

PERANCANGAN PISAU PENCACAH KULIT DAN TONGKOL JAGUNG PADA MESIN PEMIPIL KAPASITAS 80 KG/JAM

Digum Kanaya¹

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

Email : digumkanaya@gmail.com

Wenny Marthiana²

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

Email: wenny_ma@yahoo.com

ABSTRAK

Jagung merupakan salah satu komoditas pertanian utama di Indonesia yang menghasilkan limbah berupa kulit dan tongkol jagung dalam jumlah besar. Limbah tersebut umumnya belum dimanfaatkan secara optimal, padahal memiliki potensi sebagai bahan pakan ternak apabila diolah menjadi ukuran yang lebih kecil. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat pencacah yang mampu mencacah kulit dan tongkol jagung secara efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang pisau pencacah kulit dan tongkol jagung dengan kapasitas 80 kg/jam yang dapat diaplikasikan pada mesin pengupas dan pemipil jagung.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perancangan geometris pisau pencacah, perhitungan teknis meliputi kapasitas pencacahan, luas bidang potong, gaya potong, torsi dan daya poros, serta perhitungan berat komponen utama seperti pisau, cakram, poros, dan rumah bantalan. Selain itu, dilakukan analisis simulasi statis berbantuan perangkat lunak untuk mengetahui distribusi tegangan, regangan, perpindahan (*displacement*), dan faktor keamanan pada pisau pencacah.

Hasil perancangan menunjukkan bahwa pisau pencacah tipe cakram dengan jumlah 21 mata pisau dan 22 cakram pada satu poros mampu memenuhi kapasitas pencacahan sebesar 80 kg/jam. Gaya potong efektif yang bekerja sebesar 630 N, kebutuhan torsi poros sebesar 4,73 N·m, dan daya poros sebesar 698 W. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi masih berada di bawah batas izin material, serta nilai faktor keamanan berada pada kondisi aman. Dengan demikian, rancangan pisau pencacah kulit dan tongkol jagung ini dinyatakan layak secara teknis dan aman digunakan untuk mendukung pemanfaatan limbah jagung sebagai pakan ternak.

Kata kunci: pisau pencacah, tongkol jagung, kulit jagung, perancangan, simulasi statis.

ABSTRACT

Corn is one of the main agricultural commodities in Indonesia that produces a large amount of waste in the form of corn husks and cobs. This waste has not been optimally utilized, even though it has potential as animal feed if processed into smaller sizes. Therefore, a chopping machine is required to process corn husks and cobs effectively and efficiently. This study aims to design a corn husk and cob chopping blade with a capacity of 80 kg/hour that can be applied to a corn husking and shelling machine.

The method used in this study includes the geometric design of the chopping blade and technical calculations covering chopping capacity, cutting area, cutting force, shaft torque, and shaft power, as well as weight calculations of the main components such as blades, discs, shafts, and bearing housings. In addition, static simulation analysis using software was conducted to determine stress distribution, strain, displacement, and safety factor on the chopping blade.

The design results show that a disc-type chopping blade with 21 blades and 22 discs mounted on a single shaft is able to meet the chopping capacity of 80 kg/hour. The effective cutting force acting on the blade is 630 N, the required shaft torque is 4.73 N·m, and the shaft power is 698 W. The simulation results indicate that the maximum stress is below the allowable material limit and the safety factor is within a safe range. Therefore, the designed corn husk and cob chopping blade is technically feasible and safe to be used to support the utilization of corn waste as animal feed.

Keywords: chopping blade, corn cob, corn husk, design, static simulation

PENDAHULUAN

Jagung adalah tanaman herbal monokotil dan tanaman semusim iklim panas. Tanaman ini berumah satu, dengan bunga jantan tumbuh sebagai perbungaan ujung (tassel) pada batang utama (poros atau tangkai) dan bunga betina tumbuh terpisah sebagai pembungaan samping (tongkol) yang berkembang pada ketiak daun. Tanaman ini menghasilkan satu atau beberapa tongkol, Jagung merupakan salah satu bahan pangan pokok yang diperlukan saat ini. Jagung memiliki peranan yang sangat penting untuk konsumsi berbagai kalangan masyarakat. Misalnya dalam industri pangan, bahan pokok ini digunakan untuk menggantikan konsumsi beras. Jagung tersebut biasanya dapat diolah menjadi bubur jagung, nasi jagung, dan berbagai macam makanan lainnya, (Hidayanto dan Yossita F. 2014).

