MeKanik, Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Mesin *Vol.19, No.2 November 2026*
e-ISSN: 3046-8272, p-ISSN: 1979-0708 **(Hal: 20-29)**
Alamat Redaksi : Politeknik Negeri Samarinda, Jurusan Teknik Mesin, Jl.Ciptomangunkusumo Kampus Gg.Lipan Samarinda Kalimantan Timur

ANALISIS STATIK, BUCKLING, DAN MODAL PADA RANGKA MESIN INTEGRASI PENCACAH-*PELLETIZER* MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Static, Buckling, And Modal Analysis Of The Machine Frame For An Integrated Shredder-Pelletizer System Using The Finite Element Method

Hidayat[1], Hasan Basri[2], Samen Lolongan[3], Asdar Permana Cupe[4]

[1,2,3] Dosen Jurusan Teknik Mesin, Prodi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Samarinda,
[4] Mahasiswa, Prodi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Samarinda,
Jl.Dr.Ciptomangunkusumo Kampus Gunung Lipan, Samarinda Seberang, Kota Samarinda
e-mail: [1]hidayat@polnes.ac.id , [2]hasan_bsr@polnes.ac.id , [3]samenl@polnes.ac.id ,
[4]asdarper_c902@gmail.com

Info Artikel

Riwayat Artikel:
Diterima: 27/08/2026
Diterima dalam bentuk revisi: 18/09/2026
Diterima/publikasi: 17/11/2026

Kata Kunci
Rancang bangun, Mesin pencacah, *Pelletizer,* Motor bensin, Ansys Student

Abstrak

Biaya pakan yang mencapai 60% sampai 70% dari total biaya produksi, ditambah penggunaan mesin yang terpisah, membuat produksi pakan mandiri di tingkat peternak kurang efisien. Penelitian ini merancang dan membuat mesin pencacah dan pelletizer terintegrasi yang digerakkan satu motor bensin 15 HP dengan starter elektrik. Perancangan mencakup pemodelan 3D dengan SolidWorks, perhitungan elemen mesin (daya, pulley, V-belt, poros, pasak, bantalan, dan las), serta analisis rangka baja ST 37 dengan Ansys berupa static structural, eigenvalue buckling, dan modal. Unit pencacah memakai empat pisau HSS dan delapan mata penepung, sedangkan unit pelet bertipe flat die dengan gearbox WPA 80 rasio 1:60. Hasil simulasi menunjukkan rangka bekerja di daerah elastis dengan regangan ekuivalen maksimum 5,1108×10-5 mm/mm dan beban tekuk kritis jauh di atas beban kerja. Pengujian memberikan kapasitas rata-rata pencacah 135 kg/jam dan pelet 38,6 kg/jam.

Abstract

High feed cost, reaching 60% to 70% of production cost, and the use of separate machines make on-farm feed production inefficient. This study designs and builds an integrated chopper and pelletizer machine driven by a single 15 HP gasoline engine with an electric starter. The design covers 3D modeling in SolidWorks, machine element calculations (power, pulleys, V-belts, shafts, keys, bearings, and welds), and Ansys analysis of an ST 37 steel frame (static structural, eigenvalue buckling, and modal). The chopper unit uses four HSS blades and eight hammers, while the flat-die pellet unit is driven through a WPA 80 gearbox with a 1:60 ratio. The simulation shows that the frame stays in the elastic range with a maximum equivalent strain of 5.1108×10-5 mm/mm and a critical buckling load far above the working load. Performance tests gave an average capacity of 135 kg/h for the chopper and 38.6 kg/h for the pelletizer.

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

PENDAHULUAN

Pengolahan pakan pada skala peternakan memerlukan proses yang mampu mengubah bahan baku dengan karakteristik beragam menjadi produk yang seragam dan mudah ditangani. Pengecilan ukuran, pencampuran, dan pemadatan merupakan tahapan yang saling memengaruhi karena distribusi ukuran partikel dan sifat fisik bahan menentukan hambatan aliran, kebutuhan energi, serta karakteristik pelet. Thomas dan van der Poel [1] menekankan bahwa pembentukan pelet melibatkan perubahan perpindahan panas, kelembapan, dan sifat material sepanjang tahap pengondisian serta pemadatan. Bastiaansen dkk. [2] selanjutnya menunjukkan bahwa komposisi pakan kaya serat dapat mengubah sifat termomekanis adonan dan kebutuhan energi proses. Pada campuran yang mengandung hasil samping agroindustri, sifat hidrasi dan kadar serat juga berkaitan dengan kapasitas pemadatan, meskipun hubungan dengan ketahanan pelet tidak selalu bersifat linier [3]. Temuan tersebut memperlihatkan pentingnya mengembangkan sistem pengolahan yang mampu menangani perbedaan sifat bahan secara konsisten, khususnya ketika peternak memanfaatkan bahan pakan lokal.

