

4. PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN MESIN PEMOTONG TEMPE.

4.1. Perencanaan Mekanisme Pada Mesin Pemotong Tempe.

Mekanisme yang direncanakan yaitu :

- ? Tebal potongan tempe berpengaruh terhadap pitch ulir yang digunakan sebagai pendorong tempe :

Tebal potongan tempe yang ingin diperoleh adalah 1,5 mm, hal tersebut didapatkan dengan mendorong tempe kearah pisau potong dengan jarak 1,5 mm sekali dorong. Karena itu dibutuhkan suatu mekanisme ulir untuk dapat mendorong maju tempe.

l = Lead (diukur sepanjang elemen dari pitch silinder) = 1,5 mm

p = pitch

n = jumlah ulir (untuk ulir tunggal $n = p$)

$l = n.p$

1,5 = p

$p = 1,5$ mm.

Jadi dibutuhkan ulir dengan pitch ulir 1,5 mm.

Untuk mendapatkan 1 putaran ulir pendorong dibutuhkan 1 putaran penuh roda gigi kecil. Karena hal tersebut dibutuhkan perbandingan jumlah gigi antara roda gigi kecil dan roda gigi besar 1 : n dan $n = 1$, apabila jumlah roda gigi kecil ditentukan 16 gigi dan $n = 5$ maka jumlah roda gigi besar :

$r_v = 5$

$$r_v = \frac{Nt_1}{Nt_2}$$

$$5 = \frac{Nt_1}{16}$$

$Nt_1 = 16 \cdot 5 = 80$ gigi

Jadi apabila roda gigi besar berputar 1 putaran penuh maka roda gigi kecil akan berputar 5 putaran sehingga ulir pendorong juga akan berputar 5 putaran dan mengakibatkan tempe akan maju 1,5 mm sebanyak 5 kali.

Gerak langkah roda gigi besar adalah $\frac{16}{80} \times 360^\circ = 72^\circ$

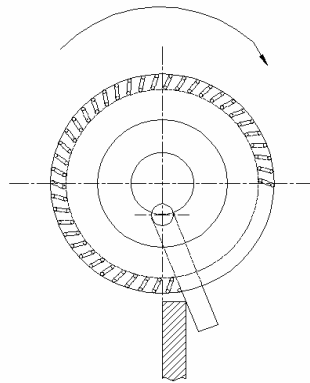
Untuk mendapatkan 72° atau 16 gigi digunakan sebuah cover roda gigi yang memungkinkan gigi hanya bergerak 16 gigi. Tetapi cover gigi ini dapat disetting bila diinginkan ketebalan tempe lebih / kurang dari 1,5 mm. Dalam perencanaan mesin pemotongan ini ketebalan yang menjadi patokan adalah sebesar 1,5 mm.

? Tinggi tempe berpengaruh terhadap gerak turun pisau :

Tinggi tempe yang dipotong pada mesin ini adalah 50 mm. Untuk dapat melakukan pemotongan, pisau potong harus bergerak turun lebih dari 50 mm. Maka digunakan nok yang memiliki panjang lintasan 56 mm agar proses pemotongan dapat sempurna. Pisau potong yang digunakan adalah dengan bahan SUS 301 dengan dimensi Panjang 160 mm, lebar 33 mm dan ketebalan 1 mm.

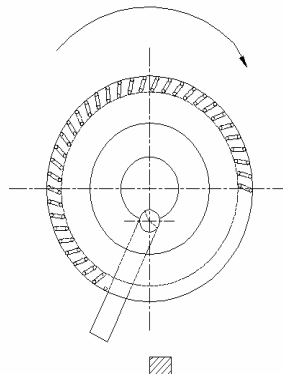
? Perencanaan Mekanisme kopling :

Kopling yang digunakan adalah termasuk kopling tidak tetap. Kopling ini berfungsi untuk menggerakkan atau memutar poros dan memutus aliran putaran poros, selain itu kopling ini juga berfungsi sebagai pasak. Mekanisme kopling ini dikenal dengan sebutan kopling bulan. Mekanisme kopling ini akan berfungsi untuk menggerakkan poros apabila tuas pengganjal kopling diturunkan. Saat saklar dinyalakan motor akan berputar menggerakkan flens dan sambungan kopling, tetapi poros tidak ikut berputar karena mekanisme kopling masih terganjal oleh penahan kopling sehingga antara sambungan kopling dan poros tidak terhubung atau loss seperti pada gambar 4.1.1.



Gambar 4.1.1

Pada saat tuas penahan kopling diturunkan maka tuas akan tertarik oleh pegas yang diikatkan padanya sehingga posisi kopling akan menyebabkan poros ikut berputar hal ini diakibatkan posisi sambungan kopling dan poros tidak loss lagi melainkan telah terhubung oleh kopling sehingga sambungan kopling tersebut dapat memutar poros, seperti pada gambar 4.1.2.



Gambar 4.1.2

Untuk memutuskan aliran putaran pada poros maka tuas penahan kopling dapat dilepaskan lagi sehingga kopling akan kembali terganjal dan posisi antara sambungan kopling dan poros akan loss lagi, maka poros akan berhenti berputar.

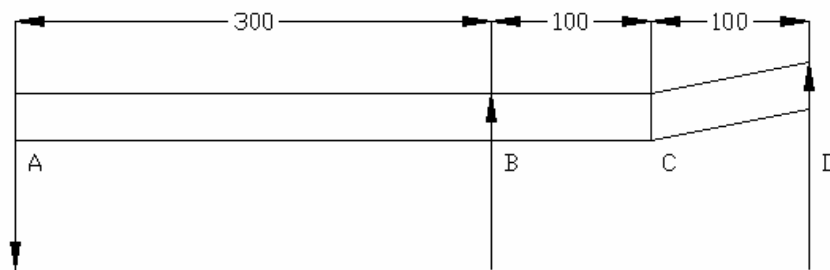
? Gerak turun tuas penahan kopling :

Penahan kopling berfungsi untuk menggerakkan atau memutus aliran putaran pada poros, karena itu digunakan penahan kopling yang gerak naik turunnya diatur oleh suatu tuas yang dihubungkan dengan mekanisme pegas. Apabila tuas diturunkan maka penahan kopling akan turun 2 cm, sehingga kopling dapat menggerakkan poros utama.

4.2 Perhitungan Gaya-Gaya.

4.2.1 Gaya-gaya untuk pemotongan.

Gaya potong tempe yang didapatkan dari percobaan adalah sebesar 1 kg
Berat pisau pemotong 0,5 kg.



$$+) \sum M_C = 0$$

$$-1 (400) + B (100) - 0,5 (100) = 0$$

$$-400 + 100B - 50 = 0$$

$$100B = 450$$

$$B = 4,5 \text{ Kg.}$$

Koefisien antara besi dengan besi adalah 0,35

$$F = \mu_s \cdot N$$

$$F = 0,35 \cdot 4,5 = 1,6 \text{ kg.}$$

Gaya pada nok yang digunakan untuk menekan pisau potong :

$$F = \sqrt{1,6^2 + 4,5^2}$$

$$F = 4,8 \text{ kg}$$

Torsi pada nok :

$$T = F \cdot r$$

$$T = 4,8 \cdot 0,056 = 0,27 \text{ kg.m}$$

$$T = 0,27 \cdot 9,81 = 2,65 \text{ Nm.}$$

4.2.2 Gaya-gaya pendorong tempe.

$$\text{Beban tempe} = 0,5 \text{ kg}$$

$$\text{Beban tempat pendorong tempe} = 1 \text{ kg}$$

Gaya dorong tempe yang dibutuhkan = Gaya geser meja pendorong tempe.

