pulley. Diameter minimum poros dihitung dari kombinasi momen lentur dan puntir, sedangkan panjang pasak ditentukan berdasarkan gaya tangensial dan tegangan geser izin. Persamaan utama yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$P_d = f_c \times P \quad (1)$$

$$n_2 = n_1 \times \frac{d_1}{d_2} \quad (2)$$

$$KP = \frac{kg}{t} \times 60 \quad (3)$$

Keterangan: P_d adalah daya rencana; f_c faktor koreksi; P daya motor; n_1 dan n_2 putaran pulley; d_1 dan d_2 diameter pulley; KP kapasitas produksi; kg massa material; dan t waktu proses dalam menit.

Simulasi Numerik

Analisis statik rangka menggunakan material Structural Steel/ST 37 dengan modulus elastisitas 200 GPa, rasio Poisson 0,3, tegangan luluh 250 MPa, dan massa jenis 7850 kg/m³. Model rangka memiliki 105.209 node dan 49.215 elemen dengan ukuran elemen 10 mm. Beban sebesar 107,91 N diterapkan pada arah sumbu Y dengan tumpuan tetap pada bagian bawah rangka. Keluaran yang diamati adalah

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal Polnes

deformasi total, regangan elastis ekuivalen, tegangan von Mises, dan faktor keamanan.

Analisis buckling menggunakan kondisi prategang dari analisis statik dan menghitung delapan mode. Analisis modal menggunakan massa terdistribusi 20 kg pada dudukan mesin dan menghitung enam frekuensi alami. Analisis gaya geser dan momen lentur dilakukan pada batang siku 40 × 40 × 2 mm sepanjang 450 mm dengan beban terpusat 294,3 N. Model poros pada simulasi memiliki panjang 400 mm dan diameter 30 mm, diberi beban 294,3 N, serta ditumpu tetap pada dua permukaan ujung. Perbedaan diameter model poros 30 mm dan poros aktual 25 mm dicatat sebagai keterbatasan konsistensi model.

Pengujian Kapasitas

Pengujian awal dilakukan menggunakan satu batch sabut kelapa bermassa 1 kg. Waktu proses diukur sejak bahan dimasukkan hingga hasil utama keluar. Cocopeat dan cocofiber kemudian ditimbang secara terpisah. Kapasitas dihitung dalam kg/jam dari massa produk dibagi waktu proses. Karena pengujian hanya dilakukan satu kali, hasil diperlakukan sebagai data deskriptif awal dan belum digunakan untuk analisis statistik maupun penetapan variasi performa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan dan Prinsip Kerja

Desain mesin ditunjukkan pada Gambar 2. Motor ditempatkan pada bagian bawah rangka untuk menjaga pusat massa tetap rendah. Putaran motor diteruskan melalui V-belt ke pulley poros utama. Hopper atas mengarahkan sabut ke ruang penggilingan, sedangkan corong samping digunakan untuk fungsi pencacahan. Penempatan dua jalur masuk pada satu rumah mesin memungkinkan penggunaan unit sesuai kebutuhan proses tanpa menambah motor penggerak.

Pada mode penggilingan, sabut mengalami tumbukan dan gesekan oleh pisau pemukul hingga partikel halus melewati saringan dan jatuh ke bak penampung. Pada mode pencacahan, pisau bergerak memotong sabut menjadi bagian yang lebih kecil dan mengeluarkannya melalui saluran hasil. Mesin aktual setelah perakitan ditunjukkan pada Gambar 3. Roda memudahkan pemindahan alat, sedangkan cover mengurangi kontak langsung dengan komponen berputar.