Pakan berbentuk pelet menawarkan keuntungan praktis berupa penyederhanaan penanganan, pengurangan segregasi bahan, dan penyajian ransum yang lebih seragam. Namun, manfaatnya bergantung pada ukuran partikel awal dan ketahanan bentuk pelet selama penanganan. Ebbing dkk. [4] menunjukkan bahwa kombinasi tipe penggiling, ukuran partikel, dan proses pengondisian memengaruhi indeks ketahanan pelet serta respons ayam pedaging. Rueda dkk. [5] melaporkan bahwa bentuk pelet berdiameter 3 dan 4 mm pada percobaan ayam pedaging berkaitan dengan peningkatan kecernaan nutrien dan performa dibanding pakan bentuk tepung. Melo-Durán dkk. [6] juga mengidentifikasi hubungan antara ukuran partikel jagung dalam ransum pelet, sifat fisik pelet, dan respons nutrisi. Karena hasil biologis tersebut berasal dari formulasi serta spesies ternak tertentu, implikasinya bagi perancangan mesin perlu ditempatkan sebagai dasar pentingnya konsistensi ukuran dan mutu fisik, bukan sebagai jaminan peningkatan performa ternak pada setiap jenis pelet.

Pengecilan ukuran bahan menjadi tahap yang menentukan sebelum pencetakan karena bahan berserat atau berukuran panjang dapat mengganggu laju pengisian dan konsistensi umpan pada unit pemadat. Orisaleye dkk. [7] mengembangkan mesin skala kecil yang menggabungkan pencacahan dan penggilingan biomassa pertanian; penelitian tersebut memperlihatkan bahwa ukuran bukaan saringan memengaruhi distribusi partikel dan efisiensi pengecilan ukuran. Pada bahan hijauan, El Ghobashy dkk. [8] membuktikan bahwa pencacahan dan penghancuran dapat digabungkan dalam satu alat, tetapi produktivitas dan kebutuhan energi kedua operasi tetap perlu dinilai secara terpisah. Naeem dkk. [9] menemukan bahwa proses pencetakan pelet komersial sendiri dapat mengubah distribusi ukuran partikel secara signifikan. Dengan demikian, perancangan sistem pencacah dan pencetak pelet perlu mempertimbangkan kesesuaian hasil pencacahan terhadap kemampuan pemadatan, bukan semata-mata kecepatan masing-masing mekanisme.

Dari sudut pandang teknik mesin, produktivitas pencacahan ditentukan oleh interaksi geometri pisau, kecepatan putar, karakteristik bahan, dan konfigurasi pengumpanan. Yang dkk. [10] memperlihatkan bahwa optimasi parameter struktural pencacah tipe flat hob mampu menurunkan kebutuhan daya potong dan memperbaiki kestabilan gerakan mekanisme. Reddy dkk. [11] mengevaluasi pengaruh kecepatan dan sudut pemotongan batang jagung terhadap gaya serta konsumsi daya, sedangkan Wilczyński dkk. [12] menunjukkan bahwa sudut mata pisau dan kontribusi torsi gesek berperan dalam kebutuhan energi pemotongan biomassa.

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

Kajian Zhou dkk. [13] pada perangkat pencacah tebu turut menegaskan bahwa bentuk dan sudut pisau memengaruhi mekanisme kerusakan bahan serta kinerja sistem. Walaupun bahan uji dan tujuan penggunaan pada penelitian-penelitian tersebut tidak identik dengan pakan ternak, prinsip hubungan beban potong, putaran poros, dan konfigurasi pisau relevan untuk menentukan spesifikasi transmisi dan ketahanan komponen pencacah.

Setelah pengecilan ukuran, pembentukan pelet membutuhkan tekanan kontak yang memadai di antara bahan, roller penekan, dan lubang die. Peng dkk. [14] menunjukkan melalui pengujian single-pellet press bahwa kadar air, temperatur pemanasan awal, dan gaya tekan maksimum memengaruhi densitas, kekerasan, serta energi pemadatan. Bastiaansen dkk. [15] menguraikan bahwa geometri lubang die dan waktu tinggal material di dalamnya perlu dibedakan ketika menjelaskan mutu fisik pelet dan biaya energi. Pada sistem flat-die, kontak berulang antara material dan dinding lubang cetak juga berpengaruh terhadap umur pakai komponen; analisis gabungan discrete element method dan finite element method oleh Gao dkk. [16] menunjukkan distribusi tegangan dan risiko keausan die yang bergantung pada formulasi material. Oleh sebab itu, pemilihan die, roller, poros, dan rasio reduksi putaran menjadi keputusan desain yang saling terkait karena menentukan gaya penekanan, stabilitas pemadatan, dan pembebanan mekanis selama operasi.

Karakteristik adonan dan kondisi pengoperasian mesin turut berkontribusi terhadap variasi keluaran pelet. Xing dkk. [17] melaporkan bahwa kadar air pada tahap prapengondisian dan temperatur die memengaruhi mutu fisik pelet pakan akuatik hasil ekstrusi. Truelock dkk. [18] memperlihatkan adanya keterkaitan parameter proses pelleting dengan kestabilan enzim pakan, sedangkan Renner dkk. [19] menemukan bahwa temperatur lingkungan dan temperatur pengondisian dapat memengaruhi penambahan kelembapan, beban motor pellet mill, dan laju produksi. Hasil-hasil tersebut sebagian diperoleh dari lini produksi dengan pengondisian termal atau ekstrusi dan tidak dapat langsung dipindahkan sebagai angka rancangan untuk mesin flat-die sederhana. Namun, literatur ini menegaskan perlunya mendokumentasikan kondisi umpan dan batas operasional ketika kinerja mesin diuji agar perbedaan kapasitas tidak keliru diatribusikan hanya pada rancangan mekanis.

