

PERANCANGAN MESIN ORGANIC BIN RECYCLER DENGAN BIOAKTIVATOR UNTUK MENGHASILKAN PUPUK KOMPOS

DESIGN OF AN ORGANIC BIN RECYCLER MACHINE WITH BIOACTIVATOR TO PRODUCE COMPOST FERTILIZER

Aidil zamri^{1*}

Politeknik Negeri Padang, Teknik Mesin, Kampus Limau Manis 25164, Padang, Indonesia
Telp: 0751-72590, Fax: 0751-72576

Email: zamriaidil@gmail.com

ABSTRACT

The Organic Bin Recycler machine is designed on a small scale to be placed in the kitchen and functions as a special trash can for organic waste. The design of this machine aims to reduce the problems related to the disposal of organic food waste and kitchen waste, reduce environmental pollution, and to produce compost. Composting in this machine is done by adding a bioactivator. The design is carried out with the catia v5 software in accordance with the calculations that have been done. The machine has two main components, the organic waste crusher, and the waste stirring component. The crusher uses an electric motor with a power of 0.75 kW or 1 Hp with a rotation of 1400 rpm. The stirring component uses a motor with a power of 0.18 kW or 0.245 Hp and a rotation of 1400 rpm which is reduced to 30 rpm using a 1:20 reducer gearbox. The transmission system used is a belt and pulley transmission.

Keywords: organic waste, bioactivator, design, crusher, stirring.

I. PENDAHULUAN

Permasalahan sampah di Indonesia sudah menjadi mimpi buruk bangsa ini. Pengelolaan sampah menjadi masalah seiring meningkatnya jumlah penduduk. Faktor yang mempengaruhi jumlah sampah selain aktivitas penduduk antara lain adalah: jumlah atau kepadatan penduduk, sistem pengelolaan sampah, keadaan geografi, musim dan waktu, kebiasaan penduduk, teknologi, serta tingkat sosial ekonomi [1].

Selama bertahun-tahun sampah menjadi penyebab tidak seimbangnya lingkungan hidup mulai dari sampah daun, sampah plastik, dan berbagai jenis sampah lainnya. Selain sampah plastik, sampah organik juga menyebabkan masalah yang tak kalah merepotkan. Sebagian besar penyebab kerusakan lingkungan dari sampah organik adalah sampah sisa makanan (*food waste*).

Food and Agricultur Organization menyatakan bahwa sepertiga makanan yang diproduksi yakni sebesar 1,3 miliar ton merupakan *food waste*. Sementara World Hunger News menyatakan dari 7,6 miliar orang, terdapat setidaknya 815 juta orang yang kelaparan. The economist intelligence unit menyatakan Di Indonesia sendiri tercatat bahwa per orang menghasilkan sebesar 300 kg *food waste* setiap tahunnya, hal inilah yang akhirnya menjadikan Indonesia sebagai negara dengan *food waste* terbesar kedua di dunia setelah Arab Saudi [2].

Jessop, Sparks, dan Graham-Rowe menjelaskan *food waste* berkontribusi menghasilkan gas metana dimana gas ini berpotensi sebagai gas rumah kaca, meningkatkan pemanasan global 34 kali lebih banyak dibandingkan dengan gas karbon dioksida, permintaan tinggi pada lahan pertanian yang harus membabat pohon-pohon di hutan, dan membuang-buang sumber persediaan air yang tersedia. Jessop, Sparks, dan Graham-Rowe juga menjelaskan bahwa dari aspek sosial, *food waste* dapat menyebabkan terjadinya peningkatan harga pangan, makanan menjadi sulit didapat terutama pada kaum miskin sehingga terjadinya gizi buruk. Sedangkan dari aspek ekonomi yaitu terjadinya pemborosan uang terutama bila makanan itu tidak dikonsumsi lalu dibuang begitu saja [3].

Rusaknya lingkungan disebabkan oleh sampah yang ditumpuk terlalu lama di tempat pembuangan sampah. Sampah-sampah ini tak kunjung mendapat penanganan berarti sehingga menyebabkan rusaknya lingkungan dan estetika di sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Selain di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), tumpukan sampah juga mudah ditemui di banyak tempat. Bahkan ada masyarakat yang menjadikan pinggir jalan atau tempat-tempat tertentu sebagai tempat pembuangan sampah sementara yang merupakan tempat pembuangan sampah ilegal.

