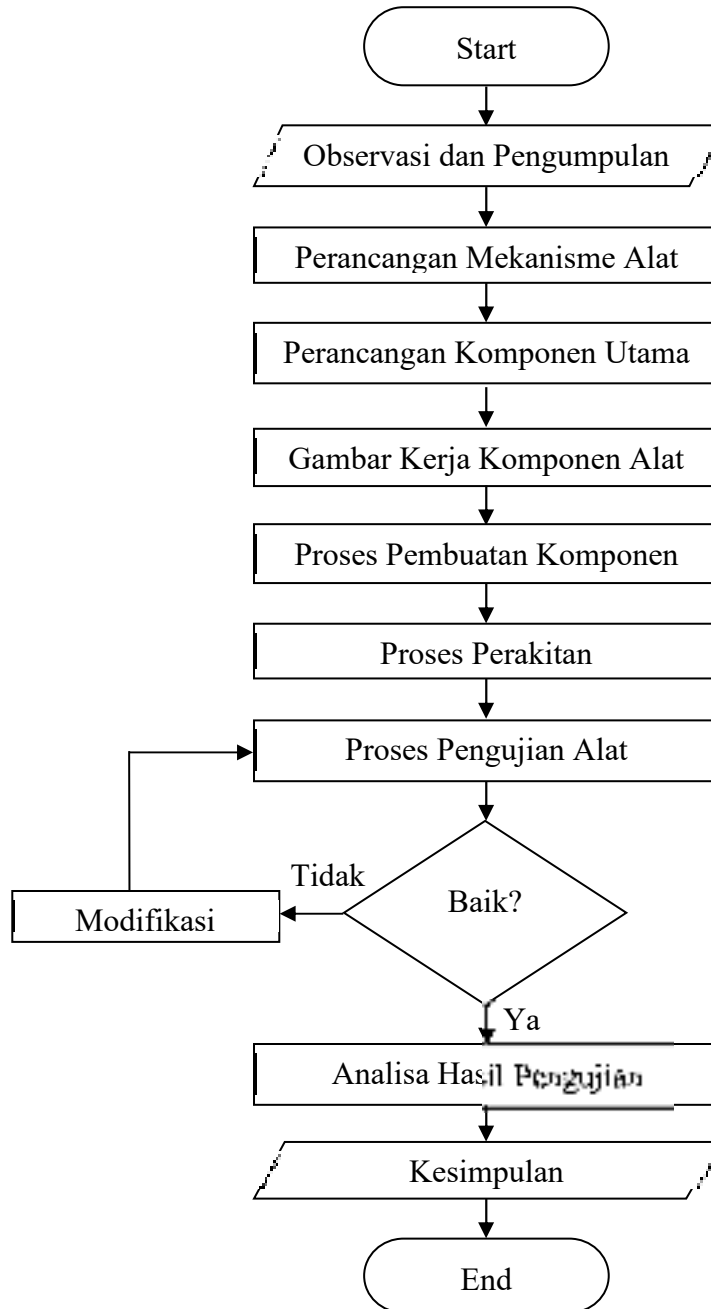


BAB III

PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

3.1 Diagram Alir Proses (*Flow Chart*)



Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Alat

3.2 Prinsip Kerja Alat

Prinsip Kerja dari mesin pemotong keripik tempe yaitu dari energi listrik ke energi mekanik (gerak) dimana mata potong berputar dalam keadaan diam dan benda kerja yang bergerak ke arah mata potong secara horizontal. Dinamo listrik sebagai tenaga penggerak akan menggerakkan puli motor yang selanjutnya mentransmisikan daya pada puli alat sehingga menggerakkan poros pengiris. Dengan kecepatan putaran yang telah ditentukan, maka pisau mampu memberi tekanan yang besar sehingga dapat mengiris tempe yang dimasukkan melalui wadah tempe. Hasil pengirisan keluar melalui saluran pengeluaran dan ditampung dengan menggunakan wadah.

