

BAB IV

PERENCANAAN MEKANISME ALAT

1. PERENCANAAN SCREW CONVEYOR

1.1 Kapasitas masukkan adonan krupuk

Pembuatan krupuk putih bahan yang secara umum dipergunakan adalah tepung tapioka, tepung kanji yang berfungsi sebagai perekat, air, serta bumbu-bumbu yang berguna sebagai cita rasa dari krupuk putih itu. Dari bahan-bahan tersebut telah dilakukan beberapa kali percobaan untuk mencari massa jenis (ρ) adonan. Adapun data-data percobaan tersebut adalah :

Massa(gr)	Volume(ml)	Massa jenis(gr/ml)
3.6	3	1.2
2.7	2	1.35
6.1	5	1.22
8.7	7	1.24
4.7	4	1.175

Dari data-data tersebut maka dapat diketahui bahwa massa jenis dari adonan adalah $1237,6 \frac{Kg}{m^3}$. Pembuatan krupuk ini kapasitas masukkan yang diharapkan dapat diproses adalah $17 \frac{Kg}{jam}$, sehingga apabila dikonversikan ke dalam satuan volume (ft^3) menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas masukkan (C)} &= \frac{17 \text{ Kg/jam}}{1237,6 \text{ Kg/m}^3} = 0.014 \text{ m}^3 \cdot \frac{1 \text{ ft}^3}{(0.305 \text{ m})^3} \cdot \frac{1}{\text{jam}} \\ &= 0,5 \frac{\text{ft}^3}{\text{jam}} \end{aligned}$$

1.2 Putaran (n) *screw conveyor*

Dari kapasitas yang telah ditentukan tersebut maka langkah selanjutnya yaitu menghitung putaran yang sesuai dengan kapasitas produksi. Berdasarkan tujuan dari perencanaan ini maka pemilihan dari *screw conveyor* didasari dari ketersediaan di pasaran. Sehingga apabila ada kerusakan dapat dengan mudah diganti. Sehingga dimensi dari *screw conveyor* dapat ditentukan sebagai berikut :

- Diameter luar *screw* (Ds) = 70 mm = 2.76 in
- Diameter dalam *screw* (Dp) = 62 mm = 2.54 in
- Jarak *pitch* (P) = 25 mm = 0.98 in
- Persentase pembebanan (K) = 0.33

Pemilihan harga K = 0.33 disebabkan material digolongkan pada klasifikasi pembebanan pada lampiran 13. Untuk lebih jelasnya akan dijelaskan pada perhitungan selanjutnya. Dengan menggunakan persamaan 8.1 maka putaran dari *screw conveyor* dapat dihitung sebagai berikut :

$$\frac{0,5}{n} = \frac{0,7854(2,76^2 - 2,54^2)0,98 \cdot 0,33 \cdot 60}{1728}$$

$$n = 48.65 \approx 50 \text{ rpm (putaran } \textit{screw conveyor} \text{)}$$

1.3 Daya (P) yang diperlukan *screw conveyor*

Daya masukan yang diperlukan oleh *screw conveyor* harus dapat dipenuhi oleh motor penggerak sehingga proses tadi dapat berjalan dengan baik. Dalam perhitungan daya yang diperlukan, maka faktor-faktor yang mempengaruhi adalah :

- Kapasitas masukan adonan (C) = $0,5 \frac{ft^3}{jam}$
- Panjang *screw conveyor* (L) = 0,21 m = 0,69 ft
- Putaran *screw conveyor* (n) = 50 rpm
- Faktor *density material* (W) = 80

Pemilihan harga faktor ini disebabkan material yang diproses didekati oleh suatu bahan yang ada pada lampiran 12 yaitu *clay* (tanah liat). Material tersebut diklasifikasikan pada IIA yaitu adonan maksimum yang diijinkan berada dalam *silinder screw* sebesar 30 % dari volume *screw*.

- Faktor diameter *conveyor* (Fd) = 18

Pemilihan harga faktor ini karena diameter *screw* kurang dari 6 in sehingga Fd mempunyai harga tersebut. Untuk harga yang lainnya dapat dilihat pada lampiran 8.

- Faktor peluncuran/*flight* (Ff) = 1,5

Pemilihan harga ini karena pada lampiran 9 ditunjukkan bahwa pembebanan *conveyor* 30 % dan tipe *flight*nya adalah *Cut and folded*.

- Faktor *bearing hanger* (Fb) = 4,4

Faktor ini berdasarkan jenis bearing yang dipekau untuk screw, seperti yang di tunjukkan pada lampiran 7

- Faktor material (F_m) = 1,5

Seperti halnya dengan W maka faktor ini juga dipengaruhi oleh jenis material, yang dapat dilihat pada lampiran 12

- Faktor paddle (F_p) = 2,2

Untuk memperoleh harga ini dapat dilihat pada lampiran 10. Faktor ini berhubungan dengan *paddle* dan *pitch*.

- Faktor beban lebih (F_o) = 30

Karena beban yang diperlukan sangat penting guna keberhasilan proses maka faktor beban lebih ini harus diperhatikan. Untuk melihat harga dari faktor ini maka dapat dilihat pada lampiran 11 dimana faktor tersebut diperoleh dari besar daya masukan.

- Efisiensi penggerak (e) = 0,90

Faktor ini diperoleh dari jenis *reducer* yang dipakai, pada alat ini memakai worm gear. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada lampiran 6.

Besar daya yang diperlukan oleh screw conveyer adalah :

$$H_{pf} = \frac{0,69 \cdot 50 \cdot 18 \cdot 4,4}{10^6} = 2,772 \times 10^{-3} \text{ HP}$$

$$H_{Mm} = \frac{0,5 \cdot 0,69 \cdot 80 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 2,2}{10^6} = 1,3662 \times 10^{-4} \text{ HP}$$

$$HP_{\text{total}} = \frac{(H_{pf} + H_{pm})F_o}{e}$$

$$= \frac{(2,772 \times 10^{-3} + 1,3362 \times 10^{-4}) \beta_0}{0,9} = 0,09 \text{ HP}$$

$$\approx 0,1 \text{ HP}$$

Dengan demikian daya yang diperlukan untuk melakukan pemrosesan oleh screw conveyor sebesar 0,1 HP. Setelah diketahuinya putaran dari *screw conveyor* dan daya yang dibutuhkan maka poros *screw* tersebut harus diperiksa apakah mempunyai keadaan yang aman apabila mengalami beban puntir. Bahan dari poros *screw conveyor* tersebut dipilih *cast iron (low carbon)* dengan $S_{yp} = 20.000 \text{ psi} = 137,8 \times 10^6 \frac{N}{m^2}$. Sehingga

diameter poros minimum yang diijinkan adalah :

- $P = 0,1 \text{ HP} = 0,075 \text{ kW}$ (daya yang dibutuhkan)
- $n = 50 \text{ rpm}$ (putaran *screw*)
- $A_k = 3$ (angka keamanan)

$$T = 9554 \frac{P}{n} = 9554 \frac{0,075}{50}$$

$$= 14,25 \text{ Nm}$$

$$\tau_{\max} = \frac{S_{yp}}{A_k} = \frac{16.T}{\pi.D_o^3}$$

$$= \frac{0,5.137,8 \times 10^6}{3} = \frac{16.14,25}{\pi.D_o^3} \Rightarrow D_o \geq \sqrt[3]{\frac{16.14,25.3}{\pi.0,5.137,8 \times 10^6}}$$

$$D_o \geq 0,015 \text{ m} = 15 \text{ mm}$$

Jadi dari perhitungan tersebut maka poros yang direncanakan dalam keadaan aman karena $D_p > D_o$.

2. KONSTRUKSI KELUARAN ADONAN

2.1 Putaran keluaran adonan krupuk

Setelah menghitung putaran dari *screw conveyor* maka langkah selanjutnya mencari besar putaran dari saluran keluaran dari *screw*. Seperti yang telah dijelaskan dalam deskripsi alat maka untuk mengimbangi *output* dari *screw conveyor* maka secara logika putaran dari saluran keluaran harus lebih besar karena volume yang dimiliki jauh lebih kecil dari volume *screw conveyor*.

Adapun volume dari *screw conveyor* adalah :

$$\begin{aligned} V &= \frac{\pi}{4}(D_s^2 - D_p^2)L \\ &= \frac{\pi}{4}(2.76^2 - 2.54^2)8,2 = 7,6 \text{ in}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{netto}} &= V - (V \cdot K) \\ &= 7,6 - (7,6 \cdot 0,30) \\ &= 5,32 \text{ in}^3 \end{aligned}$$

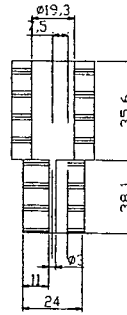
Sedangkan volume keempat saluran adalah :

$$D_1 = 0,3 \text{ cm} = 0,2 \text{ in} ; D_2 = 1,93 \text{ cm} = 0,76 \text{ in}$$

$$L_1 = 3,81 \text{ cm} = 1,5 \text{ in} ; L_2 = 3,56 \text{ cm} = 1,4 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} V &= \left[\left(\frac{\pi \cdot D_1}{4} \cdot L_1 \right) + \left(\frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot L_2 \right) \right] \cdot 4 \\ &= \left[\left(\frac{\pi \cdot 0,2}{4} \cdot 1,5 \right) + \left(\frac{\pi \cdot 0,76^2}{4} \cdot 1,4 \right) \right] \cdot 4 \end{aligned}$$

$$= 2,7 \text{ in}^3$$



Gambar 14. Ukuran saluran keluaran

Dengan demikian putaran yang harus ditempuh oleh keempat saluran tersebut adalah :

$$V_{\text{adonan}} \cdot n_{\text{screw}} = V_{\text{saluran}} \cdot n_{\text{saluran}}$$

$$5,32 \times 50 = 2,7 \times n_{\text{saluran}}$$

$$n_{\text{saluran}} = 98,4 \text{ rpm} \approx 100 \text{ rpm}$$

Kecepatan keluaran adonan.

Untuk menghitung kecepatan adonan yang keluar dari saluran keluaran maka harus diketahui terlebih dahulu kecepatan adonan pada *screw*. Dengan mengacu pada kapasitas yang diinginkan yang sama maka kecepatan adonan pada saluran keluaran dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Diketahui : - Kapasitas masukkan (C) : } 17 \frac{\text{Kg}}{\text{jam}} = 0,014 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}$$

$$\text{- Luasan pada } \textit{screw} \text{ (A) : } \frac{\pi}{4} (2,76^2 - 2,54^2) = 0,9 \text{ in}^2$$

$$= 0,9 \text{ in}^2 \cdot \left(\frac{2,54 \times 10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ in}} \right)^2 = 5,9 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

- Luasan pada saluran keluaran (A) :

$$A = \left[\left(\frac{\pi}{4} \left((0,3 \times 10^{-2})^2 + (1,93 \times 10^{-2})^2 \right) \right) \cdot 4 \right] = 1,2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Kecepatan adonan pada *screw conveyor* :

$$V = \frac{C}{A} = \frac{0,014}{5,9 \times 10^{-2}} = 23,7 \frac{\text{m}}{\text{jam}} \cdot \frac{1 \text{ jam}}{3600 \text{ s}} = 0,007 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Kecepatan adonan pada saluran keluaran :

$$A_{\text{screw}} \cdot V_{\text{screw}} = A_{\text{saluran}} \cdot V_{\text{saluran}}$$

$$V_{\text{saluran}} = \frac{5,9 \times 10^{-4} (\text{m}^2) \cdot 0,007 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)}{1,2 \times 10^{-3} (\text{m}^2)}$$

$$= 0,034 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2.3 Kekuatan baut yang diperlukan untuk menahan gaya tekan :

Karena antara *screw conveyor* dengan saluran keluaran disambung dengan baut, maka ukuran baut harus diperhitungkan. Baut tersebut terkena gaya tekan oleh adonan yang diproses oleh *screw conveyor*. Perhitungan pada baut ini untuk mencari diameter minimum yang diijinkan adalah sebagai berikut :

$$d_o \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \frac{Syp}{Ak}}} ; \text{ bahan baut St37, } Syp = 360 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$F = \frac{2T}{d} = \frac{2 \cdot 14,25}{0,07}$$

$$= 407,1 \text{ Nm}$$

$$d_o \geq \sqrt{\frac{4.407,1}{\pi \cdot \frac{360 \times 10^6}{3}}}$$

$$d_o \geq 0,0021 \text{ m} = 2,1 \text{ mm}$$

Dari perhitungan ini maka diameter dari baut yang minimum diijinkan adalah 2,1 mm.

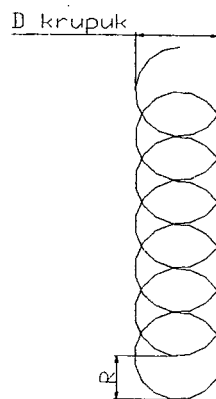
3. PERENCANAAN BELT CONVEYOR

3.1 Bentuk krupuk yang dibuat

Dimensi dari krupuk putih yang dibuat ini berbentuk spiral, bentuk ini didapat dari perputaran saluran keluaran dengan konveyor yang berjalan. Dalam merencanakan bentuk krupuk ini diinginkan :

$$D_{\text{krupuk}} = 15 \text{ mm}$$

$$R = \frac{1}{2} D_{\text{krupuk}} = 7,5 \text{ mm}$$



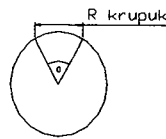
Gambar 15. Ukuran krupuk yang direncanakan

Keliling dari krupuk adalah :

$$\begin{aligned} K &= \pi \cdot D_{\text{krupuk}} \\ &= 3,14 \cdot 15 \\ &= 47,1 \text{ mm} \end{aligned}$$

3.2 Putaran dan kecepatan belt conveyer

Pada saat krupuk berjalan sejauh R_{krupuk} maka drum pada conveyer juga bergerak sejauh R dengan sudut θ .



