

Evaluasi Teknis dan Ekonomis Mesin Pencacah Pelepah Kelapa Sawit

Rancangan BBP MEKTAN sebagai Bahan Baku Kompos

ABSTRAK

Febriani Rusadi

This study aims to find the capacity and quality of the census enumerators engine palm midrib and economic analysis of engine performance counters by using the palm midrib analysis Completely Randomized Design (CRD), research was conducted with a 1 time replacement pulleys in the input pulleys, pulleys with size of 4.5 and 2 inches respectively - masing-masing made 3 replications, raw materials used per treatment is palm midrib. The implementation phase of the study is to choose its palm leaf midrib, the initial weighing, counting observation, data collection, data processing and analysis of final results. The results showed that the effective working capacity of the biggest is the pulley ratio 1: 1.33 is 529.27 kg / hr. While the ratio of pulleys 1: 1.3 is 447.47 kg / hr. While the quality of the percentage long enumeration cacahannya <50 mm in comparison pulleys 1: 1.33 is 93% and the ratio of pulleys 1: 3 was 89.3%. Enumeration of the principal cost ratio pulleys 1: 1.33 is Rp.30, 22/kg and comparison of pulleys 1: 3 is Rp.31, 78/kg.

Keywords: palm bark, compost, Enumeration

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas utama perkebunan Sumatera Barat dengan produksi yang mencapai 852.042 ton/tahun dan luas kebun sawit mencapai 344.352 hektar (Deptan, 2012). Luasnya lahan perkebunan sawit membuat kebutuhan akan pupuk semakin meningkat sehingga terjadilah kelangkaan pupuk di kalangan petani. Dampak yang paling menonjol adalah bertambahnya biaya yang harus dikeluarkan dan ketergantungan petani pada pupuk pabrik yang berharga mahal dan sulit didapat. Untuk mengatasi permasalahan ini dapat ditempuh dengan cara menggunakan pupuk organik yang berasal dari limbah pertanian, karena disamping biaya produksi yang rendah, pembuatannya mudah serta mampu

menyuburkan unsur hara dalam tanah. Biaya produksi pertanian yang tinggi juga bisa diminimalisir sehingga dapat membantu kehidupan petani menjadi lebih baik.

Pelepah sawit merupakan salah satu limbah perkebunan yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku pembuatan pupuk organik karena produksi pelepah sawit di Sumbar diperkirakan adalah sebanyak 3.414.194,5 ton bahan kering per tahun. Namun kenyataannya pengolahan dan pemanfaatan pelepah kelapa sawit masih sangat terbatas. Sebagian besar pabrik kelapa sawit masih membakar pelepah kelapa sawit meskipun sudah dilarang pemerintah. Pembakaran pelepah kelapa sawit sebagai usaha untuk memperkecil volume limbah dapat menimbulkan pencemaran udara.

Optimalisasi pemanfaatan pelepah sawit dilakukan dengan pengecilan ukuran. Pengecilan ukuran dilakukan dengan 2 cara yaitu cara manual dan cara mekanik. Dengan cara manual didapatkan kapasitas pencacahan 9-10 kg/jam, hal ini akan berakibat menumpuknya limbah pelepah sawit jika tidak dilakukan pengecilan ukuran yang lebih cepat.

BPTP Sumbar telah merancang dan membuat alat pencacah pelepah sawit yang digunakan untuk mencacah pelepah sawit sebagai pakan ternak di Kebun Percobaan Sitiung BPTP Sumbar Kab. Dharmasraya. Namun perlu pengujian lanjutan untuk mengetahui kapasitas kerja, efisiensi dan biaya operasional dari mesin pencacah pelepah sawit untuk bahan baku kompos.

Untuk itu diperlukan penelitian tentang “**Evaluasi Teknis dan Ekonomis Mesin Pencacah Pelepah Kelapa Sawit Rancangan BBP MEKTAN sebagai Bahan Baku Kompos**”.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mencari kapasitas dan mutu hasil pencacahan mesin pencacah pelepah kelapa sawit terhadap ukuran puli input.
2. Melakukan analisis ekonomi kinerja mesin pencacah pelepah kelapa sawit

1.3 Manfaat Penelitian

- Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat :
1. Dapat memanfaatkan limbah pelepah kelapa sawit menjadi bahan baku kompos untuk petani.
 2. Tersedianya bahan baku pupuk organik dari limbah pelepah sawit.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Sitiung BPTP SUMBAR Kab. Dharmasraya pada bulan Desember 2011 – Februari 2012.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelepah kelapa sawit dengan daun. Sedangkan alat yang digunakan adalah mesin pencacah, *Tachometer*, *sound levelmeter*, meteran, tali plastik, timbangan, gelas ukur, karung/goni, *stopwatch* dan kamera Digital.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan analisis Rancangan Acak Lengkap (RAL), Penelitian ini dilakukan dengan 1 kali penggantian puli pada puli *input* yaitu, puli dengan ukuran 4,5 dan 2 inci masing-masingnya dilakukan 3 kali ulangan. Bahan baku yang digunakan setiap perlakuannya adalah 50 kg pelepah kelapa sawit. Pengukuran RPM dilakukan dengan menggunakan alat *tachometer* yang diukur pada puli *input* dan puli *output*.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Sitiung BPTP Sumbar Kab. Dharmasraya pada tanggal 28 September 2011.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian pendahuluan ini adalah pelepah kelapa sawit beserta daun. Sedangkan alat yang digunakan adalah mesin pencacah pelepah kelapa sawit, *Tachometer*, meteran, timbangan, *stopwatch* dan kamera digital.

Penelitian pendahuluan ini dilakukan dengan 3 kali perlakuan pada pengaturan gas mesin pencacah yaitu *low*, *Medium*, dan *High* dengan satu kali pencacahan pada masing-masing perlakuan. Bahan yang digunakan adalah 12 kg pelepah sawit beserta daun pada masing-masing perlakuan.

3.4.2 Penelitian Utama

Pelaksanaan pengujian dilakukan dengan mengganti ukuran puli pada poros *output* dengan perbandingan puli *input* dan *output* 1 : 1,33 dan 1 : 3, mengukur jumlah putaran poros pisau pencacah, waktu pencacahan, bobot hasil cacahan, dan pemakaian bahan bakar bensin dan kebisingan.

Langkah-langkah pengujian alat dapat dilakukan sebagai berikut: (1)

motor (*engine*) dihidupkan dan dipanaskan, (2) Mengoperasikan mesin sampai putaran optimal, kemudian masukkan pelepah kelapa sawit yang telah ditimbang beratnya ke dalam ruang pencacah melalui lubang pengumpan /pemasukan. Lubang pemasukan yang digunakan adalah lubang horizontal. (3) *stopwatch* dihidupkan ketika pisau pencacah mulai mencacah bahan dan *stopwatch* dimatikan setelah bahan tercacah keluar dari *outlet*, (4) dilakukan pengamatan saat pencacahan dan pengamatan hasil cacahan. Selanjutnya cara yang sama dilakukan pada setiap ulangnya.

Perhitungan kinerja mesin didapatkan melalui hasil analisis pengukuran parameter uji teknis alat tersebut berupa kapasitas kerja, efisiensi pencacahan dan pemakaian bahan bakarnya.

3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan di dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.5.1 Pengamatan Kinerja Mesin Pencacah

3.5.1.1 Kapasitas kerja

a. Kapasitas Kerja Mesin

Merupakan kemampuan mesin pencacah untuk mencacah bahan per satuan waktu, yang dinyatakan dengan satuan kg/jam.

