

ANALISIS KEKUATAN MATERIAL MATA POTONG PADA MESIN PEMIPIL JAGUNG MULTIFUNGSI MENGGUNAKAN *SOFTWARE SOLIDWORKS*

STRENGTH ANALYSIS OF CUTTING EDGE MATERIALS IN A MULTIFUNCTIONAL CORN SHELLING MACHINE USING SOLIDWORKS SOFTWARE

Enggian Lubis⁽¹⁾, Zainal Abadi⁽²⁾, Yufrizal A⁽³⁾, Eko Indrawan⁽⁴⁾
Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Kampus Air Tawar, Padang 25131, Indonesia

Lubise07@gmail.com

zainalabadi@ft.unp.ac.id

yufrizal@ft.unp.ac.id

ekoindrawan@ft.unp.ac.id

Abstrak

Komoditas jagung merupakan pangan utama yang memiliki peluang untuk dikembangkan sebagai sumber utama karbohidrat sebagai makanan pokok pada beberapa daerah di Indonesia seperti: Madura dan Nusa Tenggara. Pengelolaan pangan jagung yang masih konvensional menyebabkan tidak efisiennya pengelolaan jagung yang dihasilkan dan waktu yang dibutuhkan, maka dengan perkembangan teknologi dalam produksi jagung di provinsi Sumatera Barat tahun 2021 pada BPS (Badan Pusat Statistik) mencapai 948 063,16 Ton yang tentunya memerlukan alat produksi bagi petani jagung menggunakan mesin pemipil jagung multifungsi dengan mempercepat proses pemisahan biji dengan tongkol jagung. Penelitian bertujuan membangun rancangan mesin pemipil jagung dengan model alat, komponen, rangkat, hingga perakitan dengan simulasi menggunakan software SolidWork. Simulasi yang dilakukan yaitu simulasi statis. Hasil simulasi meliputi Visual titik kritis pada alat, von-mises, Displacement, Factor of Safety. Displacement terbesar terjadi pada percobaan dengan type mesh kualitas tinggi sebesar 1.16×10^{-5} mm. diperoleh hasil nilai Yield Strength pada material ini adalah 530 N/m² tegangan von mises maksimal sebesar 0.05928 MPa pada mesh tinggi dan belum melebihi nilai Yield Strength. Sehingga masih layak untuk digunakan pada mesin pemipil jagung. Hasil simulasi dengan Solidworks Factor of Safety (FOS) dari masing-masing uji simulasi menunjukkan pada mesh tinggi nilai FOS yang didapatkan 8,940.2. Dari hasil simulasi berdasarkan nilai von-mises, Displacement dan Factor of Safety penggunaan material AISI 1045 masih layak dan aman untuk menerima beban sebesar 800 Newton.

Kata Kunci : Analisis Kekuatan, Mata Potong, Mesin Pemipil Jagung, Simulasi, Software Solidworks

Abstract

Maize commodity is the main food that has the opportunity to be developed as the main source of carbohydrates as a staple food in several regions in Indonesia such as: Madura and Nusa Tenggara. The management of corn food which is still conventional causes inefficiency in the management of corn produced and the time required, so with the development of technology in corn production in West Sumatra province in 2021 at BPS (Central Bureau of Statistics) reaching 948 063.16 Tonnes which of course requires production tools for corn farmers using multifunctional corn sheller machines by accelerating the process of separating seeds with corn cobs. The research aims to build a corn sheller machine design with tool models, components, rangkat, and assembly with simulations using SolidWork software. The simulation carried out is a static simulation. The simulation results include Visual kiritis point on the tool, von-mises, Displacement, Factor of Safety. The largest displacement occurred in experiments with a high quality mesh type of 1.16×10^{-5} mm. obtained the results of the Yield Strength value on this material is 530 N / m² maximum von mises stress of 0.05928 MPa on high mesh and has not exceeded the Yield Strength value. So it is still feasible to use on corn sheller machines. Simulation results with Solidworks Factor of Safety (FOS) from each simulation test show on a high mesh the FOS value obtained is 8,940.2. From the simulation results based on the von-mises, Displacement and Factor of Safety values, the use of AISI 1045 material is still feasible and safe to accept a load of 800 Newton..