Tongkol jagung adalah sisa jagung hasil pemipilan biji yang mengandung senyawa-senyawa potensial yang secara biologi dapat berubah menjadi senyawa lain. Senyawa kompleks tersebut antara lain lignin, selulose dan hemiselulose (Suprato & Rasyid, 2002).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian meliputi:

1. Studi literatur
2. Perancangan geometris pisau tipe cakram
3. Perhitungan teknis:
 - Kapasitas
 - Luas potong
 - Gaya potong
 - Torsi
 - Daya poros
4. Perhitungan berat komponen
5. Simulasi statis menggunakan *software* CAD/CAE
6. Analisis hasil simulasi

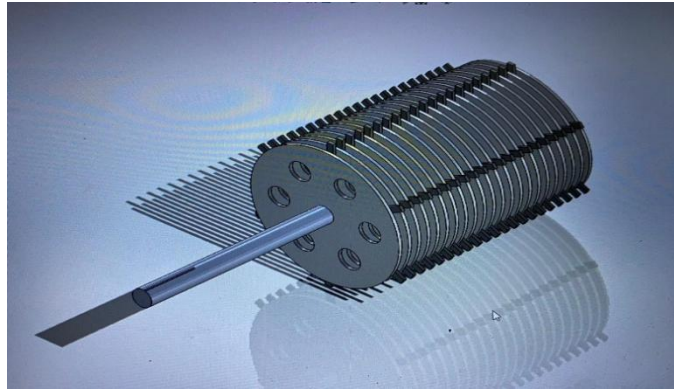
Material pisau menggunakan baja karbon dengan massa jenis 7850 kg/m³.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pisau Pencacah ini berfungsi untuk mencacah tongkol dan kulit jagung, dimana setelah kulit jagung dikupas dan jagung dipipil maka pisau pencacah ini yang akan melanjutkan untuk mencacah kulit dan tongkol jagung.

Spesifikasi Rancangan

- Tipe pisau: Cakram
- Jumlah pisau: 21 buah
- Jumlah cakram: 22 buah
- Kapasitas: 80 kg/jam
- Putaran poros: 1410 rpm



Gambar 1 Pisau pencacah kulit dan tongkol jagung

Desain/simulasi:

Simulasi pada *SolidWorks* adalah salah satu fitur utama yang memungkinkan pengguna menganalisis dan menguji desain produk secara virtual sebelum diproduksi. Simulasi ini membantu dalam mengidentifikasi potensi masalah, mengurangi biaya produksi, dan mempercepat proses pengembangan. Berikut adalah tahapan lengkap untuk melakukan simulasi:

1. Persiapan Awal

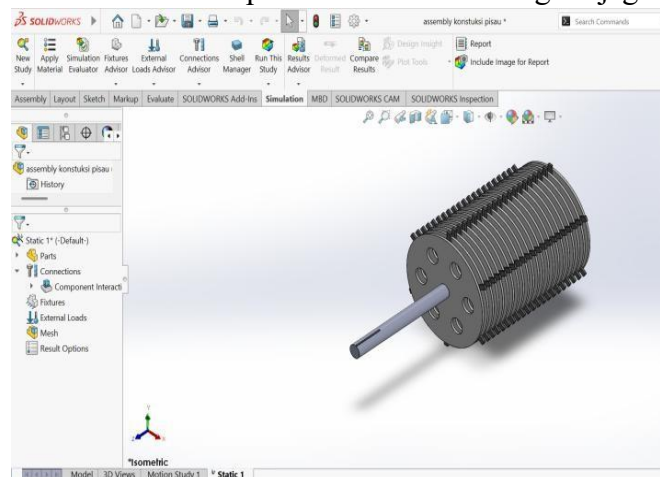
- Memahami Jenis Simulasi yang akan dilakukan.
Identifikasi jenis simulasi yang sesuai dengan kebutuhan desain.
- Mempersiapkan Model 3D.

Desain model 3D yang akan disimulasikan harus sudah selesai. Gunakan fitur *Part* atau *Assembly* pada *SolidWorks* untuk membuat model. Model ini harus lengkap dan akurat, termasuk dimensi, material, dan elemen-elemen penting lainnya.