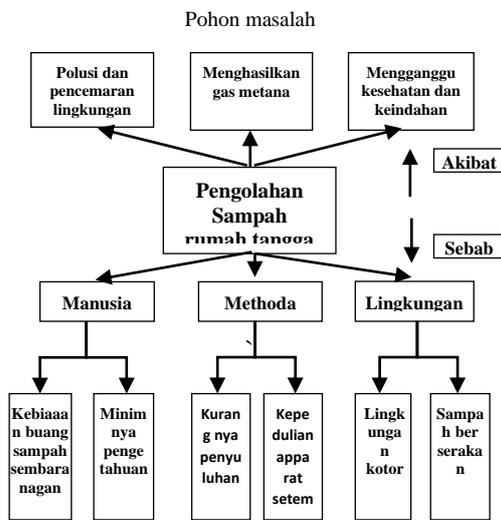
Salah satu penyebab banyaknya masyarakat membuang sampah di sembarang tempat adalah karena tidak adanya tempat sampah dan tempat pembuangan sampah sementara. Di daerah

pedesaan, masyarakat biasa membuang sampah di parit atau tempat yang tidak terpakai. Hal ini menyebabkan rusaknya lingkungan dan estetika lingkungan di sekitar tempat pembuangan sampah. Jika pemilik lahan yang dijadikan tempat pembuangan sampah ingin mengambil lahannya untuk diolah, maka masyarakat tidak memiliki tempat pembuangan sampah lagi sehingga masyarakat terpaksa membuang sampah ke sungai.

Chaerul dalam Mahyudin menganalisis permasalahan yang dihadapi dalam pengelolaan sampah di Indonesia, diantaranya kurangnya dasar hukum yang tegas, tempat pembuangan sampah yang kurang memadai, kurangnya usaha dalam melakukan pengomposan, dan kurangnya pengelolaan TPA dengan sistem yang tepat [4].

Untuk mengatasi permasalahan yang sering dihadapi terkait sampah organik rumah tangga ini, maka dirancanglah sebuah tempat sampah yang dapat menguraikan sampah organik secara langsung hingga menjadi kompos. Dengan begitu, diharapkan masyarakat tidak lagi mengalami masalah dalam hal pembuangan sampah karena sampah yang dihasilkan rumah tangga dapat langsung diolah menjadi pupuk kompos. Pupuk kompos ini dapat digunakan untuk pertanian atau dikelola hingga dapat dijual. Selain itu, permasalahan lingkungan akibat tumpukan sampah yang bau dan kotor dapat berkurang.

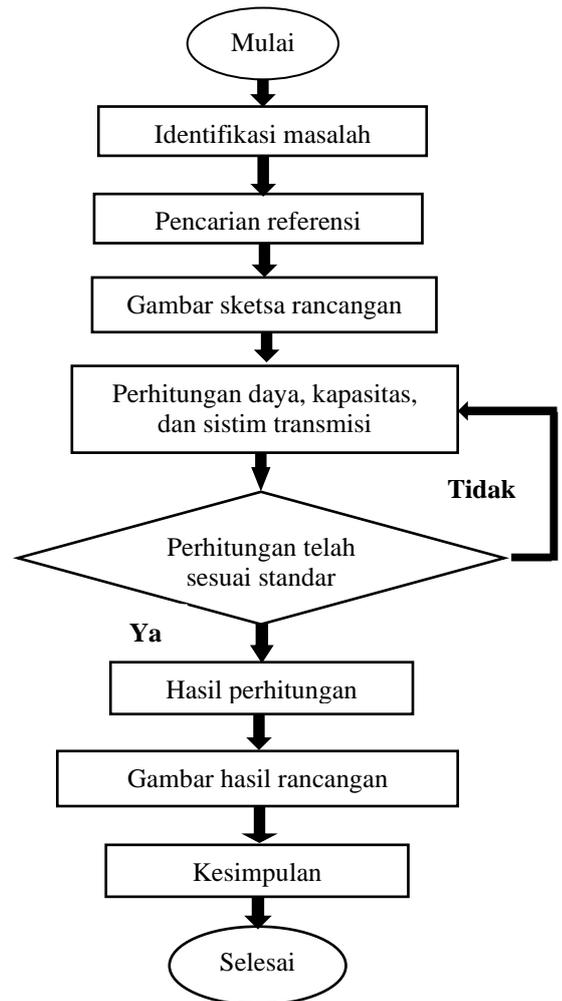
Dalam proses perencanaan, langkah yang dilakukan setelah menetapkan masalah utama adalah melakukan penentuan penyebab masalah dan akibat dari masalah dengan menggunakan methoda Pohon masalah (*Problem Tree*). Mengilustrasikan korelasi antara masalah utama, penyebab masalah dan akibat yg ditimbulkan oleh masalah tersebut yg digambarkan dalam bentuk diagram pohon seperti Gambar.1



