

Desain Rekayasa Mesin Pemisah Kulit Ari Kedelai Menggunakan Silinder Pengupas dan Tenaga Blower Kapasitas 15 Kg/Jam

Eva Shandy Ratu Aliyyu*, Rany Puspita Dewi

Program Studi Sarjana Terapan, Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur, Universitas Tidar
Jl. Kapten Suparman No.39, Potrobangsari, Kec. Magelang Utara, Kota Magelang

*E-mail: evashandyratualiiyyu@gmail.com

Dikirim: 13 Mei 2026; Diterima: 20 Juli 2026; Diterbitkan: 25 Juli 2026

Abstract

Soybean (Glycine max) is an important food commodity widely used as raw material for tempeh and tofu production. However, the process of peeling and separating soybean skin in small and medium industries is still commonly performed manually, resulting in low efficiency and high processing time. This study aims to design a soybean skin peeling and separating machine using a dry process method with a capacity of 15 kg/hour. The research method used is quantitative, including literature study, numerical calculation, 3D design using SolidWorks, and simulation analysis. The machine utilizes a toothed peeling cylinder driven by a 0.25 HP electric motor and a blower system to separate soybean skin from seeds. The test results showed that the 2 mm gap variation produced the most optimal peeling result with 86% peeled soybeans and 93% intact seeds. The blower operated effectively at approximately 980 rpm with an airflow velocity of 6.76 m/s without causing seed loss. Simulation results showed a maximum stress of 35.74 MPa, displacement of 0.481 mm, and Factor of Safety (FOS) value of 6, indicating that the frame structure is safe for operation. Frequency analysis also confirmed that the machine is safe from resonance during operation. Therefore, the designed machine is considered effective, stable, and suitable for soybean processing in small and medium industries.

Keywords: blower; dry process; peeling machine; soybean; SolidWorks

1. Pendahuluan

Kedelai merupakan salah satu komoditas pangan yang memiliki peranan penting dalam memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat karena banyak digunakan sebagai bahan baku berbagai produk olahan, seperti tempe, tahu, serta berbagai jenis makanan yang mengandung protein nabati, dengan produksi nasional mencapai 1,2 juta ton per tahun. Dalam proses pengolahan kedelai, terdapat beberapa tahapan penting, salah satunya adalah proses pengupasan dan pemisahan kulit ari kedelai, di mana tahap ini menyumbang hingga 30% waktu total produksi. Tahap ini bertujuan untuk meningkatkan mutu bahan baku, memperbaiki kualitas tekstur produk olahan, serta mendukung efisiensi dalam proses produksi pada industri pengolahan kedelai. Akan tetapi, pada sebagian besar industri kecil dan menengah proses pemisahan kulit ari kedelai masih dilakukan secara manual, sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama (rata-rata 8-10 jam per 15 kg), tenaga kerja yang cukup banyak (2-3 orang per *batch*), serta hasil pemisahan yang diperoleh sering kali belum maksimal dalam hal kebersihan dengan tingkat kehilangan biji mencapai 5-10% [1].

Selain itu, penerapan cara tradisional dalam proses pemisahan kulit ari kedelai sering menimbulkan berbagai kendala, terutama terkait kapasitas produksi dan tingkat kebersihan hasil pengolahan. Proses yang masih dilakukan secara manual membuat jumlah produksi menjadi terbatas serta sangat bergantung pada tenaga kerja manusia, sehingga sulit untuk memenuhi tingginya permintaan pasar. Oleh karena itu, perlu diterapkan teknologi berupa mesin pemisah kulit ari kedelai guna meningkatkan efisiensi dalam proses kerja, mempercepat proses pengolahan, serta menghasilkan proses pemisahan kulit ari yang lebih efektif dibandingkan dengan metode konvensional [2].

Meskipun beberapa mesin pengupas kedelai telah dikembangkan, sebagian besar masih memiliki keterbatasan, terutama belum mampu mengintegrasikan proses pengupasan dan pemisahan secara optimal. Selain itu, mesin yang tersedia di pasaran umumnya ditujukan untuk industri skala besar sehingga kurang sesuai untuk industri kecil karena biaya yang tinggi, kapasitas yang besar, serta dimensi mesin yang kurang efisien. Penelitian sebelumnya mengenai mesin

pengupas kedelai dengan metode *wet process* juga masih memiliki kekurangan karena belum mampu memisahkan kulit ari secara langsung dari biji kedelai. Solusi dari permasalahan tersebut adalah pengembangan mesin pengupas kedelai yang sekaligus dapat memisahkan biji kedelai dan kulit ari dari hasil proses pengupasan tanpa harus memisahkan hasil kupas secara manual [3].

