

PERANCANGAN MESIN MATA PISAU PENGUPAS DAN PEMIPIL JAGUNG KAPASITAS 80 KG/JAM

Raffi Risqullah¹

¹Mahasiswa Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email : rafirisqullah569@gmail.com

Wenny Marthiana²

²Dosen Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email: wenny_ma@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis kinerja mesin pengupas dan pemipil jagung guna meningkatkan efisiensi proses pascapanen. Mesin menggunakan motor listrik berdaya 1,1 kW dengan putaran 1410 rpm yang direduksi dengan rasio 1:4 sehingga menghasilkan putaran poros pemipil sebesar 352,5 rpm. Hasil perhitungan menunjukkan kecepatan sudut poros sebesar 36,89 rad/s dengan torsi sekitar 7,45 N·m dan gaya pengupasan sebesar $1,49 \times 10^3$ N. Pisau pengupas yang memiliki panjang 575 mm dan diameter 76 mm menghasilkan volume 0,002607 m³ dengan kecepatan sudut 147,5 rad/s. Pada proses pemipilan, gaya pemipil per biji sebesar 0,147 N, dengan torsi poros 0,59 Nm dan kebutuhan daya sekitar 21,76 W. Hasil simulasi menunjukkan tegangan maksimum von Mises sebesar $8,161 \times 10^5$ N/m² dengan perpindahan maksimum 3,024 mm, sehingga desain dinyatakan aman. Mesin yang dirancang mampu bekerja efektif dengan kapasitas sekitar 80 kg/jam.

Kata kunci: mesin pengupas jagung, pemipil jagung, torsi, gaya pemipil, analisis kekuatan.

ABSTRACT

This study aims to design and analyze the performance of a corn kernel peeling and separating machine to improve the efficiency of the post-harvest process. This machine uses a 1.1 kW electric motor with a rotation of 1410 rpm which is reduced by a ratio of 1: 4 resulting in a peeling shaft rotation of 352.5 rpm. The calculation results show a shaft angular velocity of 36.89 rad/s with a torque of about 7.45 N m and a peeling force of 1.49×10^3 N. The peeling knife which has a length of 575 mm and a diameter of 76 mm produces a volume of 0.002607 m³ with an angular velocity of 147.5 rad/s. During the peeling process, the peeling force per kernel is 0.147 N, with a shaft torque of 0.59 N m and a power requirement of about 21.76 W. The simulation results show a maximum von Mises stress of 8.161×10^5 N/m² with a maximum displacement of 3.024 mm, so the design is considered safe. The designed machine is capable of operating effectively at a capacity of approximately 80 kg/hour.

Keywords: corn peeling machine, corn peeling tool, torque, peeling force, strength analysis.

PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu komoditas pertanian strategis di Indonesia yang memiliki peranan penting sebagai sumber pangan, bahan baku industri, dan pakan ternak.

Kebutuhan jagung yang terus meningkat setiap tahunnya menuntut peningkatan produktivitas tidak hanya pada tahap budidaya, tetapi juga pada proses pascapanen. Salah satu tahapan penting dalam pascapanen jagung adalah proses pengupasan kulit dan pemipilan biji dari tongkolnya. Proses ini sangat menentukan kualitas hasil akhir serta efisiensi waktu produksi (Suparno, 2020).

Pada praktiknya, sebagian besar petani skala kecil masih melakukan proses pengupasan dan pemipilan secara manual menggunakan alat sederhana. Metode manual tersebut membutuhkan waktu yang relatif lama, tenaga kerja yang besar, serta berpotensi menyebabkan kerusakan pada biji jagung apabila dilakukan secara tidak seragam. Penggunaan teknologi mekanisasi pertanian dinilai mampu meningkatkan efisiensi kerja dan mengurangi kehilangan hasil panen secara signifikan (Arwizet, 2020). Oleh karena itu, penerapan mesin pertanian yang tepat guna menjadi kebutuhan mendesak dalam mendukung peningkatan produktivitas petani.

