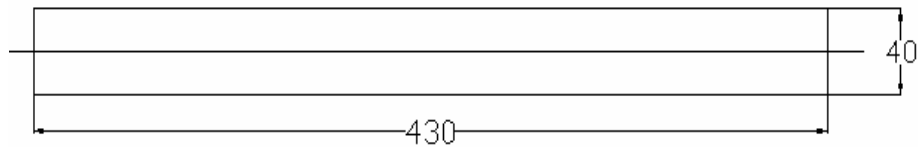


4. PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN ELEMEN MESIN

4.1. Perencanaan putaran mesin tablet

Daya pada mesin tablet ini dapat dihitung dengan mengetahui beban tiap komponen yang ada dan besar momen yang terjadi pada tiap-tiap komponen yang digunakan. Maka besar daya motor yang diperlukan adalah :

A. Pada poros Geneva.



Gb 4.1. Poros Geneva

$$D \text{ poros} = 40\text{mm} = 0,04 \text{ m}$$

$$L \text{ poros} = 430\text{mm} = 0,43 \text{ m}$$

$$\text{Bahan poros s45c dengan } \rho = 7830 \text{ kg/m}^3$$

$$M \text{ poros} = \rho \cdot V$$

$$= 7830 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot L$$

$$= 7830 \cdot \pi \cdot (0,02)^2 \cdot 0,43$$

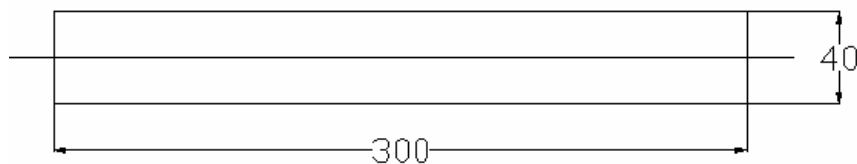
$$= 4,23 \text{ kg}$$

$$\text{Momen pada Poros (I)} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 4,23 \cdot (0,02)^2$$

$$= 8,46 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

B. Pada poros drive Geneva.



Gb 4.2. Poros Drive Geneva

$$D \text{ poros} = 40 \text{ mm} = 0,04 \text{ m}$$

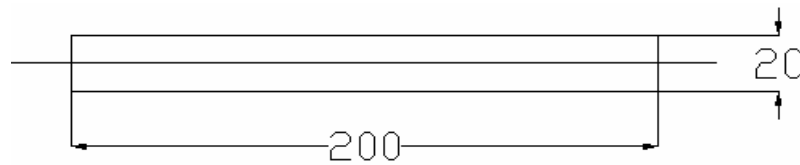
$$L \text{ poros} = 300\text{mm} = 0,30 \text{ m}$$

Bahan poros s45c dengan $\rho = 7830 \text{ kg/m}^3$

$$\begin{aligned}M \text{ poros} &= \rho \cdot V \\&= 7830 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot L \\&= 7830 \cdot \pi \cdot (0,02)^2 \cdot 0,30 \\&= 2,95 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Momen pada Poros (I)} &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2 \\&= \frac{1}{2} \cdot 2,95 \cdot (0,02)^2 \\&= 5,9 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2\end{aligned}$$

C. Poros pada engkol/penumbuk



Gb 4.3. Poros Engkol

D poros = 20 mm = 0,02 m

L poros = 200mm = 0,2 m

Bahan poros s45c dengan $\rho = 7830 \text{ kg/m}^3$

$$\begin{aligned}M \text{ poros} &= \rho \cdot V \\&= 7830 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot L \\&= 7830 \cdot \pi \cdot (0,01)^2 \cdot 0,20 \\&= 0,49 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Momen pada Poros (I)} &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2 \\&= \frac{1}{2} \cdot 0,49 \cdot (0,01)^2 \\&= 2,45 \times 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2\end{aligned}$$

D. Pada pulley

Karena besar pulley yang digunakan mempunyai perbandingan 1 : 1 maka besar massa tiap pulley dianggap sama yaitu :

D pulley = 10,16 cm = 0,1016 m

L pulley = 20mm = 2 cm

Bahan pulley alumunium $\rho = 2,7 \text{ g/cm}^3$

$$\begin{aligned}M \text{ pulley} &= \rho \cdot V \\&= 2,7 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot L\end{aligned}$$

$$= 2,7 \cdot \pi \cdot (5,08)^2 \cdot 2$$

$$= 437,57 \text{ g}$$

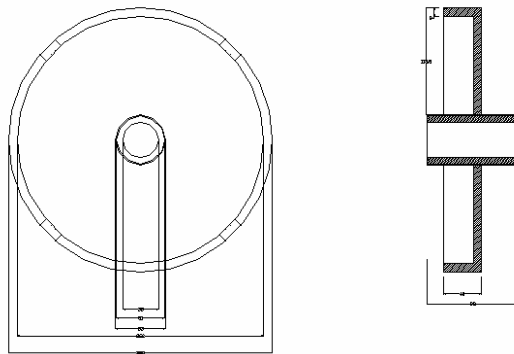
$$= 0,437 \text{ kg}$$

$$\text{Momen pada Pulley (I)} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,437 \cdot (0,0508)^2$$

$$= 5,64 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

E. Pada metres cetakkan



Gb 4.4. Matres Cetakkan

$$D1 = \text{diameter luar} = 28 \text{ cm} = 0,28 \text{ m}$$

$$D2 = \text{diameter lingkaran dalam} = 26,8 \text{ cm} = 0,268 \text{ m}$$

$$D3 = \text{diameter lingkaran luar poros} = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

$$D4 = \text{diameter lingkaran dalam poros} = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$$

$$L1 = \text{tebal plat piringan matres} = 0,8 \text{ cm}$$

$$L2 = \text{panjang piringan/penampang luar matres} = 3,2 \text{ cm}$$

$$L3 = \text{panjang lingkaran poros} = 9,8 \text{ cm}$$

$$\text{Material s45c dengan } \rho = 7830 \text{ kg/m}^3$$

$$M1 = \text{massa dari piringan matres}$$

$$M1 = \rho \cdot V$$

$$= 7830 \cdot \pi \cdot (r_1^2 - r_3^2) \cdot L1$$

$$= 7830 \cdot \pi \cdot (0,14^2 - 0,025^2) \cdot 0,008$$

$$= 3,73 \text{ kg}$$

$$M2 = \text{massa dari penampang luar matres}$$

$$M2 = \rho \cdot V$$

$$\begin{aligned}
&= 7830 \cdot \pi \cdot (r_1^2 - r_2^2) \cdot L_2 \\
&= 7830 \cdot \pi \cdot (0,14^2 - 0,134^2) \cdot 0,032 \\
&= 1,29 \text{ kg}
\end{aligned}$$

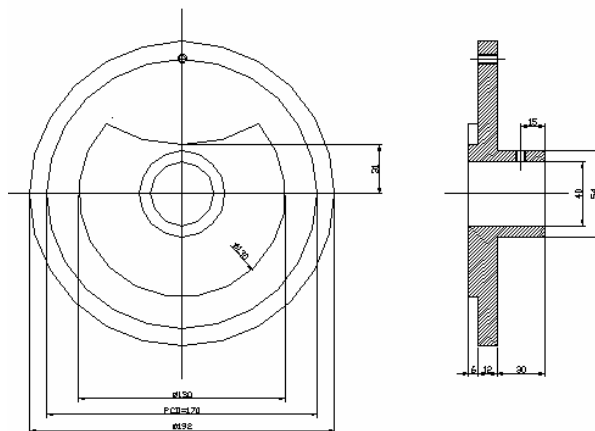
M3 = massa dari penampang poros

$$\begin{aligned}
M_3 &= \rho \cdot V \\
&= 7830 \cdot \pi \cdot (r_3^2 - r_4^2) \cdot L_3 \\
&= 7830 \cdot \pi \cdot (0,025^2 - 0,02^2) \cdot 0,098 \\
&= 0,54 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_{\text{total}} &= M_1 + M_2 + M_3 \\
&= 3,73 + 1,29 + 0,54 \\
&= 5,56 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Momen pada matres (I)} &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2 \\
&= \frac{1}{2} \cdot 5,56 \cdot (0,28)^2 \\
&= 0,22 \text{ kg} \cdot \text{m}^2
\end{aligned}$$

F. Pada drive Geneva



Gb 4.5. Drive Geneva

- D1 = diameter luar drive = 19,2 cm = 0,192 m
- D2 = diameter dari penampang pin drive = 17 cm = 0,17 m
- D3 = diameter dari stoper Geneva = 13 cm = 0,13 m
- D4 = diameter luar penampang poros = 5,4 cm = 0,054 m
- D5 = diameter dalam penampang poros = 4 cm = 0,04 m
- L1 = tebal dari penampang drive = 1,2 cm = 0,012 m

L2 = tebal dari penampang poros = 3 cm = 0,03 m

L3 = tebal dari penampang stopper Geneva = 0,6 cm = 0,006 m

Material s45c dengan $\rho = 7830 \text{ kg/m}^3$

M1 = massa penampang drive

$$\begin{aligned} M1 &= \rho \cdot V \\ &= 7830 \cdot \pi \cdot (r_1^2 - r_5^2) \cdot L1 \\ &= 7830 \cdot \pi \cdot (0,096^2 - 0,02^2) \cdot 0,012 \\ &= 2,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

M2 = massa dari penampang poros drive

$$\begin{aligned} M2 &= \rho \cdot V \\ &= 7830 \cdot \pi \cdot (r_4^2 - r_5^2) \cdot L2 \\ &= 7830 \cdot \pi \cdot (0,027^2 - 0,02^2) \cdot 0,03 \\ &= 0,24 \text{ kg} \end{aligned}$$

M3 = massa dari penampang stopper geneva

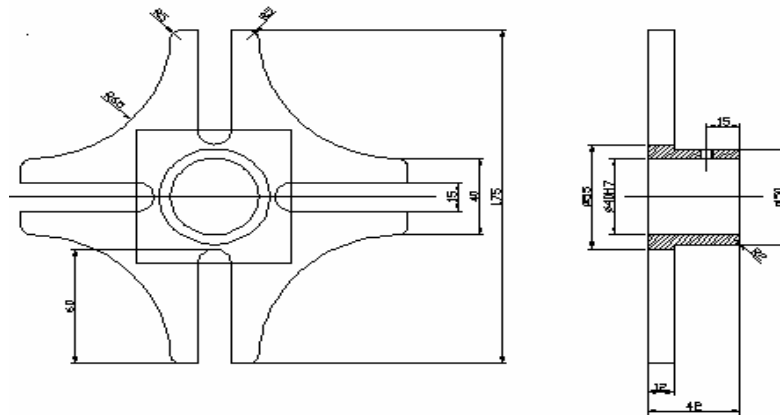
$$\begin{aligned} M3 &= \rho \cdot V \\ &= 7830 \cdot \pi \cdot (r_3^2 - r_5^2) \cdot L3 \\ &= 7830 \cdot \pi \cdot (0,065^2 - 0,02^2) \cdot 0,006 \\ &= 0,56 \text{ kg} \end{aligned}$$

Mtotal = M1 + M2 + M3

$$\begin{aligned} &= 2,6 + 0,24 + 0,56 \\ &= 3,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen pada drive Geneva (I)} &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 3,4 \cdot (0,085)^2 \\ &= 0,012 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \end{aligned}$$

G. Pada geneva



Gb 4.6. Geneva

$P1 = \text{panjang Geneva} = 175 \text{ mm} = 0,175 \text{ m}$

$R = \text{jari-jari lengkung luar geneva} = 65 \text{ mm} = 0,065 \text{ m}$

$D1 = \text{diamater luar penampang poros Geneva} = 50 \text{ mm} = 0,05 \text{ m}$

$D2 = \text{diamater dalam penampang poros Geneva} = 40 \text{ mm} = 0,04 \text{ m}$

Pada lubang pin memiliki dimensi

$P2 = \text{kedalaman dari lajur pin drive} = 45 \text{ mm} = 0,045 \text{ m}$

$D3 = \text{diamater lengkung pin Geneva} = 15 \text{ mm} = 0,015 \text{ m}$

$L1 = \text{tebal dari Geneva} = 12 \text{ mm} = 0,012 \text{ m}$

$L2 = \text{tebal dari penampang poros Geneva} = 30 \text{ mm} = 0,03 \text{ m}$

Material s45c dengan $\rho = 7830 \text{ g/cm}^3$

$M1 = \text{massa dari penampang Geneva awal}$

$$\begin{aligned} M1 &= \rho \cdot V1 \\ &= 7830 \cdot P^2 \cdot L1 \\ &= 7830 \cdot 0,175^2 \cdot 0,012 \\ &= 2,88 \text{ kg} \end{aligned}$$

$M2 = \text{massa dari lengkung luar Geneva yang hilang}$

$$\begin{aligned} M2 &= 4 (\rho \cdot V) \\ &= 4 (7830 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot L1) \\ &= 4 (7830 \cdot \frac{1}{4} \cdot (\pi \cdot 0,065^2 \cdot 0,012)) \\ &= 1,25 \text{ kg} \end{aligned}$$

