

Modifikasi rancangan mesin pengupas lada menggunakan *software Solidworks*

Mas Wisnu Aninditya^{1*}, Sa'ad Gayu Sayuto², Mardison Suhil³, Bagus Prasetya², Pandu Gunawan², Budi Priyonggo⁴

^{1,2}Program Studi Teknologi Mekanisasi Pertanian, Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia

³Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia

⁴Program Studi Tata Air Pertanian, Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia
Jl. Sinarmas Boulevard, Kec. Pagedangan, Tangerang, Banten 15338

Email: maswisnua@gmail.com

Abstrak

Pada tahun 2019 produksi lada mencapai 93 ribu ton, sedangkan pada tahun 2020 produksi lada di Indonesia sebesar 91 ribu ton. Dibutuhkan waktu sekitar 11-14 hari untuk mengupas lada metode yang digunakan dengan pemeraman atau merendam lada untuk melunakan buah dan dapat mengupas dengan mudah. Tipe mesin lada yang dibuat menggunakan sikat nilon untuk memisahkan kulit dengan biji lada. Tujuan tugas akhir dilakukan untuk menentukan dan menghitung parameter rancangan mesin pengupas lada, melakukan modifikasi rancangan desain mesin pengupas lada, melakukan simulasi desain. Metode pelaksanaan dengan melakukan berbagai identifikasi tentang karakteristik lada dan rancangan mesin sebelumnya, sketsa gambar tangan yang dibuat, menghasilkan gambar desain, dan melakukan simulasi pada desain. Didapat hasil parameter kebulatan lada 0,76, kebulatan lada 1,007, kecepatan putar *pulley* 840 rpm, nilai torsi 5,08 Nm, kapasitas hopper 9,8L serta derajat kemiringan 55,7°, kapasitas screw 14,24 m³/jam. Hasil gambar berupa part, gambar assembly serta gambar layout dan dilakukan simulasi desain dengan hasil *stress analysis*, *displacement*, serta *factor of safety*.

Kata kunci: lada, pengupas, modifikasi, simulasi, SolidWorks

Abstract

In 2019, pepper production reached 93 thousand tons, while in 2020, pepper production in Indonesia amounted to 91 thousand tons (Directorate General of Plantation, 2020). It takes approximately 11-14 days to peel the peppers using the method of fermentation or soaking the peppers to soften the fruit and enable easy peeling. The type of pepper machine created uses nylon brushes to separate the skin from the pepper seeds. The final project aims to determine and calculate the design parameters of the pepper peeling machine, carry out modifications to the design of the pepper peeling machine, and perform design simulations. The implementation method involves various identifications of pepper characteristics and previous machine designs, creation of hand sketches, production of design drawings, and conducting simulations on the design. The obtained results include parameters such as pepper roundness of 0.76, pepper compactness of 1.007, pulley rotation speed of 840 rpm, torque value of 5.08 Nm, hopper capacity of 9.8L an inclination angle of 55.7°, and screw capacity of 14.24 m³/h. The resulting drawings comprise parts, assembly drawings, as well as layout drawings, and design simulations were conducted, yielding results for stress analysis, displacement, and factor of safety.

Keywords: development, peeler, pepper, simulation, SolidWorks

1. PENDAHULUAN

Tanaman lada (*Piper Nigrum L.*) adalah salah satu rempah-rempah yang berasal dari tanaman merambat tropis yang tumbuh di daerah Asia Selatan dan Tenggara, termasuk di Indonesia. Buah lada terkenal dengan rasa pedasnya dan sering digunakan sebagai bumbu dalam masakan. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) produktifitas lada di Indonesia fluktuatif dari tahun ke tahun. Pada tahun 2019 produksi lada mencapai 93 ribu ton, sedangkan pada tahun 2020 produksi lada di Indonesia sebesar 91 ribu ton [1, 2].

Produksi buah lada yang tinggi terlebih lagi untuk menghasilkan lada siap digunakan memerlukan proses lama, dibutuhkan waktu sekitar 11-14 hari untuk mengupas lada [3]. Metode yang digunakan dengan pemeraman atau merendam lada untuk melunakkan buah dan dapat mengupas dengan mudah. Lada yang dihasilkan dengan metode ini sering terjadi bau busuk dan tingkat kontaminasi tinggi dari kualitas air yang digunakan serta kandungan minyak atsiri lada menjadi cenderung rendah karena proses ini. Proses pengupasan lada dengan metode manual biasanya menggunakan tenaga manusia dengan menginjak-injak yang memerlukan tenaga besar [4].

Untuk mengatasi permasalahan ini maka dibuatlah mesin pengupas lada dengan metode tanpa peram. Tipe mesin lada yang dibuat menggunakan sikat nilon untuk memisahkan kulit dengan biji lada. Lada yang dihasilkan dengan metode tanpa peram memiliki aroma yang lebih baik dan kandungan minyak atsiri yang lebih banyak, namun warna yang dihasilkan sedikit kecoklatan sedangkan lada dengan metode peram memiliki warna yang lebih putih namun memiliki bau busuk [5, 6].

Berdasarkan latar belakang ini, dilakukan modifikasi rancangan yang diharapkan dapat memiliki hasil pengupasan yang baik dan menghasilkan lebih maksimal dari rancangan sebelumnya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Pelaksanaan kegiatan penelitian tugas akhir mahasiswa program studi Teknologi Mekanisasi Pertanian dilaksanakan pada 24 Mei-7 Juli 2023. Tempat dilaksanakan yang berlokasi di bengkel/Workshop Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia (PEPI), Kecamatan Pagedangan, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten.

2.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah komputer yang sudah terinstal aplikasi solidworks, alat tulis, kertas dan peralatan pendukung lainnya.

2.3 Tahapan Penelitian

Prosedur rancangan pada modifikasi rancangan mesin pengupas lada ditunjukkan pada Gambar 1.

2.4 Identifikasi

Modifikasi rancangan mesin pengupas lada ini dimulai dengan persiapan studi literatur dan referensi yang ada. Studi literatur bertujuan mencari informasi dan kajian sejumlah teori dasar yang relevan pada penelitian. Dengan mencari data analisa teknis perhitungan, analisa bentuk serta dimensi pada mesin pengupas lada.