$$F \text{ Geser Meja} = \mu_s \cdot N$$

$$F \text{ Geser Meja} = 0,35 \cdot (0,5 + 1) = 0,525 \text{ kg}$$

Gaya pada lengan penggerak roda gigi :

$$r = 0,04 \text{ m (lengan pada poros utama)}$$

$$F = \frac{T}{r}$$

$$F = \frac{0,525}{0,04}$$

$$F = 13,25 \text{ N}$$

Torsi pada poros roda gigi besar :

$$r = 0,04 \text{ m (lengan pada mekanisme feeder)}$$

$$T = F \cdot r$$

$$T = 13,25 \cdot 0,04$$

$$T = 0,53 \text{ Nm}$$

Gaya pada roda gigi besar :

$$r = 0,041 \text{ m (jari-jari roda gigi besar)}$$

$$F = \frac{T}{r}$$

$$F = \frac{0,53}{0,041}$$

$$F = 12,93 \text{ N}$$

Torsi pada ulir pendorong :

$$r = 0,009 \text{ m (jari-jari roda gigi kecil)}$$

$$T = F \cdot r$$

$$T = 12,93 \cdot 0,009$$

$$T = 0,116 \text{ Nm}$$

$$r = 0,005 \text{ m (jari-jari ulir pendorong)}$$

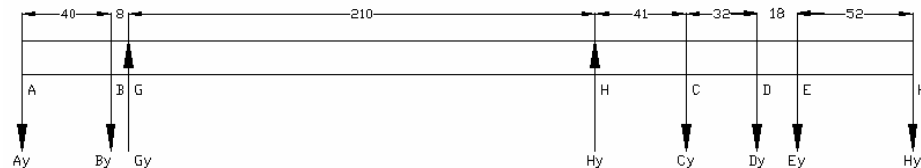
$$F_{\text{radial}} = \frac{0,116}{0,005} = 23,2 \text{ N}$$

$$F_{\text{aksial}} = \frac{31,4 \times 23,2}{1,5} = 485,65 \text{ N}$$

Gaya yang diperoleh untuk menggerakkan tempe adalah sebesar 485,65 N

4.3 Perencanaan Poros Utama.

4.3.1 Perhitungan gaya-gaya pada poros dalam arah sumbu Y :



$$+\uparrow \sum G_y = 0$$

$$-A_y - B_y + G_y + H_y - C_y - D_y - E_y - F_y = 0$$

$$-1,6677 - 6,867 \times 10^{-3} + G_y + H_y - 8,6 - 5,2 - 3,63 - 2,45 = 0$$

$$G_y + H_y = 21,55 \text{ N}$$

$$+) \sum M_G = 0$$

$$-A_y \cdot 48 - B_y \cdot 8 - H_y \cdot 210 + C_y \cdot 251 + D_y \cdot 283 + E_y \cdot 301 + F_y \cdot 353 = 0$$

$$-80 - 0,055 - 210 H_y + 2158,6 + 1471,6 + 1092,63 + 864,5 = 0$$

$$-80,055 - 210 H_y + 5587,68 = 0$$

$$H_y = \frac{5507,625}{210}$$

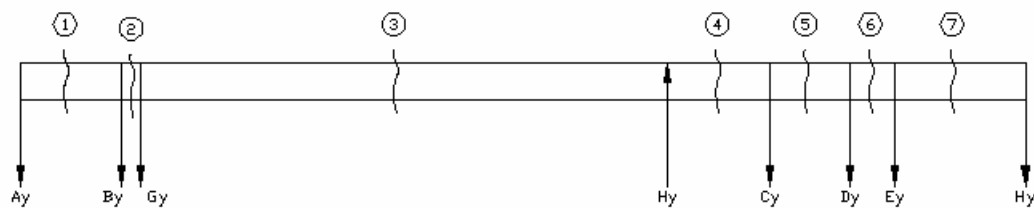
$$H_y = 26,23 \text{ N}$$

$$G_y + H_y = 21,55$$

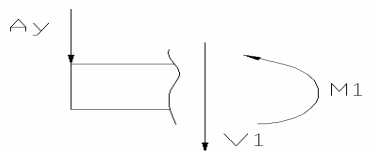
$$G_y = 21,55 - H_y$$

$$G_y = 21,55 - 26,23$$

$$G_y = -4,68 \text{ N}$$



Pada Potongan 1 :



$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$-A_y - V_1 = 0$$

$$V_1 = -A_y$$

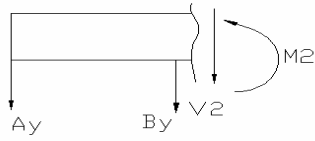
$$V_1 = -1,6677 \text{ N}$$

$$+) \sum M_1 = 0$$

$$A_y \cdot X_1 + M_1 = 0$$

$$1,6677 \cdot 20 + M_1 = 0$$

$$M_1 = -33,354 \text{ Nmm}$$

Pada Potongan 2 :

$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$-A_y - B_y - V_2 = 0$$

$$-1,6677 - 6,867 \times 10^{-3} - V_2 = 0$$

$$V_2 = -1,67 \text{ N}$$

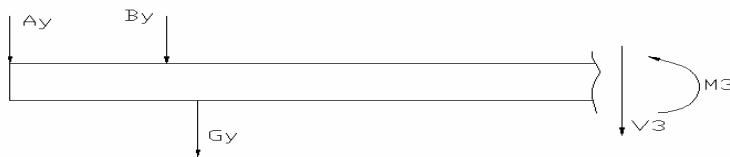
$$+) \sum M_2 = 0$$

$$A_y \cdot X_1 + B_y \cdot X_2 + M_2 = 0$$

$$1,6677 \cdot 44 + 6,867 \times 10^{-3} \cdot 4 + M_2 = 0$$

$$M_2 = -73,38 - 0,027$$

$$M_2 = -73,407 \text{ Nmm}$$

Potongan 3 :

$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$-A_y - B_y - G_y - V_3 = 0$$

$$-1,6677 - 6,867 \times 10^{-3} - 4,68 - V_3 = 0$$

$$V_3 = -6,15 \text{ N}$$

$$+) \sum M_3 = 0$$

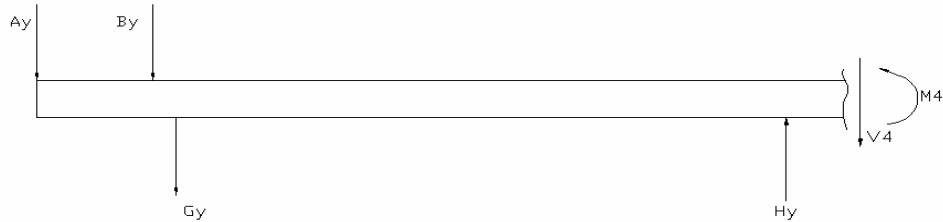
$$A_y \cdot X_1 + B_y \cdot X_2 + G_y \cdot X_3 + M_3 = 0$$

$$1,6677 \cdot 153 + 6,867 \times 10^{-3} \cdot 113 + G_y \cdot 105 + M_3 = 0$$

$$255,16 + 0,776 + 470,4 + M_3 = 0$$

$$M_3 = - 726,336 \text{ Nmm}$$

Potongan 4 :



$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$-A_y - B_y - G_y + H_y - V_4 = 0$$

$$-1,6677 - 6,867 \times 10^{-3} - 4,68 + 26,23 - V_4 = 0$$

$$V_4 = 19,875 \text{ N}$$

$$+\circlearrowleft \sum M_4 = 0$$

$$A_y \cdot X_1 + B_y \cdot X_2 + G_y \cdot X_3 - H_y \cdot X_4 + M_4 = 0$$

$$1,6677 \cdot 278,5 + 6,867 \times 10^{-3} \cdot 238,5 + 4,68 \cdot 230,5 - 26,23 \cdot 20,5 + M_4 = 0$$

$$464,45 + 1,64 + 1078,74 - 537,72 + M_4 = 0$$

$$M_4 = - 1007,11 \text{ Nmm}$$

Potongan 5 :