3.3 Perhitungan Tegangan dan Momen yang Terjadi pada Poros

1. Mencari Tegangan Geser (τ_g)

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{pd}{n_2} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\tau = \frac{5,1 \times T}{d_s^3} \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana:

T = Torsi (kg.mm)

Pd = daya rencana = 100 watt
= 0.1 kWh

n_1 = Putaran satu = 6000 rpm

d_s^3 = diameter poros = 19 mm

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} T &= 9,74 \times 10^5 \frac{pd}{n_2} \\ &= 9,74 \times 10^5 \frac{0.1}{6000} \\ &= 16,23 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_g &= \frac{5,1 \times T}{d_s^3} \\ &= \frac{5,1 \times 16,23}{(19)^3} \\ &= 0,012 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

2. Mencari Tegangan Geser Ijin (τ_g ijin)

$$\tau_g \text{ ijin} = \frac{\sigma_b}{sf_1 \times sf_2} \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana:

τ_g ijin = Tegangan geser yang diizinkan (N/mm²)

σ_b = Kekuatan Tarik bahan \longrightarrow ST 42

Sf₁ = Faktor keamanan yang tergantung pada jenis bahan = 6,0

Sf₂ = Faktor keamanan poros = 2, dimana harganya berkisar antara
1,3 – 3,0

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \tau_g \text{ ijin} &= \frac{\sigma_b}{sf_1 \times sf_2} \\ &= \frac{42}{6 \times 2} \\ &= 3,5 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapat, $\tau_g \text{ ijin} \leq \tau_g$

3. Momen Puntir (Mp) dan Momen Tahanan Puntir (Wp)

$$P = \frac{60 \times Pd}{2\pi n_1} \dots\dots\dots (3.4)$$

$$W_p = \frac{\pi}{16} \times d^3 \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana:

P = Momen Puntir (Nmm)

Wp = Momen tahanan puntir (mm³)

n₁ = Putaran satu = 6000 rpm

d = Diameter Poros = 19 mm

P_d = daya rencana = 0,1 kWh

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{60 \times Pd}{2\pi n_1} & W_p &= \frac{\pi}{16} \times d^3 \\
 &= \frac{60 \times 0,1}{2 \times 3,14 \times 6000} & &= \frac{3,14}{16} \times 19^3 \\
 &= 0,16 \text{ Nmm} & &= 1346 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

4. Tegangan Puntir (τ_p) dan Tegangan Puntir yang Diijinkan (τ_p ijin)

$$\tau_p = \frac{p}{w_p} \dots\dots\dots (3.6)$$

$$\tau_p \text{ ijin} = \frac{\sigma_b}{sf_1 \times sf_2} \dots\dots\dots (3.7)$$

Dimana:

τ_p = Tegangan Puntir

P = Momen Puntir = 0,16 Nmm

W_p = Momen Tahanan Puntir = 1346 mm³

σ_b = Kekuatan Tarik Bahan = ST 42

Sf₁ = Faktor keamanan yang tergantung pada jenis bahan = 6,0

Sf₂ = Faktor keamanan poros = 2, dimana harganya berkisar antara 1,3 – 3,0

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \tau_p &= \frac{p}{w_p} & \tau_p \text{ ijin} &= \frac{\sigma_b}{sf_1 \times sf_2} \\
 &= \frac{0,16}{1346} & &= \frac{42}{6 \times 2} \\
 &= 0,0012 \text{ kg/mm}^3 & &= 3,5 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan yang didapat, $\tau_p \leq \tau_p$ ijin maka poros aman untuk digunakan.

3.4 Perhitungan Pulley dan Sabuk

1. Menentukan diameter Pulley

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{dp_2}{dp_1} \dots\dots\dots (3.8)$$

Dimana:

n_1 = putaran rencana pada pulley dinamo = 6000 rpm

n_2 = putaran rencana pada pulley poros = 1028 rpm

dp_1 = diameter pulley satu = 9,2 mm

dp_2 = diameter pulley dua = ?

Penyelesaian:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{dp_2}{dp_1}$$

$$\frac{6000}{1028} = \frac{dp_2}{9,2}$$

$$dp_2 = 53,7 \text{ mm}$$

2. Perhitungan Kecepatan Linier Sabuk

$$V = \frac{n_1 \times dp_2}{60 \times 1000} \dots\dots\dots (3.9)$$

Dimana:

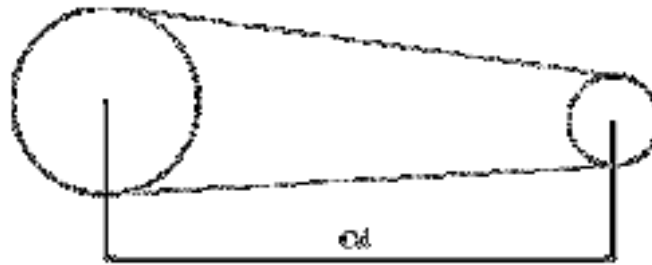
n_1 = Putaran satu = 6000 rpm

dp_2 = Diameter pulley kedua = 53,7 mm

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} V &= \frac{n_1 \times dp_2}{60 \times 1000} \\ &= \frac{6000 \times 53,7}{60 \times 1000} \\ &= 5,37 \text{ m/s} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Panjang Sabuk



