

Rancang mesin peraut lidi kelapa sawit dengan menggunakan motor listrik kapasitas 1800 lidi/jam

Zufri Hasrudy Siregar*¹, Andri Ramadhan², Nanda Syafputra³, Mawardi⁴, Refiza⁵

^{1,2,3,4}Prodi Teknik Mesin, Universitas Al-Azhar Medan, Jl. Pintu Air IV No. 214 Kwala Bekala, Padang Bulan, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

⁵ Prodi Teknik Industri, Universitas Al-Azhar Medan, Jl. Pintu Air IV No. 214 Kwala Bekala, Padang Bulan, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

e-mail: *¹rudysiregar7@gmail.com, ²andriramadhan2@gmail.com, ³nandasyafputra@gmail.com, ⁴mawardi.ipc@gmail.com, ⁵refiza61@gmail.com

Abstrak

Industri kelapa sawit merupakan sektor penting di Indonesia, namun masih menghadapi kendala dalam pengelolaan limbah yang optimal, terutama pada lidi kelapa sawit yang sering digunakan dalam berbagai industri. Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin peraut lidi kelapa sawit yang efisien dan ekonomis dengan kapasitas 1800 lidi per jam. Keterbaruan penelitian terletak pada pengembangan mesin khusus untuk lidi kelapa sawit, yang belum banyak diteliti sebelumnya. Metode penelitian yang digunakan adalah metode rekayasa teknik yang melibatkan analisis kebutuhan, desain konsep, serta implementasi menggunakan motor listrik 0,5 HP. Bahan dan alat yang digunakan termasuk baja biasa, stainless steel 304, kayu, dan komponen manufaktur lainnya yang dirancang untuk daya tahan dan efisiensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin ini efektif dalam meraut lidi dengan gaya poros sebesar 1,91 N dan daya 0,425 kW, sesuai dengan spesifikasi yang dirancang. Kesimpulannya, mesin ini dapat meningkatkan efisiensi proses produksi lidi dan berkontribusi pada pengelolaan limbah yang lebih berkelanjutan di industri kelapa sawit.

Kata kunci: Mesin peraut lidi kelapa sawit, Teknik pahl dan beitz, Efisiensi pengolahan limbah pertanian, Motor listrik 0,5 HP

Abstract

The palm oil industry is a vital sector in Indonesia, yet it still faces challenges in optimizing waste management, particularly with palm leaf midribs, which are commonly used in various industries. This research aims to design an efficient and economical palm leaf midrib shaving machine with a capacity of 1800 midribs per hour. The novelty of this research lies in the development of a specialized machine for palm leaf midribs, a topic that has not been extensively studied. The research methodology employed is engineering design, involving needs analysis, conceptual design, and implementation using a 0.5 HP electric motor. The materials and tools used include mild steel, stainless steel 304, wood, and other manufacturing components designed for durability and efficiency. The results show that the machine is effective in shaving midribs with a shaft force of 1.91 N and a power output of 0.425 kW, meeting the specified design requirements. In conclusion, this machine can enhance the efficiency of midrib production processes and contribute to more sustainable waste management in the palm oil industry

Keywords Palm leaf midrib shaving machine, Pahl and Beitz engineering design, Agricultural waste processing efficiency, 0.5 HP electric motor

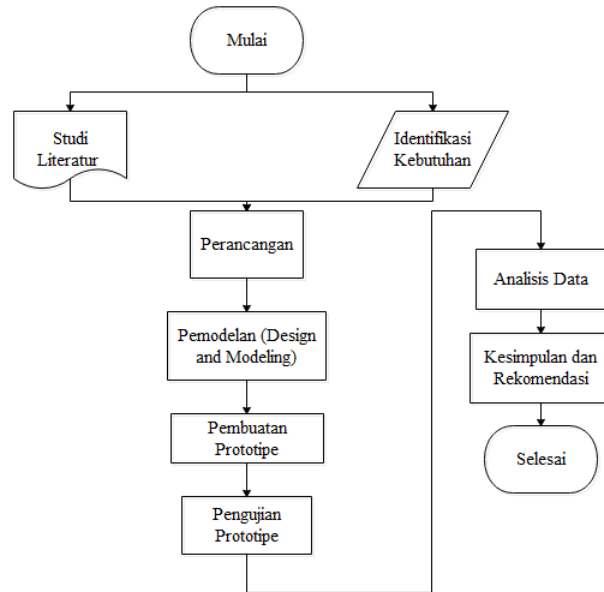
1. PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor pertanian yang penting di Indonesia. Namun, masih terdapat beberapa kendala dalam proses pemanenan yang belum dapat ditangani secara optimal [1][2]. Pengolahan limbah kelapa sawit merupakan salah satu aspek penting dalam industri perkebunan yang