2.5 Sketsa

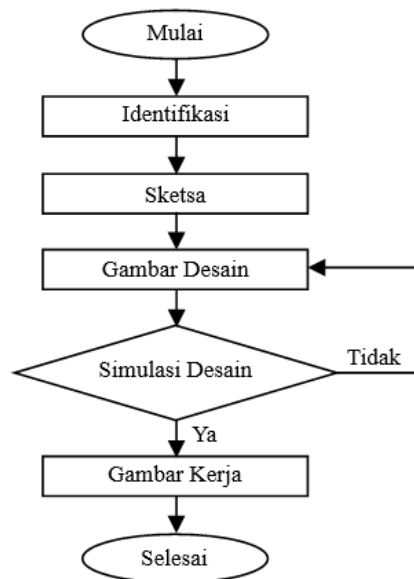
Proses pembuatan sketsa mesin pengupas lada menggunakan kertas dan alat tulis yang terdiri dari beberapa part dengan menggambar bentuk pada refrensi yang ada.

2.6 Gambar Desain

Pembuatan gambar tiga dimensi pada software SolidWorks dilakukan dengan cara memproyeksikan benda dari sudut/kemiringan tertentu dari bendanya. Sehingga akan dihasilkan proyeksi benda yang mempunyai ruang, panjang, lebar dan tinggi [7].

2.7 Simulasi Desain

Simulasi desain pada software SolidWorks menggunakan *motion study*, berguna memberi kemampuan gerak untuk melakukan simulasi serta memastikan fungsi desain dengan bentuk alat prototipe virtual. Simulasi *stress analisis* dan torsi, yang berguna untuk mengevaluasi struktur dalam menahan beban, pengoptimalan desain untuk memenuhi persyaratan kekuatan dan kinerja yang diinginkan, serta membantu dalam pemilihan material yang tepat sesuai dengan penggunaannya [7].



Gambar 1 *Flowchart* penelitian

2.8 Gambar Kerja

Informasi yang tertuang dalam gambar seperti dimensi ukuran, letak dan perlakuan harus dijelaskan secara detail agar informasi dapat tersampaikan secara jelas melalui etiket.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Prinsip Kerja

Pertimbangan desain faktor-faktor dan aspek-aspek yang harus diperhitungkan dan dipertimbangkan saat merancang atau mengembangkan suatu produk, sistem, atau solusi.

Pertimbangan ini memastikan bahwa desain tersebut akan efektif, efisien, aman, fungsional, dan memenuhi kebutuhan serta ekspektasi pengguna. Beberapa pertimbangan desain umum meliputi fungsi, estetika, material, inovasi dan pengalaman pengguna.

Mekanisme prinsip kerja mesin pengupas lada berawal dari putaran mesin yang diteruskan melalui sistem transmisi pada *pulley* dan *belt* yang nantinya digunakan untuk memutar as beserta *screw* untuk mendorong buah lada masuk ke dalam plat *perforated*, dalam tahap itu lada akan digesekan antara plat *perforated* dan sikat nilon dengan arah memutar, putaran ini berasal dari as dan *screw* tadi, dan nantinya buah lada yang telah terkupas akan terus terdorong kedepan karena masuknya buah lada baru dari *screw* tersebut [8, 9].

Prinsip kerja ini dilakukan analisa teknis yang berhubungan dengan mesin pengupas lada dengan memperhitungkan kapasitas *hopper* sebagai awalan input pada mesin, memperhitungkan putaran mesin terhadap poros, memperhitungkan kapasitas teoritis *screw*, dan memperhitungkan faktor kebundaran dan kebulatan buah lada terhadap penggunaan diameter plat *perforated* [10].

3.2 Rancangan Desain

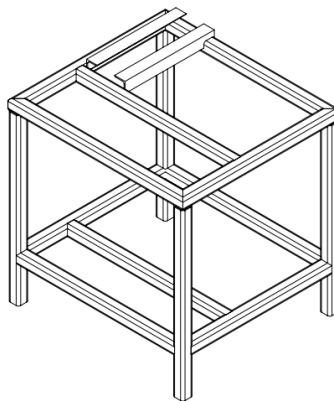
Rancangan desain merupakan proses menciptakan konsep, merancang, dan mengembangkan solusi yang inovatif dan efektif untuk memenuhi kebutuhan spesifik. Dalam rancangan juga memperhatikan pengetahuan teknik, prinsip desain dan pemahaman mendalam tentang fungsi, estetika, dan faktor yang relevan. Pada rancangan mesin pengupas lada tipe ini berupa desain mesin dengan dimensi yang telah disesuaikan dengan kebutuhan agar dapat mengacu pada tujuan hasil akhir rancangan mesin [11, 12].

3.3 Desain Fungsional

Desain fungsional merupakan pengertian desain yang mengutamakan dari segi fungsinya seperti halnya penggunaan *screw* pada mesin pengupas lada yang memiliki fungsi mendorong lada dengan bentuk ulirnya. Desain fungsional yang ada di mesin pengupas lada antara lain :

3.3.1 Rangka

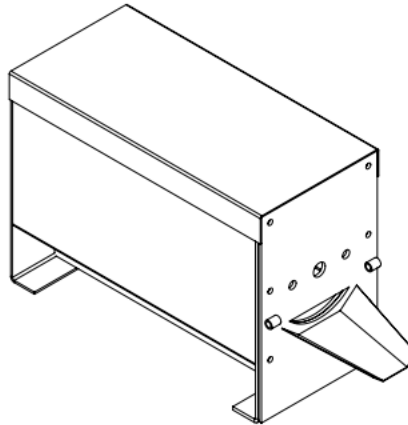
Rangka pada mesin, yang sering juga disebut sebagai kerangka, adalah struktur atau kerangka utama yang menyokong dan menyatukan komponen-komponen mesin. Dimensi rangka memiliki panjang 500 mm, lebar 450 mm dan tinggi 515 mm. Fungsi utama dari rangka pada mesin adalah untuk memberikan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas yang diperlukan agar mesin dapat beroperasi dengan efisien dan aman. Rangka mesin juga membantu menahan beban dan gaya yang dihasilkan oleh komponen-komponen mesin saat beroperasi [13].



Gambar 2 Rangka

3.3.2 Bodi

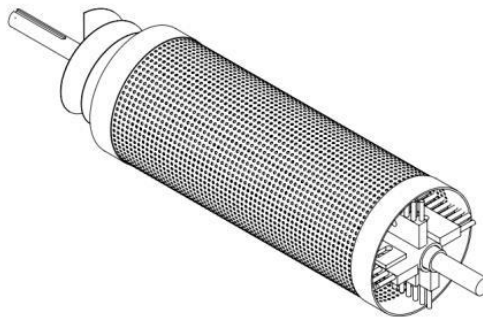
Bodi berfungsi sebagai pelindung untuk bagian-bagian internal mesin. Penjabaran kegunaan bodi ini untuk mencegah gangguan benda asing ketika mesin beroperasi, faktor keamanan pada mesin, estetika dalam tampilan.