Gambar 1. Pohon Masalah

II. METODE PENELITIAN

Diagram alir pembuata rancangan ini dapat dilihat pada Gambar 2



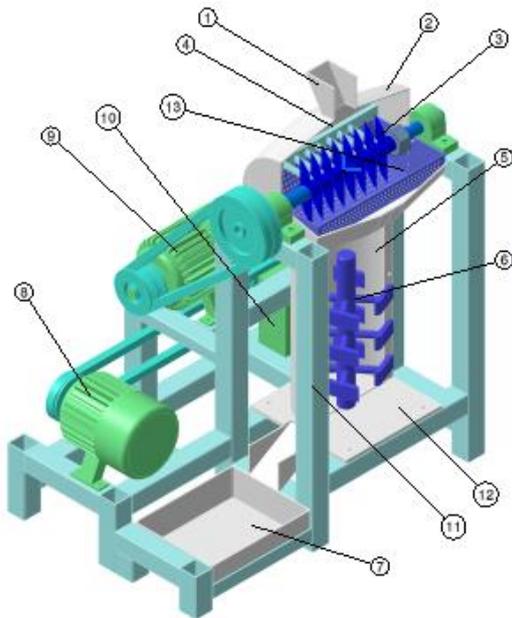
Gambar 2. Diagram alir

A. Penjelasan Diagram Alir

1. Idetifikasi masalah : Menentukan masalah
2. Pencarian referensi : Buku, literatur, artikel, diktat kuliah, konsultasi, dan pengamatan.
3. Gambar sketsa : Gambar awal rancangan .
4. Perhitungan daya, kapasitas, dan sistim transmisi. : Perhitungan untuk menentukan daya, kapasitas, dan sistem penggerak mesin.
5. Perhitungan telah sesuai standar : Jika ya, maka dapat dilanjutkan. Jika tidak, harus dilakukan perhitungan kembali.
6. Hasil perhitungan : Hasil perhitungan untuk perancangan mesin.
7. Gambar hasil rancangan : Perancangan sesuai perhitungan yang telah dilakukan.

B. Rancangan dan Mekanisme Kerja Mesin

Rancangan mesin *Organic Bin Recycler* dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah.



Gambar 3. Mesin *Organic Bin Recycler*

Komponen utama mesin sesuai Gambar 3 yaitu:

1. *Hopper* : Tempat masuknya sampah organik
2. Pisau Pencacah: Mencacah dan memperkecil ukuran sampah yang masuk.
3. Saringan: Menyaring sampah yang telah dicacah dengan ukuran 0.2 sampai 0.6 cm.
4. Motor Listrik Penggerak Pisau : Penggerak pisau pencacah.
5. *Gearbox Reducer*: Menurunkan putaran motor.
6. Motor Listrik Penggerak Alat Pengaduk: Menggerakkan alat pengaduk.
7. Pengaduk: Mengaduk sampah organik.
8. Wadah Penampung: Menampung hasil pengadukan

Cara kerja alat ini dibagi menjadi 2 yaitu pencacahan dan pengadukan sampah organik. Prinsipnya yaitu dengan membuat lingkungan pengomposan alami yang ada di tanah ke dalam sebuah tempat sampah. Sampah sisa makanan dimasukkan melalui hopper bersamaan dengan bioaktifator atau mikroorganisme pengurai.

Beberapa jenis bioaktifator yang digunakan untuk pengomposan seperti, EM4, OrgaDec, SuperDec, ActiComp, BioPos, Promi, M-Dec, Orlitani, dan sebagainya seperti terlihat pada Gambar 4.



(a)

(b)



(c)

Gambar 4. Contoh bioaktifator yang ada di pasaran (a) orgadec, (b) EM4, (c) Stardec.

Sumber: (www.google.com)

Berdasarkan penelitian, dapat diasumsikan bahwa dari fase termofilik hingga penurunan suhu atau tahap pendinginan diperlukan paling cepat 2 hari. Untuk itu, dalam rancangan penulis mekanisme kerja komponen pengaduk yaitu kompos akan diaduk selama 48 jam.

Kemudian sampah akan dicacah menjadi ukuran berkisar 0.2-0.6 cm atau kurang dari 1 cm. Sampah yang telah berukuran kecil masuk ke tempat pengaduk sampah melalui proses penyaringan. Kompos yang dihasilkan dari pengadukan akan masuk ke tempat penampungan. Kompos yang dihasilkan dapat diaplikasikan pada tanaman.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Kapasitas

Kapasitas mesin *organic bin recycler* ditentukan dengan seberapa banyak sampah organik yang dapat ditampung oleh wadah pengaduk. Wadah pengaduk dirancang dengan jari-jari 92 mm dan tinggi 388 mm. Volume wadah pengadukan dapat dihitung dengan rumus:

$$V = \pi r^2 t \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 &= 3,14 \times (92 \text{ mm})^2 \times 388 \text{ mm} \\
 &= 1,031 \times 10^7 \text{ mm}^3 \\
 &= 10,311 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

dengan V adalah volume wadah (mm^3), r adalah jari-jari wadah (mm), dan t adalah tinggi wadah (mm).