Peralatan pakan skala kecil memerlukan kompromi antara kapasitas, kemudahan perawatan, kekuatan rangka, dan kompleksitas penggerak. Jekayinfa dkk. [20] memperlihatkan bahwa modifikasi perangkat pelletizing biomassa dapat dinilai melalui throughput, efisiensi, dan sifat fisik produk; pendekatan pengujian tersebut berguna sebagai acuan evaluasi mesin berkapasitas terbatas, meskipun tujuan produknya berbeda dari pakan ternak. Di sisi lain, You dkk. [21] menekankan pentingnya pellet durability index sebagai indikator yang dipengaruhi banyak variabel proses dan bahan. Temuan ini mengingatkan bahwa kapasitas produksi, mutu pelet, dan efisiensi energi merupakan keluaran yang berbeda dan semestinya tidak digunakan secara bergantian. Pada rancang bangun tahap awal, analisis tegangan dan faktor keamanan melalui finite element analysis dapat digunakan untuk menilai ketahanan struktur, sedangkan pengujian fisik diperlukan untuk mengonfirmasi bahwa unit pencacah dan pencetak dapat beroperasi sesuai rancangan.

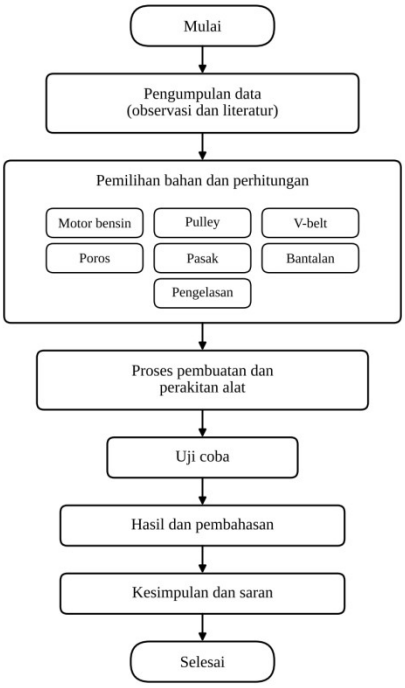
Penelitian Orisaleye dkk. [7] memperlihatkan peluang integrasi pencacahan dan penggilingan dalam satu mesin, sedangkan pengembangan alat dua fungsi untuk hijauan oleh El Ghobashy dkk. [8] masih berfokus pada pencacahan dan penghancuran, tanpa tahap pencetakan pelet. Pada sisi pemadatan, Peng dkk. [14] menelaah respons material terhadap gaya tekan, Bastiaansen dkk. [15] memisahkan pengaruh geometri die dan waktu tinggal material, sementara Gao dkk. [16]

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

mengevaluasi tegangan serta keausan die. Kajian-kajian tersebut menyediakan dasar bagi desain komponen, tetapi belum secara langsung membahas evaluasi pencacahan dan pencetakan pelet sebagai dua tahap kerja pada satu mesin kompak berpenggerak motor bensin. Kesenjangan yang diangkat dalam penelitian ini terletak pada rekayasa sistem: penyatuan mekanisme, penentuan konfigurasi transmisi, penilaian kekuatan rangka, dan pengukuran kapasitas kerja masing-masing unit. Ruang lingkupnya dibatasi pada perancangan dan kinerja mekanis; peningkatan kecernaan pakan atau ketahanan pelet tidak diklaim tanpa pengujian tersendiri.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang, membuat, dan mengevaluasi mesin pencacah serta pelletizer pakan ternak terintegrasi berpenggerak motor bensin 15 HP dengan electric starter. Konfigurasi rancangan menggunakan unit pencacah dengan empat pisau high-speed steel dan delapan elemen pemukul, serta unit pencetak tipe flat-die dengan sistem transmisi sabuk–puli dan gearbox reduksi. Tahapan penelitian mencakup pemodelan tiga dimensi, perhitungan elemen mesin, analisis kekuatan rangka menggunakan finite element analysis, fabrikasi, serta pengujian kapasitas pencacahan dan pencetakan. Dengan menghubungkan proses perancangan mekanis dan hasil uji operasional, studi ini diharapkan menyediakan dasar rekayasa yang dapat diuji ulang untuk pengembangan mesin produksi pakan pada skala peternak, sekaligus mengidentifikasi parameter yang perlu diperluas dalam evaluasi energi dan kualitas pelet pada penelitian berikutnya.