Keywords: Strength Analysis, Cutting Edge, Corn Sheller Machine, Simulation, Solidworks Software

I. Pendahuluan

Jagung merupakan sumber karbohidrat, memiliki banyak komponen fungsional dan serat pangan untuk tubuh, asam lemak esensial, isoflavon, mineral (Ca, Mg, K, Na, P, Ca dan Fe), antosianin, betakaroten (provitamin A) (Suarni et al., 2015). Jagung juga digunakan untuk bahan baku pakan ternak, maupun barang untuk proses ekspor (Murni & Arief, 2008). Hampir 50% digunakan untuk bahan baku pakan unggas (Sondakh et al., 2016). Sehingga pemanfaatan dan pengolahan jagung secara optimal.

Jagung ialah tanaman strategis dan memiliki nilai ekonomi serta potensi pengembangan karena merupakan sumber karbohidrat, protein dan pakan terpenting setelah beras (Hapsah et al., 2020). Penduduk beberapa daerah di Indonesia seperti di Madura dan Nusa Tenggara juga menggunakan jagung sebagai makanan pokok.

Komoditas pertanian jagung di Indonesia mayoritas melimpah (Gani et al., 2023). Hal ini di karenakan Daerah – daerah di Indonesia banyak menghasilkan jagung misalnya di Provinsi Sumatera Barat, produksi jagung pada tahun 2013 tercatat 547.417ton dengan produktivitas 6,70 t/ ha, lebih tinggi dibandingkan dengan produktivitas nasional sebesar 4,84 t/ha. Pada tahun 2017, produksi tersebut ditargetkan meningkat menjadi 1 juta ton. Untuk mencapai target tersebut, produksi jagung setiap tahun harus meningkat rata-rata 600.000 ton, sementara produksi jagung rata-rata dalam lima tahun terakhir (2009-2013) baru mencapai 454.768 ton/tahun (BPS, 2021). Luas tanam jagung di Sumatera Barat cenderung meningkat tiap tahun

Data BPS (Badan Pusat Statistik) tahun 2021 diperoleh produksi jagung di Provinsi Sumatera Barat mencapai 948 063,16 Ton. Kondisi ini perlu dimanfaatkan untuk peningkatan dan efisiensi produksi jagung kedepannya. Permasalahan yang muncul adalah pengolahan jagung untuk pemisahan biji dari tongkol jagung. Hal ini terjadi kurangnya pengetahuan tentang alat pengolahan jagung dan mahalnya harga di pasaran (Uslianti et al., 2014). Pemisahan jagung dari tongkol dapat dilakukan sumber daya manusia, tetapi memerlukan jumlah dan waktu yang lama (Wakey et al., 2022). Penggunaan mesin dapat mempercepat proses pemisahan biji dengan tongkol jagung, namun diketahui spesifikasi material digunakan (Mustapa et al., 2020).

Perkembangan teknologi pada saat ini, banyak ditemukan alat teknologi yang diciptakan untuk pengolahan produk pertanian jagung (Farooq et al., 2019), Hal ini dikarenakan peningkatan hasil panen, sehingga lahirlah ide untuk membudidayakan tanaman tersebut sebelum dipasarkan. Tujuannya hanya untuk memudahkan pekerjaan para petani jagung (Khan et al., 2021). Berdasarkan uraian tersebut, maka tim peneliti membuat suatu Perancangan Mesin Pengupas Kulit Jagung, dan

Pemipil Biji Jagung Multifungsi yang lebih cepat dalam proses pengupasan, pemipilan dan tidak memerlukan pemisahan jagung dan kulitnya terlebih dahulu. Adapun fokus analisa penulis pada Mesin Pengupas Kulit Jagung, dan Pemipil Biji Jagung Multifungsi penulis akan memfokuskan pada analisis kekuatan material poros mata potong yang akan penulis analisis nanti mempunyai kecepatan dan ketepatan dalam proses pengupasan.

A. Tegangan

Gaya yang diberikan pada mata potong, akan terjadi arah gaya yang berlawanan pada mata potong. Ini sesuai dengan hukum newton III adanya terjadi aksi dan reaksi. Sebuah penampang akan menyerap gaya secara rata. Intensitas beban, dinyatakan sebagai gaya dibagi dengan luas tempat gaya bekerja, disebut tegangan. Sambungan yang ada tergantung kepada beban yang ditentukan. Istilah "beban langsung" diposisikan kepada beban dengan tegak lurus pada bidang tempatnya bekerja. Dalam kasus pembebanan tarik, ada tegangan tarik, dalam kasus pembebanan tekan, ada tegangan tekan. Menggunakan rumus (Beer et al., 2015).