$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$-A_y - B_y - G_y + H_y - C_y - V_5 = 0$$

$$-1,6677 - 6,867 \times 10^{-3} - 4,68 + 26,23 - 7,6 - V_5 = 0$$

$$V_5 = 12,275 \text{ N}$$

$$+) \sum M_5 = 0$$

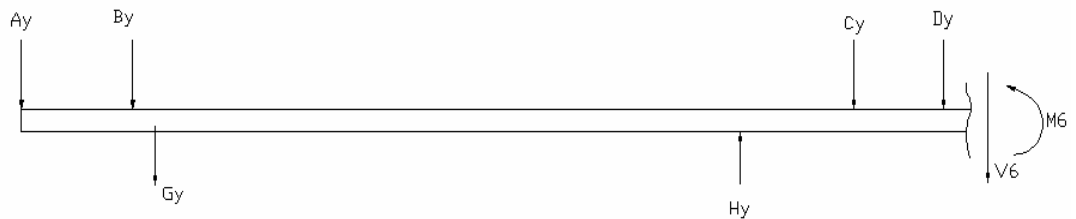
$$A_y \cdot X_1 + B_y \cdot X_2 + G_y \cdot X_3 - H_y \cdot X_4 + C_y \cdot X_5 + M_5 = 0$$

$$1,6677 \cdot 315 + 6,867 \times 10^{-3} \cdot 275 + 4,68 \cdot 267 - 26,23 \cdot 57 + 7,6 \cdot 16 + M_5 = 0$$

$$525,33 + 1,89 + 1249,56 - 1495,11 + 121,6 + M_5 = 0$$

$$M_5 = -403,27 \text{ Nmm.}$$

Potongan 6 :



$$+ \uparrow \sum F_y = 0$$

$$-A_y - B_y - G_y + H_y - C_y - D_y - V_6 = 0$$

$$-1,6677 - 6,867 \times 10^{-3} - 4,68 + 26,23 - 7,6 - 5,2 - V_6 = 0$$

$$V_6 = 7,07 \text{ N}$$

$$+) \sum M_6 = 0$$

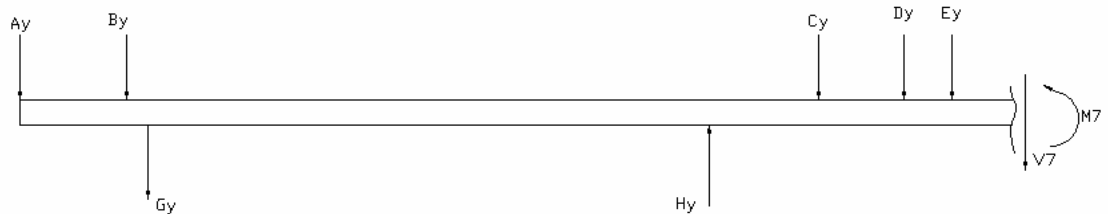
$$A_y \cdot X_1 + B_y \cdot X_2 + G_y \cdot X_3 - H_y \cdot X_4 + C_y \cdot X_5 + D_y \cdot X_6 + M_6 = 0$$

$$1,6677 \cdot 340 + 6,867 \times 10^{-3} \cdot 300 + 4,68 \cdot 292 - 26,23 \cdot 82 + 7,6 \cdot 41 + 5,2 \cdot 9 + M_6 = 0$$

$$567 + 2 + 1366,56 - 2150,86 + 311,6 + 46,8 + M_6 = 0$$

$$M_6 = -143,1 \text{ Nmm}$$

Potongan 7 :



$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$-A_y - B_y - G_y + H_y - C_y - D_y - E_y - V_7 = 0$$

$$-1,6677 - 6,867 \cdot 10^{-3} - 4,68 + 26,23 - 7,6 - 5,2 - 3,63 - V_7 = 0$$

$$V_7 = 2,45 \text{ N}$$

$$+) \sum M_7 = 0$$

$$A_y \cdot X_1 + B_y \cdot X_2 + G_y \cdot X_3 - H_y \cdot X_4 + C_y \cdot X_5 + D_y \cdot X_6 + E_y \cdot X_7 + M_7 = 0$$

$$1,6677 \cdot 375 + 6,867 \times 10^{-3} \cdot 335 + 4,68 \cdot 327 - 26,23 \cdot 117 + 7,6 \cdot 76 + 5,2 \cdot 44 + 3,63 \cdot 26 + M_7 = 0$$

$$625,4 + 2,3 + 1530,36 - 3068,91 + 577,6 + 228,8 + 94,38 + M_7$$

$$M_7 = -10,07 \text{ Nmm}$$

Diagram Gaya Geser :

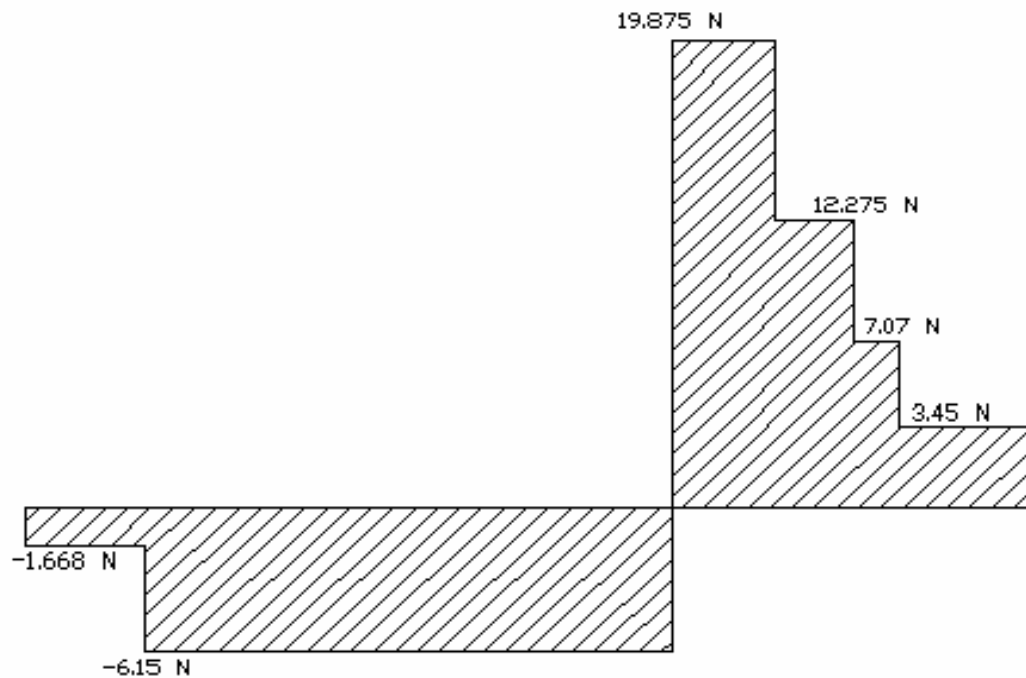
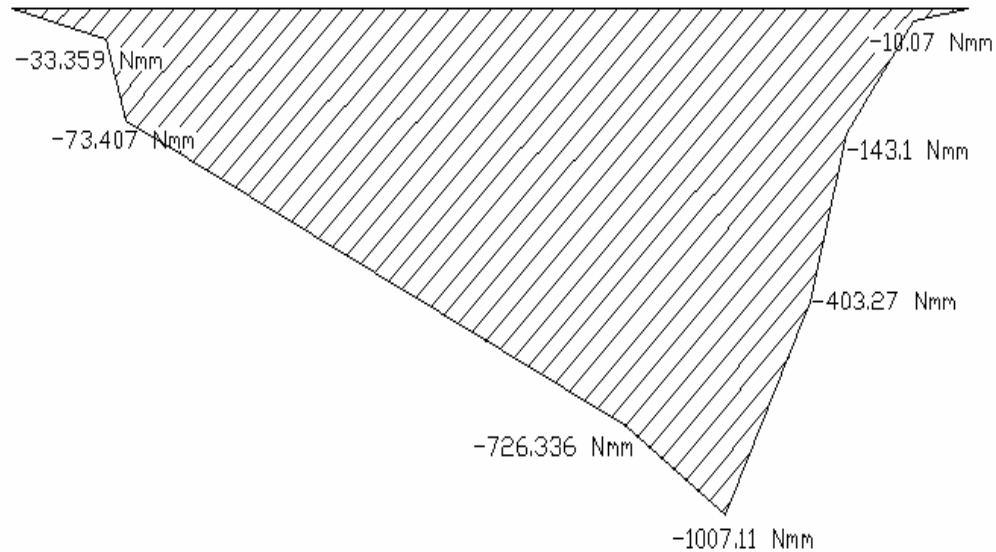