Gambar 3. Mesin setelah proses fabrikasi dan perakitan
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Tabel 1. Spesifikasi utama mesin

Komponen	Spesifikasi
Motor penggerak	Bensin 6,5 HP; 3000 rpm
Dimensi rangka	650 × 410 × 638 mm
Material rangka	Baja siku ST 37; 40 × 40 × 2 mm
Pulley	Penggerak 75 mm; digerakkan 101 mm
V-belt	Tipe A; panjang standar 52 in
Poros aktual	S45C; Ø25 × 400 mm
Bantalan	2 buah UCP 205
Saringan	Lubang Ø3 mm
Elektroda	RB-26/E6013

Hasil Perhitungan Elemen Mesin

Daya motor 6,5 HP dikonversi menjadi sekitar 4,7 kW. Dengan faktor koreksi 1,2, daya rencana diperoleh 5,64 kW. Nilai ini digunakan untuk pemilihan sistem transmisi dan pemeriksaan komponen. Perbandingan pulley 75 mm dan 101 mm menurunkan

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal Polnes

putaran dari 3000 rpm menjadi sekitar 2227 rpm dengan rasio 1,35:1. Reduksi putaran meningkatkan torsi pada poros kerja dan membantu proses terhadap material berserat.

Material poros S45C memiliki kekuatan tarik yang digunakan dalam perhitungan sebesar 58 kg/mm². Tegangan geser izin diperoleh 3,22 kg/mm². Kombinasi momen puntir 2466 kg.mm dan momen lentur maksimum 4018 kg.mm menghasilkan diameter minimum 23,5 mm. Diameter aktual 25 mm dipilih untuk memberikan margin dan menyesuaikan bantalan. Gaya tangensial pasak dihitung 197,2 kg; tegangan geser pasak 0,704 kg/mm² masih di bawah tegangan izin. Panjang minimum pasak 5,66 mm, sedangkan panjang yang dipasang 35 mm.

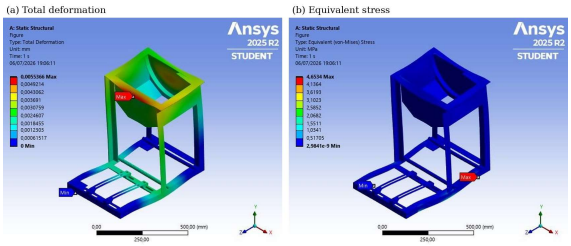
Perhitungan transmisi menghasilkan kecepatan V-belt 11,775 m/s, panjang keliling 1321 mm atau 52 in, jarak sumbu aktual sekitar 522 mm, dan sudut kontak 177°. Perhitungan menyatakan kebutuhan dua sabuk. Naskah skripsi melaporkan umur nominal bantalan sekitar 10.285 jam atau 4,69 tahun pada penggunaan 6 jam/hari. Namun, terdapat ketidaksesuaian pada nilai jari-jari bantalan yang ditulis 27,5 mm, sementara diameter bore UCP 205 dan poros aktual adalah 25 mm. Oleh karena itu, umur bantalan perlu dihitung ulang sebelum spesifikasi final digunakan untuk produksi.

Analisis Statik Rangka

Hasil simulasi rangka disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 4. Deformasi maksimum 0,0055366 mm terjadi pada bagian atas rangka yang menerima transfer beban dari rumah proses. Nilai tersebut sangat kecil dibandingkan dimensi rangka sehingga, pada skenario beban 107,91 N, struktur memiliki kekakuan yang baik. Regangan elastis maksimum 2,544 × 10^{-5} mm/mm menunjukkan respons masih berada dalam daerah elastis.

Tegangan von Mises maksimum 4,6534 MPa terkonsentrasi di bagian bawah rangka dekat dudukan mesin dan perubahan geometri. Nilai ini jauh di bawah tegangan luluh material 250 MPa. Rasio sederhana antara tegangan luluh dan tegangan maksimum adalah sekitar 53,7, sedangkan kontur Ansys pada naskah menampilkan faktor keamanan minimum 15. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena skala tampilan faktor keamanan dibatasi pada nilai tertentu; yang terpenting, tegangan pada skenario simulasi tidak mendekati batas luluh.

Interpretasi keselamatan harus mempertimbangkan bahwa beban 107,91 N hanya mewakili skenario pembebanan yang dimodelkan dan belum secara eksplisit mencakup seluruh massa motor, rumah proses, material, gaya transmisi, serta beban dinamis. Dengan demikian, hasil ini mendukung kelayakan awal geometri, tetapi belum cukup untuk menyatakan keamanan menyeluruh pada semua kondisi operasi.



