

Desain Poros Mesin Penghancur Sampah Organik Dengan Daya 1 HP

Abdul Rahman, Nurul Islami*, Asnawi, Safrizal

Mechanical Engineering, Malikussaleh University, Aceh, Indonesia

*Corresponding Author: nurulislami@unimal.ac.id, +62 813600 38586

Abstract – Pada umumnya mesin pencacah digerakkan oleh motor penggerak yang mana memiliki sistem kerja motor memutar pulley bergerak, kemudian ditransmisikan ke sistem menggunakan transmisi belt untuk memutar poros utama dimana yang terdapat pisau (cruiser) pencacah dan bantalan sebagai penyeimbang poros. Untuk menjaga supaya produksi tetap berjalan dengan baik poros harus mendapat perawatan, sehingga tidak terjadi kemacetan pada waktu produksi. Kajian ini menjelaskan perhitungan pada batang poros yang digunakan pada sistem kerja mesin pencacah limbah rumah tangga untuk kompos. Dalam perancangan poros perlu memperhatikan beberapa faktor, misalnya: kelelahan, tumbukan dan pengaruh konsentrasi tegangan bila menggunakan poros bertingkat. Bahan poros terbuat dari baja S45C (baja karbon sedang) dengan spesifikasi tegangan tarik pabrikan sebesar 569 MPa atau 58 kg/mm². Diameter poros 19 mm yang dianalisa adalah posisi tumpuan dengan panjang total poros 400 mm. putaran yang ditransmisi dari motor dan diterima poros sebesar 560 RPM, puntiran yang diterima sebesar 2,51 N.mm. Beban kerja yang diterima poros relatif beban sedang karena putaran yang tidak memiliki hentakan dari limbah organik (sayur-sayuran limbah pasar). Kekuatan poros juga akan ditentukan oleh kerja pisau penghancur yang dipasang pada pipa selubung yang melekat pada poros utama. Hasil analisa poros dengan mempertimbangkan factor keamanan, faktor koreksi dan putaran poros, maka poros dapat bekerja dengan baik dan aman.

Keywords: Sampah Organik, Mesin Pencacah, Tegangan Tarik, Poros, Beban

Pendahuluan

Menurut UU RI NO.23 Tahun 1997, Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau di masuknya makhluk hidup, zat, energy, atau komponen lain kedalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Salah satu bentuk pencemaran yang sering kita temui saat ini adalah sampah. Menurut definisi World Health Organization (1990) menyimpulkan sampah adalah sesuatu yang tidak di gunakan, tidak dipakai, tidak di senangi atau sesuatu yang di buang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya. Undang– Undang pengolahan sampah nomor 18 Tahun 2008 juga menyimpulkan sampah adalah sisa kegiatan sehari manusia atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah merupakan salah satu permasalahan yang sangat serius

di lingkungan sekitar kita. Masalah ini semakin besar akibatnya seiring dengan makin banyaknya penggunaan barang–barang yang sulit di uraikan oleh tanah. Untuk mengurangi dampak yang di timbulkan oleh sampah, maka di perlukan suatu pengolahan sampah yang cukup baik.

Dari berbagai macam jenis sampah yang masih bisa di olah atau di daur ulang, salah satunya adalah sampah organik Saat ini sampah organik telah menjadi masalah yang cukup serius bagi pencemaran khususnya bagi pencemaran lingkungan. Menurut Sudrajat (Wijayanti, 2009:6), perkiraan volume produksi sampah organik rata-rata sekitar 0,5 kg/kapita /hari dengan komposisi sampah organik sebanyak 2%, hal ini di karenakan bahan yang di gunakan dalam masyarakat adalah bahan organik. Sampah organik tersebut rata-rata sebagian besar berasal dari sisa aktifitas manusia yang berasal dari rumah tangga maupun lingkungan, semakin banyak penumpukan

limbah sampah organik akan berakibat pencemaran lingkungan dan mengganggu kesehatan manusia. Dampak yang di timbulkan oleh sampah organik sangat merugikan masyarakat, masyarakat banyak yang belum paham bagaimana cara menanggulangi sampah dengan baik, biasanya masyarakat menanggulangi limbah organik dengan cara membakarnya hal itu berdampak buruk berpotensi bahaya yang dapat di timbulkannya. Dari masalah yang di hadapi oleh masyarakat tersebut, sudah ada mesin penghancur sampah dengan kapasitas besar seperti pada gambar alat pengolah sampah organik dapat diimbangi dengan nilai jual bahan baku kompos yang dihasilkan dari alat yang dirancang. (Tarmizi, 2013)