Diagram Momen Lentur :



4.3.2. Perhitungan diameter poros yang digunakan.

Momen yang terjadi pada sumbu X sangat kecil sehingga momen terbesar yang terjadi pada poros adalah pada sumbu Y sebesar 1007,11 Nmm

Maka momen yang terjadi pada poros akibat sumbu Y adalah momen bending.

$$M_b = 1007,11 \text{ Nmm}$$

$$M_t = 3191,4 \text{ Nmm}$$

Angka keamanan yang diambil adalah $N = 2$, untuk material yang beroperasi secara rata-rata dengan harga beban yang diketahui.

Disini bahan poros yang dipakai adalah St 42-1 yang mempunyai $S_y = 410 \text{ N/mm}^2$.

Poros ini merupakan poros pejal.

$$s_x = \frac{32 \cdot M_b}{p \cdot D^3}$$

$$t = \frac{16 \cdot M_t}{p \cdot D^3}$$

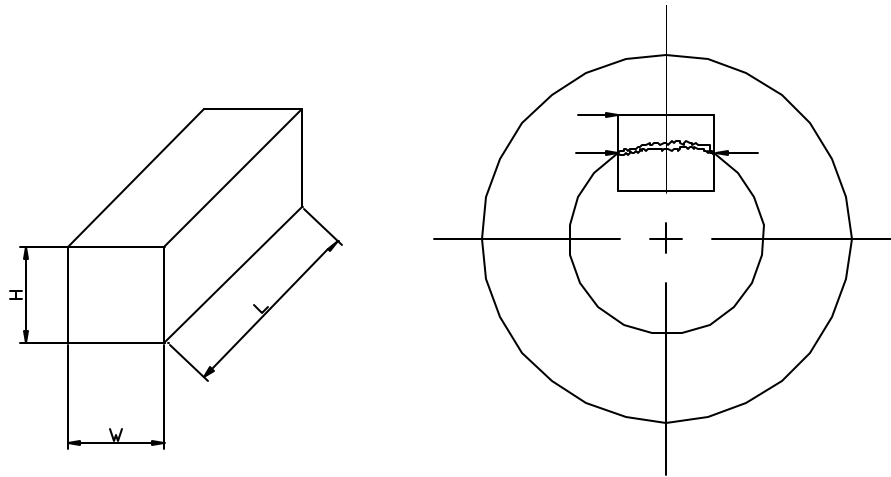
$$\begin{aligned}
t_{\max} &= \sqrt{\left(\frac{s_x}{2}\right)^2 + t^2} \leq \frac{0,58 \cdot Syp}{N} \\
\sqrt{\left(\frac{32 \cdot Mb}{p \cdot D^3}\right)^2 + \left(\frac{16 \cdot Mt}{p \cdot D^3}\right)^2} &\leq \frac{0,58 \cdot Syp}{N} \\
\sqrt{\frac{(16 \cdot Mb)^2 + (16 \cdot Mt)^2}{(p \cdot D^3)^2}} &\leq \frac{0,58 \cdot Syp}{N} \\
\frac{16}{p \cdot D^3} \cdot \sqrt{Mb^2 + Mt^2} &\leq \frac{0,58 \cdot Syp}{N} \\
\frac{16}{p \cdot D^3} \cdot \sqrt{1007,11^2 + 3191,4^2} &\leq \frac{0,58 \cdot 410}{2} \\
\frac{16}{p \cdot D^3} \cdot \sqrt{11199304,51} &\leq 118,9 \\
\frac{16}{p \cdot D^3} \cdot 3346,53 &\leq 118,9 \\
\frac{53544,48}{p \cdot D^3} &\leq 118,9
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D &\geq \sqrt[3]{\frac{53544,48}{p \cdot 118,9}} \\
D &\geq \sqrt[3]{143,34} \\
D &\geq 5,23 \text{ mm} \approx 15 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Karena dari segi keserasian bentuk dan bantalan rumah yang tersedia di pasaran maka besar diameter poros utama dibesarkan menjadi 15 mm.

4.4. Perencanaan Pasak.

Perencanaan Pasak pada Poros Utama.



Bahan pasak St 42-1 dengan $S_{yp} 410 \text{ N/mm}^2$. Dimensi pasak untuk poros dengan diameter 15 mm adalah $W = 4,8 \text{ mm}$, $H = 3,2 \text{ mm}$. Angka keamanan yang digunakan $N = 2$, pasak dapat mengalami tegangan geser dan tegangan tekan. Agar pasak aman terhadap kerusakan akibat tegangan geser maka syarat yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut :

$$F = \frac{Mt}{\left(\frac{D}{2}\right)} = \frac{2 \cdot Mt}{D}$$

$$t = \frac{F}{A} \leq \frac{S_{yp}}{N}$$

$$\frac{2 \cdot Mt}{D \cdot W \cdot L} \leq \frac{0,58 \cdot S_{yp}}{N}$$

$$\frac{2 \cdot 3191,4}{20 \cdot 4,8 \cdot L} \leq \frac{0,58 \cdot 410}{2}$$

$$\frac{6382,8}{96 \cdot L} \leq 118,9$$

$$L \geq 0,56 \text{ mm}$$

Agar pasak aman terhadap kerusakan akibat tegangan tekan maka syarat yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut :

$$s = \frac{4 \cdot Mt}{W \cdot L \cdot D} \leq \frac{Syp}{N}$$

$$\frac{4 \cdot 3191,4}{20 \cdot 4,8 \cdot L} \leq \frac{410}{2}$$

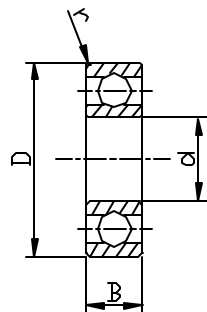
$$\frac{12765,6}{96 \cdot L} \leq 205$$

$$L \geq 0,65 \text{ mm}$$

Pada tabel untuk poros dengan diameter 15 mm, panjang pasak berkisar antara 19,05 mm sampai dengan 76,2 mm maka L diambil 53 mm.

