

Rancang Bangun Mesin Perajang Pelepah Sawit Untuk Pakan Ternak

Desmarita Leni^{1*}, Zulbahri Bahar², Veny Selviyanty³

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang

²Sekolah Menengah Pelayaran Padang

³Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru

*desmaritaleni@gmail.com

Abstract

The design of the palm frond chopper machine for animal feed is a vocational application. The purpose of making palm frond chopper machines for animal feed is to help the community open a business field, especially the development of livestock production who grow oil palm. It is expected that the palm frond chopper machine can help the community to improve economic output. This machine has dimensions of 600 mm x 500 mm where the working principle of the machine is to cut using a blade to accelerate the cutting process. Blade rotation is obtained by using 3 HP motor and using pulley 5 inch as a tool to rotate the knife plate.

Keywords: Palm frond, Chopper machine, Knives, Motors.

Abstrak

Rancang bangun mesin perajang pelepah sawit untuk pakan ternak ini merupakan penerapan secara vokasi. Tujuan pembuatan dari mesin perajang pelepah sawit untuk pakan ternak salah satunya adalah membantu masyarakat membuka lapangan usaha khususnya pengembangan produksi ternak, ini merupakan kreatifitas serta memberikan alternatif tepat guna bagi peternak dan petani yang berkebun sawit. Mesin ini memiliki dimensi 600 mm x 500 mm dimana prinsip kerja dari mesin adalah memotong dengan menggunakan mata pisau untuk mempercepat proses pemotongan. Putaran mata pisau diperoleh dengan menggunakan motor 3HP dan memakai pully 5 inc sebagai alat bantu memutar piringan pisau. Diharapkan dengan adanya mesin perajang pelepah sawit ini bisa membantu masyarakat untuk meningkatkan hasil perekonomian.

Kata kunci: Pelepah sawit, Mesin perajang, Pisau, Kontruksi mesin, motor.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dengan pesat akhir-akhir ini menuntut tenaga ahli untuk mengeluarkan inovasi atau produk mutakhir yang dapat mengubah peradaban manusia agar efisien dalam waktu tenaga, dan biaya yang dikeluarkan. Berbekal dengan keterampilan dan kemampuan akademis berkompetensi dalam bidangnya masing-masing dalam menghadapi era globalisasi dan dunia industri. Penelitian ini pengaplikasian ilmu dan keterampilan mahasiswa dalam bentuk nyata yang diharapkan dapat bermanfaat langsung pada masyarakat dan industri misalnya perajang pelepah sawit untuk pakan ternak. Pengolahan pelepah sawit ini sudah dilakukan, namun masih menggunakan cara tradisional ataupun cara manual. Cara manual yaitu dengan memotong pelepah

sawit menggunakan parang atau sabit. Ini dilakukan untuk mempercepat proses pembusukkan bahan baku kompos. Cara tradisional ini membutuhkan tenaga manusia yang cukup banyak serta memakan waktu yang lama, sehingga kapasitas produksi sedikit.

Pemanfaatan pelepah sawit sebagai dasar bahan baku pakan ternak telah mulai dilakukan seperti pengolahan pelepah sawit sebagai bahan pakan sapi dan kambing [1]. Menurut data laboratorium fakultas Peternakan Universitas Andalas terdapat kandungan nutrisi ruminansia pada pelepah sawit komposisi pakan ternak tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sampel Nutrisi Ruminansia Peternakan [2].
 (Sumber laboratorium peternakan Universitas Andalas tahun 2006).