M3 = massa dari lengkung pin geneva yang hilang

$$\begin{aligned}M3 &= 4 (\rho \cdot V) \\&= 4 (7830 \cdot \frac{1}{2}\pi \cdot (r^2) \cdot L1) \\&= 4 (7830 \cdot \frac{1}{2} (\pi \cdot (0,0075^2) \cdot 0,012)) \\&= 0,033 \text{ kg}\end{aligned}$$

M4 = massa dari lajur Geneva yang hilang

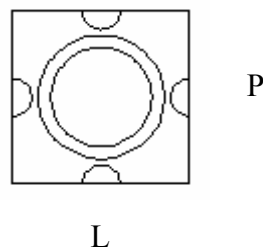
$$\begin{aligned}M4 &= 4 (\rho \cdot V1) \\&= 4 (7830 \cdot P2 \cdot D3 \cdot L1) \\&= 4 (7830 \cdot 0,045 \cdot 0,015 \cdot 0,012) \\&= 0,25 \text{ kg}\end{aligned}$$

M5 = massa penampang poros yang ada

$$\begin{aligned}M5 &= \rho \cdot V \\&= 7830 \cdot \pi \cdot (r_1^2 - r_2^2) \cdot L2 \\&= 7830 \cdot \pi \cdot (0,025^2 - 0,02^2) \cdot 0,03 \\&= 0,165 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{total} &= (M1 + M5) - (M2 + M3 + M4) \\&= (2,88 + 0,165) - (1,25 + 0,033 + 0,25) \\&= 3,045 - 1,533 \\&= 1,512 \text{ kg}\end{aligned}$$

Momen yang terjadi pada saat titik maksimal yaitu saat pin drive dekat dengan pusatnya yaitu :



Gb 4.7. Titik Pusat Momen Pada Geneva

Dimana $P \times L = 85 \text{ mm} \times 85 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}\text{Sehingga } I &= m \cdot S^4/12 \\&= 1,512 \cdot (0,085)^4/12\end{aligned}$$

$$= 6,58 \times 10^{-6} \text{ kg m}^2$$

H. Pada Punch

Momen yang terjadi pada punch diketahui melalui percobaan didapatkan gaya sebesar 8 kg dengan lengan momen 17,5 cm sehingga momen yang terjadi adalah 1,4 kg m

Torsi yang dibutuhkan

$$n = 23,33$$

Waktu yang dibutuhkan untuk sampai putaran tertentu (Δt) = 1 s

$$\text{Kecepatan sudut } (\omega) = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = 2,44 \text{ rad/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Percepatan sudut } (\alpha) &= \omega / t \\ &= 2,44 / 1 \\ &= 2,44 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

Daya motor yang dibutuhkan adalah :

$$\text{Torsi} = I_{\text{total}} \times \alpha$$

$$\begin{aligned} I_{\text{total}} &= (8,46 \cdot 10^{-4} + 5,9 \cdot 10^{-4} + 2,45 \cdot 10^{-5} + 5,64 \cdot 10^{-4} + 0,22 + 0,012 + 6,58 \cdot 10^{-6} \\ &\quad + 1,4) \times 2,44 \\ &= 3,987 \text{ Nm} = 0,41 \text{ kg m} \end{aligned}$$

Daya motor

$$\begin{aligned} P &= \frac{T \cdot N}{716,2} \\ &= \frac{0,41 \times 23,33}{716,2} \\ &= 0,0134 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Besar daya minimum yang dibutuhkan adalah 0,05 Hp

Berdasarkan perhitungan tersebut maka diputuskan untuk menggunakan motor yang sesuai dengan yang ada di pasaran ,yaitu :

- Daya motor : 0,25 HP
- Putaran motor : 1400 rpm

Mesin tablet rotary direncanakan mempunyai kapasitas sebesar 20 tablet/menit. Die mesin rotary tablet berbentuk silinder dengan lubang-lubang cetakan terletak pada sisi lengkung silinder. Banyak lubang cetakan berjumlah 4 buah. Kapasitas mesin tablet adalah 20 tablet/menit. Jika dalam satu kali putaran cetakan tablet menghasilkan 4 buah tablet. Putaran cetakan yang dibutuhkan adalah :

$$\frac{20 \text{ tablet / menit}}{4 \text{ tablet / putaran}} = 5 \text{ putaran / menit}$$

Geneva wheel digunakan untuk mengatur gerakan dari cetakan, dimana geneva mempunyai 4 slot sehingga didapatkan putaran drive geneva adalah 4x dari putaran cetakan yaitu sebesar 20 rpm. Putaran motor yang digunakan adalah 1400 rpm. Putaran yang dibutuhkan oleh drive Geneva adalah 20 rpm, dimana putaran motor harus direduksi sebesar :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{n}{1}$$

$$\frac{1400}{20} = \frac{n}{1}$$

$$n = 70$$

n_1 = putaran motor = 1400 rpm

n_2 = putaran poros *drive Geneva* (rpm)

n = reduksi putaran oleh *reducer*

Reduksi putaran notor menggunakan reducer, dimana reduksi untuk reducer umumnya yang paling mendekati 1:70 adalah 1:60. Jadi putatran poros *drive Geneva* adalah :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{n}{1}$$

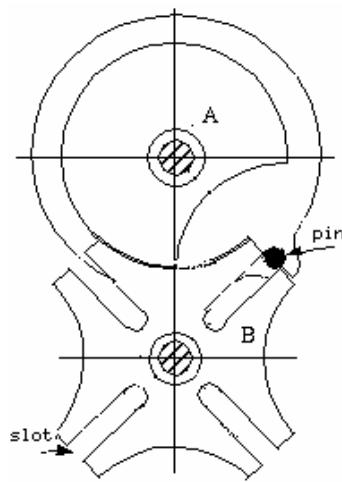
$$\frac{1400}{n_2} = \frac{60}{1}$$

$$n_2 = 23,33 \text{ rpm}$$

4.2. Geneva Wheel

Geneva wheel dalam mesin ini digunakan untuk membuat putaran *drive* yang *continue* menjadi putaran terputus-putus pada *geneva*. *Geneva* terletak dalam satu poros dengan die tablet sehingga putaran dari die tablet juga terputus-putus. Gerakan die tablet yang terputus-putus digunakan untuk dapat menjalankan proses

pemukulan terhadap bubuk tablet. Pemukulan tidak memungkinkan jika gerakan die *continue*. *Geneva wheel* yang digunakan adalah *geneva wheel 4 slot* karena pada die terdapat 4 buah cekungan tempat bubuk tablet pada setiap jalur sehingga pada die terdapat 4 kali pemberhentian.



Gambar 4. 8. *Geneva 4 slot*

4.2.1. Kecepatan dan percepatan sudut pada *geneva*

Pada mekanisme *geneva wheel* ini, terdapat beberapa macam perhitungan untuk dapat membuat/mendesain sesuai dengan kebutuhan. Langkah pertama dalam proses penghitungan *geneva wheel* ini adalah dengan menghitung jarak antar pusat *geneva* dengan pusat *drive*. Untuk menghitung jarak antar pusat digunakan persamaan 2.10.

Pada perhitungan jarak antar pusat ini ditentukan besar radius *drive* (C) = 85 mm, maka

$$A = C \cdot M ; M = \frac{1}{\text{Sin} \frac{180^\circ}{\text{no of slot}}}$$

$$A = 85 \cdot \frac{1}{\sin \frac{180^\circ}{4}}$$

$$A = 120,208 \text{ mm}$$

Jarak antar pusat Geneva wheel dengan drive Geneva sebesar 120.208 mm.

Untuk selanjutnya, dapat dihitung *angular displacement*. Proses perhitungan ini ditentukan sudut *drive wheel* (α) antara $-45^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$. jika α berputar sebesar 45° CCW maka β akan berputar sebesar:

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{\sin 45^\circ}{1.4142 - \cos 45^\circ} \right)$$

$$\beta = 45^\circ$$

Langkah selajutnya adalah menghitung *Angular velocity*. Proses penghitungan ini berlaku untuk $-45^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$

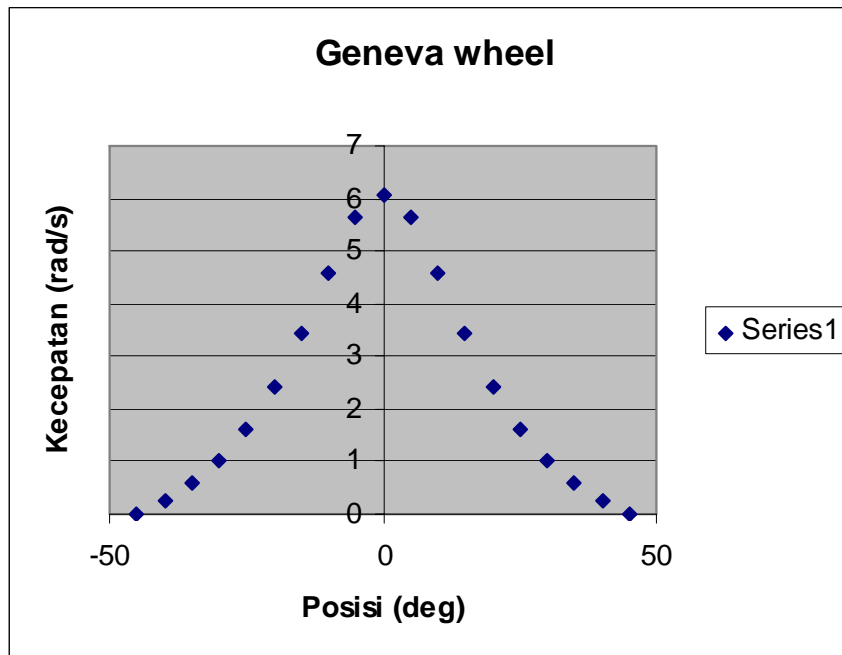
$$\Omega = \omega \left(\frac{M \cdot \cos \alpha - 1}{1 + M^2 - 2 \cdot M \cdot \cos \alpha} \right)$$

jika $\omega = \frac{4}{5} \pi \text{ rad/s}$ saat $\alpha = 0^\circ$ maka:

$$\Omega = \frac{4}{5} \pi \cdot \left(\frac{1.4142 \cdot \cos 0^\circ - 1}{1 + 1.4142^2 - 2 \cdot 1.4142 \cdot \cos 0^\circ} \right)$$

$$\Omega = 6,0676 \text{ rad/s}$$

dengan cara yang sama untuk $\alpha = -45^\circ$ hingga $\alpha = 45^\circ$ dapat diketahui besar *Angular velocity* untuk tiap-tiap titik. Dalam perhitungan ini tidak menampilkan perhitungan seluruhnya. Perhitungan dilakukan dengan bantuan *microsoft excel*. Gambar 4.2. menampilkan kecepatan *geneva* terhadap posisi *geneva*.



Gambar 4. 9. Kecepatan *geneva* terhadap posisi *geneva*

Perhitungan selanjutnya adalah perhitungan *Angular acceleration*. Sama seperti perhitungan sebelumnya proses penghitungan ini berlaku untuk $-45^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$

$$\Psi = \omega^2 \left(\frac{M \cdot \sin \alpha \cdot (1 - M^2)}{(1 + M^2 - 2 \cdot M \cdot \cos \alpha)^2} \right)$$

jika $\omega = \frac{4}{5}\pi \text{ rad/s}$ saat $\alpha = 0^\circ$ maka

$$\Psi = \left(\frac{4}{5}\pi\right)^2 \left(\frac{1.4142 \cdot \sin 0 \cdot (1 - 1.4142^2)}{(1 + 1.4142^2 - 2 \cdot 1.4142 \cdot \cos 0)^2} \right)$$

$$\psi = 0 \text{ rad/s}$$

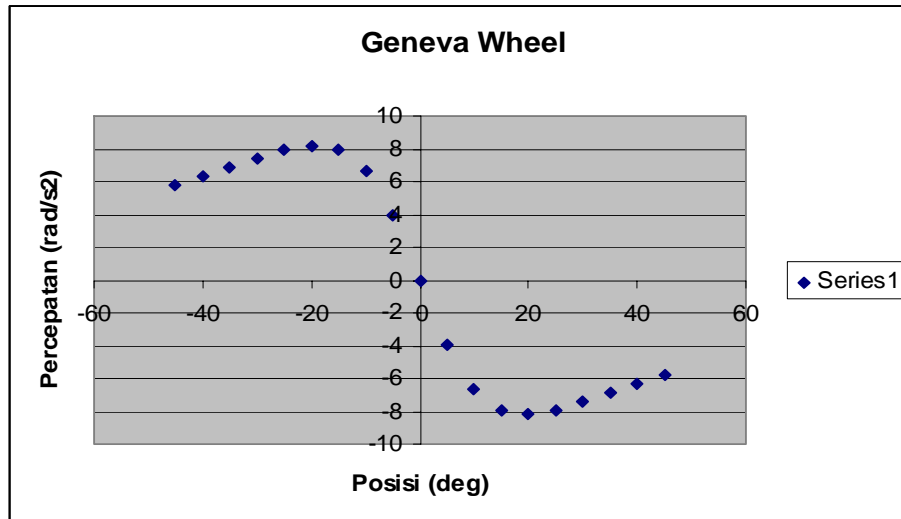
jika $\omega = \frac{4}{5}\pi \text{ rad/s}$ saat $\alpha = -30^\circ$ maka

$$\Psi = \left(\frac{4}{5}\pi\right)^2 \left(\frac{1.4142 \cdot \sin 30 \cdot (1 - 1.4142^2)}{(1 + 1.4142^2 - 2 \cdot 1.4142 \cdot \cos 30)^2} \right)$$

$$\psi = -7,67 \text{ rad/s}^2$$

Dengan cara yang sama untuk $\alpha = -45^\circ$ hingga $\alpha = 45^\circ$ dapat diketahui besar *Angular acceleration* untuk tiap-tiap titik. Dalam perhitungan ini tidak menampilkan perhitungan seluruhnya. Perhitungan dilakukan dengan bantuan

microsoft excel. Gambar berikut menampilkan percepatan *geneva* terhadap posisi *geneva*.