Sampah di dalam wadah pengadukan dapat diisi sebanyak 4/5 dari volume wadah pengaduk. Maka volume sampah di dalam pengaduk yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume sampah} &= 4/5 \times V \text{ wadah} \\
 &= 4/5 \times 10,311 \text{ liter} \\
 &= 8,248 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Massa sampah di dalam wadah pengaduk yaitu:

$$M = \rho \times V \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,13 \text{ kg/liter} \times 8,248 \text{ liter} \\
 &= 1,072 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

dengan m adalah massa sampah yang masuk (kg), ρ adalah massa jenis sampah organik (0,13 kg/liter) [5], dan V adalah volume sampah yang

bisa ditampung (liter). Maka, kapasitas mesin dapat di hitung dengan persamaan:

$$B = m/t \tag{3}$$

$$= 1,071 \text{ kg}/48 \text{ jam}$$

$$= 1,071 \text{ kg}/2 \text{ hari}$$

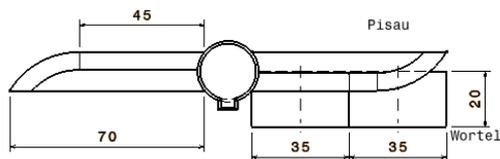
dengan B adalah kapasitas kerja mesin (kg/jam) , m adalah massa sampah yang diolah (kg), dan t adalah waktu pengolahan (jam).

B. Komponen Pencacahan

1) Penentuan Daya

a) Luas Penampang Potong

Diasumsikan tebal sampah yang dipotong adalah 20 cm dengan panjang pisau yang dirancang adalah 65 mm seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Sketsa pemotongan pisau pada wortel.

Luas pemotongan dihitung dengan rumus:

$$A = t \times l \times n \tag{4}$$

$$= 20 \times 65 \times 16$$

$$= 20800 \text{ mm}^2$$

dengan t adalah tebal sampah (mm), l adalah panjang pisau (mm), dan n adalah jumlah mata pisau yaitu 16 buah.

b) Gaya Potong (F)

Gaya pemotongan sampah organik dapat dihitung dengan persamaan:

$$F = \tau_g \times A \tag{5}$$

$$= 6,7 \times 10^{-4} \text{ kg}/\text{mm}^2 \times 20800 \text{ mm}^2$$

$$= 13,936 \text{ kg}$$

$$= 13,936 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m}/\text{s}^2$$

$$F = 136,573 \text{ N}$$

dengan F adalah gaya pemotongan (N), τ_g adalah tegangan geser sampah organik (0,067 kg/cm² kg/cm²). Dalam satuan Newton, gaya dapat dikalikan

c) Panjang Lengan Gaya (r)

Panjang lengan gaya pemotongan adalah jarak pusat konsentrasi gaya ke pusat poros atau jarak dari pusat poros ke bagian tengah pisau.

$$r = (1/2) d + (1/2) l$$

$$r = (1/2) \times 28 + (1/2) \times 65$$

$$r = 46,5 \text{ mm}$$

$$r = 0,046 \text{ m}$$

dengan r adalah panjang lengan gaya (mm), d adalah diameter poros tempat pemasangan pisau = 28 mm, dan l adalah panjang pisau (mm).

d) Penentuan Daya

Daya yang dibutuhkan untuk pemotongan sampah organik dapat dihitung dengan rumus:

$$P = F \cdot r \times (2 \cdot \pi \cdot 1000) / 60 \tag{6}$$

$$= 136,573 \text{ N} \times 0,046 \text{ m} \times (2 \times 3,14 \times 1000) / 60 = 657,553 \text{ Nm}/\text{s}$$

$$= 657,553 \text{ watt}$$

$$= 0,657 \text{ kW}$$

$$= 0,894 \text{ Hp}$$

2) Spesifikasi Motor

Spesifikasi motor yang dipakai sesuai yang ada di pasaran yaitu motor dengan daya 0,75 kW atau 1 Hp dan putaran 1400 rpm tipe YL802-4.

3) Daya Perencanaan (Pd)

Daya perencanaan atau daya desain (Pd) dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$Pd = f_c \times P \tag{7}$$

dengan Pd adalah daya perencanaan (kW), f_c adalah faktor koreksi, dan P adalah daya yang ditransmisikan (kW). Faktor koreksi (f_c) yang dipakai dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan (f_c) [6].

Daya yang akan ditransmisikan	f_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

Faktor koreksi yang diambil adalah 1,2

$$Pd = f_c \times P$$

$$= 1,2 \times 0,75 \text{ kW}$$

$$= 0,9 \text{ kW}$$

4) Perencanaan sabuk dan puli

a) Perbandingan putaran puli perencanaan

Perbandingan putaran puli dapat dihitung dengan persamaan:

$$i = n_1/n_2 \tag{8}$$

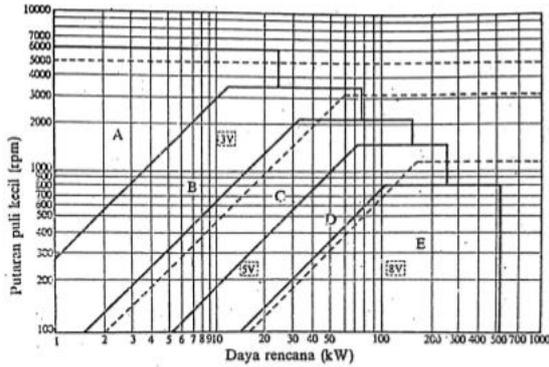
$$= 1400/1000$$

$$= 1,4$$

Dengan i adalah perbandingan putaran puli penggerak dan yang digerakkan, n_1 adalah putaran puli penggerak (rpm), dan n_2 adalah putaran puli yang digerakkan yang direncanakan sebesar 1000 rpm.