4.5. Perencanaan Bantalan.

Besar diameter poros adalah 15 mm, bantalan yang dipakai pada poros ini adalah bantalan gelinding dengan jenis Deep Groove Ball Bearing SKF tipe 6002 yang memiliki data-data sebagai berikut :



$$d = 15 \text{ mm}$$

$$D = 32 \text{ mm}$$

$$B = 9 \text{ mm}$$

$$\text{Kapasitas nominal dinamis spesifik } C = 5590 \text{ N}$$

$$\text{Kapasitas nominal statis spesifik } Co = 2850 \text{ N}$$

$$X = 1$$

Faktor Jenis bantalan $b = 3$ (Ball Bearing)

Faktor beban putar pada cincin dalam $V = 1$

Bantalan gelinding pada poros ini hanya bekerja gaya radial sebesar $Fr = 26,23 \text{ N}$, maka :

$$P = X \cdot V \cdot Fr$$

$$P = 1.1 \cdot 26,23$$

$$P = 26,23 \text{ N}$$

Sehingga umur bantalan gelinding dapat dicari dengan rumusan sebagai berikut :

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^b$$

$$L_{10} = \left(\frac{5590}{26,23} \right)^3$$

$$L_{10} = 9679224 \times 10^6 \text{ rev}$$

$$\text{Rating Life} = \frac{9679224 \times 10^6}{60 \times 90}$$

$$\text{Rating Life} = 1792,45 \times 10^6 \text{ jam}$$

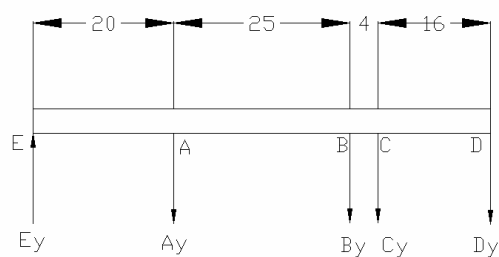
$$\text{Rating Life} = \frac{1792,45 \cdot 10^6 \text{ jam}}{24 \text{ jam} \cdot 365 \text{ hari}}$$

$$\text{Rating Life} = 204617 \text{ tahun}$$

Jadi umur bantalan gelinding SKF dengan tipe 6002 pada poros adalah 204617 tahun.

4.6. Perencanaan Poros Roda Gigi Pada Mekanisme Feeder.

4.6.1. Perhitungan gaya-gaya pada sumbu Y.



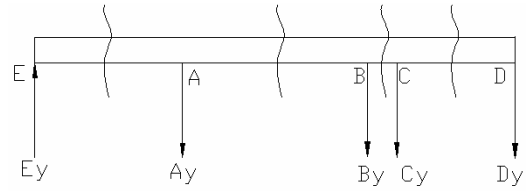
$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$E_y - A_y - B_y - C_y - D_y = 0$$

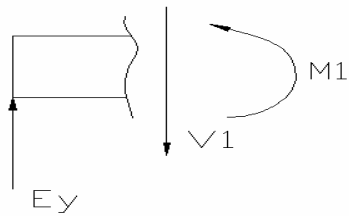
$$E_y = A_y + B_y + C_y + D_y$$

$$E_y = 0,981 + 1,47 + 1,96 + 2,45$$

$$E_y = 6,86 \text{ N}$$



Potongan 1:



$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$E_y - V_1 = 0$$

$$V_1 = 6,86 \text{ N}$$

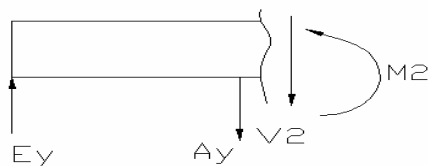
$$+) \sum M_1 = 0$$

$$-E_y \cdot X_1 + M_1 = 0$$

$$M_1 = 6,86 \cdot 10$$

$$M_1 = 68,6 \text{ Nmm}$$

Potongan 2 :



$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$E_y - A_y - V_2 = 0$$

$$V_2 = E_y - A_y$$

$$V_2 = 6,86 - 0,981$$

$$V_2 = 5,8 \text{ N}$$

$$+) \sum M_2 = 0$$

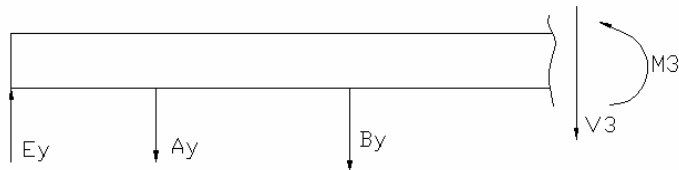
$$-E_y \cdot X_1 + A_y \cdot X_2 + M_2 = 0$$

$$-6,86 \cdot 32,5 + 0,981 \cdot 12,5 + M_2 = 0$$

$$-222,95 + 12,26 + M_2 = 0$$

$$M_2 = 210,69 \text{ Nmm}$$

Potongan 3 :



$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$E_y - A_y - B_y = 0$$

$$6,86 - 0,981 - 1,47 - V_3 = 0$$

$$V_3 = 4,4 \text{ N}$$

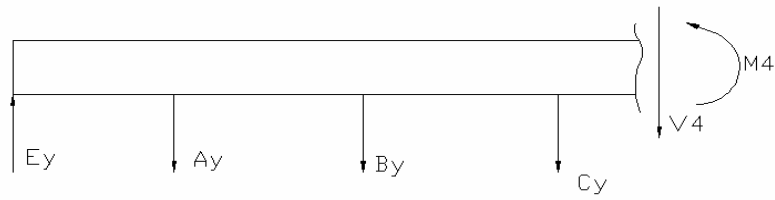
$$+) \sum M_3 = 0$$

$$-E_y \cdot X_1 + A_y \cdot X_2 + B_y \cdot X_3 + M_3 = 0$$

$$-6,86 \cdot 4,7 + 0,981 \cdot 27 + 1,47 \cdot 2 + M_3 = 0$$

$$-322,42 + 26,48 + 2,94 + M_3 = 0$$

$$M_3 = 293 \text{ Nmm}$$

Potongan 4 :

$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$E_y - A_y - B_y - C_y - V_4 = 0$$

$$6,86 - 0,981 - 1,47 - 1,96 - V_4 = 0$$

$$V_4 = 2,45 \text{ N}$$

$$+) \sum M_4 = 0$$

$$-E_y \cdot X_1 + A_y \cdot X_2 + B_y \cdot X_3 + C_y \cdot X_4 + M_4 = 0$$

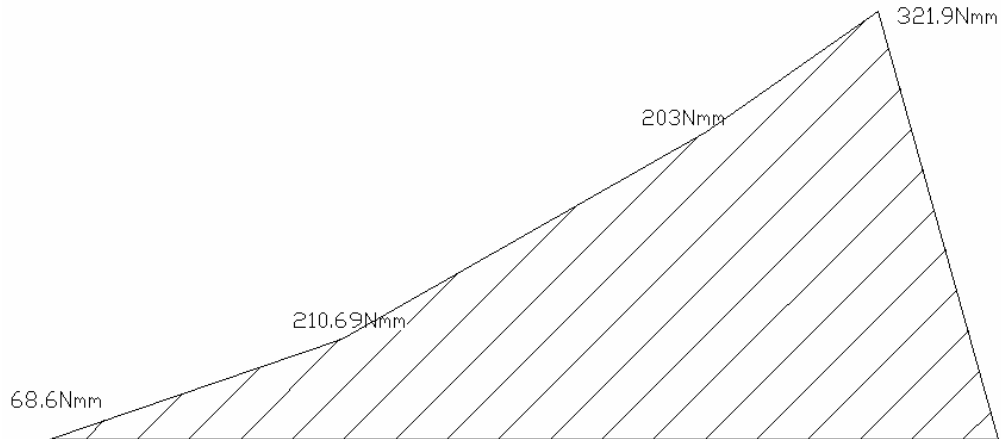
$$-6,86 \cdot 5,7 + 0,981 \cdot 3,7 + 1,47 \cdot 1,2 + 1,96 \cdot 0,8 + M_4 = 0$$

$$-391,02 + 36,3 + 17,64 + 15,68 + M_4 = 0$$

$$M_4 = 321,4 \text{ Nmm}$$

Diagram Gaya Geser :

Diagram Momen Lentur :



4.6.2. Perencanaan diameter Poros.

Perhitungan diameter poros pada roda gigi yang digunakan :

Momen yang terjadi pada sumbu X sangat kecil sehingga momen terbesar yang terjadi pada poros adalah pada sumbu Y sebesar 321,4 Nmm

Maka momen yang terjadi pada poros akibat sumbu Y adalah momen bending.

$$M_b = 321,4 \text{ Nmm}$$

$$M_t = 530 \text{ Nmm}$$

Angka keamanan yang diambil adalah $N = 2$, untuk material yang beroperasi secara rata-rata dengan harga beban yang diketahui.