Gambar 4. 10. Percepatan *geneva* pada posisi *geneva*

4.2.2. Tebal dari *Geneva Wheel*

Motor yang digunakan untuk memutar *geneva* adalah motor DC dengan daya sebesar 0,25 HP dan memiliki putaran 1400 rpm. Putaran pada *geneva* adalah sebesar 23,33 rpm. Melalui data-data tersebut dapat dihitung momem torsi yang terjadi pada *drive*. Momen yang terjadi pada *geneva* sama dengan momen yang terjadi pada *drive*. Perhitungan momen torsi sebagai berikut:

$$P = 0.25 \text{ HP}$$

$$n \text{ (putaran pada } drive = geneva) = 23,33 \text{ rpm}$$

sehingga:

$$T = 716,2x \frac{P}{\omega}$$

$$T = 716,2x \frac{0,25}{23,33} = 7,675 \text{ N.m}$$

Dengan diketahuinya besar momen torsi, maka dapat diketahui besar gaya-gaya (F) yang terdapat pada tiap jari-jari (r) *geneva*. Sesuai dengan pendesainan, jari-jari *geneva* adalah 85 mm hingga 35.208 mm. Jari-jari 85 mm adalah jari-jari yang terjadi pada saat $\beta = 45^\circ$ dan jari-jari 35.208 mm adalah jari-jari pada saat β

= 0°. Dari jari-jari tersebut dapat diketahui gaya pada masing-masing titik dengan persamaan momen torsi.

$$T = F \cdot r$$

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

Perhitungan gaya pada jari-jari 85 mm

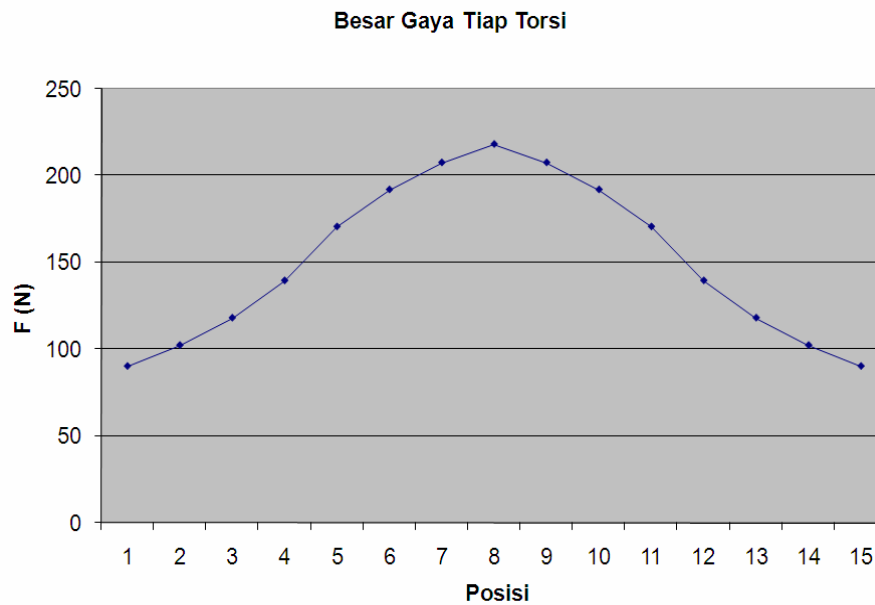
$$F = \frac{7,675 N.m}{85 \cdot 10^{-3} m}$$

$$F = 90,29 N$$

Dengan bantuan *microsoft excel* dapat diketahui besar gaya pada masing-masing titik.

Tabel 4. 1. Besar gaya pada jari-jari 85 mm hingga 35.208 mm

posisi	Jari-jari (mm)	F(N)
1	85	90,29
2	75	102,33
3	65	118,08
4	55	139,54
5	45	170,56
6	40	191,88
7	37	207,43
8	35.208	218,04
9	37	207,43
10	40	191,88
11	45	170,56
12	55	139,54
13	65	118,08
14	75	102,33
15	85	90,29



Gambar 4.11. Grafik gaya pada tiap posisi

Dari Tabel 4.5. dan gambar 4.4. diketahui gaya yang paling besar terdapat pada jari-jari 35,208 mm. Dengan demikian dapat dihitung tebal plat minimum *geneva* pada jari-jari tersebut. Perhitungan tebal dari *geneva* dapat diketahui melalui persamaan:

$$|\tau| = \frac{F}{A}$$

$$|\tau| = \frac{F}{p \times l}$$

dimana: $|\tau|$ = tegangan geser yang diijinkan = $(0.58 \cdot S_{yp}) / N$;

bahan yang digunakan adalah *gray cast iron* jenis ASTM class 20 dengan $S_{yp} = 20000 \text{ ksi} \times 6895 = 1,38 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$;

A= luas penampang yang menerima gaya

p = panjang dari *geneva* = $(85 - 35.208) \text{ mm} = 49.792 \text{ mm}$

l = lebar (= tebal plat) penampang

sehingga:

$$l = \frac{F \times N}{p \times 0.58 \times S_{yp}}$$

$$l = \frac{13696,03 \times 1,5 \times 10^{-8} \times 10^3}{49.792 \times 0.58 \times 1,38} = 5,2 \text{ mm}$$

Jadi lebar (= tebal plat) minimum untuk *geneva* adalah sebesar 5,2 mm. Tebal bahan dengan ukuran tersebut tidak terdapat di pasaran. Oleh karena itu, untuk memudahkan dalam penyediaan bahan maka dapat dipilih plat dengan ukuran 6 mm.

4.3. Perhitungan dan Perencanaan *V-belt*

Pada mekanisme mesin tablet menggunakan *v-belt* karena sabuk ini bagus sekali dalam transmisi daya serta banyak dijumpai di pasaran. Karena daya yang ditransmisikan hanya 0,25 hp dengan putaran 23,33 rpm maka pemilihan belt dapat dicari dengan cara :

4.3.1. Perhitungan *V-belt* pada pasangan *pulley* motor dan *pulley* poros input *reducer* (*V-belt* 1)

d_m = diameter *pulley* poros motor = 10,16 cm

n_m = putaran motor = 1400 rpm

c_1 = Jarak pusat poros motor dan poros input *reducer* = 30 cm

d_1 = diameter *pulley* poros input *reducer* = 10,16 cm

a. Memilih tipe *belt*

Daya yang ditransmisikan = 0,25 hp.

Putaran = 1400 rpm

Dari data daya dan putaran maka dengan memakai diagram pemilihan sabuk tipe sabuk yang dipilih adalah tipe A.

b. Kecepatan keliling (V) berdasarkan persamaan 2.10 :

$$V_a = \frac{\pi \cdot d_m \cdot n_m}{100 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 10,16 \cdot 1400}{6000} = 7,4 \text{ m/s}$$

c. Panjang *belt* (persamaan 2.9) ;

$$L_a = 2 \cdot c_1 + \frac{\pi}{2} (d_m + d_1) + \frac{1}{4c_1} (d_1 - d_m)^2$$

$$\begin{aligned}
L &= 2.30 + \frac{\pi}{2}(10,16 + 10,16) + \frac{1}{4.30}(10,16 - 10,16)^2 \\
&= 60 + 31,9 + 0 \\
&= 91,9 \text{ cm} \approx 36 \text{ in}
\end{aligned}$$

Mengacu pada lampiran 9 tentang *V-belt* maka nomor nominal sabuk yang digunakan adalah A36

- d. Sudut kontak *pulley* dengan *belt* (persamaan 2.2) :

$$\begin{aligned}
\theta_m &= 180^\circ - 2 \cdot \sin^{-1} \left(\frac{d_1 - d_m}{2 \cdot c_1} \right) \\
\theta_1 &= 180^\circ + 2 \cdot \sin^{-1} \left(\frac{d_1 - d_m}{2 \cdot c_1} \right)
\end{aligned}$$

θ_m = sudut kontak *pulley* motor = 180°

θ_1 = sudut kontak *pulley* input *reducer* = 180°

- 4.3.2. Perhitungan *V-belt* pada pasangan *pulley* poros *drive geneva* dan *pulley* poros *engkol* (*V-belt* 3)

d_4 = diameter *pulley* poros *geneva* = 10,16 cm

c_3 = Jarak pusat poros *geneva* dan poros *engkol* = 29 cm

d_5 = diameter *pulley* poros *engkol* = 10,16 cm

n_3 = putaran poros *geneva* = 23,33 rpm

- a. Memilih tipe *belt*

Daya yang ditransmisikan = 0,25 hp.

Putaran = 23,33 rpm

Dari data daya dan putaran maka dengan memakai diagram pemilihan sabuk (gambar 2.5), tipe sabuk yang dipilih adalah tipe A.

- b. Kecepatan keliling (V) berdasarkan persamaan 2.10 :

$$V_a = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_3}{100.60} = \frac{3,14 \cdot 10,16 \cdot 23,33}{6000} = 0,12 \text{ m/s}$$

- c. Panjang *belt* (persamaan 2.9) ;

$$L_a = 2 \cdot c_3 + \frac{\pi}{2}(d_4 + d_5) + \frac{1}{4c_3}(d_4 - d_5)^2$$

$$\begin{aligned}
L &= 2.40 + \frac{\pi}{2}(10,16 + 10,16) + \frac{1}{4.40}(10,16 - 10,16)^2 \\
&= 58 + 31,9 + 0 \\
&= 89,9 \text{ cm} \approx 35 \text{ in}
\end{aligned}$$

Mengacu pada lampiran 9 tentang *V-belt* maka nomor nominal sabuk yang digunakan adalah A35

- d. Sudut kontak *pulley* dengan *belt* (persamaan 2.2) :

$$\begin{aligned}
\theta_4 &= 180^\circ - 2 \cdot \sin^{-1} \left(\frac{d_4 - d_5}{2 \cdot c_3} \right) \\
\theta_5 &= 180^\circ + 2 \cdot \sin^{-1} \left(\frac{d_4 - d_5}{2 \cdot c_3} \right)
\end{aligned}$$

θ_4 = sudut kontak *pulley* poros geneva = 180°

θ_5 = sudut kontak *pulley drive engkol* = 180°

4.3.3. Perhitungan *V-belt* pada pasangan *pulley* poros output *reducer* dan *pulley* poros *drive Geneva* (*V-belt* 2)

d_2 = diameter *pulley* poros output *reducer* = 10,16 cm

c_2 = Jarak pusat poros output *reducer* dan poros *drive Geneva* = 52,5 cm

d_3 = diameter *pulley* poros *drive Geneva* = 10,16 cm

n_2 = putaran poros output *reducer* = 23,33 rpm

- a. Memilih tipe *belt*

Daya yang ditransmisikan = 0,25 hp.

Putaran = 23,33 rpm

Dari data daya dan putaran maka dengan memakai diagram pemilihan sabuk (gambar 2.5), tipe sabuk yang dipilih adalah tipe A.

