

PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN MESIN PENGHAANCUR SAMPAH ORGANIK MODEL PISAU PUTAR (*ROTARY*)

Dwi Djumhariyanto ¹, Ririn Endah Badriani ²

ABSTRACT

This design to make the organic garbage crusher machine which its structure can be made easy and cheap by society, and can be operated simply, moved by diesel engine 8 hp own the ability can can break the permanent organic garbage upon which compost. This activity divisible in 2 solution framework that is technical solution framework and solution non technical. Technical Approach: approach to society of orchard Krajan Barat by attending method/machine to processes and dissociate the garbage type so that heaping sum up the deductible garbage. Approach of non technical: approach to citizen by guiding and growing to develop the society awareness about its important keep cleaning environmental and sanitasi.

From final this activity inferential that: making of organic garbage crusher machine earn the especial problems faced by group society orchard of Krajan Barat town Jelbuk Jember. Making of enforceable organic garbage Machine better as according to time plan which have been determined, Especial problems partner concerning garbage processing with the this machine attendance expected depending to on duty deductible town Jelbuk hygiene and created society of self manage garbage. Result from this garbage processing machine in the form organic garbage upon which compost of the size 2-3 cm and organic garbage process become the compost used by farmer group, so that indirectly can improve the earnings of society of orchard Krajan Barat and permeating new labour.

Keyword: crusher, organic garbage and compost.

PENDAHULUAN

Sampah perkotaan merupakan salah satu permasalahan kompleks yang dihadapi oleh negara-negara berkembang. Kota-kota besar bahkan ibukota negara dari seluruh negara berkembang mengalami persoalan yang sama yaitu pengelolaan sampah. Sistem pengumpulan yang tidak tuntas, kurangnya alat angkut sampah, kurangnya fasilitas-fasilitas pendukung dan terbatasnya kapasitas tempat pengolahan akhir sampah (TPA) menjadi permasalahan yang khas. Permasalahan sampah tidak hanya bersifat teknis, tetapi menyangkut pada aspek-aspek lain khususnya sosial dan budaya. (Azwar, 2001)

Permasalahan lain dari cara penanganan sampah yang kurang baik antara lain tidak dimanfaatkannya sampah organik secara maksimal, padahal di dalamnya terkandung potensi ekonomi yang menguntungkan, yaitu bisa dijadikan kompos. Disamping itu didalam sampah termapur ada material plastik logam besi dan logam non ferous yang biasanya oleh masyarakat langsung dibuang bercampur dengan sampah, padahal bila sampah tersebut dikelola akan berpotensi ekonomi. Untuk itu perlu kiranya ditumbuhkan kesadaran masyarakat akan pentingnya penanganan sampah dengan baik dimulai dari rumah tangga hingga lingkungan RT, RW, kelurahan atau kecamatan. Dengan demikian kegiatan sosialisasi melalui penyebar luasan informasi, pelatihan dan penyuluhan kepada masyarakat haruslah dibuat secara terprogram dengan terpadu. (Liputan6.com).

Di dusun Krajan Barat kota Jelbuk Jember merupakan wilayah dengan tingkat kepadatan penduduk yaitu antara 8000 – 15000 jiwa/km² dengan luas wilayah 99.33 km². dan tingkat kepadatan penduduk 5251 jiwa/km².

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember

Pada dusun ini terdapat 3 buah RW dan 10 RT. Kegiatan pengabdian dilakukan pada RW I yang memiliki 3 buah RT, hal ini karena pada RW ini jumlah penduduknya yang paling banyak dibanding dengan RW lain. Pada RW I ini terdapat 97 kepala keluarga dengan perincian 34 KK pada RT 1, 32 KK pada RT 2 dan 31 KK pada RT 3. (Survey, Maret 2014)