Gambar 3.2 jarak antar pulley

$$L_1 = 2 \times C + \frac{3,14}{2} (dp_2 + dp_1) + \frac{(dp_2 - dp_1)^2}{4.C} \dots\dots\dots(3.10)$$

Dimana:

C = Jarak antara pulley rencana = 100mm

L = Panjang sabuk (mm)

dp₁ = 9,2 mm

dp₂ = 53,7 mm

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} L &= 2 \times C + \frac{3,14}{2} (dp_2 + dp_1) + \frac{(dp_2 - dp_1)^2}{4.C} \\ &= 2 \times 100 + 1,57 (53,7 + 9,2) + \frac{(53,7 - 9,2)^2}{4.120} \\ &= 299,23 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_1 &= 2 \times L - \pi (dp_2 - dp_1) \\ &= 2 \times 299,23 - 3,14 (53,7 - 9,2) \\ &= 458,73 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_d &= \frac{b_1 + \sqrt{b_1^2 - 8 (dp_2 - dp_1)^2}}{8} \\ &= \frac{458,73 + \sqrt{458,73^2 - 8 (53,7 - 9,2)^2}}{8} \\ &= \frac{458,73 + 441,12}{8} \end{aligned}$$

$$= 112,48 \text{ mm} \approx 112,5 \text{ mm}$$

Jadi jarak antara sumbu poros pertama dan kedua adalah 150 mm.

4. Menentukan Sudut Kontak (θ)

$$\begin{aligned} \theta &= 180^\circ - \frac{57(dp_2 - dp_1)}{C} \dots\dots\dots(3.11) \\ &= 180^\circ - \frac{57(53,7 - 9,2)}{120} \\ &= 180^\circ - 21,14 \\ &= 158,86 \pi/180 \\ &= 2,77 \text{ rad} \end{aligned}$$

5. Menentukan Tegangan Sabuk

$$T = (F_1 - F_2) R \dots\dots\dots(3.12)$$

Dimana:

T = Torsi (Nm)

F1 = Tegangan sabuk sisi Tarik (N)

F2 = Tegangan sabuk sisi kendur (N)

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} F_1 - F_2 &= \frac{T}{R} \\ &= \frac{16,23}{4,6} \end{aligned}$$

$$F_1 - F_2 = 3,5 \text{ N} \dots\dots\dots(\text{persamaan. 1})$$

Untuk menentukan besarnya sabuk dipakai rumus:

$$2,3 \log F_1/F_2 = \mu \cdot \theta \dots\dots\dots(3.13)$$

Dimana:

μ = Koefisien gesek pulley dengan sabuk = 0,3

θ = Sudut kontak pulley dengan sabuk = 2,77 rad

Penyelesaian:

$$2,3 \log F_1/F_2 = \mu \cdot \theta$$

$$\log F_1/F_2 = \frac{0,3 \times 2,77}{2,3}$$

$$\log F_1/F_2 = 0,36$$

$$F_1/F_2 = 2,3$$

$$F_1 = 2,3 \times F_2 \dots\dots\dots(\text{persamaan. 2})$$

Eliminasi dari persamaan 2 ke persamaan 1, untuk mencari F_2

$$F_1 - F_2 = 8,4$$

$$2,3 F_2 - F_2 = 8,4$$

$$1,3 F_2 = 8,4$$

$$F_2 = \frac{8,4}{1,3}$$

$$= 2,7 \text{ N}$$

Distribusikan hasil F_2 ke persamaan 2, untuk mencari F_1

$$F_1 = 2,3 \times F_2$$

$$= 2,3 \times 2,7$$

$$= 6,2 \text{ N}$$

3.5 Perhitungan pada Bantalan

1. Faktor Kecepatan (F_n)

$$F_n = \left[\frac{33,3}{n_2} \right]^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(3.14)$$

Dimana:

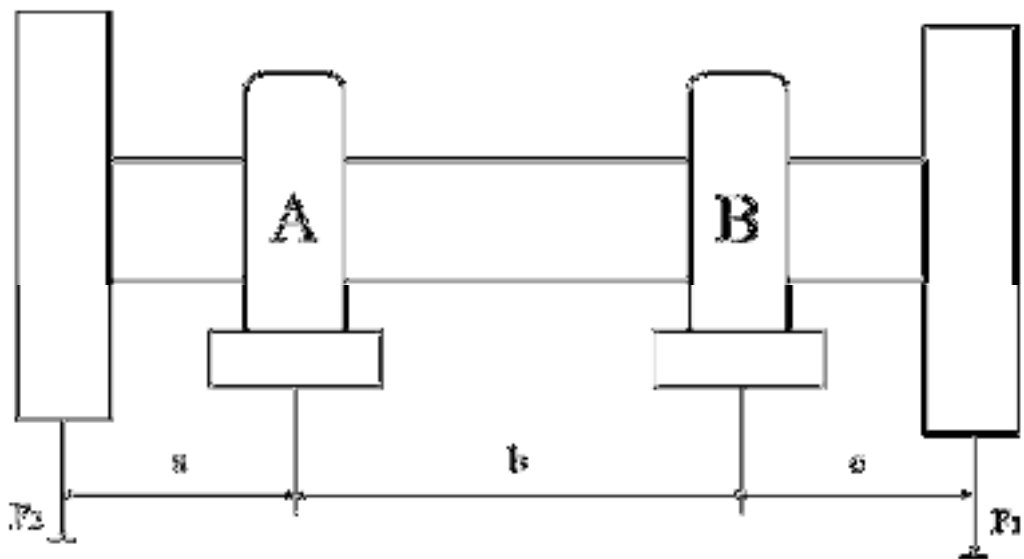
F_n = Faktor kecepatan

n_2 = putaran kedua = 1028 rpm

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 F_n &= \left[\frac{33,3}{n_2} \right]^{\frac{1}{3}} \\
 &= \left[\frac{33,3}{1028} \right]^{\frac{1}{3}} \\
 &= 0,1
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Beban



Gambar 3.3 Beban pada bantalan

$$R_a = \frac{F_2(a+b) + F_1 \times c}{b} \dots\dots\dots(3.15)$$

$$R_b = F_2 + F_1 - R_a \dots\dots\dots(3.16)$$

$$F_r = F_2 + F_1 \dots\dots\dots(3.17)$$

$$P_r = \sqrt{F_a^2 + F_r^2} \dots\dots\dots(3.18)$$

Dimana:

F_2 = gaya yang diterima dari Mata potong = 1,4 N

F_1 = gaya yang diterima dari sabuk 1 = ,5 N

R_a = beban di titik a (Nmm)

R_b = beban di titik b (Nmm)

P_r = beban total (N)

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 R_a &= \frac{F_2(a+b) + F_1 \times c}{b} \\
 &= \frac{6,5(60+170) + 15 \times 52,5}{170} \\
 &= 13,4 \text{ N} \\
 R_b &= F_2 + F_1 - R_a \\
 &= 6,5 + 15 - 13,7 \\
 &= 7,8 \text{ N} \\
 F_r &= F_2 + F_1 \\
 &= 15 + 6,5 \\
 &= 21,5
 \end{aligned}$$

Karena bantalan tidak menerima beban gaya aksial, maka nilai beban gaya aksial adalah nol.

$$\begin{aligned}
 P_r &= \sqrt{F_a^2 + F_r^2} \\
 &= \sqrt{0^2 + 21,5^2} \\
 &= \sqrt{462,25} \\
 &= 21,5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Faktor Umur (Fh)

$$F_h = F_n \times \frac{c}{p} \dots \dots \dots (3.19)$$

Dimana:

Fh = faktor umur (jam)

Fn = faktor kecepatan = 0,1

C = kapasitas nominal dinamis spesifik = 12,8 kN = 1280 kg

P = Beban = 4,9 N = 0,49 kg

Dari lampiran bantalan tipe ball bearing dengan nomor bantalan UCP 204
Maka harga C dan Co *Cylindrical Hole Shape Bearing* dilihat pada tabel 3.2

Tabel 3.1 UCP 204 *Cylindrical Hole Shape Bearing* [2]

Penyelesaian:

$$F_h = 0,1 \times \frac{1280}{0,49}$$

$$= 261,22 \text{ jam}$$

3.6 Perhitungan Kekuatan Las

$$L. \text{ min Lasan} = \frac{t \times l}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots(3.20)$$

$$\tau_g \text{ ijin} = \frac{0,8 \times \sigma_b}{V} \dots\dots\dots(3.21)$$

$$F_{\text{statik}} = \frac{t \times l}{\sqrt{2}} \times \tau_g \dots\dots\dots(3.22)$$

$$F_{\text{dinamik}} = \frac{t \times l}{\sqrt{2}} \times \tau_g \text{ ijin} \dots\dots\dots(3.23)$$

Dimana:

t = tinggi lasan (mm)

l = Panjang lasan (mm)

V = Faktor keamanan (bahan strength tensile 3-4)

F_{statik} = kekuatan las pada saat keadaan statik (diam) (kg)

F_{dinamik} = Kekuatan las pada saat keadaan dinamik (bergerak) (kg)

