

Rancang Bangun *Roller* Penggilas Adonan Pelet Pada Mesin Pencetak Pelet Ternak Kapasitas 10 KG

^{1*}Tri Gunawan, ²Mohammad Muslimin Ilham

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

E-mail: ¹tri839063@gmail.com, ²im.muslimin@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Tri Gunawan

Abstrak— Indonesia merupakan salah satu penghasil nanas terbesar yang menghasilkan limbah batang dan daun nanas dalam jumlah besar dan berpotensi dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Namun, limbah tersebut mudah layu sehingga menurunkan tingkat kesukaan ternak. Penelitian ini bertujuan merancang *roller* penekan adonan pelet pada mesin pencetak pelet ternak kapasitas 10 kg untuk mengolah limbah nanas menjadi pakan berbentuk pelet. Metode penelitian meliputi observasi, studi literatur, perancangan, simulasi *SolidWorks*, pembuatan, dan pengujian. Material roda *roller* menggunakan baja AISI 1045, sedangkan poros menggunakan baja ST41. Hasil perhitungan menunjukkan tegangan lentur poros sebesar 31,8 MPa, masih di bawah tegangan izin material. Hasil simulasi menunjukkan displacement maksimum poros sebesar 0,01109 mm dan roda *roller* sebesar $2,752 \times 10^{-5}$ mm, dengan *factor of safety* minimum masing-masing 1,794 dan $2,032 \times 10^3$. Berdasarkan hasil tersebut, *roller* penekan dinyatakan aman dan layak digunakan.

Kata Kunci— *roller* penekan, mesin pelet, limbah nanas.

Abstract— Indonesia is one of the largest pineapple-producing countries, generating large amounts of pineapple stem and leaf waste that can potentially be used as livestock feed. However, this waste wilts easily, reducing livestock preference. This study aimed to design a pellet dough pressing roller for a 10 kg capacity livestock pellet machine to process pineapple waste into pellet feed. The research methods included observation, literature study, design, *SolidWorks* simulation, manufacturing, and testing. The roller wheel used AISI 1045 steel, while the shaft used ST41 steel. The calculation results showed a shaft bending stress of 31.8 MPa, which is below the allowable stress. Simulation results showed a maximum displacement of 0.01109 mm for the shaft and 2.752×10^{-5} mm for the roller wheel, with minimum safety factors of 1.794 and 2.032×10^3 , respectively. Based on these results, the pressing roller is considered safe and feasible for use.

Keywords— pressing roller, pellet machine, pineapple waste.

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



I. PENDAHULUAN

Nanas merupakan salah satu komoditas unggulan di Indonesia. Pada tahun 2025 Indonesia berhasil memproduksi nanas sebanyak 32.146.905,18 kwintal [1]. Provinsi Jawa Timur menempati peringkat keempat sebagai daerah dengan produksi nanas terbesar di Indonesia, dengan total produksi mencapai 5.064.095,56. Kabupaten Kediri menempati posisi pertama dengan produksi nanas terbesar di Jawa Timur dengan total 4.248.946,23 kwintal pada tahun 2025

[2]. Besarnya produksi nanas turut menghasilkan limbah dalam jumlah yang signifikan, terutama pada bagian batang dan daun. Limbah tersebut berpotensi untuk diolah dan dimanfaatkan, salah satunya sebagai bahan baku pakan bagi ternak ruminansia. Berdasarkan hasil analisis Laboratorium Makanan Ternak Universitas Lampung, daun nanas segar mengandung protein kasar 10,22%, serat kasar 32,90%, abu 6,37%, lemak kasar 5,74%, dan BETN 44,77% dalam basis bahan kering. Komposisi ini menunjukkan bahwa daun nanas memiliki potensi sebagai bahan pakan alternatif pengganti rumput segar, meskipun kandungan proteinnya masih tergolong rendah dan kadar serat kasarnya cukup tinggi [3].

Kelompok peternak sapi perah Sempulur di Desa Sempu telah memanfaatkan limbah batang dan daun nanas sebagai pakan ternak dengan cara dicacah menggunakan mesin *chopper*. Namun, hasil observasi menunjukkan bahwa kualitas pakan menurun setelah beberapa hari penyimpanan karena menjadi layu dan kurang segar, sehingga menurunkan tingkat kesukaan ternak terhadap pakan tersebut.