Berdasarkan permasalahan tersebut, dapat disimpulkan bahwa kendala utama dalam pengolahan kedelai pada industri kecil dan menengah terletak pada proses pemisahan kulit ari yang masih belum efisien. Oleh sebab itu, penelitian ini mengusulkan perancangan mesin pengupas sekaligus pemisah kulit ari kedelai dengan metode *dry process*, yaitu proses pengolahan dalam kondisi kering tanpa perendaman. Sistem ini memanfaatkan blower sebagai komponen utama untuk memisahkan kulit ari berdasarkan perbedaan massa jenis dengan kapasitas 15 kg/jam. Diharapkan dengan penerapan metode ini, proses pengupasan dan pemisahan kulit ari kedelai dapat berlangsung lebih cepat, efisien, serta menghasilkan kualitas produk yang lebih baik.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan dalam penelitian ini meliputi bagaimana merancang mesin pengupas sekaligus pemisah kulit ari kedelai berbasis *dry process* yang efisien, menentukan parameter kecepatan blower agar tidak menyebabkan kehilangan biji pada kapasitas 15 kg/jam, serta melakukan simulasi struktur dan getaran untuk menjamin kestabilan mesin. Penelitian ini dibatasi pada perancangan menggunakan SolidWorks dengan fokus pada komponen utama seperti rangka, silinder pengupas, dan sistem *blower*, serta analisis meliputi *stress*, *displacement*, *factor of safety*, dan *frequency analysis*. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan desain mesin yang efisien dan aman melalui simulasi, sekaligus memberikan kontribusi dalam pengembangan mesin pengolahan hasil pertanian serta informasi terkait pengaruh parameter kerja terhadap efektivitas pemisahan kulit ari.

2. Material dan metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode kuantitatif. Metode ini bersifat sistematis dan objektif, dengan pengumpulan data melalui perhitungan, eksperimen, serta simulasi. Hasil penelitian biasanya disajikan dalam bentuk angka, tabel dan grafik. Metode kuantitatif ini digunakan dalam penelitian teknis yang memuat berbagai angka hasil penelitian yang bersifat pasti tidak hanya pendapat atau opini.

2.1 Desain Penelitian

Desain penelitian menggunakan mekanisme yang memanfaatkan celah antara pengupasan silinder bergerigi dan komponen penyetel dengan beberapa variasi celah, yaitu 1 mm, 2 mm, dan 3 mm. Pengujian dilakukan bertujuan mengetahui pengaruh variasi celah antara silinder bergerigi dan slider, sehingga dapat ditentukan celah yang mampu menghasilkan pengupasan tertinggi dengan tingkat kerusakan biji yang rendah.

2.2 Metode Pengumpulan Data

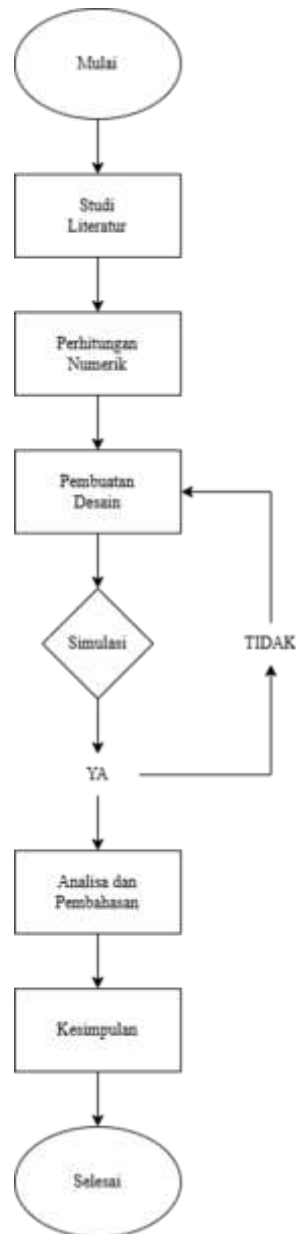
Peneliti mengumpulkan data melalui observasi, menghitung komponen yang akan digunakan, dan melakukan studi literatur dari berbagai sumber seperti jurnal dan buku yang relevan dengan bidang penelitian.