Gambar 3 Sub Assembly Bodi

3.3.3 Implement

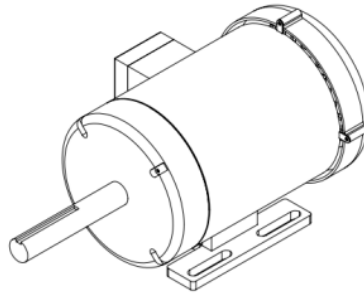
Fungsi *implement* mengacu pada penerapan atau penggunaan perangkat atau alat tambahan pada mesin guna mencapai tujuan tertentu atau memperluas fungsionalitasnya. Implementasi pada mesin biasanya dilakukan untuk meningkatkan efisiensi, kinerja, atau kemampuan mesin ini. Pada mesin pengupas lada ini *implement* mengupas lada dengan kombinasi sikat nilon dan plat *perforated* [13].



Gambar 4 Sub assembly implement

3.3.4 Sistem penggerak utama

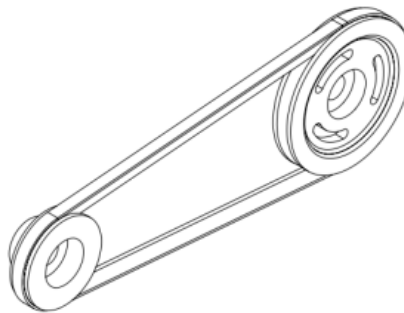
Motor penggerak adalah sebuah komponen penting dalam berbagai mesin dan perangkat yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi gerakan mekanis atau putaran. Tipe motor induksi yang digunakan adalah 1 fasa dengan daya 1,1 Hp yang memiliki putaran 1400 rpm. Fungsi motor penggerak dapat bervariasi tergantung pada jenis mesin atau perangkat yang digunakan anantara lain sebagai penggerak mesin, penghasil tenaga, sistem transportasi [14, 15].



Gambar 5 Motor Penggerak

3.3.5 Sistem transmisi

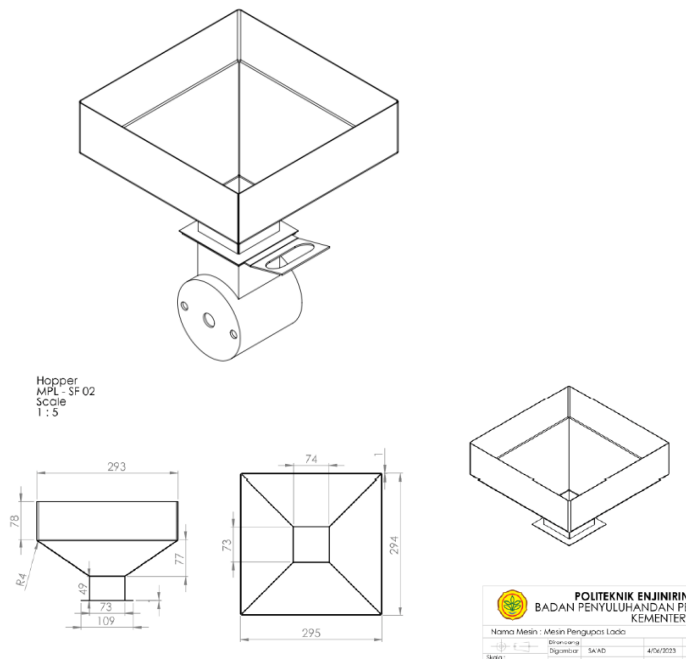
Sistem transmisi *pulley* dan *belt* adalah suatu mekanisme yang digunakan untuk mentransmisikan daya atau gerakan dari satu komponen mesin ke komponen lainnya menggunakan sabuk (*belt*) yang menghubungkan dua atau lebih *pulley*.



Gambar 6 Sub assembly sistem transmisi

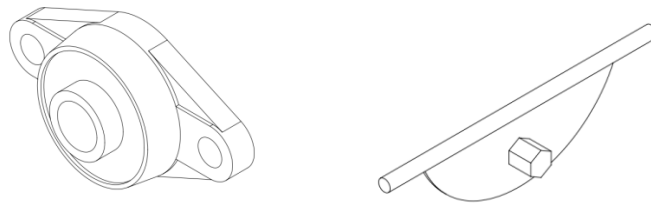
3.3.6 Sistem feed

Sistem *feed hopper* dan *sliding gate* adalah komponen yang sering digunakan dalam industri untuk mengatur aliran bahan atau material dalam proses produksi atau pengolahan. Keduanya berperan penting dalam menyediakan pasokan material yang terkendali dan tepat waktu ke peralatan atau mesin tertentu. Fungsi dari *hopper* sebagai penampungan penyimpanan bahan sebelum dilakukan proses produksi, sedangkan *sliding gate* untuk mengatur aliran material dan start-stop pada material. Dimensi *hopper* secara detail dapat terlihat dalam Gambar 7. Dalam acuan rancangan *hopper* memperhatikan data *angel of repose* dari buah lada yang memiliki sudut runtuh sebesar $22,30^\circ$ - $33,66^\circ$ maka dalam rancangan membuat sudut lebih besar dari data dengan sudut sebesar $55,7^\circ$ [11, 12].

Gambar 7 Sub *assembly* sistem feed

3.3.7 Komponen pendukung

Bantalan luncur UCFL 204 digunakan untuk mekanisme pergerakan rotasi dan dapat mendukung pembebanan radial dan axial ringan pada poros. Tutup output berfungsi sebagai penahan keluaran lada yang terkelupas (a) (b).