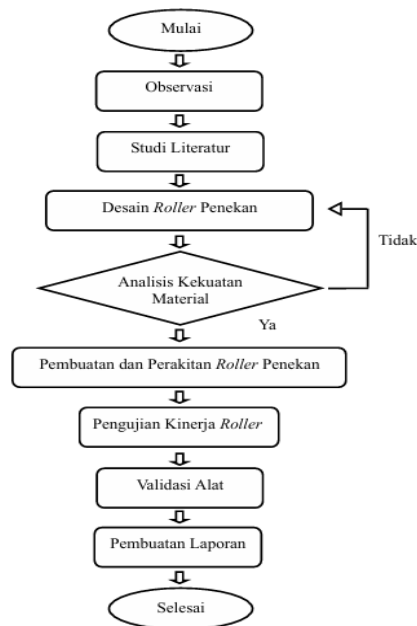
Berdasarkan permasalahan tersebut, batang dan daun nanas diolah menjadi pakan ternak berbentuk pelet untuk meningkatkan penerimaan ternak. Proses pembuatan pakan pelet meliputi beberapa tahapan utama, yaitu penghalusan bahan baku, pencampuran dengan bahan tambahan, dan proses pencetakan menjadi pelet [4]. Bahan pelet yang akan dibuat terdiri dari cacahan batang dan daun nanas yang dicampur dengan bahan pendukung lainnya. Untuk mendukung proses tersebut, dirancang mesin kombinasi yang terdiri dari unit *chopper*, *mixer*, dan pencetak pelet agar proses pencacahan, pencampuran, dan pencetakan dapat berlangsung lebih efektif. Salah satu komponen penting pada mesin pelet yang memengaruhi keberhasilan proses peletisasi limbah nanas adalah *roller* penekan. Komponen ini berfungsi menekan adonan dari *hopper* menuju saringan pencetak hingga terbentuk pelet. Mengingat perannya yang krusial terhadap kualitas dan keberhasilan proses pencetakan, penelitian ini mengangkat judul “Rancang Bangun *Roller* Penekan Adonan Pelet pada Mesin Pencetak Pelet Ternak Kapasitas 10 Kg”.

II. METODE

A. Pendekatan Perancangan

Pendekatan perancangan pada penelitian ini dilakukan melalui analisis kebutuhan, studi literatur, serta perhitungan teknis untuk menentukan desain *roller* pada mesin pencetak pelet ternak. *Roller* berfungsi menekan adonan pelet agar masuk ke dalam cetakan dan membentuk pelet. *Roller* dirancang untuk menekan adonan cacahan batang dan daun nanas yang berserat, sehingga perlu mempertimbangkan dimensi, kekuatan material, dan mekanisme putaran. Material yang digunakan pada roda *roller* adalah baja karbon sedang AISI 1045 karena memiliki kekerasan yang baik serta mudah dikerjakan [5]. Material ini dipilih karena roda *roller* mengalami gesekan langsung dengan saringan pencetak, sehingga diharapkan memiliki ketahanan aus yang baik selama proses operasi. Untuk material poros yang digunakan dalam perancangan ini adalah baja ST41. Baja jenis ini umum diaplikasikan pada komponen mesin seperti roda gigi, rantai, sekrup, as, dan lain-lain. Material ini digolongkan sebagai baja karbon rendah karena kandungan karbon di dalamnya berkisar antara 0,08% hingga 0,20%. Material ini banyak digunakan untuk komponen mesin dalam dunia industri [6]. Material baja ST41 merupakan baja dengan kandungan karbon rendah dan umum dimanfaatkan dalam pembuatan berbagai elemen mesin, antara lain poros penghubung dan poros penerus torsi [7]. Material ini dipilih untuk poros *roller* karena memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban lentur dan beban tekan yang bekerja selama proses operasi. Oleh karena itu, perancangan *roller* harus mempertimbangkan tekanan

kerja, kecepatan putaran, serta kemampuan material dalam menahan deformasi agar kualitas pelet yang dihasilkan tetap konsisten [8].