Perkembangan teknologi mesin kombinasi pengupas dan pemipil jagung menunjukkan bahwa sistem kerja terintegrasi dalam satu unit mesin mampu meningkatkan kapasitas produksi dan mempercepat waktu pemrosesan dibandingkan mesin dengan fungsi tunggal. Desain mesin yang mampu melakukan dua proses sekaligus dinilai lebih praktis, ekonomis, dan efisien dalam operasionalnya (Entengo dkk., 2018). Selain itu, sistem transmisi dan konfigurasi mata pisau yang tepat sangat mempengaruhi stabilitas proses pengupasan dan pemipilan (Yulianto dkk., 2021).

Dalam perancangan mesin pengupas dan pemipil jagung, aspek mekanika teknik menjadi faktor utama yang harus diperhatikan. Perhitungan elemen mesin seperti poros, bantalan, gaya kerja, torsi, serta kecepatan putar harus dilakukan secara sistematis agar mesin mampu bekerja dengan aman dan memiliki umur pakai yang panjang. Menurut Sularso dan Suga (2004), perencanaan elemen mesin harus mempertimbangkan beban kerja, tegangan yang terjadi, serta faktor keamanan agar komponen tidak mengalami kegagalan saat beroperasi. Oleh karena itu, analisis teoritis perlu didukung dengan simulasi numerik untuk memastikan desain berada dalam batas aman.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang mata pisau pengupas dan pemipil jagung dengan kapasitas 80 kg/jam dalam satu sistem kerja terintegrasi serta menganalisis kekuatan dan keamanannya melalui simulasi statis menggunakan perangkat lunak *SolidWorks*. Analisis ini meliputi evaluasi tegangan *Von Mises*, *displacement*, *strain*, dan *factor of safety* untuk memastikan bahwa desain yang dihasilkan layak secara teknis dan dapat diterapkan pada mesin pengupas dan pemipil jagung skala kecil hingga menengah.

METODE PENELITIAN

1. Tahapan Penelitian

Metode yang digunakan meliputi:

1. Studi literatur (teori elemen mesin dan mekanisasi pertanian).
2. Perancangan geometris mata pisau.
3. Analisis mekanika teknik (poros, torsi, gaya, daya).
4. Simulasi statis menggunakan *SolidWorks*.
5. Evaluasi hasil berdasarkan faktor keamanan

2. Analisis Poros

Berdasarkan teori elemen mesin menurut Sularso & Suga (2004), perhitungan poros dilakukan sebagai berikut:

a. Luas penampang poros :

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (1)$$

Sehingga :

$$A = \frac{3,14(0,01)^2}{4} = 7,85 \times 10^{-5} m^2$$

Keterangan rumus:

A = luas penampang poros (m^2)

π = konstanta 3,1416

d = diameter poros (m)

b. Volume poros

$$V = \pi r^2 \cdot L \quad (2)$$

Sehingga :

$$V = 7,85 \times 10^{-5} \times 0,685$$

$$\approx 5,38 \times 10^{-5} m^3$$

Keterangan rumus:

V = volume poros (m^3)

A = luas penampang (m^2)

r = jari-jari poros (m)

L = panjang poros (m)

c. Massa poros

$$m = \rho \cdot V \quad (3)$$

Sehingga :

$$m = 7850 \times 5,38 \times 10^{-5}$$

$$\approx 0,422 kg$$

Keterangan:

m = massa (kg)

ρ = massa jenis material (kg/m^3)

V = volume (m^3)

d. Berat poros

$$w = m \cdot g \quad (4)$$

Sehingga :

$$W = 0,422 \times 9,81$$

$$\approx 4,14 \text{ N}$$

Keterangan rumus:

W = berat atau gaya berat (N)

m = massa benda (kg)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

3. Analisis Daya dan Torsi :

a. Kecepatan sudut poros

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \dots\dots\dots(5)$$

Sehingga :

$$\omega = \frac{2(3,14)(1410)}{60} \approx 147,65 \text{ rad/s}$$

Keterangan:

ω = kecepatan sudut (rad/s)

π = konstanta (3,14)

n = putaran poros atau motor (rpm)

60 = faktor konversi dari menit ke detik

b. Daya dan Torsi

$$T = \frac{P}{\omega} \dots\dots\dots(6)$$

Sehingga :

$$T = \frac{9550 P}{n}$$

$$T = \frac{9550 \times 1,1}{1410} \approx 7,45 \text{ N.m}$$

Keterangan:

T = torsi ($\text{N}\cdot\text{m}$)

P = daya (kW)

ω = kecepatan sudut (rad/s)

n = putaran (rpm)

c. Menghitung gaya pengupas pada permukaan poros

$$F = \frac{T}{r} \dots\dots\dots(7)$$

Sehingga :

$$F = \frac{7,45}{0,005} \approx 1490 \text{ N}$$

Keterangan rumus:

F = gaya pengupas/gaya tangensial (N)

T = torsi poros ($\text{N}\cdot\text{m}$)

r = jari-jari kerja tempat gaya bekerja (m)

4. Analisis umur bantalan

a. Perhitungan factor umur bantalan

$$fh = \left(\frac{c}{p}\right) \dots\dots\dots(8)$$

Maka :

$$fn = \left(\frac{3.200}{500}\right)$$

$$fh = (6,4)$$

$$fh = 262,1 \text{ putaran}$$

Dimana:

L10 = umur bantalan dasar

C = kapasitas beban dinamis bantalan (N)

P = Eksponen bantalan

5. Umur bantalan dalam jam operasi :

$$Lh = \frac{10^6 \times L10}{60 \times n} \dots \dots \dots (9)$$

Maka :

$$Lh = \frac{10^6 \times 262,1}{60 \times 352,5}$$

$$Lh = \frac{262.100}{21,150}$$

$$Lh = 12,390 \text{ jam}$$

Dimana:

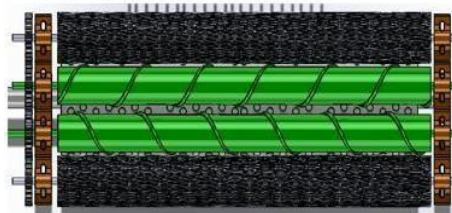
Lh = umur bantalan (jam)

n = putaran poros (rpm)

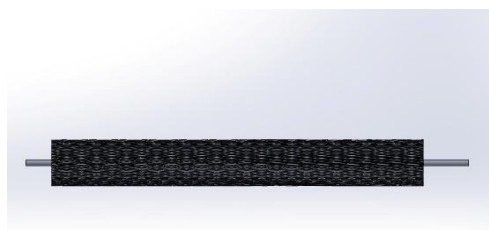
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Desain Mata Pisau Pengupas

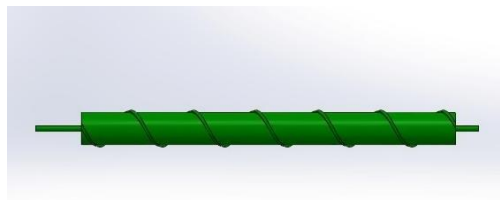
Pisau pengupas menggunakan lapisan karet bertekstur untuk menghasilkan gaya gesek optimal tanpa merusak biji. Sudut kemiringan pisau dirancang pada rentang 15° – 30° untuk efisiensi pengupasan.