Gambar 8 Bantalan luncur ucfl 204 dan tutup output

3.4 Desain Struktural

Modifikasi rancangan mesin pengupas lada perlu mempertimbangkan desain struktural untuk mempertimbangkan berbagai aspek keamanan agar didapatkan parameter dalam menciptakan suatu alat mesin, desain struktural ini meliputi :

3.4.1 Perhitungan RPM

Dengan perencanaan penggunaan motor induksi 1 fasa dengan daya 1,1 HP yang memiliki putaran 1400 rpm yang akan direduksi dengan nilai *pulley* penggerak 3" dan *pulley* pengikut 5" dengan persamaan 1.

$$\frac{N_2}{N_1} \times \frac{D_1}{D_2} \quad (1)$$

Keterangan :

N1 = kecepatan penggerak dalam rpm

N2 = Kecepatan pengikut dalam rpm

D1 = Diameter penggerak

D2 = Diameter pengikut

Dari desain yang ada didapatkan hasil perhitungan 840 rpm

3.4.2 Perhitungan daya mesin

Perhitungan ini dimulai dari mencari data secara empiris dari buah lada yang berada di dalam mesin dibutuhkan masa sebesar 8 kg untuk memutarinya sehingga didapatkan hasil gaya sebesar 80 N. Selanjutnya menghitung torsi yang dengan mengkalikan 80 N dengan jari jari *pulley* pada as dan didapatkan hasil 5,08 Nm. Dilanjut dengan menghitung kecepatan sudut dengan persamaan 2.

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

Keterangan :

ω = kecepatan sudut (rad/s)

n = putaran mesin (rpm)

Dengan rpm yang telah direduksi sebesar 840 rpm, maka didapatkan hasil 87,92 rad/s. Perhitungan selanjutnya perhitungan daya motor digunakan dengan persamaan 3.

$$P = T \times \omega \quad (3)$$

Keterangan :

P = Daya mesin (W)

Didapatkan hasil 447 W $\rightarrow$ 0,6Hp

3.4.3 Perhitungan kapasitas screw

Perhitungan kapasitas screw ini untuk mengetahui berapa volume lada yang dapat dialirkan dengan diketahui diameter screw (D) = 112, diameter poros (d) = 25 mm, pitch (h) = 30 mm (h), putaran (n) = 840 rpm. Perhitungan menggunakan persamaan 4.

$$Q = V \cdot \gamma = 60 \frac{\pi D^2 - d^2}{4} \cdot s \cdot n \cdot \psi \cdot \gamma \cdot C \quad (4)$$

Maka didapat hasil sebesar 14,24 m³/jam.

3.4.3 Perhitungan kebundaran dan kebulatan

Perhitungan ini masuk dalam perencanaan yang digunakan untuk menentukan penggunaan jenis plat saringan, perhitungan menggunakan persamaan 5 dan 6.

$$\left(\frac{r^1}{r^2}\right)^2 = \text{rumus kebundaran} \quad (5)$$

$$\left(\frac{abc}{a}\right)^{1/3} = \text{rumus kebulatan} \quad (6)$$

Dari perhitungan rumus di atas didapatkan faktor kebundaran 1,007 dan faktor kebulatan 0,7637 dengan acuan hasil perhitungan 0-1, jika mendekati 1 maka dapat dikatakan bundar dan bulat, sehingga disimpulkan bentuk lada bundar dan sedikit lonjong sehingga penggunaan plat perforated cocok untuk rancangan mesin pengupas lada ini.

3.4.3 Perhitungan hopper

Perhitungan ini masuk dalam perencanaan mengenai daya tampung dari hopper dengan perhitungan menggunakan persamaan 7 dan 8.

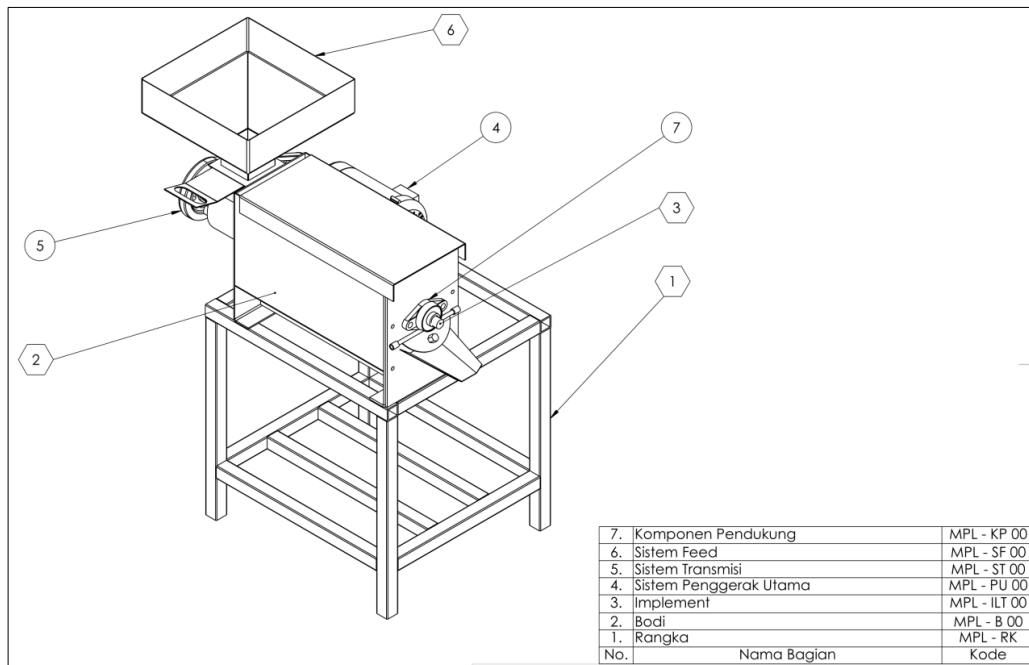
$$V_{1\&3} = p \times l \times t \quad (7)$$

$$V_2 = \frac{1}{3} t (L1 + \sqrt{L1 \times L2}) + L2 \quad (8)$$

Didapatkan hasil volume bagian 1 sebesar 6696222 mm³, volume bagian 2 sebesar 2892972 mm³, volume bagian 3 sebesar 261121 mm³ dan dengan volume total sebesar 9850315 mm³.

3.4.3 Assembly

Assembly adalah proses penggabungan tiap *part* untuk menjadi 1 kesatuan mesin yang saling berkesinambungan. Mesin pengupas lada ini terdiri dari beberapa *part* dapat terlihat detail dalam Gambar 9.

