

Analisis Kekuatan Mata Pisau Pada Mesin Pengolah Sabut Kelapa

Strength Analysis of Blades in a Coconut Fiber Processing Machine

Ayu Audia^{1*}, Roni Suhartono¹, Masri Bin Ardin¹

¹D-III Pemeliharaan Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Subang, Subang 41211, Indonesia

*Corresponding author: ayua60667@gmail.com

Diterima: 29-06-2025

Disetujui: 08-08-2025

Dipublikasikan: 16-08-2025

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Desain mesin pengolah sabut kelapa dengan sistem konveyor menuntut perhatian khusus pada kinerja pisau sebagai komponen utama dalam proses pencacahan. Kegagalan struktur pada pisau dapat berdampak langsung terhadap efektivitas kerja mesin dan keamanan operator. Oleh karena itu, dilakukan pemodelan dan analisis kekuatan struktur pisau menggunakan perangkat lunak analisis berbantuan komputer untuk memvalidasi kelayakan desain sebelum tahap manufaktur. Analisis difokuskan pada tegangan Von Mises, perpindahan, serta faktor keamanan, dengan mempertimbangkan beban kerja seperti lenturan, torsi, tarik, dan tekan yang dialami oleh poros. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan dan deformasi yang terjadi masih berada dalam batas aman, dengan nilai faktor keamanan yang cukup tinggi untuk mendukung operasi jangka panjang. Berdasarkan hasil tersebut, desain pisau dinyatakan layak dan aman digunakan dalam sistem mesin pencacah sabut kelapa.

Kata Kunci: Sabut kelapa, Pisau pencacah, Pemodelan, Analisis kekuatan.

Abstract

The design of a coconut fiber processing machine with a conveyor system requires special attention to the performance of the blade, which serves as the main component in the chopping process. Structural failure of the blade can significantly impact machine efficiency and operator safety. Therefore, modeling and structural strength analysis using computer-aided analysis software was conducted to validate the reliability of the blade design before manufacturing. The study focused on Von Mises stress, displacement, and safety factor, considering operational loads such as bending, torsion, tension, and compression applied to the shaft. The simulation results indicate that both stress and deformation remain within safe limits, with a safety factor value that supports long-term operational use. Based on these findings, the blade design is considered structurally secure and suitable for use in a coconut fiber chopping machine.

Keywords: Coconut fiber, Chopper blade, Modeling, Strength analysis.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara dengan kekayaan sumber daya alam yang tinggi, salah satunya berasal dari sektor perkebunan kelapa. Namun, pemanfaatan limbah kelapa seperti sabut masih belum optimal. Menurut Siahaan (2022) pengembangan teknologi di sektor pertanian terus diarahkan untuk menciptakan inovasi yang mampu mengolah limbah pertanian menjadi produk bernilai guna tinggi. Salah satu fokus utama adalah pengembangan mesin yang dapat mengolah sabut kelapa menjadi *cocopeat* dan *cocofiber*, dua produk turunan yang memiliki potensi ekonomi dan memiliki banyak kegunaan, terutama sebagai media tanam dan bahan

baku industri. Menurut Arfittariah, et al. (2021) *cocopeat* adalah media tanam organik yang berasal dari serbuk sabut kelapa. Keunggulannya terletak pada kemampuan menyimpan air dan kandungan kimia yang mendukung pertumbuhan tanaman. Dengan tingkat keasaman (pH) yang ideal antara 5,0 hingga 6,8, *cocopeat* sangat sesuai sebagai alternatif pengganti tanah dalam sistem pertanian modern. Selain itu, serat sabut juga dimanfaatkan dalam industri seperti pembuatan jok, kasur, dan bahan bantalan. Namun, pemanfaatan sabut kelapa belum sebanding dengan jumlah produksinya. Data dari BPS Provinsi Jawa Barat (2022) menunjukkan bahwa limbah sabut kelapa di Kabupaten Subang terus menumpuk. Kondisi ini menunjukkan belum adanya sistem pengolahan yang efisien, sehingga diperlukan inovasi alat yang mampu mengolah sabut secara langsung di tingkat petani atau sentra produksi. Untuk memahami kondisi penumpukan limbah sabut kelapa di Kabupaten Subang dan menilai dampak dari permasalahan tersebut. Pengumpulan limbah sabut kelapa juga dilakukan sebagai langkah awal untuk mengolah limbah tersebut menjadi media tanam, yaitu *cocopeat* dan *cocofiber* Jamilah et al. (2025).