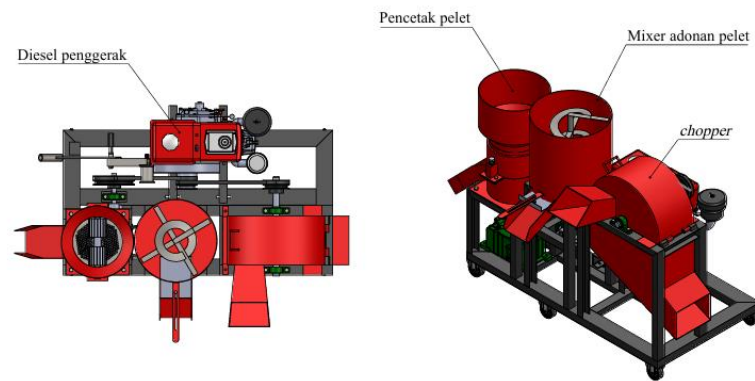
Gambar 1. Flowchart Prosedur perancangan

1. Observasi
Observasi dilakukan di peternak sapi perah Sempulur, yang berada di Kecamatan Ngancar, Kabupaten Kediri untuk mengidentifikasi kebutuhan dan permasalahan. Hasilnya menunjukkan batang dan daun nanas mudah layu, sehingga diperlukan alat untuk mengolahnya menjadi pelet.
2. Studi Literatur
Studi literatur dilakukan melalui jurnal, buku, dan referensi teknis untuk memahami prinsip kerja *roller*, karakteristik material, serta perhitungan gaya tekan, dan dimensi *roller*.
3. Desain *Roller* Penekan
Tahap ini meliputi penentuan dimensi, bentuk permukaan *roller*, dan pemilihan material agar *roller* mampu menekan adonan secara optimal.
4. Analisis Kekuatan Material
Analisis dilakukan menggunakan *SolidWorks* untuk mengetahui tegangan *von Mises*, *displacement*, dan *factor of safety* guna memastikan *roller* aman terhadap beban kerja.
5. Pembuatan dan Perakitan *Roller* Penekan
Proses ini meliputi pemotongan bahan, pembubutan, pembuatan alur *roller*, pembuatan poros, dan perakitan komponen *roller*.
6. Pengujian *Roller* Penekan
Pengujian dilakukan melalui uji fungsional dan uji kinerja untuk mengetahui kemampuan *roller* serta kualitas pelet yang dihasilkan.
7. Validasi Alat
Validasi dilakukan oleh praktisi perancangan mesin untuk menilai kesesuaian desain, kinerja, dan kelayakan alat.
8. Pembuatan Laporan

Tahap akhir berupa penyusunan laporan yang mencakup seluruh proses penelitian, hasil pengujian, pembahasan, serta kesimpulan.