METODE PERANCANGAN



Gambar 1: Diagram Alir

Prinsip Kerja Alat

Perancangan bermula dari survei ke sebuah peternakan unggas milik warga di Tenggarong Seberang. Dari sana tampak jelas bahwa peternak butuh alat yang bisa menghemat tenaga dan waktu dalam membuat pakan. Kebutuhan itu diterjemahkan menjadi satu mesin yang menyatukan unit pencacah dan unit pelletizer dalam satu rangka, dengan sebuah motor bensin 15 HP berstarter elektrik sebagai penggerak tunggal. Pekerjaan dilakukan di Workshop Sentosa Jaya Teknik selama sekitar enam bulan, mulai dari penyusunan proposal, observasi, perhitungan dan desain, belanja bahan, pembuatan mesin, sampai pengujian dan evaluasi.

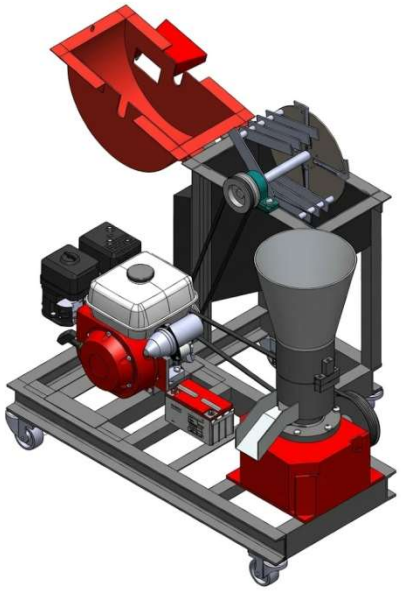
Data dikumpulkan lewat observasi langsung dan studi literatur. Observasi memberi gambaran kebutuhan nyata di lapangan, sedangkan buku elemen mesin, jurnal, dan artikel menjadi pegangan untuk rumus serta pemilihan komponen. Urutan kerjanya tampak pada Gambar 1:

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

pengumpulan data, pemilihan bahan dan perhitungan (motor bensin, pulley, V-belt, poros, pasak, bantalan, dan pengelasan), pembuatan dan perakitan, uji coba, lalu pembahasan dan kesimpulan.

Objek Perancangan dan Prinsip Kerja

Objek yang dirancang berupa mesin dua fungsi. Unit pertama adalah pencacah dengan empat pisau HSS dan delapan mata penepung yang terpasang pada poros berdiameter 1 inci, lengkap dengan hopper pemasukan dan saringan pada cover bawah. Unit kedua adalah pelletizer tipe flat die dengan roller penekan berukuran 50 × 60 mm, yang putarannya diturunkan gearbox WPA 80 rasio 1:60. Daya motor dibagi ke kedua unit melalui kombinasi pulley dan V-belt.



Gambar 2: Model 3D mesin pencacah dan pelletizer (SolidWorks)

Cara kerjanya sederhana. Motor dinyalakan dengan starter elektrik yang disuplai aki 12 V, lalu putaran diteruskan ke jalur pencacah memakai sabuk tipe A dan ke jalur pelet memakai sabuk tipe B. Bahan baku dimasukkan lewat hopper dan dicacah. Cacahan yang lolos saringan kemudian diumpankan ke unit pelet, tempat roller menekan adonan masuk ke lubang die. Pelet yang keluar dipotong pisau pemotong dan meluncur lewat saluran keluaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan

Mesin yang jadi terdiri atas rangka, motor penggerak dengan starter, pulley dan V-belt, poros, bantalan, pisau pencacah, hopper, ruang pencacahan, unit pelletizer dengan roller dan die, saluran keluaran, serta sistem kelistrikan dan panel kontrol. Rangka pencacah berukuran 400 mm × 300 mm dengan tinggi 560 mm, sedangkan rangka unit pelet 350 mm × 240 mm. Poros pisau sepanjang 300 mm berdiameter 25,4 mm membawa empat pisau HSS berukuran 200 × 50 mm dan delapan mata penepung 120 × 32 mm. Roller pelet berdimensi 50 × 60 mm. Body cover dari plat baja 2 mm terdiri atas cover atas, hopper, dan cover bawah berlubang yang berfungsi sebagai saringan hasil cacahan.

Alur putaran dibuat dua jalur dari satu motor. Jalur pencacah memakai pulley A1 Ø2,5 in dengan sabuk A-41, sehingga putaran poros pisau tetap 3.600 rpm demi gaya potong yang besar. Jalur pelet memakai pulley B1 Ø3 in ke B2 Ø6 in dengan sabuk B-1400 Li, lalu putarannya turun menjadi 1.800 rpm dan direduksi lagi oleh gearbox 1:60. Secara teoretis, poros die berputar sekitar 30 rpm, lambat tetapi bertorsi besar, dan itu memang yang dibutuhkan untuk memadatkan bahan.

Hasil perhitungan elemen mesin

Ringkasan perhitungan disajikan pada Tabel 3. Daya 15 HP setara 11,19 kW dengan torsi 29,68 N·m pada 3.600 rpm. Torsi pada poros pelet (6.055 kg·mm) dua kali lipat torsi poros pencacah (3.027 kg·mm) karena putarannya separuh. Diameter minimum poros yang didapat dari rumus sekitar 21 mm, sementara diameter terpilih lebih besar, yaitu 25,4 mm untuk poros pencacah mengikuti ukuran standar pillow block dan 27 mm untuk poros roller pelet yang memang bawaan pabrik. Pada pasak benam 8 × 30 mm, tegangan geser 1,68 kg/mm² dan tekanan permukaan 3,84 kg/mm² masih jauh di bawah batas izin masing-masing (9,67 dan 8 kg/mm²).