Gambar 4. Kontur analisis statik rangka: (a) deformasi total dan (b) tegangan von Mises
Sumber: Simulasi Ansys Workbench 2025 student

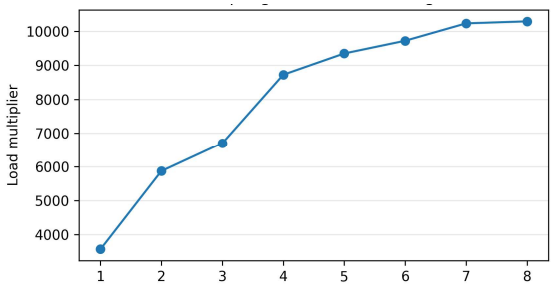
Buckling, Getaran, serta SFD-BMD

Analisis eigenvalue buckling menghasilkan load multiplier terendah 3571,6 pada mode pertama. Dengan beban referensi 107,91 N, beban kritis ideal dihitung sebesar 385.411,36 N. Mode berikutnya memiliki faktor pengali yang lebih besar. Nilai yang tinggi menunjukkan bahwa pada model ideal dan kondisi batas yang digunakan, buckling bukan mode kegagalan dominan. Akan tetapi, analisis eigenvalue tidak memperhitungkan ketidaksempurnaan geometri, kelonggaran sambungan, dan nonlinieritas material, sehingga nilai tersebut tidak boleh diperlakukan sebagai kapasitas kerja langsung.

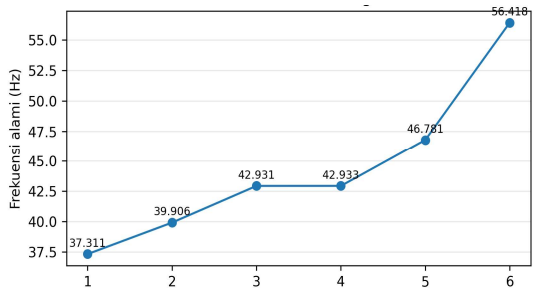
@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal Polnes

Analisis modal menghasilkan frekuensi alami 37,311-56,418 Hz untuk enam mode. Frekuensi meningkat seiring nomor mode, dengan kenaikan terbesar dari mode kelima ke keenam. Bentuk deformasi modal merupakan hasil normalisasi solver, sehingga nilai amplitudo 11,029-15,829 mm tidak digunakan sebagai lendutan operasional. Informasi frekuensi diperlukan untuk memastikan eksitasi motor, transmisi, dan ketidakseimbangan pisau tidak berimpit dengan frekuensi alami utama.

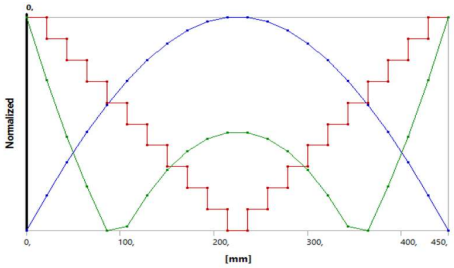
Pada analisis batang rangka sepanjang 450 mm dengan beban 294,3 N, gaya geser maksimum sebesar 140,14 N dan momen lentur maksimum 11.011 N.mm. Deformasi maksimum 0,079003 mm masih kecil terhadap panjang batang. Konsentrasi momen berada di sekitar ujung dan sambungan, sehingga kualitas las dan detail tumpuan perlu mendapat perhatian.