Kapasitas Kerja Mesin ini dapat ditentukan dengan persamaan:

$$Ke = \frac{M}{T} \dots \dots \dots (1)$$

dengan:

- Ke = kapasitas kerja efektif (kg/jam)
- M = berat hasil cacahan pelepah kelapa sawit (kg)
- T = total waktu pencacahan (jam)

3.5.1.2 Rendemen Pencacahan

Rendemen pencacah adalah persentase keluaran dibagi dengan masukan bahan atau dengan persamaan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{Output}{Input} \times 100 \% \dots \dots \dots (2)$$

dengan :

- η = rendemen pencacahan (%)
- Output = banyaknya keluaran pelepah sawit setelah dicacah (kg)
- Input = banyaknya pelepah sawit yang dimasukkan (kg)

3.5.1.3 Frekuensi Putar

Frekuensi putar yaitu banyaknya putaran silinder per menit untuk mencacah bahan. Frekuensi putar yang akan diukur adalah frekuensi putar motor penggerak dan frekuensi poros yang digerakkan pengukuran dilakukan saat putaran tanpa beban (kosong) dan pada saat bekerja. Frekuensi putar dapat dihitung dengan menggunakan *tachometer*.

3.5.1.4 Torsi

Torsi adalah hasil bagi dari daya pada mesin pencacah dengan kecepatan putaran puli. Torsi berbanding terbalik dengan kecepatan putaran. Semakin tinggi torsi maka kecepatan putaran akan semakin rendah, sebaliknya semakin rendah torsi maka kecepatan putaran akan semakin tinggi. Untuk torsi dapat ditentukan dengan persamaan :

$$T = \frac{P \times 60}{2\pi n} \dots\dots\dots (3)$$

Dengan :

- T = torsi (Nm)
- P = daya pada mesin (Watt)
- n = kecepatan putaran puli (rpm)

3.5.1.5 Sistem Transmisi Daya

Sistem transmisi yang digunakan pada mesin pencacah ini menggunakan sistem transmisi sabuk puli. Transmisi sabuk-puli digunakan bila jarak antara dua poros jauh sehingga tidak memungkinkan dilakukannya transmisi langsung. Poros berfungsi sebagai pengatur langkah dan pengatur kecepatan, sehingga langkah dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Puli merupakan suatu komponen yang biasanya digunakan sebagai tempat sabuk dalam mentransmisikan energi dari poros satu ke poros yang lain.

Dalam menentukan perbandingan kecepatan putaran antara puli *input* dengan puli *output* dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$D1 \cdot N1 = D2 \cdot N2 \dots\dots\dots (4)$$

dengan :

- N1 = putaran puli *input* (motor)
- N2 = putaran puli *output* (poros)
- D1 = diameter puli *input* (motor)
- D2 = diameter puli *output* (poros)

3.5.1.6 Persentase kehilangan hasil

Kehilangan hasil merupakan banyaknya hasil yang terbuang (tidak tertampung) sehingga mengakibatkan berat hasil cacahan kurang dari berat awal bahan. Persentase kehilangan hasil dapat dihitung dengan

menggunakan rumus:

$$K = \frac{M - M_c}{M} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

dengan:

- K = kehilangan hasil (%)
- M = berat bahan sebelum dicacah (kg)
- M_c = berat bahan setelah dicacah (kg)

3.5.1.7 Konsumsi bahan bakar

Pengamatan bahan bakar diperlukan untuk mengetahui berapa banyak bahan bakar yang digunakan dalam mencacah caranya yaitu dengan mengisi penuh tangki bahan bakar sebelum alat dioperasikan. Setelah alat selesai dioperasikan, bahan bakar bensin diisi kembali sampai penuh dan dicatat besarnya volume penambahan bahan bakar tersebut.

Debit pemakaian bahan bakar dapat dihitung

dengan rumus :

$$Q = \frac{60 \times \text{Vol}}{1000 \times T} \dots\dots\dots (6)$$

dengan :

- Q = debit pemakaian bahan bakar (liter/jam)
- Vol = volume pemakaian bahan bakar pada saat beroperasi (cm³)
- T = total operasional waktu alat pencacah (menit)
- 60 = konversi satuan 1 jam = 60 menit
- 1000 = konversi satuan 1 liter = 1000 cm³

Daya engine berdasarkan pemakaian bahan bakar:

$$P_k = Q \times \rho \times N_{BB} \times 4,2 / (3600 \times 735) \dots\dots\dots (7)$$

$$P_m = \eta_m \times P_k \dots\dots\dots (8)$$

dengan :

- P_k = daya kimia bahan bakar (hp)
- Q = debit bahan bakar minyak (liter/jam)
- ρ = densitas bahan bakar minyak (kg/liter)
- N_{BB} = nilai kalori bahan bakar minyak (kalori/kg)
- P_m = daya mekanis motor (HP)
- η_m = efisiensi termal motor bakar (tanpa dimensi satuan)
- 4,2 = konversi satuan, 1 kalori = 4,2 joule
- 3600 = konversi satuan, 1 jam = 3600 detik
- 735 = konversi satuan, 1 HP = 735 watt

3.5.1.8 Hasil cacahan

Pengamatan hasil cacahan dilakukan setelah bahan tercacah oleh alat. Pengamatan ini bertujuan untuk menentukan efektifitas alat terhadap hasil pencacahan. Hasil cacahan dilihat dari keseragaman ukurannya. Pengukuran dilakukan dengan menghitung persentase berat cacahan yang dikelompokkan berdasarkan panjang. Dengan pengambilan sampel sebanyak 100 gram kemudian dilakukan pencacahan, hasil cacahan diambil secara acak untuk diklasifikasikan berdasarkan panjangnya. Pada penelitian ini hasil cacahan diambil sampelnya dan dipisahkan menjadi 2 bagian, bagian pertama panjangnya besar sama 50 mm dan bagian kedua panjangnya lebih panjang dari 50 mm (SNI 7-7580-2010).

Persentase masing – masing kelompok hasil cacahan dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$w = \frac{W_n}{W_s} \times 100 \% \quad (9)$$

Dengan:

W = persentase berat berdasarkan panjang

W_n = berat cacahan menurut pengelompokan (g)

W_s = berat keseluruhan sampel (g)

3.5.1.9 Tingkat Kebisingan Alat

Merupakan tingkat suara yang ditimbulkan oleh operasi mesin pencacah yang diterima oleh pendengaran operator pada jarak dua meter dari sumber suara. Tingkat kebisingan alat pencacah ini akan diukur dengan menggunakan alat *sound levelmeter*.

3.5.2 Analisis Biaya Pokok dan Titik Impas

3.5.2.1 Biaya Pokok

Biaya pokok adalah biaya yang diperlukan suatu alat pencacah untuk setiap kali menghasilkan satu unit *output*. Secara garis besar biaya dibagi menjadi biaya tetap dan biaya tidak tetap.

Biaya tetap adalah biaya yang tidak tergantung pada operasi alat, yang mencakup biaya penyusutan dan bunga modal, sedangkan biaya tidak tetap adalah biaya yang nilainya bergantung pada jam pengoperasian alat. Biaya tidak tetap mencakup biaya perbaikan dan perawatan, upah operator dan biaya bahan bakar, biaya oli.