No	Nama Sampel	%		PK	SK	LK	Abu	BETA
		Air	BK					
1	Rumput Gajah	79,90	20,10	13,73	28,40	3,10	11,12	43,65
2	TKS	19,69	80,31	4,72	35,42	5,24	7,28	47,34
3	Pelepah Sawit	61,72	38,28	6,68	37,54	6,92	13,93	34,93

Keterangan :

- BK = Bahan kering
- PK = Protein Kering
- SK = Serat Kasar
- LK = Lemak Kasar
- Abu = Logam yang tidak dapat di cerna
- Beta = Bahan ekstrak tanpa nitrogen
- TKS = Tandan Kosong Sawit

Dari data tersebut dapat disimpulkan, pelepah sawit bisa juga dimanfaatkan sebagai pakan ternak karena kandungan nutrisi pada PKS hampir sama dengan kandungan nutrisi pada rumput gajah [3].

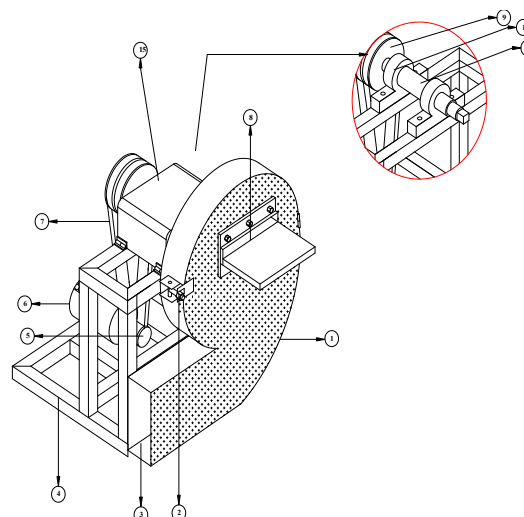
2. Metode Penelitian

Sebelum pembelian bahan terlebih dahulu dilakukan pemilihan bahan. Dalam pemilihan bahan, bahan tersebut harus mempunyai beberapa kriteria antara lain [4]:

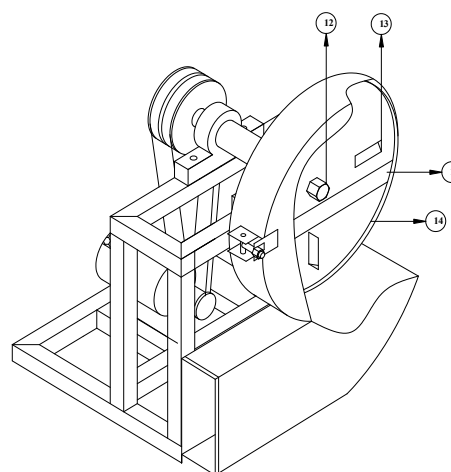
1. Sesuai dengan fungsinya bahan yang dipakai dalam pembuatan suatu produk harus sesuai dengan fungsi serta kegunaannya.
2. Mudah didapat
 Komponen atau bahan harus memenuhi syarat sebagai suatu bahan yang akan dibuat dan ada dipasaran. Apabila bahan tersebut tidak ada maka dapat diganti dengan bahan lain dalam batas keamanan.
3. Effisiensi
 Ditinjau dari pengerjaan, penggunaan, tenaga untuk pengolahan bahan, biaya pengoperasian serta perawatan.
4. Bahan relatif murah
 Bahan tersebut harganya murah tetapi dengan kekuatan bahan yang memadai dapat dipilih dengan alternatif bahan yang digunakan.

Perencanaan

Proses perancangan mesin ini meliputi perancangan, pengoperasian dan sebagainya. Langkah awal yang harus dilakukan adalah pembuatan disain rancang bangun mesin seperti Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Mesin Perajang Pelepah Sawit Untuk Pakan Ternak
 Tampak Keseluruhan



Gambar 3. Mesin Perajang Pelepah Sawit

Keterangan gambar 3:

- | | |
|-----------------|---------------------|
| 1. Rumah keong | 2. Plat pengunci |
| 3. Output | 4. Rangka |
| 5. Pulley Motor | 6. Motor |
| 7. Belt | 8. Input |
| 9. Pulley | 10. Rumah Bearing |
| 11. Poros | 12. Baut Pengunci |
| 13. Pisau | 14. Piringan Pisau |
| 15. Rumah Poros | 16. Pisau penyangga |

Cara Kerja Mesin Pelepah Sawit Untuk Pakan Ternak

➤ **Sistem Penggerak**

Prinsip kerja motor berdasarkan pada penghantar pembawa arus yang ditempatkan dalam suatu medan. Penghantar tersebut akan mengalami gaya sehingga menimbulkan torsi yang akan menghasilkan rotasi mekanik, dan motor akan berputar. Motor menerima sumber arus searah dari jala-jala kemudian dirubah menjadi energi

mekanik berupa perputaran, yang nanti dipakai peralatan lain.