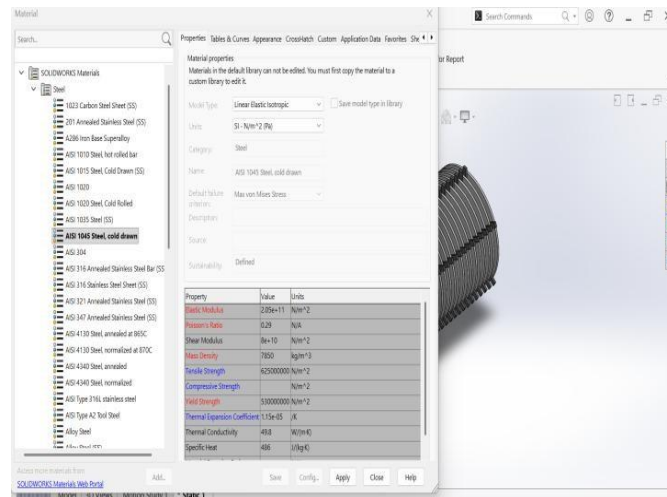
2. Membuka Modul Simulasi

Buka file model 3D di *SolidWorks*. Klik *tab Simulation* pada *toolbar* atau aktifkan dari *Add-ins* melalui menu *Tools > Add-ins*. Pastikan opsi *SolidWorks Simulation* diaktifkan.

Gambar 2 Pisau pencacah kulit dan tongkol jagung

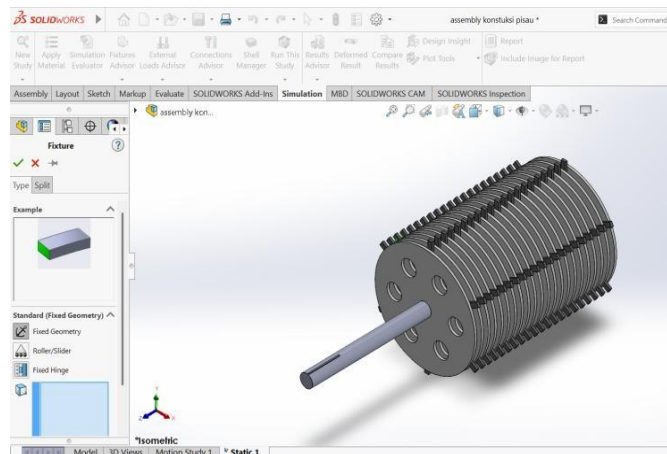


3. melakukan input jenis material pisau pencacah tongkol, kulit jagung



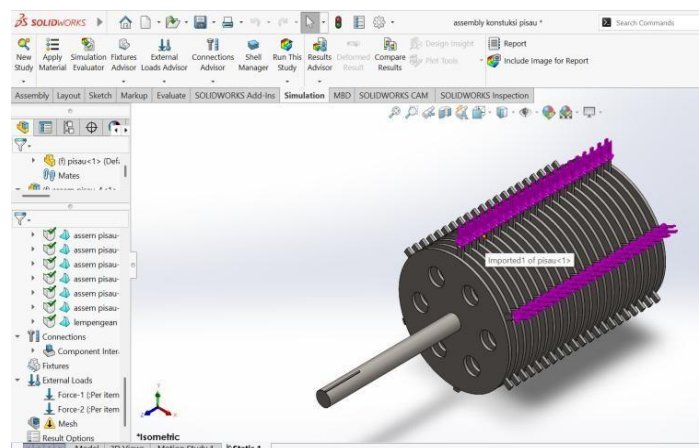
Gambar 3 Melakukan input jenis material pisau pencacah tongkol, kulit jagung