2.3 Teknik Analisis Data

Analisis data diperoleh melalui perhitungan numeris pada setiap komponen yang digunakan dalam mesin pengupas kulit ari kedelai. Hasil perhitungan tersebut dimanfaatkan untuk merancang ukuran komponen secara tepat, sehingga dimensi setiap bagian dapat ditentukan dengan jelas serta digunakan sebagai dasar dalam melakukan simulasi.

2.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dapat dijelaskan melalui diagram alir pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tahapan pada proses proses merancang desain mesin pengupas kulit ari dapat dijelaskan seperti berikut

a. Mulai

Tahap awal merupakan langkah pertama dalam proses penelitian yang menjadi dasar pelaksanaan tahapan selanjutnya. Pada tahap ini dilakukan perancangan penelitian secara sistematis sesuai tujuan, batasan masalah, serta metode yang digunakan agar penelitian berjalan terarah dan terstruktur.

b. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan dan mengkaji jurnal, buku, serta penelitian terdahulu yang relevan untuk memperoleh dasar teori dan memahami konsep serta metode yang digunakan dalam perancangan.

c. Perhitungan Numeris

Perhitungan numeris dilakukan untuk menganalisis komponen menggunakan pendekatan matematis agar proses perakitan dan pengujian sistem sesuai dengan kriteria serta spesifikasi yang ditetapkan.

d. Pembuatan Desain

Proses pembuatan desain merupakan tahap perancangan alat atau mesin dalam bentuk gambar 2D dan 3D menggunakan SolidWorks untuk memvisualisasikan rancangan, mengevaluasi kesesuaian komponen, serta menjadi acuan analisis dan pengembangan selanjutnya.

e. Simulasi

Proses simulasi dilakukan menggunakan SolidWorks untuk menganalisis keamanan, kekuatan, dan kestabilan desain melalui uji *stress*, *displacement*, *Factor of Safety* (FOS), serta *frequency analysis* guna menghindari resonansi.

f. Analisa dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan dilakukan berdasarkan hasil simulasi seperti *stress test*, *displacement*, *Factor of Safety* (FOS), dan *frequency analysis* untuk mengevaluasi kinerja serta keamanan desain dan mengetahui bagian yang perlu diperbaiki.

g. Kesimpulan

Pada tahap ini, Tahap penyusunan kesimpulan merupakan proses akhir penelitian untuk merangkum hasil, menjawab rumusan masalah, serta mengevaluasi apakah tujuan dan kinerja desain telah tercapai atau masih memerlukan pengembangan lebih lanjut.

h. Selesai

Tahap selesai penelitian menandai berakhirnya seluruh kegiatan penelitian yang kemudian disusun dalam bentuk laporan sebagai dokumentasi ilmiah dan bahan evaluasi akhir

2.5 Perhitungan Komponen dan Perhitungan Simulasi

2.5.1 Perhitungan Komponen

Dalam perhitungan elemen mesin, daya motor listrik yang digunakan dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian antara torsi motor dan kecepatan sudut motor. Torsi merupakan besaran yang menunjukkan kemampuan suatu gaya dalam memutar benda terhadap suatu poros. Sedangkan kecepatan sudut adalah besaran yang menunjukkan laju rotasi benda dalam satuan rad/s [4]

- a. Kecepatan sudut motor digunakan untuk mengetahui nilai kecepatan putar motor, yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 1

$$\omega = \frac{2\pi.n_1}{60}$$

Dimana:

1. ω = kecepatan sudut motor (rad/s)
 2. n = putaran motor (rpm)
 3. 60 = konversi menit (detik)
 4. 2π = 1 putaran penuh (radian)
- b. Torsi motor digunakan untuk mengetahui besar momen puntir yang dihasilkan oleh motor, yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$T = \frac{P}{\omega}$$

Dimana :

1. T = torsi motor (Nm)
2. P = daya motor listrik (*Watt*)
3. ω = kecepatan sudut (rad/s)

- c. Daya motor listrik digunakan untuk mengetahui besar daya yang dibutuhkan atau dihasilkan oleh motor listrik, yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$P = T \cdot \omega$$