➤ **Proses Pengoperasian**

Pengoperasian mesin perajang pelepah sawit untuk pakan ternak cukup sederhana dan mudah dilakukan. Walaupun demikian dalam pengoperasiannya perlu diperhatikan :

- a. Sebelum dioperasikan, mesin perajang harus dipersiapkan dengan baik.
- b. Pada saat pengoperasian, tidak ada bahan yang dapat merusak mata pisau perajang pelepah sawit untuk pakan ternak.
- c. Ketajaman pisau harus dijaga, agar dalam proses pemotongnya mendapatkan hasil yang lebih baik dan seimbang.
- d. Bila bahan yang akan diotong sudah hampir habis, segera masukkan bahan berikutnya.
- e. Setiap sehabis pemakaian mesin perajang pelepah sawit ini, terutama pisau, harus dibersihkan agar tidak berkarat.

➤ **Menentukan daya motor penggerak**

Untuk mendapatkan tegangan geser pelepah sawit untuk pakan ternak (τ g) ini dapat di peroleh dari data yang ada sebagai berikut: Berat pelepah sawit mencapai 4,5 Kg, dengan panjang 7,5 – 9 m. Dari keterangan tersebut dapat diperoleh tegangan geser pisau potong sesuai dengan persamaan :

Menentukan tegangan geser pisau potong
 Tegangan geser pisau potong dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1[5].

$$Tg = \frac{F_1}{A_1} \dots\dots\dots(1)$$

$$A_1 = \text{Luas bidang potong pada percobaan} \\ = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\ = 800 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \\ = 80.000 \text{ mm}^2$$

$$F_1 = \text{ gaya potong pisau} \\ = 4,5 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ = 44,145 \text{ N}$$

$$\tau g = \frac{44,145 \text{ N}}{80.000 \text{ mm}} = 5,518125 \text{ N/mm}^2$$

Daya Motor (P)

Daya motor dapat di ketahui dengan menggunakan persamaan 2 dan 3.

$$P = F_3 \cdot V \dots\dots\dots(2)$$

$$F_3 = F_2 + W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

- F_2 = gaya potong pisau pada mesin
- W_1 = berat pully
- W_2 = berat piringan dan mata pisau
- W_3 = berat poros dan dudukan bearing
- W_4 = berat bearing

Berat Pully (W1)

$$W_1 = 9 \text{ kg}$$

Berat piringan pisau dan mata pisau (W2)

$$V_1 = P \cdot L \cdot t \\ = 50 \cdot 120 \cdot 5 \\ = 30.000 \text{ mm}^2$$

$$V_2 = L \Delta \cdot t \\ = \frac{5 \cdot 15 \cdot 120}{2} \\ = 4500 \text{ mm}^3$$

$$V_1 = V_3 = V_5 = V_7 = 30.000 \text{ mm}^3$$

$$V_2 = V_4 = V_6 = V_8 = 4500 \text{ mm}^3$$

Volume pisau.

$$V = (V_1 + V_2) \cdot 4 \\ = (30.000 + 4500) \cdot 4 \\ = 34500 \cdot 4 \\ = 138.000 \text{ mm}^3$$