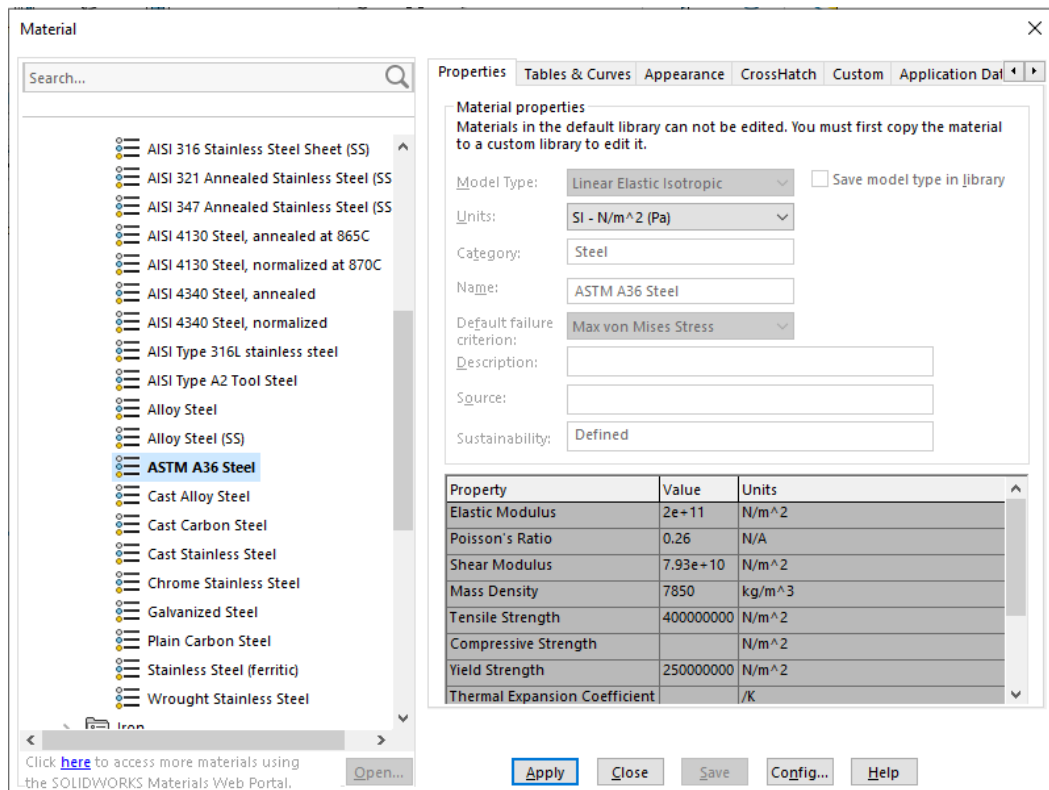


Gambar 9. Assembly mesin pengupas lada

Fungsi dari bagian-bagian mesin pengupas lada:

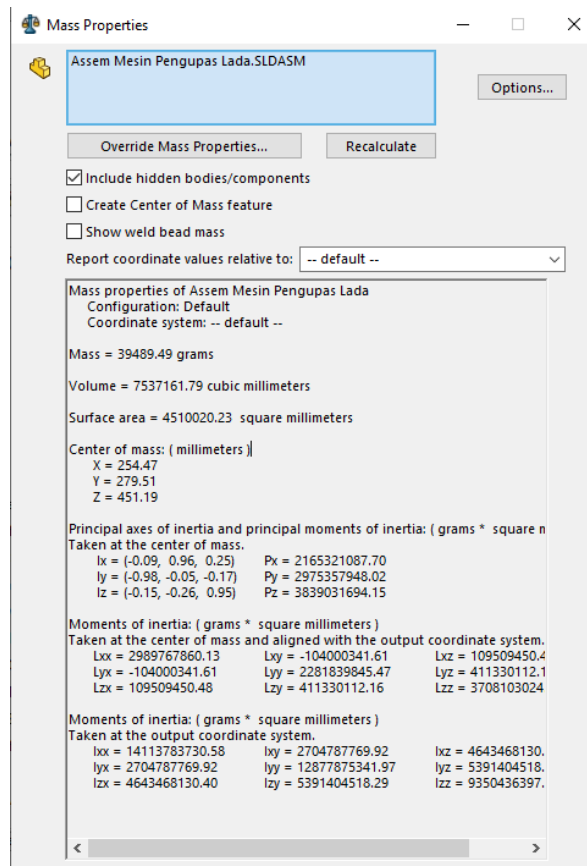
1. Rangka, merupakan struktur utama untuk melekatnya komponen lainnya.
2. Bodi, sebagai casing mesin serta pengaman.
3. Implement, sebagai komponen yang mengolah bahan.
4. Sistem penggerak utama, sebagai sumber tenaga penggerak utama mesin.
5. Sistem transmisi, sebagai penyalur daya pada komponen lain.
6. Sistem feed, merupakan sistem yang menyuplai material.
7. Komponen pendukung, mendukung berjalannya fungsi dengan baik.

Melihat struktur desain rancangan dari alat mesin pengupas lada di atas maka dapat diketahui semua bagian-bagian pada alat tersebut beserta fungsinya. Penentuan dimensi pada setiap komponen sangat perlu untuk diperhatikan karena nantinya akan sangat berpengaruh pada saat pemilihan bahan serta proses manufaktur. Pemilihan material pada desain mesin pengupas lada tersebut adalah menggunakan AISI 1035 dengan massa jenis besi $7849,9 \text{ kg/m}^3$ dan ASTM A36 dengan masa jenis 7850 kg/m^3 . Jenis material tersebut dimasukkan dari SolidWorks untuk as dan komponen yang menggunakan bahan dasar hollow [16].



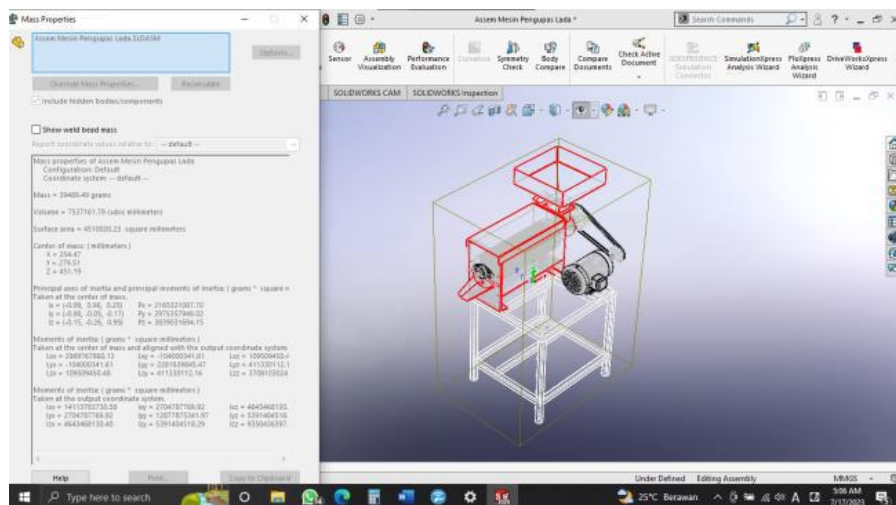
Gambar 10 Pemilihan material di SolidWorks

Berdasarkan hasil input material dari SolidWorks pada tiap komponen mesin pengupas lada pada lampiran, kemudian pada assembly keseluruhan desain memiliki masa jenis pada pad fitur mass properties yaitu 39489,5 gram, jika diubah menjadi satuan kilogram menjadi kurang lebih 39,5 kg bobot yang dimiliki mesin pengupas lada.