b) Pemilihan Jenis Sabuk

Pemilihan penampang sabuk-V dapat dilakukan dengan melihat diagram pada Gambar 6



Gambar 6 Ukuran penampang sabuk-V tipe A
Sumber: (Sularso, 20018:164)

Dengan daya perencanaan (Pd) yang digunakan adalah 1,32 kW dan putaran puli penggerak atau puli kecil (n₁) adalah 1400 rpm, maka berdasarkan diagram di atas dipilih penampang sabuk yaitu sabuk-V tipe A dengan bahan sabuk *rubber* dengan luas sabuk yaitu 83,02 mm².

c) *Diameter Puli Penggerak (dp) dan Puli yang Digerakkan (Dp)*

Diameter minimum puli atau diameter puli kecil atau diameter puli penggerak dapat ditentukan berdasarkan Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2 Diameter minimum puli yang diizinkan dan dianjurkan

Penampang	A	B	C	D	E
Diameter min. yang diizinkan	65	115	175	300	450
Diameter min. yang dianjurkan	95	145	225	350	550

Untuk sabuk-V tipe A dapat ditentukan diameter minimum puli yang dianjurkan atau diameter puli penggerak (dp) adalah 95 mm.

Diameter puli yang digerakkan dapat dihitung dengan persamaan:

$$Dp = dp \times i$$

$$= 95 \text{ mm} \times 1,4$$

$$= 133 \text{ mm}$$

Diambil diameter puli 140 mm sesuai puli standar yang ada di pasaran. Dengan Dp adalah diameter puli yang digerakkan (mm), dp adalah diameter puli penggerak (mm), dan i adalah rasio putaran puli.

d) *Koreksi Perbandingan putaran puli*

Dengan didapatkan diameter puli yang digerakkan sesuai standar yang ada di pasaran, maka perbandingan putaran puli dapat dikoreksi lagi dengan persamaan:

$$i = Dp/dp$$

$$= 140/95$$

$$= 1,47$$

sehingga, didapat perbandingan putaran puli yaitu:

$$n_2 = n_1/i$$

$$= 1400/1,47$$

$$n_2 = 952 \text{ rpm}$$

e) *Momen (T)*

Momen puntir pada poros pisau pencacah dapat dihitung dengan persamaan:

$$T = 9,74 \times 10^5 \times (Pd/n) \tag{10}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times 0,9 \text{ kW}/952 \text{ rpm}$$

$$= 920,798 \text{ kg.mm}$$

dengan T adalah momen (kg.mm), Pd adalah daya perencanaan (kW), dan n adalah putaran poros (rpm)

f) *Kecepatan Linier Sabuk (v)*

Besarnya kecepatan keliling atau kecepatan linier sabuk dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$v = (\pi \cdot dp \cdot n_1) / (60 \times 1000) \tag{11}$$

$$= (3,14 \cdot 95 \cdot 1400) / (60 \cdot 1000)$$

$$= 6,96 \text{ m/s}$$

dengan v adalah kecepatan linier sabuk (m/s), dp adalah diameter puli penggerak (mm), dan n adalah putaran puli penggerak (rpm),

g) *Panjang Keliling Sabuk (L)*

Jarak antar sumbu poros direncanakan sebesar 371 mm. Panjang keliling sabuk dapat dihitung dengan persamaan:

$$L = 2C + (\pi/2) \times (dp + Dp) + (1/4C)(Dp - dp)^2 \tag{12}$$

$$= 2 \times 371 + (3,14/2) \times (95 + 140) + (1/(4 \times 371) \times (140 - 95)^2$$

$$= 1112,315 \text{ mm}$$

dengan L adalah panjang keliling sabuk (mm), C adalah jarak sumbu poros (mm), Dp adalah diameter puli yang digerakkan (mm), dan dp adalah diameter puli penggerak (mm).

Berdasarkan tabel panjang sabuk-V standar dapat diambil nomor nominal sabuk yaitu nomor 44 dengan panjang sabuk (L) adalah 1118 mm.

h) *Sudut Kontak (θ)*

Sudut kontak dapat dihitung dengan rumus:

$$\theta = - 57(Dp - dp) / C \tag{13}$$

$$= 180^\circ - 57 \times (140 - 95)$$

$$= 173^\circ$$

$$= 3,02 \text{ rad}$$

Dengan θ adalah sudut kontak (°), C adalah jarak sumbu poros (mm), Dp adalah diameter

puli yang digerakkan (mm), dan dp adalah diameter puli penggerak (mm).

ij) Gaya Pada Sabuk

Gaya yang terjadi pada sabuk dihitung dengan persamaan:

$$F = T/rp \tag{14}$$

$$= (920,978 \text{ kg.mm})/(70 \text{ mm})$$

$$= 13,15 \text{ kg}$$

dengan F adalah gaya sabuk (kg), T adalah momen rencana puli yang digerakkan (kg.mm), rp adalah jari-jari puli yang digerakkan (mm).