Gambar 1a. Pisau pengupas dan poros penghantar jagung



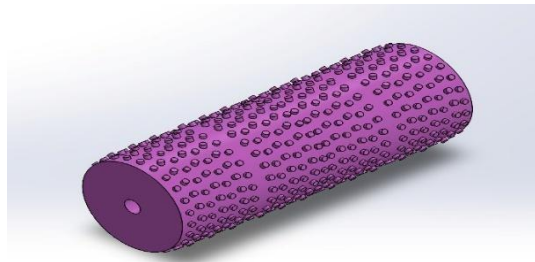
Gambar 2b. Pisau pengupas



Gambar 3b. Poros penghantar jagung

2. Desain Mata Pisau Pemipil

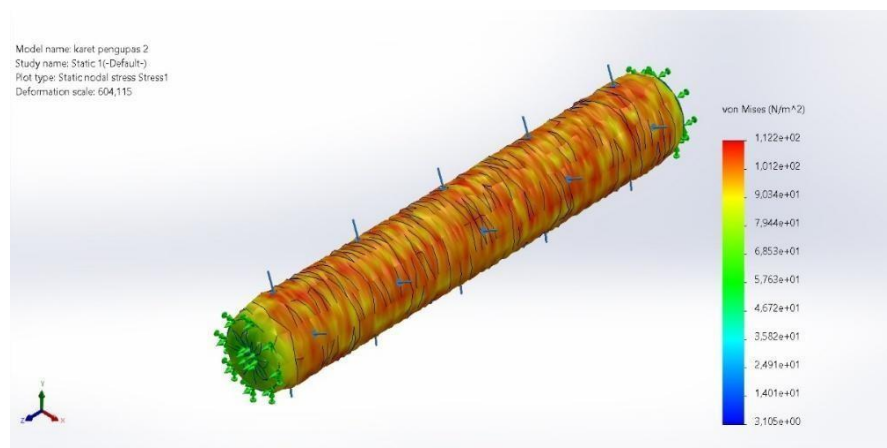
Pisau pemipil berbentuk mata taji/bergerigi yang disusun spiral untuk meningkatkan gaya pelepasan biji jagung dari tongkol.



Gambar 4c. Pisau pemipil jagung

1. Hasil Simulasi Tegangan (*Von Mises*)

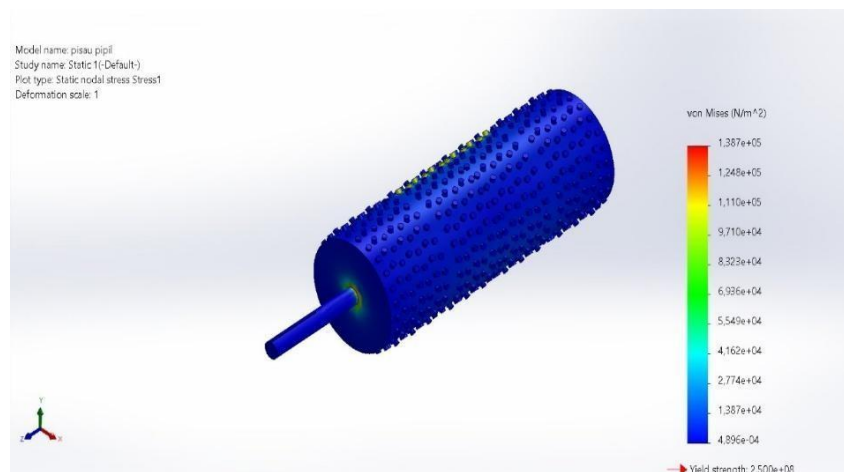
Von Mises pisau pengupas :



Gambar 5d. Hasil simulasi Tegangan *von mises* pada pisau pengupas

Berdasarkan hasil simulasi *Static Study* dengan plot tegangan *von Mises* pada pisau pengupas (karet pengupas), diperoleh distribusi tegangan yang relatif merata di sepanjang permukaan pisau, dengan tegangan *von Mises* maksimum sebesar $1,12 \times 10^2 \text{ N/m}^2$ yang ditunjukkan oleh warna merah dan tegangan minimum sekitar $3,10 \text{ N/m}^2$ pada area berwarna biru.