Dari 97 kepala keluarga ini didapatkan volume sampah setiap hari sebesar 1200 kg atau 36 ton setiap bulannya. Penanganan sampah dilingkungan ini dilakukan oleh dinas kebersihan dan pertanaman (DKP) kota Jelbuk. Namun penanganan yang dilakukan oleh DKP belum optimal karena terkendala jumlah armada pengangkut sampah, akhirnya jumlah sampah sampai menumpuk sehari-hari yang mengakibatkan bau busuk yang menyengat. Warga biasanya membuang sampah ke sungai dan lahan kosong disekitarnya. Akhir-akhir ini ada warga yang terserang penyakit karena sanitasi yang kurang diperhatikan, selain itu ada petani yang protes akibat saluran irigasi untuk lahan pertanian tersumbat akibat pembuangan sampah. Untuk menjamin tingkat kualitas lingkungan dan sanitasi tetap terpelihara serta kelancaran irigasi para petani, maka perlu dibuatkan mesin pengolah sampah dengan sistem penghancur dan pemisah jenis sampah. Sehingga tingkat kualitas lingkungan tetap terjaga dan tidak mengganggu saluran irigasi para petani.

Sehingga untuk lebih menjaga tingkat kualitas lingkungan dan kelancaran irigasi petani di dusun Krajan Barat kota Jelbuk maka perlu pembinaan dalam bidang pengolahan sampah dengan penggunaan teknologi tepat guna yang cocok diterapkan setingkat dusun. Serta perlunya peningkatan sumber daya manusia yang akan mampu mengelola manajemen sampah. Berdasarkan permasalahan yang ada maka sudah sepantasnya untuk segera mengambil tindakan berupa kegiatan yang membantu masalah sampah yang dihadapi oleh warga dusun Krajan Barat kota Jelbuk. Lokasi Dusun Krajan Barat, Kota Jelbuk, Kabupaten Jember berada diujung utara kabupaten Jember, jika diukur dari Universitas Jember lebih kurang berjarak 30 km kearah utara. Dusun ini terdapat 3 buah RW dan 10 buah RT berpenduduk 97 kepala keluarga dan ditengah dusun ini terdapat sungai tempat saluran irigasi para petani sekaligus tempat pembuangan sampah penduduk wilayah ini.

Untuk mendapatkan data dari masyarakat dusun Krajan Barat dilakukan survei terhadap responden. Survei dilakukan dalam rangka mendapatkan gambaran secara langsung keadaan saat ini (existing condition) pada RW I dusun Krajan Barat kota Jelbuk. Wawancara dilakukan menggunakan daftar pertanyaan yang sudah disiapkan. Informasi yang dikumpulkan dari responden mencakup umur, jenis kelamin, jumlah anggota keluarga, tingkat pendidikan, jumlah anggota keluarga, jenis sampah yang diproduksi dan cara membuang sampah. Karena itu diperlukan suatu kegiatan untuk membantu menyelesaikan permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat Dusun Krajan Barat Kota Jelbuk, berupa pembuatan mesin pengolah sampah dengan sistem penghancur dan pemisah jenis sampah. Sehingga dengan keberadaan mesin pengolah sampah ini akan tercipta masyarakat swakelola sampah sehingga dapat menjaga kelestarian lingkungan dan ketergantungan terhadap petugas DKP dapat dikurangi. Disamping itu juga dengan mesin ini akan menambah pendapatan masyarakat sekitar dari hasil penjualan pengomposan sampah dan pemisahan sampah besi/plastik/logam nonferous yang masih bernilai jual cukup tinggi sehingga dapat membuka lapangan kerja baru.

TINJAUAN PUSTAKA

Mesin Penghancur Sampah Organik

Mesin penghancur sampah organik dibuat dengan menggunakan penggerak motor diesel. Prinsip kerja alat ini yaitu sebagai berikut Motor dihidupkan lalu putaran yang dihasilkan oleh motor ditransmisikan pulley yang terdapat pada poros yang langsung menggerakkan pisau penghancur. Sampah yang dimasukan ke dalam mesin ini akan dicacah oleh pisau penghancur yang terdapat didalam drum penghancur. Setelah sampah dihancurkan, serpihan atau butiran sampah akan keluar melalui lubang tempat keluarnya serpihan atau butiran sampah dengan ukuran 5 mm sampai 2 mm.