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

σ : Tegangan (N/m²)
 F : Gaya yang bekerja (Newton)
 A : Luas penampang (m²)

B. Teori Von-Mises

Von-mises merupakan teori kegagalan yang terjadi pada sebuah material, luluh terjadi pada material jika tegangan yang diserap melebihi kekuatan luluh dari material itu. Hipotesis Von Mises bisa diugunakan untuk prediksi faktor keamanan barang. Desain struktural karena komponen yang menghadirkan daerah yang beroperasi dibawah tekanan dapat dioptimalkan dengan memperhitungkan fenomena ini (Donato & Bianchi, 2011). *Von-mises* terjadi pada saat material menerima beban vertikal sehingga sistem menjadi simetris, teori ini memudahkan dalam menentukan deformasi geser (Pellicciari et al., 2023).

C. Regangan

Strain atau regangan dilambangkan dengan ϵ . Regangan material terjadi pada saat material mengalami perubahan ukuran dari ukuran awal ke ukuran akhir (Edalati et al., 2022). Dapat dirumuskan pada persamaan berikut (Beer et al., 2015).

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E}$$

Dimana :
 ϵ : Regangan
 σ : Tegangan (N/m²)
 E : Modulus Elastisitas (N/m²)

D. Factor of Safety

Faktor keamanan digunakan untuk memastikan desain aman dan tidak gagal saat menerima beban yang tidak dihitung (Bairán et al., 2021). Biasanya dalam perhitungan beban hanya mendekati, namun ini memberikan gambaran pada suatu produk dan keamanan (Callister & Rethwisch, 2018). Persamaan yang digunakan sebagai berikut (Beer et al., 2015).

$$\text{Factor of Safety} = \frac{\text{Yield Strength}}{\text{Desain Load}}$$

II. Metode Penelitian

A. Jenis Penelitian

Jenis metode yang dipakai pada penelitian ini ialah R&D (*Research and Development*), menurut (Sugiyono, 2019), Penelitian dan pengembangan ialah metode untuk memvalidasi dan mengembangkan produk yang menghasilkan sesuatu yang baru .

Penelitian ini dilakukan dalam merancang mesin pemipil jagung. Penelitian dilakukan dengan pembuatan model alat pemipil, komponen alat, rangka dan perakitan. Penelitian difokuskan pada uji statis kekuatan material mata potong pada mesin pemipil jagung menggunakan *software solidwork*. Menggunakan metode elemen hingga (*finite element method*) adalah metode yang digunakan dalam ilmu rekayasa teknik (Nasution & Widodo, 2022). Metode ini juga memiliki keunggulan dari penggunaan metode konvensional (Farias & Naylor, 1998). Dari penelitian ini akan diketahui nilai tegangan material, perpindahandan faktor keamanan, kekuatan material dan kerusakan yang akan terjadi pada mata potong saat alat digunakan.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

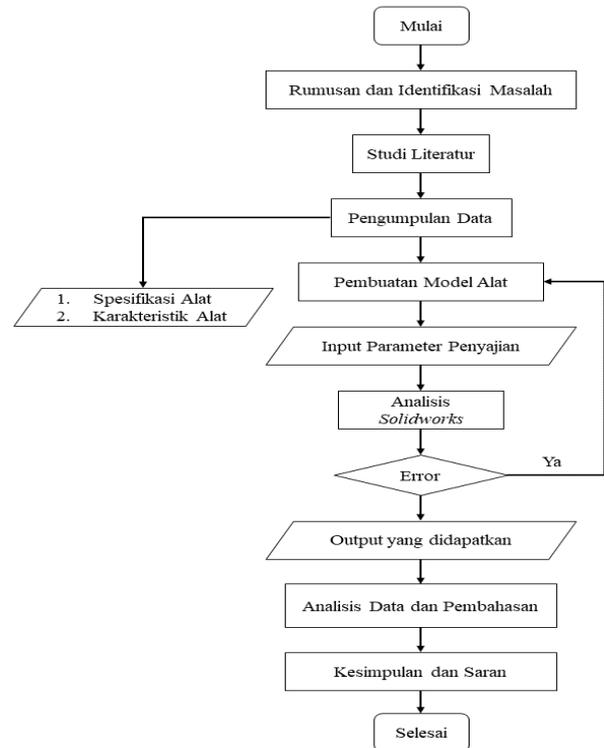
Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam bulan Juli-September 2022 yang dilaksanakan di Workshop Fabrikasi Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang dan di kabupaten Padang Pariaman.

C. Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini berjenis data dipakai ialah data hasil uji coba dan analisis pada material ST 37 yang digunakan sebagai poros mata potong mesin pemipil jagung multifungsi

D. Tahap Penelitian

Tahap – tahap proses penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan diagram alir berikut.

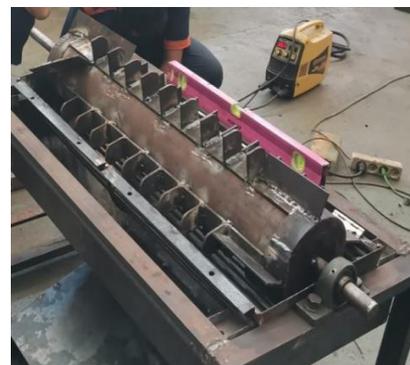


Gambar 1. Diagram Alir

Bagan alir (*flow chart*) menunjukkan tindakan yang dilakukan oleh penulis untuk mencapai tujuan penelitian. Pada penelitian ini flowchart penelitian ditunjukkan pada Gambar 18. Flowchart tersebut memuat berbagai jenis simbol, seperti B. Jajar genjang yang menjelaskan proses input atau output data, parameter dan informasi. Bentuk persegi menjelaskan pengolahan data atau proses perhitungan. Ketika arah panah menunjukkan arah program atau proses.

E. Objek Penelitian

Objek penelitian pada *research* ialah kekuatan material poros mata potong. Objek penelitian ini juga meliputi analisis perbandingan suatu material yang digunakan sebagai poros mata potong.



Gambar 2. Poros Mata Potong

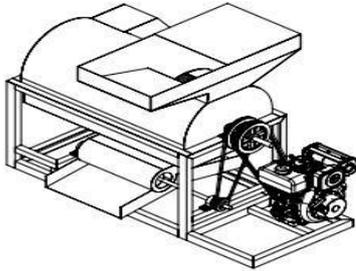
Selain untuk mendapatkan hasil analisis terhadap material ST 37 yang digunakan poros mata potong, penelitian ini juga dapat mengetahui penyebab keausan yang terjadi pada mata potong tersebut serta

mendapatkan cara mengurangi keausan tersebut.

F. Instrumen Penelitian

Adapun instrumen yang dipakai pada *research* ini yaitu:

1. Mesin Pemipil Jagung Multifungsi



Gambar 3. Mesin Pemipil Jagung Multifungsi

Tabel 1. Spesifikasi Mesin Pemipil Jagung

Kapasitas	:	500 Kg – 1000 Kg/ Jam.
Material Mesin	:	Plat Mild Steel.
Penggerak	:	Motor Diesel.
Daya (Power)	:	12 HP.
Energi Yang Digunakan	:	Solar.
Rangka	:	Besi Siku UNP.
Dimensi Mesin	:	2000 x 900mm x 1600mm

2. Laptop



Gambar 4. Laptop

Tabel 2. Spesifikasi Laptop

Processor	:	Intel Core i3-5005U CPU
RAM	:	8GB
SSD	:	250 GB
Operating System	:	Windows 10

3. Software Solidworks

Program Solidworks ialah *software* yang dipakai untuk melakukan analisis dan desain. Program ini dapat membantu kita dalam perencanaan. Ini tidak hanya mengurangi biaya, tetapi juga mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk membuat desain .