Dimana:

1. P = daya motor listrik (*Watt*)
2. T = torsi motor (*Nmm*)
3. ω = kecepatan sudut (*rad/s*)

2.5.2 Perhitungan Simulasi

Simulasi digunakan untuk menganalisis perhitungan dan penerapan rumus pada sistem mesin agar dapat diketahui potensi kesalahan, ketidakseimbangan, serta kinerja desain sebelum proses produksi dilakukan. Melalui simulasi, hasil perhitungan dapat dievaluasi sehingga desain menjadi lebih efisien, aman, dan sesuai dengan kebutuhan kerja mesin [5]

a. Simulasi *Stress*

Simulasi stress merupakan analisis virtual menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) untuk mengetahui distribusi tegangan, regangan, dan deformasi pada komponen akibat pembebanan tertentu. Simulasi ini membantu mengevaluasi kekuatan dan keamanan desain secara numerik sebelum dilakukan pengujian atau produksi fisik dapat dihitung secara numerik. Tegangan dapat dicari dari persamaan 4.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana:

σ = Tegangan (*Pa* atau *N/m²*)

F = Gaya yang bekerja (*N*)

A = Luas penampang benda (*m²*)

b. Simulasi *Displacement*

Simulasi displacement merupakan analisis numerik menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) untuk mengetahui besarnya perpindahan atau deformasi struktur akibat pembebanan. Hasil simulasi digunakan untuk mengevaluasi kekakuan dan kestabilan struktur agar deformasi yang terjadi tetap berada dalam batas aman desain [6] Tegangan geser dapat dicari dengan persamaan 5.

$$\delta = \frac{P \cdot L}{A \cdot E}$$

Dimana:

δ = Perpindahan (*m*)

P = Gaya aksial (*N*)

L = Panjang awal benda (*m*)

A = Luas penampang (*m²*)

E = Modulus Elastisitas (*Young' Modulus*) (*Pa* atau *N/m²*)

c. *Factor of Safety* (FOS)

Factor of Safety (FOS) merupakan parameter keamanan yang digunakan untuk membandingkan kekuatan material terhadap tegangan kerja hasil analisis *Finite Element Analysis* (FEA). Nilai FOS digunakan untuk menentukan tingkat keamanan struktur, dimana $FOS > 1$ menunjukkan desain aman, sedangkan $FOS < 1$ menandakan potensi kegagalan struktur. *Factor of safety* dapat dicari menggunakan persamaan 6.

$$FOS = \frac{S_y}{\sigma}$$

Dimana:

Factor of safety (FOS) = Faktor keamanan

S_y = Tegangan luluh material (Pa)

σ = Tegangan (Pa atau N/m²)

d. *Frequency analysis*

Frequency analysis merupakan simulasi getaran yang digunakan untuk mengetahui frekuensi alami struktur untuk menghindari getaran berlebih. Getaran dapat dipengaruhi oleh beban dan putaran pada mesin. Frekuensi dapat dihitung dengan persamaan 7.

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Dimana:

f_n = Frekuensi alami (Hz)

π = Konstanta pi (3,14)

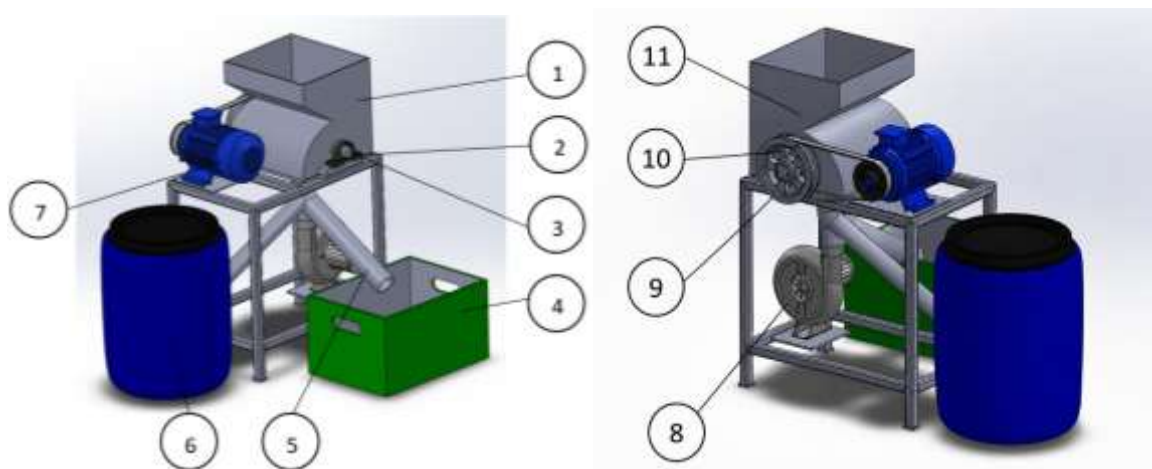
k = Kekakuan (N/m)