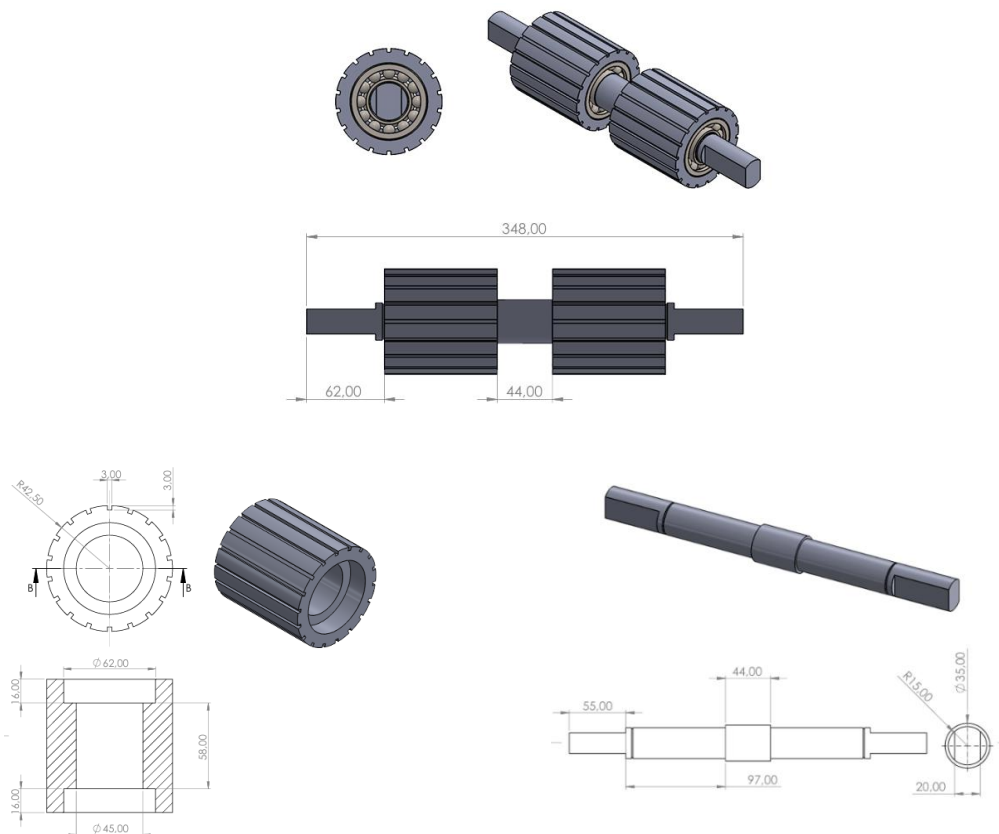
B. Desain Perancangan

1. Desain mesin keseluruhan



Gambar 2. Mesin keseluruhan

2. Desain *roller* penekan



Gambar 3. *Roller* penekan

III HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Perancangan

1. Perhitungan Poros *Roller*

Sesuai desain perancangan, perencanaan poros *roller* penggilas menggunakan material ST41 dengan diameter 30mm. Rumus yang digunakan untuk mengetahui apakah poros *roller* dengan dimensi tersebut aman atau tidak digunakan rumus sebagai berikut [9]:

$$M = F \cdot L \quad (1)$$

M = Momen lentur (Nmm)

F = Beban yang bekerja (N)

L = Jarak lengan pembebanan terhadap bagian tengah roda *roller*

$$\begin{aligned} M &= 931 \cdot 107 \\ &= 99.617 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M = \frac{\pi}{32} \sigma_b \cdot d^3 \quad (2)$$

M = Momen lentur (Nmm)

σ_b = Tegangan lentur (Mpa)

d = Diameter (mm)

Maka untuk mencari σ_b :

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{32M}{\pi d^3} \\ \sigma_b &= \frac{32(99.617)}{\pi(30)^3} \\ \sigma_b &= 37,58 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Nilai tegangan lentur yang didapat kurang dari nilai tegangan lentur izin material ST41 yaitu sekitar 125 Mpa, maka poros *roller* bisa dinyatakan aman.

2. Perhitungan Umur *Bearing*

Pada perhitungan umur *bearing*, data yang diperoleh dari perhitungan sebelumnya adalah putaran *roller* sebesar 310 RPM dan gaya penekanan *roller* sebesar 1862 N sebagai gaya radial pada *bearing*. Karena pada *roller* penekan adonan pelet terdapat empat *bearing*, maka gaya radial tersebut dibagi empat sehingga setiap *bearing* menerima gaya radial sebesar 465,5 N (0,4655 kN). Untuk mencari umur *bearing* pada *roller* penekan adonan pelet rumus yang digunakan adalah sebagai berikut [10]:

$$Lh = \left(\frac{C}{P}\right)^b \frac{10^6}{60 n} \quad (3)$$

Lh = Umur *bearing* berdasarkan jam pemakaian

C = Beban dinamis *bearing* (kN)

P = Ekuivalen beban *bearing* (kN)

b = Konstanta beban *bearing* (*ball bearing* =3, *roller bearing* 10/3)

n = Putaran roda *roller* (rpm)

P = Jika rasio F_a/F_r kurang dari e , maka beban ekuivalen $P = F_r$

Bearing yang digunakan pada roller menggunakan bearing SKF dengan kode 6206. Berdasarkan katalog bearing SKF 6206 memiliki nilai $C=20,3$ kN.