4. Melakukan input area *fixed geometry* dengan cara pilih *icon fixtures advisor* dan pilih *fixed geometry*.



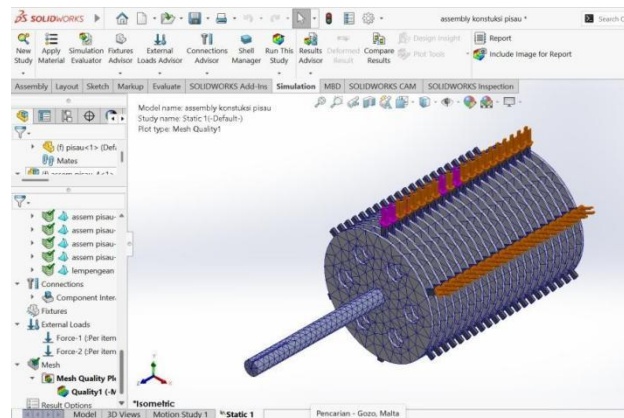
Gambar 4 Input area fixed geometry pada pisau pencacah tongkol, kulit jagung

5. Melakukan pemberian beban pada rangka dengan cara pilih *icon external loads advisor* dan pilih *icon force*.



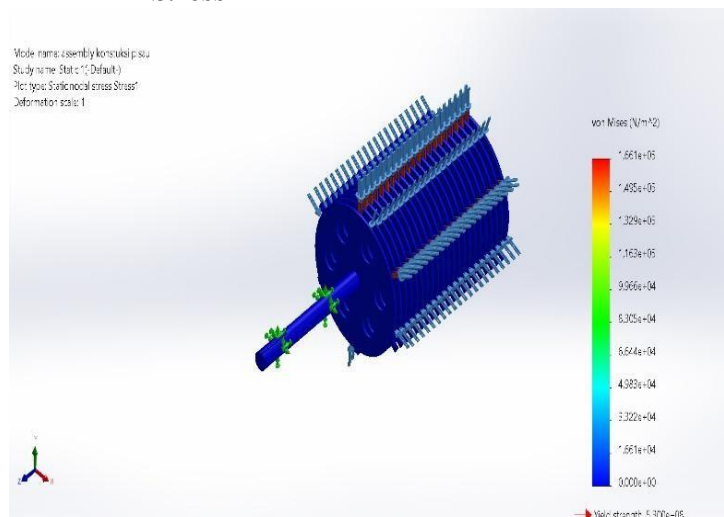
Gambar 5 Input beban pada pisau pencacah tongkol, kulit jagung

6. Pemberian beban yang dilakukan adalah beban yang merangkap beban Molding dan Hopper. Total berat sebesar 200 gram atau 0,02 kg.



Gambar 6 Melakukan mesh

7. Analisa Pada simulasi *Stress*



Gambar 7 Melakukan Simulasi *Stress* Pada Pisau Pecach Kulit Dan Tongkol Jagung

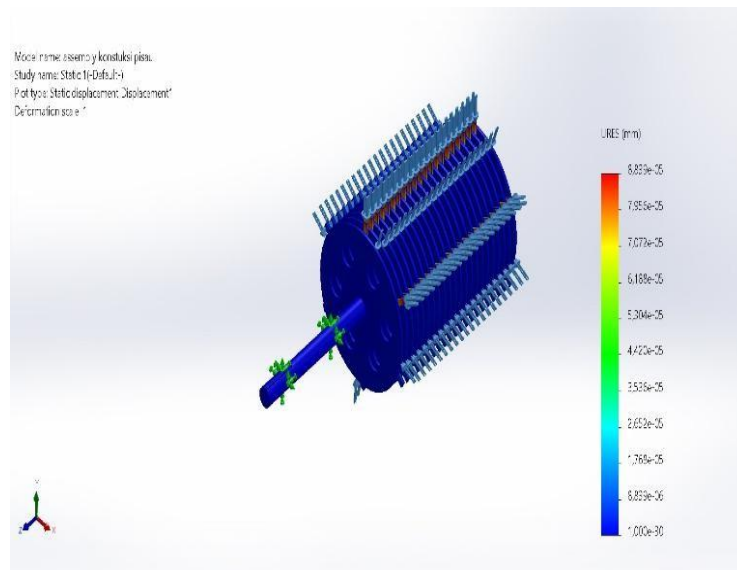
Keterangan Hasil Simulasi Tegangan Pisau Pencacah:

Simulasi dilakukan menggunakan *SolidWorks Simulation* dengan jenis analisis *Static Study* untuk mengetahui distribusi tegangan yang terjadi pada sistem pisau pencacah tongkol dan kulit jagung saat menerima beban kerja.