3.5.2.1.1 Biaya tetap

3.5.2.1.1.1 Penyusutan:

Penyusutan dapat dihitung dengan rumus:

$$D = \frac{P - S}{N} \quad (10)$$

dengan:

D = penyusutan (Rp/tahun)

P = harga alat pencacah (Rp)

S = nilai akhir alat pencacah (Rp) = 10% x P

N = umur ekonomis mesin pencacah (tahun)

3.5.2.1.1.2 Bunga modal:

Bunga modal dapat dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{r(P+S)}{2} \quad (11)$$

dengan:

I = bunga modal (Rp/tahun)

r = tingkat suku bunga bank (%/tahun)

P = harga alat pencacah (Rp)

S = nilai akhir alat pencacah (Rp) = 10% x P

Biaya tetap dapat dihitung dengan:

$$BT = D + I \quad (12)$$

dengan:

D = penyusutan (Rp/tahun)

I = bunga modal (Rp/tahun)

3.5.2.1.2 Biaya tidak tetap

3.5.2.1.2.1 Biaya pemeliharaan:

$$PP = 2 \% (P - S) / 100 \quad (13)$$

dengan:

PP = biaya pemeliharaan (Rp/jam)

P = harga alat pencacah (Rp)

S = nilai akhir alat pencacah (Rp) = 10% x P

3.5.2.1.2.2 Biaya operator:

$$Bo = Wop / Wt \quad (14)$$

dengan:

Bo = upah operator per jam (Rp/jam)

Wop = upah operator tiap hari (Rp/hari)

Wt = jam kerja tiap hari (jam/hari)

3.5.2.1.2.3 Biaya bahan bakar:

$$BB = Qbb \times Hbb \quad (15)$$

dengan:

BB = biaya bahan bakar (Rp/jam)

Qbb = debit bahan bakar (liter/jam)
 Hbb = harga bahan bakar tiap liter (Rp/liter)

3.5.2.1.2.4 Biaya oli:

$$OI = Vp \times Ho / Jp \dots\dots\dots (16)$$

dengan:

OI = biaya oli (Rp/jam)
 Vp = volume pengganti (liter)
 Ho = harga oli (Rp/liter)
 Jp = waktu pengganti oli (jam)

3.5.2.1.2.4 biaya pembelian pisau

$$B \text{ pisau} = \frac{\text{Harga Pisa u (Rp)}}{\text{Umur Pisau (jam)}} \dots\dots\dots (17)$$

Jadi biaya tidak tetap dapat dihitung dengan:

$$BTT = PP + BO + BB + OI + BPs \dots\dots\dots (18)$$

dengan:

BTT = biaya tidak tetap (Rp/jam)
 PP = biaya pemeliharaan (Rp/jam)
 BO = biaya oli (Rp/jam)
 BB = biaya bahan bakar (Rp/jam)
 OI = biaya operator (Rp/jam)
 BPs = biaya pisau (Rp/jam)

Biaya Pokok

$$BP = \frac{BT/X + BTT}{Ke} \dots\dots\dots (19)$$

Dengan:

BP = biaya pokok pencacahan pelepah kelapa sawit (Rp/kg)
 BT = biaya tetap (Rp/tahun)
 BTT = biaya tidak tetap (Rp/jam)
 X = jam kerja dalam satu tahun (jam/tahun)
 Ke = kapasitas kerja efektif (kg/jam)

3.5.2.1.3 Titik Impas (Break Event Point ,BEP)

Titik impas (BEP) adalah suatu titik pada kondisi ketika hasil usaha yang diperoleh sama dengan modal yang dikeluarkan, maka dapat dihitung dengan persamaan :

$$BEP = \frac{BT}{1,1 BP - \frac{(BTT)}{Ke}} \dots\dots\dots (20)$$

dengan:

BEP = titik impas pencacahan (kg/tahun)
 BT = biaya tetap (Rp/tahun)
 BTT = biaya tidak tetap (Rp/jam)
 BP = biaya pokok pencacahan pelepah sawit (Rp/kg)
 Ke = kapasitas kerja efektif (kg/jam)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penelitian Pendahuluan

Hasil dari penelitian pendahuluan uji teknis mesin pencacah pelepah kelapa sawit sebagai bahan baku kompos adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Kecepatan putar puli mesin (input) dan puli poros pencacah (output)

Pengaturan gas	Kecepatan putar (RPM) input		Kecepatan putar (RPM) Output	
	kosong	isi	kosong	isi
low	1455	1369	1091	1027
medium	1957	1737	1467	1303
high	2251	2245	1688	1683
Rata -rata	1877	1783	1413	1337

Tabel 4. Kapasitas rata – rata pencacah dan efisiensi mesin pencacah

Kecepatan putar (RPM) input	Bahan Masukan (kg)	Bahan keluaran (kg)	Waktu Penghancuran (jam)	Kapasitas alat (kg/jam)	Rendemen (%)
1369	12	11,50	0,029	396,55	95,80
1737	12	11,50	0,020	575,00	95,80
2245	12	11,00	0,0169	649,00	91,60
Rata - rata	12	11.30	0,0129	532,81	94.40

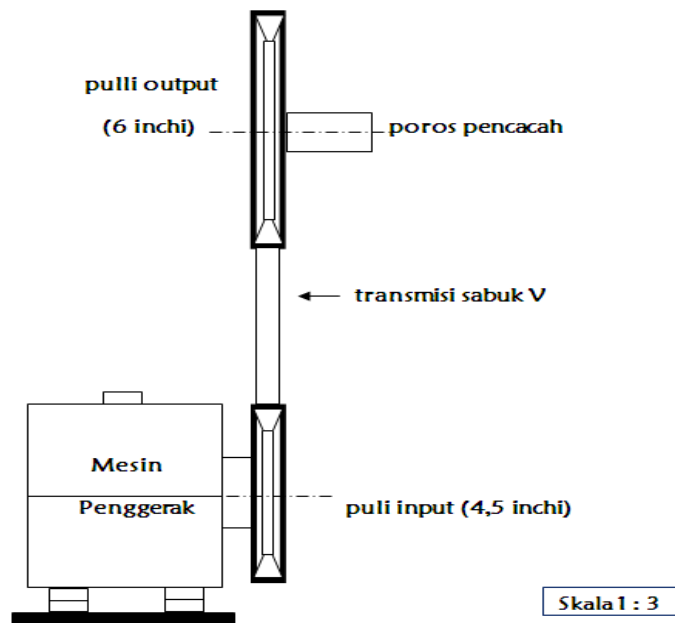
Spesifikasi Teknis Mesin Pencacah Pelepah Sawit Rancangan BBP MEKTAN dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.2 Penelitian Utama

Penelitian ini dilaksanakan dengan 2 perlakuan yaitu dengan penggantian puli *input*, yaitu perlakuan 1 puli *output* berdiameter 6 inci dan puli *input* berdiameter 4 inci. Perlakuan 2 yaitu puli *output* tetap berdiameter 6 inci dan diameter puli *input* diganti menjadi 2 inci yang perbandingannya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. Perbandingan Diameter Puli

Perlakuan	diameter puli <i>input</i> (inci)	diameter puli <i>output</i> (inci)	Perbandingan <i>input</i> : <i>output</i>
1	4,5	6	1 : 1,33
2	2	6	1 : 3



Gambar 2. Sketsa Sistem Transmisi Pada Puli *Input* 4,5 inci : Puli *Output* 6 inci

4.3 Perhitungan Teknis Hasil Pengamatan

4.3.1. Kapasitas Kerja efektif

Kapasitas kerja efektif adalah kemampuan mesin pencacah dalam menghasilkan cacahan yang seragam per satuan waktu dengan putaran daya penggerak yang optimal. Kapasitas kerja efektif untuk pencacahan pelepah kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 6.