$$Lh = \left(\frac{C}{P}\right)^b \frac{10^6}{60 n}$$

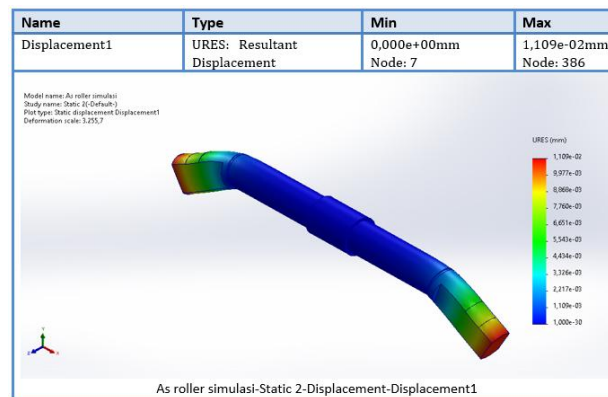
$$Lh = \left(\frac{20,3}{0,4655}\right)^3 \frac{10^6}{60 \cdot 310}$$

$$Lh = \frac{5.000 \cdot 40.600^3}{93 \cdot 931^3}$$

$$= 4.458.780,71 \text{ jam}$$

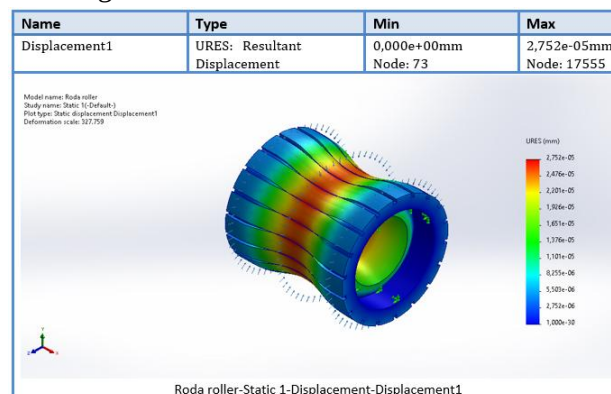
B. Hasil Simulasi Pembebanan

1. Displacement



Gambar 4. Displacement Poros Roller

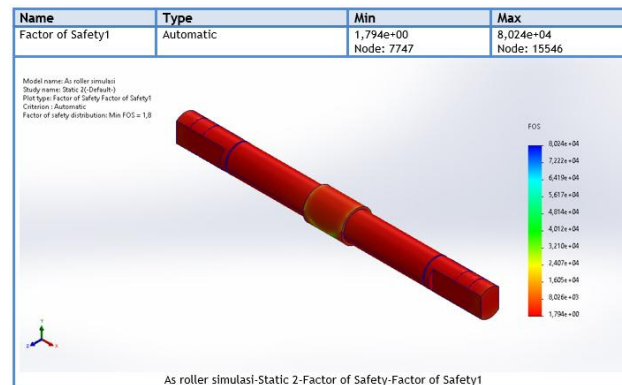
Hasil simulasi *displacement* pada poros roller menunjukkan perpindahan maksimum sebesar 0,01109 mm pada ujung poros, sedangkan pada area tumpuan bernilai 0 mm. Nilai *displacement* yang kecil ini menunjukkan bahwa poros cukup kaku dan tidak mengalami deformasi signifikan saat menerima beban.



Gambar 5. Displacement Roda Roller

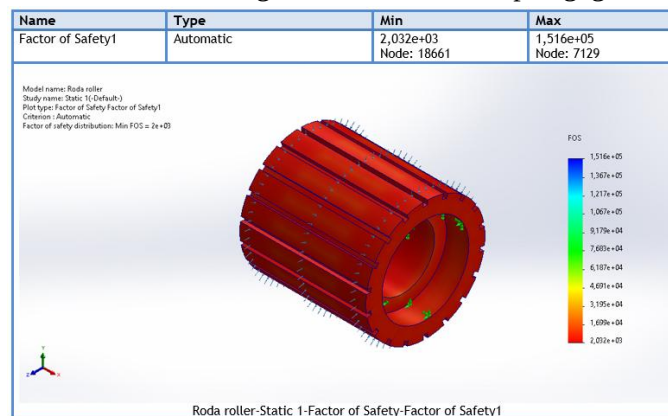
Hasil simulasi *displacement* pada roda roller menunjukkan perpindahan maksimum sebesar $2,752 \times 10^{-5}$ mm, sedangkan pada area tumpuan bernilai 0 mm. Nilai ini menunjukkan roda roller sangat kaku dan tidak mengalami deformasi signifikan saat menerima beban.