Gambar 11 Mass property

Selanjutnya pada hasil perhitungan *center of mass* dapat dilihat bahwa mesin lebih condong ke aras sumbu Z, hal ini dikarenakan pembebanan susunan mesin lebih banyak pada satu sisi dari mesin pengupas lada, sehingga beban yang diterima juga lebih besar pada satu sisi.



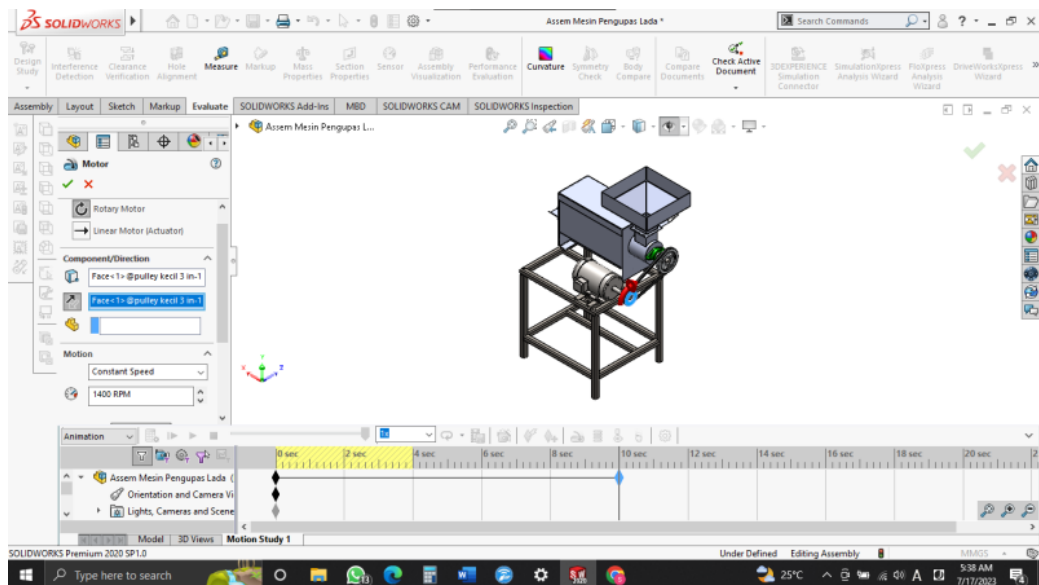
Gambar 12 Tampilan center of mass

3.5 Simulasi Desain

Simulasi desain ini dilakukan supaya dalam pengerjaan lebih dapat memperkirakan konsep, identifikasi masalah, aspek keamanan dan kekuatan, visualisasi bahan presentasi. Pada mesin pengupas lada ini dilakukan beberapa simulasi seperti *Motion Study*, *Stress Analysis*, dan *Torque Analysis*.

3.6 Motion Study

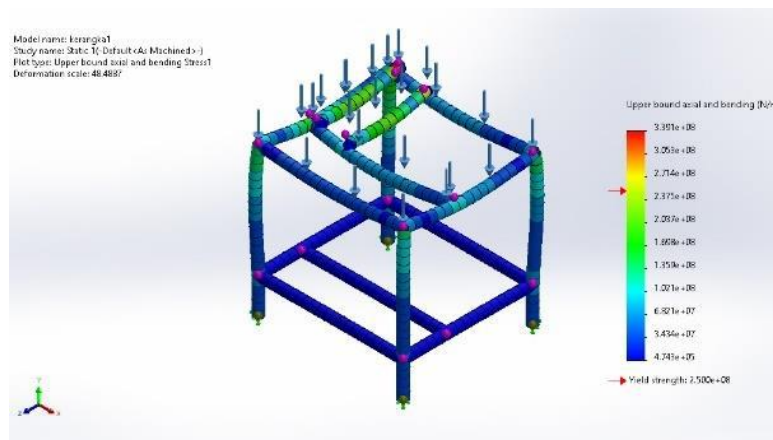
Simulasi ini menggunakan jenis motor listrik yang memiliki daya 1,5 HP yang memiliki putaran 1440 rpm dengan putaran optimalnya 1400 rpm yang di *input* pada poros mesin.



Gambar 13 Simulasi *motion study*

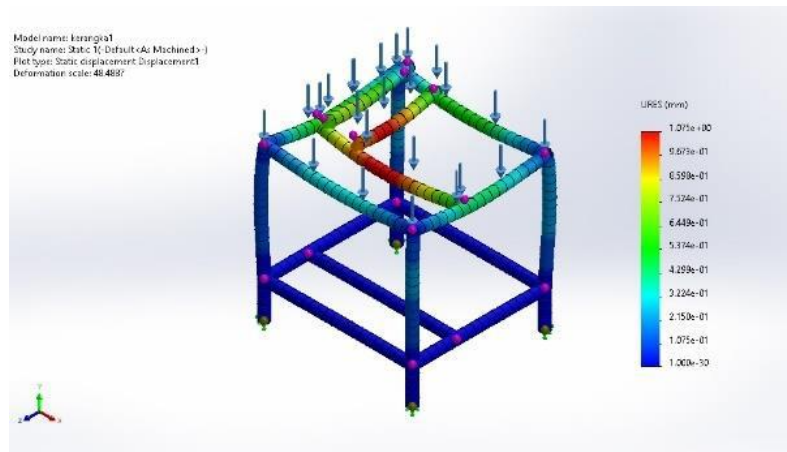
3.7 Stress Analysis

Simulasi tekanan ini dilakukan pada rangka sebagai penyokong utama pada mesin pengupas lada. Pada simulasi ini rangka di input material Hollow 30x30x3,2 mm dengan jenis material ASTM A36 dan dilakukan pembebanan pada bagian atas rangka dengan uji beban paling maksimal yang dapat diterima.