Pengolahan sabut kelapa membutuhkan mesin yang dirancang secara tepat, baik dari sisi kekuatan material, kemudahan pengoperasian, keamanan, dan efisiensi kerja. Menurut Mukhlis at al. (2022) perancangan mesin harus mempertimbangkan ketersediaan bahan, proses pembuatan, pengoperasian, perawatan, keselamatan kerja, dan biaya. Niemann (1982) menambahkan bahwa desain alat harus memperhatikan posisi tuas, tombol, dan operator agar kerja menjadi lebih efisien dan tidak menyebabkan kelelahan. Menurut Fauzi et al. (2023) Desain adalah langkah atau proses dalam membuat atau menyusun sebuah rencana untuk menggunakan teknik-teknik guna mencapai tujuan yang diinginkan. Menurut (Nur Azis, Gali Pribadi, 2020) desain adalah suatu proses untuk menentukan sesuatu yang akan dilakukan dengan berbagai metode yang berbeda dan berkaitan dengan penjelasan mengenai arsitektur serta rincian dan batasan komponen yang akan dipahami dalam proses pelaksanaan.

Menurut Safii (2020) Pisau pengurai adalah komponen utama dari mesin pengolah sabut kelapa yang berfungsi sebagai alat untuk memotong atau mengolah sabut kelapa. Menurut Suryanto et al. (2023) Dalam penelitian ini, analisis tegangan dilakukan pada salah satu komponen kritis mesin pengolah serat kelapa, yaitu pisau, yang sangat membutuhkan ketahanan kerja yang baik karena harus menerima beban, melakukan putaran, dan menangani tingkat getaran yang cukup tinggi. Untuk mencegah kerusakan pada komponen pisau, perlu dilakukan analisis terlebih dahulu guna memahami distribusi tegangan sebelum menjalankan percobaan. Salah satu alternatif yang lebih mudah dan efisien adalah secara numerik menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan perangkat lunak perangkat lunak pemodelan dan simulasi. Dengan simulasi ini, akan diketahui distribusi tegangan dan defleksi yang terjadi pada rangka. Selanjutnya, modifikasi yang diperlukan pada rangka ditentukan berdasarkan hasil analisis tersebut.

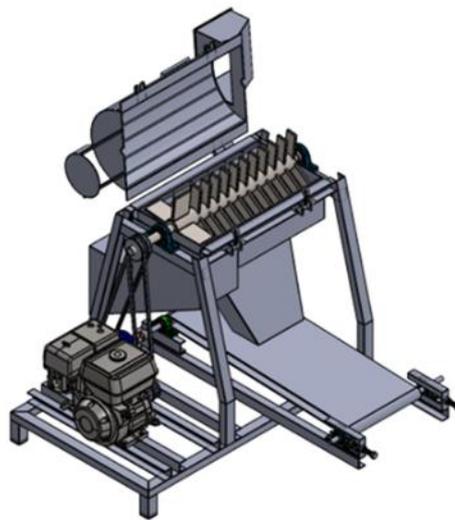
2. Metode

Mesin pengolah sabut kelapa dengan sistem konveyor dirancang khusus sebagai teknologi tepat guna untuk industri rumah tangga. Mesin ini berfungsi untuk mengolah sabut kelapa dari limbah pertanian menjadi *cocopeat* dan *cocofiber* dengan memanfaatkan teknologi modern yang dilengkapi sistem konveyor pada bagian keluaran *cocopeat*.

1. Tegangan Von Mises

Tegangan Von Mises adalah metode yang digunakan dalam mekanika material untuk menentukan perilaku luluh (*yield*) dan titik-titik potensi kegagalan suatu material di bawah kondisi pembebanan yang kompleks. Konsep ini menganalisis kombinasi dari tiga tegangan

utama (*principal stresses*) yang bekerja pada satu titik dalam material. Jika nilai tegangan Von Mises (σ_v) melebihi tegangan luluh (*yield stress*) material tersebut, maka material dianggap mengalami deformasi atau perubahan bentuk permanen.