berkelanjutan. Salah satu produk sampingan yang dihasilkan dari pengolahan kelapa sawit adalah lidi kelapa sawit, yang sering dimanfaatkan dalam berbagai industri, termasuk kerajinan tangan dan bahan baku untuk pembuatan produk lainnya [3][4]. Untuk meningkatkan produktivitas, diperlukan teknologi yang dapat membantu proses pemanenan yang lebih efisien dan ekonomis [5][6]. Salah satu tantangan utama adalah pengumpulan pelepah kelapa sawit yang berantakan. Penggunaan mesin peraut lidi kelapa sawit dapat menjadi solusi untuk masalah ini [6]. Produksi minyak sawit yang tinggi membutuhkan penanganan yang efektif terhadap sampah pertanian seperti lidi kelapa sawit [7]. Pengembangan mesin peraut lidi kelapa sawit dapat membantu mengelola limbah pertanian ini secara lebih efisien [8][9]. Seiring dengan meningkatnya permintaan akan lidi kelapa sawit, diperlukan inovasi dalam proses produksinya untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas [10]. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah mesin peraut lidi kelapa sawit yang menggunakan motor listrik dengan kapasitas 1800 lidi per jam melibatkan beberapa pertimbangan utama, termasuk pemilihan motor, desain mekanis, dan efisiensi operasional. Motor listrik dengan peringkat daya yang cocok untuk operasi kecepatan tinggi sangat penting untuk mencapai *throughput* yang diinginkan [11][12]. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji prinsip perancangan mesin pencacah atau peraut limbah padat, seperti mesin pencacah plastik [13][14] dan mesin peraut kayu [15], namun, masih sedikit informasi yang tersedia mengenai rancang bangun mesin khusus untuk lidi kelapa sawit, yang memiliki karakteristik berbeda dari bahan lain. Dalam upaya merancang mesin peraut lidi kelapa sawit yang efektif dan efisien, penelitian ini mengadopsi metode perancangan *Pahl* dan *Beitz* [13] yang mencakup analisis kebutuhan, konsep desain, dan rincian desain. Proses perancangan diawali dengan mengidentifikasi kebutuhan akan mesin peraut lidi kelapa sawit yang efektif, efisien, dan aman. Selanjutnya, konsep desain dieksplorasi dengan mempertimbangkan sumber literatur mengenai mesin-mesin pencacah serupa. Rincian desain seperti pemilihan komponen, perhitungan dimensi, dan analisis struktur kemudian dikembangkan. Proses perancangan diawali dengan mengidentifikasi kebutuhan akan mesin peraut lidi kelapa sawit yang efektif, efisien, dan aman [12] [16]. Inovasi ini tidak hanya bertujuan untuk merampingkan produksi tetapi juga untuk mengurangi biaya tenaga kerja dan meminimalkan limbah, yang pada akhirnya berkontribusi pada pendekatan yang lebih berkelanjutan dalam industri kelapa sawit [17]. Mesin ini diharapkan dapat merevolusi cara produksi lidi kelapa sawit [18], memastikan bahwa seluruh proses selaras dengan praktik keberlanjutan modern sekaligus meningkatkan mata pencaharian mereka yang terlibat dalam industri ini [19].

2. METODE PENELITIAN

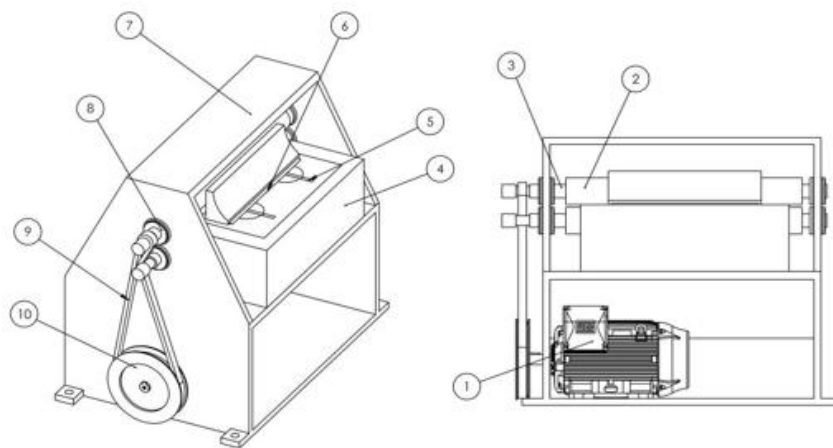
Metode penelitian ini yang dilakukan yaitu metode rekayasa teknik, Metode ini merupakan pendekatan yang digunakan untuk merancang, membuat, dan menguji sebuah sistem atau mesin agar dapat memenuhi kebutuhan dan spesifikasi teknis yang telah ditentukan. Ini melibatkan serangkaian langkah, termasuk analisis, desain, implementasi, dan evaluasi, memastikan bahwa produk akhir berfungsi dan efisien. Proses ini seringkali membutuhkan kolaborasi antara berbagai disiplin ilmu, mengintegrasikan pengetahuan dari bidang-bidang seperti mekanik, elektronik, dan rekayasa perangkat lunak untuk mencapai hasil yang optimal. Pendekatan interdisipliner ini tidak hanya meningkatkan inovasi tetapi juga mengatasi tantangan kompleks yang muncul selama fase pengembangan, yang pada akhirnya mengarah ke sistem yang lebih kuat dan andal. Pandangan holistik tentang proses pengembangan ini sangat penting untuk memastikan bahwa semua aspek sistem dipertimbangkan, yang mengarah ke produk akhir yang lebih kohesif dan fungsional [20]. Adapun gambaran proses penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Prinsip kerja mesin peraut lidi daun kelapa sawit adalah sebagai berikut :