Volume piringan

$$V = LO \cdot t \\ = \frac{\pi}{4} \cdot 480^2 \cdot 10 \\ = 1808640 \text{ mm}^3$$

$$V_{\text{tot}} = 138000 + 1808640 \\ = 1,95 \text{ dm}^3$$

$$W_2 = V_{\text{tot}} \cdot \rho \\ = 1,95 \cdot 7,86 \\ = 15,33 \text{ kg}$$

Berat bearing (W4)

$$W_4 = 0,037 \text{ kg} \cdot 2 \\ = 0,074 \text{ kg}$$

$$W_{\text{tot}} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \\ = 9 + 15,33 + 1,4 + 0,074 \\ = 25,80 \text{ kg}$$

$$F_3 = F_2 + \{ (W_1 + W_2 + W_3 + W_4) \} \\ = 1655,43 + 253,1 \\ = 1908,53 \text{ N}$$

Jadi, Daya motor yang digunakan adalah:

$$P = F_3 \cdot V$$

Dimana :

$$V = \text{Kecepatan linear} \\ n = 483 \quad r = 63,5$$

$$V = \omega \cdot r$$

$$V = \frac{2 \pi \cdot n}{60 \cdot 1000} \cdot r$$

$$= \frac{2 \cdot \pi \cdot 438}{60 \cdot 1000} \text{ rpm} \cdot 190,5 \text{ mm}$$

$$= \frac{1196,34}{60000}$$

$$= 0,019 \text{ m/s}$$

$$P = 1908,53 \text{ N} \cdot 0,019 \text{ m/s}$$

$$= 36,26 \text{ watt}$$

$$P_{motor} = F_c \cdot P_{rencana} \quad F_c = \text{Faktor koreksi}$$

$$= 1,2 \cdot 36,26 \text{ watt}$$

$$= \frac{435,12}{745,33}$$

$$= 0,58 \text{ HP}$$

$$V = \frac{\pi}{4} [(18^2 \cdot 29) + (14^2 \cdot 1) + (25^2 \cdot 50) + (25^2 \cdot 20) + (30^2 \cdot 50) + (5^2 \cdot 20) + (25^2 \cdot 30) + (20^2 \cdot 30) + (14^2 \cdot 1) + (18^2 \cdot 29)]$$

$$= \frac{\pi}{4} [225934]$$

$$= 1777358,19 \text{ mm}^3$$

$$= 0,18 \text{ dm}^3$$

Jadi berdasarkan daya motor yang diperoleh dari perancangan tersebut maka motor dengan daya 3 HP sudah cocok dipakai dalam konstruksinya.

➤ **Perencanaan sabuk dan pully**
 Ukuran penampang sabuk – V

$$d_p = 5 \text{ inc} = 127 \text{ mm}$$

Reduksi (i) atau perbandingan putaran ditentukan dengan Persamaan 4 [6].

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_p}{d_p} \dots\dots\dots(4)$$

$$i = \frac{15 \text{ inc}}{5 \text{ inc}} = 3$$

Kecepatan linear sabuk – V dengan persamaan 5.

$$V = \frac{d_p \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \dots\dots\dots(5)$$

$$V = \frac{381 \text{ mm} \cdot 1450 \text{ rpm}}{60000}$$

$$= 3,1 \text{ mm/s}$$

Panjang keliling sabuk (L) dihitung dengan rumus pada Persamaan 6.

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (d_p + D_p) + \frac{1}{4C} (D_p - d_p) \dots\dots\dots(6)$$

$$L = 2 \cdot 400 + \frac{3,14}{2} (127 + 381) + \frac{1}{4 \cdot 400} (381 - 127)^2$$

$$= 800 + 797,56 + 40,3$$

$$= 1637,86 \text{ mm}$$

Sudut kontak (θ) dicari dengan persamaan 7

$$\theta = 180^\circ \frac{57(D_p - d_p)}{c} \dots\dots\dots(7)$$

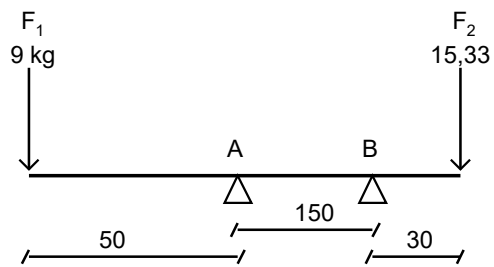
$$\theta = 180^\circ - \frac{57(381 - 127)}{399,98}$$