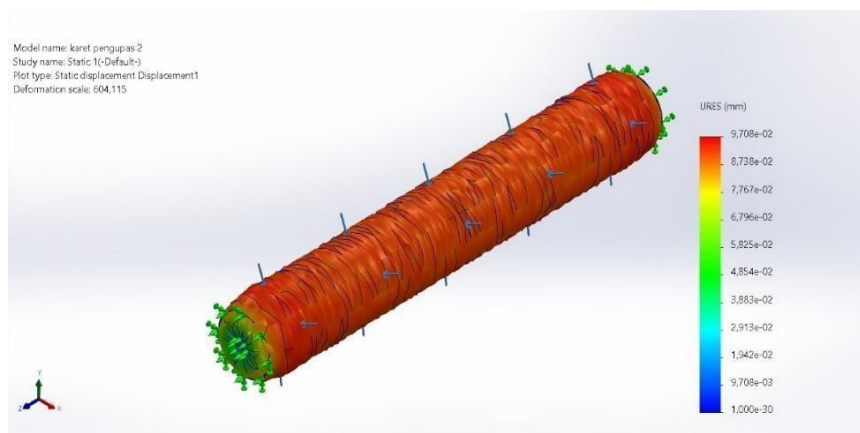
Konsentrasi tegangan tertinggi terlihat pada bagian permukaan luar pisau yang langsung menerima beban kerja dan kontak, sedangkan pada bagian ujung yang terikat (tumpuan) tegangan relatif lebih rendah. Nilai tegangan yang terjadi masih sangat kecil dibandingkan dengan kemampuan material pisau pengupas, sehingga menunjukkan bahwa komponen berada dalam kondisi aman terhadap kegagalan akibat tegangan, serta tidak menunjukkan adanya potensi kerusakan struktural selama proses pengupasan berlangsung.

2. *Von Misses* pisau pemipil :Gambar 6e. Hasil Simulasi *Von Misses* pisau pemipil

Berdasarkan hasil simulasi *Static Study* dengan plot tegangan *von Mises* pada pisau pemipil, diperoleh distribusi tegangan yang didominasi oleh warna biru di hampir seluruh permukaan pisau, yang menunjukkan bahwa tegangan yang terjadi relatif rendah. Tegangan *von Mises* maksimum sebesar $1,39 \times 10^5$ N/m² terlihat terkonsentrasi pada daerah sambungan antara pisau pemipil dan poros, sedangkan tegangan minimum mendekati $4,90 \times 10^{-4}$ N/m² terjadi pada sebagian besar badan pisau. Nilai tegangan maksimum tersebut masih jauh lebih kecil dibandingkan dengan tegangan luluh material sebesar $2,50 \times 10^8$ N/m², sehingga pisau pemipil berada dalam kondisi aman terhadap kegagalan akibat tegangan dan tidak berpotensi mengalami deformasi plastis selama proses pemipilan berlangsung.

3. Hasil Simulasi Displacement

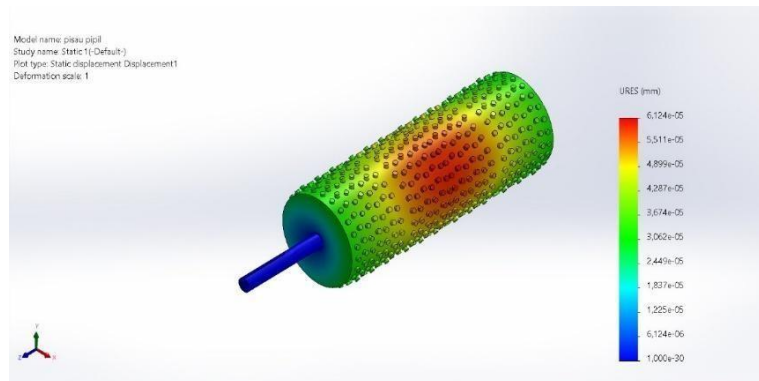
Displacement pisau pengupas:

Gambar 7f. Hasil simulasi *Displacement* pisau pengupas

Berdasarkan hasil simulasi *Static Study* dengan plot displacement (URES) pada pisau pengupas, diperoleh distribusi perpindahan yang relatif merata di sepanjang permukaan pisau, dengan nilai *displacement* maksimum sebesar $9,71 \times 10^{-2}$ mm yang ditunjukkan oleh warna merah dan nilai minimum mendekati 0 mm pada area berwarna biru di bagian tumpuan. Perpindahan terbesar terjadi pada bagian permukaan pisau yang menerima beban kerja langsung, sedangkan pada ujung yang terikat perpindahan sangat kecil akibat kondisi pengekanan. Nilai displacement yang sangat kecil ini menunjukkan bahwa deformasi yang terjadi masih dalam batas elastis material, sehingga pisau pengupas memiliki kekakuan yang

baik dan aman digunakan, serta tidak mengalami perubahan bentuk yang signifikan selama proses pengupasan.

4. *Displacement* pisau pemipil :

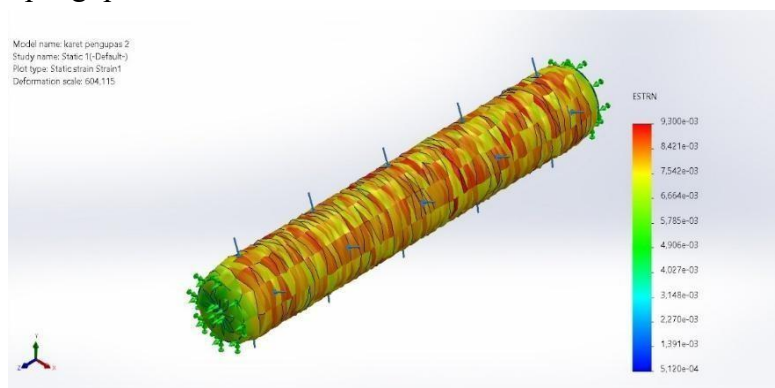


Gambar 8g. Hasil simulasi *Displacement* pisau pemipil

Berdasarkan hasil simulasi *Static Study* dengan plot displacement (URES) pada pisau pemipil, diperoleh distribusi perpindahan yang relatif kecil dan merata di seluruh bagian pisau. Nilai displacement maksimum sebesar $6,12 \times 10^{-5}$ mm ditunjukkan oleh warna merah dan terjadi pada bagian tengah badan pisau, sedangkan nilai displacement minimum mendekati 0 mm terlihat pada daerah poros dan area tumpuan yang mengalami pengekanan. Nilai perpindahan yang sangat kecil ini menunjukkan bahwa deformasi yang terjadi selama proses pemipilan hampir tidak signifikan, sehingga pisau pemipil memiliki kekakuan struktur yang baik dan dinyatakan aman serta stabil untuk digunakan tanpa risiko perubahan bentuk yang memengaruhi kinerja alat.

5. Hasil Simulasi *Strain*

Strain pisau pengupas :