Model yang dianalisis merupakan *assembly* pisau pencacah yang terdiri dari poros, cakram, dan susunan pisau. Pembebanan diberikan pada bagian pisau sebagai representasi gaya pencacahan, sedangkan bagian poros diberikan tumpuan tetap (*fixture*) untuk mensimulasikan kondisi terpasang pada rangka mesin. Hasil simulasi menunjukkan distribusi tegangan *Von Mises* dengan nilai maksimum sebesar: $\sigma_{\max} = 1,661 \text{ N/m}^2$

Nilai tegangan maksimum tersebut terletak pada area sambungan antara poros dan cakram, yang merupakan daerah konsentrasi tegangan akibat pembebanan dan kondisi penumpuan. Material pisau diasumsikan menggunakan baja karbon dengan tegangan luluh (*yield strength*) sebesar $3,300 \text{ N/m}^2$.

8. Displacement

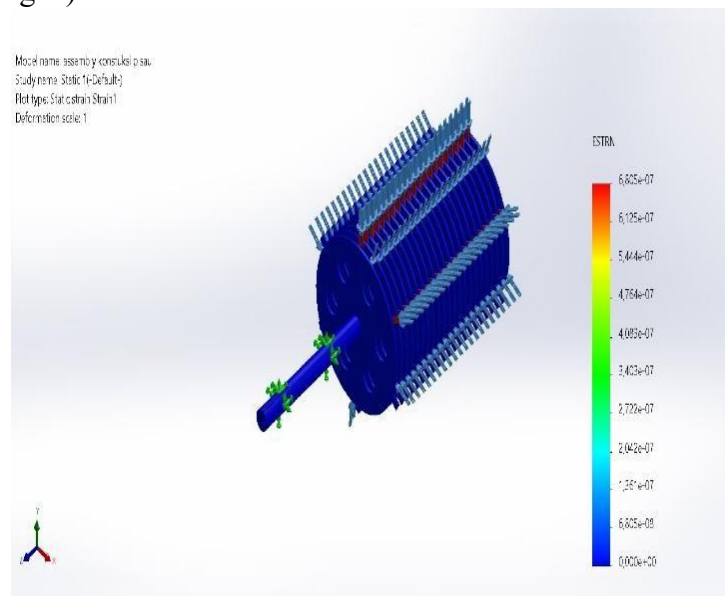


Gambar 8 Melakukan Simulasi *Displacement* Pada Pisau Pecach Kulit Dan Tongkol Jagung

Keterangan Hasil Simulasi *Displacement* Pisau Pencacah:

Simulasi perpindahan dilakukan menggunakan *SolidWorks Simulation* pada *Static Study* untuk mengetahui besar deformasi yang terjadi pada sistem pisau pencacah tongkol dan kulit jagung akibat pembebanan kerja. Model yang dianalisis merupakan *assembly* poros, cakram, dan susunan pisau pencacah. Pembebanan diberikan pada bagian pisau sebagai representasi gaya pencacahan material, sedangkan bagian poros diberikan tumpuan tetap (*fixture*) sehingga menggambarkan kondisi aktual saat terpasang pada rangka mesin. Hasil simulasi menunjukkan nilai perpindahan total (*URES displacement*) maksimum sebesar: $\delta_{\max} = 8,839$ Nilai perpindahan maksimum tersebut terjadi pada bagian ujung luar susunan pisau, yaitu area yang paling jauh dari titik penumpuan poros sehingga menerima efek lendutan terbesar akibat pembebanan.

9. Strain (Regangan)



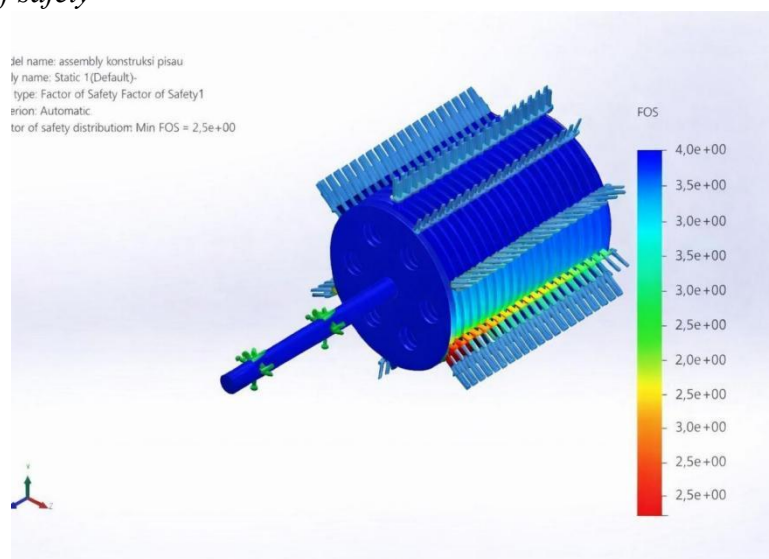
Gambar 9 Simulasi *strain* (Regangan) Pada Pisau Pecach Kulit Dan Tongkol Jagung