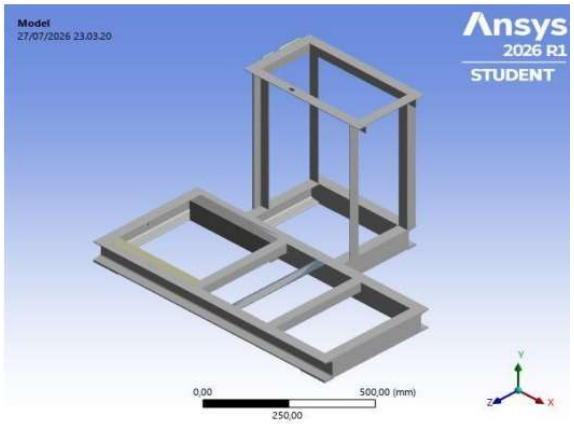
@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

Tabel 3: Ringkasan hasil perhitungan elemen mesin

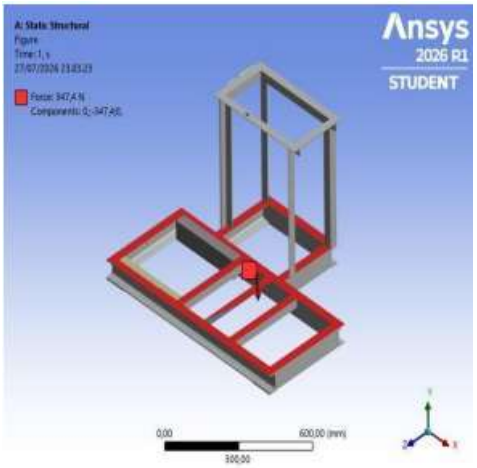
Parameter	Hasil
Daya motor	15 HP = 11,19 kW
Torsi motor (3.600 rpm)	29,68 N·m
Putaran poros pencacah	3.600 rpm
Putaran pulley pelet	1.800 rpm
Torsi poros pencacah	3.027 kg·mm
Torsi poros pelet	6.055 kg·mm
Beban 4 pisau	33,06 N
Beban 8 mata penepung	62,78 N
Panjang V-belt hitung	1.069 mm (A-41) dan 1.481 mm (B-1400 Li)
Kecepatan sabuk	11,96 m/s (pencacah) dan 7,18 m/s (pelet)
Sudut kontak	180° (K_θ = 1,00) dan 169,7° (K_θ = 0,98)
Diameter minimum poros	21,2 mm (pencacah) dan 21,25 mm (pelet)
Diameter poros terpilih	25,4 mm (pencacah) dan 27 mm (pelet)
Gaya tangensial pasak	403 kg
Tegangan geser pasak	1,68 kg/mm² (izin 9,67)
Tekanan permukaan pasak	3,84 kg/mm² (izin 8)
Beban radial bantalan	476,77 kg (F_a = 0)
Tebal leher las	2,121 mm (s = 3 mm)
Luas daerah las	6,36 mm²
Kekuatan las	341,53 kg

Hasil analisis rangka

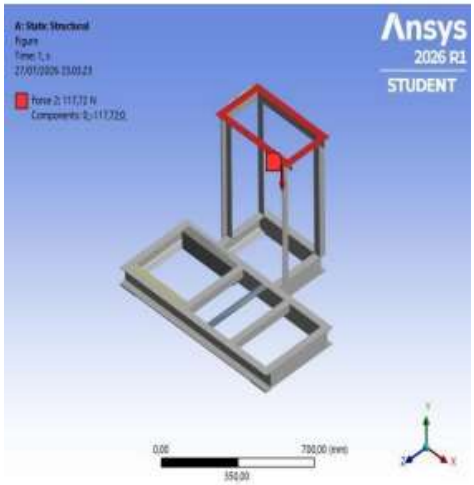
Geometri rangka terdiri atas 10 bodi dengan massa 43,388 kg dan dimensi terluar 950 × 614,2 × 726,1 mm . Gaya total 464,8 N bekerja ke bawah pada dudukan komponen dengan tumpuan tetap di bagian bawah rangka.