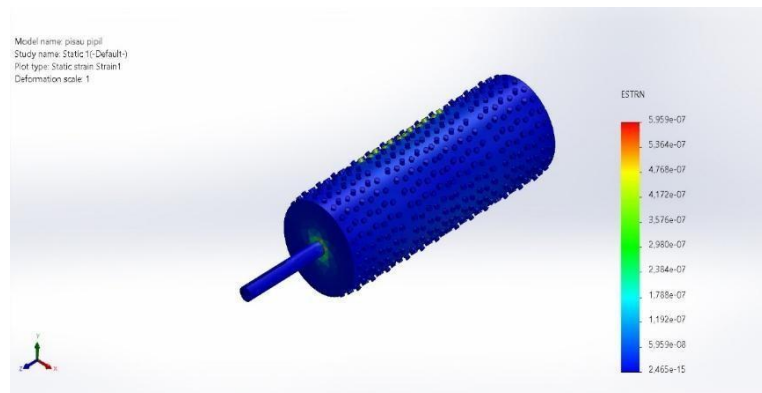


Gambar 9h. Hasil simulasi *Strain* pisau pengupas

Berdasarkan hasil simulasi *Static Study* dengan plot strain (regangan/ESTRN) pada pisau pengupas, diperoleh distribusi regangan yang menyebar hampir merata di sepanjang permukaan pisau, dengan nilai regangan maksimum sebesar $9,30 \times 10^{-3}$ yang ditunjukkan oleh warna merah dan nilai regangan minimum sekitar $5,12 \times 10^{-4}$ pada area berwarna biru, khususnya di bagian tumpuan. Regangan tertinggi terjadi pada permukaan luar pisau yang menerima beban dan kontak langsung selama proses pengupasan, sedangkan pada bagian yang terikat regangan relatif lebih kecil akibat adanya pengekanan. Nilai regangan yang terjadi masih berada dalam batas elastis material, sehingga tidak menyebabkan deformasi permanen,

dan menunjukkan bahwa pisau pengupas mampu bekerja dengan baik serta aman terhadap kegagalan akibat regangan selama proses pengoperasian.

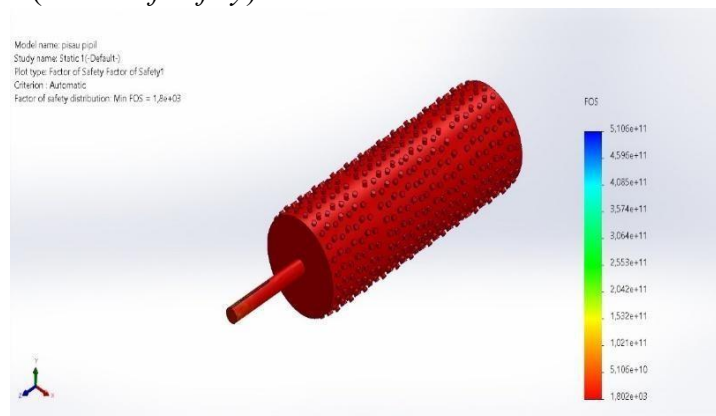
6. *Strain* pisau pemipil :



Gambar 10i. Hasil simulasi *Strain* pisau pemipil

Berdasarkan hasil simulasi *Static Study* dengan plot strain (regangan/ESTRN) pada pisau pemipil, diperoleh distribusi regangan yang sangat kecil dan didominasi oleh warna biru di hampir seluruh bagian pisau. Nilai regangan maksimum sebesar $5,96 \times 10^{-7}$ terjadi pada daerah sambungan antara pisau pemipil dan poros, sedangkan nilai regangan minimum mendekati $2,47 \times 10^{-15}$ terdapat pada sebagian besar badan pisau. Regangan yang terjadi berada jauh di bawah batas regangan elastis material, sehingga tidak menimbulkan deformasi permanen. Hal ini menunjukkan bahwa pisau pemipil memiliki kekakuan dan kekuatan struktural yang sangat baik, serta aman digunakan selama proses pemipilan tanpa risiko kegagalan akibat regangan.

7. Faktor Keamanan (*Factor of Safety*)



Gambar 11j. Hasil simulasi *Factor of Safety* Pisau pemipil

Berdasarkan hasil simulasi *Factor of Safety* (FOS) pada pisau pemipil, terlihat bahwa nilai faktor keamanan tersebar sangat tinggi dan relatif merata di seluruh bagian komponen. Nilai FOS minimum sebesar $\pm 1,8 \times 10^3$ terjadi pada area poros dan sambungan, sedangkan nilai maksimum mencapai $\pm 5,1 \times 10^{11}$ pada sebagian besar badan pisau, yang ditunjukkan oleh dominasi warna merah. Nilai FOS yang jauh lebih besar dari 1 menandakan bahwa tegangan kerja yang terjadi masih sangat rendah dibandingkan dengan batas kekuatan material. Dengan demikian, pisau pemipil dinyatakan sangat aman dan memiliki tingkat keandalan struktural yang tinggi, serta mampu beroperasi tanpa risiko kegagalan atau kerusakan akibat beban kerja

KESIMPULAN

Perancangan mata pisau pengupas dan pemipil jagung telah berhasil dilakukan dengan mengacu pada kebutuhan kapasitas kerja 80 kg/jam serta mempertimbangkan aspek bentuk pisau, material, dan sistem kerja yang sesuai untuk proses pengupasan dan pemipilan jagung.