Gambar 5. Faktor pengali beban kritis pada delapan mode buckling



Gambar 6. Frekuensi alami rangka pada enam mode getar

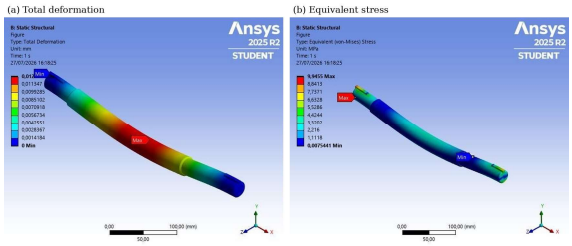


Gambar 7. Diagram gaya geser dan momen lentur batang rangka
Sumber: Simulasi Ansys Workbench 2025 Student

Analisis Poros

Model poros pada Ansys memiliki panjang 400 mm, diameter 25 mm, material Structural Steel, dan beban transversal 294,3 N. Hasil simulasi menunjukkan deformasi maksimum sebesar0,012765 mm pada bagian tengah bentang, tegangan von Mises maksimum 9,9455 MPa, serta regangan elastis maksimum 5,6511 × 10^{-5} mm/mm yang terkonsentrasi di area perubahan penampang dan alur pasak.

Nilai tegangan tersebut masih jauh di bawah tegangan luluh material sebesar 250 MPa sehingga poros aman terhadap beban statis. Namun, area alur pasak tetap perlu dianalisis terhadap kelelahan karena menerima beban berulang selama pengoperasian mesin.



Gambar 8. Kontur model poros: (a) deformasi total dan (b) tegangan von Mises
Sumber: Simulasi Ansys Workbench 2025 Student

Kapasitas Produksi dan Neraca Massa

Pengujian awal menggunakan 1 kg sabut kelapa menghasilkan waktu proses 1,28 menit. Massa cocopeat yang diperoleh 433 g dan cocofiber 441 g. Selisih 126 g atau 12,6% merupakan material yang tertahan, tidak terurai, tercecer, atau belum teridentifikasi selama proses. Total

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal Polnes

pemulihan dua produk utama adalah 874 g atau 87,4% dari massa masukan.

Kapasitas pengolahan bahan baku berdasarkan satu batch adalah 46,87 kg/jam. Kapasitas produk cocopeat dan cocofiber masing-masing 20,30 kg/jam dan 20,67 kg/jam. Proporsi keluaran relatif seimbang, yaitu 43,3% cocopeat dan 44,1% cocofiber. Hasil tersebut berbeda dari laporan Irwandi yang menghasilkan sekitar 37% cocopeat, 49% cocofiber, dan 14% residu [17], tetapi total hasil terpulihkan keduanya relatif berdekatan. Perbedaan proporsi dapat berasal dari kadar air, varietas sabut, kondisi awal bahan, konfigurasi pisau, dan ukuran saringan.

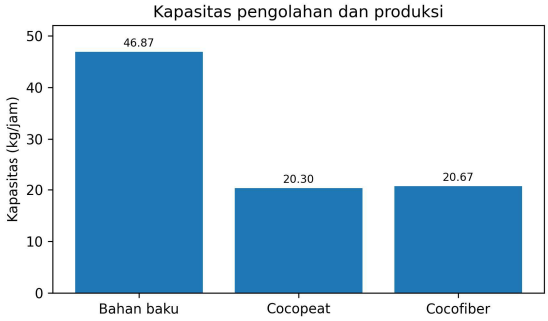
Dibandingkan mesin pengurai yang dilaporkan Gafur dan Muklis dengan kapasitas bahan sekitar 33 kg/jam [12], kapasitas awal mesin ini lebih tinggi. Sebaliknya, kapasitasnya masih di bawah total keluaran mesin pencacah Anugrah sekitar 141,6 kg/jam [11]. Perbandingan tersebut hanya bersifat indikatif karena fungsi mesin, metode pengujian, dan definisi kapasitas tidak identik. Kinerja mesin ini lebih menonjol pada integrasi dua fungsi dan bentuk yang portabel daripada mengejar kapasitas produksi maksimum.