Perencanaan Daya

Daya diperlukan untuk menggerakkan poros. Dimana besarnya tergantung kapasitas mesin. Dalam proses mencacah sampah ini menggunakan tenaga penggerak yaitu motor listrik. Daya yang direncanakan dihitung menurut persamaan-persamaan berikut:

- a. Torsi yang terjadi (Sularso, 2002):

$$T = F \cdot r$$

Keterangan:

T = Torsi (kg.mm)

F = Gaya yang terjadi (kg)

r = Jari-jari dudukan pisau (mm)

- b. Daya yang diperlukan untuk mencacah sampah (Sularso, 2002):

$$P = \frac{(T/1000)(2\pi.n_2/60)}{102}$$

Keterangan:

P = Daya nominal input poros (kW)

T = Torsi pencacah sampah (kg.mm)

n₂ = Putaran poros (rpm)

- c. Untuk menjaga keamanan maka daya dikalikan faktor koreksi (f_c) sehingga didapat daya rencana (Sularso, 2002):

$$P_d = f_c \cdot P$$

Keterangan:

P_d = Daya Rencana (kW)

f_c = Faktor koreksi daya yang ditransmisikan

1,2 – 2,0 : Untuk daya rata-rata yang diperlukan

0,8 – 1,2 : Daya maksimum yang diperlukan

1,0 – 1,5 : Daya yang di transmisikan

Perencanaan pulley

Pulley merupakan salah satu bagian dari mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya dari motor untuk menggerakkan alat tujuan, ukuran perbandingan pulley dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Antara pulley penggerak dan pulley yang digerakan, dihubungkan dengan sabuk V sebagai penyalur daya dari motor penggerak.

- a. Gaya pada pulley

Gaya pada pulley yang bekerja yaitu akibat tegangan dari sabuk dan berat pulley itu sendiri. Tegangan sisi tarik sabuk (T₁) dapat dicari dengan rumus (Khurmi, 1984):

$$T_1 = T - T_c$$

Tegangan maksimum sabuk (Khurmi, 1984):

$$T = f \times a$$

Tegangan sentrifugal antara sabuk dengan pulley (Khurmi, 1984):

$$T_c = \frac{W \times V^2}{G}$$

Keterangan:

T = Tegangan maksimum sabuk (kg.mm)

T_c = Tegangan sentrifugal antara sabuk dengan pulley (kg)

f = Kekuatan tarik sabuk (kg.cm²)

a = Luas penampang sabuk (cm²)

W = Berat persatuan panjang (kg/m)

V = Kecepatan keliling sabuk (m/s)

- b. Tegangan sabuk pada sisi kendur (T₂) dapat dicari dengan rumus (Khurmi, 1984):

$$2,3 \log T_1 = \mu \cdot \theta \cos ec \alpha$$

Keterangan:

T_2 = Tegangan sabuk sisi kedor (kg)

μ = Koefisien gesek antara sabuk dengan pulley

Perencanaan bantalan

Bantalan digunakan untuk menumpu poros berbeban. Penggunaan bantalan disesuaikan dengan beban yang bekerja pada poros tersebut, sehingga poros dapat bekerja dengan baik dan pemakaian bantalan tahan lama. Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Berdasarkan gerak bantalan terhadap poros
 - a. Bantalan luncur
 - b. Bantalan gelinding
2. Berdasarkan arah beban terhadap poros
 - a. Bantalan radial
 - b. Bantalan aksial

METODOLOGI PENELITIAN

Perancangan dan Pengembangan

Setelah melakukan pencarian data dan pembuatan konsep yang didapat dari literatur studi kepustakaan serta dari hasil survey, maka dapat direncanakan elemen-elemen mesin (bagian dinamis) dari perancangan dan pembuatan mesin pencacah sampah organik. Perencanaan dan Perancangan merupakan langkah awal dari pembuatan mesin, perencanaan pembuatan mesin ini harus dilakukan dengan benar agar mesin yang dibuat nanti dapat bekerja secara maksimal, perencanaan yang dilakukan meliputi:

1. Perencanaan daya;
2. Perencanaan kapasitas;
3. Perencanaan pisau pencacah;
4. Perencanaan pulley dan sabuk-v;
5. Perencanaan poros dan pasak;
6. Perencanaan bantalan.