Gambar 16. Penampang depan drum *conveyor*

$$\theta = \frac{R_{\text{krupuk}}}{R_{\text{drum}}} = \frac{7,5}{50} = 0,15 \text{ rad}$$

Dengan telah diketahuinya putaran saluran keluaran yaitu 100 rpm maka putaran conveyer juga dapat diketahui dengan perumusan sebagai berikut :

$$D_{\text{drum}} = 50 \text{ mm}$$

$$N_{\text{saluran}} = 100 \text{ rpm} = 100 \text{ cincin}/\text{menit}$$

$$1 \text{ cincin} = \frac{60}{100} \text{ detik} = 0,6 \text{ detik}$$

Kecepatan yang ditempuh drum pada sudut θ :

$$V = \frac{7,5 \text{ mm}}{0,6 \text{ detik}} = 12,5 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$

$$V = \pi \cdot D \cdot n \Rightarrow 12,5 = 3,14 \cdot 50 \cdot n_{\text{drum}}$$

$$n_{\text{drum}} = \frac{12,5}{3,14 \cdot 50} = 0,08 \text{ rps} \cdot 60 \text{ detik}$$

$$= 4,8 \text{ rpm} \approx 5 \text{ rpm}$$

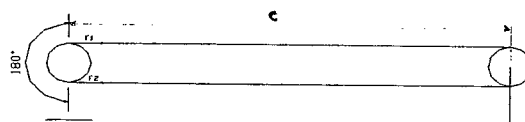
Dari putaran yang telah diperoleh maka putaran dari konveyor tersebut adalah 5 rpm. Dengan perhitungan ini maka reduksi dari poros 1 terhadap konveyor adalah 1 : 20, sehingga memerlukan 2 kali reduksi.

3.3 Ukuran dimensi belt conveyer

$$D_{\text{drum}} = 50 \text{ mm}$$

$$C = 1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$$

$$n = 5 \text{ rpm}$$



Gambar 17. Belt conveyer

- Panjang belt :

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C}$$

$$= 2.1000 + \frac{\pi}{2}(50 + 50) = 2157 \text{ mm}$$

- Sudut kontak (θ) :

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 180^\circ - 2 \sin^{-1} \frac{(50 - 50)}{1000}$$

$$= 180^\circ$$

- Tegangan tarik :

$$f = 0,3 \text{ (koefisien gesek karet)}$$

$$\alpha = 180^\circ$$

$$F_1 = F_2 e^{f(\alpha\pi/180)}$$

$$= F_2 e^{0,3(180 \cdot 3,14/180)} \Rightarrow F_1 = 2,56 F_2$$

$$Mt = (F_1 - F_2) 0,05$$

$$23,7 = (F_1 - F_2) 0,05 \Rightarrow 474 = 1,56 F_2$$

$$F_2 = 303,8 \text{ N} \Rightarrow F_1 = 303,8 \cdot 2,56 = 777,8 \text{ N}$$

4. PERENCANAAN TRANSMISI DAYA DAN PUTARAN

4.1 Perencanaan Worm Gear

Untuk perencanaan transmisi dengan memakai *worm gear*, system tersebut harus dicelup dalam oli. Hal ini bertujuan untuk mengurangi gesekan yang terjadi saat proses berlangsung. Sesuai dengan tujuan pembuatan alat ini, maka worm gear yang dipakai adalah yang banyak tersedia di pasaran dan harganya relatif terjangkau. Oleh sebab itu hal-hal yang direncanakan/ditentukan adalah :

$$P = 0,25 \text{ HP (daya motor)}$$

$$rv = 1 : 10$$

$$\phi_n = 20^\circ$$

$$n_w = 1400 \text{ rpm (putaran worm)}$$

$$N_{tw} = 3 \text{ buah (jumlah gigi worm)}$$

$$P_{ng} = 0,94 \text{ in (normal circular pitch)}$$

$$d_w = 2,8 \text{ cm} = 1,1 \text{ in (diameter worm)}$$

Dari data-data tersebut diatas maka perhitungan ukuran, gaya, dan daya dari worm gear adalah sebagai berikut :

a. Menghitung putaran (n_g) dan jumlah gigi gear (N_{tg}) :

$$rv = \frac{n_g}{n_w} \Rightarrow n_g = n_w \cdot rv$$

$$= 1400 \cdot \frac{1}{10} = 140 \text{ rpm}$$

$$rv = \frac{N_{tw}}{N_{tg}} \Rightarrow N_{tg} = \frac{3}{1/10} = 30 \text{ buah (jumlah gigi gear)}$$

b. Menghitung *lead* (l) dalam *worm gear* :

$$\text{Diketahui : - Lead angle worm} \Rightarrow \lambda_w = \psi_g = 19^\circ$$

$$\tan \lambda_w = \frac{l}{\pi \cdot d_w} \Rightarrow l = \pi \cdot d_w \cdot \tan \lambda_w$$

$$= 3,14 \cdot 1,1 \tan 19 = 1,18 \text{ in} = 30 \text{ mm}$$

c. Menghitung ukuran dari *worm gear* :

- menghitung diameter gear (d_g) :

$$rv = \frac{l}{\pi \cdot dg} \Rightarrow dg = \frac{1,18}{\pi \cdot \frac{1}{10}} = 3,78 \text{ in} = 96,2 \text{ mm}$$

- jarak antar poros (c) :

$$c = \frac{dw + dg}{2} = \frac{1,1 + 3,78}{2} = 2,44 \text{ in} = 61,9 \text{ mm}$$

- Menghitung panjang *worm* (L) :

$$pg = \frac{1}{3}d_w = \frac{1}{3} \cdot 1,1 = 0,36 \text{ in}$$

$$L = pg \left(4,5 + \frac{Ntg}{50} \right) = 0,36 \left(4,5 + \frac{30}{50} \right)$$

$$= 1,87 \text{ in} = 47,5 \text{ mm}$$

- d. Menghitung kecepatan dari *gear* :

$$V_{pg} = \frac{ng \cdot \pi \cdot dg}{60000} = \frac{140 \cdot \pi \cdot 96,2}{60000} = 0,7 \frac{m}{s}$$

$$= 137,8 \frac{ft}{menit}$$

- e. Menghitung gaya-gaya yang bekerja pada *worm gear* :

- Torsi yang dialami *gear* :

$$T = 63000 \frac{P}{n} = 63000 \frac{0,25}{140}$$

$$= 112,5 \text{ lb-in} = 19701,6 \text{ Nm}$$

- Gaya tangensial pada gear (Ft) :

$$F_t = \frac{2 \cdot T}{dg} = \frac{2 \cdot 225}{9,55} = 47,12 \text{ lb} = 209,6 \text{ N}$$

- Gaya akibat adanya kecepatan (Fd) :

$$F_d = \left(\frac{1200 + V_{pg}}{1200} \right) F_t = \left(\frac{1200 + 175}{1200} \right) 47,12$$

$$= 54 \text{ lb} = 240,2 \text{ N}$$

- Gaya normal (F_n) :

$$F_n = \frac{F_t}{\cos \lambda \cdot \cos \phi} = \frac{47,12}{\cos 20 \cdot \cos 19}$$

$$= 53,03 \text{ lb} = 235,8 \text{ N}$$

- f. Daya yang dibutuhkan worm gear :

$$V_{pw} = \frac{n_w \cdot \pi \cdot d_w}{60} = 2,05 \frac{m}{s} = 403,54 \frac{ft}{menit} \text{ (kecepatan worm)}$$

$$V_s = \frac{V_{pw}}{\cos \lambda_w} = \frac{403,54}{\cos 19} = 426,8 \frac{ft}{menit}$$

$$f = \frac{0,32}{V_s^{0,36}} = \frac{0,32}{426,8^{0,36}} = 0,036$$

$$\text{power} = (F_n \cos \phi_n \sin \lambda_w - f F_n \cos \lambda_w) V_{pw}$$

$$= (66,98 \cos 20 \sin 19 - 0,036 \cdot 66,98 \cos 19) 403,54$$

$$= (20,49 - 2,28) 403,54$$

$$= 7348,5 \left(\frac{ft \cdot lb}{menit} \right) = 0,22 \text{ Hp}$$

$$\text{eff} = \frac{\cos \phi - f \tan \lambda}{\cos \phi + f \cot \lambda}$$

$$= \frac{\cos 20 - 0,036 \tan 19}{\cos 20 + 0,036 \cot 19}$$

$$= \frac{0,92}{1,044} = 88,1 \%$$

$$P_{\text{netto}} = H_p (1 - e) = 0,226 (1 - 0,901)$$

$$= 0,02 \text{ HP}$$

g. Panas yang muncul dari pasangan worm gear :

$$A_c = 43,2 c^{1,7}$$

$$= 43,2 \cdot 2,44^{1,7} = 196,8 \text{ in}^2$$

Dari hasil A_c ini maka dengan menggunakan lampiran 14 dapat diperoleh harga C_{er} .

$$C_{er} = 0,45 \frac{\text{ft.lb}}{\text{min.in}^2\text{F}}$$

$T = 100 \text{ }^\circ\text{F}$ (temperatur rata-rata dalam oli)

$$H = C_{er} \cdot A_c \cdot T$$

$$= 0,45 \times 196,8 \times 100$$

$$= 8856,43 \left(\frac{\text{ft.lb}}{\text{menit}} \right)$$

4.2 Perencanaan V-Belt

Sistem transmisi ini dipakai karena jarak yang cukup jauh dan tidak memungkinkan menggunakan transmisi roda gigi. Sesuai dengan gambar rancangan yang telah dibuat maka transmisi puli dan v-belt ini terdiri dari pasangan puli I, pasangan puli II, maupun pasangan puli III.

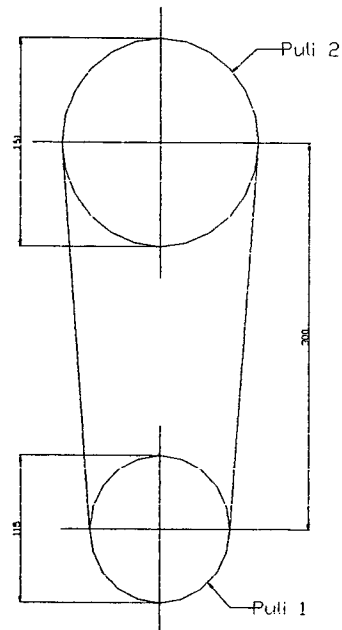
- Perhitungan puli dan V-belt I.

Direncanakan : - $d_1 = 115 \text{ mm}$ (diameter puli kecil)

$$- r_v = 1,4$$

$$- \text{jarak puli (C)} = 300 \text{ mm}$$

-daya motor (P) = 0,25 HP

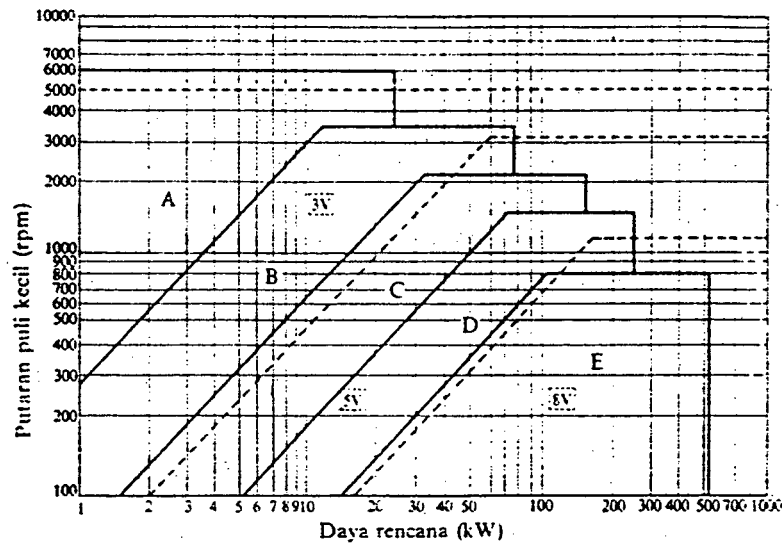


Gambar 18. Susunan puli I

a) memilih tipe belt :

$$\left. \begin{array}{l} P_{motor} = 0,25HP \\ n_{puli1} = 140rpm \end{array} \right\} \text{ Dari data tersebut maka dengan memakai}$$

diagram pemilihan sabuk dibawah ini, tipe sabuk yang dipilih adalah tipe B.



Gambar 19. Diagram pemilihan sabuk-V

b) Diameter puli besar (D_2) :

$$D_2 = d_1 \cdot rv = 115 \cdot 1,4$$

$$= 161 \text{ mm}$$

c) Putaran puli besar (n_2) :

$$\frac{d_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{115}{161} = \frac{n_2}{140}$$

$$n_2 = 100 \text{ rpm}$$

d) Kecepatan keliling (V) :

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 115 \cdot 140}{60000}$$

$$= 0,84 \frac{m}{s} \rightarrow \text{baik karena kurang dari } 30 \frac{m}{s}$$

e) Panjang belt (L) :

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(d_1 + D_2) + \frac{1}{4C}(D_2 - d_1)^2$$

$$= 2.300 + \frac{3,14}{2} (115+161) + \frac{1}{4.300} (161-115)^2$$

$$= 1035,08 \text{ mm}$$

Mengacu pada lampiran 15 tentang penentuan panjang sabuk maka nomor nominal sabuk pada pasangan puli I ini adalah 41, dengan panjang (L) = 1041 mm

f) Sudut kontak (θ) puli dengan belt :

$$\theta = 180^\circ - 57^\circ \left(\frac{D_2 - d_1}{C} \right)$$

$$= 180^\circ - 57^\circ \left(\frac{161 - 115}{300} \right)$$

$$= 171,26 \approx 172^\circ$$

g) Gaya yang bekerja pada belt :

Pada *V-belt* tipe B ini hal-hal yang diketahui adalah :

- $f = 0,3$ (koefisien gesek dari *rubber* selaku bahan sabuk)
- $\rho = 970 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$
- $\theta = 172^\circ$ (sudut kontak)
- $\alpha = 40^\circ$ (*grove angle* dari V-belt tipe B)

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{\frac{f(\theta/\pi/180)}{\sin \frac{1}{2}\alpha}}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{\frac{0,3(172.\pi/180)}{\sin \frac{1}{2}40}} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = 13,9$$

$$M_t = 9554 \cdot \frac{0,186kW}{140rpm} = 12,8 \text{ Nm}$$

$$M_t = (F_1 - F_2) \cdot 0,08$$

$$160 = 13,9F_2 - F_2 \rightarrow F_2 = 12,4 \text{ N}; F_1 = 172,3 \text{ N}$$

$$\text{Dengan } \sin \beta = \frac{80,5 - 57,5}{300} \rightarrow \beta = 4,4^\circ \text{ maka } F_x = 11,75 \text{ N dan}$$

$$F_y = 178,06 \text{ N}$$

- Perhitungan puli dan V-belt II

Direncanakan : - $d_3 = 115 \text{ mm}$ (diameter puli kecil)

- $rv = 2$

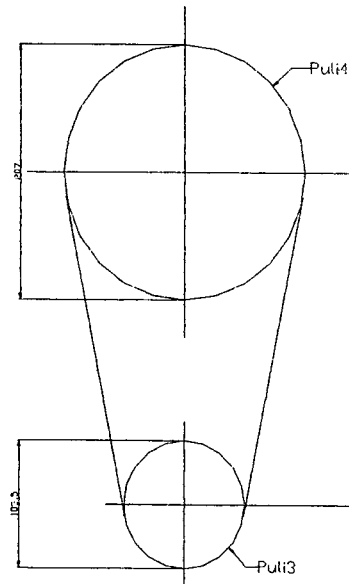
- jarak puli (C) = 300 mm

- daya motor (P) = 0,25 HP

a) memilih tipe belt :

$$\left. \begin{array}{l} P_{motor} = 0,25HP \\ n_{puli} = 100rpm \end{array} \right\} \text{ Dari data tersebut maka dengan memakai}$$

diagram pemilihan sabuk , tipe sabuk yang dipilih adalah tipe B.