Gaya yang mampu ditahan oleh bahan sabuk dihitung dengan rumus:

$$F = \sigma_b \cdot A \tag{15}$$

$$= 10 \text{ kg/cm}^2 \cdot 0,83 \text{ cm}^2$$

$$= 8,3 \text{ kg}$$

dengan F adalah gaya yang mampu ditahan oleh bahan sabuk (kg), σ_b adalah tegangan tarik bahan sabuk (*rubber*) = 10 kg/cm², dan A adalah luas penampang sabuk (cm²), gaya yang mampu ditahan oleh sabuk adalah 8,3 kg sedangkan gaya yang terjadi pada sabuk adalah 13,15 kg, maka jumlah sabuk yang digunakan adalah 2 buah.

5) Perencanaan Poros

Bahan poros yang dipakai adalah baja karbon S30C dengan kekuatan tarik 48 kg/mm²

a) Tegangan Geser Izin

Tegangan geser izin pada poros dapat dihitung dengan persamaan:

$$\tau_g = \sigma_b / (Sf_1 \times Sf_2) \tag{16}$$

$$= 48 \text{ kg/mm}^2 / (6 \times 2)$$

$$= 4 \text{ kg/mm}^2$$

dengan τ_g adalah tegangan geser izin (kg.mm), σ_b adalah tegangan tarik bahan = 48 kg/mm², Sf₁ = 6,0 (faktor keamanan untuk bahan S-C), dan Sf₂ = (1,3 – 3,0), diambil 2.

b) Diameter Poros

Diameter poros pada pencacah dapat dihitung dengan persamaan:

$$ds = [(5,1/\tau_g) \times Kt \times Cb \times T]^{1/3} \tag{17}$$

$$= [(5,1/4 \text{ kg/mm}^2 \times 1,5 \times 2 \times 920,798 \text{ kg.mm})^{1/3}]$$

$$= 15,2 \text{ mm}$$

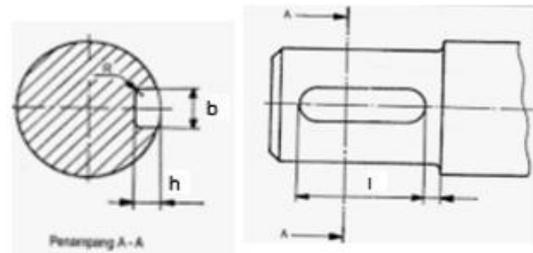
dengan ds adalah diameter poros (mm), τ_g adalah tegangan geser izin = 4 kg/mm², Kt adalah faktor koreksi momen puntir = 1,5, Cb adalah faktor beban lentur = 2, dan T adalah momen rencana poros pencacah (kg.mm).

Dengan pertimbangan estetika dan standar poros yang ada di pasaran, maka dipakai diameter poros 20 mm.

6) Perencanaan Pasak

a) Pemilihan Pasak

Sesuai tabel ukuran pasak standar, untuk diameter 17-22 mm didapatkan ukuran pasak seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Dimensi pasak

Penampang pasak (b x h) : 6 x 6
 Kedalaman alur pasak pada poros (h1) : 3,5
 Kedalaman alur pasak pada naf (h2) : 2,8

b) Gaya Tangensial Pasak (F)

Gaya tangensial pasak dihitung dengan rumus:

$$F = T / (ds/2) \tag{18}$$

$$= (920,978 \text{ kg.mm}) / (20 \text{ mm}/2)$$

$$= 92,08 \text{ kg}$$

Dengan F adalah gaya tangensial pasak (kg), ds adalah diameter poros (mm), T adalah momen rencana pada poros pisau (kg.mm).

c) Tegangan Geser pasak

Bahan pasak yang dipakai adalah ST 37 dengan tegangan tarik $\sigma_b = 37 \text{ kg/mm}^2$. Maka tegangan geser pasak yaitu:

$$\tau_g = 0,8 \times 37 \text{ kg/mm}^2 \tag{19}$$

$$= 29,6 \text{ kg/mm}^2$$

d) Panjang pasak

Panjang pasak dihitung dengan rumus:

$$L = F / (\tau_g \times b) \tag{20}$$

$$= 92,08 / (29,6 \times 6)$$

$$= 0,51 \text{ mm}$$

dengan pertimbangan estetika dan sesuai tabel pasak menurut standar JIS, maka dipakai panjang pasak 14 mm.