τ_g = Tegangan Geser = 7,9 kg/mm²(Literatur 3, hal. 29)

$\tau_g \text{ ijin}$ = Tegangan Geser Ijin (kg/mm²) = $\frac{0,8 \times \sigma_b}{V} = \frac{0,8 \times 42}{4} = 8,4 \text{ kg/mm}^2$

1. Luas Minimal Lasan 1

Diketahui:

t = 5 mm

l = 35 mm

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} L. \text{ min Lasan} &= \frac{t \times l}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{5 \times 35}{\sqrt{2}} \\ &= 125 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F \text{ Statik} &= \frac{t \times l}{\sqrt{2}} \times \tau_g \\ &= \frac{5 \times 35}{\sqrt{2}} \times 7,9 \end{aligned}$$

$$= 987,5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} F \text{ Dinamik} &= \frac{t \times l}{\sqrt{2}} \times \tau_g \text{ ijin} \\ &= \frac{5 \times 35}{\sqrt{2}} \times 8,4 \\ &= 1.470 \text{ kg} \end{aligned}$$

2. Luas Minimal Lasan 2

Diketahui:

$$t = 5 \text{ mm}$$

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

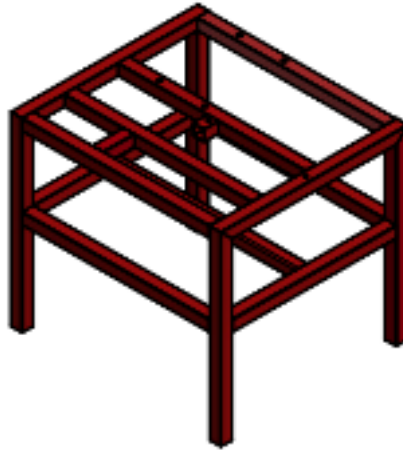
Penyelesaian:

$$\begin{aligned} L. \text{ min Lasan} &= \frac{t \times l}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{5 \times 25}{\sqrt{2}} \\ &= 89,29 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F \text{ statik} &= \frac{t \times l}{\sqrt{2}} \times \tau_g \\ &= \frac{5 \times 25}{\sqrt{2}} \times 7,9 \\ &= 705,39 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F \text{ Dinamik} &= \frac{t \times l}{\sqrt{2}} \times \tau_g \text{ ijin} \\ &= \frac{5 \times 25}{\sqrt{2}} \times 8,4 \\ &= 750,036 \text{ kg} \end{aligned}$$

3.7 Perhitungan Rangka Baja



Gambar 3.4 Desain Rangka Baja

Selain menggunakan plat besi pada meja, kami menggunakan besi hollow pada rangka ini. Untuk perhitungan rangka baja kami menghitung menggunakan rumus perhitungan massa benda. Untuk massa benda, menggunakan rumus perhitungan khusus besi hollow dikarenakan besi ini mempunyai rongga. Rumusnya yaitu:

$$M_{\text{besi Hollow}} = (W + H) \times 2 \times L \times B \times B_j \dots\dots\dots(3.24)$$

Dimana:

V = Volume

W = Lebar

H = Tinggi

L = Panjang

B = Tebal

B_j = Massa Jenis Besi = 78,5 g/cm³

Penyelesaian:

L = 400mm x 12 = 4800mm

= 350 mm x 2 = 700mm

= 60 x 1 = 60 mm

$$= 30 \times 1 = 30 \text{ mm}$$

$$L_{\text{total}} = 4800 + 350 + 60 + 30$$

$$= 5590 \text{ mm}$$

$$V = (W + H) \times 2 \times L \times B \times B_j$$

$$= (25 + 25) \times 2 \times 5590 \times 5590 \times 2 \times 7,85 \times 10^{-6}$$

$$= 8,78 \text{ kg}$$

Untuk plat meja menggunakan rumus dasar perhitungan balok. Maka dari itu rumus yang di gunakan yaitu:

$$V = p \times l \times t \dots\dots\dots(3.25)$$

Dimana:

V = Volume

p = Panjang

l = Lebar

t = Tinggi

Penyelesaian:

$$M_{\text{plat meja}} = p \times l \times t \times B_j$$

$$= 400 \times 145 \times 2 \times 7,85 \times 10^{-6}$$

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

Jadi berat total untuk rangka mesin pemotong ini adalah:

$$M_{\text{total}} = M_{\text{besi hollow}} + M_{\text{meja}}$$

$$= 8,78 + 0,9$$

$$= 9,68 \text{ kg}$$

Dari hasil perhitungan yang didapat, maka berat keseluruhan rangka mesin pemotong ini adalah 9,68 kg.