m = Massa mesin (kg)

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Desain Mesin

Gambar 2 menunjukkan hasil desain akhir dari mesin pemisah kulit ari kedelai.



Gambar 2. Gambar Hasil Mesin Pemisah Kulit ari kedelai

Keterangan :

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 1. <i>Hopper</i> | 6. <i>Output</i> kulit ari | 11. Silinder Pengupas |
| 2. Bantalan <i>bearing</i> | 7. Motor listrik | |
| 3. Poros | 8. <i>Blower</i> | |
| 4. Wadah penampung | 9. <i>Pulley</i> | |
| 5. Pipa | 10. <i>V-Belt</i> | |

Prinsip kerja mesin

Prinsip kerja dari alat yakni diawali dengan menyalakan mesin melalui tombol ON pada motor listrik. Setelah motor aktif, putaran dari motor diteruskan oleh *pulley* dan *V-belt* menuju poros utama yang ditopang oleh bantalan *bearing*. Kedelai kemudian dimasukkan melalui *hopper* menuju ruang pengupasan di dalam box. Pada proses ini, gesekan dan putaran poros membantu melepaskan kulit ari kedelai. Kulit ari yang terpisah selanjutnya dihisap oleh *blower* dan

dikeluarkan melalui pipa menuju output kulit ari, sedangkan kedelai yang telah terkupas keluar melalui saluran keluaran utama untuk ditampung pada wadah penampung.

Alat dan Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Mesin pengupas kulit ari kedelai
2. Kedelai
3. Stopwatch
4. Jangka sorong

Parameter yang diukur selama proses pengujian meliputi

1. Keseragaman pengupasan kulit ari
2. Kecepatan putar blower dan aliran udara agar tidak terjadi kehilangan biji kedelai
3. Kapasitas Mesin

Tabel 1. Pengujian Celah

Celah (mm)	Hasil Pengupasan		
	Terkupas baik (%)	Hancur (%)	Utuh (%)
1 mm	92	12	88
2 mm	86	7	93
3 mm	78	4	96

3.2. Perhitungan Komponen Mesin Pengupas Kulit ari kedelai

Perhitungan komponen dilakukan untuk mengetahui kebutuhan daya motor, torsi, dan kecepatan sudut pada mesin sangrai. Nilai tersebut digunakan sebagai dasar menentukan kemampuan sistem transmisi saat proses penyangraian berlangsung secara stabil. Berikut merupakan perhitungan komponen yang dilakukan dalam penelitian ini:

- a. ω = kecepatan sudut (rad/s)

Dimana:

1. $n_1 = 1.400$ rpm
2. 60 = konversi menit (detik)
3. $2\pi = 1$ putaran penuh (radian)

Jawab

$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times 1400}{60}$$

$$\omega = \frac{8.792}{60}$$

$$\omega = 146,53 \text{ rad/s}$$

- b. (T) torsi motor (Nmm)

Dimana:

1. $P = 0,25 \text{ HP} = 186,5 \text{ Watt}$
2. $\omega = 146,53 \text{ rad/s}$

$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = \frac{186,5 \text{ Watt}}{146,53 \text{ rad/s}}$$

$$T = 1,27 \text{ Nm}$$

$$T = 1.270 \text{ Nmm}$$

c. (P) daya motor listrik yang digunakan

Dimana:

$$1. T = 1.270 \text{ Nmm}$$

$$2. \omega = 146,53 \text{ rad/s}$$

$$P = T \cdot \omega$$

$$P = 1.270 \text{ Nmm} \cdot 146.53 \text{ rad/s}$$

$$P = 186.093,1 \text{ Watt}$$

3.3. Hasil simulasi

Simulasi dilakukan pada desain rangka menggunakan SolidWorks meliputi simulasi *static* dan *frequency analysis*. Simulasi *static* dilakukan dengan pembebanan total sebesar 160 kgf dan menggunakan material ASTM 36 Steel. Hasil dari *static* simulasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Simulasi