- b. Kecepatan keliling (V) berdasarkan persamaan 2.10 :

$$V_a = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_3}{100 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 10,16 \cdot 23,33}{6000} = 0,12 \text{ m/s}$$

- c. Panjang *belt* (persamaan 2.9) ;

$$L_a = 2 \cdot c_2 + \frac{\pi}{2}(d_2 + d_3) + \frac{1}{4c_2}(d_2 - d_3)^2$$

$$\begin{aligned}
 L &= 2.52,5 + \frac{\pi}{2}(10,16 + 10,16) + \frac{1}{4.52,5}(10,16 - 10,16)^2 \\
 &= 105 + 31,9 + 0 \\
 &= 136,9 \text{ cm} \approx 54 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Mengacu pada lampiran 9 tentang *V-belt* maka nomor nominal sabuk yang digunakan adalah A54

d. Sudut kontak *pulley* dengan *belt* (persamaan 2.2) :

$$\theta_2 = 180^\circ - 2 \cdot \sin^{-1} \left(\frac{d_3 - d_2}{2 \cdot c_2} \right)$$

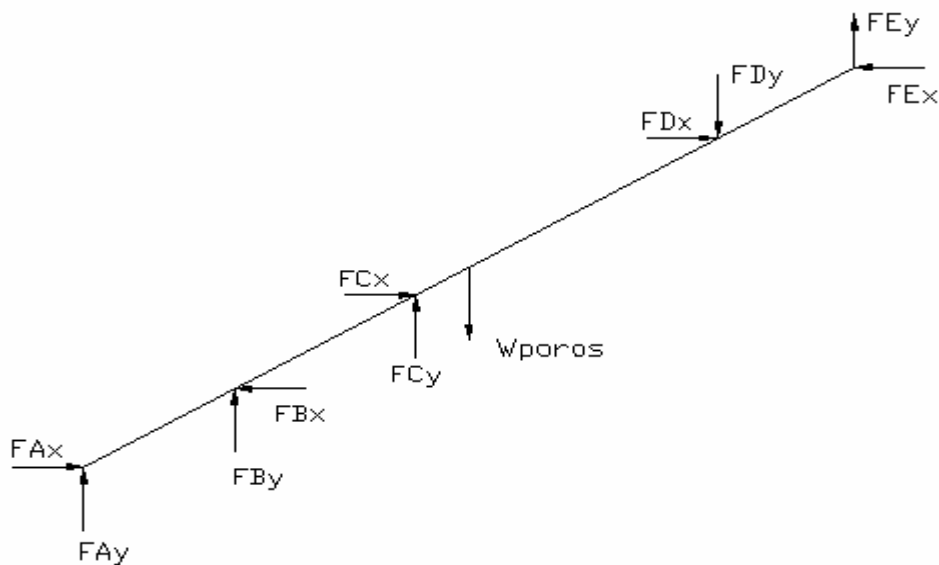
$$\theta_3 = 180^\circ + 2 \cdot \sin^{-1} \left(\frac{d_3 - d_2}{2 \cdot c_2} \right)$$

θ_2 = sudut kontak *pulley* output *reducer* = 180°

θ_3 = sudut kontak *pulley drive Geneva* = 180°

4.4. Perhitungan Diameter Poros

4.4.1. Perhitungan Diameter Pada Poros *Drive Geneva*



Gambar 4.12. Analisa Gaya Pada Poros *Drive Geneva*

Keterangan gaya – gaya yang bekerja :

F_{ax} = Gaya puli A horizontal

F_{ay} = Gaya puli A vertikal

F_{bx} = Gaya bantalan B horizontal

F_{by} = Gaya bantalan B vertikal

F_{cx} = Gaya bantalan C horizontal

F_{cy} = Gaya bantalan C vertikal

W_{poros} = Gaya berat poros

F_{dx} = Gaya drive geneva horizontal

F_{dy} = Gaya drive geneva vertikal

F_{ex} = Gaya puli E horizontal

F_{ey} = Gaya puli E vertikal

Poros *drive Geneva* mempunyai diameter 38 mm dimana putarannya adalah 23,3 rpm sehingga torsi pada poros *drive Geneva* adalah :

$$T = 716,2x \frac{P}{n}$$

$$T = 716,2x \frac{0,25}{23,33} = 7,675 \text{ N.m}$$

Besar torsi pada poros yang terhubung dengan mekanisme engkol penumbuk tablet sama yaitu sebesar 7,675 N.m

Pada cetakan terdapat sebuah pegas yang berguna untuk mengeluarkan tablet yang telah dicetak, pegas ini berukuran kecil dimana gaya pegas relative jauh lebih kecil dari gaya penumbuk tablet sehingga gaya dari pegas dapat diabaikan. Penumbuk tablet menumbuk bahan yang akan dijadikan tablet sampai pada kondisi solid pegas yang digunakan pada lubang cetakan.

Besar gaya penumbuk tablet melalui percobaan didapat gaya sebesar 6 kg atau 58,8 N

L = panjang penumbuk dari pusat poros = 230 mm

- o Perhitungan besarnya gaya pada pulley A

Diameter pulley A = 4 in = 10,16 cm

$$TA = \frac{716,2 \cdot P}{n}$$

$$TA = \frac{716,2 \cdot 0,25}{23,33}$$

$$TA = 7,675 Nm$$

$$F_N = F_1 - F_2 = \frac{T}{(D/2)}$$

$$F_N = \frac{7,675}{(0,1016/2)}$$

$$F_N = 151,08 N$$

Gaya pada sisi tarik V-belt A

$$F1 = 1,25 \times F_N$$

$$F1 = 1,25 \times 151,08$$

$$F1 = 188,85 N$$

Gaya pada sisi kendur V-belt A

$$F2 = \frac{1}{5} \times F1$$

$$F2 = \frac{188,85}{5}$$

$$F2 = 37,77 N$$

$W_{pulley} = m_{pulley} \times g$

$$= 0,437 \times 9,8$$

$$= 4,28 N$$

$$F_{Ax} = FN \cos \theta$$

$$F_{Ax} = 151,08 \times \cos 67^\circ$$

$$F_{Ax} = 59,03 N$$

$$F_{Ay} = FN \sin \theta + W_{pulley}$$

$$F_{Ay} = 151,08 \times \sin 67^\circ + 4,28$$

$$F_{Ay} = 143,35 N$$

- o Perhitungan besarnya gaya pada pulley E

Diameter pulley E = 4 in = 10,16 cm

$$TE = \frac{716,2 \cdot P}{n}$$

$$TE = \frac{716,2 \cdot 0,25}{23,33}$$

$$TE = 7,675 Nm$$

$$F_N = F_1 - F_2 = \frac{T}{(D/2)}$$

$$F_N = \frac{7,675}{(0,1016/2)}$$

$$F_N = 151,08 N$$

Gaya pada sisi tarik V-belt A

$$F1 = 1,25 \times F_N$$

$$F1 = 1,25 \times 151,08$$

$$F1 = 188,85 N$$

Gaya pada sisi kendur V-belt A

$$F2 = \frac{1}{5} \times F1$$

$$F2 = \frac{188,85}{5}$$

$$F2 = 37,77 N$$

$$Fex = FN \cos \theta$$

$$Fex = 151,08 \times \cos 60^\circ$$

$$Fex = 75,54 N$$

$$Fey = FN \sin \theta + 4,28$$

$$Fey = 151,08 \times \sin 60^\circ + 4,28$$

$$Fey = 135,12 N$$

$$W_{poros} = m_{poros} \times g$$

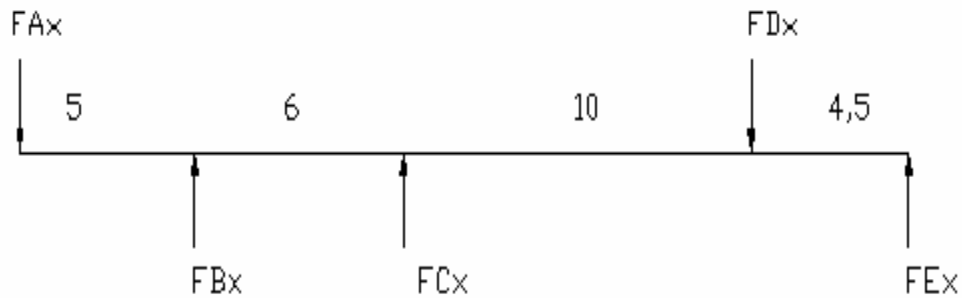
$$= 2,95 \cdot 9,8$$

$$= 28,91 N$$

- o Perhitungan besarnya gaya pada drive Geneva terjadi pada sudut terkecil atau jari jari terkecil yaitu pada saat $F_{dx} = 218,04 \text{ N}$, sedangkan pada $F_{dy} = 0 \text{ N}$

Analisa Gaya Yang Terjadi Pada Sumbu x

$$\Sigma F_x = 0$$



Gambar 4.13. Analisa Gaya Pada Sumbu x

$$+ \uparrow) \Sigma F_y = 0$$

$$F_{ax} + F_{bx} - F_{cx} + F_{dx} - F_{ex} = 0$$

$$59,09 - F_{bx} - F_{cx} + 218,04 - 75,54 = 0$$

$$F_{bx} + F_{cx} = 201,59 \text{ N}$$

$$+ \curvearrowright) \Sigma M_{Bx} = 0$$

$$- F_{ax} \cdot 5 - F_{cx} \cdot 6 + F_{dx} \cdot 16 - F_{ex} \cdot 20,5 = 0$$

$$-59,09 \cdot 5 - F_{cx} \cdot 6 + 218,04 \cdot 16 - 75,54 \cdot 20,5 = 0$$

$$-295,15 - F_{cx} \cdot 6 + 3488,64 - 1548,57 = 0$$

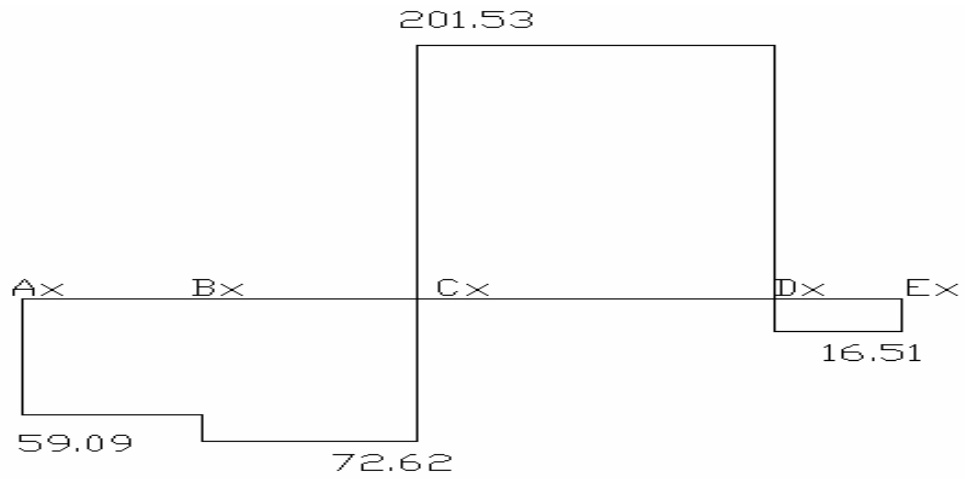
$$F_{cx} \cdot 6 = 1644,92$$

$$F_{cx} = 274,15 \text{ N} \quad \uparrow$$

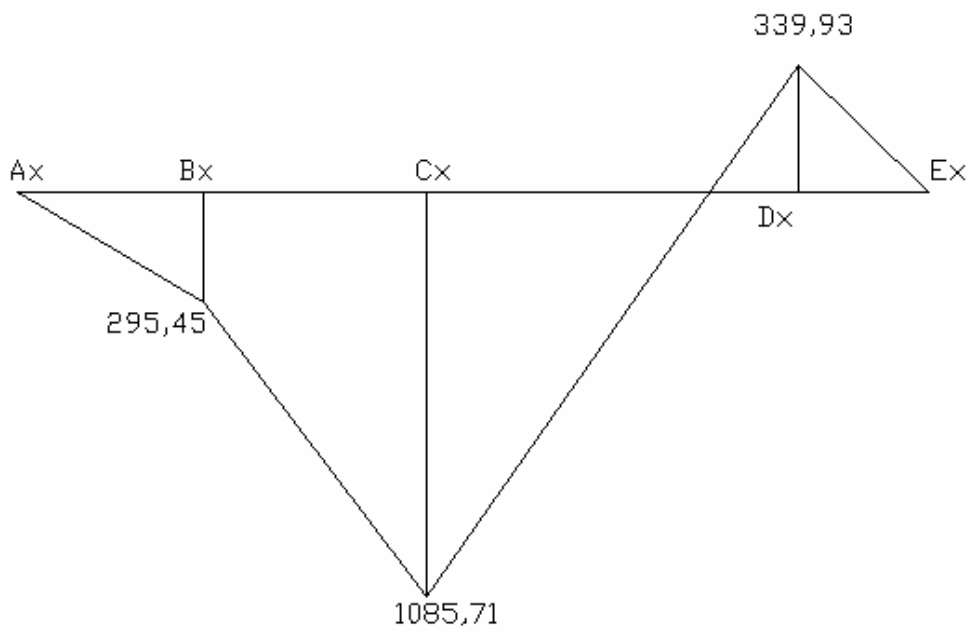
$$F_{bx} + F_{cx} = 201,59 \text{ N}$$

$$F_{bx} = 201,59 - 274,59$$

$$F_{bx} = -72,62 \text{ N} \quad \downarrow$$



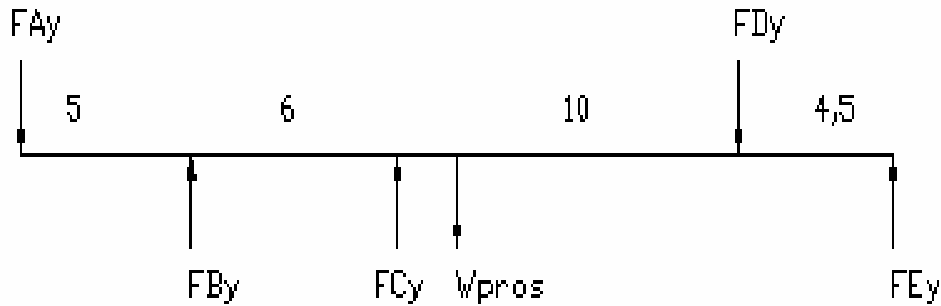
Gambar 4.14. Diagram Gaya Pada Sumbu x



Gambar 4.15. Diagram Momen Bending Pada Sumbu x

Analisa Gaya Yang Terjadi Pada Sumbu y

$$\Sigma F_y = 0$$



Gambar 4.16. Analisa Gaya Pada Sumbu y

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_{Ay} - F_{By} - F_{Cy} + W_{poros} + F_{Dy} - F_{Ey} = 0$$