Gambar 20. Susunan puli II

b) Diameter puli besar (D_4) :

$$D_4 = d_3 \cdot rv = 115 \cdot 2$$

$$= 230 \text{ mm}$$

c) Putaran puli besar (n_4) :

$$\frac{d_3}{D_4} = \frac{n_4}{n_3} \Rightarrow \frac{115}{230} = \frac{n_4}{100}$$

$$n_2 = 50 \text{ rpm}$$

d) Kecepatan keliling (V) :

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 115 \cdot 100}{60000}$$

$$= 0,6 \frac{m}{s} \rightarrow \text{baik karena kurang dari } 30 \frac{m}{s}$$

e) Panjang belt (L) :

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(d_1 + D_2) + \frac{1}{4C}(D_2 - d_1)^2$$

$$= 2.300 + \frac{3,14}{2} (115+230) + \frac{1}{4.300} (230-115)^2$$

$$= 1152,67 \text{ mm}$$

Mengacu pada lampiran 15 tentang penentuan panjang sabuk maka nomor nominal sabuk pada pasangan puli II ini adalah 46, dengan panjang (L) = 1168 mm

f) Sudut kontak (θ) puli dengan belt :

$$\theta = 180^\circ - 57^\circ \left(\frac{D_4 - d_3}{C} \right)$$

$$= 180^\circ - 57^\circ \left(\frac{230 - 115}{300} \right)$$

$$= 158^\circ$$

g) Gaya yang bekerja pada belt :

Pada V-belt tipe B ini hal-hal yang diketahui adalah :

- $f = 0,3$ (koefisien gesek dari *rubber* selaku bahan sabuk)
- $\theta = 158^\circ$ (sudut kontak)
- $\alpha = 40^\circ$ (*grove angle* dari V-belt tipe B)

$$\frac{F_3}{F_4} = e^{\frac{f(\theta/\pi/180)}{\sin \frac{1}{2}\alpha}}$$

$$\frac{F_3}{F_4} = e^{\frac{0,3(158\pi/180)}{\sin \frac{1}{2}40}} \rightarrow \frac{F_3}{F_4} = 11,21$$

$$M_t = 9554 \cdot \frac{0,186 \text{ kW}}{100 \text{ rpm}} = 17,9 \text{ Nm}$$

$$M_t = (F_3 - F_4) \cdot 0,06$$

$$311,8 = 11,21F_4 - F_4 \rightarrow F_4 = 12,4 \text{ N} ; F_4 = 172,3 \text{ N}$$

$$\text{Dengan } \sin \beta = \frac{115 - 57,5}{300} \rightarrow \beta = 11^\circ \text{ maka } F_x = 59,53 \text{ N dan } F_y = 365,4 \text{ N}$$

- Perhitungan puli dan V-belt III

Direncanakan : - $d_5 = 50 \text{ mm}$ (diameter puli kecil)

- $rv = 5$

- jarak puli (C) = 250 mm

- daya motor (P) = 0,25 HP

a) memilih tipe belt :

$$\left. \begin{array}{l} P_{motor} = 0,25HP \\ n_{puli} = 100rpm \end{array} \right\} \text{ Dari data tersebut maka dengan memakai}$$

diagram pemilihan sabuk , tipe sabuk yang dipilih adalah tipe B.

b) Diameter puli besar (D_6) :

$$D_6 = d_5 \cdot rv = 50 \cdot 5$$

$$= 250 \text{ mm}$$

c) Putaran puli besar (n_6) :

$$rv = \frac{n_6}{100} \Rightarrow n_6 = 20 \text{ rpm}$$

d) Kecepatan keliling (V) :

$$V = \frac{\pi \cdot d_5 \cdot n_5}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 100}{60000}$$

$$= 0,26 \frac{m}{s} \rightarrow \text{baik karena kurang dari } 30 \frac{m}{s}$$

e) Panjang belt (L) :

$$\begin{aligned} L &= 2C + \frac{\pi}{2}(d_1 + D_2) + \frac{1}{4C}(D_2 - d_1)^2 \\ &= 2.300 + \frac{3,14}{2}(50+250) + \frac{1}{4.300}(250-50)^2 \\ &= 1104,33 \text{ mm} \end{aligned}$$

Mengacu pada lampiran 15 tentang penentuan panjang sabuk maka nomor nominal sabuk pada pasangan puli III ini adalah 50, dengan panjang (L) = 1270 mm

f) Sudut kontak (θ) puli dengan belt :

$$\begin{aligned} \theta &= 180^\circ - 57^\circ \left(\frac{D_5 - d_6}{C} \right) \\ &= 180^\circ - 57^\circ \left(\frac{250 - 50}{300} \right) \\ &= 142^\circ \end{aligned}$$

g) Gaya yang bekerja pada belt :

Pada V-belt tipe B ini hal-hal yang diketahui adalah :

- $f = 0,3$ (koefisien gesek dari *rubber* selaku bahan sabuk)
- $\theta = 142^\circ$ (sudut kontak)
- $\alpha = 40^\circ$ (*grove angle* dari V-belt tipe B)

$$\frac{F_5}{F_6} = e^{\frac{f(\theta/\pi/180)}{\sin \frac{1}{2}\alpha}}$$

$$\frac{F_5}{F_6} = e^{\frac{0,3(142\pi/180)}{\sin \frac{1}{2}40}} \rightarrow \frac{F_5}{F_6} = 8,78$$

$$M_t = 9554 \cdot \frac{0,186kW}{100rpm} = 17,7 \text{ Nm}$$

$$M_t = (F_5 - F_6) \cdot 0,025$$

$$708 = 8,78F_6 - F_6 \rightarrow F_6 = 91 \text{ N} ; F_5 = 799 \text{ N}$$

$$\text{Dengan } \sin \beta = \frac{250 - 50}{300} \rightarrow \beta = 41,8^\circ \text{ maka } F_x = 471 \text{ N dan } F_y =$$

$$663,4 \text{ N}$$

- Perhitungan puli dan V-belt IV

Direncanakan : - $d_5 = 50 \text{ mm}$ (diameter puli kecil)

$$\text{- } rv = 4$$

$$\text{- jarak puli (C) = 250 mm}$$

$$\text{- daya motor (P) = 0,25 HP}$$

- a) memilih tipe belt :

$$\left. \begin{array}{l} P_{motor} = 0,25HP \\ n_{puli} = 20rpm \end{array} \right\} \text{ Dari data tersebut maka dengan memakai}$$

diagram pemilihan sabuk , tipe sabuk yang dipilih adalah tipe B.

- b) Diameter puli besar (D_8) :

$$D_8 = d_7 \cdot rv = 50 \cdot 4$$

$$= 200 \text{ mm}$$

- c) Putaran puli besar (n_8) :

$$rv = \frac{n_8}{100} \Rightarrow n_8 = 5 \text{ rpm (putaran puli penggerak konveyor)}$$

d) Kecepatan keliling (V) :

$$\begin{aligned} V &= \frac{\pi \cdot d_5 \cdot n_5}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 20}{60000} \\ &= 0,082 \frac{m}{s} \rightarrow \text{baik karena kurang dari } 30 \frac{m}{s} \end{aligned}$$

e) Panjang belt (L) :

$$\begin{aligned} L &= 2C + \frac{\pi}{2}(d_1 + D_2) + \frac{1}{4C}(D_2 - d_1)^2 \\ &= 2 \cdot 250 + \frac{3,14}{2}(50 + 200) + \frac{1}{4 \cdot 250}(200 - 50)^2 \\ &= 915 \text{ mm} \end{aligned}$$

Mengacu pada lampiran 15 tentang penentuan panjang sabuk maka nomor nominal sabuk pada pasangan puli IV ini adalah 37, dengan panjang (L) = 940 mm

f) Sudut kontak (θ) puli dengan belt :

$$\begin{aligned} \theta &= 180^\circ - 57^\circ \left(\frac{D_5 - d_6}{C} \right) \\ &= 180^\circ - 57^\circ \left(\frac{200 - 50}{300} \right) \\ &= 145,8^\circ \end{aligned}$$

g) Gaya yang bekerja pada belt :

Pada V-belt tipe B ini hal-hal yang diketahui adalah :

- $f = 0,3$ (koefisien gesek dari *rubber* selaku bahan sabuk)

- $\theta = 145,8^\circ$ (sudut kontak)
- $\alpha = 40^\circ$ (*grove angle* dari V-belt tipe B)

$$\frac{F_7}{F_8} = e^{\frac{f(\theta \cdot \pi / 180)}{\sin \frac{1}{2} \alpha}}$$

$$\frac{F_7}{F_8} = e^{\frac{0,3(145,8 \cdot \pi / 180)}{\sin \frac{1}{2} 40}} \rightarrow \frac{F_7}{F_8} = 9,3$$

$$M_t = 9554 \cdot \frac{0,186 \text{ kW}}{20 \text{ rpm}} = 88,85 \text{ Nm}$$

$$M_t = (F_7 - F_8) \cdot 0,01$$

$$88,85 = 9,3F_8 - F_8 \rightarrow F_8 = 107 \text{ N} ; F_7 = 995,5 \text{ N}$$

$$\text{Dengan } \sin \beta = \frac{200 - 50}{300} \rightarrow \beta = 30^\circ \text{ maka } F_x = 444,25 \text{ N dan } F_y = 954,8 \text{ N}$$

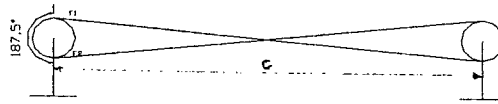
4.3 Perencanaan Cross belt drive

Penggunaan *cross belt drive* ini bertujuan agar arah putaran dapat berubah. Dengan berubahnya arah putaran ini maka diharapkan pisau tidak menahan jalannya adonan. Adapun perencanaan *cross belt drive* adalah sebagai berikut :

Direncanakan : $n = 5 \text{ rpm}$

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

$$D_1 = D_2 = 50 \text{ mm}$$



Gambar 21. Cross belt drive

- Panjang belt :

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C}$$

$$= 2.800 + \frac{\pi}{2}(50 + 50) = 1760 \text{ mm}$$

- Sudut kontak (θ) :

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 180^\circ - 2 \sin^{-1} \frac{(50 + 50)}{800}$$

$$= 194,36^\circ$$

- Tegangan tarik :

$$f = 0,3$$

$$\alpha = 194,36$$

$$\beta = 7,18^\circ$$

$$F_1 = F_2 e^{f(\alpha\pi/180)}$$

$$= F_2 e^{0,3(194,36 \cdot 3,14/180)} \Rightarrow F_1 = 2,76 F_2$$

$$Mt = (F_1 - F_2) 0,05$$

$$60.0,0025 = (F_1 - F_2) 0,0025 \Rightarrow 60 = 1,76 F_2$$

$$F_2 = 34,1 \text{ N} \Rightarrow F_1 = 34,1 \cdot 2,76 = 94,1 \text{ N}$$

$$\text{Karena } \beta = 7,18 \text{ maka } F_x = 127,2 \text{ N \& } F_y = 7,5 \text{ N}$$

4.4 Perencanaan Bevel Gear

Roda gigi ini dipakai untuk system transmisi yang posisi porosnya tegak lurus dan satu bidang. *Bevel gear* ini dipergunakan agar rantai yang memutar saluran keluar dapat berputar mengikuti putaran motor penggerak. Dari perhitungan putaran saluran keluaran telah didapat putaran yang dibutuhkan yaitu 100 rpm, sehingga system pereduksian nya adalah 1 : 1. Adapun hal-hal yang direncanakan dari keadaan tersebut adalah :

$$rv = 1$$

$$N_{tp} = 24 \text{ buah (jumlah gigi pinion)}$$

$$dp = 2,4 \text{ in} = 60 \text{ mm}$$

$$\phi_n = 20^\circ$$

$$ng = 100 \text{ rpm}$$

Dengan data-data yang tersebut diatas maka perhitungan ukuran pada *bevel gear* adalah :

- a. Menghitung putaran, diameter, dan jumlah gigi pada *gear* :

$$rv = \frac{ng}{np} \Rightarrow ng = 100 \cdot 1 = 100 \text{ rpm (putaran gear)}$$

$$rv = \frac{N_{tp}}{N_{tg}} \Rightarrow N_{tg} = \frac{24}{1} = 24 \text{ buah (jumlah gigi gear)}$$

$$rv = \frac{dp}{dg} \Rightarrow dg = 2,4 \text{ in} = 60 \text{ mm (diameter gear)}$$

- b. Menghitung sudut-sudut yang ada pada pasangan *bevel gear* :

Karena direncanakan sudut poros saling tegak lurus ($\Sigma = 90$) maka

$$\tan \Gamma = \frac{Ntg}{Ntp} = \frac{24}{24} \Rightarrow \Gamma = 45^\circ \text{ (pitch angle of gear)}$$

$$\Sigma = \gamma + \Gamma \Rightarrow \gamma = 90^\circ + 45^\circ$$

$$= 45^\circ \text{ (pitch angle of pinion)}$$

- c. Menghitung gaya yang bekerja pada *bevel* :

- Torsi yang bekerja pada *gear* :

$$T = 63000 \frac{0,25}{100} = 157,5 \text{ lb-in} = 27582,3 \text{ N}$$

- Gaya tangensial (F_t) :

$$T = Ft \cdot \frac{d_g}{2} \Rightarrow Ft = \frac{2 \cdot 157,5}{2,4} = 131,25 \text{ lb} = 583,83 \text{ N}$$

- Gaya normal (F_n) :

$$F_t = F_n \cdot \cos \phi \Rightarrow F_n = \frac{583,83}{\cos 20} = 621,3 \text{ N}$$

- Gaya radial (F_r) :

$$\begin{aligned} F_r &= F_n \cos \phi \sin \Gamma \\ &= 621,3 \cos 20^\circ \sin 19^\circ \\ &= 150,25 \text{ N} \end{aligned}$$

- Gaya aksial (F_a) :

$$\begin{aligned}
 F_a &= F_n \sin \phi \sin \Gamma \\
 &= 621,4 \sin 20^\circ \sin 19^\circ \\
 &= 150,25 \text{ N}
 \end{aligned}$$

d. Menghitung kecepatan dari *bevel gear* :

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\pi \cdot d_g \cdot n_g}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,06 \cdot 100}{60} \\
 &= 0,3 \frac{m}{s}
 \end{aligned}$$