Keterangan Hasil Simulasi *Strain* Pisau Pencacah:

Simulasi regangan dilakukan menggunakan *SolidWorks Simulation* dengan jenis analisis *Static Study* untuk mengetahui besar regangan (*strain*) yang terjadi pada struktur pisau pencacah akibat pembebanan kerja selama proses pencacahan tongkol dan kulit jagung. Model yang dianalisis merupakan *assembly* poros, cakram, dan susunan pisau pencacah. Beban diberikan pada bagian pisau sebagai representasi gaya pencacahan, sedangkan bagian poros diberi kondisi penumpuan tetap (*fixture*) sehingga menyerupai kondisi aktual saat mesin beroperasi. Hasil simulasi menunjukkan distribusi regangan statis (*ESTRN*) dengan nilai maksimum sebesar: $\varepsilon_{\max} = 6,805$

Nilai regangan maksimum tersebut berada pada bagian tepi luar susunan pisau, yaitu daerah yang mengalami pengaruh pembebanan paling besar serta jaraknya paling jauh dari titik penumpuan poros.

10. *Faktor of safety*



Gambar 10 Simulasi *faktor of safety* Pada Pisau Pecacah Kulit Dan Tongkol Jagung

Keterangan Hasil Simulasi Faktor Keamanan Pisau Pencacah:

Gambar di atas menunjukkan hasil simulasi statik menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Method*) pada konstruksi pisau pencacah tongkol dan kulit jagung. Simulasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keamanan struktur terhadap beban kerja yang diberikan. Berdasarkan hasil simulasi diperoleh nilai *Factor of Safety* (*FoS*) minimum sebesar 2,5 dan maksimum mendekati 4,0. Distribusi warna pada gambar menunjukkan tingkat keamanan material terhadap beban.

Keterangan warna pada gambar sebagai berikut:

- Warna merah–kuning menunjukkan daerah dengan nilai *FoS* paling rendah (daerah kritis).
- Warna hijau menunjukkan daerah dengan tingkat keamanan sedang. Warna biru menunjukkan daerah dengan nilai *FoS* tinggi (daerah sangat aman).

Area dengan warna merah terlihat berada pada bagian pisau yang menerima beban potong paling besar. Hal ini menunjukkan bahwa bagian tersebut mengalami tegangan paling tinggi dibandingkan bagian lainnya. Namun karena nilai *FoS* minimum masih lebih besar dari 1 ($FoS > 1$), maka struktur dinyatakan aman dan tidak mengalami kegagalan material. Nilai *FoS* minimum sebesar 2,5 menunjukkan bahwa material masih memiliki cadangan kekuatan 2,5 kali dari beban kerja yang diterapkan, sehingga konstruksi pisau pencacah dinyatakan layak