$$143,35 - F_{By} - F_{Cy} + 28,91 + 0 - 135,12 = 0$$

$$- F_{By} - F_{Cy} = - 37,14$$

$$F_{By} + F_{Cy} = 37,14 \text{ N}$$

$$+) \Sigma M_{By} \curvearrowright = 0$$

$$- F_{Ay} \cdot 5 - F_{Cy} \cdot 6 + W_{poros} \cdot 12,75 + F_{Dy} \cdot 16 - F_{Ey} \cdot 20,5 = 0$$

$$-143,35 \cdot 5 - F_{Cy} \cdot 6 + 28,91 \cdot 12,75 + 0 \cdot 16 - 135,12 \cdot 20,5 = 0$$

$$-716,75 - F_{Cy} \cdot 6 + 224,05 - 2769,96 = 0$$

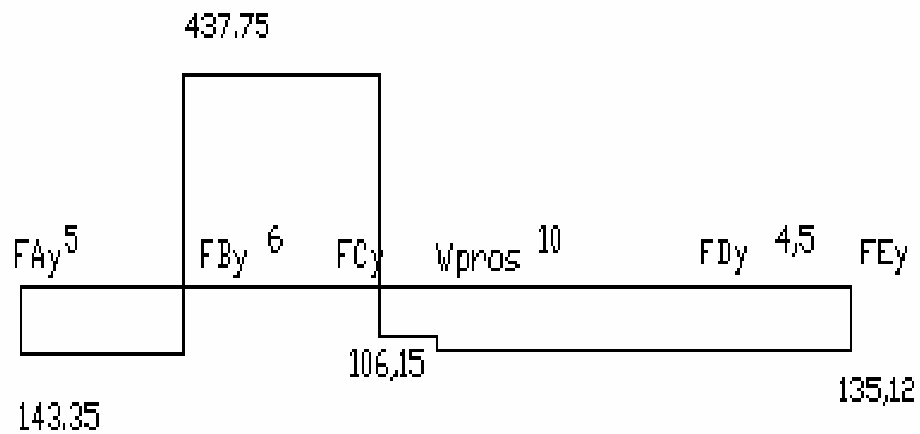
$$- F_{Cy} \cdot 6 = 3262,66$$

$$F_{Cy} = - 543,78 \text{ N} \quad \downarrow$$

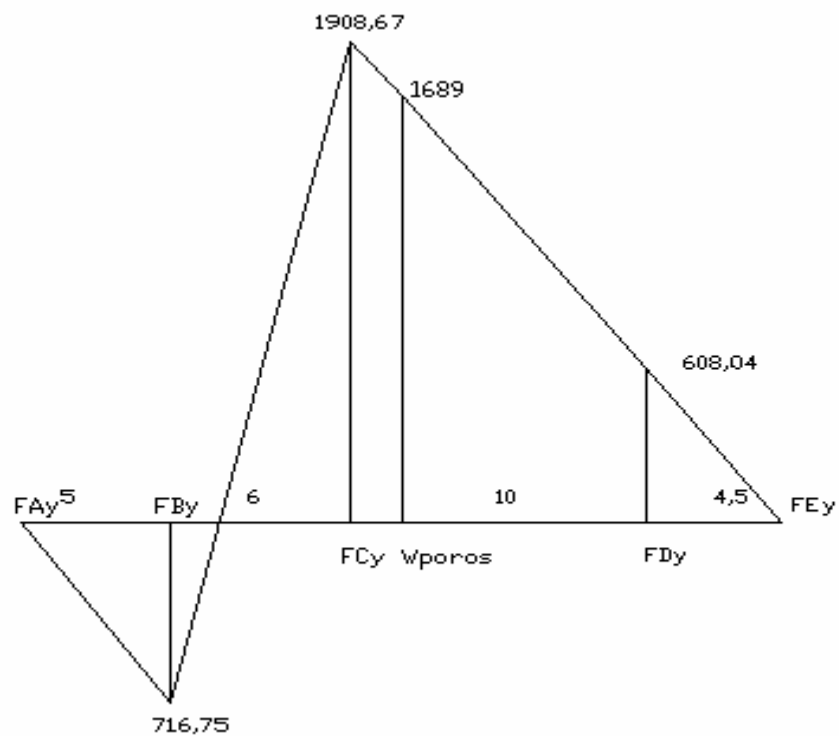
$$F_{By} + F_{Cy} = 37,14 \text{ N}$$

$$F_{By} - 543,78 = 37,14$$

$$F_{By} = 580,92 \text{ N} \quad \uparrow$$



Gambar 4.17. Diagram Gaya Pada Sumbu y



Gambar 4.18. Diagram Momen Bending Pada Sumbu y

Dari gambar diagram momen terhadap sumbu x dan sumbu y dapat diketahui momen bending yang terbesar terdapat pada bantalan C. Dengan demikian dapat diketahui diameter poros yang aman yaitu :

$$M_b = \sqrt{Mbx + Mby}$$

$$M_b = \sqrt{(1085,71)^2 + (1908,67)^2}$$

$$M_b = 2195,86 \text{ Nm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

Dimana :

$$W_b = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

Maka :

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{2195,86 \times 32}{\pi \cdot d^3}$$

$$\sigma_b = \frac{22378,2}{d^3} \text{ N/m}^2$$

- Mencari tegangan puntir / torsi

$$M_t = \frac{716,2 \cdot P}{n}$$

$$M_t = \frac{716,2 \cdot 0,25}{23,33}$$

$$M_t = 7,675 \text{ Nm}$$

$$\tau = \frac{M_t}{W_t}$$

Dimana :

$$W_t = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

Maka :

$$\tau = \frac{M_t}{W_t}$$

$$\tau = \frac{7,675 \times 16}{\pi \cdot d^3}$$

$$\tau = \frac{39,11}{d^3} \text{ N/m}^2$$

o Mencari tegangan persamaan

Diketahui:

1. Bahan poros AISI 1144, $\sigma = 58 \text{ Kg/mm}^2$
2. Angka keamanan $N = 1,2$

Maka besarnya tegangan persamaan

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2}$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2} \leq |\sigma|$$

$$\sigma_v = \sqrt{\left(\frac{22378,2}{d^3}\right)^2 + 4\left(\frac{39,11}{d^3}\right)^2} \leq \frac{\sigma}{N}$$

$$\frac{500783835,2}{d^6} + \frac{6118,4}{d^6} \leq \left(\frac{580 \cdot 10^6}{1,2}\right)^2$$

$$\frac{500789953,6}{d^6} \leq \frac{3.364 \cdot 10^{17}}{1,44}$$

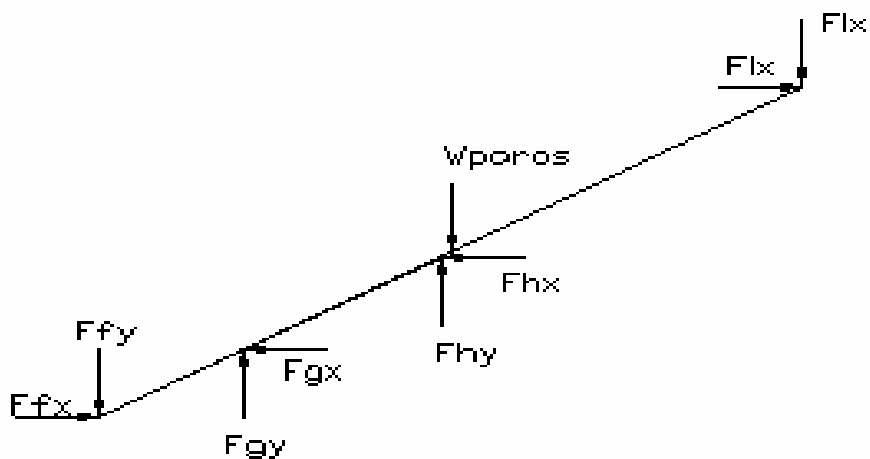
$$d^6 \geq 2,144 \cdot 10^{-9}$$

$$d \geq 0,035 \text{ m}$$

$$d \geq 35 \text{ mm}$$

Jadi besar diameter poros minimum adalah 35 mm

4.4.2. Perhitungan Diameter Pada Poros Penumbuk



Gambar 4.19. Analisa Gaya Pada Poros Engkol

Keterangan gaya – gaya yang bekerja :

F_{fx} = Gaya puli F horizontal

F_{fy} = Gaya puli F vertikal

F_{gx} = Gaya bantalan G horizontal

F_{gy} = Gaya bantalan G vertikal

W_{poros} = Gaya berat poros

F_{hx} = Gaya bantalan H horizontal

F_{hy} = Gaya bantalan H vertikal

F_{ix} = Gaya engkol horizontal

F_{iy} = Gaya engkol vertikal

o Perhitungan besarnya gaya pada pulley F

Diameter pulley F = 4 in = 10,16 cm

$$TF = \frac{716,2 \cdot P}{n}$$

$$TF = \frac{716,2 \cdot 0,25}{23,33}$$

$$TF = 7,675 Nm$$

$$F_N = F_1 - F_2 = \frac{T}{(D/2)}$$

$$F_N = \frac{7,675}{(0,1016/2)}$$

$$F_N = 151,08 N$$

Gaya pada sisi tarik V-belt F

$$F1 = 1,25 \times F_N$$

$$F1 = 1,25 \times 151,08$$

$$F1 = 188,85 N$$

Gaya pada sisi kendur V-belt F

$$F2 = \frac{1}{5} \times F1$$

$$F2 = \frac{188,85}{5}$$

$$F2 = 37,77 N$$

$$F_{fx} = FN \cos \theta$$

$$F_{fx} = 151,08x \cos 60^\circ$$

$$F_{fx} = 75,54N$$

$$F_{fy} = FN \sin \theta + W_{pulley}$$

$$F_{fy} = 151,08x \sin 60^\circ + 4,28$$

$$F_{fy} = 135,12N$$

- o Perhitungan besarnya gaya pada engkol dapat diketahui melalui percobaan dengan menggunakan timbangan pegas sebesar 6 kg atau 58,8 N sehingga didapatkan

$$F_{ix} = FN \cos \theta$$

$$F_{ix} = 58,8x \cos 41^\circ$$

$$F_{ix} = 44,38N$$

$$F_{iy} = FN \sin \theta$$

$$F_{iy} = 58,8x \sin 41^\circ$$

$$F_{iy} = 38,58N$$

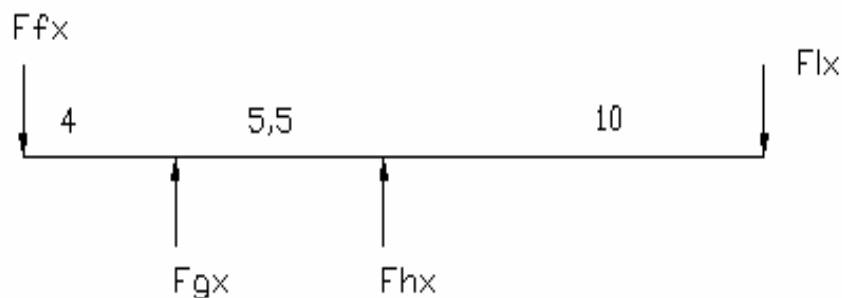
$$W_{poros} = m_{poros} \times g$$

$$= 0,49 \times 9,8$$

$$= 4,8 N$$

Analisa Gaya Yang Terjadi Pada Sumbu x

$$\Sigma F_x = 0$$



Gambar 4.20. Analisa Gaya Pada Sumbu x

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F_{fx} - F_{gx} - F_{hx} + F_{ix} = 0$$