$$= 180^\circ - 36,19^\circ$$

$$= 143,8^\circ$$

➤ **Menentukan momen bengkok**

Gaya – gaya yang bekerja pada poros dapat dilihat seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Momen Bengkok

$$R_1 = W_{pully} + (T_1 + T_2)$$

$$= 9 + 9 \cdot 130,5 + 130$$

$$= 9 + 260,5$$

$$= 269,5 \text{ kg}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$- 50 \cdot F_1 - 150 R_B + 180 F_2 = 0$$

$$R_B = \frac{180 \cdot 15,33 - 50 \cdot 269,5}{150}$$

$$= - 71,4 \text{ kg}$$

$$\Sigma F_y = 0 + \uparrow$$

$$R_A + R_B - 269,5 - 15,33 = 0$$

$$R_A = 269,5 + 15,33 - 71,4$$

$$= 356,23 \text{ kg}$$

$$X = 0$$

$$M_C = 0$$

Menentukan diameter poros

$$W_b = \frac{13475 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{7,4 \text{ kg/mm}^2}$$

$$= 1820,9 \text{ mm}^3$$

$$W_b = \frac{\pi}{32} \cdot d_s^3$$

$$d_s = 3 \sqrt{\frac{W_b \cdot 32}{\pi}}$$

$$= 3 \sqrt{\frac{1820,9 \cdot 32}{3,14}}$$

$$= 3\sqrt{\frac{58268,8}{3,14}}$$

$$= 3\sqrt{18556,9}$$

$$= 26,5 \text{ mm}$$

➤ **Kapasitas Mesin (Q)**

Kapasitas mesin dihitung dengan persamaan 8 [9].

$$Q = A \cdot t \cdot \rho \cdot n \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

- A = Luas bidang penyayatan pada mesin
 $= \frac{5 \text{ mm} \cdot 15 \text{ mm}}{2}$
 $= 75/2 \text{ mm}^2 = 37,5 \text{ mm}^2$
- t = tebal sayatan = 5 mm
- n = Penyayatan per menit
 $= 27,31/\text{menit}$
- ρ = massa jenis pelepah sawit (55,28 kg = 55280 gr)

Masa jenis pelepah sawit dihitung dengan persamaan 9 (ρ).

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots(9)$$

$$V = p \cdot l \cdot t$$

$$V = 20 \text{ mm} \cdot 40 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm} = 4000 \text{ mm}^3$$

$$M = \text{massa dari pelepah sawit } 55280 \text{ gr}$$

$$\text{Jadi, } \rho = \frac{m}{V} = \frac{55,28 \text{ kg}}{4000 \text{ mm}^3}$$

$$= 0,0138 \text{ kg/mm}^3$$

Sehingga, kapasitas mesin adalah:

$$Q = A \cdot t \cdot \rho \cdot n$$

$$= 37,5 \text{ mm}^2 \cdot 5 \text{ cm} \cdot 0,0138 \text{ kg/mm}^3 \cdot 27,31$$

$$\text{sayatan/menit}$$

$$= 70,7 \text{ kg/menit}$$

$$= 566136,3 \text{ kg/ menit} \cdot 60 \text{ menit /jam}$$

$$= 4242 \text{ kg/jam}$$

Kekuatan las dapat dicari dengan persamaan 10.

$$K = \sigma \cdot A \dots\dots\dots(10)$$

Dimana :

- σ t = Tegangan tarik bahan las
 $= 62 \text{ Kpsi (Bahan elektroda ASW E 6913)}$
 $= 62000 \times 6894,8 \text{ N/m}^2$
 $= 427477600 \text{ N/mm}^2$