Desain	Material	Factor of Safety	Result	
			Von mises stress (Mpa)	Deformasi (mm)
Rangka	ASTM 36 Steel	6	35,74	0.481

Selain simulasi statik dalam penelitian ini juga dilakukan *frequency analysis* untuk mengetahui besar getaran alami (*natural frequency*) yang terjadi pada desain rangka dengan menggunakan SolidWorks. Pada simulasi ini menggunakan pembebanan sebesar 160 N dan menggunakan material ASTM 36 Steel. Hasil dari simulasi getaran dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Simulasi Getaran

Mode	Frequency (Hz)	Amplitudo Maksimum
1	51.584 Hz	0.245
2	56.107 Hz	0.255
3	75.586 Hz	0.313
4	197.24 Hz	0.442
5	198.4 Hz	0.283

3.4. Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian dari tabel 1 dapat ditentukan persentase hasil pengupasandapat kita tentukan hal-hal sebagai berikut:

$$\text{Persentase Pengupasan} = \frac{\text{Jumlah total kedelai}}{\text{Jumlah kedelai terkupas}} \times 100\%$$

Pada pengujian celah 1 mm diperoleh hasil pengupasan sebesar:

$$= \frac{13,8}{15} \times 100\% = 92\%$$

Pada pengujian celah 2 mm diperoleh hasil pengupasan sebesar:

$$= \frac{12,9}{15} \times 100\% = 86\%$$

Sedangkan pada pengujian celah 3 mm diperoleh hasil pengupasan sebesar:

$$= \frac{11,7}{15} \times 100\% = 78\%$$

Kecepatan aliran udara blower dibuat lebih rendah dari kecepatan sabuk, sekitar 60–70%, agar kulit ari dapat terhisap dengan baik tanpa menyebabkan biji kedelai ikut terbawa aliran udara.

$$V_1 = 0,7 \times 9,67$$

$$V_1 = 6,76 \text{ m/s}$$

Sedangkan putaran blower yang disarankan agar tidak terjadi kehilangan biji kedelai berada pada kisaran:

$$n_1 = 0,7 \times 1400$$

$$n_1 = 980 \text{ rpm}$$

Jadi, parameter blower yang sesuai untuk mesin pengupas kulit ari kedelai kapasitas 15 kg adalah kecepatan putar blower sekitar 980 rpm dengan kecepatan aliran udara sekitar 6,76 m/s agar proses pemisahan kulit ari maksimal tanpa menyebabkan kehilangan biji kedelai.

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, celah 1 mm menghasilkan persentase pengupasan paling tinggi karena jarak antar komponen pengupas lebih sempit sehingga gesekan pada permukaan kedelai menjadi lebih besar. Sementara itu, celah 2 mm dan 3 mm menghasilkan tingkat pengupasan yang lebih rendah karena kontak dan tekanan pada kulit ari kedelai berkurang, meskipun kondisi ini mampu menjaga bentuk kedelai tetap lebih utuh.

3.4.1 Pembahasan Hasil Simulasi

Berdasarkan data hasil simulasi *static* pada pembebanan 160 kgf nilai stress sebesar 35,74 Mpa, sedangkan tegangan luluh material ASTM 36 Steel sebesar 250 Mpa. Hasil tersebut menunjukkan struktur hanya menggunakan 14,30% dari kapasitas luluh material. Perpindahan material yang terjadi sebesar 0,481 mm dan masih tergolong kecil dibandingkan dimensi keseluruhan rangka, sehingga kekakuan struktur tetap baik. *Factor of Safety* (FOS) menunjukkan nilai minimum sebesar 6. Dengan demikian, hasil simulasi menunjukkan bahwa struktur rangka aman digunakan karena nilai FOS masih berada di atas standar minimum perancangan mesin, yaitu 2–4 [7-10].