Gambar 5. Tampilan Software Solidworks

III. Hasil dan Pembahasan

A. Spesifikasi Material dan Proses Desain

Pengujian kekuatan material menggunakan *SolidWork* dilakukan pengujian menggunakan jenis material AISI 1045. Material jenis ini setara dengan ST 37 dengan spesifikasi material sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Material

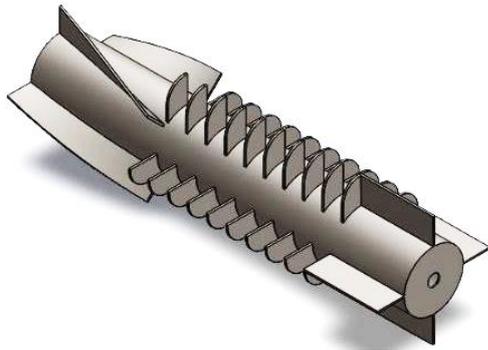
Name:	AISI 1045 Steel, cold drawn
Model type:	Linear Elastic Isotropic
Default failure criterion:	Max von Mises Stress
Yield strength:	5,3e+08 N/m ²
Tensile strength:	6,25e+08 N/m ²
Elastic modulus:	2,05e+11 N/m ²
Poisson's ratio:	0,29
Mass density:	7.850 kg/m ³
Shear modulus:	8e+10 N/m ²
Thermal expansion coefficient:	1,15e-05 /Kelvin

Jenis material akan dilakukan uji statis menggunakan *software SolidWork* pada mata potong mesin pemipil jagung multifungsi. Proses pengujian dilakukan dari pembuatan desain dimensi, model, penetapan jenis material dan uji statis.

Penelitian ini merupakan hasil dari simulasi menggunakan *software*. Kegiatan perancangan dan simulasi hasil menggunakan *software SolidWork*. Simulasi yang akan dilakukan yaitu simulasi statis. Hasil simulasi meliputi Visual titik kritis pada alat, *Von-mises, Displacement, Factor of Safety*. Dari hasil simulasi nanti akan didapatkan titik-titik rawan akan kerusakan pada saat mesin digunakan.

B. Model Input

Pembuatan desain 3D CAD menggunakan *software SolidWork*, model input dibuat seperti gambar 2.2. Model input input dibuat dengan pemodelan padat *computer-aided design* (CAD) untuk menciptakan bentuk dan bentuk geometri bagian dan sifat fisik terkait dengan model dan tujuan desain teknik (Chang, 2015).



Gambar 6. Model Input Simulasi

Ukuran yang digunakan pada model input sesuai dengan tabel 1.

Tabel 1. Dimensi Input Simulasi

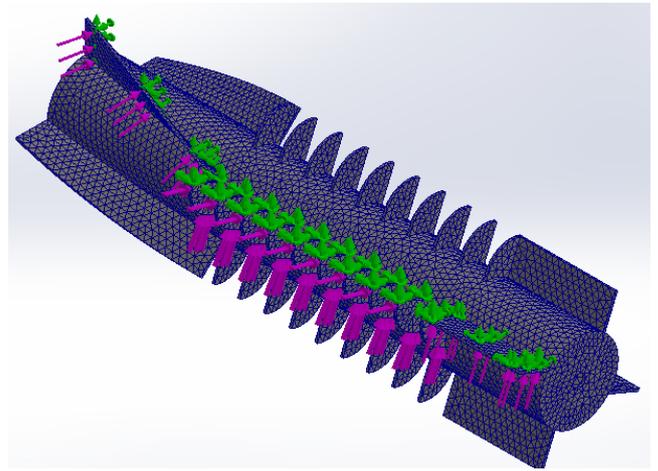
Bagian	Ukuran (mm)
Panjang	960
Diameter Luar	272
Diamter Tabung Dalam	152
Diameter lobang poros	26

C. Meshing

Meshing adalah langkah dalam membagi elemen menjadi lebih kecil, tingkat *mesh* yang besar akan memberikan hasil simulasi yang baik untuk didapatkan (Mulyana et al., 2017).