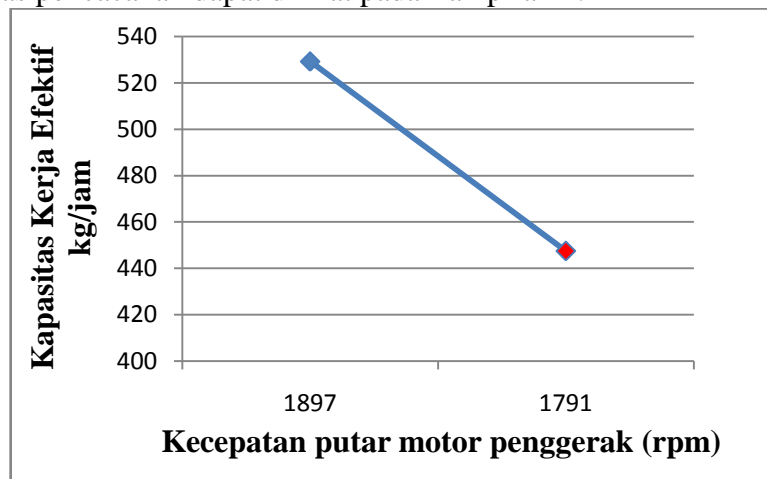
Tabel 6. Kapasitas Kerja Efektif Pencacahan Pelepah Kelapa Sawit

Perbandingan puli	Berat awal (kg)	Berat hasil cacahan pelepah kelapa sawit (kg)	Total waktu pencacahan (menit)	Kapasitas kerja efektif (kg/jam)
1 : 1,33	50	48,58	5,516	529,27
1 : 3	50	48,66	6,528	447,47

Pada Tabel 6 terlihat bahwa Kapasitas kerja efektif mesin pencacah pelepah sawit ini mencapai 529,27 kg/jam, sesuai dengan persyaratan unjuk kerja mesin pencacah bahan pupuk organik pada SNI 7580 : 2010 bahwa kapasitas kerja efektif dibagi menjadi 3 kelas yaitu kelas A yang kapasitasnya < 600 kg/jam, kelas B dengan kapasitas 600 -1500 kg/jam dan kelas C yang kapasitasnya > 1500 kg/jam. Sehingga kapasitas pencacah pelepah kelapa sawit sebagai bahan baku kompos ini termasuk kelas A (Lampiran 14).

Kapasitas kerja efektif pencacahan pelepah sawit akan semakin rendah ketika ukuran puli *input* yang digunakan lebih kecil yang mengakibatkan kecepatan putaran poros motor akan semakin lambat. Menurut pendapat Smith (1990), Kapasitas suatu pencacahan bergantung pada banyak faktor, seperti laju pemasukan bahan, kecepatan poros motor, daya yang tersedia, jenis bahan yang digunakan dan kelembutan penggilingan. Perhitungan

kapasitas pencacahan dapat dilihat pada Lampiran 2.



Gambar 3. Grafik Kapasitas Kerja Efektif

Tabel 7. Tabel Anava Kapasitas Kerja Efektif

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F 5 %	Kesimpulan
Perlakuan	10036,04 2	1	10036,04 2	29,133	7,71	*
Galat	1377,935	4	344,483			
Total	11413,97 7	5				

Ket : * : berbeda nyata

Secara statistik perlakuan penggantian puli *input* berbeda nyata terhadap kapasitas kerja efektif, karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ (Lampiran 13) = $29,133 > 7,71$ artinya penggantian puli *input* berpengaruh terhadap kapasitas kerja efektif. Karena semakin kecil puli *input* yang menyebabkan putaran poros *output* semakin lambat maka kapasitas kerja efektif pun ikut menurun (Tabel 7).

4.3.2 Rendemen Pencacahan

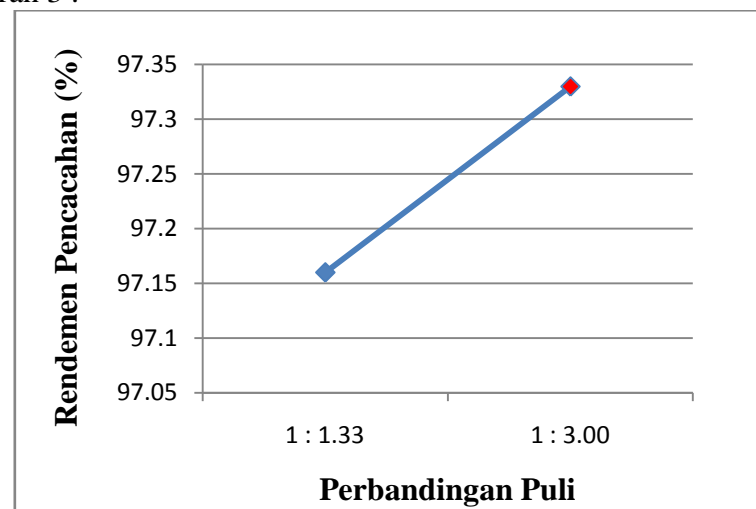
Rendemen pencacahan adalah persentase keluaran pelepah kelapa sawit yang telah di cacah dibagi dengan persentase masukan pelepah sawit

yang akan dicacah. Rata - rata efisiensi pencacahan pelepah kelapa sawit dengan 3 kali ulangan adalah sebagai berikut :

Tabel 8. Rendemen Pencacahan

Perbandingan puli	Input (kg)	Output (kg)	Rendemen (%)
1 : 1,33	50	48,58	97,16
1 : 3	50	48,66	97,33

Rendemen pencacahan pelepah kelapa sawit pada setiap perlakuannya mencapai 97 %. Menurut Henderson dan Perry (1998), Rendemen pencacahan dipengaruhi oleh frekuensi putar, kapasitas bahan yang dimasukkan, tenaga yang diperlukan per satuan bahan, ukuran dan bentuk bahan sebelum dan sesudah proses pengecilan ukuran, dan kisaran ukuran dan bentuk hasil akhir. Perhitungan rendemen pencacahan dapat dilihat pada Lampiran 3 .



Gambar 4 Grafik Rendemen Pencacahan

Tabel 9. Tabel Anava Rendemen Pencacahan

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	F 5 %	Kesimpulan
Perlakuan	0,042	1	0,042	0,125	7,71	NS

Galat	1,333	4	0,333
Total	1,375	5	

Tabel 9 menunjukkan bahwa $F_{hitung} < F_{tabel}$ (Lampiran 13) = $0,125 < 7,71$ artinya secara statistik, tidak ada pengaruh penggantian puli *input* terhadap rendemen pencacahan.