$$75,54 - F_{gx} - F_{hx} + 44,38 = 0$$

$$F_{gx} + F_{hx} = 119,92$$

$$+) \Sigma M_{gx} \curvearrowright = 0$$

$$- F_{fx} \cdot 4 - F_{hx} \cdot 5,5 + F_{ix} \cdot 15,5 = 0$$

$$- 75,54 \cdot 4 - F_{hx} \cdot 5,5 + 44,38 \cdot 15,5 = 0$$

$$- 302,16 - F_{hx} \cdot 5,5 + 687,89 = 0$$

$$- F_{hx} \cdot 5,5 + 385,73 = 0$$

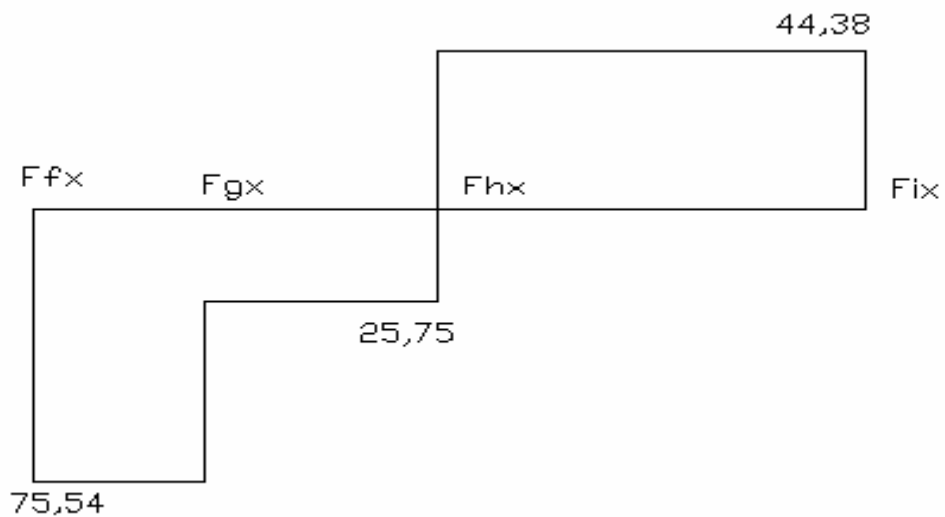
$$F_{hx} = 70,13 \text{ N}$$



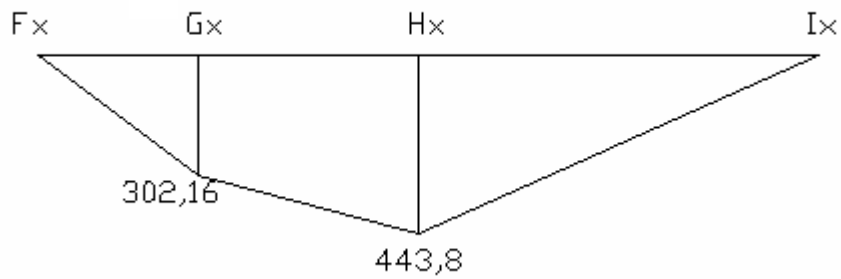
$$F_{gx} + F_{hx} = 119,92 \text{ N}$$

$$F_{gx} + 70,13 = 119,92 \text{ N}$$

$$F_{gx} = 49,79 \text{ N}$$



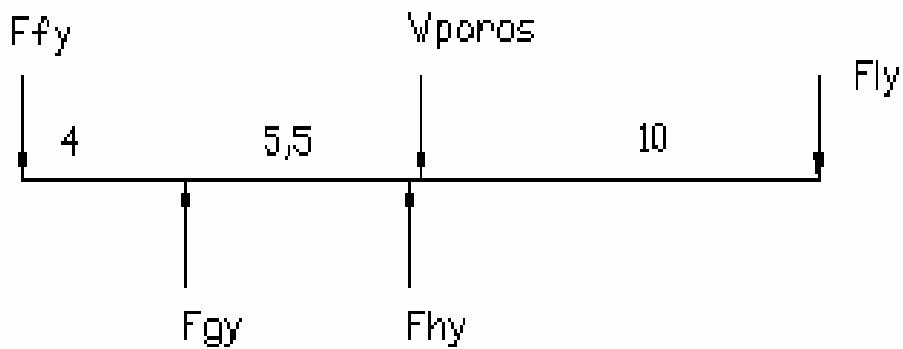
Gambar 4.21. Diagram Gaya Pada Sumbu x



Gambar 4.22. Diagram Momen Bending Pada Sumbu x

Analisa Gaya Yang Terjadi Pada Sumbu y

$$\Sigma F_y = 0$$



Gambar 4.23. Analisa Gaya Pada Sumbu y

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_{fy} - F_{gy} - F_{hy} + W_{poros} + F_{iy} = 0$$

$$135,12 - F_{gy} - F_{hy} + 4,8 + 38,58 = 0$$

$$F_{gy} + F_{hy} = 175,5 \text{ N}$$

$$+) \Sigma M_{gy} \curvearrowright = 0$$

$$- F_{fy} \cdot 4 - F_{hy} \cdot 5,5 + W_{poros} \cdot 5,75 + F_{iy} \cdot 15,5 = 0$$

$$- 135,12 \cdot 4 - F_{hy} \cdot 5,5 + 4,8 \cdot 5,75 + 38,58 \cdot 15,5 = 0$$

$$- 540,48 - F_{hy} \cdot 5,5 + 27,6 + 597,99 = 0$$

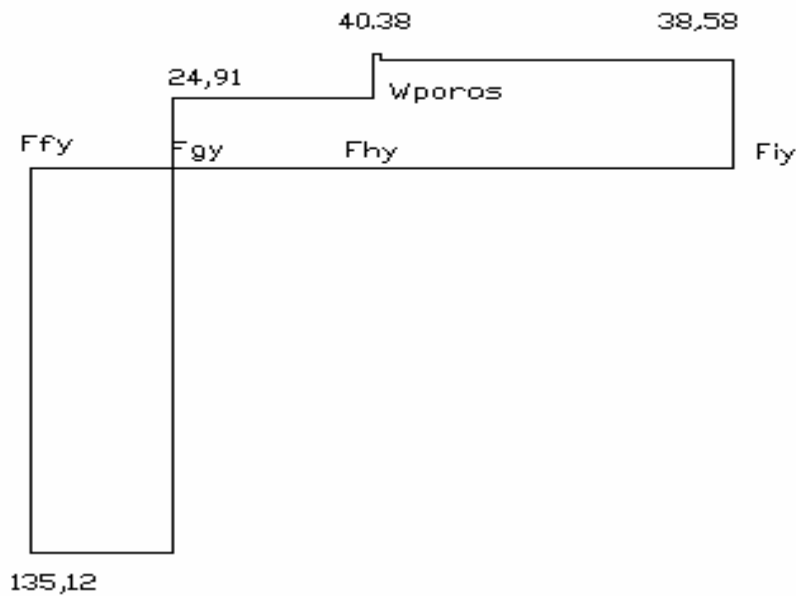
$$- F_{hy} \cdot 5,5 + 85,11 = 0$$

$$F_{hy} = 15,47 \text{ N} \quad \uparrow$$

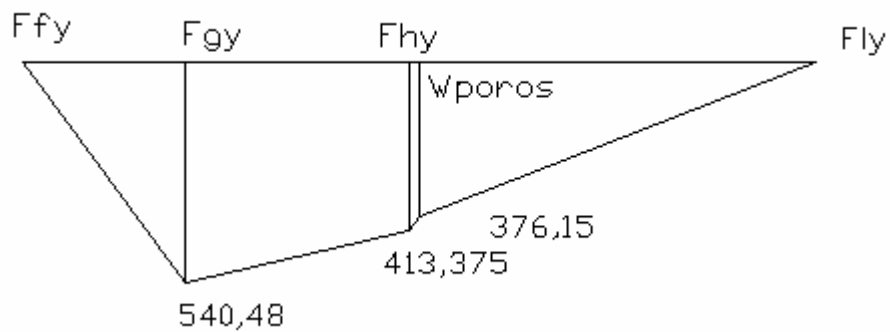
$$F_{gy} + F_{hy} = 175,5 \text{ N}$$

$$F_{gy} + 15,47 = 175,5 \text{ N}$$

$$F_{gy} = 160,03 \text{ N} \quad \uparrow$$



Gambar 4.24. Diagram Gaya Pada Sumbu y



Gambar 4.25. Diagram Momen Bending Pada Sumbu y

Dari gambar diagram momen terhadap sumbu x dan sumbu y dapat diketahui momen bending yang terbesar terdapat pada bantalan H Dengan demikian dapat diketahui diameter poros yang aman yaitu :

$$M_b = \sqrt{Mbx + Mby}$$

$$M_b = \sqrt{(443,8)^2 + (413,375)^2}$$

$$M_b = 606,5 Nm$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

Dimana :

$$W_b = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

Maka :

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{606,5 \times 32}{\pi \cdot d^3}$$

$$\sigma_b = \frac{6180,89}{d^3} N/m^2$$

- o Mencari tegangan puntir / torsi

$$M_t = \frac{716,2 \cdot P}{n}$$

$$M_t = \frac{716,2 \cdot 0,25}{23,33}$$

$$M_t = 7,675 Nm$$

$$\tau = \frac{M_t}{W_t}$$

Dimana :

$$W_t = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

Maka :

$$\tau = \frac{M_t}{W_t}$$

$$\tau = \frac{7,675 \times 16}{\pi \cdot d^3}$$

$$\tau = \frac{39,11}{d^3} N/m^2$$

o Mencari tegangan persamaan

Diketahui:

1. Bahan poros AISI 1144, $\sigma = 58 \text{ Kg/mm}^2$
2. Angka keamanan $N = 1,2$

Maka besarnya tegangan persamaan

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2}$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2} \leq |\sigma|$$

$$\sigma_v = \sqrt{\left(\frac{6180,89}{d^3}\right)^2 + 4\left(\frac{39,11}{d^3}\right)^2} \leq \frac{\sigma}{N}$$

$$\frac{37929216,17}{d^6} + \frac{6118,4}{d^6} \leq \left(\frac{580 \cdot 10^6}{1,2}\right)^2$$

$$\frac{382095519,59}{d^6} \leq \frac{3,364 \times 10^{17}}{1,44}$$

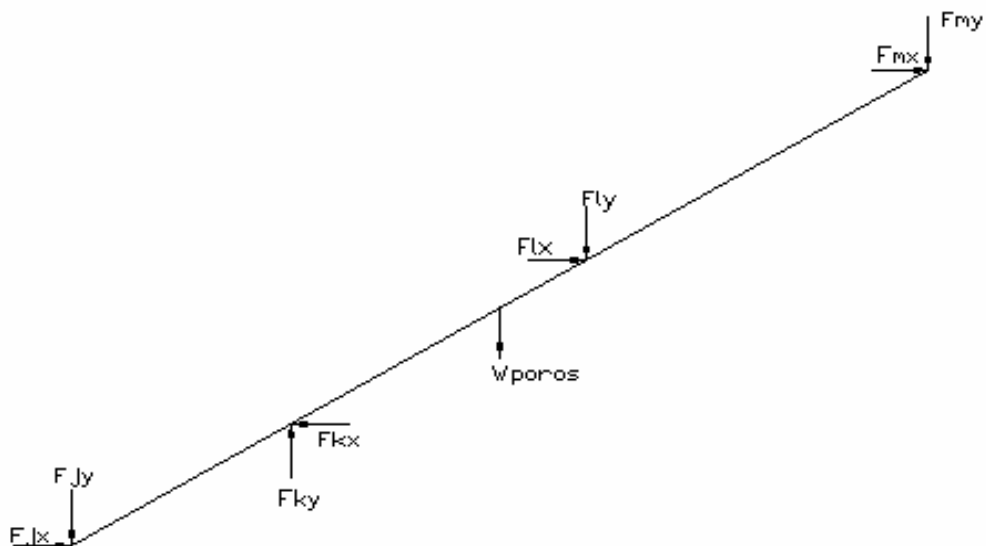
$$d^6 \geq 1,635 \times 10^{-10}$$

$$d \geq 0,02 \text{ m}$$

$$d \geq 20 \text{ mm}$$

Jadi besar diameter poros minimum adalah 20 mm

4.4.3. Perhitungan Diameter Pada Poros Penakar



Gambar 4.26. Analisa Gaya Pada Poros Geneva

Keterangan gaya – gaya yang bekerja :

F_{jx} = Gaya geneva Jhorizontal

F_{jy} = Gaya geneva Jvertikal

F_{kx} = Gaya bantalan Khorizontal

F_{ky} = Gaya bantalan Kvertikal

W poros = Gaya berat poros

F_{lx} = Gaya cetakan/matres Lhorizontal

F_{ly} = Gaya cetakan/matres Lvertikal

F_{mx} = Gaya bantalan M horisontal

F_{my} = Gaya bantalan M vertikal

Gaya yang terjadi pada geneva = Gaya yang diakibatkan oleh drive geneva yaitu sebesar $F_{jx} = 218,04 \text{ N}$

Dan gaya yang diterima cetakan sama dengan gaya yang diberikan oleh penumbuk sebesar $58,8 \text{ N}$