Setelah daun-daun kelapa sawit disortir dengan ukuran dan diameter yang ditentukan, barulah masuk pada proses perautan daun lidi kelapa sawit. Operasikan mesin (1), kemudian masukkan daun kelapa sawit kedalam pisau peraut (proses manual) (6) melalui rel saluran masuk (5). Ketika rol penarik berputar (2), maka daun kelapa sawit akan terbawa dan teraut secara otomatis oleh pisau peraut. Lidi yang sudah bersih kemudian akan keluar dengan sendirinya. Demikianlah proses perautan daun lidi kelapa sawit dilakukan dengan seterusnya atau dapat berlanjut hingga pengoperasian mesin selesai.



Gambar 2 Konstruksi Mesin Peraut Lidi Sawit

Keterangan :

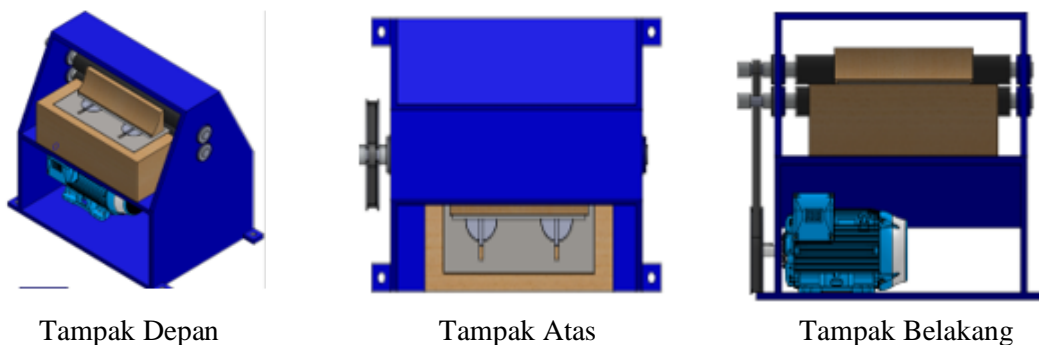
- | | | | |
|---|---------------|----|--------------|
| 1 | Elektromotor | 6 | Pisau Peraut |
| 2 | Rol Penarik | 7 | Rangka Mesin |
| 3 | Poros | 8 | Bearing |
| 4 | Dudukan Pisau | 9 | Sabuk |
| 5 | Saluran Masuk | 10 | Pully |

Prinsip kerja mesin peraut lidi daun kelapa sawit adalah sebagai berikut :

Setelah daun-daun kelapa sawit disortir dengan ukuran dan diameter yang ditentukan, barulah masuk pada proses perautan daun lidi kelapa sawit. Operasikan mesin (1), kemudian masukkan daun kelapa sawit ke dalam pisau peraut (proses manual) (6) melalui rel saluran masuk (5). Ketika rol penarik berputar (2), maka daun kelapa sawit akan terbawa dan teraut secara otomatis oleh pisau peraut. Lidi yang sudah bersih kemudian akan keluar dengan sendirinya. Demikianlah proses perautan daun lidi kelapa sawit dilakukan dengan seterusnya atau dapat berlanjut hingga pengoperasian mesin selesai.

Langkah-langkah pengoperasian mesin peraut daun lidi kelapa sawit adalah sebagai berikut :

1. Mula-mula pilih/sortir lidi yang berdiameter sesuai yang telah direncanakan.
2. Kumpulkan lidi yang telah disortir ke wadah, agar mudah untuk menggapai lidi sehingga tidak memperlambat proses pemasukan lidi ke mata pisau mesin peraut.
3. Periksa kondisi mesin yang akan digunakan, bila kondisi mesin baik kemudian operasikan mesin tersebut.
4. Masukkan lidi daun kelapa sawit ke dalam saluran masuk pisau peraut, pisau peraut kemudian akan memotong/meraut daun lidi yang kemudian rol pembawa akan membawa/menarik lidi keluar secara otomatis.
5. Lalu lidi yang sudah bersih akan keluar dari saluran keluar