C. Komponen Pengadukan

1) Penentuan Daya

a) Volume pengaduk (V)

Volume alat pengaduk terdiri dari volume poros, volume lengan, dan volume daun

pengaduk. Ukuran alat pengaduk sebagai berikut:

- Poros (V1) : Ø 35 x 340 mm
- Lengan pengaduk (V2) : Ø 15 x 51 mm x 12 buah
- Daun pengaduk (V3) : 60 x 10 x 30 mm x 12 buah, maka:

$$\begin{aligned}
 V_t &= V_1 + V_2 + V_3 \\
 &= \pi r_{12} t_1 + \pi r_{22} t_2 \times 12 + p.l.t \times 12 \\
 &= (3,14 \times 17,52 \times 340) + (3,14 \times 7,52 \times 51 \times 12) + (60 \times 10 \times 30 \times 12) \\
 &= 651047 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

b) Massa Pengaduk (m)

Bahan untuk poros dan daun pengaduk yang dipakai adalah S30C yang merupakan baja karbon rendah dengan massa jenis 7850 kg/m³ atau sama dengan 7,85 x 10⁻⁶ kg/mm³. Massa alat pengaduk dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 m &= \rho \times V \\
 &= 7,85 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3 \times 651047 \text{ mm}^3 \\
 &= 5,111 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Dengan m adalah massa alat pengaduk (kg), ρ adalah massa jenis bahan pengaduk = 7,85 x 10⁻⁶ kg/mm³, dan V adalah volume alat pengaduk (mm³).

Massa total pengadukan adalah massa alat pengaduk ditambah massa bahan yang diaduk yaitu 1,072 kg

$$\begin{aligned}
 m_{tot} &= m \text{ pengaduk} + m \text{ bahan} \\
 &= 5,111 \text{ kg} + 1,072 \text{ kg} \\
 &= 6,183 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

c) Gaya Pengaduk (F)

Gaya yang terjadi pada pengaduk yaitu:

$$\begin{aligned}
 F &= m \times g \tag{21} \\
 &= 6,183 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\
 &= 60,593 \text{ N}
 \end{aligned}$$

d) Daya Pengaduk (P)

Putaran pengaduk yang direncanakan adalah 30 rpm. Daya yang dibutuhkan untuk pengadukan sampah organik yang telah dihancurkan dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 P &= F \cdot r \times (2 \times \pi \times n) / 60 \\
 &= 60,593 \text{ N} \times 0,075 \text{ m} \times (2 \times 3,14 \times 30) / 60 \\
 &= 16,362 \text{ watt} \\
 &= 0,016 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

2) Spesifikasi Motor

Spesifikasi motor yang ada di pasaran diambil motor dengan daya 0,18 kW atau 0,245 Hp dan putaran 1400 rpm tipe YC712-4.

3) Daya Perencanaan (Pd)

$$\begin{aligned}
 Pd &= f_c \times P \\
 &= 1,2 \times 0,18 \text{ kW} \\
 &= 0,216 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

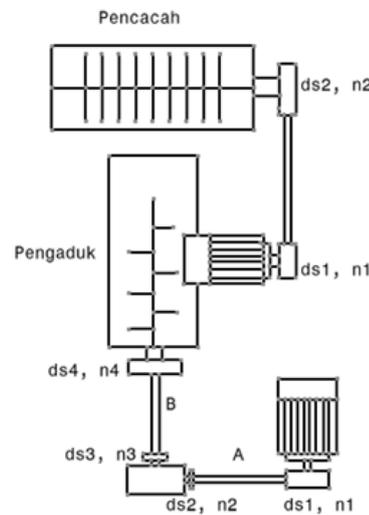
dengan f_c adalah faktor koreksi = 1,2.

4) Gearbox Reducer

Gearbox reducer yang digunakan adalah gearbox dengan ratio putaran 1:20. Input gearbox reducer (n₂) sama dengan putaran motor penggerak yaitu 1400 rpm Dengan begitu, output gearbox reducer (n₃) adalah:

$$\begin{aligned}
 n_3 &= n_1 \times \text{ratio} \tag{22} \\
 &= 1400 \times 1/20 \\
 &= 70 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

Transmisi mesin dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Sistem transmisi mesin

5) Perhitungan Perancangan

a) Perbandingan putaran puli

Putaran puli penggerak adalah putaran output gearbox yaitu 70 rpm. Sedangkan Putaran puli yang digerakkan adalah putaran poros pengaduk sebagaimana yang telah direncanakan yaitu 30 rpm.