Disini bahan poros yang dipakai adalah St 42-1 yang mempunyai $S_y = 410 \text{ N/mm}^2$.

Poros ini merupakan poros pejal.

$$s_x = \frac{32 \cdot M_b}{p \cdot D^3}$$

$$t = \frac{16 \cdot M_t}{p \cdot D^3}$$

$$t_{\max} = \sqrt{\left(\frac{s_x}{2}\right)^2 + t^2} \leq \frac{0,58 \cdot Syp}{N}$$

$$\sqrt{\left(\frac{32 \cdot Mb}{p \cdot D^3}\right)^2 + \left(\frac{16 \cdot Mt}{p \cdot D^3}\right)^2} \leq \frac{0,58 \cdot Syp}{N}$$

$$\sqrt{\frac{(16 \cdot Mb)^2 + (16 \cdot Mt)^2}{(p \cdot D^3)^2}} \leq \frac{0,58 \cdot Syp}{N}$$

$$\frac{16}{p \cdot D^3} \cdot \sqrt{Mb^2 + Mt^2} \leq \frac{0,58 \cdot Syp}{N}$$

$$\frac{16}{p \cdot D^3} \cdot \sqrt{321,4^2 + 530^2} \leq \frac{0,58 \cdot 410}{2}$$

$$\frac{16}{p \cdot D^3} \cdot \sqrt{384197,96} \leq 118,9$$

$$\frac{16}{p \cdot D^3} \cdot 619,837 \leq 118,9$$

$$\frac{9917,392}{p \cdot D^3} \leq 118,9$$

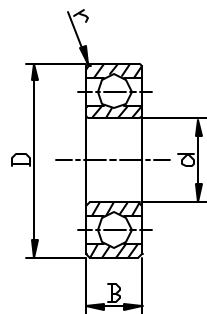
$$D \geq \sqrt[3]{\frac{9917,392}{p \cdot 118,9}}$$

$$D \geq \sqrt[3]{26,55}$$

$$D \geq 2,98 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}$$

4.7. Perencanaan Bantalan.

Besar diameter poros adalah 12 mm, bantalan yang dipakai pada poros ini adalah bantalan gelinding dengan jenis Deep Groove Ball Bearing SKF tipe 6001 yang memiliki data-data sebagai berikut :



$$d = 12 \text{ mm}$$

$$D = 28 \text{ mm}$$

$$B = 8 \text{ mm}$$

$$\text{Kapasitas nominal dinamis spesifik } C = 5070 \text{ N}$$

$$\text{Kapasitas nominal statis spesifik } Co = 2360 \text{ N}$$

$$X = 1$$

Faktor Jenis bantalan $b = 3$ (Ball Bearing)

Faktor beban putar pada cincin dalam $V = 1$

Bantalan gelinding pada poros ini hanya bekerja gaya radial sebesar $Fr = 6,86$ N, maka :

$$P = X \cdot V \cdot Fr$$

$$P = 1 \cdot 1 \cdot 6,86$$

$$P = 6,86 \text{ N}$$

Sehingga umur bantalan gelinding dapat dicari dengan rumusan sebagai berikut :

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^b$$

$$L_{10} = \left(\frac{5070}{6,86} \right)^3$$

$$L_{10} = 40369329 \times 10^7 \text{ rev}$$

$$\text{Rating Life} = \frac{40369329 \times 10^7}{60 \times 18}$$

$$\text{Rating Life} = 37379 \times 10^7 \text{ Jam}$$

$$\text{Rating Life} = \frac{37379 \cdot 10^7 \text{ Jam}}{24 \text{ Jam} \cdot 365 \text{ hari}}$$

$$\text{Rating Life} = 42670091 \text{ tahun}$$

Jadi umur bantalan gelinding SKF dengan tipe 6001 pada poros adalah 42670091 tahun.

4.8. Perencanaan Roda Gigi.

4.8.1. Perencanaan Roda Gigi Pada Poros Utama.

Putaran Motor (n_1) = 214 rpm

Putaran yang diinginkan (n_2) = 90 rpm

$$\phi = 20^\circ$$

$$d_p = 32 \text{ mm}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_g}{d_p}$$

$$\frac{214}{90} = \frac{d_g}{32}$$

$$d_g = 76 \text{ mm}$$

$$N_{tp} = 32$$

$$N_{tg} = 76$$

$$\phi \quad \underline{\text{Jarak gigi (pitch) = } p}$$

$$p = p \frac{d_p}{N_{tp}}$$

$$p = p \frac{32}{32}$$

$$p = 3,14 \text{ mm}$$

$$\phi \quad \underline{\text{Diametral pitch = } P}$$

$$P = \frac{N_{tp}}{d_p}$$

$$P = \frac{32}{32}$$

$$P = 1$$

$$\phi \quad \underline{\text{Jarak antar sumbu = } C}$$

$$C = \frac{d_p + d_g}{2}$$

$$C = \frac{32 + 76}{2}$$

$$C = 54 \text{ mm}$$

? Addendum

$$a = \frac{1}{P}$$

$$a = \frac{1}{1}$$

$$a = 1 \text{ mm}$$

? Deddendum

$$de = \frac{1,25}{P}$$

$$de = \frac{1,25}{1}$$

$$de = 1,25 \text{ mm}$$

? Clearence / celah

$$\frac{0,25}{P} = \frac{0,25}{1} = 0,25 \text{ mm}$$

? Tinggi gigi

$$\frac{2,25}{P} = \frac{2,25}{1} = 2,25 \text{ mm}$$

? Tinggi kontak

$$\frac{2}{P} = \frac{2}{1} = 2 \text{ mm}$$

? Contact length

$$AB = \sqrt{(r_2 + a_2)^2 - r_2^2 \cos^2 q} - r_2 \sin ? + \sqrt{(r_1 + a_1)^2 - r_1^2 \cos^2 q} - r_1 \sin ?$$

$$AB = \sqrt{(38+1)^2 - 38^2 \cos^2 20^\circ} - 38 \sin 20^\circ + \sqrt{(16+1)^2 - 16^2 \cos^2 20^\circ} - 16 \sin 20^\circ$$

$$AB = 15,68 - 13 + 7,94 - 5,5$$

$$AB = 5,12 \text{ mm}$$

? Pb = p cos q

$$Pb = 3,14 \cos 20^\circ$$

$$Pb = 2,95 \text{ mm}$$

? Contact ratio (Cr)

$$Cr = \frac{AB}{Pb} = \frac{5,12}{2,95} = 1,74$$

? Interference, (r_a)

$$r_a = \sqrt{r^2 \cos^2 q + c^2 \sin^2 q}$$

$$r_a = \sqrt{16^2 \cos^2 20 + 54^2 \sin^2 20}$$

$$r_a = \sqrt{226 + 341}$$

$$r_a = 23,81 \text{ mm}$$

4.8.2. Perencanaan Roda Gigi Pada Mekanisme Feeder.

Diketahui :

$$N_{tp} = 16$$

$$d_p = 18 \text{ mm}$$

$$N_{tg} = 80$$

$$d_g = 82 \text{ mm}$$

$$\phi = 20^\circ$$

$$? \quad \underline{\text{Jarak gigi (pitch)} = p}$$

$$p = p \frac{d_g}{N_{tg}}$$

$$p = p \frac{82}{80}$$

$$p = 3,2 \text{ mm}$$

$$? \quad \underline{\text{Diametral pitch} = P}$$

$$P = \frac{N_{tg}}{d_g}$$

$$P = \frac{80}{82}$$

$$P = 0,975$$

$$? \quad \underline{\text{Jarak antar sumbu} = C}$$

$$C = \frac{d_p + d_g}{2}$$

$$C = \frac{18 + 82}{2}$$

$$C = 50 \text{ mm}$$

? Addendum

$$a = \frac{1}{P}$$

$$a = \frac{1}{0,975}$$

$$a = 1,025 \text{ mm}$$

? Deddendum

$$de = \frac{1,25}{P}$$

$$de = \frac{1,25}{0,975}$$

$$de = 1,28 \text{ mm}$$

? Clearence / celah

$$\frac{0,25}{P} = \frac{0,25}{0,975} = 0,26 \text{ mm}$$

? Tinggi gigi

$$\frac{2,25}{P} = \frac{2,25}{0,975} = 2,31 \text{ mm}$$

? Tinggi kontak

$$\frac{2}{P} = \frac{2}{0,975} = 2,05 \text{ mm}$$

? Contact length

$$AB = \sqrt{(r_2 + a_2)^2 - r_2^2 \cos^2 q} - r_2 \sin ? + \sqrt{(r_1 + a_1)^2 - r_1^2 \cos^2 q} - r_1 \sin ?$$

$$AB = \sqrt{(9 + 1,025)^2 - 9^2 \cos^2 20^\circ} - 9 \sin 20^\circ + \sqrt{(41 + 1,025)^2 - 41^2 \cos^2 20^\circ} - 41 \sin 20^\circ$$

$$AB = 5,38 - 3,078 + 16,78 - 14,02$$

$$AB = 5,062 \text{ mm}$$

? Pb = p cos q

$$Pb = 3,2 \cos 20^\circ$$

$$Pb = 3 \text{ mm}$$

? Contact ratio (Cr)

$$Cr = \frac{AB}{Pb} = \frac{5,062}{3} = 1,687 \text{ mm}$$

? Interference, (r_a)

$$r_a = \sqrt{r^2 \cos^2 q + c^2 \sin^2 q}$$

$$r_a = \sqrt{9^2 \cos^2 20 + 50^2 \sin^2 20}$$

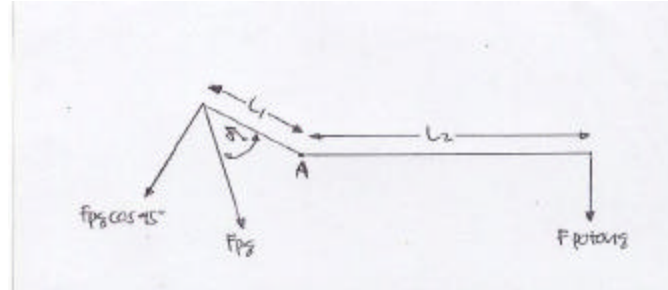
$$r_a = \sqrt{71,52 + 292,45}$$

$$r_a = 19,07 \text{ mm}$$

4.9. Perencanaan Pegas.

4.9.1. Perencanaan Pegas Pada Penahan Pisau Potong.

Untuk mencari gaya pada pegas :



$$F \text{ Potong} = 1 \text{ Kg} = 9,8 \text{ N}$$

$$L1 = 140 \text{ mm}$$

$$L2 = 400 \text{ mm}$$

$$+) \sum M_A = 0$$

$$FPg \cos 45^\circ \cdot L1 - F \text{ Potong} \cdot L2 = 0$$

$$FPg \cos 45^\circ \cdot 140 - 9,8 \cdot 400 = 0$$

$$FPg = \frac{9,8 \cdot 400}{140 \cdot \cos 45^\circ}$$

$$FPg = 39,2 \text{ N}$$

Diketahui :



Besar lendutan $d = 81 \text{ mm} = 3,2 \text{ in.}$

Diameter kawat pegas, $d = 2 \text{ mm} = 0,078 \text{ in}$

Gaya pada pegas yang digunakan untuk melawan gaya potong
tempe $F = 39,2 \text{ N} = 4 \text{ Kg} = 8,8 \text{ lb}$

Diameter pegas = $10 \text{ mm} = 0,394 \text{ in}$

Tinggi pegas dalam keadaan normal $hf = 275 \text{ mm} = 10,83 \text{ in}$

konstanta pegas dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$F = d \cdot k$$

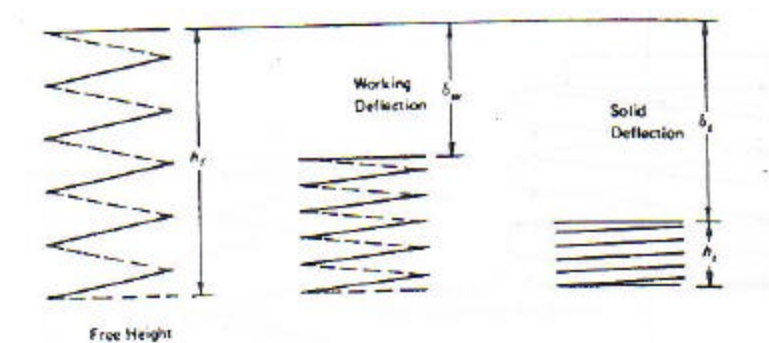
$$8,8 = 3,2 \cdot k$$

$$k = \frac{8,8}{3,2}$$

$$k = 2,75 \text{ lb/in}$$

Pegas termasuk dalam kerja rata-rata yaitu mempunyai umur antara 10.000 sampai 100.000 siklus.

Untuk mencari jumlah lilitan pegas maka dipakai perumusan berikut :



$$h_f = N_t \cdot d + 1,2 \cdot \frac{F}{k}$$

$$10,83 = N_t \cdot 0,078 + 1,2 \cdot \frac{8,8}{2,75}$$

$$10,83 = N_t \cdot 0,078 + 1,2 \cdot 3,2$$

$$10,83 = N_t \cdot 0,078 + 3,88$$

$$N_t = \frac{10,83 - 3,88}{0,078}$$

$$N_t = 89,1 \text{ lili tan} \approx 90 \text{ lilitan}$$

Untuk mencari tinggi solid pegas (h_s) maka dipakai perumusan berikut :

$$h_s = N_t \cdot d$$

$$h_s = 90 \cdot 0,078$$

$$h_s = 7,02 \text{ in}$$

Untuk mencari lilitan yang aktif untuk pegas tarik dapat dipakai perumusan berikut :

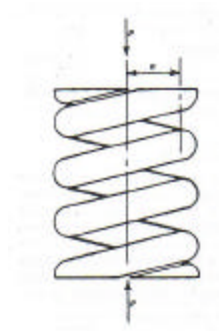
$$N_t = N_a + 2$$

$$N_a = N_t - 2$$

$$N_a = 90 - 2$$

$$N_a = 88 \text{ lili tan}$$

Sedangkan untuk indeks pegas (C) dapat dicari dengan perumusan berikut :



$$C = \frac{2 \cdot R}{d}$$

$$C = \frac{0,394}{0,078}$$

$$C = 5,05$$

Sedangkan untuk gaya geser pada pegas dicari dengan perumusan berikut :

$$t = \frac{8 \cdot C \cdot F}{p \cdot d^2} \cdot \left(\frac{4 \cdot C - 1}{4 \cdot C - 4} + \frac{0,615}{C} \right)$$

$$t = \frac{8 \cdot 5,05 \cdot 8,8}{p \cdot (0,078)^2} \cdot \left(\frac{4 \cdot (5,05) - 1}{4 \cdot (5,05) - 4} + \frac{0,615}{5,05} \right)$$

$$t = \frac{355.52}{0,019} \cdot \left(\frac{19,2}{16,2} + 0,12 \right)$$

$$t = 18711,57 \cdot (1,31)$$

$$t = 24512,15 \text{ psi}$$

Jadi besar gaya geser yang terjadi pada pegas adalah $t = 24512,15 \text{ psi}$.