Tabel 3. Hasil pengujian satu batch

Parameter	Nilai
Massa bahan baku	1,00 kg
Waktu proses	1,28 menit
Cocopeat	433 g (43,3%)
Cocofiber	441 g (44,1%)
Residu/kehilangan	126 g (12,6%)



Gambar 9. Produk hasil pengolahan: (a) cocopeat dan (b) cocofiber
Sumber: Dokumentasi pengujian



Gambar 10. Kapasitas pengolahan dan kapasitas produk

Implikasi dan Keterbatasan

Mesin yang dikembangkan memberikan alternatif teknologi tepat guna karena menggabungkan dua fungsi pada satu rangka dan menggunakan motor bensin yang tidak bergantung pada jaringan listrik. Dimensi yang relatif ringkas dan penggunaan roda mendukung mobilitas pada lokasi pengolahan skala kecil. Hasil perhitungan dan simulasi menunjukkan komponen utama memiliki margin statik pada kondisi yang dianalisis, sementara pengujian awal membuktikan mesin dapat menghasilkan dua produk dalam waktu singkat.

Meskipun demikian, terdapat beberapa keterbatasan penting. Pertama, pengujian kapasitas hanya satu kali sehingga belum diketahui variasi, repeatability, dan ketidakpastian hasil. Kedua, kadar air dan kondisi sabut tidak dikontrol sebagai variabel. Ketiga, beban statik rangka 107,91 N belum menggambarkan seluruh kombinasi beban aktual dan gaya dinamis. Keempat, diameter model poros berbeda dari poros aktual. Kelima, data konsumsi bahan bakar, kebisingan, getaran operasional, distribusi ukuran cocopeat, panjang serat, dan tingkat kemurnian produk belum diukur.

Pengembangan berikutnya perlu mencakup minimal tiga sampai lima pengulangan pada setiap kondisi bahan, variasi kadar air, pengukuran putaran aktual, torsi atau arus ekuivalen, konsumsi bahan bakar, kebisingan, dan getaran. Simulasi rangka perlu menggunakan seluruh massa komponen dan gaya sabuk,

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal Polnes

sedangkan poros perlu dimodelkan sesuai diameter aktual 25 mm. Penambahan separator, pelindung transmisi yang lebih tertutup, interlock cover, dan prosedur keselamatan operasi juga diperlukan sebelum mesin diterapkan secara rutin.

KESIMPULAN

Mesin multifungsi pencacah dan penggiling sabut kelapa berhasil dirancang dan dibuat dalam satu unit berpenggerak motor bensin 6,5 HP. Mesin memiliki rangka 650 × 410 × 638 mm, transmisi pulley 75/101 mm, V-belt tipe A-52, poros aktual S45C Ø25 × 400 mm, dan bantalan UCP 205. Perhitungan menghasilkan daya rencana 5,64 kW, putaran poros sekitar 2227 rpm, diameter minimum poros 22,43 mm, serta sudut kontak sabuk 177°.

Pada skenario simulasi rangka dengan beban 107,91 N, deformasi maksimum 0,0055366 mm dan tegangan von Mises maksimum 4,6534 MPa. Model poros Ø30 mm dengan beban 294,3 N menghasilkan deformasi 0,012765 mm dan tegangan 9,9455 MPa. Kedua hasil berada di bawah tegangan luluh material pada model yang digunakan, tetapi simulasi poros perlu diulang dengan diameter aktual dan pembebanan operasional yang lebih representatif.

Pengujian satu batch 1 kg selama 1,28 menit menghasilkan 433 g cocopeat, 441 g cocofiber, dan residu 126 g. Kapasitas pengolahan awal mencapai 46,87 kg/jam, dengan kapasitas produk masing-masing 20,30 dan 20,67 kg/jam. Mesin berfungsi sesuai tujuan integrasi proses, tetapi kesimpulan performa perlu diperkuat melalui pengujian berulang, pengendalian kadar air, pengukuran konsumsi bahan bakar dan getaran, serta evaluasi kualitas produk.

REFERENSI

[1] Suparno, A. Kurniawan, F. B. Setiyawan, dan R. Setiyadi, “Design and Construction of 15 Kg/Hour Capacity Cocopeat and Cocofiber Machines,” E3S Web of Conferences, vol. 500, 2024.

