

## PERHITUNGAN DESAIN ALAT

### 1. Perhitungan Daya

Daya yang dibutuhkan oleh mesin untuk proses *screening* tepung *moca* didapatkan dengan rumus sebagai berikut :

Data yang diketahui :

$$I = 1,1 \text{ A}$$

$$V = 220 \text{ V}$$

$$P = I \times V$$

(Sularso, 2004)

$$P = 1,1 \text{ A} \times 220 \text{ V}$$

$$P = 242 \text{ watt}$$

### 2. Sabuk dan Puli

Data yang diketahui :

- Daya yang dibutuhkan = 242 watt
- Daya motor = 200 watt
- Putaran motor ( $n_1$ ) = 2800 rpm
- Putaran poros ( $n_2$ ) = 400 rpm
- Diameter puli kecil ( $d_{p1}$ ) = 50 mm
- Diameter puli besar ( $d_{p2}$ ) = 100 mm
- Faktor koreksi ( $f_c$ ) = 1,0

(didapatkan pada lampiran dengan pertimbangan jam kerja 3-5 jam per hari)

Menghitung perbandingan pulley

Rumus yang digunakan untuk menghitung perbandingan puli adalah sebagai berikut :

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2} \quad (\text{sularso 1997})$$

$$\frac{2800 \text{ rpm}}{n_1} = \frac{50 \text{ mm}}{100 \text{ mm}}$$

$$n_2 = 1400 \text{ rpm}$$

dari diameter yang diketahui didapatkan bahwa rpm mesin sebesar 1400 mm

### 3. DayadanMomen

- KebutuhanDaya

Dayaperencanaandiketahui darirumusdibawahini :

$$P_d = f_c \times P \quad (\text{Sularso,2004})$$

$$= 1,0 \times 0,242 \text{ kW}$$

$$= 0,242 \text{ kW}$$

- Momen torsi

Sedangkanbesarmomen torsi belt (T) diketahuidari data dayaperencanaan (P<sub>d</sub>) denganrumussebagaiberikut :

$$\tau_1 = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \quad (\text{Sularso,2004})$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,242 \text{ kW}}{2800 \text{ rpm}}$$

$$= 84,1814 \text{ kgf.mm}$$

$$\tau_2 = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_2} \quad (\text{Sularso,2004})$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,242 \text{ kW}}{400 \text{ rpm}}$$

$$= 589,27 \text{ kgf.mm}$$

Sehinggadidapatkan,  $\tau_1 = 84,1814 \text{ kgf.mm}$  dan  $\tau_2 = 589,27 \text{ kgf.mm}$

### 4. PemilihanTipeSabuk

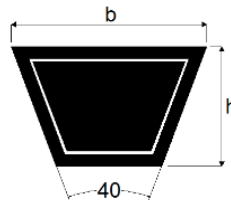
*Belt* dipilihberdasarkanbesardayaperencanaan (P<sub>d</sub>) danputaranpulikecil (n<sub>1</sub>) denganmenggunakantabelpadalampiran 3 diagram pemilihan*V-belt*.

Data yang diketahui:

$$P_d = 0,242 \text{ kW}$$

$$n_1 = 2800 \text{ rpm}$$

Dari lampiran, tipesabuk yang digunakan adalah tipe A. Pada lampiran didapatkan dimensi sabuk V padat tipe A, yaitu:  $b = 13\text{mm}$ ,  $h = 8\text{mm}$ ,  $A = 0,81\text{mm}^2$ . Dimensi sabuk-V tipe A dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Dimensi Sabuk-V Tipe A  
(Sularso, 2004)

#### 5. Kecepatan sabuk V

Besar kecepatan sabuk V dapat diketahui dengan rumus:

$$v = \frac{\pi \times d_p \times n_1}{60 \times 1000} \quad (\text{Sularso, 2004})$$

$$v = \frac{3,14 \times 50 \text{ mm} \times 2800 \text{ rpm}}{60 \times 1000}$$

$$v = 7,32 \text{ m/s}$$

#### 6. Panjang Sabuk (L) dan Jarak Kedua Poros (C)

Panjang sabuk (L) dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{1}{4C} (d_{p2} - d_{p1})^2 \quad (\text{Sularso, 2004})$$

$$L = 2(220\text{mm}) + \frac{3,14}{2} (50\text{mm} + 100\text{mm}) + \frac{1}{4 \times 220\text{mm}} (100\text{mm} - 50\text{mm})^2$$

$$L = 678,34\text{mm}$$

Dari lampiran dimensi sabuk V, panjang sabuk hasil perhitungan yang mendekati adalah 700mm. Karena ukuran umum yang tersedia adalah satuan inch, maka menggunakan lampiran panjang sabuk-V standar nomor 27 dengan panjang 686mm. Kemudian, dilakukan pengecekan kembali besar jarak antarporos. Kedua poros (C) yang seharusnya adalah sebagai berikut:

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(d_{p2} - d_{p1})^2}}{8} \quad (\text{Sularso, 2004})$$

Dimana:

$$b = 2L - \pi (d_{p2} + d_{p1})$$

$$b = 2 \times 678,34\text{mm} - 3,14 (100\text{mm} + 50\text{mm})$$

$$b = 885,68\text{mm}$$

Maka:

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(d_{p2} - d_{p1})^2}}{8}$$

$$C = \frac{885,68\text{mm} + \sqrt{885,68\text{mm}^2 - 8(100\text{mm} - 50\text{mm})^2}}{8}$$

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

Jadi, jarak antara kedua poros sebenarnya yang sesuai dengan panjang sabuk yang ada adalah 220mm.

## 7. Sudut Kontak

Besarnya sudut kontak sabuk dengan puli dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\alpha = 180^\circ - \frac{d_{p2} - d_{p1}}{C} \times 60^\circ \quad (\text{Sularso, 2004})$$

Nilai C yang direncanakan = 220mm

$$\alpha = 180^\circ - \frac{100\text{mm} - 50\text{mm}}{220\text{mm}} \times 60^\circ$$

$$\alpha = 166,36^\circ = 2,9\text{rad}$$

## 8. Gaya Efektif Pada Sabuk

Sabuk yang berputar memiliki 2 gaya Tarik, yaitu gaya Tarik pada sisi kendor dan gaya Tarik pada sisi kencang.

Untuk mencari gaya tarik efektif ( $F_e$ )

biasanya diketahui terlebih dahulu dengan menggunakan rumus:

$$\tau_1 = F_e \times r \quad (\text{Sularso, 2004})$$

Data yang diketahui :

$$\tau_2 = 84,1814 \text{ kgf.mm}$$

$$r = 25 \text{ mm}$$

$$F_e = \frac{T_1}{r} = \frac{84,1814 \text{ kgf.mm}}{25 \text{ mm}} \\ = 3,36 \text{ kgf}$$

Setelah gaya tarik efektif diketahui,

maka besar gaya Tarik pada bagian kendor dan kencang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{\mu \cdot \alpha} \quad (\text{Persamaan 1})$$

Data yang diketahui:

$$\alpha = 2,9 \text{ rad}$$

$$\mu = 0,3$$

$$e = 2,72$$

Maka:

$$\frac{F_1}{F_2} = 2,72^{0,3 \cdot 2,9} \quad (\text{Sularso, 2004})$$

$$\frac{F_1}{F_2} = 3,2$$

$$F_1 = 3,2 F_2$$

$$F_e = F_1 - F_2 \quad (\text{Persamaan 2})$$

$$3,6 \text{ kgf} = 3,2 F_2 - F_2$$

$$2,2F_2 = 3,6 \text{ kgf}$$

$$F_2 = 1,6$$

Untuk mengetahui nilai  $F_1$ , maka persamaan I disubstitusikan dengan persamaan 2.

$$\begin{aligned} F_1 &= 3,2 \cdot F_2 && (\text{Sularso, 2004}) \\ &= 3,2 \times 1,6 \text{ kgf} \\ &= 5,1 \text{ kgf} \end{aligned}$$

## 9. Tegangan Maksimum

Besarnya tegangan maksimum pada sabuk dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma_{max} = \sigma_0 + \frac{Fe}{2.A} + \frac{\gamma.v^2}{10.g} + E_b \frac{h}{d_p} \quad (\text{Dobrovolsky, 1985})$$

Data yang diketahui:

$F_e$  = Gaya efektif pada sabuk = 3,6 kgf

$A$  = Luas penampang sabuk tipe A = 0,81 cm<sup>2</sup>

$h$  = Ketebalan sabuk V tipe A = 8 mm = 0,8 cm

$v$  = Kecepatan sabuk  $V = 7,6 \text{ m/s} = 760 \text{ cm/s}$

$\gamma$  = Berat jenis sabuk  $V = 1,25 \text{ kgf/dm}^3 = 0,00125 \text{ kgf/cm}^3$

$E_b$  = Modulus elastisitas bahan sabuk  $V = 800 \text{ kg/cm}^2$

$g$  = Percepatan gravitasi = 9,81 m/s<sup>2</sup> = 981 cm/s<sup>2</sup>

$d_p$  = Diameter puli kecil = 50 mm = 5 cm

Maka:

$$\begin{aligned} \sigma_{max} &= 12 \text{ kg/cm}^2 + \frac{3,6 \text{ kgf}}{2 \times 0,81 \text{ cm}^2} + \frac{0,00125 \times 760 \text{ cm/s}^2}{10 \times 981 \text{ cm/s}^2} + 800 \text{ kg/cm}^2 \frac{0,8 \text{ cm}}{50 \text{ cm}} \\ &= 27 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