Bahan yang digunakan pada pegas adalah :

$$S_{syp} = t \cdot N$$

$$S_{syp} = 24512,15 \cdot (2)$$

$$S_{syp} = 49024,3 \text{ lb/in}^2$$

$$S_{yp} = \frac{S_{syp}}{0,58}$$

$$S_{yp} = \frac{49024,3}{0,58}$$

$$S_{yp} = 84524,66 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \cdot \left(\frac{1 \text{ in}}{25,4 \text{ mm}} \right)^2 \cdot \frac{1 \text{ kg}}{2,2046 \text{ lb}}$$

$$S_{yp} = 59,42 \text{ kg/mm}^2$$

Jadi bahan pegas yang dipilih yaitu baja pegas SUP 4 dengan $S_{yp} = 115 \text{ kg/mm}^2$.

4.9.2. Perencanaan pegas pada rumah kopling.

Diketahui :

Besar lendutan $d = 50 \text{ mm} = 1,97 \text{ in}$.

Diameter kawat pegas, $d = 2 \text{ mm} = 0,078 \text{ in}$

Diameter pegas $= 8 \text{ mm} = 0,315 \text{ in}$

Momen torsi yang terjadi pada pegas sebesar $M_t = 3,2 \text{ Nm} = 3200 \text{ Nmm}$

$h_f = 110 \text{ mm} = 4,3 \text{ in}$

Diameter rumah tempat kopling $= 60 \text{ mm} = 2,36 \text{ in}$

Besar gaya yang terjadi adalah :

$$\begin{aligned}
 Mt &= \left(\frac{D}{2} \right) \cdot F \\
 3200 &= \left(\frac{60}{2} \right) \cdot F \\
 3200 &= 30 \cdot F \\
 F &= \frac{3200}{30} \\
 F &= 107 \text{ N} = 23,57 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Setelah mencari gaya pada pegas, maka konstanta pegas dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 F &= d \cdot k \\
 23,57 &= 1,97 \cdot k \\
 k &= \frac{23,57}{1,97} \\
 k &= 12 \text{ lb/in}
 \end{aligned}$$

Pegas termasuk dalam kerja rata-rata yaitu mempunyai umur antara 10.000 sampai 100.000 siklus.

Untuk mencari jumlah lilitan pegas maka dipakai perumusan berikut :

$$\begin{aligned}
 h_f &= N_t \cdot d + 1,2 \cdot \frac{F}{k} \\
 4,3 &= N_t \cdot 0,078 + 1,2 \cdot \frac{23,57}{12} \\
 4,3 &= N_t \cdot 0,078 + 1,2 \cdot 1,96 \\
 4,3 &= N_t \cdot 0,078 + 2,4 \\
 N_t &= \frac{19}{0,078} \\
 N_t &= 24,35 \text{ lili tan} \approx 24 \text{ lilitan}
 \end{aligned}$$

Untuk mencari tinggi solid pegas (h_s) maka dipakai perumusan berikut :

$$\begin{aligned}h_s &= N_t \cdot d \\h_s &= 24 \cdot 0,078 \\h_s &= 1,872 \text{ in}\end{aligned}$$

Untuk mencari lilitan yang aktif untuk pegas tarik dapat dipakai perumusan berikut :

$$\begin{aligned}N_t &= N_a + 2 \\N_a &= N_t - 2 \\N_a &= 24 - 2 \\N_a &= 22 \text{ lili tan}\end{aligned}$$

Sedangkan untuk indeks pegas (C) dapat dicari dengan perumusan berikut :

$$\begin{aligned}C &= \frac{2 \cdot R}{d} \\C &= \frac{0,315}{0,078} \\C &= 4,04\end{aligned}$$

Sedangkan untuk gaya geser pada pegas dicari dengan perumusan berikut :

$$\begin{aligned}t &= \frac{8 \cdot C \cdot F}{p \cdot d^2} \cdot \left(\frac{4 \cdot C - 1}{4 \cdot C - 4} + \frac{0,615}{C} \right) \\t &= \frac{8 \cdot 4,04 \cdot 23,57}{p \cdot (0,078)^2} \cdot \left(\frac{4 \cdot (4,04) - 1}{4 \cdot (4,04) - 4} + \frac{0,615}{4,04} \right) \\t &= \frac{761,78}{0,019} \cdot \left(\frac{15,16}{12,16} + 0,15 \right) \\t &= 40093,68 \cdot (0,187) \\t &= 7497,51 \text{ psi}\end{aligned}$$

Jadi besar gaya geser yang terjadi pada pegas adalah $t = 7497,51$ psi.

Bahan yang digunakan pada pegas adalah :

$$S_{syp} = t \cdot N$$

$$S_{syp} = 7497,51 \cdot (2)$$

$$S_{syp} = 14995,02 \text{ lb/in}^2$$

$$Syp = \frac{S_{syp}}{0,58}$$

$$Syp = \frac{14995,02}{0,58}$$

$$Syp = 25853,48 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \cdot \left(\frac{1 \text{ in}}{25,4 \text{ mm}} \right)^2 \cdot \frac{1 \text{ kg}}{2,2046 \text{ lb}}$$

$$Syp = 18,18 \text{ kg/mm}^2$$

Jadi bahan pegas yang dipilih yaitu baja pegas SUP 4 dengan $Syp = 115 \text{ kg/mm}^2$.

4.10. Kapasitas Produksi.

Kapasitas produksi disini yang dimaksudkan adalah banyaknya potongan tempe yang dapat dihasilkan oleh mesin pemotongan tempe ini tiap menit. Pada mekanisme pemotongan ini, pisau yang digunakan untuk pemotongan tempe sebanyak 1 buah pisau potong.

- ? Banyaknya potongan tempe yang dihasilkan oleh mesin pemotongan tempe ini adalah 0,79 kg per menit. (lampiran 10)
- ? Berdasarkan percobaan untuk mendapatkan potongan tempe secara manual adalah 0,35 kg per menit. (lampiran 11)

Berdasarkan hal tersebut diatas maka mesin pemotongan tempe ini memiliki kapasitas produksi yang lebih besar bila dibandingkan dengan pemotongan tempe secara manual.

4.11. Perencanaan Motor.

Beban tempe = 0,5 kg

Beban tempat pendorong tempe = 1 kg

Gaya dorong tempe yang dibutuhkan = Gaya geser meja pendorong tempe.

F Geser Meja = $\mu_s \cdot N$

F Geser Meja = $0,35 \cdot (0,5 + 1) = 0,525 \text{ kg}$

Torsi yang digunakan untuk memotong tempe = 2,65 Nm

Torsi yang digunakan untuk pendorong tempe = 0,525 Nm

Torsi total (2,65 Nm + 0,525 Nm) = 3,175 Nm

$$HP = M_t \times \frac{2 \cdot p \cdot n}{60}$$

$$HP = 3,175 \times \frac{2 \cdot p \cdot 90}{60}$$

HP = 29 Watt = 0,029 KW

Pada mekanisme mesin pemotongan tempe ini digunakan motor DC dengan HP 30 Watt karena sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan daya-daya yang diperlukan pada mekanisme mesin pemotongan tempe ini untuk melakukan pemotongan pada tempe dengan dimensi maksimal P = 130 mm, L = 100 mm dan T = 50mm.