Proses Pembuatan

Proses pembuatan dilakukan setelah semua proses perencanaan dan perancangan selesai.

1. Pembuatan poros
2. Pembuatan pisau pencacah

Pisau pencacah dibuat dari pelat dengan panjang 160mm. Untukudukan pisau juga dibuat dari pelat berbentuk tabung dengan diameter 250 mm dan panjang 500 mm.

Proses Perakitan

Proses perakitan dilakukan setelah proses pembuatan (permesinan) selesai, sehingga akan membentuk "Mesin Pencacah Sampah". Proses perakitan bagian-bagian mesin pencacah sampah meliputi:

1. Memasang bantalan pada rangka;
2. Memasang pisau pencacah pada poros;
3. Memasang bodi penutup pencacah;
4. Memasang poros pada bantalan;
5. Memasang pulley pada poros;
6. Memasang motor sekaligus pulley motor;
7. Mengatur jarak pulley motor dengan pulley poros;
8. Memasang sabuk-V.

Pengujian Mesin

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah mesin pencacah sampah dapat bekerja dengan baik. Hal-hal yang dilakukan dalam pengujian alat sebagai berikut:

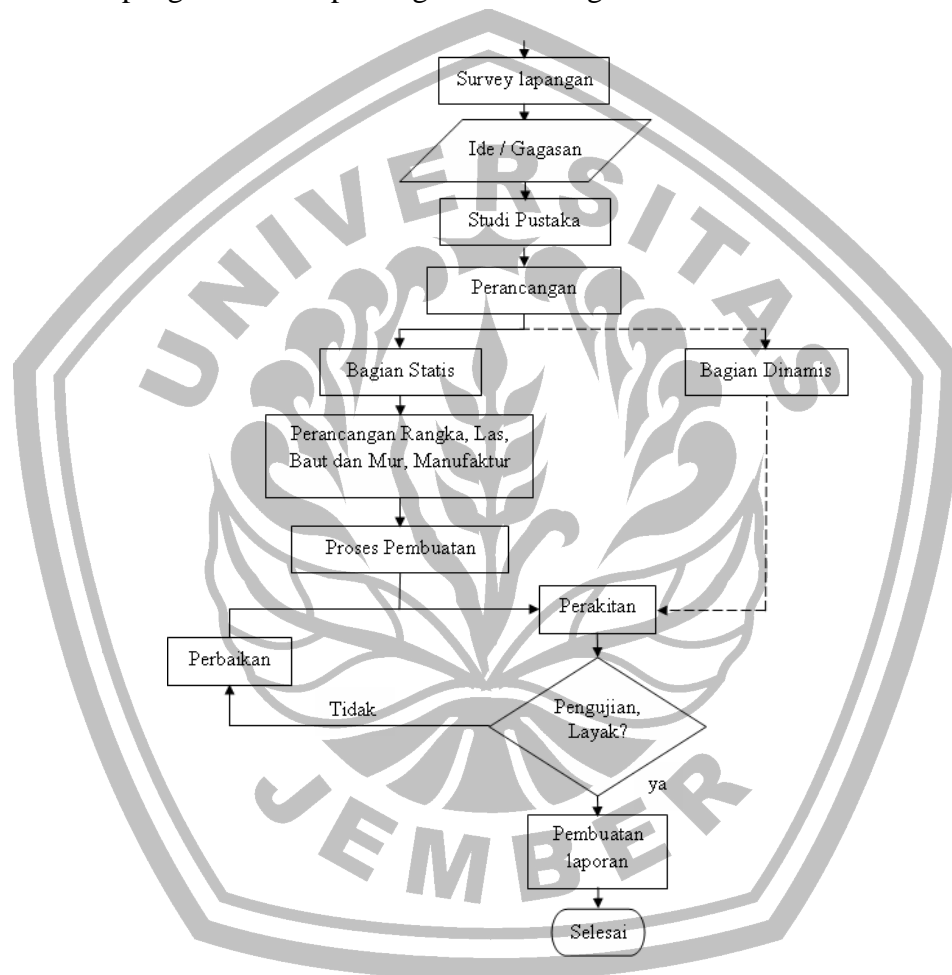
1. Melihat apakah elemen mesin bekerja dengan baik;
2. Melihat apakah baut pengikat elemen mesin tidak lepas, tidak mengendor, dan tidak putus;
3. Mengukur waktu untuk pencacahan;
4. Melihat hasil pencacahan.