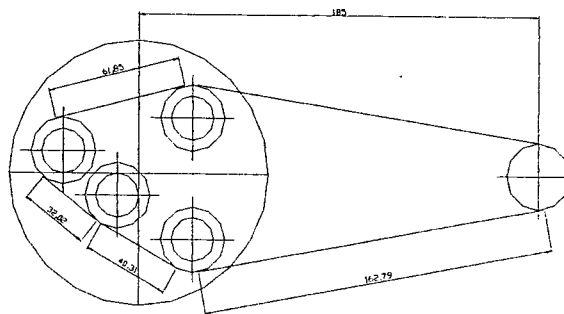
4.5 Perencanaan Rantai

Supaya diperoleh putaran yang sesuai maka pada saluran keluaran dipakai rantai untuk mentransmisikan daya. Adapun perencanaan dari rantai adalah sebagai berikut :

Direncanakan : $D_{\text{sproket}} = 30 \text{ mm}$; $z_1 = 15 \text{ buah}$; $\text{pitch}(p) = 12 \text{ mm}$

$$n_{\text{rantai}} = 100 \text{ rpm}$$

$$\text{Daya}(P) = 0,186 \text{ kW} = 0,25 \text{ HP}$$



Gambar 17. Sistem transmisi rantai

- Kecepatan keliling rantai (V) :

$$V = \frac{12.15.100}{60 \times 1000} = 0,3 \text{ m/s}$$

- Beban yang bekerja pada rantai :

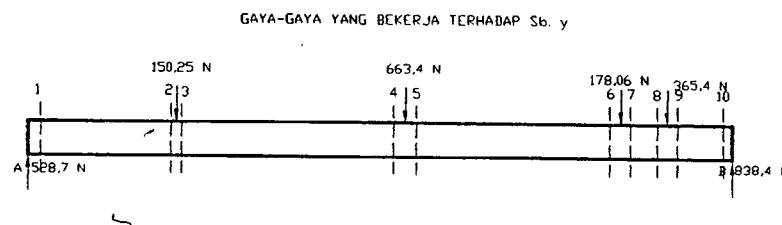
$$F = \frac{102.P}{V} = \frac{102.0,186}{0,3} = 15,5 \text{ Kg} \times 9,81 = 152 \text{ N}$$

5. PERENCANAAN POROS, PASAK, DAN BANTALAN

Pada perencanaan mekanisme mesin pembuat krupuk ini terdapat 5 buah poros yang digunakan untuk meneruskan daya sehingga proses pembuatan krupuk akan terwujud. Dibawah ini akan ditunjukkan perhitungan poros pada tiap bagian, serta diikuti dengan mencari ukuran dari pasak dan bantalan yang dipakai.

a. POROS I

Sebelum menghitung ukuran poros maka terlebih dahulu ditentukan ukuran panjang dari poros yang disesuaikan dengan disain alat dan gaya-gaya yang bekerja pada poros tersebut.



Gambar 23. Gaya yang bekerja pada poros I terhadap sumbu Y

Analisa gaya dan momen terhadap sumbu Y yang bekerja pada poros dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini :

$$\Sigma M_A = 0$$

$$(150,25).0,1 + (663,4).0,25 + (178,06).0,415 + (365,4).0,45 - R_B.0,5 = 0$$

$$R_{By} = 838,4 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_A + 838,4 - 663,4 - 150,25 - 178,06 - 365,4 = 0$$

$$R_{Ay} = 518,7 \text{ N}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 1 :

$$\Sigma F_1 = 0$$

$$-518,7 - V_1 = 0 \rightarrow V_1 = -518,7 \text{ N}$$

$$\Sigma M_1 = 0 \rightarrow M_1 = 0$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 2 :

$$\Sigma F_2 = 0$$

$$-518,7 - V_2 = 0 \rightarrow V_2 = -518,7 \text{ N}$$

$$\Sigma M_2 = 0$$

$$(-518,7).0,1 - M_2 = 0 \rightarrow M_2 = 51,87 \text{ Nm}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 3 :

$$\Sigma F_3 = 0$$

$$518,7 + 150,25 + V_3 = 0 \rightarrow V_3 = -368,45 \text{ N}$$

$$\Sigma M_3 = 0$$

$$(-518,7).0,1 - M_3 = 0 \rightarrow M_3 = 51,87 \text{ Nm}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 4 :

$$\Sigma F_4 = 0$$

$$518,7 + 150,25 + V_4 = 0 \rightarrow V_4 = -368,45 \text{ N}$$

$$\Sigma M_4 = 0$$

$$(518,7) \cdot 0,25 - (150,25) \cdot 0,15 - M_4 = 0 \rightarrow M_4 = 107,13 \text{ Nm}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 5 :

$$\Sigma F_5 = 0$$

$$518,7 - 150,25 - 663,4 + V_5 = 0 \rightarrow V_5 = 294,95 \text{ N}$$

$$\Sigma M_5 = 0$$

$$(518,7) \cdot 0,25 - (150,25) \cdot 0,15 - M_5 = 0 \rightarrow M_5 = 107,13 \text{ Nm}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 6 :

$$\Sigma F_6 = 0$$

$$518,7 - 150,25 - 663,4 + V_6 = 0 \rightarrow V_6 = 294,95 \text{ N}$$

$$\Sigma M_6 = 0$$

$$(518,7) \cdot 0,415 - (150,25) \cdot 0,315 - (663,4) \cdot 0,165 - M_6 = 0 \rightarrow M_6 = 58,47 \text{ Nm}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 7 :

$$\Sigma F_7 = 0$$

$$518,7 - 150,25 - 663,4 - 178,06 + V_7 = 0 \rightarrow V_7 = 473,71 \text{ N}$$

$$\Sigma M_7 = 0$$

$$(518,7) \cdot 0,415 - (150,25) \cdot 0,315 - (663,4) \cdot 0,165 - M_7 = 0 \rightarrow M_7 = 58,47 \text{ Nm}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 8 :

$$\Sigma F_8 = 0$$

$$518,7 - 150,25 - 663,4 - 178,06 + V_8 = 0 \rightarrow V_8 = 473,71 \text{ N}$$

$$\Sigma M_8 = 0$$

$$(518,7) \cdot 0,45 - (150,25) \cdot 0,35 - (663,4) \cdot 0,2 - (178,06) \cdot 0,035 - M_8 = 0$$

$$M_8 = 41,91 \text{ Nm}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 9 :

$$\Sigma F_9 = 0$$

$$518,7 - 150,25 - 663,4 - 178,06 - 365,4 + V_9 = 0 \rightarrow V_9 = 838,41 \text{ N}$$

$$\Sigma M_9 = 0$$

$$(518,7) \cdot 0,45 - (150,25) \cdot 0,35 - (663,4) \cdot 0,2 - (178,06) \cdot 0,035 - M_9 = 0$$

$$M_9 = 41,91 \text{ Nm}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 10 :

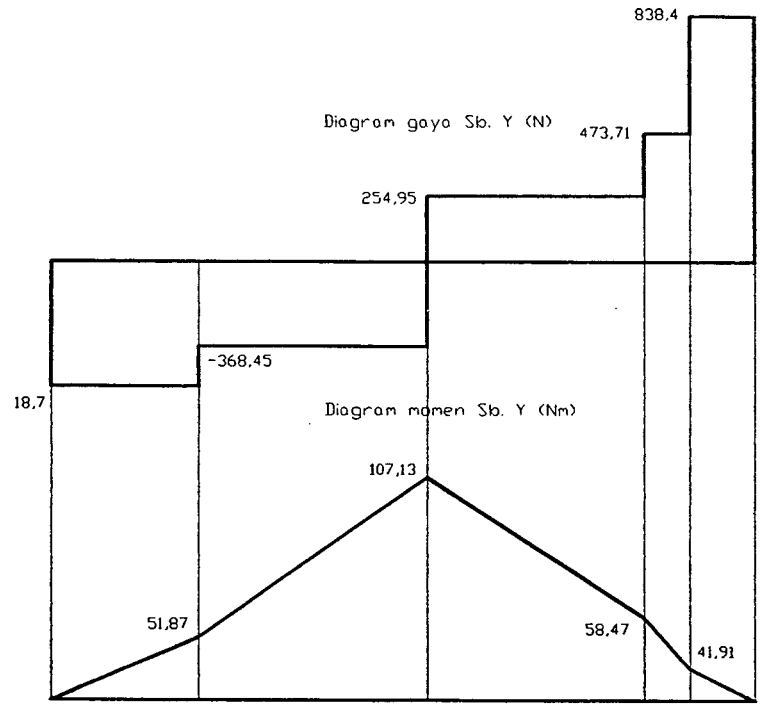
$$\Sigma F_{10} = 0$$

$$518,7 - 150,25 - 663,4 - 178,06 - 365,4 + V_{10} = 0 \rightarrow V_{10} = 838,41 \text{ N}$$

$$\Sigma M_{10} = 0$$

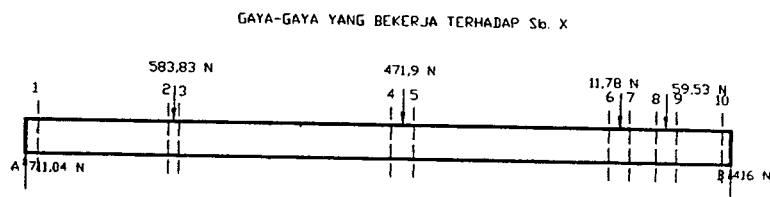
$$(518,7) \cdot 0,5 - (150,25) \cdot 0,4 - (663,4) \cdot 0,25 - (178,06) \cdot 0,085 - (365,4) \cdot 0,05 - M_{10} = 0$$

$$M_{10} = 0 \text{ Nm}$$



Gambar 24. Diagram gaya dan momen poros I

Analisa gaya dan momen terhadap sumbu X yang bekerja pada poros dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini :



Gambar 25. Gaya yang bekerja pada poros I terhadap sumbu X

$$\Sigma M_A = 0$$

$$(583,83) \cdot 0,1 + (471,9) \cdot 0,25 + (11,75) \cdot 0,415 + (59,53) \cdot 0,45 - R_{Bx} \cdot 0,5 = 0$$

$$R_{Bx} = 416 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_A + 416 - 583,83 - 471,9 - 11,78 - 59,53 = 0$$

$$R_{Ax} = 711,04 \text{ N}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 1 :

$$\Sigma F_1 = 0$$

$$711,04 + V_1 = 0 \rightarrow V_1 = -711,04 \text{ N}$$

$$\Sigma M_1 = 0 \rightarrow M_1 = 0$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 2 :

$$\Sigma F_2 = 0$$

$$711,04 + V_2 = 0 \rightarrow V_2 = -711,04 \text{ N}$$

$$\Sigma M_2 = 0$$

$$(711,04) \cdot 0,1 - M_2 = 0 \rightarrow M_2 = 71,1 \text{ Nm}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 3 :

$$\Sigma F_3 = 0$$

$$711,04 - 583,83 + V_3 = 0 \rightarrow V_3 = -127,21 \text{ N}$$

$$\Sigma M_3 = 0$$

$$(711,04) \cdot 0,1 - M_3 = 0 \rightarrow M_3 = 71,1 \text{ Nm}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 4 :

$$\Sigma F_4 = 0$$

$$711,04 - 583,83 + V_4 = 0 \rightarrow V_4 = -127,21 \text{ N}$$

$$\Sigma M_4 = 0$$

$$(711,04) \cdot 0,25 - (583,83) \cdot 0,15 - M_4 = 0 \rightarrow M_4 = 90,18 \text{ Nm}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 5 :

$$\Sigma F_5 = 0$$

$$711,04 - 583,83 - 471,9 + V_5 = 0 \rightarrow V_5 = 344,7 \text{ N}$$

$$\Sigma M_4 = 0$$

$$(711,04).0,25 - (583,83).0,15 - M_5 = 0 \rightarrow M_5 = 90,18 \text{ Nm}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 6 :

$$\Sigma F_6 = 0$$

$$711,04 - 583,83 - 471,9 + V_6 = 0 \rightarrow V_6 = 344,7 \text{ N}$$

$$\Sigma M_6 = 0$$

$$(711,04).0,415 - (583,83).0,315 - (471,9).0,165 - M_6 = 0 \rightarrow M_6 = 33,31 \text{ Nm}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 7 :

$$\Sigma F_7 = 0$$

$$711,04 - 583,83 - 471,9 - 11,78 + V_7 = 0 \rightarrow V_7 = 356,47 \text{ N}$$

$$\Sigma M_7 = 0$$

$$(711,04).0,415 - (583,83).0,315 - (471,9).0,165 - M_7 = 0 \rightarrow M_7 = 33,31 \text{ Nm}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 8 :

$$\Sigma F_8 = 0$$

$$711,04 - 583,83 - 471,9 - 11,78 + V_8 = 0 \rightarrow V_8 = 356,47 \text{ N}$$

$$\Sigma M_8 = 0$$

$$(711,04).0,45 - (583,83).0,35 - (471,9).0,2 - (11,78).0,035 - M_8 = 0$$

$$M_8 = 20,83 \text{ Nm}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 9 :

$$\Sigma F_9 = 0$$

$$711,04 - 583,83 - 471,9 - 11,78 - 59,53 + V_9 = 0 \rightarrow V_9 = 416 \text{ N}$$

$$\Sigma M_9 = 0$$

$$(711,04) \cdot 0,45 - (583,83) \cdot 0,35 - (471,9) \cdot 0,2 - (11,78) \cdot 0,035 - M_9 = 0 \rightarrow M_9 = 20,83 \text{ Nm}$$

- Analisa gaya dan momen pada potongan 10 :