Gambar 3 mesin peraut lidi sawit

2.1 Pemilihan Bahan dan Fungsi Komponen

Penentuan bahan yang tepat untuk kegunaan tertentu pada dasarnya merupakan gabungan dari berbagai sifat, lingkungan dan cara penggunaan sampai dimana sifat bahan dapat memenuhi persyaratan yang telah ditentukan [21] Beberapa sifat teknis yang harus diperhatikan sewaktu pemilihan bahan. Elemen-elemen yang terdapat pada mesin pemisah daun lidi sawit tidak terlalu banyak. Pembahasan pemilihan bahan difokuskan pada elemen-elemen yang dikerjakan pada proses pembuatan yang berpengaruh besar terhadap tingkat keamanan mesin dan deformasi bahan yang terjadi. Selanjutnya untuk komponen lainnya dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 1. Jenis bahan komponen manufaktur dan fungsi

No	Nama komponen	Jenis Bahan	Jumlah	Fungsi
1	Poros	Baja biasa	2	untuk menggerakkan roll
2	Saluran masuk	Kayu	2	sebagai tempat masuk lidi daun sawit
3	Pisau Peraut	<i>stainlesssteel</i> 304	1	sebagai pemotong / peraut lidi daun sawit
4	Saluran keluar	<i>stainlesssteel</i> 304	2	sebagai tempat keluarnya lidi yang telah diraut

5	Rangka	Baja S45-C	1	sebagai dudukan mesin dan komponen-komponen mesin peraut lidi
6	Dudukan Pisau	Kayu	1	Sebagai Tempat penahan pisau dan saluran masuk
7	Bantalan	Pabrikasi	4	untuk meneruskan putaran poros
8	Puli	Besi Cor Type A1 Paret	1	untuk meneruskan putaran melalui bantuan sabuk
9	Sabuk	Karet	1	sebagai penghubung puli penggerak dan yang digerakkan
10	Elektro motor	1Phase/0,5HP1 200 Rpm	1	sebagai penggerak komponen mesin lainnya
11	Roll Penarik	Nilon/ Selang hidrolis	2	Sebagai penarik/ pembawa lidi yang telah diraut

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Spesifikasi Alat

Spesifikasi motor penggerak yang digunakan mesin peraut daun lidi sawit adalah

Jenis : Motor Listrik
 Tipe : M-921-10 CU
 Daya : 0,5 HP = 0,37 kW
 Speed (r/min) : 1200 rpm

Rangka mesin peraut lidi sawit

Panjang rangka : 170 mm
 Tinggi rangka : 180 mm
 Lebar atas rangka : 75 mm
 Lebar bawah rangka : 150 mm

Berikut ini spesifikasi dari peraut

Material bahan peraut : Pisau cutter
 Ketebalan pisau : 3 mm
 Lebar pisau : 20 mm
 Panjang pisau : 100 mm
 Jumlah pisau : 1 buah

Alasan pemilihan cutter sebagai alat untuk meraut lidi, karena mudah didapat dipasaran dan harganya cukup terjangkau.

Panjang : 160 mm
 Lebar : 60 mm
 Tinggi : 50 mm
 Bahan : Kayu

3.2 Gaya pada Roll

Gaya pada roll adalah gaya yang bekerja untuk menarik lidi menuju saluran keluar mesin. Untuk menghitung gaya pada roll dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F_{roll} = m_b \times g \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

Froll = gaya pada roll (N)
 mb = massa beban pully = 3,2 (kg)
 g = gravitasi 9,8 m/s²

Maka :

$$Froll = m_b \times g$$

$$\begin{aligned}
 &= 3,2 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\
 &= 31,36 \text{ kg.m/s}^2 \\
 &= 31,36 \text{ N}
 \end{aligned}$$

3.3. Poros

Poros merupakan salah satu bagian dari sistem transmisi mesin peraut lidi sawit. Poros berfungsi sebagai pemutar roll untuk menarik lidi. Poros ini mempunyai ukuran diameter 12 mm dengan panjang 200 mm dan ditopang 2 bearing. Bahan poros yang digunakan pada mesin peraut lidi sawit adalah baja ST37 yang memiliki ultimate strength (σ_{max}) 37 (kg/mm²) dengan diameter poros = 1,2 cm. Dalam perencanaan sebuah poros harus diperhatikan tentang pengaruh- pengaruh yang akan dihadapi oleh poros tersebut, sehingga diperoleh tegangan geser yang ijin. Ada 2 faktor koreksi yang diperhitungkan yaitu Sf_1 dan Sf_2 . Sf_1 ditinjau dari batas kelelahan puntir diambil dari harga 5,6 untuk bahan Sf1 dengan kekuatan dijamin dan 6,0 untuk bahan S-C dengan pengaruh massa dan baja paduan. Sf_2 ditinjau apakah poros akan diberi alur pasak atau dibuat bertangga (karena pengaruh konsentrasi tegangan yang cukup besar), dan pengaruh kekasaran permukaan yang juga perlu diperhatikan. Sf_2 mempunyai harga sebesar 1,3 – 3,0. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka penulis memilih poros peraut daun lidi sawit menggunakan faktor keamanan yaitu:

$Sf_1 = 6,0$ (karena menggunakan bahan S-C)

$Sf_2 = 2,0$ (poros bertingkat, dan pertimbangan pengaruh kekasaran permukaan).