Dengan latar belakang tersebut timbulah pemikiran pemanfaatan sampah–sampah organik, untuk di jadikan sebagai bahan dasar pupuk kompos dan disinilah perencanaan pengaplikasian konsep pemikiran proses–proses seperti Reduce (mengurangi), Reuse (menggunakan kembali), Recycle (mendaur ulang), Replace (menganti barang berpotensi sampah ke arah recycle) dan untuk menunjang langkah tersebut maka di buat suatu rancang bangun mesin penghancur sampah organik. Rancang bangun ini bertujuan untuk mengolah sampah organik dapat menjadi sesuatu yang bermanfaat (Kristianto, 2002).

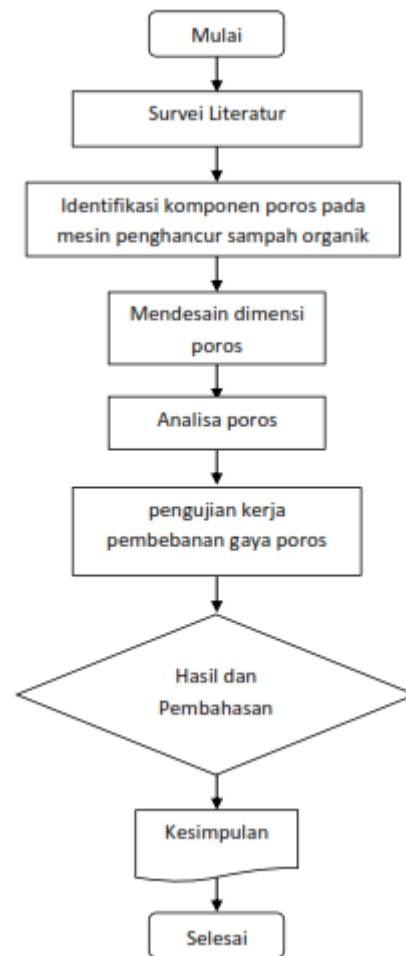
Konstruksi rancang bangun dengan tenaga penggerak dari motor penggerak listrik maupun dari motor diesel dapat disesuaikan dengan fungsi kerjanya, daya dan kapasitas yang dapat mengolah sampah organik untuk menjadi kompos. Diketahui sampah organik buah-buahan memiliki karakteristik yang lebih lunak, sehingga beban yang diterima oleh pisau pada rancangan tidak terlalu besar. Oleh karena itu dapat digunakan motor listrik yang berdaya rendah untuk menekan harga ekonomis dari beban listrik yang digunakan dan harga motor itu sendiri. Selain itu dimensi konstruksi rancangan dapat dirancang sesederhana mungkin dan menggunakan material yang murah, sehingga memiliki nilai ekonomis yang baik.

Artikel ini menganalisa desain rancangan poros mesin penghancur sampah organik yang efisien yang dapat digunakan pada motor dengan daya 1 HP.

Metode

Desain poros direncanakan berupa dari bahan baja S45C berdiameter 25 mm sepanjang 400 mm. Pada poros tersebut terdapat poros selubung (pipa) berdiameter 127 mm dari bahan baja karbon tebal 4 mm, sepanjang 250 mm. Diameter poros pada kedua dudukan bantalan adalah 19 mm. Selanjutnya putaran awal dari motor yang menggerakkan mesin penghancur limbah organik ini direncanakan 1400 rpm. Putaran motor akan ditransmisi menggunakan puli dan sabuk dan diteruskan pada puli yang lebih besar yang menggerakkan pisau penghancur