4.3.3 Persentase kehilangan hasil

Berdasarkan pengamatan dan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan data persentase kehilangan hasil rata-rata pencacahan sebagai berikut :

Tabel 10. Persentase Kehilangan Hasil

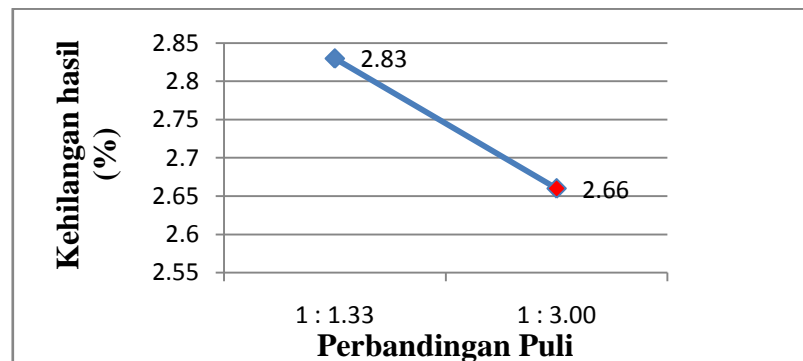
Perbandingan puli	Berat bahan sebelum dicacah (kg)	Berat bahan setelah dicacah (kg)	Kehilangan hasil (%)
1 : 1,33	50	48,58	2,83
1 : 3	50	48,66	2,66

Persentase kehilangan hasil pencacahan pelepah kelapa sawit mencapai 3 % (Tabel 10). Persentase kehilangan hasil pada kedua perlakuan penggantian puli tersebut relatif sama. Hal ini dipengaruhi oleh putaran silinder pencacah dan operator yang memasukkan bahan ke mesin pencacah.

Secara statistik perlakuan penggantian puli *input* pada kehilangan hasil tidak berbeda nyata karena $F_{hitung} < F_{tabel}$ (Lampiran 13) = $4,16 < 7,71$ (Tabel 11). Ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh antara kedua perlakuan penggantian puli *input* terhadap kehilangan hasil.

Tabel 11. Tabel Anava Persentase Kehilangan Hasil

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F 5%	Kesimpulan
Perlakuan	34,67	1	34,67	4,16	7,71	NS
Galat	33,33	4	8,33			
Total	68,00	5	43,00			



Gambar 5. Grafik Persentase Kehilangan Hasil

4.3.4 Hasil Cacahan dan Persentase Pencacahan

Hasil cacahan dari mesin pencacah pelepah kelapa sawit ini dibagi menjadi dua bagian yaitu : bagian pertama panjangnya ≤ 50 mm dan bagian kedua panjangnya > 50 mm. Sampel yang diambil dari hasil cacahan pelepah kelapa sawit adalah 100 g. Sampel yang sesuai dengan syarat unjuk kerja mesin pencacah untuk pupuk organik adalah cacahan yang panjangnya ≤ 50 mm (SNI 7580 : 2010). Pengelompokkan hasil cacahan pelepah kelapa sawit berdasarkan panjang cacahannya adalah sebagai berikut :

Tabel 12. Hasil Cacahan dan Persentase Hasil Pencacahan

Perbandingan puli	Bobot sampel (g)	cacahan bahan panjang ≤ 50 mm (g)	cacahan bahan panjang > 50 mm (g)	Persentase cacahan bahan panjang ≤ 50 (%)	Persentase cacahan bahan panjang > 50 (%)
1 : 1,33	100	93	7	93	7
1 : 3	100	89,3	10,7	89,3	10,7

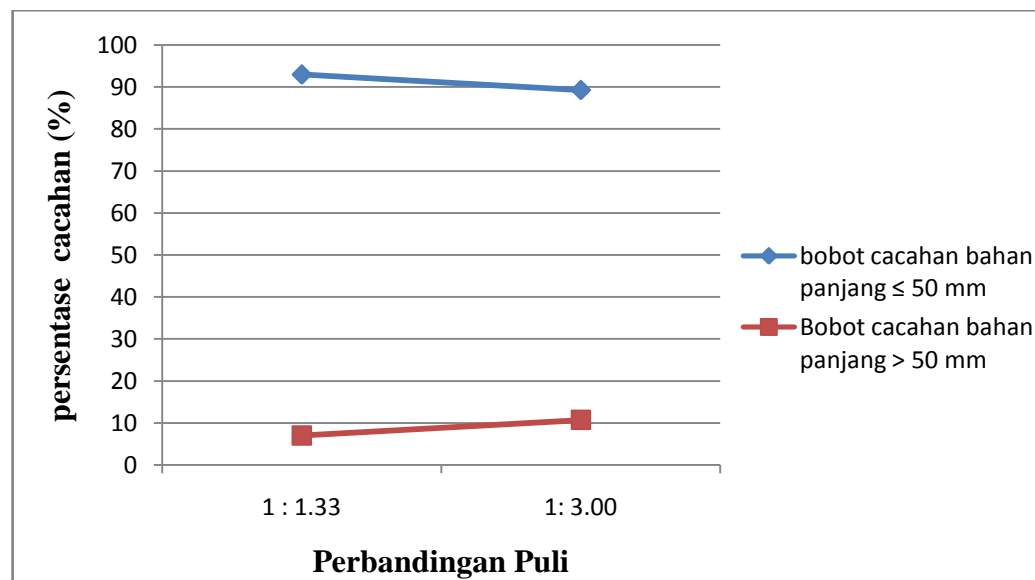
Persentase hasil cacahan pelepah kelapa sawit setelah dikelompokkan berdasarkan panjang cacahannya yang memenuhi syarat SNI mencapai 93 % dan minimum 89,3 %. Hasil persentase cacahan tersebut sudah memenuhi syarat SNI 7580 : 2010 yaitu persentase panjang cacahan minimum untuk cacahan pelepah sawit yang panjangnya ≤ 50 mm adalah 80%. Menurut pendapat Murbandono (2002), makin halus dan kecil bahan baku kompos maka penguraiannya akan semakin cepat dan hasil lebih banyak. Dengan semakin kecilnya bahan, bidang permukaan bahan yang terkena bakteri

pengurai akan semakin luas sehingga proses pengomposan dapat lebih cepat. Sebaliknya bila bahan baku berukuran besar, permukaan yang terkena bakteri lebih sempit sehingga proses pengomposan lebih lama. Itulah sebabnya kita harus memotong-motong atau mencacah bahan baku yang digunakan.

Secara statistik, kedua perlakuan penggantian puli *input* terhadap panjang hasil cacahan tidak berbeda nyata. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 13 bahwa $F_{hitung} < F_{tabel}$ (Lampiran 13) = $7,5625 < 7,71$ sehingga H_0 diterima. Artinya persentase hasil cacahan tidak berpengaruh terhadap penggantian puli *input*.

Tabel 13. Tabel Anava Hasil Cacahan

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	F 5%	Kesimpulan
Perlakuan	20,16	1	20,16	7,5625	7,71	NS
Galat	10,66	4	2,66			
Total	30,83	5				



Gambar 6. Grafik Hasil Cacahan dan Persentase Hasil Pencacahan

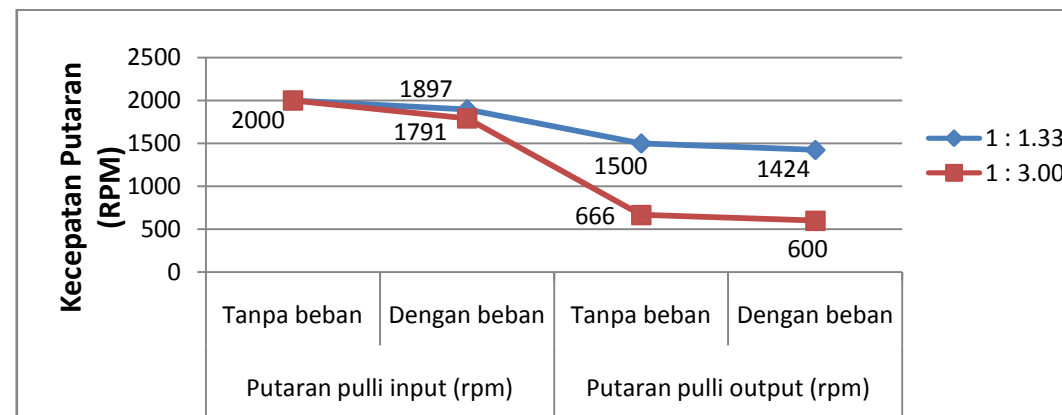
4.3.5 Perubahan putaran motor penggerak dan poros pencacah