Berdasarkan hasil simulasi *frequency* dengan pembebanan sebesar 160 N dengan material ASTM 36 Steel, dari frekuensi alami pertama diperoleh sebesar 51.584 Hz. Sedangkan, frekuensi mesin yang beroperasi pada putaran 1400 rpm sebesar 23,33 Hz [11-12]. Frekuensi operasi menunjukkan berada di atas 45,22% frekuensi alami pertama, maka struktur rangka mesin dinyatakan aman dari resonansi pada mode pertama. Sedangkan, amplitudo terbesar terjadi pada mode kelima yaitu sebesar 0.283 hasil ini menunjukkan lokasi konsentrasi getaran tertinggi pada mode tersebut [13-15].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, mesin pengupas dan pemisah kulit ari kedelai metode *dry process* kapasitas 15 kg/jam berhasil dirancang dan mampu meningkatkan efisiensi proses pengupasan dibandingkan metode manual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi celah mempengaruhi kualitas pengupasan, dimana celah 1 mm menghasilkan pengupasan tertinggi sebesar 92%, sedangkan celah 2 mm memberikan hasil paling optimal karena mampu menjaga biji tetap utuh hingga 93% dengan tingkat pengupasan 86%.

Perhitungan komponen menunjukkan motor listrik 0,25 HP mampu menghasilkan torsi dan kecepatan yang sesuai untuk proses kerja mesin. Selain itu, penggunaan blower dengan putaran sekitar 980 rpm dan kecepatan aliran udara 6,76 m/s mampu memisahkan kulit ari tanpa menyebabkan kehilangan biji kedelai.

Hasil simulasi SolidWorks menunjukkan desain rangka aman digunakan dengan nilai tegangan 35,74 MPa, deformasi 0,481 mm, dan *Factor of Safety* (FOS) sebesar 6. Analisis frekuensi juga menunjukkan mesin aman dari resonansi saat beroperasi yang menunjukkan di atas 45,22% frekuensi alami pertama.

Daftar Pustaka

- [1] Gultom P. Perancangan mesin pengupas kedelai dengan metode wet process skala home industry. *Ind Inov J Tek Ind*. 2021;11(2):66–70. doi:10.36040/industri.v11i2.3535.
- [2] Mulya AP, Sujatmiko B. Penerapan mesin pengupas kulit ari kedelai untuk meningkatkan produktivitas usaha produksi tempe kedelai. *Detikproperti*. 2023;6:119–121.
- [3] Prakoso DN, Prasetyo Y, Prihadyatama A, Ramadhan A, Pratama NKP. Implementasi teknologi otomatisasi pada tahap pengolahan kedelai dengan penerapan Good Manufacturing Practices (GMP) pada industri tempe Dusun Sadang Kabupaten Ngawi. *Kreat J Pengabd Masy Nusant*. 2025;5(4):419–428. doi:10.55606/kreatif.v5i4.8769.
- [4] Sudarsono, Yuli. Elemen mesin. Vol. 1. 2021.
- [5] Uriansyah FA. Dinamic simulation SolidWorks pada perancangan mesin brush sander. 2024;24(1):15–19.
- [6] Wijaya C. Simulasi finite element analysis (FEA) pada rangka portable mini cold storage menggunakan software SolidWorks 2021. 2025;3(3):857–863.
- [7] Khurmi RS, Gupta JK. A textbook of machine design. 14th ed. New Delhi: Eurasia Publishing House; 2005.
- [8] Budynas RG, Nisbett JK. Shigley's mechanical engineering design. 11th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2020.
- [9] Mott RL. Machine elements in mechanical design. 6th ed. Boston (MA): Pearson; 2018.
- [10] Norton RL. Machine design: an integrated approach. 6th ed. Hoboken (NJ): Pearson; 2020.
- [11] Sularso, Suga K. Dasar perancangan dan pemilihan elemen mesin. Jakarta: Pradnya Paramita; 2004.
- [12] Mohsenin NN. Physical properties of plant and animal materials. 2nd ed. New York: Gordon and Breach Science Publishers; 1986.
- [13] Singh RP, Heldman DR. Introduction to food engineering. 5th ed. Amsterdam: Academic Press; 2014.
- [14] ASME. ASME Boiler and Pressure Vessel Code. Section VIII, Division 2: Alternative rules. New York: American Society of Mechanical Engineers; 2023.
- [15] Jain RK. Production technology. 17th ed. New Delhi: Khanna Publishers; 2018.