Gambar 1. Mesin pengolah sabut kelapa dengan sistem konveyor

2. *Displacement* (Perpindahan)

Perpindahan merupakan perubahan posisi atau deformasi suatu material akibat adanya gaya atau pengaruh dari gaya luar yang dikenakan padanya. Dalam mekanika, perpindahan sering digunakan untuk memahami bagaimana suatu struktur atau benda berinteraksi di bawah pengaruh berbagai jenis beban, baik berupa tekanan, tarikan, maupun torsi.

3. Faktor Keamanan dan Teori Von Mises

$$n = \frac{\sigma_y}{\sigma_v} \quad (1)$$

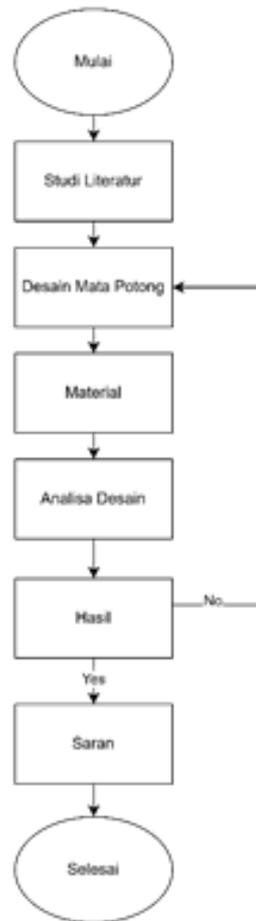
dengan n = faktor keamanan, σ_y = kekuatan leleh, dan σ_v = tegangan Mises maksimum.

Penentuan nilai numerik untuk faktor keamanan sangat bergantung pada berbagai aspek dan pengalaman. Elemen utama yang perlu dipertimbangkan meliputi jenis material, jenis dan cara beban diterapkan, kondisi di bawah tekanan, penentuan titik berat beban, dan faktor-faktor lain.

Menurut Ardiansyah (2024) dalam buku Joseph P Vidosic, disediakan faktor keamanan berdasarkan tegangan luluh, sebagai berikut:

1. Faktor keamanan = 1,25–1,5: untuk bahan yang cocok digunakan dalam kondisi terkendali dan di mana tegangan yang bekerja dapat ditentukan dengan pasti.
2. Faktor keamanan = 1,5-2,0: untuk bahan yang sudah diketahui, dan pada kondisi di mana lingkungan beban dan tegangan tetap dan dapat ditentukan dengan mudah.
3. Faktor keamanan = 2,0-2,5: untuk beban yang beroperasi rata-rata dengan batas beban yang diketahui.
4. Faktor keamanan = 2,5-3,0: untuk bahan yang sudah diketahui tanpa melalui uji coba. Pada kondisi ini, beban dan tegangan rata-rata.
5. Faktor keamanan = 3,0–4,5: untuk bahan yang sudah diketahui. Beban dan tegangan yang tidak pasti, serta kondisi lingkungan yang tidak pasti.
6. Beban berulang: nomor 1 hingga 5.
7. Beban kejutan: nomor 3–5
8. Bahan rapuh: nomor 2–5 dikalikan 2.

Jika faktor keamanan sangat rendah, maka kemungkinan kegagalan akan tinggi dan oleh karena itu desain struktur tidak diterima. Sebaliknya, jika faktor keamanan sangat besar, maka struktur akan membuang-buang bahan dan mungkin tidak cocok untuk fungsinya (misalnya terlalu berat).



Gambar 2. Flowchart desain dan analisis studi literatur

4. Studi Literatur

Studi literatur adalah metode penelitian yang dilakukan dengan mencari, membaca, dan menganalisis data dari berbagai sumber tertulis dan terpercaya.

5. Desain

Proses desain dimulai dengan sketsa yang bertujuan untuk menggambarkan gambar yang ringan, dibuat dengan cepat dan tidak terlalu detail. Gambar 2D/3D kemudian dibuat untuk memudahkan pembacaan gambar. Proses desain ini dilakukan secara detail dengan dimensi dan bahan yang ditentukan. Satuan yang digunakan adalah mm (milimeter).