Tabel 2. Mesh Information Mata Potong

No	Mesh Information	Description	Unit
1	Type of Mesh	Solid Blended	
2	Mesher used	Curvantage-based mesin	
3	Point of Jacobian	16	
4	Maximun size of element	11.9245	mm
5	Maximun size of element	3.9808	mm
6	Quality if mesh	High	
7	Total number of mesh	70244	
8	Total number of elements	34538	
9	Maximum Aspect Ratio	8.5492	
10	Element percentage with aspek ratio less than 3	97.2	
11	Aspect ratio greater than 10	0	
12	% of element distorted (Jacobian)	0	



Gambar 7. Visualisasi Meshing

D. Material Properties

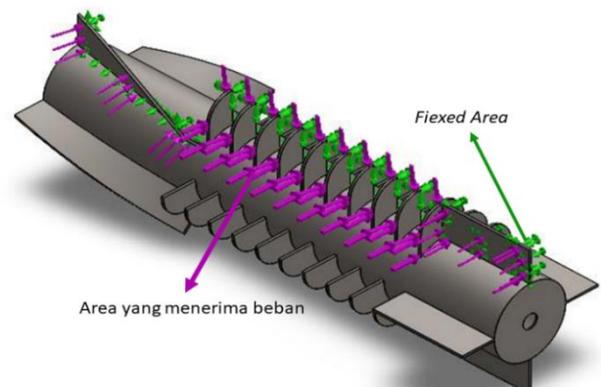
Material yang digunakan pada mata potong adalah *AISI 1045 Steel, Cold Drawn*. Penggunaan material ini karena dinilai lebih mudah didapatkan dan banyaknya material yang memiliki nilai *Mechanical Properties* yang hampir mendekati.

Tabel 3. Mechanical Properties Material

Property	Value	Unit
Shear Modulus	80000	N/mm ²
Yield Strength	625	N/mm ²
Elastic Modulus	205000	N/mm ²
Tensile Strength	625	N/mm ²
Mass Density	7850	Kg/m ³
Poisson's Ratio	0.29	N/A

E. Penerapan Beban

Penerapan beban dilakukan untuk menentukan daerah yang akan menerima, menahan dan melepaskan beban.



Gambar 8. Posisi Beban

Fixed area adalah area mati, yang kaku. Pada penelitian ini daerah tersebut ditandai dengan panah berwarna hijau. Ini merupakan daerah yang tidak menerima beban langsung dari jagung saat alat ini

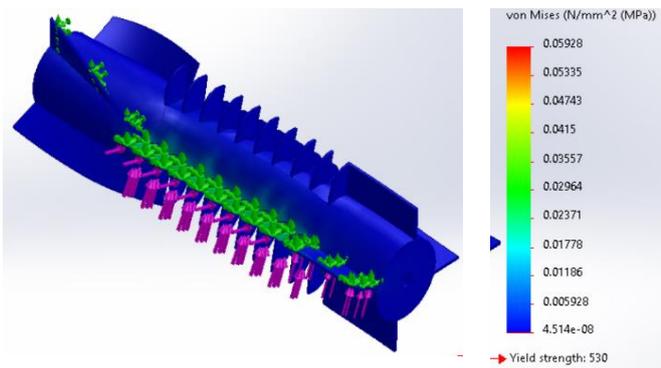
digunakan. Daerah yang ditandai dengan warna ungu merupakan daerah yang akan menerima langsung beban dari jagung pada saat alat ini digunakan.

F. Hasil Uji Statistis Mata Potong

Pengujian statis dilakukan pada *mesh* dengan pilihan *fine* pada *SolidWork*. Dari hasil ini didapatkan total *nodes* dari *mesh* sebanyak 70244. Untuk hasil analisis didapatkan sebagai Tabel 3 berikut.

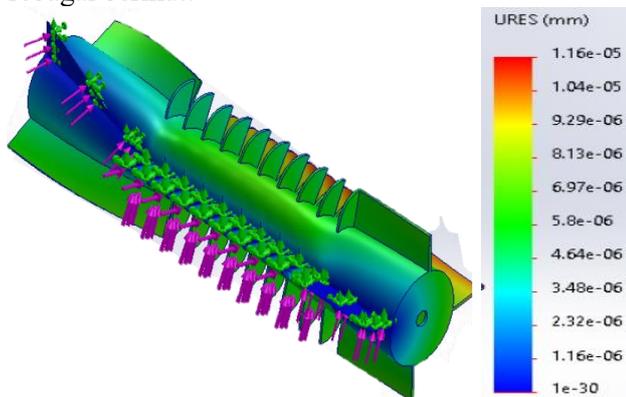
Tabel 3. Hasil Simulasi

Von-mises (MPa)	Displacement (mm)	FOS
0.05928	1.16×10^{-5}	8,940.2



Gambar 9. Hasil Simulasi *Von Mises*

Hasil uji statis ini didapatkan nilai *Yield Strength* pada material ini adalah 530 N/m^2 , sedangkan dari hasil simulasi dengan beban 800 newton menunjukkan hasil *von mises maximal* sebesar 0.05928 MPa pada *mesh* tinggi (*fine*). Nilai tersebut belum melebihi dari nilai *Yield Strength* material yang digunakan pada simulasi ini. Gambar 9. menunjukkan batasan kekuatan dan beban yang mampu diterima oleh mata pisau. Sehingga masih layak untuk digunakan pada mesin pemipil jagung. Hasil simulasi statis, didapatkan *displacement* sebagai berikut:



Gambar 10. Hasil Simulasi *Displacement*

Penggunaan *mesh* yang tinggi akan memiliki dampak hasil yang baik pada hasil simulasi. *Displacement* yang dihasilkan. *Displacement* terbesar terjadi pada percobaan dengan type *mesh* kualitas tinggi sebesar

$1.16 \times 10^{-5} \text{ mm}$. Pergeseran yang terjadi mata pisau masih aman, karena dari Gambar yang merupakan hasil simulasi menunjukkan warna biru dan hijau, sehingga *displacement* yang terjadi sangat kecil. *Factor of Safety* (FOS) dari masing-masing uji simulasi menunjukkan adanya perbedaan hasil. Diantaranya pada *mesh* rendah nilai FOS yang didapatkan adalah pada *mesh* tinggi nilai FOS yang didapatkan 8,940.2. Dari hasil simulasi berdasarkan nilai *Von Misses*, *Displacement* dan *Factor of Safety* penggunaan material AISI 1045 masih layak dan aman untuk menerima beban sebesar 800 Newton.

I. Kesimpulan

Hasil simulasi didapatkan dengan menggunakan material AISI 1045 steel cold drawn. Nilai *Yield Strength* pada material ini adalah 530 N/m^2 , sedangkan dari hasil simulasi dengan beban 800 newton menunjukkan hasil *von mises maximal* sebesar 0.05928 MPa pada *mesh* tinggi (*fine*). Nilai tersebut belum melebihi dari nilai *Yield Strength* material yang digunakan pada simulasi ini.. Batasan kekuatan dan beban yang mampu diterima oleh mata pisau. Sehingga masih layak untuk digunakan pada mesin pemipil jagung. Penggunaan *mesh* yang tinggi akan memiliki dampak hasil yang baik pada hasil simulasi. *Displacement* yang dihasilkan. *Displacement* terbesar terjadi pada percobaan dengan type *mesh* kualitas tinggi sebesar $1.16 \times 10^{-5} \text{ mm}$. Pergeseran yang terjadi mata pisau masih aman, *displacement* yang terjadi sangat kecil. *Factor of Safety* (FOS) untuk alat ini tergolong aman dengan nilai 8,940.2. Dari hasil simulasi berdasarkan nilai *von-mises*, *Displacement* dan *Factor of Safety* penggunaan material AISI 1045 masih layak digunakan pada mesin pemipil jagung dengan kapasitas 800 Newton..

Referensi

- Bairán, J. M., Tošić, N., & de la Fuente, A. (2021). Reliability-based assessment of the partial factor for shear design of fibre reinforced concrete members without shear reinforcement. *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*, 54(5), 1–16. <https://doi.org/10.1617/s11527-021-01773-z>
- Beer, F. P., Johnston, E. R., DeWolf, J. T., & David, F. M. (2015). *Mechanics of Materials* (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- BPS, B. P. S. (2021). *Produksi, Produktivitas dan Luas Panen Jagung 2019-2021*. Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). *Materials Science and Engineering* (10th ed.). Wiley.