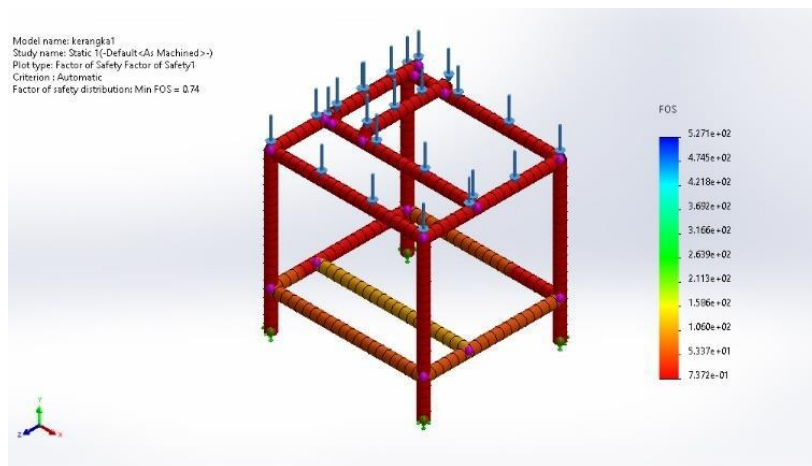
Gambar 14 Simulasi *stress*

Hasil simulasi *stress analysis* dengan beban 3000N dapat dilihat pada gambar di atas, terdapat indikator hasil pembebanan telah mencapai warna hijau dengan nilai berkisar $1,359 \times 10^8$ N/m²- $2,375 \times 10^8$ N/m² dan dapat dibandingkan dengan batas maksimum beban yang bisa diterima yaitu $2,500 \times 10^8$ N/m². Dari hasil ini rangka telah mencapai batas kemampuan menopang suatu beban.



Gambar 15 *Displacement / lendutan*

Dilihat pada hasil lain yaitu *displacement* atau lendutan terlihat warna merah yang menandakan titik paling parah yang memiliki nilai lendutan $1,075 \times 10^0$ mm atau 1,075 mm.



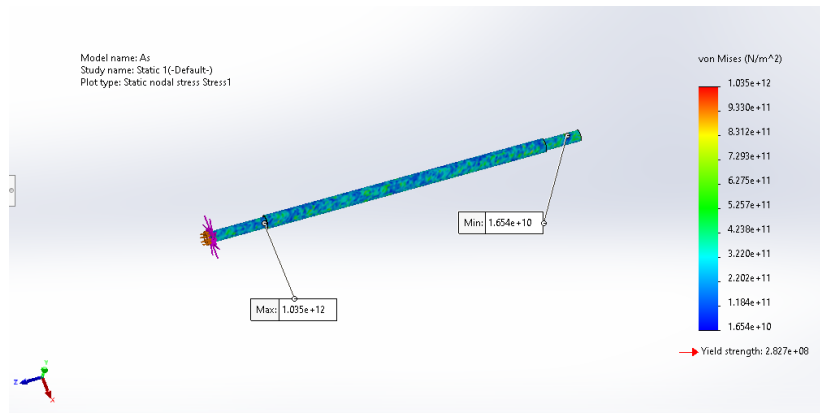
Gambar 16 *Factor of Safety (FOS)*

Factor of Safety atau FOS juga bisa dilihat pada hasil simulasi ini, dengan pembebanan 3000N, didapatkan hasil rancangan rangka berwarna merah semua, namun hasil ini masih dalam batas aman minimal FOS yaitu 0,74 [12], sedangkan pada hasil simulasi rangka ini memiliki nilai $7,372 \times 10^{-1}$ atau 0,7372.

3.8 Torque Analysis

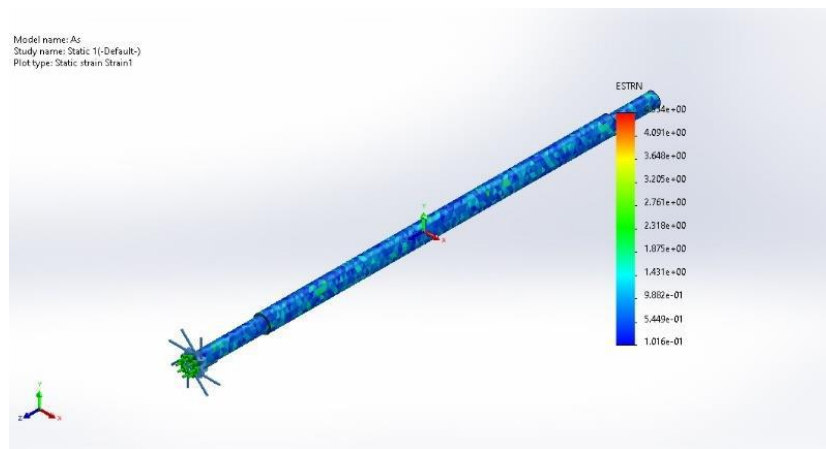
Simulasi torsi ini dilakukan pada komponen yang memiliki gaya rotasi yaitu komponen besi poros pada mesin pengupas lada. Besi poros ini memiliki dimensi panjang 680 mm dan diameter tengah 25 mm, pada sisi pemasangan *pulley* memiliki diameter 20 mm dengan panjang 100 mm,

sedangkan pada sisi lain memiliki panjang 65 mm. Material yang digunakan untuk menjalankan simulasi yaitu AISI 1035.



Gambar 17 *Von Mises Stress*

Hasil analisa ini menampilkan tegangan yang dialami material yang mengalami deformasi, besi poros yang diberi beban torsi sesuai dengan perhitungan 5,08 Nm menampilkan dominasi warna hijau dan biru yang memastikan bahwa material aman dan mampu menahan tegangan sesuai dengan beban yang diberikan.

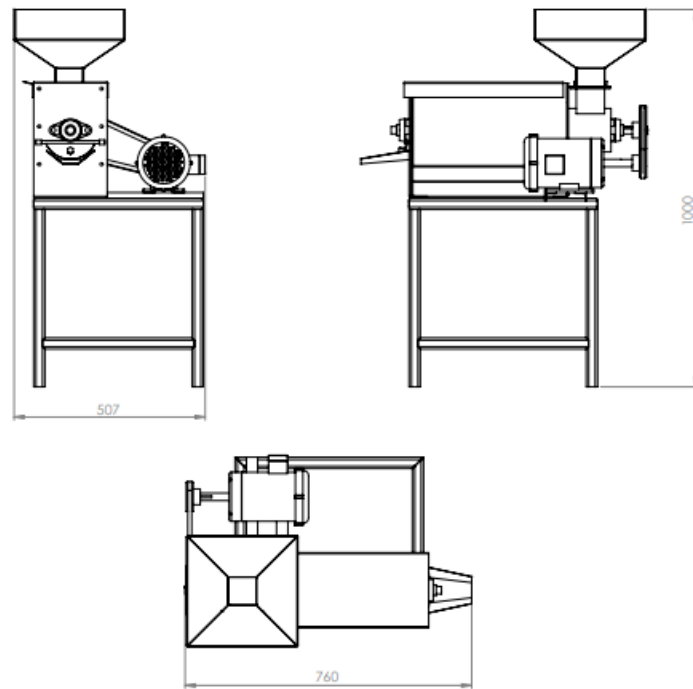


Gambar 18 *Equivalent Strain (ESTRN)*

Hasil simulasi ini menampilkan prediksi deformasi yang dialami material secara seragam, hasil ini sangat penting dalam perencanaan mekanika untuk memprediksi deformasi, kelelahan material serta memastikan kekuatan dan keandalan material yang dipakai.