Sehingga didapatkan :

$$F_{lx} = FN \cos \theta$$

$$F_{lx} = 58,8x \cos 41^\circ$$

$$F_{lx} = 44,38 \text{ N}$$

$$F_{ly} = FN \sin \theta$$

$$F_{ly} = 58,8x \sin 41^\circ$$

$$F_{ly} = 38,58 \text{ N}$$

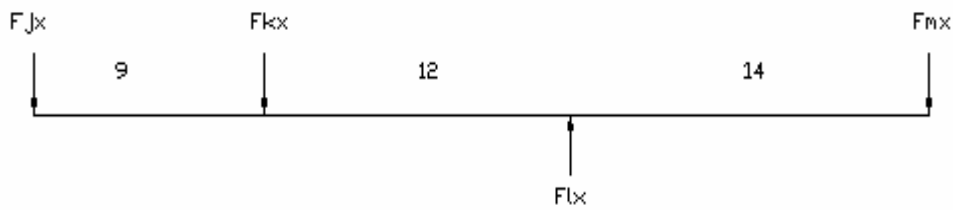
$$W_{\text{poros}} = m_{\text{poros}} \times g$$

$$= 4,23 \times 9,8$$

$$= 41,45 \text{ N}$$

Analisa Gaya Yang Terjadi Pada Sumbu x

$$\Sigma F_x = 0$$



Gambar 4.27. Analisa Gaya Pada Sumbu x

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F_{jx} + F_{kx} - F_{lx} + F_{mx} = 0$$

$$218,04 + F_{kx} - 44,38 + F_{mx} = 0$$

$$F_{kx} + F_{mx} = -173,66 \text{ N}$$

$$+) \Sigma M_{kx} \curvearrowright = 0$$

$$- F_{jx} \cdot 9 - F_{lx} \cdot 12 + F_{mx} \cdot 26 = 0$$

$$-218,04 \cdot 9 - 44,38 \cdot 12 + F_{mx} \cdot 26 = 0$$

$$-1962,36 - 532,56 + F_{mx} \cdot 26 = 0$$

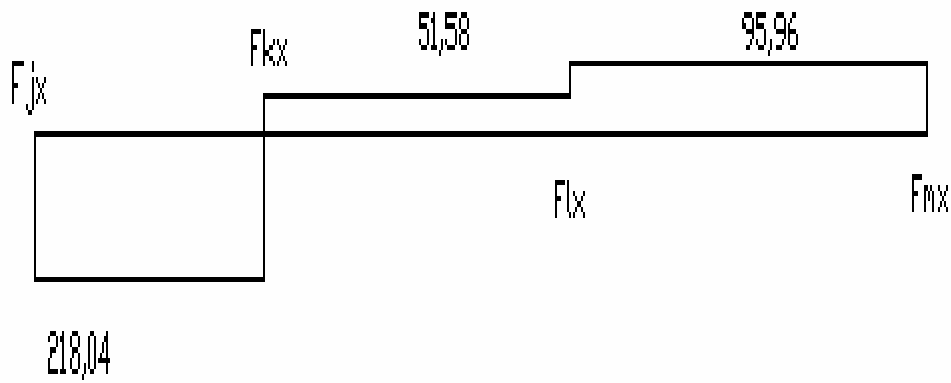
$$F_{mx} \cdot 26 = 2494,92$$

$$F_{mx} = 95,96 \text{ N} \uparrow$$

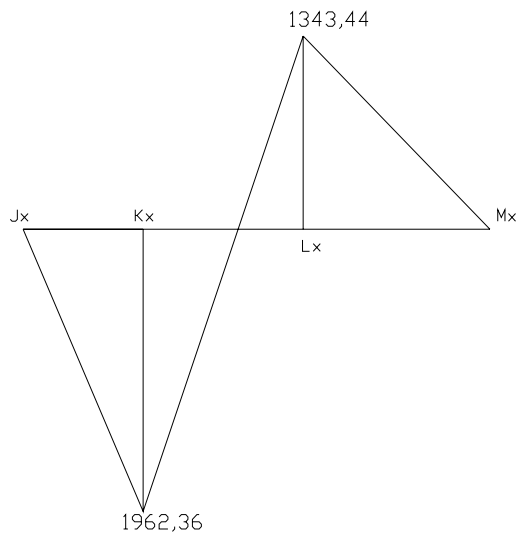
$$F_{kx} + F_{mx} = -173,66 \text{ N}$$

$$F_{kx} + 95,96 = -173,66 \text{ N}$$

$$F_{kx} = 269,62 \text{ N} \uparrow$$



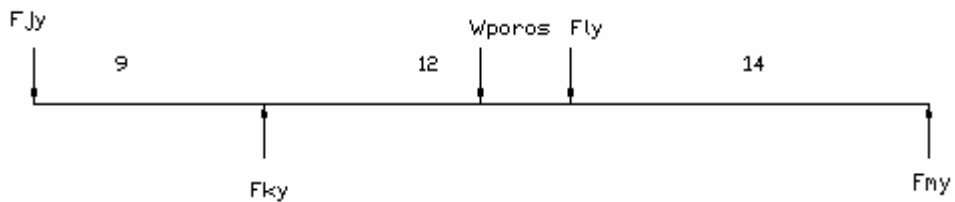
Gambar 4.28. Diagram Gaya Pada Sumbu x



Gambar 4.29. Diagram Momen Bending Pada Sumbu x

Analisa Gaya Yang Terjadi Pada Sumbu y

$\Sigma F_y = 0$



Gambar 4.30. Analisa Gaya Pada Sumbu y

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_{jy} - F_{ky} + W_{poros} + F_{ly} - F_{my} = 0$$

$$0 - F_{ky} + 41,45 + 38,58 - F_{my} = 0$$

$$F_{ky} + F_{my} = 80,03 \text{ N}$$

$$+) \Sigma M_{ky} \curvearrowright = 0$$

$$F_{jy} \cdot 9 + W_{poros} \cdot 8,5 + F_{ly} \cdot 12 + F_{my} \cdot 26 = 0$$

$$0 \cdot 9 + 41,45 \cdot 8,5 + 38,58 \cdot 12 + F_{my} \cdot 26 = 0$$

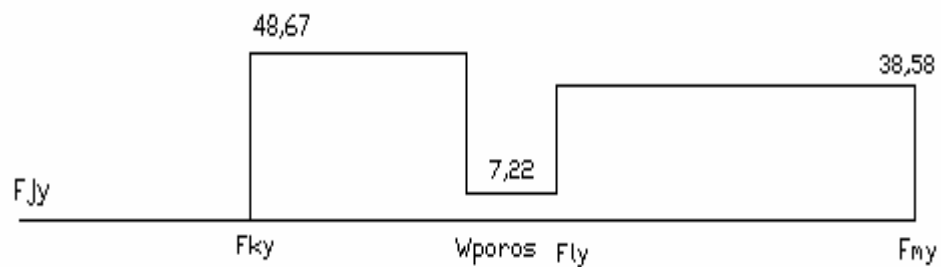
$$F_{my} \cdot 26 = 815,28$$

$$F_{my} = 31,36 \text{ N} \quad \uparrow$$

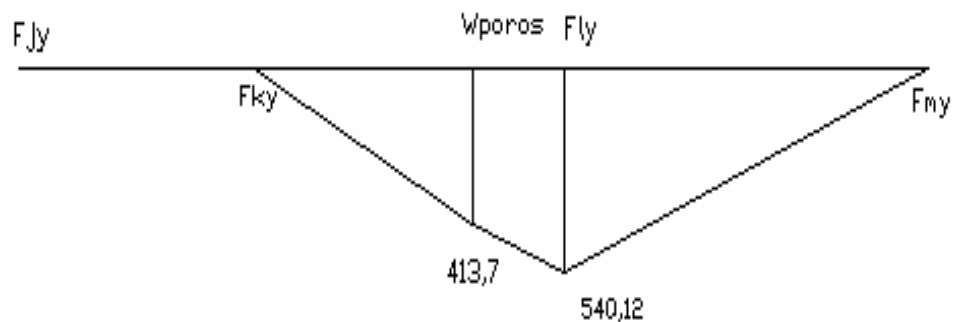
$$F_{ky} + F_{my} = 80,03 \text{ N}$$

$$F_{ky} + 31,36 = 80,03 \text{ N}$$

$$F_{ky} = 48,67 \text{ N} \quad \uparrow$$



Gambar 4.31. Diagram Gaya Pada Sumbu y



Gambar 4.32. Diagram Momen Bending Pada Sumbu y

Dari gambar diagram momen terhadap sumbu x dan sumbu y dapat diketahui momen bending yang terbesar terdapat pada bantalan K. Dengan demikian dapat diketahui diameter poros yang aman yaitu :

$$M_b = \sqrt{Mbx + Mby}$$

$$M_b = \sqrt{(1962,36)^2 + (0)^2}$$

$$M_b = 1962,36 Nm$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

Dimana :

$$W_b = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

Maka :

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$\sigma_b = \frac{1962,36 \times 32}{\pi \cdot d^3}$$

$$\sigma_b = \frac{19998,6}{d^3} N/m^2$$

- o Mencari tegangan puntir / torsi

$$M_t = \frac{716,2 \cdot P}{n}$$

$$M_t = \frac{716,2 \cdot 0,25}{23,33}$$

$$M_t = 7,675 Nm$$

$$\tau = \frac{M_t}{W_t}$$

Dimana :

$$W_t = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

Maka :

$$\tau = \frac{Mt}{Wt}$$

$$\tau = \frac{7,675 \times 16}{\pi \cdot d^3}$$

$$\tau = \frac{39,11}{d^3} N/m^2$$

- o Mencari tegangan persamaan

Diketahui:

1. Bahan poros AISI 1144, $\sigma = 58 \text{ Kg/mm}^2$
2. Angka keamanan $N = 1,2$

Maka besarnya tegangan persamaan

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2}$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2} \leq |\sigma|$$

$$\sigma_v = \sqrt{\left(\frac{19998,6}{d^3}\right)^2 + 4\left(\frac{39,11}{d^3}\right)^2} \leq \frac{\sigma}{N}$$

$$\frac{399944002}{d^6} + \frac{6118,4}{d^6} \leq \left(\frac{580 \cdot 10^6}{1,2}\right)^2$$

$$\frac{399950120,4}{d^6} \leq \frac{3.364 \times 10^{17}}{1,44}$$

$$d^6 \geq 1.712 \times 10^{-9}$$

$$d \geq 0,034 \text{ m}$$

$$d \geq 34 \text{ mm}$$

Jadi besar diameter poros minimum adalah 34mm

4.5. Perhitungan Umur Bearing

4.5.1. Bearing pada Poros Drive Geneva

$$\Sigma Fb = \sqrt{Fbx^2 + Fby^2}$$

$$\Sigma Fb = \sqrt{(72,62)^2 + (580,92)^2}$$

$$\Sigma Fb = 585,44 \text{ N}$$

$$\Sigma Fc = \sqrt{Fcx^2 + Fcy^2}$$

$$\Sigma Fc = \sqrt{(274,15)^2 + (543,78)^2}$$

$$\Sigma Fc = 608,98N$$

Bearing B

$$Fb = 585,44 N$$

Berdasarkan catalog SKF bearing :

1. Nomer *bearing* : 6008 ZZ (ada 2 buah penutup bantalan, terbuat dari karet), dengan :
 - a. *d* (*bore* atau diameter lubang) = 40 mm
 - b. *D* (diameter luar) = 52 mm
 - c. *b* (tebal bearing) = 15 mm
 - d. *C* (beban dinamis) = 1310 kg

Beban ekuivalen dinamis

$$P = X \cdot V \cdot P_r + Y \cdot P_a$$

dimana:

P = Beban ekuivalen dinamis (N)

X = faktor beban arah radial

V = 1 jika cincin dalam yang berputar

V = 1,2 jika cincin luar yang berputar.

Y = Faktor beban arah axial

$$P = X \cdot V \cdot P_r + Y \cdot P_a$$

$$P = 1.1.585,44 = 585,44 N = 59,74kg$$

Untuk menentukan umur dari bearing maka kita dapat menggunakan rumus:

Yang dimaksud dengan umur bearing adalah kemampuan bearing melalui putaran dalam satuan *cycle*

$$L = \left(\frac{10^6}{60.n} \right) \cdot \left(\frac{C}{P} \right)^b \text{ jam}$$

dimana:

C = kapasitas dinamis putaran

b = beban ekuivalen

$b = 3$ jika untuk *ball bearing*

$b = 10 / 3$ jika untuk *roller bearing*

n = putaran (rpm)

$$L = \left(\frac{10^6}{60.23,33} \right) \cdot \left(\frac{1310}{59,74} \right)^3$$

$$L = 7,9.10^6 \text{ jam}$$

Bearing C

$F_c = 608,98 \text{ N}$.

Berdasarkan catalog SKF bearing :

2. Nomer *bearing* : 6008 ZZ (ada 2 buah penutup bantalan, terbuat dari karet), dengan :
- a. d (*bore* atau diameter lubang) = 40 mm
 - b. D (diameter luar) = 52 mm
 - c. b (tebal bearing) = 15 mm
 - d. C (beban dinamis) = 1310 kg

Beban ekuivalen dinamis

$$P = X \cdot V \cdot P_r + Y \cdot P_a$$

dimana:

P = Beban ekuivalen dinamis (N)

X = faktor beban arah radial

$V = 1$ jika cincin dalam yang berputar

$V = 1,2$ jika cincin luar yang berputar.