[2] R. Nurdin dan M. Jufri, “Pengembangan Teknologi Tepat Guna Dalam Pengolahan Limbah Sabut Kelapa Menjadi Produk Bernilai Ekonomi Di Desa Sikara,” Jurnal Abditani, vol. 4, no. 3, pp. 140-144, 2021.

[3] Thaliasty, F. Abdillah, N. Anas, L. R. Idris, Juliana, dan A. Hairunnisa, “Pembuatan Cocopeat Sebagai Media Tanam dari Limbah Kerajinan Sabut Kelapa di Desa Pesuloang,” Jurnal Lepa-Lepa Open, vol. 3, no. 6, pp. 1148-1151, 2023.

[4] W. Saputro, A. K. Faizin, dan T. P. Sari, “Implementasi Teknologi Pengolah Limbah Sabut Kelapa Menjadi Cocofiber dan Cocopeat di Desa Lenteng Timur, Sumenep,” Warta LPM, vol. 26, no. 3, pp. 345-354, 2023.

[5] S. Sepriyanto, “Alat Pengurai Sabut Kelapa dengan Blade Portable Untuk Menghasilkan Cocofiber dan Cocopeat,” Jurnal Civronlit Unbari, vol. 3, no. 1, p. 46, 2018.

[6] F. Astuti, S. Pratapa, S. Suasmoro, Triwikantoro, dan Y. Cahyono, “Pengolahan Limbah Sabut Kelapa Menggunakan Mesin Pencacah dalam Upaya Pemanfaatannya sebagai Produk Tepat Guna di Desa Candimulyo-Dolopo-Madiun,” Sewagati, vol. 7, no. 3, pp. 1-6, 2023.

[7] Suhendra, W. Apriani, dan I. Fahrizal B.N., “Uji Performansi pada Mesin Pengurai Sabut Kelapa dengan Modifikasi Pisau Pengurai,” vol. 6, no. 2, pp. 57-63, 2022.

[8] M. Astriani, S. Hidayat, W. Saputri, dan N. Nuraini, “Pendampingan Pengolahan Limbah Serabut Kelapa menjadi Cocofiber dan Cocopeat di Desa Manggar Raya,” Jurnal SOLMA, vol. 10, no. 3, 2021.

[9] I. As’ad, J. R. Ashar, dan R. Dewi, “Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa Menjadi Produk Berdaya Saing

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal Polnes

Ekspor Pada Kelompok Tani Cocoherlang Bulukumba," vol. 4, no. 4, pp. 9521-9525, 2023.

[10] T. Indahyani, "Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa pada Perencanaan Interior dan Furniture Masyarakat Miskin," Humaniora, vol. 2, no. 1, pp. 15-23, 2011.

[11] R. A. Anugrah, "Performance of Crusher Machine for Crushing Coconut Coir into Cocopeat and Cocofiber," Dinamika Teknik Mesin, vol. 12, no. 2, p. 122, 2022.

[12] A. Gafur dan A. Muklis, "Rancang Bangun Mesin Pengurai Sabut Kelapa Menjadi Cocopeat dan Cocofiber," Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin, vol. 7, pp. 55-61, 2022.

[13] Sularso dan K. Suga, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: Pradnya Paramita, 2004.

[14] H. Mahmudi, "Analisa Perhitungan Pulley dan V-Belt Pada Sistem Transmisi Mesin Pencacah," Jurnal Mesin Nusantara, vol. 4, no. 1, pp. 40-46, 2021.

[15] F. Mananoma, A. Sutrisno, dan S. Tangkuman, "Perancangan Poros Transmisi Dengan Daya 100 HP," Jurnal Online Poros Teknik Mesin, vol. 6, no. 1, pp. 1-9, 2018.

[16] E. Suryono, N. W. Darmaatmadja, dan B. Margono, "Optimasi Alur Pasak Dengan Variasi Fillet dan Chamfer Untuk Meningkatkan Kekuatan Poros AISI 1045," Media Mesin, vol. 22, no. 2, pp. 118-128, 2021.

[17] M. Irwandi, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Sabut Kelapa Menjadi Serbuk Kelapa (Cocopeat)," Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2025.

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal Polnes