3.4 Tegangan Geser

Tegangan geser yang diijinkan τ_a (kg/mm²) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\tau_a = \frac{Tb}{Sf_1 \times Sf_2} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

τ_a = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)

Tb = Kekuatan tarik (kg/mm²)

Sf_1 = Faktor keamanan 1

Sf_2 = Faktor keamanan 2

Maka :

$$\begin{aligned}
 \tau_a &= \frac{Tb}{Sf_1 \times Sf_2} \\
 &= \frac{37 \text{ kg/mm}^2}{(6,0 \times 2,0)} \\
 &= 3,08 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

3.5 Gaya Poros (F_{pr})

Gaya poros adalah suatu elemen mesin yang berputar untuk memutar roll menarik lidi. Untuk menghitung gaya poros dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F_{pr} = m_{total} \cdot \omega^2 \cdot r \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

F_{pr} = Gaya poros (N)

$m_{total} = m_{pr} + m_b = 1,3 \text{ kg} + 3,2 \text{ kg}$

$m_{total} = 4,5 \text{ kg}$

r = jari-jari poros (m)

$$\begin{aligned}
 r_{total \text{ poros}} &= r_1 + r_2 \\
 &= 0,6 \text{ cm} + 0,48 \text{ cm} \\
 &= 1,08 \text{ cm} = 0,0108 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega &= \text{Omega (rad/s)} \\ \omega &= \theta \\ t &= 3600 \\ 1 \text{ sec} &\times 2\pi\text{rad} \\ 3600 &= 6,28 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} F_{pr} &= m_{total} \cdot \omega^2 \cdot r_{total} \\ &= (m_{pr} + m_b) \cdot \omega^2 \cdot r_{total} \\ &= (1,3 \text{ kg} + 3,2 \text{ kg}) \times (6,28 \text{ rad/s})^2 \times 0,0108 \text{ m} \\ &= 1,91 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 1,91 \text{ N} \end{aligned}$$

Didapat dari perhitungan hasil gaya poros adalah 1,91 N. Setelah gaya pada poros sudah didapat kemudian selanjutnya menghitung daya poros.

3.6 Daya Poros (Pp)

Daya poros :

$$P_p = F_{pr} \cdot V \text{ (kW)} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

$$\begin{aligned} P_p &= \text{daya poros (kW)} \\ F_{pr} &= \text{gaya poros (N)} \\ V &= \text{kecepatan poros (m/s)} \end{aligned}$$

a. Putaran poros (n2)

Putaran poros dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} n_2 &= n_1 \cdot \frac{D_{p1}}{D_{p2}} \\ &= 1200 \text{ r.p.m.} \cdot \frac{4,6 \text{ cm}}{16,1 \text{ cm}} \\ &= 342,85 \text{ r.p.m.} \end{aligned}$$

b. Kecepatan poros

Kecepatan poros adalah data yang diperlukan untuk mencari daya penggerak. Karena elemen-elemen mesin seperti puli ikut berputar bersamaan dengan poros. Untuk menghitung kecepatan poros dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V &= 2\pi r_{total} \cdot n_2 \dots\dots\dots(5) \\ &= 2 \times 3,14 \times (0,023 \text{ m} + 0,0805 \text{ m}) \times 342,85 \text{ rpm} \\ &= 222,84 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Setelah gaya poros dan kecepatan poros didapat selanjutnya menghitung daya poros dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Maka :

$$\begin{aligned} P_p &= F_{pr} \cdot V \dots\dots\dots(6) \\ &= (1,91 \times 222,84) \text{ N m/s} \\ &= 425,62 \text{ N m/s} \\ &= 425,62 \text{ Watt} \\ &= 0,425 \text{ kW} \end{aligned}$$

3.7 Daya Rencana Motor Penggerak

Untuk daya rencana motor penggerak (Pm) adalah :

$$P_m = f_c \cdot P_p \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

$$\begin{aligned} f_c &= \text{Faktor Koreksi (1,0 - 1,5)} \\ P_m &= \text{Daya rencana motor penggerak (kW)} \\ P_p &= \text{Daya poros (kW)} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 Pm &= fc \cdot Pp \\
 &= 1,0 \times 0,425 \text{ kW} \\
 &= 0,425 \text{ kW} \\
 &= 0,56 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapat kebutuhan mesin 0,425 kW atau 0,56 HP. Maka sumber tenaga penggerak agar aman untuk digunakan mesin peraut lidi sawit yaitu menggunakan motor listrik dengan daya 0,5 HP atau 0,37 kW serta putaran motor 1200 Rpm.