Y = Faktor beban arah axial

$$P = X \cdot V \cdot P_r + Y \cdot P_a$$

$$P = 1.1.608,98 = 608,98 \text{ N} = 62,14 \text{ kg}$$

Untuk menentukan umur dari bearing maka kita dapat menggunakan rumus:

Yang dimaksud dengan umur bearing adalah kemampuan bearing melalui putaran dalam satuan *cycle*

$$L = \left(\frac{10^6}{60.n} \right) \cdot \left(\frac{C}{P} \right)^b \text{ jam}$$

dimana:

C = kapasitas dinamis putaran

b = beban ekuivalen

$b = 3$ jika untuk *ball bearing*

$b = 10 / 3$ jika untuk *roller bearing*

n = putaran (rpm)

$$L = \left(\frac{10^6}{60.23,33} \right) \cdot \left(\frac{1310}{62,14} \right)^3$$

$$L = 6,2.10^6 \text{ jam}$$

4.5.2. *Bearing* pada Poros Geneva

$$\Sigma Fk = \sqrt{Fkx^2 + Fky^2}$$

$$\Sigma Fk = \sqrt{(269,62)^2 + (48,67)^2}$$

$$\Sigma Fk = 273,98N$$

$$\Sigma Fm = \sqrt{Fmx^2 + Fmy^2}$$

$$\Sigma Fm = \sqrt{(95,96)^2 + (31,36)^2}$$

$$\Sigma Fm = 100,95N$$

Bearing K

$$Fk = 270,42 N$$

Berdasarkan catalog SKF bearing :

3. Nomer *bearing* : 6008 ZZ (ada 2 buah penutup bantalan, terbuat dari karet), dengan :
- a. d (*bore* atau diameter lubang) = 40 mm
 - b. D (diameter luar) = 52 mm
 - c. b (tebal bearing) = 15 mm
 - d. C (beban dinamis) = 1310 kg

Beban ekuivalen dinamis

$$P = X \cdot V \cdot P_r + Y \cdot P_a$$

dimana:

P = Beban ekuivalen dinamis (N)

X = faktor beban arah radial

$V = 1$ jika cincin dalam yang berputar

$V = 1,2$ jika cincin luar yang berputar.

Y = Faktor beban arah axial

$$P = X \cdot V \cdot P_r + Y \cdot P_a$$

$$P = 1.1.273,98 = 273,98 \text{ N} = 27,96 \text{ kg}$$

Untuk menentukan umur dari bearing maka kita dapat menggunakan rumus:

Yang dimaksud dengan umur bearing adalah kemampuan bearing melalui putaran dalam satuan *cycle*

$$L = \left(\frac{10^6}{60 \cdot n} \right) \cdot \left(\frac{C}{P} \right)^b \text{ jam}$$

dimana:

C = kapasitas dinamis putaran

b = beban ekuivalen

$b = 3$ jika untuk *ball bearing*

$b = 10 / 3$ jika untuk *roller bearing*

n = putaran (rpm)

$$L = \left(\frac{10^6}{60 \cdot 23,33} \right) \cdot \left(\frac{1310}{27,96} \right)^3$$

$$L = 7,6 \cdot 10^7 \text{ jam}$$

Bearing M

$$F_m = 97,6 \text{ N}$$

Berdasarkan catalog SKF bearing :

4. Nomer *bearing* : 6008 ZZ (ada 2 buah penutup bantalan, terbuat dari karet), dengan :
- a. d (*bore* atau diameter lubang) = 40 mm
 - b. D (diameter luar) = 52 mm
 - c. b (tebal bearing) = 15 mm
 - d. C (beban dinamis) = 1310 kg

Beban ekuivalen dinamis

$$P = X \cdot V \cdot P_r + Y \cdot P_a$$

dimana:

P = Beban ekuivalen dinamis (N)

X = faktor beban arah radial

$V = 1$ jika cincin dalam yang berputar

$V = 1,2$ jika cincin luar yang berputar.

Y = Faktor beban arah axial

$$P = X \cdot V \cdot P_r + Y \cdot P_a$$

$$P = 1 \cdot 1 \cdot 100,95 = 100,95 \text{ N} = 10,3 \text{ kg}$$

Untuk menentukan umur dari bearing maka kita dapat menggunakan rumus:

Yang dimaksud dengan umur bearing adalah kemampuan bearing melalui putaran dalam satuan *cycle*

$$L = \left(\frac{10^6}{60 \cdot n} \right) \cdot \left(\frac{C}{P} \right)^b \text{ jam}$$

dimana:

C = kapasitas dinamis putaran

b = beban ekuivalen

$b = 3$ jika untuk *ball bearing*

$b = 10 / 3$ jika untuk *roller bearing*

n = putaran (rpm)

$$L = \left(\frac{10^6}{60 \cdot 23,33} \right) \cdot \left(\frac{1310}{10,3} \right)^3$$

$$L = 1,6 \cdot 10^9 \text{ jam}$$

4.5.3. *Bearing* pada Poros Engkol

$$\Sigma F_g = \sqrt{F_{gx}^2 + F_{gy}^2}$$

$$\Sigma F_g = \sqrt{(49,79)^2 + (160,03)^2}$$

$$\Sigma F_g = 167,6 \text{ N}$$

$$\Sigma F_h = \sqrt{F_{hx}^2 + F_{hy}^2}$$

$$\Sigma F_h = \sqrt{(70,13)^2 + (15,47)^2}$$

$$\Sigma F_h = 71,82 \text{ N}$$

Bearing G

$$F_g = 163,61$$

Berdasarkan catalog SKF bearing :

5. Nomer *bearing* : 6004 ZZ (ada 2 buah penutup bantalan, terbuat dari karet), dengan :
- a. d (*bore* atau diameter lubang) = 20 mm
 - b. D (diameter luar) = 42 mm
 - c. b (tebal bearing) = 12 mm
 - d. C (beban dinamis) = 735 kg

Beban ekuivalen dinamis

$$P = X \cdot V \cdot P_r + Y \cdot P_a$$

dimana:

P = Beban ekuivalen dinamis (N)

X = faktor beban arah radial

V = 1 jika cincin dalam yang berputar

V = 1,2 jika cincin luar yang berputar.

Y = Faktor beban arah axial

$$P = X \cdot V \cdot P_r + Y \cdot P_a$$

$$P = 1 \cdot 1 \cdot 167,6 = 167,6 \text{ N} = 17,1 \text{ kg.}$$

Untuk menentukan umur dari bearing maka kita dapat menggunakan rumus:

Yang dimaksud dengan umur bearing adalah kemampuan bearing melalui putaran dalam satuan *cycle*

$$L = \left(\frac{10^6}{60 \cdot n} \right) \cdot \left(\frac{C}{P} \right)^b \text{ jam}$$

dimana:

C = kapasitas dinamis putaran

b = beban ekuivalen

$b = 3$ jika untuk *ball bearing*

$b = 10 / 3$ jika untuk *roller bearing*

n = putaran (rpm)

$$L = \left(\frac{10^6}{60 \cdot 23,33} \right) \cdot \left(\frac{735}{17,1} \right)^3$$

$$L = 6,09 \cdot 10^7 \text{ jam}$$

Bearing H

$$F_h = 71,43$$

Berdasarkan catalog SKF bearing :

6. Nomer *bearing* : 6004 ZZ (ada 2 buah penutup bantalan, terbuat dari karet), dengan :
- a. d (*bore* atau diameter lubang) = 20 mm
 - b. D (diameter luar) = 42 mm
 - c. b (tebal bearing) = 12 mm
 - d. C (beban dinamis) = 735 kg

Beban ekuivalen dinamis

$$P = X \cdot V \cdot P_r + Y \cdot P_a$$

dimana:

P = Beban ekuivalen dinamis (N)

X = faktor beban arah radial

V = 1 jika cincin dalam yang berputar

V = 1,2 jika cincin luar yang berputar.

Y = Faktor beban arah axial

$$P = X \cdot V \cdot P_r + Y \cdot P_a$$

$$P = 1 \cdot 1 \cdot 71,82 = 71,82 \text{ N} = 7,4 \text{ kg.}$$

Untuk menentukan umur dari bearing maka kita dapat menggunakan rumus:

Yang dimaksud dengan umur bearing adalah kemampuan bearing melalui putaran dalam satuan *cycle*

$$L = \left(\frac{10^6}{60 \cdot n} \right) \cdot \left(\frac{C}{P} \right)^b \text{ jam}$$

dimana:

C = kapasitas dinamis putaran

b = beban ekuivalen

b = 3 jika untuk *ball bearing*

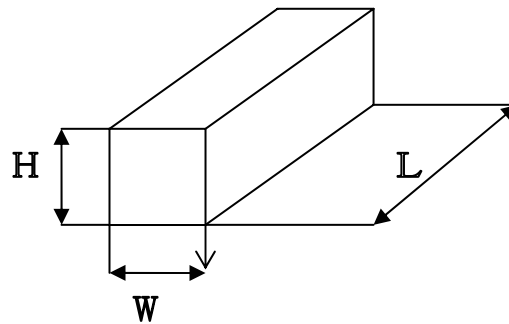
b = 10 / 3 jika untuk *roller bearing*

n = putaran (rpm)

$$L = \left(\frac{10^6}{60 \cdot 23,33} \right) \cdot \left(\frac{735}{7,4} \right)^3$$

$$L = 7,3 \cdot 10^7 \text{ jam}$$

4.6. Perhitungan Pasak



Gambar 4.33. Pasak pipih

Keterangan:

H = Tinggi pasak

W = Lebar pasak

L = Panjang pasak

Pasak yang digunakan adalah pasak bujursangkar. Pada pasak pipih dimensi dari lebar pasak sama dengan tinggi pasak ($H=W$). Bahan pasak yang digunakan pada perancangan adalah AISI 1020, $syp=207$ Mpa, Angka keamanan (N) = 1.

4.6.1. Perhitungan Pasak karena Beban Geser

Perhitungan pasak poros drive geneva

Tegangan yang terjadi pada pasak adalah tegangan geser. Besarnya tegangan geser pada pasak dapat diketahui dengan perumusan

$$|\tau| = \frac{F}{A}$$

$$\frac{0,58syp}{1} = \frac{Mt}{rxWxL}$$

$$\frac{0,58.207.10^6}{1} = \frac{7,675}{0,02x0,0095xL}$$

$$22811,4 = \frac{7,675}{L}$$

$$L = 0,00034 \text{ m} \approx 0,34 \text{ mm}$$

Panjang key ideal adalah 25% lebih besar dari diameter poros, sehingga panjang key:

$$L = 1.25 \times 35 \text{ mm} = 43,75 \text{ mm}$$

Dari perhitungan didapat panjang pasak minimum 43,75 mm. Lebar pasak 4mm. Bahan pasak yang digunakan dalam perancangan adalah AISI 1020, panjang pasak yang digunakan dalam perancangan 45 mm.

4.6.2. Perhitungan Pasak Poros Geneva

Tegangan yang terjadi pada pasak adalah tegangan geser. Besarnya tegangan geser pada pasak dapat diketahui dengan perumusan

$$|\tau| = \frac{F}{A}$$

$$\frac{0,58syp}{1} = \frac{Mt}{rxWxL}$$

$$\frac{0,58.207.10^6}{1} = \frac{7,675}{0,02x0,0095xL}$$

$$22811,4 = \frac{153,6}{L}$$

$$L = 0,00034\text{m} \approx 0,34 \text{ mm}$$

Panjang key ideal adalah 25% lebih besar dari diameter poros, sehingga panjang key:

$$L = 1.25 \times 35 \text{ mm} = 43,75 \text{ mm}$$

Dari perhitungan didapat panjang pasak minimum 43,75mm. Lebar pasak 4mm. Bahan pasak yang digunakan dalam perancangan adalah AISI 1020, panjang pasak yang digunakan dalam perancangan 45 mm.

4.6.3. Perhitungan Pasak Poros Engkol

Pasak yang digunakan adalah pasak bujursangkar. Pada pasak pipih dimensi dari lebar pasak sama dengan tinggi pasak (H=W). Bahan pasak yang digunakan pada perancangan adalah AISI 1045, $syp=5,31 \text{ Mpa}$, Angka keamanan (N) = 1.

Tegangan yang terjadi pada pada pasak adalah tegangan geser. Besarnya tegangan geser pada pasak dapat diketahui dengan perumusan

$$|\tau| = \frac{F}{A}$$

$$\frac{0,58syp}{1} = \frac{Mt}{rxWxL}$$

$$\frac{0,58.5,31.10^6}{1} = \frac{7,675}{0,01x0,0019xL}$$

$$5851,6 = \frac{7,675}{L}$$

$$L = 0,0013 \text{ m} \approx 1,3 \text{ mm}$$

Panjang key ideal adalah 25% lebih besar dari diameter poros, sehingga panjang key:

$$L = 1.25 \times 20 \text{ mm} = 25 \text{ mm}$$

Dari perhitungan didapat panjang pasak minimum 25 mm. Lebar pasak 4mm. Bahan pasak yang digunakan dalam perancangan adalah AISI 1045, panjang pasak yang digunakan dalam perancangan 25 mm.