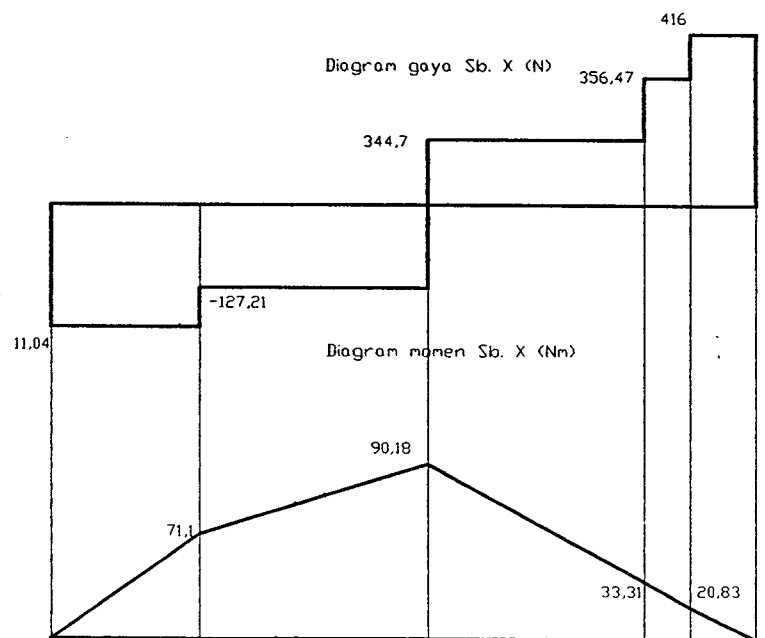
$$\Sigma F_{10} = 0$$

$$711,04 - 583,83 - 471,9 - 11,78 - 59,53 + V_9 = 0 \rightarrow V_9 = 416 \text{ N}$$

$$\Sigma M_{10} = 0$$

$$(711,04) \cdot 0,5 - (583,83) \cdot 0,4 - (471,9) \cdot 0,25 - (11,75) \cdot 0,085 - (59,53) \cdot 0,05 - M_{10} = 0$$

$$M_{10} = 0 \text{ Nm}$$



Gambar 26. Diagram gaya dan momen poros I

Dari momen bending yang didapat tersebut maka dicari resultan dari momen bending antara lain :

$$1. M_{B1} = \sqrt{(51,87)^2 + (71,1)^2} = 88 \text{ Nm}$$

$$2. M_{B2} = \sqrt{(107,13)^2 + (90,18)^2} = 140 \text{ Nm} \Rightarrow \text{dipilih karena terbesar}$$

$$3. M_{B3} = \sqrt{(58,47)^2 + (33,31)^2} = 67,3 \text{ Nm}$$

$$4. M_{B4} = \sqrt{(41,91)^2 + (20,93)^2} = 46,8 \text{ Nm}$$

Setelah mendapatkan momen bending yang bekerja pada poros maka perhitungan poros dapat dimulai dengan beberapa hal yang direncanakan sebagai berikut :

- Poros tidak mengalami beban berfluktuasi
- Torsi (T) yang dialami poros I :

$$P = 0,25 \text{ HP} = 0,186 \text{ kW}$$

$$T = 9554 \frac{0,186}{100} = 17,8 \text{ Nm}$$

- Momen bending (Mb) = 140 Nm

- Bahan poros : St 33-1 $\rightarrow S_{yp} = 340 \frac{N}{mm^2} = 340 \times 10^6 \frac{N}{m^2}$

Poros I ini mengalami beban torsi dan beban bending, sehingga untuk menghitung diameter poros adalah :

$$\frac{S_{syp}}{N} \geq \sqrt{\left(\frac{16.T}{\pi.D\sigma^3}\right)^2 + \left(\frac{32.M}{\pi.D\sigma^3}\right)^2}$$

$$D_o \geq \sqrt[3]{\frac{(16.T + 32.M)N}{\pi \cdot 0,5 \cdot S_{yp}}}$$

$$D_o \geq \sqrt[3]{\frac{(16 \cdot 17,8 + 32 \cdot 140) \cdot 3}{\pi \cdot 0,5 \cdot 340 \times 10^6}}$$

$$D_o \geq 0,029 \text{ m} \geq 29 \text{ mm} \rightarrow \text{dipilih diameter poros } 30 \text{ mm}$$

Dari diameter poros yang telah diperoleh maka selanjutnya menghitung ukuran dari pasak yang dipakai. Pasak pada poros ini mengalami beban geser dan beban kompresi sehingga dari kedua pengaruh ini diperhitungkan. Adapun perhitungan pasak adalah sebagai berikut :

Direncanakan : - $D_o = 30 \text{ mm} = 1,18 \text{ in}$

- Bahan pasak St 60 $\rightarrow S_{yp} = 590 \text{ mm}^2 = 590 \times 10^6 \text{ m}^2$

- Dari tabel didapat : $W = \frac{1}{4} \text{ in}$; $H = \frac{1}{4} = 6,35 \text{ mm}$

- Poros karena beban geser

$$\frac{2.T}{W.L.D} \leq \frac{S_{syp}}{N}$$

$$\frac{2 \cdot 17,8}{(0,00635) \cdot L \cdot (0,03)} \leq \frac{0,5 \cdot (590 \cdot 10^6)}{3}$$

$$L \geq 0,0019 \text{ m} \geq 1,9 \text{ mm}$$

- Poros karena beban kompresi

$$\frac{2.T}{\frac{1}{2} H.L.D} \leq \frac{S_{yp}}{N}$$

$$\frac{4 \cdot 17,8}{(0,00635) \cdot L \cdot (0,03)} \leq \frac{(590 \cdot 10^6)}{3}$$

$$L \geq 0,0019 \text{ m} \geq 1,9 \text{ mm}$$

Dari perhitungan tersebut maka pasak yang dipilih mempunyai panjang (L) 10 mm. Untuk perhitungan bearing dapat dilihat dibawah ini :

Direncanakan : $F_a = 150,25 \text{ N}$

$$F_{rA} = \sqrt{(518,7)^2 + (711,04)^2} = 880,13 \text{ N}$$

$$F_{rB} = \sqrt{(838,4)^2 + (416)^2} = 935,93 \text{ N}$$

$D_o = 30 \text{ mm}$, dengan data yang ada pada tabel didapat :

$$D = 42 \text{ mm}$$

$$B = 7 \text{ mm}$$

$$\text{Basic load rating dynamic (C)} = 2280 \text{ N}$$

$$\text{Basic load statis (Co)} = 1800 \text{ N}$$

$$\text{Limited speeds lubricant grease} = 15000 \text{ rpm}$$

$$\text{Limited speeds lubricant oli} = 18000 \text{ rpm}$$

$$\text{Massa} = 0,026 \text{ Kg}$$

Perhitungan umur *bearings* A :

- $\frac{F_a}{C_o} = 0,39 \approx 0,5$; $\frac{F_a}{F_r} = 0,85 > e$ sehingga $X = 0,56$, $Y = 1$
- $P = X.F_r + Y.F_a$

$$= 0,56.(880,13) + 1.(150,25) = 643,12 \text{ N}$$
- $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p = \left(\frac{2280}{643,12}\right)^3$

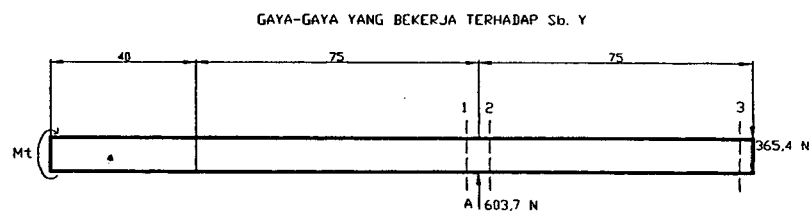
$$= 44,56 \times 10^6 \text{ putaran.}$$

Perhitungan umur *bearings* B :

- $Fa/C_o = 0,39 \approx 0,5$; $Fa/F_r = 0,85 > e$ sehingga $X = 0,56$, $Y = 1$
- $P = X.F_r + Y.F_a$
 $= 0,56.(935,93) + 1.(150,25) = 674,37 \text{ N}$
- $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p = \left(\frac{2280}{674,37}\right)^3$
 $= 38,64 \times 10^6 \text{ putaran.}$

b. POROS II

Sebelum menghitung ukuran poros maka terlebih dahulu ditentukan ukuran panjang dari poros yang disesuaikan dengan disain alat dan gaya- gaya yang bekerja pada poros tersebut.



Gambar 27. Gaya-gaya yang bekerja pada poros II

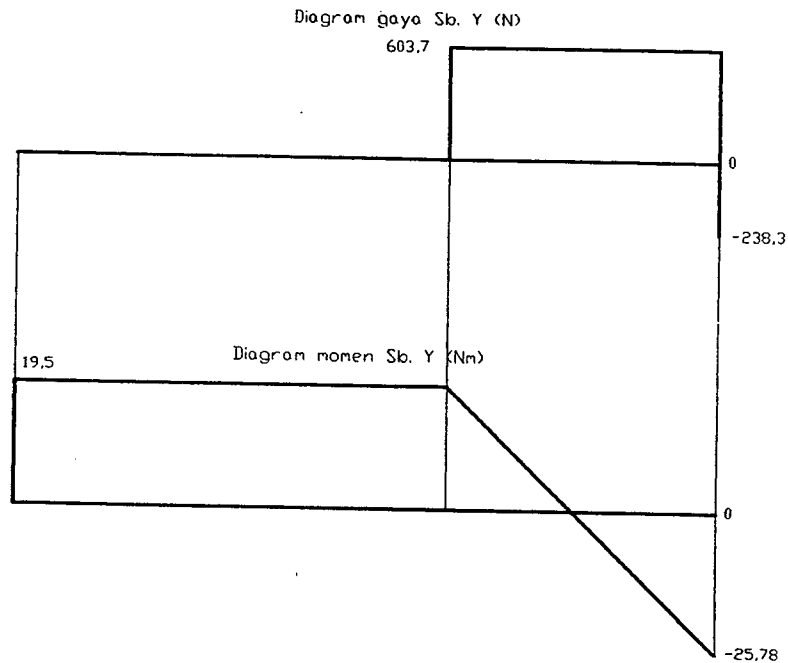
Analisa gaya dan momen terhadap sumbu Y yang bekerja pada poros dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini :

$$M_t = 19,5 \text{ Nm}$$

$$\Sigma M_o = 0$$

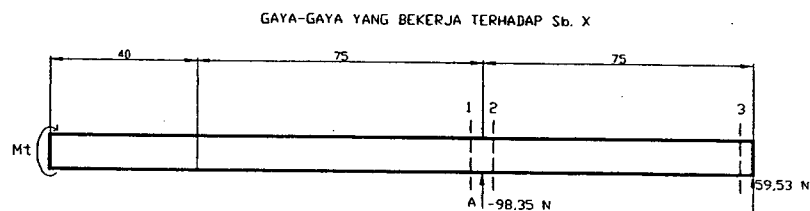
$$(R_{Ay}).0,115 + (365,4).0,19 = 0 \rightarrow R_{Ay} = 603,7 \text{ N}$$

Dengan cara yang sama pada perhitungan poros diatas didapat momen bending yang berpengaruh pada poros, yaitu :



Gambar 28. Diagram gaya dan momen terhadap sumbu Y

Analisa gaya dan momen terhadap sumbu X yang bekerja pada poros dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini :



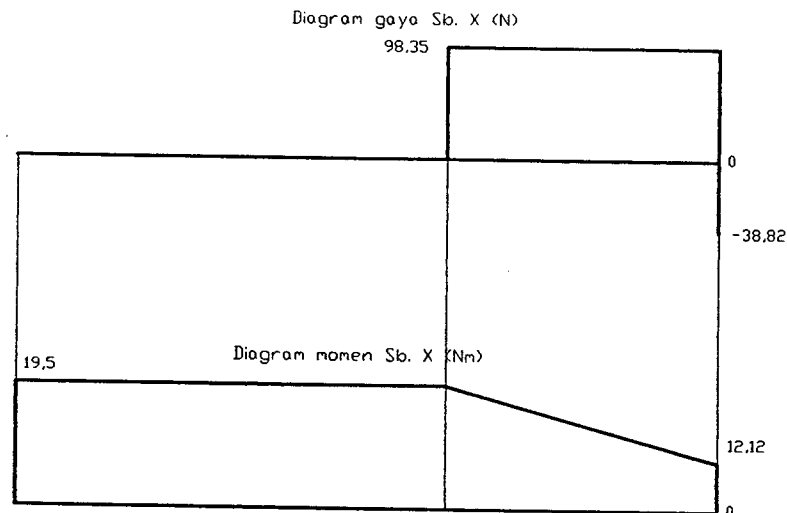
Gambar 29. Gaya-gaya yang bekerja pada poros II

$$\Sigma M_o = 0$$

$$(-R_{AX}) \cdot 0,115 + (59,53) \cdot 0,19 = 0$$

$$R_{Bx} = -98,35 \text{ N}$$

Dengan cara yang sama pada perhitungan poros diatas didapat momen bending yang berpengaruh pada poros, yaitu :



Gambar 30. Diagram gaya dan momen terhadap sumbu X

Dari momen bending yang didapat tersebut maka dicari resultan dari momen bending antara lain :

$$1. M_{B1} = \sqrt{(19,5)^2 + (19,5)^2} = 27,58 \text{ Nm}$$

$$2. M_{B2} = \sqrt{(25,78)^2 + (38,82)^2} = 46,6 \text{ Nm} \Rightarrow \text{dipilih karena terbesar}$$

Setelah mendapatkan momen bending yang bekerja pada poros maka perhitungan poros dapat dimulai dengan beberapa hal yang direncanakan sebagai berikut :

- Poros tidak mengalami beban berfluktuasi
- Torsi (T) yang dialami poros II :

$$P = 0,25 \text{ HP} = 0,186 \text{ kW}$$

$$T = 9554 \frac{0,186}{50} = 37,02 \text{ Nm}$$

- Momen bending (Mb) = 46,6 Nm
- Bahan poros : St 33-1 $\rightarrow S_{yp} = 340 \frac{N}{mm^2} = 340 \times 10^6 \frac{N}{m^2}$

Poros II ini mengalami beban torsi dan beban bending, sehingga untuk menghitung diameter poros adalah :

$$\frac{S_{yp}}{N} \geq \sqrt{\left(\frac{16.T}{\pi.Do^3}\right)^2 + \left(\frac{32.M}{\pi.Do^3}\right)^2}$$

$$Do \geq \sqrt[3]{\frac{(16.T + 32.M).N}{\pi.0,5.S_{yp}}}$$

$$Do \geq \sqrt[3]{\frac{(16.37,02 + 32.46,6).3}{\pi.0,5.340 \times 10^6}}$$

$$Do \geq 0,022 \text{ m} \geq 22 \text{ mm} \rightarrow \text{dipilih diameter poros } 25 \text{ mm}$$

Dari diameter poros yang telah diperoleh maka selanjutnya menghitung ukuran dari pasak yang dipakai. Pasak pada poros ini mengalami beban geser dan beban kompresi sehingga dari kedua pengaruh ini diperhitungkan. Adapun perhitungan pasak adalah sebagai berikut :

$$\text{Direncanakan : - } Do = 25 \text{ mm} = 0,025 \text{ m} = 0,98 \text{ in}$$

$$\text{- Bahan pasak St 60 } \rightarrow S_{yp} = 590 \text{ mm}^2 = 590 \times 10^6 \text{ m}^2$$