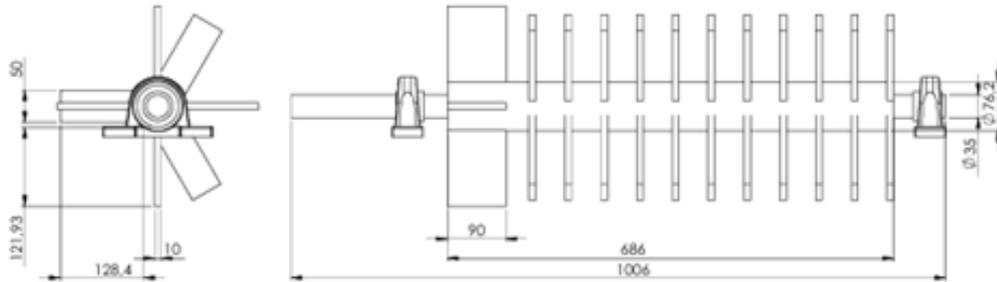
6. Material

Didalam proses ini dilakukan penentuan material yang akan digunakan pada tahap manufaktur mesin. Penentuan material dilakukan dengan pertimbangan kualitas bahan dan kegunaannya.

7. Analisis desain

Pada tahap ini dilakukan perancangan mesin dan pengujian analisis tegangan pada desain mesin menggunakan perangkat lunak pemodelan dan simulasi untuk mengetahui tingkat keamanan pisau tersebut.

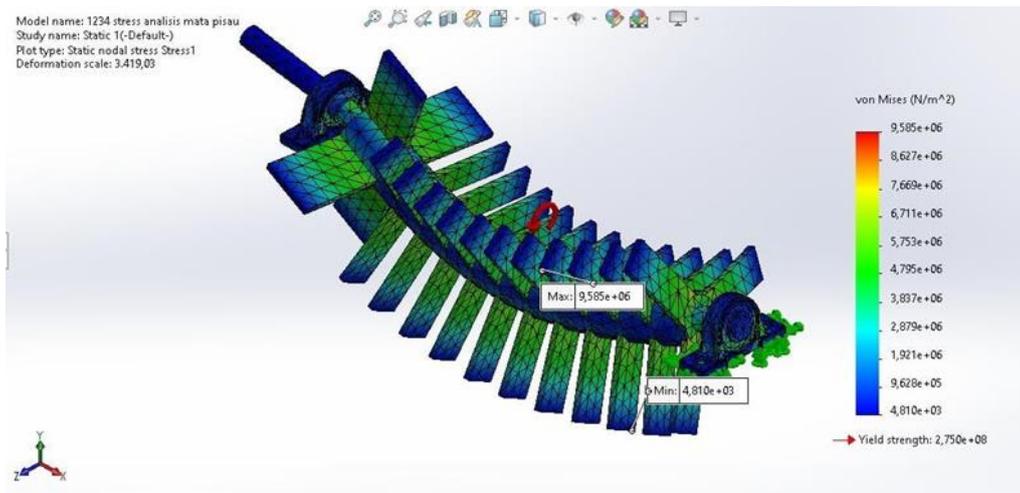
3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 3. 2D Desain 2D pisau pemotong

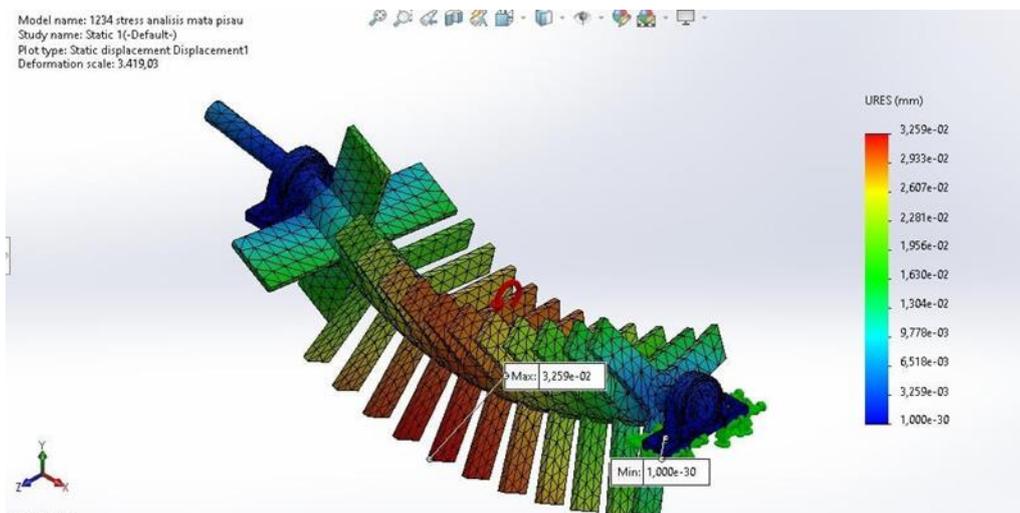
3.1. Von Mises

Analisis tegangan menunjukkan bahwa area dengan konsentrasi tegangan tertinggi rentan terhadap kegagalan saat terkena beban tinggi sebesar 9,58 MPa. Titik tegangan teraman pada poros memiliki nilai sebesar 4,81 MPa.