Gambar 3: Model rangka pada ANSYS



Gambar 4: *Fixed support*

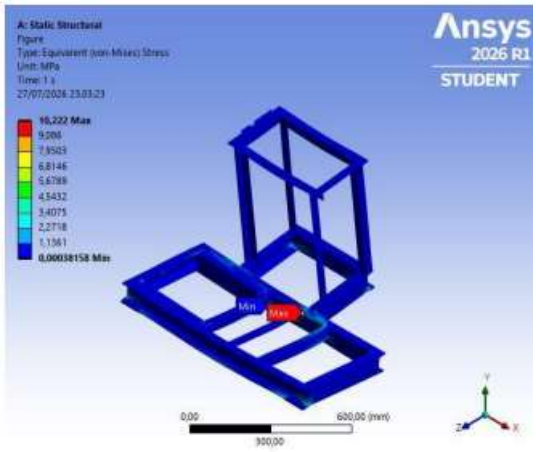


Gambar 5: *Force*

Static structural. Regangan elastis ekuivalen maksimum tercatat $5{,}1108\times10^{-5}$ mm/mm di sambungan siku mendatar bagian bawah, sedangkan nilai minimum $1{,}9079\times10^{-9}$ mm/mm tersebar di sebagian besar rangka (Gambar 5). Regangan luluh ST 37 kira-kira 240/210.000 = $1{,}14\times10^{-3}$, jadi regangan maksimum itu baru sekitar 4,5% dari batas luluh. Dengan kata lain rangka bekerja jauh di dalam daerah elastis, dan titik yang paling patut diwaspadai bila beban nanti ditambah adalah sambungan bawah tersebut.

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

MeKanik, Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Mesin *Vol.19, No.2 November 2026*
e-ISSN: 3046-8272, p-ISSN: 1979-0708 **(Hal: 20-29)**
Alamat Redaksi : Politeknik Negeri Samarinda, Jurusan Teknik Mesin, Jl.Ciptomangunkusumo Kampus Gg.Lipan Samarinda Kalimantan Timur

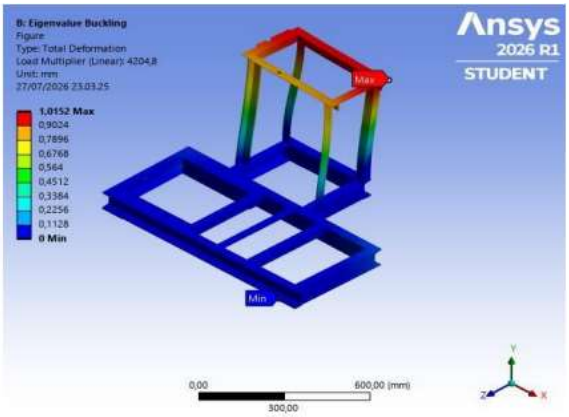


Gambar 6: Kontur equivalent elastic strain

Eigenvalue buckling. Hasil enam mode disajikan pada Tabel 4. Dua mode pertama bernilai negatif, artinya tekuk baru muncul bila arah beban dibalik sehingga tidak relevan untuk beban gravitasi. Load multiplier positif terkecil adalah 3.074,4. Dikalikan beban 464,8 N, beban kritisnya mencapai sekitar $1{,}43\times10^{6}$ N, ribuan kali beban kerja. Deformasi maksimum tiap mode berkisar 1,0071 sampai 1,1009 mm dan selalu berpusat di sudut atas tiang vertikal, sementara bagian dasar rangka diam di 0 mm.

Tabel 4: Hasil eigenvalue buckling

Mode	Load multiplier	Deformasi maks. (mm)
1	-4.417,3	1,0071
2	-4.337,6	1,0216
3	3.074,4	1,0362
4	3.148,7	1,1009
5	4.204,8	1,0152
6	4.389,8	1,0410

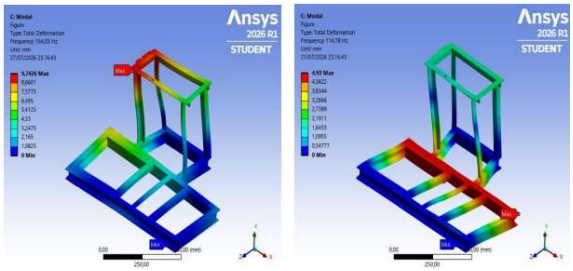


Gambar 7: *Total deformation* hasil eigenvalue buckling

Analisis modal. Enam frekuensi alami pertama berada pada rentang 53,909 sampai 114,78 Hz. Pada mode 5 (104,05 Hz) deformasi relatif terbesar, yakni 9,7426 mm, terjadi di ujung atas tiang penyangga, sedangkan tumpuan bawah tetap 0 mm. Bagian atas tiang itu karenanya paling lentur terhadap getaran dan layak diberi pengaku tambahan bila redaman perlu diperbaiki.

Tabel 5: Frekuensi alami rangka (analisis modal)

Mode	Frekuensi (Hz)	Setara (rpm)
1	53,909	3.235
2	63,971	3.838
3	69,701	4.182
4	89,644	5.379
5	104,05	6.243
6	114,78	6.887



Gambar 8: Total deformation mode 5 dan mode 6

Kapasitas mesin

Hasil uji unit pencacah ditunjukkan pada Tabel 6. Pada uji pertama bahan 4,37 kg selesai dalam 92 detik dengan kapasitas 171 kg/jam. Ketika bahan dinaikkan menjadi 6,76 kg dan 9,30 kg, kapasitas turun lalu bertahan di 117 kg/jam, sehingga rata-ratanya 135 kg/jam. Waktu rata-rata per siklus adalah 3 menit 15 detik dengan bahan awal rata-rata 6,81 kg.