Pada mesin pencacah ini sistem transmisi yang digunakan adalah sistem transmisi sabuk puli sehingga dapat dihitung perubahan putaran motor penggerak dan poros pencacah ini dengan menggunakan alat *Tachometer Digital*. Rata – rata kecepatan putar motor penggerak dan poros pencacah pada kedua perlakuan adalah sebagai berikut :

Tabel 14. Perubahan Putaran Motor Penggerak dan Poros Pencacah

Perbandingan puli	motor penggerak (rpm)		poros pencacah (rpm)	
	Tanpa beban	Dengan beban	Tanpa beban	Dengan beban
1 : 1,33	2000	1897	1500	1424
1 : 3	2000	1791	666	600

Pada Tabel 14 terlihat bahwa kecepatan putaran motor penggerak pada kedua perlakuan relatif sama. Hal ini terjadi karena putaran pada motor penggerak ketika tanpa beban dipertahankan pada putaran optimal. Selanjutnya pada poros pencacah terjadi penurunan kecepatan putaran ketika diameter puli *input* diganti menjadi lebih kecil yaitu lebih dari setengah kecepatan putaran pada perbandingan puli 1 : 1,33. Tabel Pengamatan setiap ulangan dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 7. Perubahan putaran motor penggerak dan poros pencacah

4.3.6 Perubahan Torsi Motor Penggerak dan Poros Pencacah

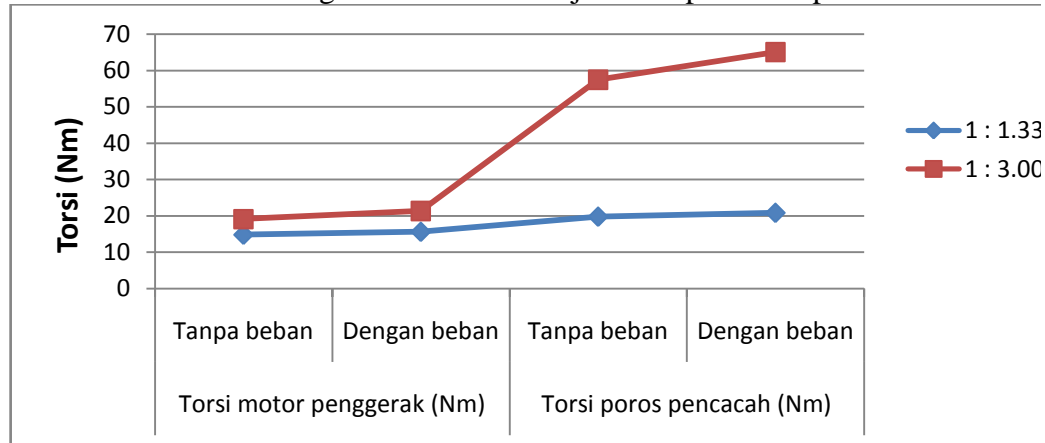
Rata – rata perubahan torsi antara motor penggerak dengan poros

pencacah pada kedua perlakuan adalah sebagai berikut :

Tabel 15. Perubahan torsi motor penggerak dan poros pencacah

Perbandingan puli	Torsi motor penggerak (Nm)		Torsi poros pencacah (Nm)	
	Tanpa beban	Dengan beban	Tanpa beban	Dengan beban
1 : 1,33	14,82	15,64	19,76	20,82
1 : 3	19,13	21,37	57,46	65,05

Tabel 15 menjelaskan bahwa torsi poros pencacah pada perbandingan 1 : 3 lebih besar dari pada perbandingan 1 : 1,33. Besarnya torsi poros pencacah pada perbandingan puli 1 : 3 lebih dari setengah besarnya torsi pada poros pencacah ketika puli berbanding 1 : 1,33. Hal ini berbanding terbalik dengan perubahan kecepatan putaran poros pencacah yang telah dibahas sebelumnya. Menurut pendapat Mott (2007), untuk pentransmisionan daya, torsi akan naik jika frekuensi putarnya diturunkan, artinya torsi berbanding terbalik dengan frekuensi putar. Jika frekuensi putar tinggi, maka torsi akan menurun. Sebaliknya jika frekuensi putar menurun maka torsi akan naik. Perhitungan torsi tersebut dijelaskan pada Lampiran 5.



Gambar 8. Grafik Perubahan Torsi Motor Penggerak dan Poros Pencacah

4.3.7 Konsumsi Bahan Bakar

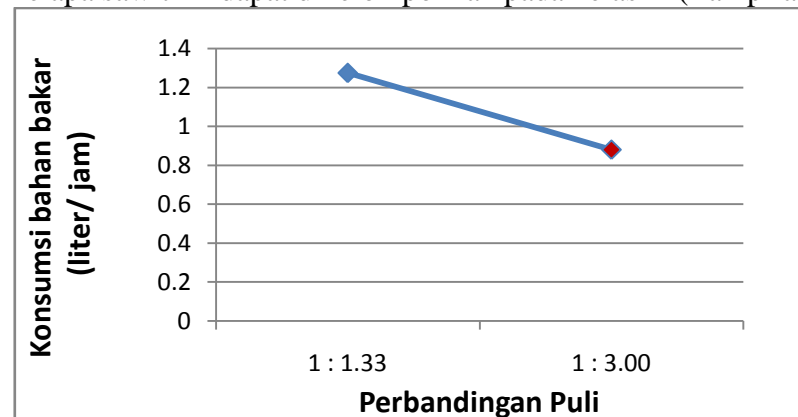
Rata – rata hasil perhitungan dari uji pemakaian bahan bakar dari mesin pencacah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 16. Konsumsi Bahan Bakar

Perbandingan puli	Volume bahan bakar (cm ³)	Waktu operasional (menit)	Konsumsi bahan bakar (liter/ jam)
1 : 1,33	158,3	7,458	1,274
1 : 3	126,6	8,532	0,880

Tabel diatas menjelaskan bahwa konsumsi bahan bakar pada perbandingan puli 1 : 1,33 lebih besar dari perbandingan puli 1 : 3. Dapat dikatakan konsumsi bahan bakar pada perbandingan puli 1 : 3 hampir setengah dari konsumsi bahan bakar perbandingan puli 1 : 1,33. Perbedaan konsumsi bahan bakar pada kedua perlakuan tersebut terjadi karena semakin besar puli *input* maka semakin bertambah pula kapasitas pemakaian bahan bakar, hal ini terjadi karena semakin besar puli *input* maka frekuensi putar poros pencacaha akan semakin tinggi, jika frekuensi putar semakin tinggi maka kinerja motor bakar mencapai puncak yang menyebabkan efisiensi daya pada motor bakar berkurang sehingga pemakaian bahan bakar lebih banyak. Perhitungan konsumsi bahan bakar pada kedua perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 6.

Berdasarkan SNI 7580 : 2010, persyaratan unjuk kerja mesin pencacah bahan pupuk organik berdasarkan konsumsi bahan bakar dikelompokkan menjadi 3 yaitu : kelas A kecil dari 2 liter/jam, kelas B 2-3 liter/jam dan kelas C besar dari 3 liter/jam. Konsumsi bahan bakar paling banyak adalah 1,274 liter/jam nya (Tabel 16), sehingga konsumsi bahan bakar pada mesin pencacah pelepah kelapa sawit ini dapat dikelompokkan pada kelas A (Lampiran 14).