## 10. Kapasitas Mesin

Dalam satu kali proses kerja, *Screening* tepung *moca* selama 60 menit. Pada proses tersebut, massa tepung *moca* yang diayak di dalam *screen* 2 kg. Untuk mengetahui kapasitas mesin kapasitas alat dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} &= \frac{\text{kuantitas}}{\text{waktu}} && (\text{Deustchmant, 1975}) \\ &= \frac{2 \text{ kg}}{60 \text{ menit}} \times \frac{60 \text{ menit}}{1 \text{ jam}} \\ &= 2 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

*Vibrating screen*

Fungsi: Untuk menyeragamkan ukuran batubara hingga 3 mesh

Type : *Vibrating screen*

Kapasitas: 2 kg/jam

Perhitungan :

Rate bahan masuk : 2 kg/jam = 0,048 ton/hari

Ukuran yang diharapkan dari *screen*: 80 mesh

Dari tabel 3, Brown "Unit Operation" didapat data, range kapasitas untuk *vibrating screen*

5–20 ft<sup>2</sup>/mm

Appertures *screen* = 0,177 mm

Diameter wire = 0,052 inchi

Kapasitas vibratingscreen diambil =  $5 \text{ ft}^2 / \text{mm}$

$$\text{Luas Vibrating Screen} = \left( \frac{\text{Rate Masuk}}{\frac{\text{Rate Kapasitas Brown}}{\text{Apperture Screen}}} \right)$$

$$= \frac{0,048 \frac{\text{ton}}{\text{hari}}}{5 \frac{\text{ft}^2}{\text{mm}}}$$

$$= 0,054 \text{ ft}^2$$

Efisiensi screen = 80%

$$\begin{aligned} \text{luas screen sebenarnya} &= \frac{100}{80} \times 0,054 \\ &= 0,0675 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Spesifikasi alat:

Nama: *Screen* (H-114)

Fungsi: Untuk menyeragamkan ukuran tepung *moca* hingga 80 mesh

Type

: *Vibrating screen* Kapasitas:

2 kg/jam

Luas ayakan:  $0,0675 \text{ ft}^2$

Bahan konstruksi : *stainless steel*

Jumlah: 3 buah

ukuran *mesh* : 60, 80, dan 100 *mesh*

## PERHITUNGAN ANALISA PERCOBAAN



1. % Bahan tertinggal dan lolos ayakan pada *Screen* ukuran 60 mesh

a) Umpan 50 gr

$$X_1 = \frac{W_1}{W_{tot}} \times 100\%$$

Keterangan :

$X_1$  = Bahan tertinggal pada ayakan (%)

$W_1$  = Berat bahan tertinggal pada ayakan (gr)

$W_{tot}$  = Total berat bahan (gr)

(Henderson dan Perry, 1989)

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{W_1}{W_{tot}} \times 100\% \\ &= \frac{2,22 \text{ gr}}{50 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 4,44\% \end{aligned}$$

$$X_2 = \frac{W_2}{W_{total}} \times 100\%$$

Keterangan :

$W_2$  = jumlah produk lolos ayakan (gr)

$W_{total}$  = jumlah produk yang diayak (gr)

(Henderson dan Perry, 1989)

$$\begin{aligned} X_2 &= \frac{W_2}{W_{total}} \times 100\% \\ &= \frac{47,78 \text{ gr}}{50 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 95,56\% \end{aligned}$$

b) Umpan 100 gr

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{W_1}{W_{tot}} \times 100\% \\ &= \frac{10,05 \text{ gr}}{100 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 10,05\% \end{aligned}$$

$$X_2 = \frac{W_2}{W_{total}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} &= \frac{89,95 \text{ gr}}{100 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 89,95\% \end{aligned}$$