Tabel 6: Hasil uji unit pencacah

Uji	Berat awal (kg)	Waktu	Kapasitas (kg/jam)	Berat hasil (kg)
1	4,37	1 mnt 32 dtk	171	2,29
2	6,76	3 mnt 28 dtk	117	3,54
3	9,30	4 mnt 46 dtk	117	7,15
Rata-rata	6,81	3 mnt 15 dtk	135	-

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal



Gambar 9: Hasil uji coba pencacah

Unit pelet memperlihatkan hasil yang nyaris seragam. Kapasitas 38,5, 38,7, dan 38,6 kg/jam muncul meskipun berat adonan naik dari 0,802 kg ke 4,82 kg, dengan rata-rata 38,6 kg/jam. Berat hasil per uji sekitar 84% dari berat adonan awal.

Tabel 7: Hasil uji unit pelet

Uji	Berat adonan (kg)	Waktu	Kapasitas (kg/jam)	Berat hasil (kg)
1	0,802	1 mnt 15 dtk	38,5	0,68
2	2,82	4 mnt 22 dtk	38,7	2,38
3	4,82	7 mnt 29 dtk	38,6	4,07
Rata-rata	2,814	4 mnt 22 dtk	38,6	-



Gambar 10: Hasil uji coba pelet

KESIMPULAN

Secara keseluruhan mesin menjalankan kedua fungsinya. Menyatukan pencacah dan pelletizer dalam satu rangka dengan satu penggerak membuat alur pakan lebih ringkas, karena bahan tak perlu dipindah antarmesin dan peternak cukup menyalakan satu motor dengan starter. Ini sejalan dengan tujuan awal penelitian, yaitu memangkas waktu dan tenaga dalam pembuatan pakan mandiri.

Dari sisi kekuatan, ketiga analisis ANSYS menunjuk ke arah yang sama. Regangan maksimum hanya sekitar 4,5% dari regangan luluh dan beban tekuk kritis ribuan kali beban kerja, jadi rangka dari siku 40 × 40 × 3 mm cukup kuat, bahkan boleh dibilang agak berlebih. Menurut penulis hal ini wajar untuk mesin yang membawa motor bergetar, sebab rangka memang perlu kaku dan responsnya terhadap getaran harus dievaluasi [2]. Pada titik inilah satu hal perlu dicermati. Putaran motor 3.600 rpm setara 60 Hz, dan frekuensi alami mode 1 (53,909 Hz) serta mode 2 (63,971 Hz) hanya berselisih sekitar 10% dan 7% dari angka itu. Selama pengujian tidak ditemukan deformasi struktur, kegagalan sambungan, atau penurunan kinerja, tetapi model modal memakai massa motor 30 kg dan hanya sebagian rangka, sehingga pengukuran getaran langsung pada mesin sungguhan tetap layak dilakukan.

Kapasitas pencacah turun dari 171 ke 117 kg/jam saat bahan melebihi sekitar 6 kg, lalu stabil. Barangkali ruang cacah mulai penuh sehingga laju pemotongan mencapai batasnya. Berat hasil cacahan juga lebih kecil daripada berat awal, hanya 52% pada dua uji pertama dan 77% pada uji ketiga. Penyebab selisih ini belum diteliti, bisa jadi sebagian bahan tertinggal di ruang cacah atau terbuang. Sebaliknya kapasitas pelet nyaris tak bergantung pada jumlah adonan (38,5 sampai 38,7 kg/jam), yang mengindikasikan laju keluaran ditentukan oleh die dan reduksi gearbox, bukan oleh banyaknya umpan.

Beberapa keterbatasan perlu diakui. Pengujian hanya tiga kali per unit dengan jenis bahan yang belum dibedakan, simulasi hanya mencakup rangka, dan pemeriksaan poros serta bantalan memakai pendekatan sederhana. Untuk pengembangan berikutnya, hopper pencacah sebaiknya dilebarkan, ditambah sistem pengisian aki otomatis, serta dipasang plat pengaman

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

pada bagian atas hopper demi keselamatan operator.

REFERENSI

[1] M. Thomas and A. F. B. van der Poel, "Fundamental factors in feed manufacturing: Towards a unifying conditioning/pelleting framework," *Anim. Feed Sci. Technol.*, vol. 268, p. 114612, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114612.

[2] T. M. M. Bastiaansen *et al.*, "Changes in thermomechanical properties of feed in relation to composition and their effect on pellet manufacturing," *Anim. Feed Sci. Technol.*, vol. 295, p. 115540, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.anifeedsci.2022.115540.

[3] T. M. M. Bastiaansen *et al.*, "Identifying feed characteristics that affect the pellet manufacturing of livestock diets containing different coproducts," *Clean. Circ. Bioeconomy*, vol. 7, p. 100073, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.clcb.2024.100073.

[4] M. A. Ebbing, N. Yacoubi, V. Naranjo, W. Sitzmann, K. Schedle, and M. Gierus, "Towards Large Particle Size in Compound Feed: Using Expander Conditioning Prior to Pelleting Improves Pellet Quality and Growth Performance of Broilers," *Animals*, vol. 12, no. 19, p. 2707, Oct. 2022, doi: 10.3390/ani12192707.