3. Hasil dan Pembahasan

a) Perawatan umum

Setiap mesin dan peralatannya memerlukan perawatan dan perbaikan yang teratur agar dapat berfungsi dengan baik dan sempurna. Dalam melakukan kegiatan perawatan kita dapat langsung merasakan keuntungannya. Antara lain agar mesin selalu siap, ketepatan produksi terjamin dan menghasilkan produk dengan harga yang pantas. Disamping itu mesin akan tahan lebih lama sesuai dengan umur pemakaiannya.

b) Pengoperasian

Pengoperasian mesin perajang pelepah sawit cukup sederhana dan mudah dilakukan yang perlu diperhatikan adalah:

- a. Sebelum dioperasikan, mesin perajang pelepah sawit untuk pakan ternak ini harus disiapkan secara optimal sehingga dalam pengoperasiannya tidak ada kendala
- b. Periksa ketajaman pisau agar dalam proses pemotongan pelepah sawit untuk pakan ternak dapat menghasilkan hasil yang lebih baik
- c. Jika mesin sudah berfungsi dengan baik maka pelepah sawit sudah bisa diproses dengan menggunakan mesin ini
- d. Persiapkan bahan yang akan dipotong, setelah itu masukkan bahan ke dalam input, kemudian proses selanjutnya adalah pemotongan yang dilakukan dalam blower.
- e. Jumlah pelepah sawit yang dimasukkan harus diatur sesuai dengan kekuatan atau kapasitas dari mesin tersebut agar hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan.
- f. Pisau-pisau diputar dengan cara menggunakan salah satu alat penggerak yaitu motor
- g. Bila bahan yang ada dalam saluran umpan yang dipotong sudah hampir habis, segera masukkan bahan berikutnya.
- h. Setelah perajangan selesai dilakukan, alat pemotong, terutama bagian pisaunya dibersihkan agar tidak terjadi korosi.

c) Perawatan Khusus

Perawatan khusus yang dilakukan untuk mempertahankan agar alat tahan lama, maka peralatan/komponen-komponen mesin harus dipelihara dan dirawat. Dalam pemeliharaan setiap komponen mesin ini, mempunyai perbedaan dalam perawatan. Hal ini disebabkan oleh bentuk, fungsi, konstruksi dan hal lain yang berbeda. Perawatan yang dilakukan pada mesin perajang pelepah sawit untuk pakan ternak meliputi:

a. Perawatan prediktif

Perawatan prediktif dilakukan untuk mengetahui adanya perubahan-perubahan atau kelainan pada kondisi fisik maupun fungsi dari sistem peralatan. Aktivitas perawatan prediktif untuk mesin perajang pelepah sawit untuk pakan ternak adalah:

- Penganalisaan terhadap bunyi bantalan dan hasil perajang
- Pendeteksian terhadap putaran pada poros perajang dan poros motor
- Penganalisaan terhadap getaran yang dialami konstruksi mesin.

b. Perawatan korektif

Perawatan korektif termasuk jenis perawatan yang direncanakan untuk meningkatkan koreksi peralatan sehingga mencapai target yang ditentukan, seperti perubahan-perubahan minor pada perancangan dan substitusi dari komponen-komponen yang lebih cocok atau materi-materi konstruksi yang ditinggalkan untuk menghapus suatu masalah.

c. Perawatan preventif

Suatu sistem perawatan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan sedini mungkin. Perawatan preventif dimaksudkan juga untuk mengefektifkan pekerjaan infeksi, perbaikan-perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan peralatan atau mesin selama perawatan preventif dilakukan sejak awal sebelum terjadinya kerusakan.

Perawatan preventif untuk mesin perajang pelepah sawit untuk pakan ternak adalah:

1. Jadwal perawatan rutin

Mesin dibersihkan kembali, khususnya bagian-bagian utama, pisau perajang dan poros.