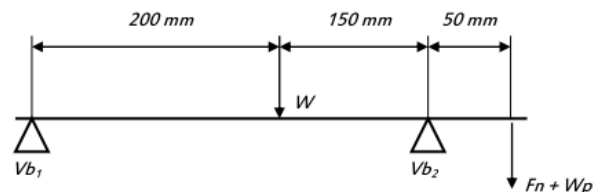
buah. Secara sistmatis desain ini diilustrasikan dalam *flowchart* pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Desain Poros

Desain dan Pembahasan

Hasil penimbangan berat poros sepanjang 400 mm adalah 1,3 kg. Bahan poros S45C diketahui kemampuan beban tegangan tarik sebesar 569 Mpa atau 58 kg/mm². Direncanakan diameter poros 19 mm dan hantaran putaran puli pada poros 560 Rpm, berat puli hasil timbang 0,2 kg. Maka dapat digambarkan diagram benda bebas pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Benda Bebas Poros

Dimana penghitungan desain dijabarkan dalam formulasi berikut ini:

$$\begin{aligned}
 W &= \text{berat poros} + \text{berat pemotongan} \\
 &= 1,3 \text{ kg} + 20 \text{ kg} = 21,3 \text{ kg} \\
 Vb_1 &= \text{beban pada bantalan 1} \\
 Vb_2 &= \text{beban pada bantalan 2} \\
 Fn &= \text{beban puli} \\
 Wp &= \text{berat puli} = 0,2 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Maka penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 (W \cdot 150 \text{ mm}) &= (Fn \cdot 50 \text{ mm}) + (Wp \cdot 50 \text{ mm}) \\
 (21,3 \text{ kg} \cdot 150 \text{ mm}) &= (Fn \cdot 50 \text{ mm}) + (0,2 \text{ kg} \cdot 50 \text{ mm}) \\
 (3195 \text{ kg}\cdot\text{mm}) &= (Fn \cdot 50 \text{ mm}) + (10 \text{ kg}\cdot\text{mm})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Fn &= \frac{35195 \text{ kg}\cdot\text{mm} - 10 \text{ kg}\cdot\text{mm}}{50 \text{ mm}} \\
 &= \frac{35185 \text{ kg}\cdot\text{mm}}{50 \text{ mm}} \\
 &= 703,7 \text{ kg}.
 \end{aligned}$$

Jika P (daya motor) adalah daya nominal output dari motor penggerak, maka faktor keamanan biasanya dapat diambil dalam perencanaan sehingga koreksi pertama dapat diambil antara $f_c = 1,2 - 2,0$. Mesin penghancur limbah organik ini dapat dikategorikan sebagai konstruksi yang mempunyai operasi beban berat, sehingga didalam perhitungannya perlu dipertimbangkan faktor koreksi (f_c) untuk daya yang bekerja dan pada analisa poros ini ditentukan $f_c = 2$. Sehingga:

$$\begin{aligned}
 Pd &= f_c \cdot P \\
 &= 2 \cdot 0,746 \text{ kW} \\
 &= 1,5 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya menghitung momen puntir dan tegangan geser rencana pada poros, dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 T &= 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n_1} \\
 &= \frac{97400 \times 1,5}{560} \\
 &= \frac{146100}{560} \\
 &= 260,893 \text{ kg}\cdot\text{mm}
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 \tau_a &= \frac{\tau B}{Sf_1 \times Sf_2} \\
 &= \frac{58}{5 \times 2} \\
 &= 5,8 \text{ kg}/\text{mm}^2
 \end{aligned}$$

Faktor koreksi yang ditinjau dari keadaan momen puntir dinyatakan dengan K_t dan pada perencanaan ini ditetapkan 2. Kemudian nilai faktor koreksi momen lentur mempunyai ketentuan yaitu untuk poros yang berputar dengan pembebanan momen lentur tetap, besarnya faktor $K_m = 1,5$. Maka dihitung nilai defleksi putaran poros (ϑ).