3.9 Gambar Kerja

Gambar kerja merupakan bagian penting dalam proses desain dan manufaktur. Gambar kerja digunakan untuk menyajikan informasi teknis secara visual kepada pihak yang terlibat dalam produksi suatu produk. Gambar kerja mencakup gambar detail, gambar sketsa, gambar *assembly*, dan gambar pemotongan yang merinci dimensi, toleransi, dan informasi penting lainnya yang diperlukan dalam proses manufaktur.



Gambar 19 *Drawing assembly* mesin pengupas lada

Mesin pengupas lada memiliki dimensi panjang 760 mm, lebar 507 mm, dan 1000 mm. Ukuran mesin tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil sehingga *compact* dan bisa mobilitas dengan mudah. Pada mesin pengupas lada ini dibuat secara fabrikasi sendiri mulai dari keseluruhan bodi, plat *perforated*, *screw*,udukan sikat, dan sikat. Untuk komponen sisanya sudah ada standar *part* seperti sistem transmisi, sistem penggerak utama.

4. KESIMPULAN

1. Hasil modifikasi rancangan mesin pengupas lada yang mudah digunakan, dapat menghasilkan buah lada kupasan tanpa metode perendaman, dan proses pengerjaan cepat. Pada perhitungan kebundaran didapat hasil 1,007 maka dapat dikatakan buah lada itu bundar, pada perhitungan kebulatan didapatkan hasil 0,76 dengan hasil mendekati 1 untuk dapat dikatakan bulat hasil ini menentukan penggunaan pada plat *perforated* 3 mm. Pada perhitungan kecepatan putar didapatkan putaran *pulley* sebesar 840 rpm, didapat pula nilai torsi sebesar 5,08 Nm, perhitungan kapasitas *hopper* di dapat hasil 9,8 L serta derajat kemiringan 55,7°, perhitungan kapasitas *screw* di dapat hasil 14,24 m³/jam
2. Hasil modifikasi rancangan desain dengan output gambar desain hingga gambar kerja yang terdiri dari gambar bagian-bagian, gambar *assembly*, dan gambar *drawing*
3. Simulasi *motion study* dengan gerakan mesin sesuai dengan harapan, didapat hasil uji beban pada rangka dengan beban maksimal yang bisa ditanggung dengan *result stress*, *displacement*, dan *factor of safety*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jenderal Perkebunan. (2003). *Makalah lada*.
- [2] Direktorat Jendral Perkebunan. (2022). *Statistik Perkebunan Unggul Nasional 2020-2022*. [Online] Available: <https://repository.pertanian.go.id/items/09727fc0-b7c8-485a-aefe-85d88100bbb6>
- [3] J. T. Yuhono, "Penentuan harga pokok pembibitan lada," *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*, vol. 10, no. 1, pp. 29-31, 2005.
- [4] S. Balasubramanian, R. Kumar, K. Singh, and T. J. Zachariah, "Physico-mechanical properties of black pepper (*Piper nigrum* L.)," *Journal of Spices and Aromatic Crops*, vol. 22, no. 2, pp. 131–137, 2013.
- [5] F. W. Martin and L. E. Gregory, "Mode of pollination and factors affecting fruit set in *Piper nigrum* L. in Puerto Rico," 1962.
- [6] S. Usmiati and N. Nurdjannah, "Pengaruh lama perendaman dan cara pengeringan terhadap mutu lada putih," *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, vol. 16, no. 3, 2006.
- [7] Wahyudi, Sunardi, K. Y. Fitroh Anugrah, and H. Rela Adi, *Modul Praktikum CAD-Inventor*. Yogyakarta: UMY, 2015.
- [8] A. B. Rantawi, "Perancangan Unit Transfer (*Screw Conveyor*) pada Mesin Pengisi Polibag untuk Meningkatkan Efektivitas Kinerja di Bidang Pembibitan," *Jurnal Citra Widya Edukasi*, vol. 5, no. 1, pp. 60-67, 2013.
- [9] A. M. Budianto, Marno, and R. Hanifi, "Perancangan mesin *screw conveyor* untuk meningkatkan efektivitas kerja petani garam " *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 70-77, 2022, doi: <https://doi.org/10.36706/jptm.v9i1.16958>.
- [10] T. Aji, "Rancang Bangun Prototipe Kendaraan Roda 4 Sederhana (Gokart) Berbiaya Rendah," UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Yogyakarta, 2013. [Online]. Available: <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/11845/>
- [11] A. R. Suhendra and B. Purwantana, "Rancang Bangun dan Pengujian Mesin Pengupas Lada (*Piper Nigrum* L.) Tipe Silinder Putaran Vertikal," in *Prosiding Seminar Nasional PERTETA Unsoed Purwokerto*, 2010.
- [12] S. Abdul Rahman, "Rancang Bangun Mesin Pengiris Ubi Kayu Menggunakan Pendekatan Nordic Body Map (Nbm) dan Pendekatan Antropometri," *Jurnal S1 Teknik Industri Untan*, vol. 1, no. 2, 2017 2017.
- [13] Sularso and K. Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 11 ed. Jakarta: Pradnya Paramita, 2004.
- [14] B. Gunawan, *Mekanisasi Pertanian*. Surabaya: Jaudar Press, 2014.
- [15] Y. Trisnawati, *Mekanisasi Pertanian : Sahabat Kerja Petani*. 2021.
- [16] S. Kemala, "Strategi pengembangan sistem agribisnis lada untuk meningkatkan pendapatan petani," *Perspektif: Review Penelitian Tanaman Industri*, vol. 6, no. 1, pp. 47-54, 2015.