3.8 Diameter Poros

Diketahui pada perancangan digunakan poros sebagai penerus putaran dapat diketahui berdasarkan

$$\begin{aligned}
 Ds &= \left[\frac{5.1}{\tau_a} \cdot kt \cdot Cb \cdot T \right]^{\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (8) \\
 T &= 9,74 \cdot 10^5 \frac{Pd}{n1} \\
 T &= 9,74 \cdot 10^5 \times \frac{0,425 \text{ kW}}{1200 \text{ rpm}} \\
 T &= 344 \text{ kg.mm} \\
 Cb &= 2,0 \\
 Kt &= 1,5 \\
 &= \frac{ST37}{Sf1 \cdot Sf2} = \frac{37 \text{ kg/mm}^2}{(60 \times 20)} = 3,08 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 Ds &= \left[\frac{5.1}{\tau_a} \cdot kt \cdot Cb \cdot T \right]^{\frac{1}{3}} \\
 &= \left[\frac{5.1}{3,08 \text{ kg/mm}^2} \cdot 1,5 \times 2,0 \times 344 \text{ kg.mm} \right]^{\frac{1}{3}} \\
 &= 11,95 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapat diameter poros 11,95 mm, Maka penulis memilih diameter 12 mm atau 1,2 cm supaya aman untuk digunakan.

3.9 Sistem Transmisi Sabuk dan Puli

Sistem transmisi pada mesin peraut lidi sawit adalah terdiri dari puli dan sabuk, dengan data-data sebagai berikut :

1. Diameter puli penggerak (dp) = 2 cm
2. Diameter puli yang digerakkan (Dp) = 2,5 cm

Dengan mengabaikan slip pada sabuk maka jumlah putaran pada masing- masing puli adalah sebagai berikut :

$$\frac{n1}{n2} = \frac{Dp}{dp}$$

Dimana :

- Dp = Diameter puli yang digerakkan (cm)
- dp = Diameter Puli Penggerak (cm)
- $n1$ = Putaran puli penggerak (dihitung dengan tachometer)
- $n2$ = Putaran puli yang digerakkan (rpm)

a. Putaran pada Puli

$$\begin{aligned}
 n2 &= n1 \cdot \frac{dp1}{dp2} \\
 &= 1200 \text{ rpm} \cdot \frac{2 \text{ cm}}{2,5 \text{ cm}} \\
 &= 960 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

b. Panjang Keliling sabuk

$$L = 2C + \pi/2 (dp + Dp) + \frac{1}{4c} (Dp-dp)^2$$

Dimana :

- dp = Diameter puli penggerak (mm)
- Dp = Diameter puli yang digerakkan (mm)
- L = Panjang keliling sabuk (mm)
- C = Jarak sumbu puli 1 ke puli 2 (mm)

Maka :

$$\begin{aligned} L &= 2C + \pi/2 (dp + Dp) + \frac{1}{4c} (Dp-dp)^2 \\ &= 2 \times 100 \text{ mm} + 3,14/2 (2+2,5) + \frac{1}{4 \times 100} (2,5-2)^2 \\ &= 207 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapat panjang keliling sabuk 207 mm.

3.10 Umur Bantalan

Bila diasumsikan tidak ada beban secara aksial (Fa), maka beban ekuivalen dinamisnya adalah :

$$Pr = X.V.Fr \dots \dots \dots (9)$$

Dimana :

- Pr = Gaya ekuivalen (kg)
- X = Baris bantalan
- V = Beban putar pada cincin luar
- Fr = Beban radial (kg)

Umur X diambil 0,56 dan V = 1,2

$$\begin{aligned} Fr &= \frac{T}{0,5 ds} \dots \dots \dots (10) \\ Fr &= \frac{348 \text{ kg.mm}}{0,5 \times 1,2 \text{ mm}} \\ &= 58 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka, Pr = 0,56 x 1,2 x 58 kg = 38,97 kg

1. Faktor kecepatan dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} f_n &= \left(\frac{33}{n} \right)^{1/3} \\ &= \left(\frac{33}{1200} \right)^{1/3} \\ &= 0,3 \end{aligned}$$

2. Faktor Umur (f_h)

$$f_h = f_n \left(\frac{C}{Pr} \right)$$

Maka :

$$f_h = 0,3 \left(\frac{535 \text{ kg}}{38,97 \text{ kg}} \right) = 4,11$$

3. Umur Nominal (L_h)

$$\begin{aligned} L_h &= 500 f_h^3 \\ &= 500 \times 4,11^3 \\ &= 34713,26 \text{ jam} \end{aligned}$$



Gambar 4 Hasil Perancangan Alat

3.11 Menghitung Kapasitas Kerja Alat

Kapasitas kerja alat dapat dihitung dengan memasukkan lidi sawit sebanyak 1 batang secara kontinyu kedalam mesin peraut daun lidi sawit dan mencatat waktu yang diperlukan. Pengujian kapasitas kerja alat ini dilakukan sebanyak 3 kali secara kontinyu dan putaran poros peraut lidi sawit dipertahankan pada putaran 1200 rpm. Kemampuan untuk meraut lidi sawit dinyatakan dengan kg/jam, yang dapat dihitung dengan rumus :