[5] M. S. Rueda *et al.*, "Evaluation of particle size and feed form on performance, carcass characteristics, nutrient digestibility, and gastrointestinal tract development of broilers at 39 d of age," *Poult. Sci.*, vol. 103, no. 3, p. 103437, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.psj.2024.103437.

[6] D. Melo-Durán *et al.*, "Influence of Particle Size and Xylanase in Corn-Soybean Pelleted Diets on Performance, Nutrient Utilization, Microbiota and Short-Chain Fatty Acid Production in Young Broilers," *Animals*, vol. 10, no. 10, p. 1904, Oct. 2020, doi: 10.3390/ani10101904.

[7] J. I. Orisaleye, S. O. Jekayinfa, A. A. Ogundare, O. A. Adefuye, and E. Bamido, "Effect of screen size on particle size distribution and performance of a small-scale design for a combined chopping and milling machine," *Clean. Eng. Technol.*, vol. 7, p. 100426, Apr. 2022, doi: 10.1016/j.clet.2022.100426.

[8] H. El Ghobashy *et al.*, "Development and evaluation of a dual-purpose machine for chopping and crushing forage crops," *Heliyon*, vol. 9, no. 4, p. e15460, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e15460.

[9] M. Naeem, M. R. Bedford, E. J. Burton, and M. R. Azhar, "Investigating the effect of pelleting on the particle size of commercial poultry feeds: a case study," *J. Appl. Poult. Res.*, vol. 33, no. 1, p. 100390, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.japr.2023.100390.

[10] A. Yang, W. Xiang, B. Yan, Y. Duan, J. Lv, and M. Wu, "Optimization and Test of Structural Parameters of Flat Hob Chopper," *Agriculture*, vol. 12, no. 6, p. 824, Jun. 2022, doi: 10.3390/agriculture12060824.

[11] K. P. Kumar Reddy, S. R. Kumar, and B. Nageswara Rao, "Multi-objective optimization for minimize cutting force and power consumption in corn stalk chopping processes," *Heliyon*, vol. 10, no. 15, p. e35373, Aug. 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e35373.

[12] D. Wilczyński, K. Talaśka, D. Wojtkowiak, J. Górecki, and K. Wałęsa, "Energy consumption of the biomass cutting process preceding the biofuel production," *Biosyst. Eng.*, vol. 237, pp. 142–156, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.biosystemseng.2023.12.007.

[13] B. Zhou, S. Ma, W. Li, C. Peng, and

@MEKANIK 2026. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

W. Li, "Study on sugarcane chopping and damage mechanism during harvesting of sugarcane chopper harvester," *Biosyst. Eng.*, vol. 243, pp. 1–12, Jul. 2024, doi: 10.1016/j.biosystemseng.2024.04.019.

[14] F. Peng, R. Xiang, F. Fang, and D. Liu, "Analysis of feed pelleting characteristics based on a single pellet press device," *Int. J. Agric. Biol. Eng.*, vol. 15, no. 4, pp. 65–70, 2022, doi: 10.25165/j.ijabe.20221504.6155.

[15] T. M. M. Bastiaansen *et al.*, "Separating the effect of die geometry and mash residence time in the die on biomass and livestock feed pellet manufacturing," *Biomass and Bioenergy*, vol. 190, p. 107383, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.biombioe.2024.107383.

[16] A. Gao, Q. Dong, and W. Sun, "Study on Flat Die Wear Characteristics in Flat Die Pelletizing with Different Material Ratios Based on DEM-FEM," *Agriculture*, vol. 14, no. 6, p. 894, Jun. 2024, doi: 10.3390/agriculture14060894.

[17] S. Xing, J. W. Schrama, X. Liang, R. Liu, M. Xue, and H. Wang, "Partial replacement of fish meal by cottonseed protein concentrate and the effects of preconditioning water content and die temperature on pellet physical quality of extruded floating fish feed," *Anim. Feed Sci. Technol.*, vol. 304, p. 115746, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.anifeedsci.2023.115746.

[18] C. N. Truelock, A. D. Yoder, C. E. Evans, C. R. Stark, and C. B. Paulk, "The effects of pelleting process parameters and phytase source on the in-feed stability of phytase," *Anim. Feed Sci. Technol.*, vol. 294, p. 115407, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.anifeedsci.2022.115407.

[19] A. Renner *et al.*, "Interaction of ambient temperature and conditioning temperatures on moisture addition throughout pelleting, the pelleting process, and enzyme activity," *J. Appl. Poult. Res.*, vol. 35, no. 1, p. 100636, Mar. 2026, doi: 10.1016/j.japr.2025.100636.

[20] S. O. Jekayinfa, F. A. Ola, F. B. Akande, M. A. Adesokan, and I. A. Abdulsalam, "Modification and Performance Evaluation of a Biomass Pelleting Machine," *AgriEngineering*, vol. 6, no. 3, pp. 2214–2228, Jul. 2024, doi: 10.3390/agriengineering6030130.

[21] J. You, D. Tulpan, C. Krziyzek, and J. L. Ellis, "Prediction of Pellet Durability Index in a commercial feed mill using multiple linear regression with variable selection and dimensionality reduction," *J. Anim. Sci.*, vol. 103, Jan. 2025, doi: 10.1093/jas/skaf021.