2. Jadwal perawatan periodik

Pada poin ini biasanya yang dirawat secara periodik adalah bantalan. Seperti cara pelumasan bantalan, tetapi pada perawatan ini bantalan yang digunakan mempunyai pelumas sendiri.

Pada dasarnya ada dua penyebab kerusakan pertama adalah karena aus dan penyebab kedua adalah korosi (karat). Aus terjadi bila alat tersebut digunakan, sedangkan korosi terjadi karena alat dibiarkan bereaksi dengan alat lain, terutama dengan oksigen. Karatan akan mudah terjadi bila pada permukaan alat terdapat air atau karena mesin disimpan pada tempat yang udaranya lembab. Pada umumnya pisau perajang terbuat dari bahan *stainless steel* (baja tahan karat). Bahan dari baja ini tahan terhadap karat dan tahan terhadap korosi.

Bentuk perawatan lain yang dilakukan adalah memberikan minyak pelumas pada bantalan poros agar tidak cepat aus. Kerusakan pada poros dan bantalan akan menyebabkan proses perajangan pelepah sawit tidak maksimal dan hasil pemotongan menjadi tidak baik atau tidak seimbang.

Selain itu pisau penghancur harus dipastikan dalam keadaan baik, dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa agar peralatan tahan lama, maka langkah-langkah yang harus dilakukan adalah:

1. Bersihkan peralatan setiap kali habis digunakan, terutama pada pisau perajang. Alat ini jangan dibiarkan basah dan kotor karena akan cepat menjadi tumpul dan berkarat.
2. Semua baut dijaga agar jangan ada yang kendur agar dalam proses pengerjaan pemotongan pelepah sawit tidak terjadi kerusakan pada mesin tersebut.



Gambar 5. Mesin Perajang Pelepah Sawit Untuk Pakan Ternak.

4. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dari uraian-uraian diatas maka dapat diambil kesimpulan untuk rancang bangun mesin perajang pelepah sawit didapatkan hasil pada tegangan geser pisau potong yang dihasilkan oleh mesin tersebut lebih kurang 5, 518125 N/mm². Dan pada gaya pemotongan pisau pada mesin sebesar 1655,43 N, daya motor yang digunakan pada mesin perajang pelepah sawit 3 Hp dan Komponen utama dari mesin adalah rangka dengan bahan profil U ST 37, serta bantalan dengan type SKF 6207, sabuk dengan type A dan pulley 5 inc .

Daftar Rujukan

- [1] Yan Fauzi dkk, 2006. *Kelapa Sawit Budi Daya Pemanfaatan Hasil & Limbah Analisis Usaha & Pemasaran*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [2] Laboratorium peternakan Universitas Andalas tahun 2006.
- [3] A.Nurhayu, Pelepah dan daun Sawit Sebagai Pakan Substitusi Hijauan Pada Pakan Ternak Sapi Potong Di Kabupaten Luwu Timur Sulawesi Selatan., Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Makassar.
- [4] Arief, .2015. Rancang Bangun Mesin pencacah Rumput Gajah. Jurusan Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin
- [5] Joseph E, Shigley Larry D, Mitchell Gandhi Harahap, (1984). *Perencanaan Teknik Mesin*. Jakarta : Erlangga
- [6] G. Niemann, Anton Budiman, Dipl. Ing. Bambang Priambobo, (1999). *Elemen Mesin*. Jakarta : Erlangga

- [7] Elisabeth. J. dan Simon P. Ginting.2003.Pemanfaatan hasil samping industri kelapaSawit sebagai bahan pakan ternak sapi potong.Lokakarya Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Hal. 110-120
- [8] Febriadi, A. 2014.Rancang Bangun Alat Pengiris Bawang Merah. [Skripsi]. Program Studi Teknik Pertanian,Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Andalas. Padang
- [9] Sularso dan Suga, K.1997. *Dasar – Dasar Perencanaan dan Perencanaan Elemen Mesin*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta