

Perancangan Mesin *Dyno Mill* sebagai Penggiling Bahan Baku Cat

Yulia Widhianti¹, Nursalam Baharudin Mustofa²,

^{1,2}Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa

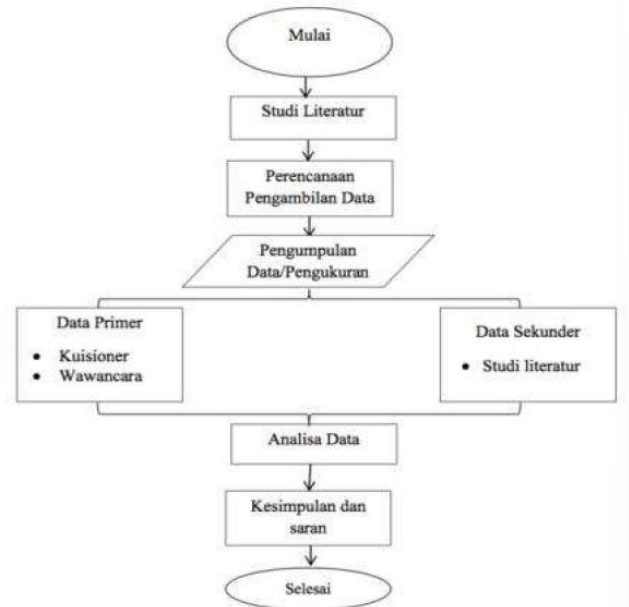
ywidhianti@gmail.com

Abstrak

Perusahaan cat memiliki banyak permintaan untuk memenuhi perusahaan manufaktur otomotif untuk bermacam-macam cat yang akan digunakan untuk hasil produk otomotifnya. Mesin *Dyno mill* adalah mesin untuk mengiling bahan baku cat. Di suatu perusahaan memiliki mesin *dyno mill* berkapasitas 7 kg. Kapasitas ini hanya dapat memenuhi kebutuhan produk roda 4 dan tidak dapat memenuhi permintaan untuk roda 2. Dengan demikian diperlukan peningkatan kapasitas mesin *dyno mill* dari 7 kg menjadi 10 kg agar permintaan dari manufaktur otomotif dapat terpenuhi secara optimal.

Perancangan mesin *Dyno mill* ini menghasilkan putaran poros penggiling 740,5 rpm dengan diameter 27,6 mm. Poros mesin penggiling cat terdiri dari poros utama dengan pisau penggiling. Poros ini menggunakan baja S45C. Dengan diameter 180 mm. Ukuran puli yang digunakan yaitu 220 mm dan 440 mm dengan putaran motor 1481 rpm menjadi 740,5 rpm pada putaran poros penggiling

Keyword: Mesin *Dyno mill*, Bahan baku cat, Gaya Penggiling



Gambar. 1 Diagram alir

I. PENDAHULUAN

Mesin mill adalah alat untuk menggiling (Adi Nugroho & Khumaidi Usman, 2021) sedangkan mesin *Dyno mill* adalah alat untuk menggiling bahan baku cat yang terdiri dari resin, solvent, dan bahan baku bubuk (hitam dan putih). Perusahaan cat memiliki banyak permintaan untuk memenuhi perusahaan manufaktur otomotif untuk bermacam-macam cat yang akan digunakan untuk hasil produk otomotifnya. Perusahaan penyedia cat untuk perusahaan otomotif tempat penelitian ini dilakukan tidak dapat memenuhi semua kebutuhan yang diperlukan dikarenakan mesin *dyno mill* yang sudah dimilikinya hanya berkapasitas 7 kg. Kapasitas ini hanya dapat memenuhi kebutuhan produk roda 4 dan tidak dapat memenuhi permintaan untuk roda 2.

Dengan demikian diperlukan peningkatan kapasitas mesin *dyno mill* dari 7 kg menjadi 10 kg agar permintaan dari manufaktur otomotif dapat terpenuhi secara optimal. Berdasarkan pada latar belakang di atas permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut. Bagaimana merancang mesin *dyno mill* untuk memenuhi permintaan produsen otomotif secara efektif? Dan Bagaimana penentuan dan perhitungan komponen-komponen mesin ini dilakukan?. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah meningkatkan kapasitas proses penggilingan bahan baku cat dan mendapatkan hasil penggilingan bahan baku cat yang sangat halus.

II. METODE

Secara umum metodologi penelitian dalam merancang mesin penggiling bahan baku cat ini ditunjukkan pada gambar 1 berikut ini :

A. Konsep Perancangan

Konsep perancangan yang dibuat harus memenuhi dengan standart material yang sudah ditetapkan dan mudah dalam pengaplikasiannya dan memenuhi dengan kebutuhan Perusahaan (Nanang Tawaf, n.d.). Dari segi material yang digunakan serta kekuatan meterial yang digunakan. Evaluasi perancangan mestinya sesuai dengan perancangan dan perhitungan yang sudah dilakukan penelitian terdahulu.

B. Kriteria Perancangan Mesin

Perlu ditetapkan kriteria yang harus dipenuhi pada perancangan ini yang akan membantu perancang dalam memutuskan alternatif perancangan mana yang optimal (Affandi, 2020). Utamanya adalah memperbesar manfaat dan mengurangi kerugian di perusahaan. Kriteria-kriteria perancangan yang perlu diperhatikan;

Keamanan relatif yang melampaui syarat-syarat yang dinyatakan.

Unjuk kerja (tingkat di mana konsep perancangan melebihi syarat-syaratnya).

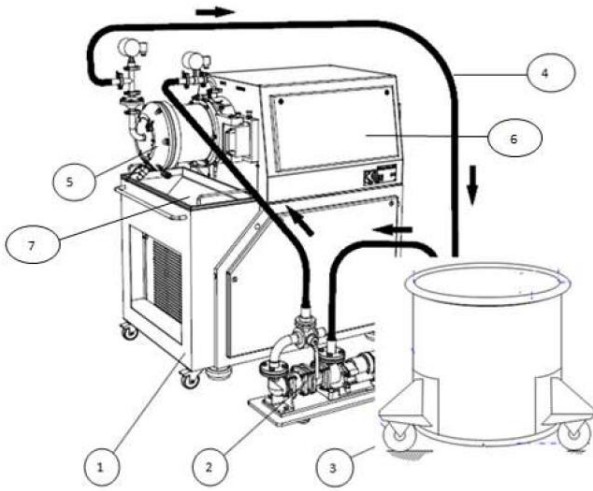
1. Kemudahan dalam pembuatan.
2. Kemudahan perbaikan atau penggantian komponen.
3. Kemudahan operasi.
4. Biaya awal yang murah.
5. Biaya pengoperasian & perawatan yg murah.
6. Ukuran yg kecil & berat yg rendah.
7. Kebisingan & getaran yg rendah; operasi yg halus/lancar.
8. Penggunaan bahan yg siap sedia & komponen yg siap beli.

9. Penggunaan yg hati-hati baik terhadap bagian-bagian yg dirancang

Gambar.3 Pisau penggiling

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Komponen-Komponen Mesin yang Dirancang



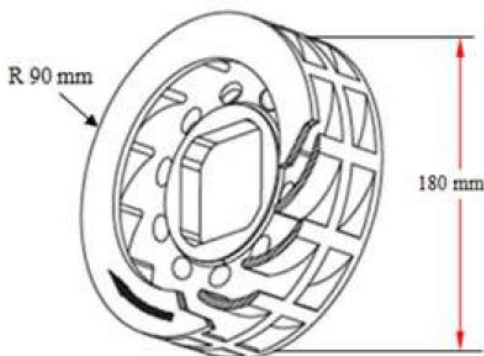
Gambar. 2 Mesin penggiling bahan baku cat

Keterangan gambar:

1. Rangka mesin
2. Pompa cat
3. Tangki
4. Pipa
5. Tabung penggiling
6. Tutup body
7. Bak penampung

B. Analisis Gaya Penggiling Bahan Baku Cat

Gaya penggiling adalah besarnya gaya yang dibutuhkan blade yang berdiameter 180 mm untuk menghaluskan bahan baku cat dengan daya tampung di dalam tabung yaitu 10 kg, sebelum bahan baku cat tersebut menjadi halus yang ideal, bahan baku cat masih memiliki kekasaran sampai 30 (μ) mikron. Jari-jari blade/pisau (r) 90 mm (9 cm). Tingkat penggiling dalam 1 pas (1 x sirkulasi penggiling yang ada pada tabung turun menjadi 20 (μ) mikron dan diperlukan berkali sirkulasi penggilingan cat untuk mendapatkan hasil sampai 5 (μ) mikron dan memiliki rata-rata penggilingan dalam 10 kg memerlukan waktu 70 menit. Jadi dapat dihitung gaya yang di alami tiap pisau penggiling untuk menghancurkan bahan baku cat.



Secara umum penggiling bahan baku cat ini dirancang dengan beban maksimum 10 kg, dengan daya 30 kW atau setara dengan 30.000 W, kapasitas tabung mesin ini disesuaikan dengan kebutuhan. Berdasarkan proses tersebut, maka di ambil di ketahui hasil pengukuran pisau penggiling dengan diameter 180 mm atau jari 90 mm, putaran motor (n) sebesar 1481 rpm, daya yang bekerja adalah:

1) Menentukan Torsi Motor

Data yang diketahui:

$$P = 30 \text{ kW} = 30000 \text{ W}$$

$$n = 1481 \text{ rpm}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$V = 380 \text{ V (3 Fasa)}$$

Maka,

$$\omega = 2\pi/60 = 2 \times 3,14 \times 1481 = 155,01 \text{ rad/s}$$

$$\text{Maka, } T = P/\omega = 30000/(155,01) = 193,54 \text{ Nm}$$

Jadi, torsi motor adalah 193,54 Nm.

Dimana: P = Daya Motor (Watt)

n = Putaran Motor (rpm)

f = Frekuensi (Hz)

V = Tegangan (Volt)

ω = Kecepatan Sudut (rad/s)

T = Torsi Motor (Nm)

2) Analisis Perancangan Poros

Adapun data yang diperlukan untuk perancangan poros penggiling, adalah sebagai berikut: Daya yang ditransmisikan : 30 kW dan Putaran poros : 1481 rpm

Menentukan diameter poros(d)

a. Bahan poros S45C [1]

$$\text{Kekuatan tarik bahan poros } (\sigma_b) = 58 \text{ kg/mm}^2$$

Faktor keamanan (Sf1) untuk bahan S-C adalah 6

Faktor pengaruh (Sf2) = 2

b. Untuk mencari tegangan tarik yang diijinkan (σ) dengan cara membagi

kekuatan tarik bahan poros (σ_b) dengan faktor koreksi.

$$\tau_a = \sigma_b / ([Sf]_1 \times [Sf]_2) = 58 / (6 \times 2) = 4,8 \text{ kg/mm}^2$$

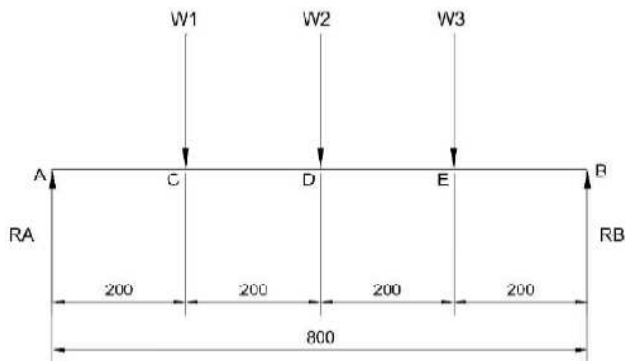
c. Pemeriksaan poros terhadap tegangan geser

Dalam perancangan penggilingan bahan baku cat di perlukan pisau penggiling untuk menghancurkan menjadi menjadi kehalusan yang ideal, diketahui berat pisau sebesar 3,4 kg dengan panjang poros 800 mm.

Data yang diketahui adalah :

$$W_1 = W_2 = W_3 = 3,4 \text{ kg} = 34 \text{ N}$$

$$L = 800 \text{ mm}$$



Gambar.. 4 Diagram momen lentur

$$\sum MB = 0$$

$$RA \cdot (800) - w_1 (600) - w_2 (400) - w_3 (200) = 0$$

$$RA = \frac{34.600 + 34.400 + 34.200}{800} = 51 \text{ N}$$

Jadi total semua beban torsi dalam pengilangan sebesar 51 N.

Menentukan momen lentur:

$$\sum MA = 0$$

$$MA = 0$$

$$ME = RA (400) - w_1 (200)$$

$$= 51 (400) - 34 (200)$$

$$= 136 \text{ N mm}$$

d. Menentukan diameter poros

Data yang diketahui :

$$T = 193,54 \times 10^3 \text{ N.mm}$$

$$\tau = 4,8 \text{ kg/mm}^2 = 48 \text{ N/mm}^2$$

Maka,

$$T = \tau \times \pi/16 \times d^3$$

Dimana: T = Torsi Motor (N.mm)

τ = tegangan (N/mm²)

d = diameter poros (mm)

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times 193,54 \times 10^3}{48 \times 3,14}} = 27,6 \text{ mm}$$

Jadi, diameter poros adalah 27,6 mm atau jari-jari 13,8 mm.

C. Analisis Ukuran Puli

Mesin penggiling bahan baku cat memiliki sistem transmisi dari puli sabuk-V. Putaran yang direduksi oleh sistem transmisi, yaitu dari dengan diameter puli penggerak $D_p = 220$ mm memiliki kecepatan 1481 rpm. Perancangan transmisi disesuaikan dengan penggunaan jenis motor penggerak dengan $i = 2 : 1$.

Data yang diketahui:

$$i = 2 : 1$$

$$n_1 = 1481 \text{ rpm}$$

$$d_p = 220 \text{ mm}$$

Menentukan putaran pada poros penggiling

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{2}{1} = \frac{1481}{n_2}$$

$$n_2 = 740,5 \text{ rpm}$$

Jadi, putaran pada poros penggiling yaitu 740,5 rpm.

Menentukan diameter puli poros penggiling

$$i = \frac{D_p}{d_p}$$

$$D_p = 440 \text{ mm}$$

Jadi, diameter puli poros penggiling yaitu 440 mm.

Dimana :

i = Angka perbandingan

n_1 = Putaran poros motor (rpm)

n_2 = Putaran poros (rpm)

D_p = Diameter puli poros (mm)

d_p = Diameter puli motor (mm)

D. Analisis Perancangan Transmisi Sabuk-V

Dalam mesin penggiling bahan baku cat ini, sabuk-V digunakan untuk meneruskan putaran dari motor ke poros penggiling sekaligus untuk mereduksi putaran motor.

Kecepatan sabuk (v)

Data yang diketahui adalah $d_p = 220$ mm dan $n_1 = 1481$

Maka:

$$v = \frac{\pi d_p n_1}{60 \times 1000} = \frac{3,14 \times 220 \times 1481}{60 \times 1000} = 17,05 \text{ m/detik}$$

Jadi hasil kecepatan pada puli dengan diameter 220 mm adalah 17,05 m/detik.

Dimana : v = Kecepatan sabuk (m/detik)

d_p = Diameter puli motor (mm)

n_1 = Putaran motor (rpm)

Panjang Sabuk (L)

Data yang diketahui adalah:

$$C = 880 \text{ mm};$$

$$D_p = 440 \text{ mm};$$

$$d_p = 220 \text{ mm}$$

Maka :

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (D_p + d_p) + \frac{1}{4C} (D_p + d_p)^2 = 2796,39 \text{ mm}$$

Dimana : L = Panjang sabuk (mm)

C = Jarak sumbu (mm)

D_p = Diameter puli poros (mm)

d_p = Diameter puli motor (mm)

Perhitungan lainnya adalah sudut kontak

Data yang diketahui:

$$D_p = 440 \text{ mm}$$

$$d_p = 220 \text{ mm}$$

$$C = 880 \text{ mm}$$

Maka :

$$\theta = 180^\circ \frac{57 D_p - d_p}{c} = 165,75^\circ$$

Dimana : θ = Sudut kontak ($^\circ$)

C = Jarak sumbu (mm)

D_p = Diameter puli poros (mm)

d_p = Diameter puli motor (mm)

Jumlah sabuk (N) = 3 buah.

E. Merancang Tabung Penggiling

Tabung penggiling merupakan bagian part yang digunakan untuk wadah pemrosesan bahan baku cat yang akan siap

digiling dengan dimensi alat berdiameter luar 250 mm, diameter dalam 240 mm, Panjang tabung 350 mm. Ukuran tabung di sesuaikan dengan kapasitas 10 kg cat yang ada di dalam tabung. Bahan yang di gunakan tabung ini menggunakan material SSIC.

Spesikasi material tersebut sebagai berikut, silikon karbida keramik sifat material tetap konstan hingga suhu di atas 1400 ° C. Modulus Young yang tinggi > 400 GPa memastikan stabilitas dimensi yang sangat baik. Sifat sifat material ini membuat silikon karbida didesain untuk digunakan sebagai bahan konstruksi. Karbida silikon tahan terhadap korosi, abrasi dan erosi sehingga minim keausan gesekan. Komponen digunakan dalam pabrik kimia, pabrik.

Data yang diketahui: $d = 240 \text{ mm}$ dan $h = 350 \text{ mm}$

Maka,

$$A = \pi \cdot r^2$$

$$= 3,14 \times 120^2$$

$$= 45216 \text{ mm}^2 = 0,045 \text{ m}^2$$

Maka,

$$V = A \times h$$

$$= 45216 \times 350$$

$$= 15825600 \text{ mm}^3 = 0,0158 \text{ m}^3$$

Jadi, Volume tabung penggiling yaitu 0,0158 m³

Dimana : $V = \text{Volume (mm}^3\text{)}$

$d = \text{Diameter tabung (mm)}$

$h = \text{Tinggi tabung (mm)}$

$r = \text{jari-jari tabung (mm)}$

$A = \text{Luas penampang (mm}^2\text{)}$

Diameter Luar (D) = 250 mm dan terbuat dari material SSIC

[1]

Kekuatan tarik bahan (σ_b) = $2,8 \times 10^2 \text{ N/mm}^2$

Faktor keamanan (Sf_1) untuk bahan S-C adalah 6

Faktor pengaruh (Sf_2) = 2

Tabung tegangan kerja:

Data yang diketahui: $P = 30 \text{ kW}$; $D = 250 \text{ mm}$; $h = 350 \text{ mm}$

$Sf_1 = 6$; $Sf_2 = 2$

Maka,

$$\sigma_k = \frac{P \cdot D}{2 \cdot h} = \frac{30 \times 250}{2(350)} = 10,7 \text{ N/mm}^2$$

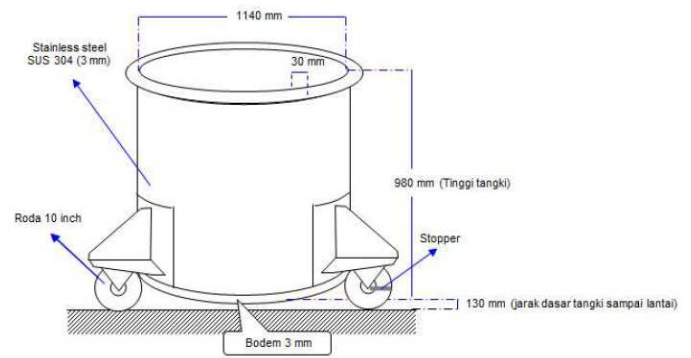
Tegangan yang diijinkan adalah:

$$\sigma_i : \text{SSIC} = \frac{\sigma_b}{Sf_1 + Sf_2} = 35,7 \text{ N/mm}^2$$

Jika $\sigma_i > \sigma_k$ atau $35,7 \text{ N/mm}^2 > 10,7 \text{ N/mm}^2$ maka tabung aman.

E. Merancang Tabung Penggiling

Sebagai penampung bahan baku cat yang telah siap untuk digiling dengan diameter 1140 mm, tinggi 980 mm, jarak roda dengan lantai 130 mm, tebal 3 mm dengan bahan stainless steel SUS 304 dan bodem 3 mm.



Gambar.4 Tangki

Dasar perancangan :

$$V = A \times t$$

$$A \text{ (luas alas)} = 1.020.186 \text{ mm}^2$$

$$t \text{ (Tinggi)} = 980 \text{ mm}$$

$$A = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 1140^2$$

$$= 1.020.186 \text{ mm}^2$$

$$V = A \times t$$

$$= 1.020.186 \times 980 = 999.782.280 \text{ mm}^3 = 9.997,8 \text{ m}^3$$

Tebal dinding tabung tangki = 3 mm terbuat dari baja SUS 304.

Menentukan Bak Penampung

Bak ini berfungsi sebagai penampung saat pembersihan tabung untuk membersihkan cat yang ada didalam tabung dengan menggunakan thinner bersih, dengan cara mensirkulasi terus menerus sampai cat yang ada di dalam benar bersih, agar tidak berubah warna cat yang akan di giling selanjutnya. Dengan ukuran 720 mm x 656 mm Tinggi 100 mm x 50 mm menggunakan bahan stainless steel. Tebal 5 mm

$$V = P \times L \times T = 720 \times 656 \times 100 = 47.232.000 \text{ mm}^3$$

Daya pompa

Pompa ini merupakan pendorong bahan baku cat untuk masuk kedalam tabung penggiling dengan kapasitas masuk tabung 0,14 lt/mnt dengan grafitasi 9,8 memiliki $\rho = \text{massa jenis } 0,99 \text{ m}^3$ dengan $P = \text{tekanan } 2 \text{ bar } (2000 \text{ N/m}^2 = 20 \text{ kg N/m}^2)$

Dimana :

$Q = \text{kapasitas (m}^3\text{/mnt)}$; $g = \text{grafitasi (m/s}^2\text{)}$; $\rho = \text{massa jenis (m}^3\text{)}$

$P = \text{tekanan (Kg.N/m}^2\text{)}$; $H = \text{Head (m)}$

Data yang diketahui : $Q = 0,14 \text{ lt/mnt}$; $g = 9,8 \text{ m/s}^2$; $\rho = 0,99 \text{ m}^3$; $P = 20 \text{ Kg N/m}^2$

Maka,

$$P = \rho \cdot g \cdot H \quad H = P/(\rho \cdot g) = 20/(0,99 \cdot 9,81) = 2,06 \text{ m}$$

$$H = 10 \% (H) + 2,06 \text{ m} = 4,3 \text{ m}$$

Kerugian gesek di asumsikan: 4,3 m .10 % dari total head.

IV. KESIMPULAN

Dari target perancangan mesin penggiling bahan baku cat sebagai berikut:

1. Putaran poros penggiling 740,5 rpm dengan diameter 27,6 mm. Poros mesin penggiling cat terdiri dari poros utama dengan pisau penggiling. Poros ini menggunakan baja S45C. Dengan diameter 180 mm. Ukuran puli yang

digunakan yaitu 220 mm dan 440 mm dengan putaran motor 1481 rpm menjadi 740,5 rpm pada putaran poros penggiling.

2. Kapasitas cat 10 kg dalam tabung penggiling. Perubahan kehalusan bahan baku cat dari 30 μ (micron) menjadi 5 μ (micron). Dengan daya motor 30 kW dan putaran poros 1481 rpm. Kapasitas produksi penggiling cat adalah 10 kg/70 menit. Tabung berdiameter 250 mm dengan diameter dalam 240 mm.
3. Spesifikasi mesin dengan dimensi yang nyaman bagi operator dan mudah disesuaikan dengan ruang kerja berdimensi panjang 1370 mm x lebar 850 mm x tinggi 1520 mm. Bak penampung memiliki panjang 850 mm x lebar 656 mm x tinggi 100 mm.
4. Pada rangka mesin penggiling di gunakan profil L dengan ukuran 40 x 40 x 3 mm. profil L ini di golongan kedalam baja S30C ini unuk kontruksi mesin penggiling bahan baku cat.

REFERENSI

- Adi Nugroho, A., & Khumaidi Usman, M. (2021). *PENGARUH VARIASI DIMENSI PULI TERHADAP KAPASITAS PENEPUNGAN MESIN DISC MILL TIPE FFC 15*.
- Affandi. (2020). *Jurnal Mesin Pengaduk Bumbu*.
- Nanang Tawaf. (n.d.). *View of Perancangan Mesin Pemipil Jagung untuk Industri Rumah Tangga*.