Hasil analisis perhitungan poros, karet pengupas, pisau pemipil, serta bantalan menunjukkan bahwa dimensi dan material yang digunakan mampu menahan beban kerja dan gaya yang terjadi selama proses pengupasan dan pemipilan jagung.

Analisis gaya pengupas dan gaya pemipil menunjukkan bahwa gaya yang bekerja pada pisau masih berada dalam batas aman, sehingga proses kerja dapat berlangsung secara efektif tanpa menyebabkan kerusakan pada biji jagung maupun komponen mesin.

Berdasarkan hasil simulasi statis menggunakan perangkat lunak *SolidWorks*, diperoleh nilai tegangan *Von Mises*, perpindahan (*displacement*), regangan (*strain*), dan faktor keamanan (*factor of safety*) yang berada pada batas aman untuk seluruh komponen pisau dan poros yang dianalisis.

Nilai *factor of safety* yang diperoleh menunjukkan bahwa rancangan mata pisau pengupas dan pemipil jagung aman digunakan dalam kondisi kerja normal, sehingga desain yang dibuat layak untuk diaplikasikan pada mesin pengupas dan pemipil jagung skala kecil hingga menengah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduldkk,. (2022). Perancangan Mesin Pemipil Jagung dengan Penggerak Motor Listrik. Jurnal Vokasi Teknik Mesin dan Fabrikasi Logam, 1-11.
- Arwizet. (2020). Meningkatkan efisiensi kinerja petani melalui penerapan teknologi tepat guna pada alat multifungsi pengupas kulit jagung, pemipil biji jagung dan pencacah tongkol jagung. Jurusan Teknik Mesin, 63-64.
- Burhan. (2018). Rancang bangun mesin panen jagung multi proses pengupas, pemipil dan pencacah. teknik mesin, 88-89.
- Burhandkk. (2017). Rancang bangun mesin panen jagung multi proses pengupas, pemipil dan pencacah. Program Studi Teknik Mesin, 87-91.
- Yunita.(2018). Desain kombinasi mesin pengupas dan Pemipil jagung. Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo, 21.
- Djamalu, et al. "rancang bangun mesin panen jagung multi proses pengupas, pemipil dan pencacah." Jurnal Vokasi Sains dan Teknologi 2.2 (2023): 87-91.

- Entengodkk. (2018). Desain kombinasi mesin pengupas dan pemipil Jagung. Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG), 1-10.
- Ilahude, (2021). Desain mesin multi proses pengupas, pemipil dan pengolah limbah jagung untuk pakan ternak. Jurnal Vokasi Sains dan Teknologi, 1(1), 8-11.
- JannifarA. (2016). Desain mesin pertanian serbaguna berdasarkan model mesin perontok padi Konvensional. Jurusan Teknik Mesin, 3.
- Rachmat.(2021). Pembuatan mesin kombinasi pengupas dan pemipil jagung kapasitas 180 kg/jam. teknik mesin, 8-18.
- Motor bakar. Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer, 1-7.
- Suparno.(2020). Meningkatkan efisiensi kinerja petani melalui penerapan teknologi tepat guna pada alat multifungsi pengupas kulit jagung, pemipil biji jagung Dan pencacah tongkol jagung. Jurusan Teknik Mesin, 62.
- Yuliantodkk.(2021). Pembuatan mesin kombinasi pengupas dan pemipil jagung kapasitas 180 kg/jam. teknik mesin, 18
- Sularsodkk.(2004). Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: Pradnya Paramita.