- Dari tabel didapat : $W = \frac{1}{4}$ in ; $H = \frac{1}{4} = 6,35$ mm

- Poros karena beban geser

$$\frac{2.T}{W.L.D} \leq \frac{S_{sy}}{N}$$

$$\frac{2.35,62}{(0,00635).L.(0,025)} \leq \frac{0,5.(590 \times 10^6)}{3}$$

$$L \geq 0,0046 \text{ m} \geq 4,6 \text{ mm}$$

- Poros karena beban kompresi

$$\frac{2.T}{\frac{1}{2}H.L.D} \leq \frac{S_{yp}}{N}$$

$$\frac{4.35,62}{(0,00635).L.(0,025)} \leq \frac{(590 \times 10^6)}{3}$$

$$L \geq 0,004 \text{ m} \geq 4 \text{ mm}$$

Dari perhitungan tersebut maka pasak yang dipilih mempunyai panjang (L)

10 mm. Untuk perhitungan bearing dapat dilihat dibawah ini :

Direncanakan : $F_a = 0$ N

$$F_r = \sqrt{(603,7)^2 + (98,35)^2} = 611,66 \text{ N}$$

$D_o = 25$ mm, dengan data yang ada pada tabel didapat :

$$D = 37 \text{ mm}$$

$$B = 7 \text{ mm}$$

$$\text{Basic load rating dynamic (C)} = 2280 \text{ N}$$

$$\text{Basic load statis (Co)} = 1700 \text{ N}$$

Limited speeds lubricant grease = 17000 rpm

Limited speeds lubricant oli = 20000 rpm

Massa = 0,022 Kg

Perhitungan umur *bearings* :

- $F_a/C_o = 0,05 \approx 0,07$; $F_a/F_r = 0 < e$ sehingga $X = 1$, $Y = 0$

- $P = X.F_r + Y.F_a$

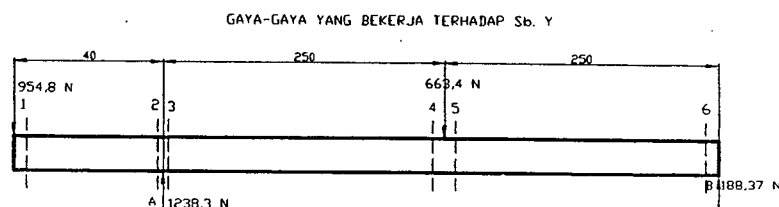
$$= 1.(611,66) = 611,66 \text{ N}$$

- $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p = \left(\frac{2280}{611,66}\right)^3$

$$= 51,8 \times 10^6 \text{ putaran.}$$

c. POROS 3

Sebelum menghitung ukuran poros maka terlebih dahulu ditentukan ukuran panjang dari poros yang disesuaikan dengan disain alat dan gaya- gaya yang bekerja pada poros tersebut.



Gambar 31. Gaya yang bekerja pada poros III terhadap sumbu Y

Analisa gaya dan momen terhadap sumbu Y yang bekerja pada poros dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini :

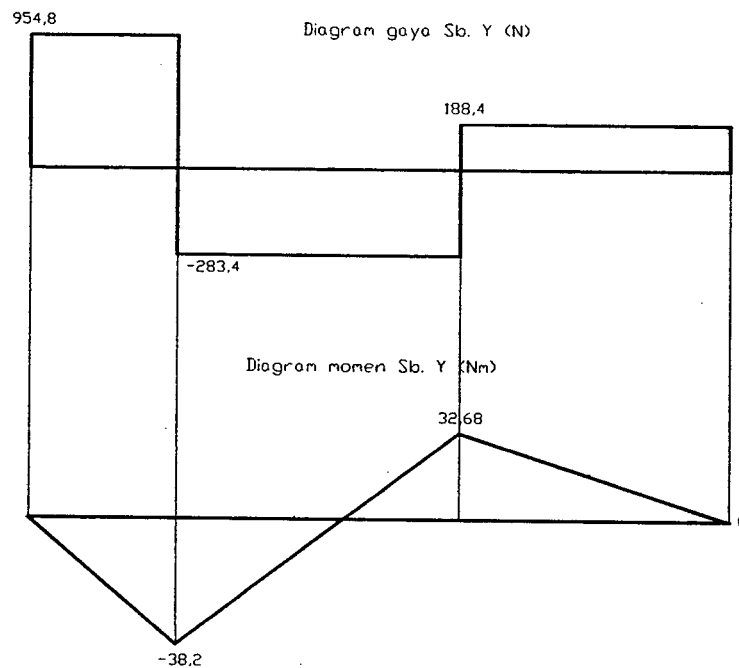
$$\Sigma M_A = 0$$

$$(-954,8) \cdot 0,04 + (663,4) \cdot 0,25 - R_B \cdot 0,5 = 0 \rightarrow R_{By} = 188,37 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

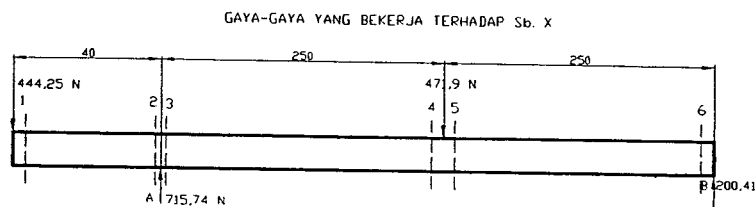
$$R_A + 188,4 - 663,4 - 954,8 = 0 \rightarrow R_{Ay} = 1238,3 \text{ N}$$

Dengan cara yang sama pada perhitungan poros diatas didapat momen bending yang berpengaruh pada poros, yaitu :



Gambar 32. Diagram gaya dan momen poros III

Analisa gaya dan momen terhadap sumbu X yang bekerja pada poros dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini :



Gambar 33. Gaya yang bekerja pada poros III terhadap sumbu X

$$\Sigma M_A = 0$$

$$(444,25) \cdot 0,04 + (471,9) \cdot 0,25 - R_B \cdot 0,5 = 0$$

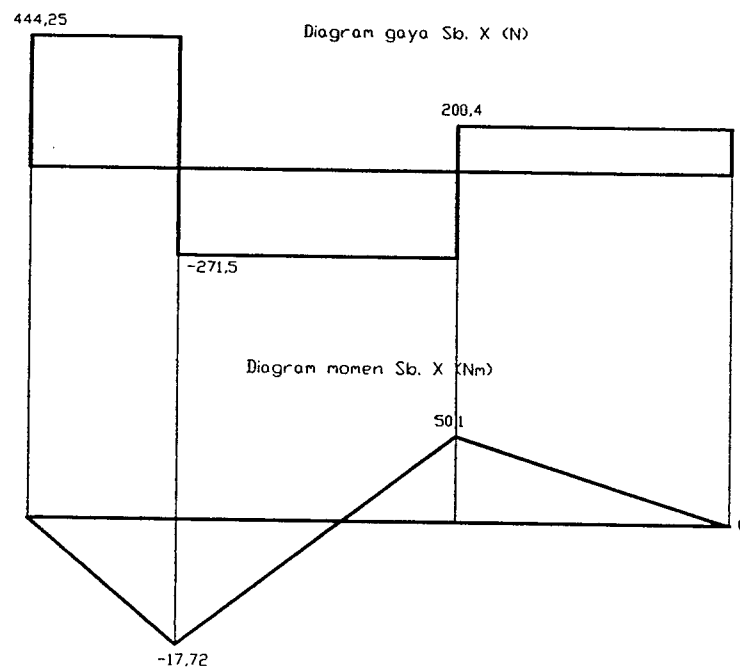
$$R_{Bx} = 200,41 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_A + 200,41 - 444,25 - 471,9 = 0$$

$$R_{Ax} = 715,74 \text{ N}$$

Dengan cara yang sama pada perhitungan poros diatas didapat momen bending yang berpengaruh pada poros, yaitu :



Gambar 34. Diagram gaya dan momen poros III

Dari momen bending yang didapat tersebut maka dicari resultan dari momen bending antara lain :

$$1. M_{B1} = \sqrt{(38,2)^2 + (17,72)^2} = 42,13 \text{ Nm}$$

$$2. M_{B2} = \sqrt{(32,68)^2 + (50,1)^2} = 59,81 \text{ Nm} \Rightarrow \text{dipilih karena terbesar}$$

Setelah mendapatkan momen bending yang bekerja pada poros maka perhitungan poros dapat dimulai dengan beberapa hal yang direncanakan sebagai berikut :

- Poros tidak mengalami beban berfluktuasi
- Torsi (T) yang dialami poros III :

$$P = 0,25 \text{ HP} = 0,186 \text{ kW}$$

$$T = 9554 \frac{0,186}{50} = 88,85 \text{ Nm}$$

- Momen bending (Mb) = 59,81 Nm
- Bahan poros : St 33-1 $\rightarrow S_{yp} = 340 \frac{N}{mm^2} = 340 \times 10^6 \frac{N}{m^2}$

Poros III ini mengalami beban torsi dan beban bending, sehingga untuk menghitung diameter poros adalah :

$$\frac{S_{yp}}{N} \geq \sqrt{\left(\frac{16.T}{\pi.Do^3}\right)^2 + \left(\frac{32.M}{\pi.Do^3}\right)^2}$$

$$Do \geq \sqrt[3]{\frac{(16.T + 32.M)N}{\pi \cdot 0,5 \cdot S_{yp}}}$$

$$Do \geq \sqrt[3]{\frac{(16 \cdot 88,85 + 32 \cdot 59,81) \cdot 3}{\pi \cdot 0,5 \cdot 340 \times 10^6}}$$

$$Do \geq 0,026 \text{ m} \geq 26 \text{ mm} \rightarrow \text{dipilih diameter poros } 30 \text{ mm}$$

Dari diameter poros yang telah diperoleh maka selanjutnya menghitung ukuran dari pasak yang dipakai. Pasak pada poros ini mengalami beban geser

dan beban kompresi sehingga dari kedua pengaruh ini diperhitungkan. Adapun perhitungan pasak adalah sebagai berikut :

Direncanakan : - Do = 30 mm = 1,18 in

- Bahan pasak St 60 → $S_{yp} = 590 \text{ mm}^2 = 590 \times 10^6 \text{ m}^2$

- Dari tabel didapat : $W = \frac{1}{4} \text{ in}$; $H = \frac{1}{4} = 6,35 \text{ mm}$

- Poros karena beban geser

$$\frac{2.T}{W.L.D} \leq \frac{S_{yp}}{N}$$

$$\frac{2.88,85}{(0,00635).L.(0,03)} \leq \frac{0,5.(590 \times 10^6)}{3}$$

$$L \geq 0,00948 \text{ m} \geq 9,48 \text{ mm}$$

- Poros karena beban kompresi

$$\frac{2.T}{\frac{1}{2}H.L.D} \leq \frac{S_{yp}}{N}$$

$$\frac{4.88,85}{(0,00635).L.(0,03)} \leq \frac{(590 \times 10^6)}{3}$$

$$L \geq 0,00948 \text{ m} \geq 9,48 \text{ mm}$$

Dari perhitungan tersebut maka pasak yang dipilih mempunyai panjang (L)

10 mm. Untuk perhitungan bearing dapat dilihat dibawah ini :

Direncanakan : $F_a = 0 \text{ N}$

$$F_{rA} = \sqrt{(1238,3)^2 + (715)^2} = 1430 \text{ N}$$

$$F_{rB} = \sqrt{(188,37)^2 + (200,4)^2} = 275,03 \text{ N}$$

$D_o = 30$ mm, dengan data yang ada pada tabel didapat :

$$D = 42 \text{ mm}$$

$$B = 7 \text{ mm}$$

$$\text{Basic load rating dynamic (C)} = 2280 \text{ N}$$

$$\text{Basic load statis (C}_o) = 1800 \text{ N}$$

$$\text{Limited speeds lubricant grease} = 15000 \text{ rpm}$$

$$\text{Limited speeds lubricant oli} = 18000 \text{ rpm}$$

$$\text{Massa} = 0,026 \text{ Kg}$$

Perhitungan umur *bearings* A :

- $F_a/C_o = 0$; $F_a/F_r = 0 < e$ sehingga $X = 1$, $Y = 0$

- $P = X.F_r + Y.F_a$

$$= 1.(1430) = 1430 \text{ N}$$

- $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p = \left(\frac{2280}{1430}\right)^3$

$$= 4,5 \times 10^6 \text{ putaran.}$$

Perhitungan umur *bearings* B :

- $F_a/C_o = 0$; $F_a/F_r = 0 < e$ sehingga $X = 1$, $Y = 0$

- $P = X.F_r + Y.F_a$

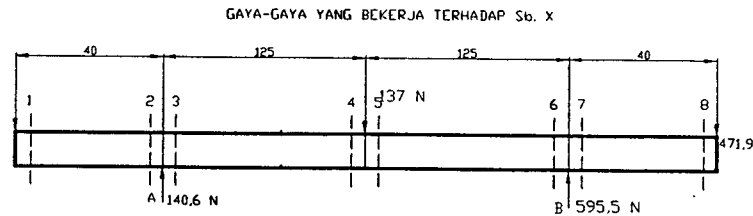
$$= 1.(275,03) = 275,03 \text{ N}$$

- $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p = \left(\frac{2280}{275,03}\right)^3$

$$= 569,7 \times 10^6 \text{ putaran.}$$

d. POROS KONVEYOR

Sebelum menghitung ukuran poros maka terlebih dahulu ditentukan ukuran panjang dari poros yang disesuaikan dengan disain alat dan gaya-gaya yang bekerja pada poros tersebut.