Gambar 9. Grafik Konsumsi Bahan Bakar

Secara statistik, kedua perlakuan berbeda nyata terhadap konsumsi bahan bakar. Pada tabel 17 terlihat bahwa hasil F hitung > F tabel (Lampiran 13). Dapat dikatakan bahwa penggantian puli *input* berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar mesin pencacah pelepah kelapa sawit tersebut.

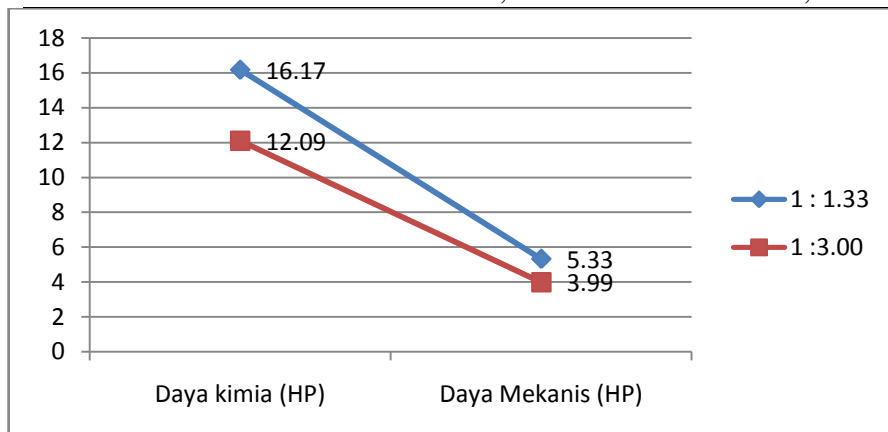
Tabel 17. Tabel Anava Konsumsi Bahan Bakar

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	F 5%	Kesimpulan
Perlakuan	0,22195	1	0,22195	137,87	7,71	*
Galat	0,00644	4	0,00616			
Total	0,23	5				

Konsumsi bahan bakar juga dipengaruhi oleh daya yang bekerja pada mesin pencacah. Semakin besar puli *input* maka frekuensi putar tinggi dan daya yang dibutuhkan untuk berputar juga tinggi (Tabel 18).

Tabel 18. Daya Kimia dan Daya Mekanis Mesin Pencacah

Perbandingan Puli	Daya kimia (HP)	Daya Mekanis (HP)
1 : 1,33	16,17	5,33
1 : 3	12,09	3,99



Grafik 10. Daya Kimia dan Daya Mekanis

4.3.8 Kebisingan

Tingkat kebisingan alat ini dibutuhkan sebagai ergonomi alat sehingga dalam pengoperasian sesuai dengan ambang pendengaran manusia.

Berdasarkan SNI 7580 : 2010, persyaratan unjuk kerja mesin pencacah bahan pupuk organik kebisingan dari mesin pencacah pelepah sawit ini diukur dengan menggunakan alat *sound level meter* dan diukur pada jarak 2 meter dari motor penggerak dekat telinga operator.

Tabel 19. Kebisingan mesin pencacah

Perbandingan puli	Kebisingan (dB)	
	Tanpa beban	Dengan beban
1 : 1,33	88,5	90,5
1 : 3	85,6	86,8

Dari tabel diatas terlihat bahwa kebisingan mesin pencacah dengan beban lebih tinggi daripada tanpa beban. Tingkat kebisingan pada mesin pencacah ini mencapai 90,5 dB. berdasarkan SNI 7580 : 2010, persyaratan unjuk kerja mesin pencacah bahan pupuk organik Kebisingan kerja tidak boleh lebih dari 90 dB (SNI 7580:2010) pada Lampiran 13, Jika melebihi 90 dB sebaiknya operator menggunakan penutup telinga . Menurut Field (1991), kebisingan dapat memiliki efek, baik psikis dan fisiologis pada orang, kebisingan dapat mempengaruhi kinerja pekerja dan kebisingan yang berlebihan dapat menyebabkan kelelahan, gangguan, pendengaran, gangguan komunikasi, tingkat suara yang tinggi juga dapat menginduksi respon di bagian lain tumbuh, seperti sirkulasi darah yang berkurang dan meningkatkan tensi.

Tabel 20. Jenis Suara Berdasarkan Tingkat Kebisingannya.

Sound Pressure Level (db)	Sound Description
188	Apollo lift-off, close
150	Jet engine, 10 feet away
140	Pain threshold
130	Warning siren
125	Chain saw
120	Discomfort threshold
115	Max under federal law
110	Very loud music
105	Loud motorcycle or lawn mower
100	Very loud
90	Pneumatic air-hammer
85	Cockpit of light plane, heavy truck
80	Average street traffic
75	Lathe, milling machine, loud singing
70	Vacuum cleaner, dishwasher
65	Average radio, noisy restaurant
60	Annoying
50	Normal conversation, air conditioner
40	Light traffic, average office
30	Library, quiet office
20	Quiet room in home, audible whisper
10	Barely detectable
	Electric clock, faint whisper
	Rustle of leaves

4.4 Analisis Ekonomi

4.4.1 Biaya pokok alat pencacah

Biaya pokok adalah biaya yang diperlukan suatu alat untuk menghasilkan satu unit *output*. Biaya pokok terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap (Mulyadi, 2005).

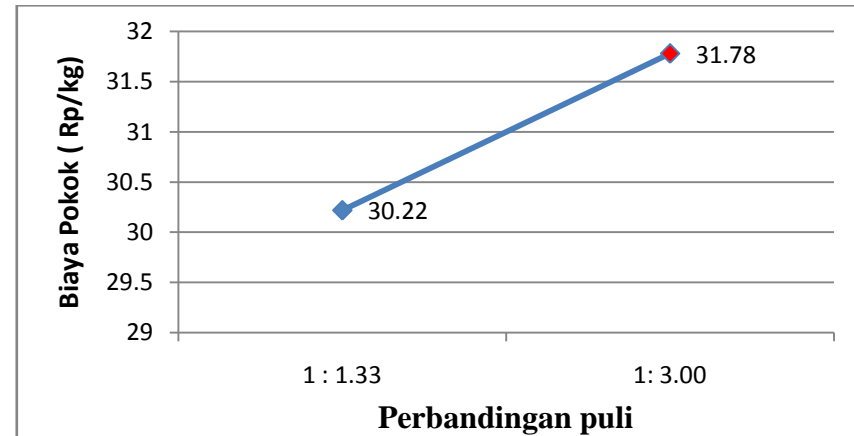
Dari hasil perhitungan yang dapat dilihat pada lampiran maka didapatkan biaya pokok seperti pada tabel 21.

Tabel 21. Biaya pokok alat pencacah

Perbandingan puli	Biaya Pokok Pencacahan (Rp/kg)
1 : 1,33	30,22
1 : 3	31,78

Tabel 19 menjelaskan bahwa biaya pokok pencacahan pada perbandingan puli 1 : 1,33 adalah Rp. 30,22 /kg sedangkan pada perbandingan puli 1 : 3 adalah Rp. 31,78 /kg. Adapun faktor yang mempengaruhi besar atau kecilnya biaya pokok pencacahan adalah jumlah konsumsi bahan bakar per jam dan kapasitas pencacahan mesin pencacah

tersebut. Grafik Biaya Pokok alat pencacah dapat dilihat pada gambar 11 dan perhitungannya pada lampiran 10.