2. Factor Of Safety



Gambar 6. Factor Of Safety Poros roller

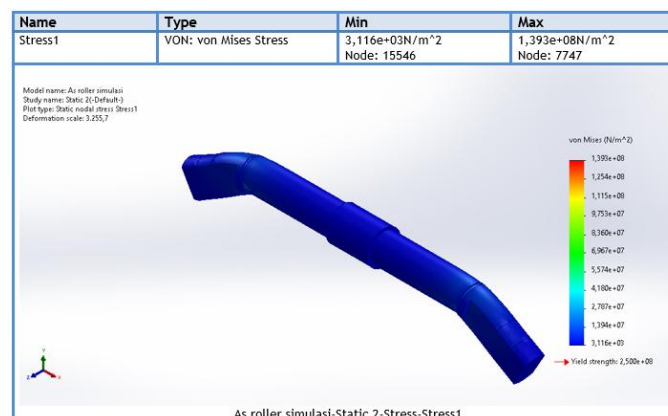
Hasil simulasi *factor of safety* pada poros roller menunjukkan nilai minimum sebesar 1,794. Karena nilai FOS lebih besar dari 1, poros roller dinyatakan aman untuk menahan beban kerja dan masih memiliki margin keamanan terhadap kegagalan material.



Gambar 7. Factor Of Safety Roda roller

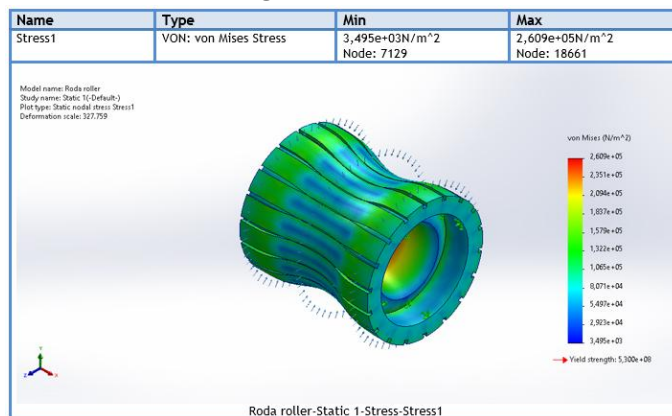
Hasil simulasi *factor of safety* pada roda roller menunjukkan nilai minimum sebesar $2,032 \times 10^3$. Karena nilai FOS jauh lebih besar dari 1, roda roller dinyatakan sangat aman untuk menahan beban kerja dan memiliki margin keamanan yang sangat tinggi terhadap kegagalan material

3. von Mises



Gambar 8. von Mises Poros Roller

Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan maksimum *von Mises* pada komponen *roller* sebesar $1,393 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ (139,3 MPa) masih lebih kecil dari nilai *yield strength* material $2,5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ (250 MPa), sehingga komponen aman dan tidak mengalami luluh pada kondisi pembebanan statik, dengan faktor keamanan sekitar 1,79.



Gambar 9. von Mises Roda Roller

Hasil simulasi menunjukkan tegangan maksimum *von Mises* sebesar $2,609 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ (0,261 MPa) yang jauh lebih kecil dari *yield strength* material $5,1 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ (510 MPa), sehingga komponen sangat aman dan tidak mengalami luluh pada kondisi pembebanan statik.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, perhitungan, simulasi, dan pengujian, *roller* penekan pada mesin pencetak pelet ternak kapasitas 10 kg berhasil dirancang dan dinyatakan aman untuk digunakan. *Roller* dirancang menggunakan material baja AISI 1045 untuk roda *roller* dan baja ST41 untuk poros *roller*, yang dipilih berdasarkan kekuatan mekanik, ketahanan aus, serta kemudahan proses manufaktur.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa poros *roller* berdiameter 30 mm memiliki tegangan lentur sebesar 31,8 MPa, yang masih berada di bawah tegangan lentur izin material ST41 sebesar 160 MPa, sehingga poros dinyatakan aman. Umur *bearing* hasil perhitungan juga mencapai 69.991 jam, yang menunjukkan *bearing* memiliki masa pakai yang panjang.