Gambar 35. Gaya yang bekerja pada poros *conveyor* terhadap sumbu X

Analisa gaya dan momen terhadap sumbu X yang bekerja pada poros dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini :

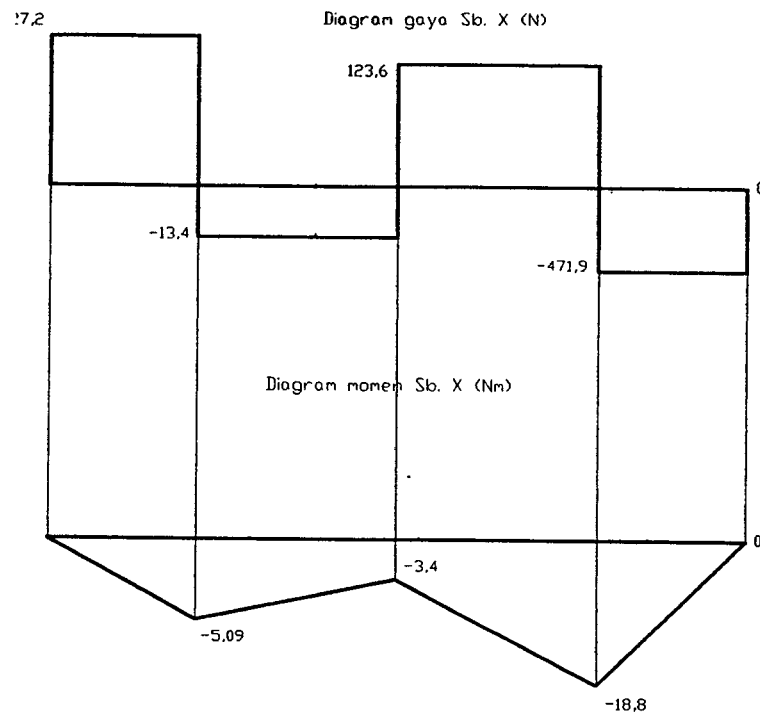
$$\Sigma M_A = 0$$

$$(-127,2) \cdot 0,04 + (137) \cdot 0,125 + (471,9) \cdot 0,29 - R_B \cdot 0,5 = 0 \rightarrow R_B = 595,5 \text{ N}$$

$$\Sigma F = 0$$

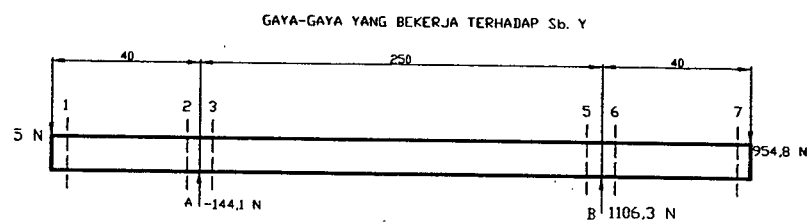
$$R_A + 595,5 - 127,2 - 1137 - 471,9 = 0 \rightarrow R_A = 140,6 \text{ N}$$

Dengan cara yang sama pada perhitungan poros diatas didapat momen bending yang berpengaruh pada poros, yaitu :



Gambar 36. Diagram gaya dan momen poros *conveyor*

Analisa gaya dan momen terhadap sumbu Y yang bekerja pada poros dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini :



Gambar 37. Gaya yang bekerja pada poros *conveyor* terhadap sumbu Y

$$\Sigma M_A = 0$$

$$(-7,5).0,04 + (954,8).0,29 - R_B.0,25 = 0$$

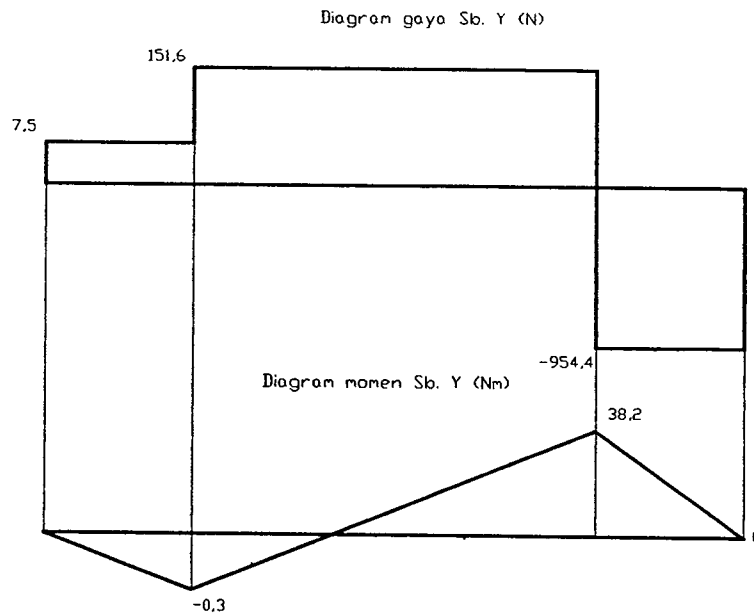
$$R_{Bx} = 1106,3 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_A + 1106,3 - 7,5 - 954,8 = 0$$

$$R_{Ax} = -144,1 \text{ N}$$

Dengan cara yang sama pada perhitungan poros diatas didapat momen bending yang berpengaruh pada poros, yaitu :



Gambar 38. Diagram gaya dan momen poros conveyor

Dari momen bending yang didapat tersebut maka dicari resultan dari momen bending antara lain :

$$1. M_{B1} = \sqrt{(0,3)^2 + (5,09)^2} = 5,1 \text{ Nm}$$

$$2. M_{B2} = 3,4 \text{ Nm}$$

$$3. M_{B3} = \sqrt{(38,2)^2 + (18,8)^2} = 43,1 \text{ Nm} \Rightarrow \text{dipilih karena terbesar}$$

Setelah mendapatkan momen bending yang bekerja pada poros maka perhitungan poros dapat dimulai dengan beberapa hal yang direncanakan sebagai berikut :

- Poros tidak mengalami beban berfluktuasi
- Torsi (T) yang dialami poros *conveyor* :

$$T = F \cdot \frac{d}{2} = 60 \cdot 0,0025 \text{ Nm}$$

- Momen bending (Mb) = 43,1 Nm
- Bahan poros : St 33-1 $\rightarrow S_{yp} = 340 \frac{N}{mm^2} = 340 \times 10^6 \frac{N}{m^2}$

Poros *conveyor* ini mengalami beban torsi dan beban bending, sehingga untuk menghitung diameter poros adalah :

$$\frac{S_{yp}}{N} \geq \sqrt{\left(\frac{16.T}{\pi.D_o^3}\right)^2 + \left(\frac{32.M}{\pi.D_o^3}\right)^2}$$

$$D_o \geq \sqrt[3]{\frac{(16.T + 32.M).N}{\pi.0,5.S_{yp}}}$$

$$D_o \geq \sqrt[3]{\frac{(16.0,15 + 32.43,1).3}{\pi.0,5.340 \times 10^6}}$$

$$D_o \geq 0,019 \text{ m} \geq 19 \text{ mm} \rightarrow \text{dipilih diameter poros } 20 \text{ mm}$$

Dari diameter poros yang telah diperoleh maka selanjutnya menghitung ukuran dari pasak yang dipakai. Pasak pada poros ini mengalami beban geser dan beban kompresi sehingga dari kedua pengaruh ini diperhitungkan. Adapun perhitungan pasak adalah sebagai berikut :

Direncanakan : - Do = 20 mm = 0,78 in

- Bahan pasak St 60 → $S_{yp} = 590 \text{ mm}^2 = 590 \times 10^6 \text{ m}^2$

- Dari tabel didapat : $W = \frac{3}{16} \text{ in}$; $H = \frac{3}{16} = 4,76 \text{ mm}$

- Poros karena beban geser

$$\frac{2.T}{W.L.D} \leq \frac{S_{yp}}{N}$$

$$\frac{2.0,15}{(0,00476).L.(0,02)} \leq \frac{0,5.(590 \times 10^6)}{3}$$

$$L \geq 0,032 \text{ mm}$$

- Poros karena beban kompresi

$$\frac{2.T}{\frac{1}{2}H.L.D} \leq \frac{S_{yp}}{N}$$

$$\frac{4.0,15}{(0,00476).L.(0,02)} \leq \frac{(590 \times 10^6)}{3}$$

$$L \geq 0,032 \text{ mm}$$

Dari perhitungan tersebut maka pasak yang dipilih mempunyai panjang (L)

10 mm. Untuk perhitungan bearing dapat dilihat dibawah ini :

Direncanakan : $F_a = 0 \text{ N}$

$$Fr_A = \sqrt{(140,6)^2 + (144,1)^2} = 201,3 \text{ N}$$

$$Fr_B = \sqrt{(595,5)^2 + (1106,3)^2} = 1256,4 \text{ N}$$

Do = 20 mm, dengan data yang ada pada tabel didapat :

$$D = 42 \text{ mm}$$

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

$$\text{Basic load rating dynamic (C)} = 5400 \text{ N}$$

$$\text{Basic load statis (Co)} = 3400 \text{ N}$$

$$\text{Limited speeds lubricant grease} = 18000 \text{ rpm}$$

$$\text{Limited speeds lubricant oli} = 22000 \text{ rpm}$$

$$\text{Massa} = 0,05 \text{ Kg}$$

Perhitungan umur *bearings* A :

- $Fa/Co = 0 ; Fa/Fr = 0 < e$ sehingga $X = 1 , Y = 0$

- $P = X.Fr + Y.Fa$

$$= 1.(201,3) = 201,3 \text{ N}$$

- $L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^p = \left(\frac{5400}{201,3} \right)^3$

$$= 19,3 \times 10^9 \text{ putaran.}$$

Perhitungan umur *bearings* B :

- $Fa/Co = 0 ; Fa/Fr = 0 < e$ sehingga $X = 1 , Y = 0$

- $P = X.Fr + Y.Fa$

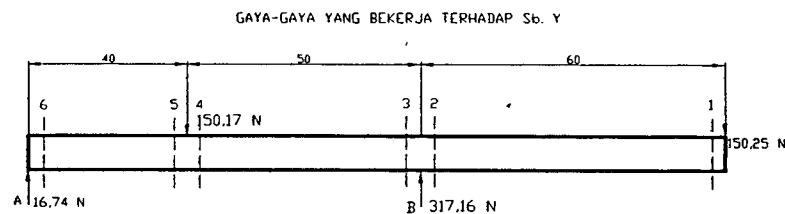
$$= 1.(1256,4) = 1256,4 \text{ N}$$

- $L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^p = \left(\frac{5400}{1256,4} \right)^3$

$$= 79,4 \times 10^6 \text{ putaran.}$$

e. POROS RANTAI

Sebelum menghitung ukuran poros maka terlebih dahulu ditentukan ukuran panjang dari poros yang disesuaikan dengan disain alat dan gaya-gaya yang bekerja pada poros tersebut.



Gambar 39. Gaya yang bekerja pada poros rantai terhadap sumbu Y

Analisa gaya dan momen terhadap sumbu Y yang bekerja pada poros dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini :

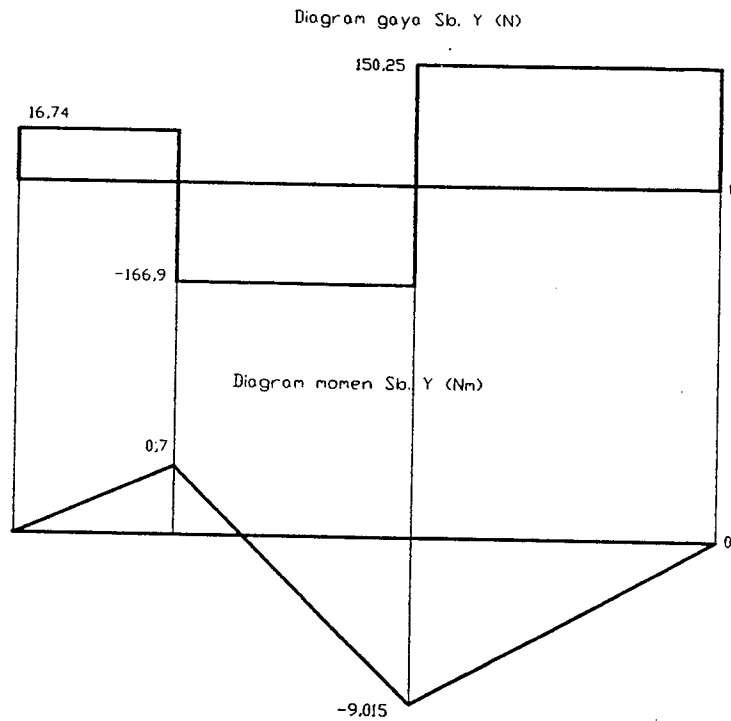
$$\Sigma M_A = 0$$

$$(150,17) \cdot 0,04 + (150,25) \cdot 0,25 - R_B \cdot 0,09 = 0 \rightarrow R_{By} = 317,16 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

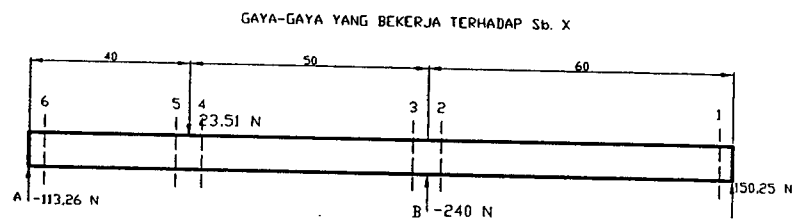
$$R_A + 317,16 - 150,17 - 150,25 = 0 \rightarrow R_{Ay} = 16,74 \text{ N}$$

Dengan cara yang sama pada perhitungan poros diatas didapat momen bending yang berpengaruh pada poros, yaitu :



Gambar 40. Diagram gaya dan momen poros rantai

Analisa gaya dan momen terhadap sumbu X yang bekerja pada poros dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini :



Gambar 41. Gaya yang bekerja pada poros rantai terhadap sumbu X

$$\Sigma M_A = 0$$

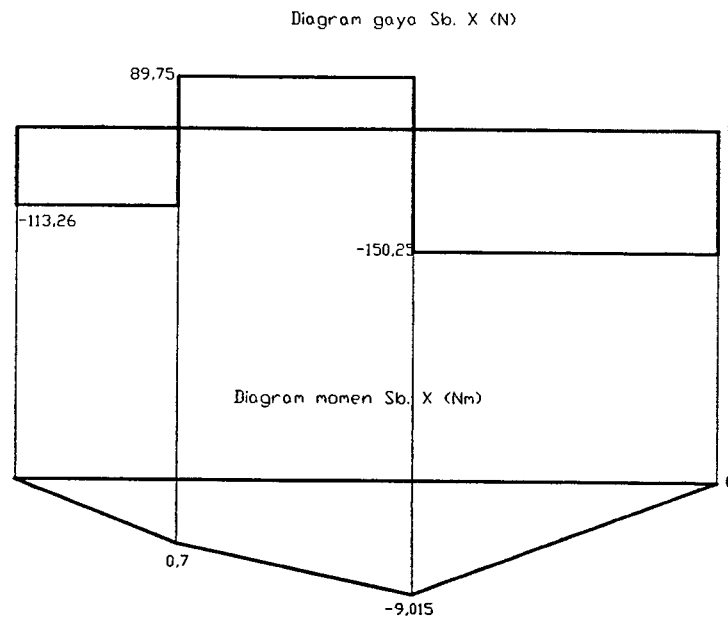
$$(23,51) \cdot 0,04 - (150,25) \cdot 0,15 - R_B \cdot 0,09 = 0$$

$$R_{Bx} = -240 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_A - 240 + 23,51 + 150,25 = 0 \rightarrow R_{Ax} = -113,26 \text{ N}$$

Dengan cara yang sama pada perhitungan poros diatas didapat momen bending yang berpengaruh pada poros, yaitu :



Gambar 42. Diagram gaya dan momen poros rantai

Dari momen bending yang didapat tersebut maka dicari resultan dari momen bending antara lain :

$$a. M_{B1} = \sqrt{(0,7)^2 + (4,53)^2} = 4,6 \text{ Nm}$$

$$b. M_{B2} = \sqrt{(9,015)^2 + (9,05)^2} = 12,75 \text{ Nm} \Rightarrow \text{dipilih karena terbesar}$$