Penyempurnaan Mesin

Penyempurnaan mesin ini dilakukan apabila tahap pengujian alat terdapat masalah atau kekurangan, sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik sesuai prosedur, tujuan dan perencanaan yang dilakukan.

Diagram Alir Pembuatan Mesin

Pembuatan mesin penghancur sampah organik ini mengikuti alur berikut:



HASIL DAN PEMBAHASAN

Suatu mesin pengolah sampah yang dapat menghancurkan sampah organik direncanakan memiliki kapasitas 1200 kg/ 8 jam. Mesin pengolah sampah ini mempunyai keunggulan: menggunakan teknologi sederhana, dapat dioperasikan cukup 2 orang, ekonomis dan perawatannya yang mudah.

Mesin penghancur sampah ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

1. Panjang x lebar x tinggi = 1.5 x 1.25 x 1.25 meter.
2. Kapasitas pengolahan sampah = 1200 kg / 8 jam kerja.
3. Menggunakan penggerak mesin diesel dengan daya 8 Hp untuk menggerakkan pisau putar/rotary.
4. Model penghancur sampah model rotary pisau tegak 90° dengan jumlah 30 buah.



Gambar 1. Mesin penghancur sampah organik hasil rancangan.

Hasil Perencanaan Daya

Besar gaya potong pencacah sampah (F) adalah 0,4 kg. Dengan jari jari tabung pencacah 277,5 mm. Maka torsi yang terjadi (T) adalah 320 kg.mm. Daya yang diperlukan untuk memotong sampah (P) adalah 390 W, harga faktor koreksi (f_c) adalah 0,8, maka besarnya daya yang direncanakan (P_d) adalah 630 W.

Perencanaan Kapasitas

Setelah diketahui luas penampang pisau (A) adalah 0,0016 mm², $n = 1200$ rpm kemudian menghitung volume sampah dari hasil percobaan (V) adalah 0,01413 m³. Dari volume tersebut dapat dicari massa jenis pencacah sampah (ρ) adalah 70 kg/m³, kecepatan pisau potong (V) adalah 282,6 m/menit. Maka kapasitas mesin pencacah sampah (Q) adalah 70 kg/menit.

Hasil Perencanaan Pulley dan Sabuk V-Belt

Motor yang digunakan adalah 22 HP dan kecepatan putaran motor sebesar 2200 rpm. Diameter pulley penggerak = 95 mm dan diameter pulley yang digerakkan = 180 mm, panjang sabuk yang digunakan $L = 1044$ mm. jarak sumbu poros (C) = 1226 mm. Perbandingan reduksi yang diperlukan (i) = 1,83. Dari data tersebut maka sabuk yang digunakan adalah tipe B dengan spesifikasi sebagai berikut $\alpha = 36^\circ$; $W = 16,07$; $L_0 = 12,5$; $K = 5,5$; $K_0 = 9,5$; $e = 19,0$; $f = 12,5$. (Sularso, 1997).