Gambar 4. Hasil Analisis Tegangan

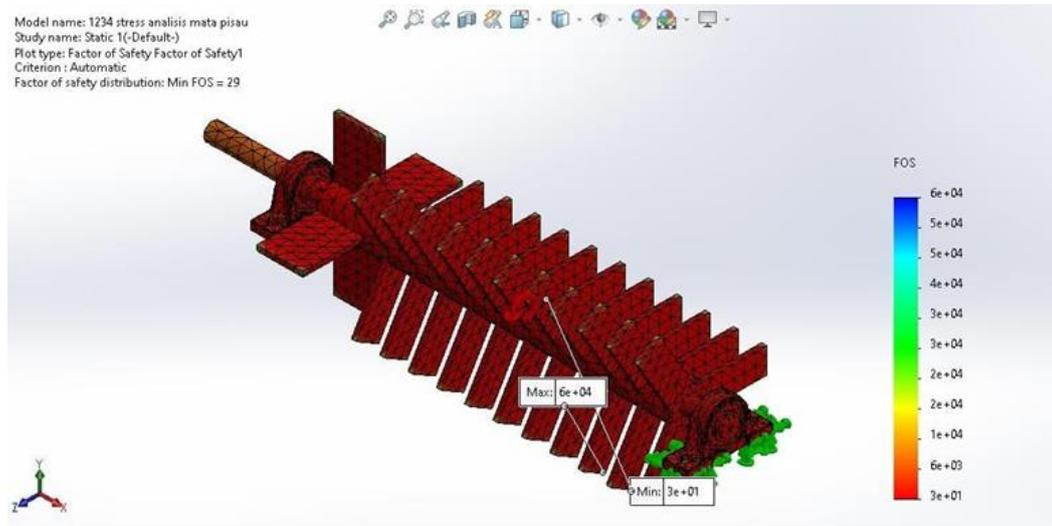
3.2. Perpindahan



Gambar 5. Hasil Perpindahan

3. Faktor Keamanan

Faktor keamanan dipilih untuk memastikan bahwa tegangan geser yang diizinkan tidak melebihi batas tegangan material, namun pertimbangan umum akan dipengaruhi oleh nilai faktor keamanan.



Gambar 6. Hasil faktor keamanan

Dalam analisis ini, interpretasi warna berbeda dengan studi lain. Dalam analisis faktor keamanan, warna merah mewakili area yang dianggap aman dengan nilai faktor keamanan 3. Sementara itu, warna biru menunjukkan area dengan tingkat tegangan yang lebih rendah, yang juga dianggap aman. Berdasarkan analisis ini, poros dinyatakan aman dengan faktor keamanan keseluruhan 3.

Dari hasil analisis dengan bahan pisau yang digunakan adalah Superalloy A286 berbasis besi dengan kecepatan putar 2500 rpm yang memiliki kekuatan leleh 2.750 MPa, nilai von Mises maksimum 9,58 MPa, nilai perpindahan tertinggi sebesar 3,26 mm, dan nilai faktor keamanan untuk pisau mesin pemotong serat kelapa dengan sistem konveyor sebesar 3, diketahui aman.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan analisis tegangan-regangan pada bilah mesin pengolah serat kelapa dengan sistem konveyor menggunakan perangkat lunak pemodelan dan simulasi, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Nilai von Mises maksimum pada bilah adalah 9,58 MPa dengan titik tegangan teraman sebesar 4,81 MPa, perpindahan 3,26 mm dengan nilai minimum 1,00 mm, dan faktor keamanan 3.
- Dengan bahan paduan super A286 berbasis besi dan kecepatan putaran 2500 rpm yang memiliki kekuatan leleh 2.750 MPa, pisau mesin pengolah sabut kelapa dengan sistem konveyor dinyatakan aman.