1. Kapasitas produksi

$$\begin{aligned}
 KP &= \frac{\text{berat sample (kg)}}{\text{waktu (jam)}} \\
 &= \frac{0,001 \text{ (kg)}}{2 \text{ (detik)}} \times 3600 \frac{\text{detik}}{\text{jam}}
 \end{aligned}$$

$$KP = 1,8 \text{ kg/jam} = 1800 \text{ gram/jam} = 1800 \text{ lidi/jam}$$

2. Efisiensi Lidi teraut (ELT) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$ELT = \frac{BLS2}{BLS1} \times 100\%$$

Dimana :

ELT = Efisiensi Lidi Teraut (%)

BLS2 = Berat Lidi Sesudah diraut (kg)

BLS1 = Berat Lidi Sebelum diraut (kg)

Maka :

$$\begin{aligned}
 ELT &= \frac{0,001 \text{ kg}}{0,0011 \text{ kg}} \times 100\% \\
 &= 90,9 \%
 \end{aligned}$$

3.12. Menghitung anggaran biaya pembuatan alat peraut lidi

Tabel 2. Biaya yang diperlukan untuk pembuatan mesin peraut lidi

No.	Nama Komponen	Jenis Komponen	Jumlah	Harga Bahan (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Balok Kayu	Kayu	1	60.000	60.000
2	Besi Baja	Standard	1	100.000	100.000
3	Besi Aluminium	Standard	1	100.000	100.000
4	Selang hidrolik	Kawat serat	1 meter	50.000	50.000
5	Baut / Mur	Standard	20	2.000	40.000
6	Cat PiloX	Standard	2	20.000	40.000
7	Motor Listrik	Standard	1	260.000	260.000
8	Komponen Lainnya	Standard	-	150.000	150.000
				Total	800.000

4. KESIMPULAN

Hasil dari perancangan mesin peraut lidi kelapa sawit ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dimensi panjang rangka mesin peraut lidi sawit ini adalah 170 mm x lebar 150 mm x tinggi 180 mm.
2. Poros yang digunakan adalah bahan baja ST37 yang memiliki *ultimate strength* (σ_{max}) 37 (kg/mm^2) dengan diameter poros = 1,2 cm.
3. Motor penggerak yang digunakan adalah motor listrik dengan daya 0,5 HP atau 0,37 kW serta putaran 1200 r.p.m..
4. Kapasitas produksi mesin peraut lidi sawit didapat sebanyak 1800 lidi/ jam.
5. Inovasi mesin peraut lidi kelapa sawit sangat diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam industri kelapa sawit. Mesin peraut ini dirancang menggunakan motor listrik dengan kapasitas 1800 lidi per jam, menggabungkan prinsip-prinsip mekanis yang tepat untuk menangani limbah kelapa sawit seperti lidi. Desain mesin melibatkan komponen yang dipilih secara hati-hati, seperti pisau dari baja tahan karat dan poros dari baja ST37, untuk memastikan ketahanan dan keamanan operasional.
6. Metode penelitian menggunakan pendekatan rekayasa teknik yang melibatkan langkah-langkah analisis, desain, implementasi, dan evaluasi untuk menciptakan mesin yang efisien. Mesin ini diharapkan dapat mengoptimalkan proses produksi lidi kelapa sawit, mengurangi biaya tenaga kerja, dan meminimalkan limbah pertanian, serta mendukung praktik keberlanjutan dalam industri. Dengan desain yang efisien dan spesifikasi teknis yang mendukung, mesin ini diyakini akan memberikan solusi yang efektif untuk pengelolaan limbah dan peningkatan produktivitas di industri kelapa sawit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Prodi Teknik mesin Universitas Al-Azhar medan yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian dan fasilitas laboratorium yang dipakai untuk mengerjakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Irawan *et al.*, "Cost reduction for upscaling voluntary sustainability standards: the case of independent oil palm smallholders in Central Kalimantan, Indonesia," *Front. For. Glob. Chang.*, vol. 7, no. 2, pp. 1–13, 2024, doi: 10.3389/ffgc.2024.1418782.
- [2] G. B. Snashall and H. M. Poulos, "Oreos versus orangutans: The need for sustainability transformations and nonhierarchical polycentric governance in the global palm oil industry," *Forests*, vol. 12, no. 2, pp. 1–18, 2021, doi: 10.3390/f12020252.
- [3] A. F. Dashti, M. O. Fatehah, and M. A. Zahed, "Waste management of the palm oil industry: present status and future perspective," *J. Environ. Eng. Sci.*, vol. 17, no. 2, pp. 75–88, 2022, doi: <https://doi.org/10.1680/jenes.20.00059>.
- [4] D. O. Idowu, J. A. Olaniran, J. M. Adebayo, and T. B. Onifade, "Design and Evaluation of a Palm Fruit Thresher," *J. Eng. Res. Reports*, vol. 24, no. 1, pp. 60–68, 2023, doi: 10.9734/jerr/2023/v24i1797.
- [5] A. Hamsi, T. B. Sitorus, and T. B. Isma, "Design assembling and testing of the oil palm bunches cutting machines," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1003, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/1003/1/012016.
- [6] N. S. Md Jaafar *et al.*, "Investigation of mechanical properties and microstructural analysis on palm oil chisel," *Mater. Today Proc.*, vol. 46, no. xxxx, pp. 1582–1587, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.07.247.