dan aman untuk digunakan. Nilai faktor keamanan minimum tersebut berada pada daerah sambungan antara cakram dan poros, yaitu area yang menerima konsentrasi tegangan terbesar dibandingkan bagian lainnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, perhitungan teknis, serta analisis simulasi pada pisau pencacah kulit dan tongkol jagung yang telah dibahas pada BAB IV, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pisau pencacah tipe cakram dengan susunan 21 mata pisau dan 22 cakram pada satu poros mampu memenuhi kebutuhan pencacahan kulit dan tongkol jagung dengan kapasitas rancangan sebesar 80 kg/jam. Susunan pisau berselang-seling antar cakram menghasilkan proses pencacahan yang lebih merata dan kontinu.
2. Berdasarkan analisis gaya potong, diperoleh gaya potong satu pisau sebesar 300 N, dengan gaya potong efektif sebesar 630 N setelah memperhitungkan faktor jumlah pisau aktif. Nilai ini menunjukkan bahwa pisau mampu mencacah material biomassa berserat seperti tongkol dan kulit jagung secara efektif.
3. Kebutuhan torsi poros sebesar $\pm 4,73 \text{ N}\cdot\text{m}$ dan daya poros sebesar $\pm 698 \text{ W}$ ($\approx 0,70 \text{ kW}$) menunjukkan bahwa rancangan pisau pencacah telah sesuai dengan spesifikasi motor penggerak yang digunakan, sehingga sistem dapat bekerja secara efisien tanpa membebani motor secara berlebihan.
4. Berdasarkan hasil simulasi statis berbantuan *software (Solidword)*, nilai tegangan maksimum, regangan, dan perpindahan (*displacement*) yang terjadi pada pisau masih berada di bawah batas izin material, serta nilai faktor keamanan berada pada kategori aman, sehingga desain pisau pencacah dinyatakan layak digunakan.
5. Secara keseluruhan, rancangan pisau pencacah kulit dan tongkol jagung yang dirancang aman secara struktural, efisien secara mekanis, dan berpotensi meningkatkan pemanfaatan limbah jagung sebagai bahan pakan ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Djuanda, A. (2010). *Teknologi Pengolahan Limbah Pertanian*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Djamalu, Y., & Antu, E. S. (2021). Desain Mesin Multi Proses Pengupas, Pemipil Dan Pengolah Limbah Jagung Untuk Pakan Ternak. *Jurnal Vokasi Sains Dan Teknologi*, 1(1), 8–11.
- Entengo, S., Yunita Djamalu, Y., & Antu, S., E. (2018). *Desain Kombinasi Mesin Pengupas dan Pemipil Jagung*.
- Harun, D., Djafar, R., & Ginting, A., S. (2018). *Redesain Mata Pisau Alat Pencacah Bonggol Jagung*.
- Hidayanto dan Yossita F. (2014). *Sejarah Tanaman Jagung*. Kaltim : BPTP Kaltim.
- Harmen. (2021). Analisis Kebutuhan Jagung Untuk Pakan Ternak Unggas di Sumatera Barat. *Jurnal Pembangunan Nagari*, 6(2), 148–159.

- Nelly, N., Hamid, H., Lina, E. C., & Yunisman. (2021). *Distribution and genetic diversity of spodoptera frugiperda j. E. smith (noctuidae: Lepidoptera) on maize in west sumatra, indonesia. Biodiversitas*, 22(5), 2504–2511.
- Rohaeni, E. S., N. Amali, A,(2006). Pemanfaatan Limbah Jagung Sebagai Pakan Lengkap dalam Sistem Usaha Ternak Sapi dan Jagung di Lahan Kering Kalimantan Selatan. Laporan Akhir. BPTP Kalimantan Selatan
- Rifki Zulkarnain, Sugeng Slamet, S.T, M.T., Taufiq Hidayat, S.T, M.T.,(2014),Perancangan Mesin *Hammer Mill* Penghancur Bongkol Jagung Dengan Kapasitas 100KG/JAM Sebagai Pakan Ternak, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus Gondangmanis.
- Suprpto, H. S. & Rasyid, M. S. (2002). Bertanam jagung. Jakarta : Penebar Swadaya. Rancang Bangun Alat Pemipil Jagung (Corn Sheller). (Skripsi). Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Supriyadi, A. (2015). Inovasi dalam Desain Mata Pisau Alat Pencacah untuk Limbah Pertanian. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(3), 145-150.
- Sularso, & Suga, K. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Wardhani, N. K. & Musofie, A. (1991). Jerami Jagung Segar, Kering dan Teramoniasi Sebagai Pengganti Hijauan Pada Sapi Potong. *Jurnal Ilmiah Penelitian Ternak Grati*. 2 (1): 1-5.
- Wibowo, S. (2013). Penggunaan Stainless Steel untuk Alat Pemotong yang Tahan Korosi. *Jurnal Teknologi Industri*, 12(1), 34-41.
- Zulkarnain, & Slamet, S. (2014). *Teknologi Pengolahan Limbah Pertanian Tongkol Jagung untuk Mengatasi Masa Paceklik Pakan Ternak*.