- Chang, K.-H. (2015). Solid Modeling. *E-Design*, 125–167. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-382038-9.00003-X>
- Donato, G. H. B., & Bianchi, M. (2011). Numerical modeling of uneven thermoplastic polymers behaviour using experimental stress-strain data and pressure dependent von Mises yield criteria to improve design practices. *Procedia Engineering*, 10, 1871–1876. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2011.04.311>
- Edalati, K., Bachmaier, A., Beloshenko, V. A., Beygelzimer, Y., Blank, V. D., Botta, W. J., Bryła, K., Čížek, J., Divinski, S., Enikeev, N. A., Estrin, Y., Faraji, G., Figueiredo, R. B., Fuji, M., Furuta, T., Grosdidier, T., Gubicza, J., Hohenwarter, A., Horita, Z., ... Zhu, X. (2022). Nanomaterials by severe plastic deformation: review of historical developments and recent advances. *Materials Research Letters*, 10(4), 163–256. <https://doi.org/10.1080/21663831.2022.2029779>
- Farias, M. M., & Naylor, D. J. (1998). Safety analysis using finite elements. *Computers and Geotechnics*, 22(2), 165–181. [https://doi.org/10.1016/S0266-352X\(98\)00005-6](https://doi.org/10.1016/S0266-352X(98)00005-6)
- Farooq, M. S., Riaz, S., Abid, A., Abid, K., & Naeem, M. A. (2019). A Survey on the Role of IoT in Agriculture for the Implementation of Smart Farming. *IEEE Access*, 7, 156237–156271. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2949703>
- Gani, A., Munawar, E., Faisal, M., D, M. R. A., Reza, M., Kimia, J. T., Kuala, U. S., & Aceh, B. (2023). Pengaruh Pemberian Tekanan dan Pemanasan Terhadap Densitas Bahan Bakar (Bio-Coke) Berbasis Biomassa Bonggol Jagung. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(3), 6264–6270.
- Hapsoh, Dini, I. R., & Rahman, A. (2020). Agrotekma Liquid Biological Fertilizer Formulations Test with the Addition of Bacillus cereus on Growth and Yield of Sweet Corn (Zea Mays. *Jurnal Agroteknologi*, 5(1), 31–41.
- Khan, N., Ray, R. L., Sargani, G. R., Ihtisham, M., Khayyam, M., & Ismail, S. (2021). Current progress and future prospects of agriculture technology: Gateway to sustainable agriculture. *Sustainability (Switzerland)*, 13(9), 1–31. <https://doi.org/10.3390/su13094883>
- Mulyana, T., Sebayang, D., Rafsanjani, A. M. D., Adani, J. H. D., & Muhyiddin, Y. S. (2017). Mesh control information of windmill designed by Solidwork program. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 277(1), 012010. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/277/1/012010>
- Murni, A. M., & Arief, R. W. (2008). *Teknologi Budidaya Jagung*. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian.
- Mustapa, R., Djafar, R., & Botutihe, S. (2020). Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Mesin Pemipil Jagung Mini Type Sylinder. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 5(1), 9–16. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v5i1.544>
- Nasution, A. R., & Widodo, E. (2022). Numerical Analysis of Low Carbon Steel Tensile Strength Using Software (SolidWorks). *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, 7(1), 1–6. <https://doi.org/10.21070/R.E.M.V7I1.1629>
- Pelliciaro, M., Falope, F. O., Lanzoni, L., & Tarantino, A. M. (2023). Theoretical and experimental analysis of the von Mises truss subjected to a horizontal load using a new hyperelastic model with hardening. *European Journal of Mechanics - A/Solids*, 97, 104825. <https://doi.org/10.1016/J.EUROMECHSOL.2022.104825>
- Sondakh, J., Rauf, A. W., & Rembang, J. H. W. (2016). Analisis Produksi dan Rantai Pemasaran Jagung di Kabupaten Minahasa Selatan Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 19(3), 213–226. <https://doi.org/10.21082/JPPTP.V19N3.2016.P213-226>
- Suarni, S., Serealia, M., & Yasin, M. (2015). Jagung sebagai Sumber Pangan Fungsional. *Puslitbang Tanaman Pangan*.
- Sugiyono. (2019). Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. In *Bandung : Alfabeta* (p. 84).
- Uslianti, S., Wahyudi, T., Saleh, M., & Priyono, S. (2014). Rancang Bangun Mesin Pemipil Jagung Untuk Meningkatkan Hasil Pemipilan Jagung Kelompok Tani Desa Kuala Dua. *Download.Garuda.Kemdikbud.Go.Id*, 6(1).
- Wakey, S., Tokoro, E. L., & Dharsono, W. W. (2022). Desain Alat Proses Pelepas Biji Jagung Secara Sederhana di Kabupaten Nabire. *JURNAL FATEKSA: Jurnal Teknologi Dan Rekayasa*, 7(1), 54–64.