Setelah mendapatkan momen bending yang bekerja pada poros maka perhitungan poros dapat dimulai dengan beberapa hal yang direncanakan sebagai berikut :

- Poros tidak mengalami beban berfluktuasi
- Torsi (T) yang dialami poros rantai :

$$T = 9554 \frac{0,186}{100} = 17,77 \text{ Nm}$$

- Momen bending (Mb) = 12,75 Nm
- Bahan poros : St 33-1 $\rightarrow S_{yp} = 340 \frac{N}{mm^2} = 340 \times 10^6 \frac{N}{m^2}$

Poros rantai ini mengalami beban torsi dan beban bending, sehingga untuk menghitung diameter poros adalah :

$$\frac{S_{yp}}{N} \geq \sqrt{\left(\frac{16.T}{\pi.D_o^3}\right)^2 + \left(\frac{32.M}{\pi.D_o^3}\right)^2}$$

$$D_o \geq \sqrt[3]{\frac{(16.T + 32.M).N}{\pi.0,5.S_{yp}}}$$

$$D_o \geq \sqrt[3]{\frac{(16.17,77 + 32.12,75).3}{\pi.0,5.340 \times 10^6}}$$

$$D_o \geq 0,014 \text{ m} \geq 14 \text{ mm} \rightarrow \text{dipilih diameter poros } 15 \text{ mm}$$

Dari diameter poros yang telah diperoleh maka selanjutnya menghitung ukuran dari pasak yang dipakai. Pasak pada poros ini mengalami beban geser dan beban kompresi sehingga dari kedua pengaruh ini diperhitungkan. Adapun perhitungan pasak adalah sebagai berikut :

Direncanakan : - $D_o = 15 \text{ mm} = 0,6 \text{ in}$

- Bahan pasak St 60 $\rightarrow S_{yp} = 590 \text{ mm}^2 = 590 \times 10^6 \text{ m}^2$

- Dari tabel didapat : $W = \frac{3}{16} \text{ in}$; $H = \frac{3}{16} = 4,76 \text{ mm}$

- Poros karena beban geser

$$\frac{2.T}{W.L.D} \leq \frac{S_{yp}}{N}$$

$$\frac{2.17,77}{(0,00476).L.(0,015)} \leq \frac{0,5.(590 \times 10^6)}{3}$$

$$L \geq 0,00506 \text{ m} \geq 5,06 \text{ mm}$$

- Poros karena beban kompresi

$$\frac{2.T}{\frac{1}{2}H.L.D} \leq \frac{S_{yp}}{N}$$

$$\frac{4.17,77}{(0,00476).L.(0,015)} \leq \frac{(590 \times 10^6)}{3}$$

$$L \geq 0,00506 \text{ m} \geq 5,06 \text{ mm}$$

Dari perhitungan tersebut maka pasak yang dipilih mempunyai panjang (L)

10 mm. Untuk perhitungan bearing dapat dilihat dibawah ini :

Direncanakan : $F_a = 150,25 \text{ N}$

$$F_{rA} = \sqrt{(16,74)^2 + (113,26)^2} = 11,45 \text{ N}$$

$$F_{rB} = \sqrt{(317,16)^2 + (240)^2} = 39,77 \text{ N}$$

$D_o = 15 \text{ mm}$, dengan data yang ada pada tabel didapat :

$$D = 24 \text{ mm}$$

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

$$\text{Basic load rating dynamic (C)} = 1220 \text{ N}$$

$$\text{Basic load statis (Co)} = 780 \text{ N}$$

$$\text{Limited speeds lubricant grease} = 26000 \text{ rpm}$$

Limited speeds lubricant oli = 32000 rpm

Massa = 0,0074 Kg

Perhitungan umur *bearings* A :

- $Fa/C_o = 0,19 \approx 0,25$; $Fa/F_r = 13 > e$ sehingga $X = 0,56$, $Y = 1$

- $P = X.F_r + Y.F_a$

$$= 0,56.(11,45) + 1(150,25) = 156,62 \text{ N}$$

- $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p = \left(\frac{1220}{156,62}\right)^3$

$$= 472,5 \times 10^6 \text{ putaran.}$$

Perhitungan umur *bearings* B :

- $Fa/C_o = 0,19$; $Fa/F_r = 0,3 < e$ sehingga $X = 1$, $Y = 0$

- $P = X.F_r + Y.F_a$

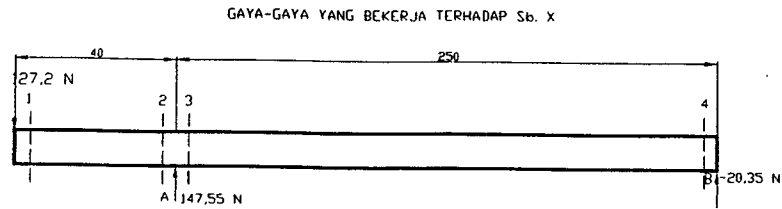
$$= 1.(397,7) = 397,7 \text{ N}$$

- $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p = \left(\frac{1220}{397,7}\right)^3$

$$= 28,9 \times 10^6 \text{ putaran.}$$

f. POROS PISAU

Sebelum menghitung ukuran poros maka terlebih dahulu ditentukan ukuran panjang dari poros yang disesuaikan dengan disain alat dan gaya- gaya yang bekerja pada poros tersebut.



Gambar 43. Gaya yang bekerja pada poros pisau terhadap sumbu X

Analisa gaya dan momen terhadap sumbu X yang bekerja pada poros dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini :

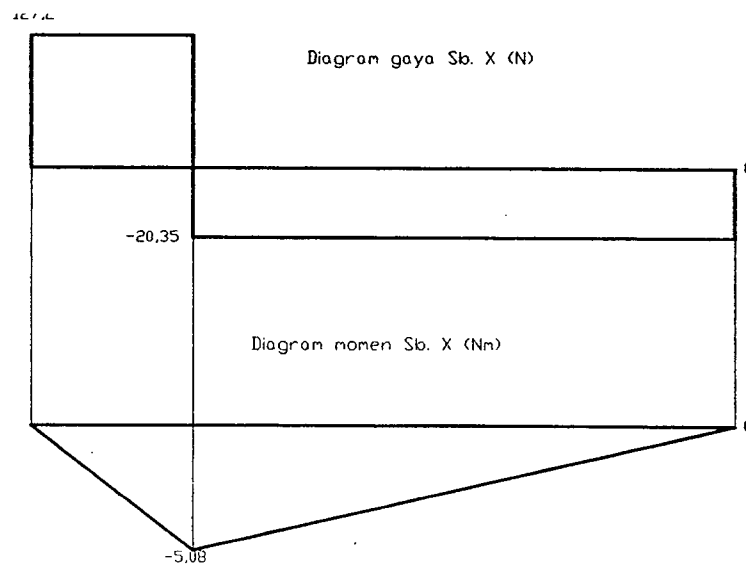
$$\Sigma M_A = 0$$

$$(-127,2) \cdot 0,04 - R_B \cdot 0,25 = 0 \rightarrow R_B = -20,35 \text{ N}$$

$$\Sigma F = 0$$

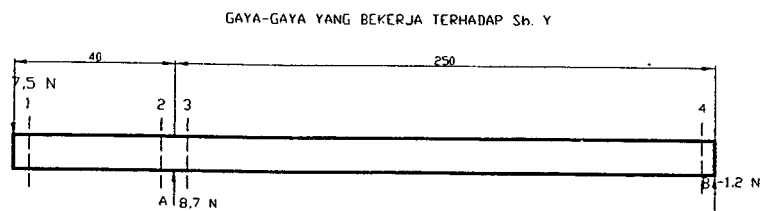
$$R_A - 20,35 - 127,2 = 0 \rightarrow R_A = 147,55 \text{ N}$$

Dengan cara yang sama pada perhitungan poros diatas didapat momen bending yang berpengaruh pada poros, yaitu :



Gambar 44. Diagram gaya dan momen poros pisau

Analisa gaya dan momen terhadap sumbu Y yang bekerja pada poros dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini :



Gambar 45. Gaya yang bekerja pada poros pisau terhadap sumbu Y

$$\Sigma M_A = 0$$

$$(-7,5) \cdot 0,04 - R_B \cdot 0,25 = 0$$

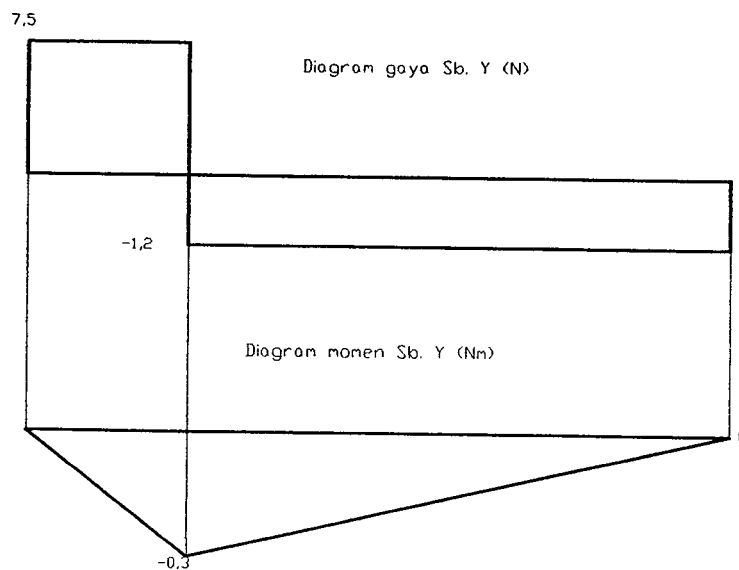
$$R_{Bx} = -1,2 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$-7,5 + R_A - 1,2 = 0$$

$$R_{Ax} = 8,7 \text{ N}$$

Dengan cara yang sama pada perhitungan poros diatas didapat momen bending yang berpengaruh pada poros, yaitu :



Gambar 46 Diagram gaya dan momen poros pisau

Dari momen bending yang didapat tersebut maka dicari resultan dari momen bending antara lain :

$$1. M_{B1} = \sqrt{(0,3)^2 + (5,09)^2} = 5,1 \text{ Nm}$$

Setelah mendapatkan momen bending yang bekerja pada poros maka perhitungan poros dapat dimulai dengan beberapa hal yang direncanakan sebagai berikut :

- Poros tidak mengalami beban berfluktuasi
- Torsi (T) yang dialami poros *conveyor* :

$$T = F \cdot \frac{d}{2} = 60 \cdot 0,0025 \text{ Nm}$$

- Momen bending (Mb) = 5,1 Nm
- Bahan poros : St 33-1 $\rightarrow S_{yp} = 340 \frac{N}{mm^2} = 340 \times 10^6 \frac{N}{m^2}$

Poros *conveyor* ini mengalami beban torsi dan beban bending, sehingga untuk menghitung diameter poros adalah :

$$\frac{S_{yp}}{N} \geq \sqrt{\left(\frac{16.T}{\pi.Do^3}\right)^2 + \left(\frac{32.M}{\pi.Do^3}\right)^2}$$

$$Do \geq \sqrt[3]{\frac{(16.T + 32.M)N}{\pi \cdot 0,5 \cdot S_{yp}}}$$

$$Do \geq \sqrt[3]{\frac{(16 \cdot 0,15 + 32 \cdot 5,09)3}{\pi \cdot 0,5 \cdot 340 \times 10^6}}$$

$$Do \geq 0,0067 \text{ m} \geq 6,7 \text{ mm} \rightarrow \text{dipilih diameter poros } 20 \text{ mm}$$

Dari diameter poros yang telah diperoleh maka selanjutnya menghitung ukuran dari pasak yang dipakai. Pasak pada poros ini mengalami beban geser dan beban kompresi sehingga dari kedua pengaruh ini diperhitungkan. Adapun perhitungan pasak adalah sebagai berikut :

Direncanakan : - Do = 20 mm = 0,78 in

- Bahan pasak St 60 $\rightarrow S_{yp} = 590 \text{ mm}^2 = 590 \times 10^6 \text{ m}^2$

- Dari tabel didapat : $W = \frac{3}{16} \text{ in}$; $H = \frac{3}{16} = 4,76 \text{ mm}$

- Poros karena beban geser

$$\frac{2.T}{W.L.D} \leq \frac{S_{yp}}{N}$$

$$\frac{2.0,15}{(0,00476).L.(0,02)} \leq \frac{0,5.(590 \times 10^6)}{3}$$

$$L \geq 0,032 \text{ mm}$$

- Poros karena beban kompresi

$$\frac{2.T}{\frac{1}{2}H.L.D} \leq \frac{S_{yp}}{N}$$

$$\frac{4.0,15}{(0,00476).L.(0,02)} \leq \frac{(590 \times 10^6)}{3}$$

$$L \geq 0,032 \text{ mm}$$

Dari perhitungan tersebut maka pasak yang dipilih mempunyai panjang (L) 10 mm. Untuk perhitungan bearing dapat dilihat dibawah ini :

Direncanakan : $F_a = 0 \text{ N}$

$$F_{rA} = \sqrt{(147,55)^2 + (8,7)^2} = 147,8 \text{ N}$$

$$F_{rB} = \sqrt{(20,35)^2 + (1,2)^2} = 20,38 \text{ N}$$

$D_o = 20 \text{ mm}$, dengan data yang ada pada tabel didapat :

$$D = 42 \text{ mm}$$

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

$$\text{Basic load rating dynamic (C)} = 5400 \text{ N}$$

$$\text{Basic load statis (Co)} = 3400 \text{ N}$$

$$\text{Limited speeds lubricant grease} = 18000 \text{ rpm}$$

$$\text{Limited speeds lubricant oli} = 22000 \text{ rpm}$$

$$\text{Massa} = 0,05 \text{ Kg}$$

Perhitungan umur *bearings* A :

- $F_a/C_o = 0$; $F_a/F_r = 0 < e$ sehingga $X = 1$, $Y = 0$

- $P = X.F_r + Y.F_a$

$$= 1.(147,8) = 147,8 \text{ N}$$

- $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p = \left(\frac{5400}{147,8}\right)^3$

$$= 48,7 \times 10^9 \text{ putaran.}$$

Perhitungan umur *bearings* B :

- $F_a/C_o = 0$; $F_a/F_r = 0 < e$ sehingga $X = 1$, $Y = 0$
- $P = X.F_r + Y.F_a$
 $= 1.(20,38) = 20,38 \text{ N}$
- $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3 = \left(\frac{5400}{20,38}\right)^3$
 $= 186 \times 10^{11} \text{ putaran.}$