$$\begin{aligned}
 i &= n_1/n_2 \\
 &= 70/30 \\
 &= 2,24
 \end{aligned}$$

b) Diameter Puli Penggerak (dp) dan Puli yang Digerakkan (Dp)

$$\begin{aligned}
 D_p &= d_p \times i \\
 &= 95 \text{ mm} \times 2,24 \\
 &= 212,8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka diambil diameter puli 224 mm sesuai puli standar yang ada di pasaran. Berikut perhitungan perencanaan pada komponen pengaduk:

c) Kecepatan Linier Sabuk (v)

$$\begin{aligned} v &= (\pi \cdot dp \cdot n) / (60 \cdot 1000) \\ &= (3,14 \times 95 \times 70) / (60 \times 1000) \\ &= 0,348 \text{ m/s} \end{aligned}$$

d) Panjang Keliling Sabuk (L)

Jarak antar sumbu poros direncanakan sebesar 291 mm.

$$\begin{aligned} L &= 2C + \pi/2 (dp + Dp) + (1/4c) \times (Dp - dp)^2 \\ &= 2 \times 291 + 3,14/2(95 + 224) + (1/(4 \times 291)) \times \\ &\quad (224 - 95)^2 \\ &= 1097,126 \text{ mm} \\ &= 1118 \text{ mm (sesuai standar)} \end{aligned}$$

e) Jarak Sumbu Poros (C)

$$\begin{aligned} b &= 2L - 3,14 (Dp + dp) \\ &= 2 \times 1118 \text{ mm} - 3,14 (224 \text{ mm} + 95 \text{ mm}) \\ &= 1234,34 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(Dp - dp)^2}}{8}$$

$$\begin{aligned} C &= \frac{1234,34 + \sqrt{1234,34^2 - 8(224 - 95)^2}}{8} \\ &= 301,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

f) Perencanaan poros

- Momen

$$\begin{aligned} T &= 9,74 \times 10^5 \times (Pd/n) \\ T &= 9,74 \times 10^5 \times (0,216 \text{ kW}/30) \\ T &= 7012,8 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

- Diameter poros

$$\begin{aligned} ds &= [(5,1/\tau g) \cdot Kt Cb T]^{1/3} \\ &= [(5,1/4 \text{ kg/mm}^2) \times 2 \times 7012,8 \\ &\quad \text{kg.mm}]^{1/3} \\ &= 29,935 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dengan pertimbangan estetika dan standar poros yang ada di pasaran, maka dipakai diameter poros 30 mm.

g) Perencanaan Pasak

Untuk diameter $ds = 30 \text{ mm}$	
Penampang pasak ($b \times h$)	: 10 x 8
Kedalaman alur pasak pada poros (t_1)	: 5,0
Kedalaman alur pasak pada naf (t_2):	3,3

Sesuai tabel pasak menurut standar JIS, maka dipakai panjang pasak 22 mm.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari rancangan mesin *organic bin recycler* ini yaitu sebagai berikut.

Mesin ini berfungsi untuk menghasilkan kompos dari sampah organik yang ada di rumah tangga yang bertujuan untuk mengurangi polusi akibat sampah organik dan memudahkan dalam pembuangan sampah selain itu juga untuk menghasilkan pupuk kompos bagi tanaman.

Mesin memiliki dua komponen utama yaitu komponen pencacahan sampah organik, dan komponen pengadukan sampah. Komponen pencacahan membutuhkan daya 0,657 kW dan daya motor listrik yang dipakai yaitu 0,75 kW atau 1 Hp dengan putaran 1400 rpm. Komponen pengadukan menggunakan motor dengan daya 0,18 kW atau 0,245 Hp dan putaran 1400 rpm.

ACKNOWLEDGEMENT

Terimakasih kepada seluruh civitas akademika Program Studi Teknik Manufaktur dan tim pendukung lainnya yang telah banyak membantu untuk pelaksanaan penelitian ini.

REFERENCES

- [1] Harahap, R.D., 2016. Pengaruh Sampah Rumah Tangga Terhadap Pelestarian Lingkungan Ditinjau dari aspek biologi di Komplek Perumahan Graha Pertiwi Kel. Urung Kompas Kec. Rantau Selatan. *Cahaya Pendidikan*. 2 (2), pp.92-104.
- [2] Siaputra, H., C. Nadya. dan A. Grace., 2019. Analisa Implementasi *Food waste Management* di Restoran 'X' Surabaya. *Jurnal Manajemen Perhotelan*. 5 (1), pp.1-8.
- [3] C.Jessop, D., Sparks, P., dan Graham-Rowe, E., 2014. Identifying Motivations and Barriers to Minimising Household *Food waste*. *Resources, Conservation, and Recycling*. 84, pp.15-23.
- [4] Mahyudin, RP. 2017. Kajian Permasalahan Pengelolaan Sampah dan Dampak Lingkungan di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir). *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*. 3 (1), pp.66-74.
- [5] Jaspi, K., E. Yenie., dan S. Elystia. 2015. Studi Timbulan Komposisi dan Karakteristik Sampah Domestik Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru. *Jom FTEKNIK*. 2 (1), pp.1-6.
- [6] Sularso dan K. Suga. 2018. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Cetakan ke 11. Jakarta:PT Pradnya Paramita.