c) Umpan 150 gr

$$X_1 = \frac{W_1}{W_{total}} \times 100 \%$$

$$= \frac{14,88 \text{ gr}}{150 \text{ gr}} \times 100 \%$$

$$= 9,92 \%$$

$$X_2 = \frac{W_2}{W_{total}} \times 100 \%$$

$$= \frac{135,12 \text{ gr}}{150 \text{ gr}} \times 100 \%$$

$$= 90,08 \%$$

d) Umpan 200 gr

$$X_1 = \frac{W_1}{W_{total}} \times 100 \%$$

$$= \frac{32,87 \text{ gr}}{200 \text{ gr}} \times 100 \%$$

$$= 16,43 \%$$

$$X_2 = \frac{W_2}{W_{total}} \times 100 \%$$

$$= \frac{167,13 \text{ gr}}{200 \text{ gr}} \times 100 \%$$

$$= 83,56 \%$$

e) Umpan 250 gr

$$X_1 = \frac{W_1}{W_{total}} \times 100 \%$$

$$= \frac{69,78 \text{ gr}}{250 \text{ gr}} \times 100 \%$$

$$= 27,79 \%$$

$$X_2 = \frac{W_2}{W_{total}} \times 100 \%$$

$$= \frac{180,22 \text{ gr}}{250 \text{ gr}} \times 100 \%$$

$$= 72,08 \%$$

2. Menentukan ukuran partikel  
ukuran 60 mesh

$$FM = \frac{\text{jumlah \% bahan tertinggal}}{100}$$

$$D = 0,0041(2)^{FM}$$

Diketahui

oversize = 2,22

undersize = 47,78

berat bahan = 50

$$\text{jumlah \% bahan tertinggal} = \frac{2,22}{50} \times 100$$

$$= 4,44$$

$$FM = \frac{4,44}{100}$$

$$= 0,044$$

$$D = 0,0041(2)^{0,044}$$

$$= 0,0042$$

3. Menentukan Efektifitas

$$E = \frac{P \cdot X_P(1 - X_R)}{F \cdot X_F(1 - X_F)} \times 100\%$$

(Herjun, 2009)

Keterangan :

- $E$  = Efektifitas
- $F$  = Massa Umpan (gr)
- $P$  = Massa Produk (gr)
- $X_P$  = Fraksi Massa Produk
- $X_R$  = Fraksi Massa *Rejection*
- $X_F$  = Fraksi Massa Umpan

A) Ukuran *mesh* 60

Diketahui

$$X_p = 0,95$$

$$X_r = 0,045$$

$$X_f = 0,95$$

$$E = \frac{P \cdot X_P(1 - X_R)}{F \cdot X_F(1 - X_F)} \times 100\%$$

$$= \frac{47,78 \cdot 0,95 \cdot (1 - 0,045)}{50 \cdot 0,95 \cdot (1 - 0,95)} \times 100\%$$

$$= 81,03\%$$

B) Ukuran *mesh* 80

Diketahui

$$X_p = 0,90$$

$$X_r = 0,098$$

$$X_f = 0,89$$

$$E = \frac{P \cdot X_P(1 - X_R)}{F \cdot X_F(1 - X_F)} \times 100\%$$

$$= \frac{45,10 \cdot 0,90 \cdot (1 - 0,098)}{50 \cdot 0,89 \cdot (1 - 0,89)} \times 100\%$$

$$= 73,29\%$$

C) Ukuran *mesh* 100

Diketahui

$$X_p = 0,78$$

$$X_r = 0,21$$

$$X_f = 0,72$$

$$\begin{aligned} E &= \frac{P \cdot X_p (1 - X_r)}{F \cdot X_f (1 - X_f)} \times 100\% \\ &= \frac{39,23 \cdot 0,78 (1 - 0,21) 10,77}{50 \cdot 0,72 (1 - 0,72) 50} \times 100\% \\ &= 51,65\% \end{aligned}$$

## LAMPIRAN C DOKUMENTASI

### C.1 Penyiapan Bahan Baku



**Gambar 1.** Singkong Setelah di Kupas



**Gambar 2.** Singkong di Rajang berbentuk *Chip*



**Gambar 3.** Singkong di Timbang

## C.2 Fermentasi



**Gambar 4.** Bahan Baku (Singkong /*Chip*, Starter BAL dan Air) dimasukkan ke dalam Fermentor *Mocaf* dan di Fermentasi



**Gambar 5.** Pengecekan pH dan Temperatur Selama Fermentasi



**Gambar 6.** *Chip* di Tiriskan dan Timbang Setelah Fermentasi

### C.3 Pengeringan



**Gambar 7.** *Chip* hasil fermentasi dikeringkan di *rotary dryer*



**Gambar 8.** *Chip* hasil pengeringan

### C.4 Penggilingan



**Gambar 9.**Chip hasilpengeringan, digiling di *diskmil*



**Gambar 10.**Tepunghasilpenggilingan

### **C.5 Screening/pengayakan**



**Gambar 11.**Tepungdiayak di *vibrating screen*





**Gambar 12.** *screen* yang digunakan berukuran 60, 80, 100 *mesh*



**(a)**

**(b)**

**Gambar 13.** (a) Hasil pengayakan tepung, (b) *Undersize* dan *oversize*