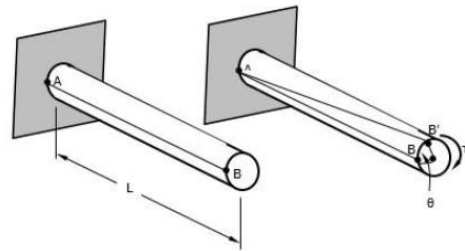
$$\begin{aligned}
 \vartheta &= 584 \frac{TL}{Gds^4} \\
 &= 584 \frac{260,892 \cdot 400}{8300 \times 19^4} \\
 &= 0,056 \text{ mm}.
 \end{aligned}$$

Jadi, terjadi defleksi atau lenturan pada poros yang relatif kecil sebesar 0,056 mm untuk kerja pada putaran 560 Rpm.

Selanjutnya dihitung diameter poros (ds):

$$\begin{aligned}
 ds^3 &= \left[\frac{5,1}{\omega} K_{cb} T \right]^{1/3} \\
 &= \left[\frac{5,1}{5,8} 2.1.5.260,893 \right]^{1/3} \\
 &= (688,218)^{1/3} \\
 &= \sqrt[3]{688,218} \\
 &= 26,23 \text{ mm}.
 \end{aligned}$$

Torsi atau gaya putar berkenaan dengan pembebanan momen puntir, pembebanan ini lazimnya terjadi pada poros transmisi. Batang yang terkena beban torsi akan terdeformasi ke arah lateral, sehingga batang seolah-olah terpuntir.



Gambar 3. Batang yang terkena beban torsi (a) sebelum menerima beban torsi, dan (b) setelah menerima beban torsi.

Besarnya sudut puntiran (θ) berbanding lurus dengan besarnya torsi (T) dan panjang batang (L), serta berbanding terbalik dengan Inersia Polar (J) dan Modulus Geser (G), sehingga:

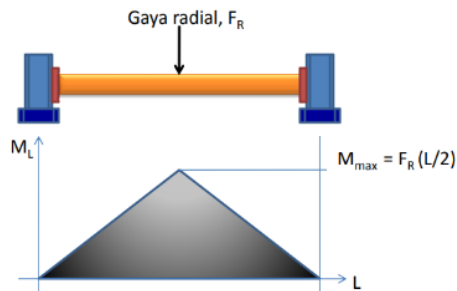
$$\begin{aligned}
 \theta &= \frac{TL}{GJ} \\
 J &= \frac{260,893 \cdot 400}{8300 \times 0,56} \\
 &= 22,452 \text{ kg}\cdot\text{mm}
 \end{aligned}$$

Selain batang mengalami deformasi dan terpuntir sejauh θ , batang yang terkena beban puntir akan mengalami tegangan. Tegangan karena beban puntir ini termasuk tegangan geser. Tegangan geser ini mulai dari angka nol pada sumbu utama dan semakin besar dengan bertambahnya jari-jari batang. Tegangan geser maksimum terjadi pada jari-jari terluar. Tegangan geser poros dapat dihitung sebagai:

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{\pi}{16} \times \tau \times d^3 \\
 \tau &= \frac{16 \times T}{\pi \times d^3} \\
 &= \frac{16 \times 260,89}{3,14 \times 19^3} \\
 &= 0,94 \text{ kg}/\text{mm}^2.
 \end{aligned}$$

Gaya radial statik yang terjadi pada poros disebabkan oleh berat poros tersebut. Gaya yang bekerja tegak lurus dengan sumbu adalah gaya radial seperti pada Gambar 4. Untuk mendapatkan distribusi momen lentur maka dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned}
 M_L &= F_R \times L \\
 &= 24,65 \times 10^7 \text{ kg/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \\
 &= 98,6 \times 10^9 \text{ kg/mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. Gaya Radial pada poros

Momen inersia (I) untuk penampang lingkaran poros, adalah:

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\pi \cdot d^4}{64} \\
 &= \frac{3,14 \cdot 130321}{64} \\
 &= 6393,87 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Sehingga besaran tegangan normal akibat momen lentur, adalah:

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{M_L \cdot c}{I} \\
 &= \frac{98,6 \times 10^9 \cdot 12,5}{19165} \\
 &= 64 \times 10^6 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Selanjutnya tegangan normal akan mencapai harga maksimum di bagian permukaan ($c = \text{maks}$) dan besarnya adalah:

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{32 \cdot M_L}{\pi \cdot d^3} \\
 &= \frac{32 \cdot 98,6 \times 10^9}{3,14 \cdot 15625} \\
 &= 64 \times 10^5 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$



Gambar 5. Distribusi tegangan normal pada poros

Setelah menghitung karakteristik poros yang digunakan pada mesin penghancur limbah organik ini, bahan poros yang digunakan adalah jenis S45C dengan spesifikasi tegangan tarik pabrikan sebesar 569 MPa atau 58 kg/mm². Diameter poros 19 mm yang dianalisa adalah posisi tumpuan dengan panjang total poros 400 mm. putaran yang ditransmisi dari motor dan diterima poros sebesar 560 Rpm, puntiran yang diterima sebesar 2609 kg.mm.

Setelah putaran yang diterima poros telah direduksi dari putaran 1400 rpm menjadi 560 rpm, kemudian beban kerja yang diterima poros relatif beban sedang

karena putaran yang tidak memiliki hentakan dari limbah organik (sayur-sayuran limbah pasar). Kekuatan poros juga akan ditentukan oleh kerja pisau penghancur yang dipasang pada pipa selubung yang melekat pada poros utama.

Hasil analisa poros dengan mempertimbangkan factor keamanan, factor koreksi dan putaran poros, maka poros dapat bekerja dengan baik dan aman.

Kesimpulan

Langkah perencanaan poros dapat dihitung dan dianalisa dengan memperhatikan proses pembebanan pada poros itu sendiri dan juga menentukan putaran yang bekerja pada poros setelah transmisi putaran dari motor penggerak. Analisa dan perhitungan tersebut setelah dihitung dapat ditabelkan sebagai spesifikasi kerja poros yang digunakan pada mesin penghancur limbah organik.

Pengukuran atau merencanakan komponen lain pada rancangan ini dengan menentukan motor listrik sebagai penggerak berdaya 1 HP (0,746 kW), kemudian menggunakan transmisi puli dan sabuk dengan perbandingan putaran rasio 2,5 (mereduksi putaran motor 1400 Rpm menjadi putaran 560 rpm), hal ini untuk menghasilkan putaran yang relative tidak terlalu kencang sehingga penggunaan poros utama pada mesin penghancur sampah organik ini dapat bekerja normal dan aman dengan meredam hentakan yang terjadi pada proses penghancuran sampah organik.

References

- Amstead BH, Ostwald F. Phillip, 1995. Teknologi Mekanik. Penerbit Erlangga, Jakarta
- E.P. Popov, (1984) Mekanika Teknik, Erlangga Jakarta
- E. Shigley Joseph, (1999) Perencanaan Teknik Mesin, Erlangga Jakarta
- Hari Amanto dan Daryanto, (1999). Ilmu Bahan. Erlangga Jakarta
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2003, Revisi Standar Nasional Indonesia (SNI) 03 – 3242 -1994 tentang Pengelolaan Sampah di Permukiman, Jakarta
- G. Niemann.,(1999), Elemen Mesin, Jilid 1, Edisi Kedua, alih bahasa: Anton Budiman., Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sularso, Kiyohatsu Suga, (2002) Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Pradnya Paramita Jakarta
- Tata Surdia dan Shindroku Saito, (1999). Pengetahuan Bahan Teknik. Pradnya Paramita, Jakarta
- Teguh Wikan Widodo, (2009) Teori dan Konstruksi Instalasi Biogas, BPPM Pertanian Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian, Serpong
- Taufik Hidayah, (2016), Perancangan dan Pembuatan Pencetak Briket dari Bahan Serbuk Kayu, Universitas Jember
- Waryono, dkk (2012), Analisa Media Pendingin Kapur Pada Proses Tempering Terhadap Sifat Fisis Pada Poros S 45 C, Jurnal Sintek Vol 7 No. 2 Universitas Muhammadiyah, Jakarta