Perencanaan Poros dan Pasak.

Bahan poros yang akan digunakan, yaitu S30C Dengan spesifikasi kekuatan tarik (σ_B) = 48 kg/mm² berat pisau adalah 16,4 kg, berat pulley adalah 1 kg, gaya tarik pulley adalah 7,17 kg. Gaya pada $R_A = 0,97$ kg dan $R_B = 17,37$ kg.

Momen terbesar yang terjadi adalah 2336 kg dengan besar torsi (T_2) = 319,7 kg.mm. faktor keamanan (Sf_1) dan (Sf_2) yang dipakai 6 (karena menggunakan bahan S-C) dan 2,0 (karena poros diberi alur pasak) sedangkan faktor lenturan (K_m) diambil nilai sebesar 1,5 karena beban tumbukan yang terjadi besar, faktor puntiran (K_t) diambil nilai 2,0 karena terjadi kejutan/tumbukan besar, tegangan lentur yang diijinkan (τ_a) = 4 kg/mm².

Untuk merancang pasak harus mengetahui gaya tangensial (F), besarnya gaya tangensial adalah $F = 16,82$ kg. Diameter poros adalah 38 mm dengan bahan pasak S30C dengan kekuatan tarik (σ_B) = 48 kg.mm dengan faktor keamanan (Sf_1) = 6 dan (Sf_2) = 2,0. Panjang pasak (l_k) = 65 mm, lebar pasak (b) = 10 mm, dan tinggi pasak (h) = 5 mm.

Hasil Perencanaan Bantalan

Bantalan yang akan dipergunakan adalah bantalan gelinding bola sudut dalam keadaan terpasang dengan nomor bantalan jenis terbuka UC208-24, yang memiliki spesifikasi sebagai berikut: $d = 38$; $D = 80$; $B = 20$; $r = 1$.

Beban radial pada bantalan (F_r) = 17,37 kg dan beban aksial bantalan (F_a) = 0 Sehingga

faktor $X = 0,56$, $V = 1$ dan faktor $Y = 0$, karena bantalan yang digunakan adalah bantalan radial maka beban ekuivalen bantalan $9,72$ kg. Faktor kecepatan bantalan adalah $(f_n) = 0,01$, dan faktor umur bantalan adalah $(f_h) = 6,59$. Umur nominal bantalan $(L_h) = 143095,59$ jam dengan faktor keandalan umur bantalan $(L_n) = 143095,59$ jam.

Pengujian Mesin Pencacah Sampah Organik

Pengujian mesin ini dilaksanakan di laboratorium Las Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember. Adapun tujuan dari percobaan mesin adalah:

- Mengetahui unjuk kerja dari mesin pencacah sampah.
- Mengetahui hasil pencacahan.
- Mengetahui kapasitas mesin pencacah sampah.
- Mengetahui tingkat keberhasilan pencacahan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Mesin Pencacah Sampah:

Pengujian	W_1 (kg)	W_2 (kg)	t (menit)
1	1,024	0,620	1
2	0,391	0,338	1,05
3	0,618	0,549	1
4	0,522	0,495	1,6
Total	2,56	2,002	4,65

Keterangan :

W_1 = Berat sampah sebelum dimasukkan hopper (kg)

W_2 = Berat sampah yang keluar (kg)

t = Waktu pencacahan bahan (menit)

$$\begin{aligned}
 \text{Sampah yang tercacah \& keluar} &= \frac{W_2}{W_1} \times 100\% \\
 &= \frac{2,002 \text{ kg}}{2,56 \text{ kg}} \times 100\% \\
 &= 78,20\% \text{ dari berat awal}
 \end{aligned}$$

Jadi dalam setiap sekali proses, sampah yang tidak keluar $21,8\%$ atau sebesar $0,558$ kg. Kapasitas mesin $(Q) = 2,56$ kg dalam $4,65$ menit, jadi kapasitas yang diperoleh sebesar 70 kg/jam. Setelah dilakukan pengujian, besarnya kapasitas mesin sesuai dengan yang di harapkan.