Berdasarkan simulasi *SolidWorks*, *Displacement* maksimum pada poros *roller* sebesar 0,01109 mm dan pada roda *roller* sebesar $2,752 \times 10^{-5} \text{ mm}$, yang menunjukkan deformasi sangat kecil. Nilai *factor of safety* minimum pada poros sebesar 1,794 dan pada roda *roller* sebesar $2,032 \times 10^3$, sehingga kedua komponen dinyatakan aman terhadap beban kerja. Selain itu, hasil analisis tegangan *von Mises* menunjukkan tegangan maksimum pada poros dan roda *roller* masih berada di bawah *yield strength* masing-masing material, sehingga *roller* tidak mengalami kegagalan atau luluh pada kondisi pembebanan statik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS Indonesia, “Produksi Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman, 2025,” Badan Pusat Statistik Indonesia. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/U0dKc1owczVSaIJ5VFdOMWVETnIVRVJ6YlRJMFp6MDkjMw==/produksi-tanaman-buah-buahan-dan-sayuran-tahunan-menurut-provinsi-dan-jenis-tanaman-->

2021.html?year=2025

- [2] BPS Jawa Timur, “Produksi Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Tanaman di Provinsi Jawa Timur, 2025,” Badan Pusat Statistik Jawa Timur. [Online]. Available: <https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/3/U0dKc1owczVSaIJ5VFdOMWVEtnIVRVJ6YlRJMfP6MDkjMyMzNTAw/prod uksi-tanaman-buah-buahan-dan-sayuran-tahunan-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-tanaman-di-provinsi-jawa-timur.html?year=2025>
- [3] W. Silfiyani, Muhtarudin, F. Fathul, and Erwanto, “PENGARUH LAMA FERMENTASI DAUN NANAS DAN TINGKAT PENGGUNAAN *Aspergillus niger* TERHADAP KECERNAAN PROTEIN KASAR DAN LEMAK KASAR SECARA IN VITRO,” *J. Ris. dan Inov. Peternak.*, vol. 7, no. 4, pp. 514–522, 2023, doi: 10.1088/1751-8113/44/8/085201.
- [4] A. R. Ardiansyah and E. Widodo, “Rancang bangun pembuatan mesin cetak pelet pakan ternak,” vol. 21, no. 1, pp. 39–50, 2026, doi: <https://doi.org/10.71452/jtmi2112026104>.
- [5] F. Y. Prabowo, J. Waluyo, and V. Yudha, “Pengaruh Perlakuan Panas terhadap Kekerasan dan Kekasaran Permukaan Hasil Pembubutan Baja AISI 1045,” *J. Energy, Mater. Manuf. Technol.*, vol. 4, no. 02, pp. 53–59, 2025, doi: <https://doi.org/10.61844/jemmtec.v4i02.943>.
- [6] M. Nofri and A. Taryana, “Analisis Sifat Mekanik Baja Skd 61 Dengan Baja St 41 Dilakukan Hardening Dengan Variasi Temperatur,” *Bina Tek.*, vol. 13, no. 2, p. 189, 2017, doi: 10.54378/bt.v13i2.218.
- [7] S. Prabowo and Sunyoto, “Analisis Kekuatan Tarik Baja St 41 Pengelasan Gesek,” *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 6, no. 6, pp. 18–25, 2021, doi: <https://doi.org/10.21831/dinamika.v6i1.36554>.
- [8] D. Sugandi, “Perancangan Dies dan Roller Pada Mesin Pellet biomassa,” *J. Mech. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2025, doi: <https://doi.org/10.47134/jme.v3i1.5138>.
- [9] C. Pramono, *Buku Ajar Elemen Mesin (Jilid 1)*. Magelang: Penerbit Pustaka Rumah C1nta, 2021. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=Il49EAAAQBAJ>
- [10] Jatira, Y. Heryadi, and E. Ismanto, “Analisis kekuatan bearing type NU 314 , Bearing QJ 314 , dan bearing 22316 pada mesin Screw Conveyor,” *J. Teknol.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–11, 2024, doi: 10.51132/teknologika.v14i1.