-
- [7] S. Singh and R. K. Sinha, "Vermicomposting of organic wastes by earthworms: Making wealth from waste by converting 'garbage into gold' for farmers," in *Advanced Organic Waste Management Sustainable Practices and Approaches*, C. Hussain and S. Hait, Eds., Scopus, 2022, pp. 77–93. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85792-5.00003-4>.
- [8] D. Ramadhanti, M. Y. Puriza, and W. Sunanda, "The Potential Utilization of Oil Palm Production Waste at PT. Tata Hampanan Eka Persada," *Int. J. Electr. Energy Power Syst. Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 99–104, 2023, doi: 10.31258/ijeepse.6.1.99-104.
- [9] I. Thasinwa, H. Istiasih, and R. Santoso, "Rancang bangun alat pemarut kelapa menggunakan tenaga listrik," *Nusant. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 112–121, 2021, doi: 10.29407/noe.v4i2.16760.
- [10] I. Hanafi and A. S. Nurrohkayati, "Analysis of the Design of the Palm Frond Chopping Machine as a Basic Ingredient for Animal Feed," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 3, no. December, pp. 3–7, 2022, doi: 10.21070/pels.v3i0.1325.
- [11] S. Wu, J. Zhou, X. Zhang, and J. Yu, "Design and Research on High Power Density Motor of Integrated Motor Drive System for Electric Vehicles," *Energies*, vol. 15, no. 10, 2022, doi: 10.3390/en15103542.
- [12] J. F. P. Fernandes, P. P. C. Bhagubai, and P. J. C. Branco, "Recent Developments in Electrical Machine Design for the Electrification of Industrial and Transportation Systems," *Energies*, vol. 15, no. 17, p. 6390, 2022, doi: 10.3390/en15176390.
- [13] A. D. Soewono, J. Liutomo, and M. Darmawan, "Rancang bangun plastic waste shredder untuk mengolah sisa limbah Plastik proses injection mould," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: 10.32497/jrm.v16i1.1998.
- [14] Y. F. Silitonga, "Rancang bangun mesin pencacah plastik jenis pet skala industri rumah tangga (Home Industry)," *Gorontalo J. Infrastruct. Sci. Eng.*, vol. 3, no. 2, p. 7, 2021, doi: 10.32662/gojise.v3i2.1197.
- [15] Y. Ismi Intara, H. Mayulu, and P. A. S. Radite, "Physical and mechanical properties of palm oil frond and stem bunch for developing pruner and harvester machinery design," *Int. J. Sci. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 69–74, 2013, doi: 10.12777/ijse.4.2.69-74.
- [16] K. D. Cendana, N. Kohdrata, and A. A. G. Sugianthara, "Model desain taman ramah anjing Pomeranian," *J. Arsit. Lansek.*, vol. 4, no. 2, pp. 2442–5508, 2018, doi: 10.24843/jal.2018.v04.i02.p10.
- [17] Y. H. Teow *et al.*, "Zero-Waste Technologies for the Sustainable Development of Oil Palm Mills," in *Sustainable Technologies for the Oil Palm Industry*, Sustainabl., D. C.Y. Foo, M. K. Tun Abdul Aziz, and S. Yusup, Eds., Singapore: Springer Nature Singapore, 2023, pp. 249–273. doi: 10.1007/978-981-19-4847-3_10.
- [18] T. Pipit Mulyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu, "Perancangan mesin pencacah limbah kelapa muda secara vertikal menggunakan metode sintesis pandangan," *J. GEEJ*, vol. 7, no. 2, pp. 28–34, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.30811/teknologi.v23i1.3781>.
- [19] D. Lestari, R. Matondang, and N. Matondang, "Green manufacturing design in palm oil mills Sei Mangkei PTPN III," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1122, no. 1, p. 012046, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1122/1/012046.
- [20] P. D. C. Bennetts, A. T. Wood-Harper, and S. Mills, "An Holistic Approach to the Management of Information Systems Development - A View Using a Soft Systems Approach and Multiple Viewpoints," *Syst. Pract. Action Res.*, vol. 13, no. 2, pp. 189–205,
-

2000, doi: 10.1023/A:1009594604515.

- [21] N. Olgun and İ. Türkoğlu, "Defining materials using laser signals from long distance via deep learning," *Ain Shams Eng. J.*, vol. 13, no. 3, 2022, doi: 10.1016/j.asej.2021.10.001.