Gambar 2. Hasil pemotongan sampah organik

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian mesin penghancur sampah organik, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Daya yang diperlukan untuk menghancurkan sampah organik adalah 390 W.
2. Diameter pulley penggerak 95 mm dan diameter pulley yang digerakan adalah 180 mm.
3. Bahan poros yang digunakan adalah S30C dengan kekuatan tarik (σ_B) = 48 kg/mm². Diameter poros yang digunakan 38 mm dan panjang poros 780 mm;
4. Berdasarkan hasil pengujian, prosentase sampah yang keluar 92,8 % sisanya 7,2 % atau sebesar 0,558 kg tidak keluar, hal ini terjadi dalam setiap sekali proses.
5. Kapasitas mesin penghancur sampah organik sebesar 1200 kg / 8 jam pada putaran 1400 rpm dan sampah tercacah dengan ukuran 2-3 cm.

Saran

Dalam pelaksanaan perancangan dan pembuatan mesin penghancur sampah organik ini masih terdapat hal-hal yang perlu di Jelbukrnakan, antara lain:

1. Dianjurkan untuk memberikan putaran mesin diesel yang lebih tinggi (diatas 1400 rpm) agar sampah dapat tercacah dengan cepat dan halus.
2. Dianjur pembuatan drum menggunakan bahan plat yang lebih tebal (diatas 3 mm) agar suara mesin tidak terlalu bising.

DAFTAR PUSTAKA

1. _____, 2002, *Jawa Timur Dalam Angka 2001*, BPS dan BAPPEDA Jawa Timur, Surabaya.
2. _____, 2002, *Jember Dalam Angka 2001*, BPS dan BAPPEDA Kab. Jember, Jember.
3. DKP, 2000, *Produksi Sampah di Kota Jelbuk Dijual di JTV*, Dinas Kebersihan dan Pertamanan, Jember.
4. DKP, 1998, *Harga Barang Bekas Olahan dari sampah organik dan anorganik*, Dinas Kebersihan dan Pertamanan, Jember.
5. BPS, 1999, *Konsumsi Makanan Berkemasan Pendudduk Jawa Timur*, Biro Pusat Statistik Jawa Timur, Surabaya.
6. Anonim, (1998). Mengekspor Sampah, Kenapa Tidak?, Harian Suara Pembaruan, edisi 22 Februari.
7. Anonim, (2005). Daur ulang sampah dimulai dari rumah tangga. Intisari April.
8. Hidayati, Nur. (2006). Mengelola sampah, mengelola gaya hidup. Walhi on line 11 maret.
9. Ibnu Rois, (2005). Pemanfaatan sampah organik sebagai Bahan Bakar dalam Bentuk Briket, Esai, KINas MIPA Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
10. Rochim Taufik, (2001). Proses pemesinan, Penerbit ITB.
11. Rusdiana Setyaningtyas, (2008). Pengolahan sampah organik menggunakan reaktor komos dari bahan bambu apus, Jurnal Dimensi, Unmuh Jember.
12. Sabijanto A. (2006). Pentingnya program daur ulang sampah, pikiran rakyat Online. 18 Januari
13. Sriati Japrie, (2003). Material Teknik, Universitas Indonesia, Press.
14. Sularso, (2001). Perencanaan elemen mesin, Pradnya Paramitha, Jakarta
15. Totok Dwi Kuryanto, (2007). Reduksi jumlah sampah melalui program daur ulang sampah rumah tangga, Jurnal Dimensi, Unmuh Jember.
16. Yuni Hermawan, Ary Setyawan, (2005). Design mesin penghancur sampah *portable* skala rumah tangga, Proyek Akhir mahasiswa DIII Teknik, Univ Jember, Jember.
17. Zuhail, (1999). Dasar teknik tenaga listrik, Erlangga Jakarta.