Ucapan Terima Kasih

- Roni Suhartono, S.Pd.T., M.Pd. Sebagai pembimbing pertama yang telah bersedia meluangkan waktu dan memberikan saran, masukan, serta kritik dalam proses penelitian jurnal ini hingga selesai.
- Masri Bin Ardin, S.T., M.Pd. Sebagai pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu, tenaga, serta memberikan saran dan kritik dalam penulisan penelitian jurnal ini.

Daftar Pustaka

- Alridho, Arzam, and Irwan Anwar. 2018. "Perencanaan Mesin Pengupas Sabut Kelapa Dengan Menggunakan Mata Pisau Miring." *Journal of Renewable Energy and Mechanics* 1 (2): 23–39.
- Ardiansyah. 2024. *Perancangan Mata Potong Mesin Pembuatan Cocopeat Menggunakan SolidWorks*.
- Arfittariah, A., A. Zain, dan A. Akbar. 2021. "Rancang Bangun Mesin Otomatis Pencacah Mini Serabut Kelapa (Mesin Cocopeat)." *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)* 4 (6): 517–21. <https://doi.org/10.32672/jnkti.v4i6.3652>.
- BPS Provinsi Jawa Barat. 2022. "Luas Lahan Tanaman Kelapa – Tabel Statistik – Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat." <https://jabar.bps.go.id/id/statistics-table/2/MzE4IzI=/luas-lahan-tanaman-kelapa.html>.
- Fauzi, Rahmad, Ahmad Zainy, Hanifah Nur Nasution, Febriani Hastini, dan Fazarul Achmad Simanjuntak. 2023. "Penggunaan Media Adobe Flash terhadap Hasil Belajar Siswa SMKN 1 Tantom Angkola." *Jurnal Education and Development* 11 (1): 437–42. <https://doi.org/10.37081/ed.v11i1.2687>.
- Hamarung, Mukhlis A., Israkwaty, dan Muhammad Arfah. 2022. "Rancang Bangun Mesin Pemisah Cocopeat dan Cofiber dari Sabut Kelapa." *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia* 7 (4): 3851–60 [Google Scholarjournal.syntaxliterate.co.id](https://scholarjournal.syntaxliterate.co.id).
- Jamilah, Moh Fauzi, Sabaruddin Ahmad, Anis Arendra, dan Khoirul Hidayat. 2025. "Pengolahan Limbah Sabut Kelapa dan Siwalan sebagai Produk Bernilai Tambah di Desa Romben Barat Sumenep." *AKM: Aksi Kepada Masyarakat* 5 (2): 677–84. <https://doi.org/10.36908/akm.v5i2.1306> [ResearchGatejournal.stebisigm.ac.id](https://www.researchgatejournal.stebisigm.ac.id).
- Marpaung, Arif Alfon G., James Stephen Ezekiel Manullang, and M. P. Bambang Sugiyanto. 2022. "Performansi Hasil Rancang Bangun Mesin Pengupas Sabut Kelapa." *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)* 3 (1): 963–71.
- Pane, Ali Hasimi, N. Saputra, dan Tengku Jukdin Saktisahdan. 2023. "Uji Kerja Mesin Pencacah Kulit Kelapa Berdasarkan Perbedaan Puli". *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)* 2 (2):1-8. <https://doi.org/10.56862/iraitma.v2i2.54>.
- Riyan, Agustin, and Hajar Ibnu. 2022. "Perancangan Mesin Pengupas Sabut Kelapa Semi Otomatis dengan Kapasitas 100 Buah/Jam." *Jurnal Inovtek Seri Mesin* 3 (1): 25–32.
- Safii. 2020. *Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran dan Bentuk Mata Pisau Mesin Pengurai Sabut Kelapa terhadap Kapasitas Produksi*. Tesis, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara repository.umsu.ac.id/ojs2.pnb.ac.id.
- Siahaan, Enzo W.B. 2022. "Rancang Bangun Mesin Pencacah Sabut Kelapa Menjadi Serbuk Kelapa (Cocopeat) dengan Kapasitas 50 kg/jam." *Jurnal Teknologi Mesin UDA* 3 (1): 42–46 [ResearchGate](https://www.researchgate.net).
- Suryanto, Hendri, dan Eva Hertnacahyani Herraprastanti. 2023. "Analisis Tegangan pada Rangka Mobil Off-Road Menggunakan Metode Elemen Hingga dengan Software SolidWorks." *SIMETRIS* 17 (1): 9–13