Gambar 11. Biaya Pokok Alat Pencacah

4.4.2 Break Event Point atau Titik Impas

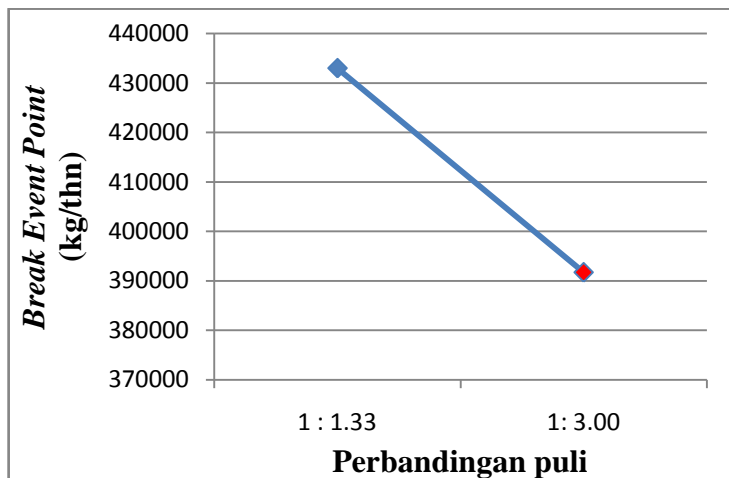
BEP (*break event point*) atau titik impas adalah suatu titik pada kondisi dimana hasil usaha yang diperoleh sama dengan modal yang dikeluarkan. Artinya pada kondisi ini usaha yang dijalankan tidak mendapat keuntungan tetapi juga tidak mengalami kerugian. Dari hasil perhitungan didapatkan *break event point* seperti pada tabel 22.

Tabel 22. Break Event Point

Perbandingan puli	Break Event Point (kg/tahun)
1 : 1,33	432.958
1 : 3	391.702

Tabel 22 menjelaskan bahwa *break event point* pada perbandingan puli

1 : 1,33 adalah 432.958 kg/tahun, sedangkan pada perbandingan puli 1 : 3 adalah 391.702 kg/tahun. Faktor yang mempengaruhi besar atau rendahnya *break event point* ini adalah biaya tetap, biaya pokok, biaya tidak tetap dan kapasitas alat. Perhitungan *break even point* dapat dilihat pada lampiran 10. Grafik *break event point* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Break Event Point

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Kapasitas kerja efektif yang terbesar adalah pada perbandingan puli 1 : 1,33 yaitu 529,27 kg/jam. sedangkan pada perbandingan puli 1 : 1,3 yaitu 447,47 kg/jam. Sedangkan persentase mutu hasil pencacahan yang panjang cacahannya < 50 mm pada perbandingan puli 1 : 1,33 adalah 93 % dan perbandingan puli 1 : 3 adalah 89,3 %.
2. Biaya pokok pencacahan pada perbandingan puli 1 : 1,33 yaitu Rp.30,22/kg dan perbandingan puli 1 : 3 yaitu Rp.31,78/kg.

5.2 Saran

Jika alat ini digunakan untuk pelepah sawit, maka sebaiknya kita mengganti komponen pelempar pada *outlet* mesin pencacah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, Dian. 2010. *Modifikasi Alat Pencacah Pelepah Kelapa Sawit Menjadi Alat Pencacah Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Padang[skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Adalad.
- Sembiring, Bagem. *Warta Puslitbangbun* Vol.13 No. 2, Agustus 2007
- Departemen Pertanian. 2006. *Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit*. Jakarta.
- Departemen Pertanian. 2012 . *Potensi Kelapa Sawit di Sumatera Barat*. Jakarta.
- Fauzi, Yan, I. S. Wibawa, R. Hartono dan Erna. Widyastuti.2002.*Kelapa Sawit Budidaya Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran*.Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hanafi, Nevy Diana.2004. *Perlakuan Silase dan Amoniasi Daun Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Pakan Domba*.Medan [skripsi]. Fakultas Peternakan.Universitas Sumatera Utara.
- Hardjosentono, M., Wijato, E. Rachlan, I. W. Badra, dan R. D. Tarmana. 2000. *Mesin – Mesin Pertanian*. Cetakan ketiga belas. PT Bumi Aksara. Jakarta.
- Henderson, S.M. and R. L. Perry. 1998. *Agricultural Process Engineering*. Third Edition. The AVI Publishing Company, Ins Wertport USA.
- Indiani, Yovita Hety. 2002. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Indriyati. 2008. *Potensi limbah industri kelapa sawit di indonesia*. <http://jurnal.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/410893103.pdf> [22 Agustus 2011]
- Ismail, I. 1987. *Peranan Bioearth Terhadap Status Hara Makro, Sifat-Sifat Tanah, Pertumbuhan, Dan Bobot Kering Tanaman tebu Pada Berbagai Ketebalan Lapisan Tanah Atas*. Buletin Agronomi, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor.
- Mott, Robert L. 2007. *Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis*.

Andi
Yogyakarta.

Muhson “*Bab II dasar teori*”<http://ebookbrowse.com/bab-ii-edit-baru-muhson-doc-d55863158>. [22 Agustus 2011].

Mulyadi. 2005. *Akuntansi Biaya*, edisi ke-6. STIE YKPN. Yogyakarta.

Murbandono, L. 2002. *Membuat Kompos*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Nasirwan. 2009. *Rancang Bangun dan Analisis Mesin Perajang Pelepah Sawit untuk Pakan Ternak*. (Tesis). Padang. Program Pasca Sarjana. Universitas Andalas. 103 hal.

Novyanto, Okasatrio. 2007. *Mengenal Motor Bakar*.
<http://okasatria.blogspot.com>
[22 Agustus 2011].

Rahayu, Arie. 2011. *Biaya Tetap vs. Biaya Variabel*. Salemba Empat. Jakarta.

Riyanto, S. 1995. *Perbaikan Produktivitas Tanah Dan Tanaman Tebu Melalui Pemanfaatan Compos Casting*. Makalah Dalam Kongres HITI di Jakarta, 12-15 Desember 1995.

Santosa, 2010. *Evaluasi Finansial untuk Manager dengan Software Komputer*. Penerbit IPB Press. Bogor

Sitohang, Bediknitus. 2010. *Kelapa Sawit*. <http://www.ideelok.com>
[29 april 2011].

SNI:7580-2010 (2010), *Mesin Pencacah bahan pupuk organik – syarat mutu dan metode uji*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

Sofian, 2007. *Sukses Membuat Kompos dari Sampah*. Agromedia Pustaka. Jakarta.

Supriyono. 2000. *Akuntansi Biaya*, Buku 1, edisi dua. BPFE. Yogyakarta.

Sutedjo, Mul Mulyani. 1994. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. PT Rineka Cipta. Jakarta.

Syarief, Atjeng M. dan Ervan Adi Nugroho. 1989. *Teknik Pengolahan Hasil Pertanian Pangan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. IPB.

Toharisman, A. 1991. *Potensi Dan Pemanfaatan Limbah Industri Gula Sebagai Sumber Bahan Organik Tanah*.

Yulianto, Agusman. 2010. *Produk Samping Tanaman Dan Pengolahan Buah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Dasar Pakan Komplit Untuk*

Ternak Sapi. [<http://uwityangyoyo.wordpress.com/2010/01/>]. [29 april 2011].