

## BAB IV

### PERHITUNGAN

#### 1. Perhitungan Gaya dan Daya Pengerolan

Pada perhitungan ini akan ditentukan kebutuhan daya motor Dalam menghitung kebutuhan daya, langkah awal yaitu menghitung gaya Pengerolan, perhitungan gaya tekan Roll diperoleh dengan menerapkan Persamaan :

$$\sigma_b = \frac{M}{I/C}$$

Dimana: M : Momen lentur  
I/C : Modulus penampang

Adapun Momen Lentur diperoleh dari

$$M : \frac{P \cdot L}{4}$$

Dimana: P = Gaya penekanan pada roll  
L = Panjang benda yang diroll

Sehingga dengan penggabungan beberapa persamaan maka diperoleh Regangan lentur :

$$\sigma_b = \frac{M \cdot L \cdot h}{8 I}$$

Dimana : M : massa roll = 10 kg  
, P : Panjang Tikar Spon = 2 m  
h : Ketebalan Tikar Spon = 2 mm  
I : Momen Inersia

Adapun Besar gaya Penekanan pada tikar spon ini :

$$P = \frac{\sigma_b \cdot 8 \cdot I}{L \cdot h}$$

Hubungan Torsi dan Momen Inersia

$\tau = I \times \alpha$       Dimana : I : Momen Inersia ( $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ )  
 $\alpha$ : Percepatan Sudut ( $\text{rad/s}$ )

Sehingga :  $\tau = I \times \alpha$

$$I = \frac{\tau}{\alpha}$$

$$I = \frac{101.521}{3,6} = 28,200 \text{ Kg.m}^2$$

Sedangkan kecepatan sudut putar ( $\omega$ ):

$$\alpha = \frac{2 \cdot \pi \cdot nr}{60}$$

Dimana:

$\alpha$  = percepatan sudut putar (rad/s)

nr = putaran reducer *roll press* (rpm) ratio reducer 1 : 40

maka,  $\alpha = \frac{2 \times 3,14 \times 35}{60} = 3.6 \text{ rad/s}$

Menentukan Regangan Lentur

$$\sigma b = \frac{M.L.H}{8.I}$$

$$\sigma b = \frac{10.0.02.2}{8.2820} = 0,0017$$

Menentukan gaya penekanan

$$P = \frac{\sigma b \cdot 8.I}{L.H}$$

$$P = \frac{(0,0017) \cdot (8) \cdot (2820)}{2.0.02} = 95.8 \text{ Newton}$$

Gaya dorong (F) yang dibutuhkan untuk mengeluarkan spon dari roll adalah :  $F \geq \mu \times P$

Dimana :  $\mu$  = Koefisien gesek baja dan Spon (0.8)

P = Gaya tekan Roll

$$F = (0,8) \cdot 95,8 = 76,6 \text{ N}$$

Jadi gaya dorong minimal adalah 76,6 N

Besarnya Momen putar yang bekerja untuk melakukan proses

Laminasi adalah  $M = F \times \left(\frac{d}{2}\right)$

$$76.6 \times \left(\frac{0,097}{2}\right) = 3.171 \text{ N.m}$$

Besarnya daya dorong minimal yang dibutuhkan (Nd) adalah:

$$Nd = F \cdot V$$

Dimana:  $F = 76,6 \text{ N}$

$$Nd = 76.6 \times 1.305$$

$$v = 35 \text{ rpm} = 1.305 \text{ (m/s)}$$

$$Nd = 99,96 \text{ Watt} = 0,09 \text{ Kw}$$

$$d = 97 \text{ mm} = 0,097 \text{ m}$$

$$Nd = (0,09 / 0,735) = 0,13 \text{ HP}$$

Karena daya motor listrik yang dipilih 0,5 Hp dan daya motor lebih besar dari 0,13 HP Pemilihan motor listrik tersebut dapat menggerakkan Roll Laminasi

## 2. Perhitungan Tegangan pada poros

di dilihat di bawah ini Data yang diketahui dalam perhitungan poros adalah:

Daya yang ditransmisikan :  $\frac{1}{2}$  hp

Putaran poros : 35 rpm

1. Perhitungan gaya – gaya yang bekerja pada poros utama

a. Daya yang ditransmisikan

Daya Motor ( p ) =  $\frac{1}{2}$  HP = 372 watt

Putaran poros ( n ) = 35 rpm

b. Faktor koreksi yang digunakan ( fc ) adalah 1 ( tabel 1.A)

c. Daya rencana ( Pd ) ( Sumber Sularso dan Suga, 2002 :17)

$$Pd = P \cdot F_c$$

$$= 0,372 \times 1$$

$$= 0,372 \text{ watt}$$

Keterangan :

Pd = Daya yang direncanakan

Fc = Faktor Koreksi

d. Momen puntir rencana ( T )

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n^3}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \frac{0,372}{35^3}$$

$$= 10.352,2 \text{ kg.mm} = 101,521 \text{ Nm}$$

Keterangan

T = Momen Puntir

Pd = Daya yang direncanakan

N3 = Kecepatan putaran poros (rpm)

e. Bahan poros St 42

- Tegangan patah Material (  $\sigma_t$  ) adalah 42 Kg/mm<sup>2</sup> ( Tabel 1.B)

- Tegangan Luluh Yield nya (  $\sigma_y$  ) adalah =  $0,65 \times (42 \text{ kg/mm}) = 27,3 \text{ kg/mm}$

- Faktor keamanan yang bergantung pada jenis bahan ( Sf1 )

- diambil adalah 6

- Faktor keamanan yang tergantung dari bentuk poros ( Sf2 )

- adalah 2 ( dengan alur pasak )

- Faktor koreksi Momen Puntir, (Kt)= 1
- Faktor Lenturan, (Cb) = 2

Tegangan geser ijin sebagai berikut:

$$\tau_g = \frac{\delta}{sf_1 \cdot sf_2}$$

Dimana:

- $\tau_g$  = Tegangan geser (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma$  = Kekuatan tarik bahan (N/mm<sup>2</sup>)
- Sf<sub>1</sub> = angka keamanan bahan
- Sf<sub>2</sub> = factor keamanan poros

Maka,  $\tau_g = \frac{42}{6 \cdot 2} = 3,5 \text{ kg/mm}^2$

Diameter poros

Diketahui :

- Faktor koreksi untuk lenturan (Cb) = 2
- Faktor koreksi untuk puntiran (Kt) = 1
- Torsi yang terjadi pada motor (T) = 101,521 kg.mm
- Tegangan geser ijin  $\tau_g = 3,5 \text{ kg/mm}^2$

Sehingga diameter poros dapat dihitung sebagai berikut :

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_g} \cdot K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{1/3}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} d_s &= \left[ \frac{5,1}{\tau_g} \cdot K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{1/3} \\ &= \left[ \frac{5,1}{3,5} \times 1,5 \times 1,3 \times 10,352 \right]^{1/3} \\ &= [29.414,4]^{1/3} = 30.86 \text{ mm} = 30 \text{ mm} \end{aligned}$$

- $d_s$  = Diameter poros (mm)
- Kt = Faktor koreksi
- Cb = Faktor karena beban lentur
- T = Momen puntir (kg.mm)

h. Besarnya Tegangan Geser Maksimum

$$\tau = \frac{16}{\pi d^3} \sqrt{(kb \cdot Mb) + (kt \cdot T)^2}$$

Mv = Momen yang terjadi pada bidang vertikal  
= 64.100 kg.mm

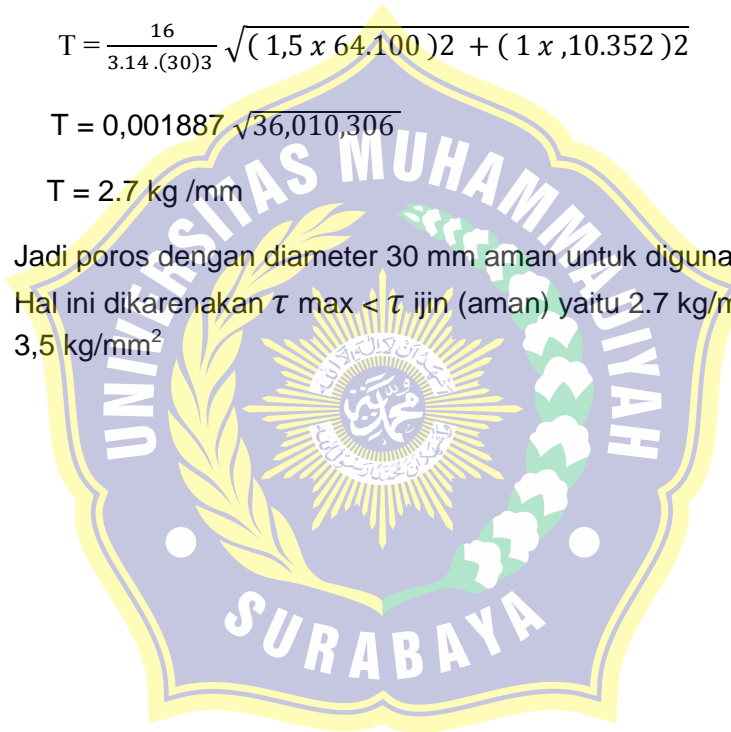
$$T = \frac{16}{3.14 \cdot (30)^3} \sqrt{(1,5 \times 64.100)^2 + (1 \times 10.352)^2}$$

$$T = 0,001887 \sqrt{36,010,306}$$

$$T = 2.7 \text{ kg /mm}$$

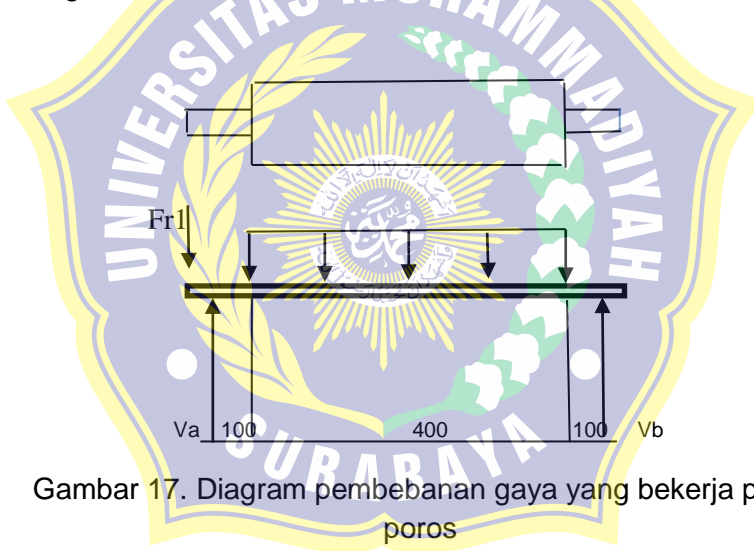
Jadi poros dengan diameter 30 mm aman untuk digunakan.

Hal ini dikarenakan  $\tau_{\text{max}} < \tau_{\text{ijin}}$  (aman) yaitu  $2.7 \text{ kg/mm}^2 < 3,5 \text{ kg/mm}^2$



### 3. Perhitungan Poros

Pada perhitungan poros, yang Dihitung atau yang ditentukan adalah diameter, baik untuk poros yang bertingkat maupun poros yang rata, penting untuk mengetahui tegangan yang diterima atau yang ditimbulkan oleh mekanisme yang terpasang pada poros seperti tegangan Banding, tegangan Torsi ataupun tegangan kombinasi, Dengan melalui mekanika teknik mengenai gaya-gaya yang bekerja dan momen yang terjadi pada poros, nanti alat dapat bekerja dengan aman



Gambar 17. Diagram pembebanan gaya yang bekerja pada poros

Gaya yang bekerja untuk setiap titik pada poros dan jarak antara titik satu dengan titik yang lainnya ditentukan dengan mengacu pada persamaan  $\Sigma M = 0$  dan  $\Sigma F = 0$ , Maka momen bending dan gaya yang bekerja pada poros untuk bidang Horizontal dan vertical dapat diketahui setelah menghitung gaya dan momen bending yang terjadi maka

dibuat bidang lintang (Gaya) dan agar mudah membuat Diagram Bidang Momen. Dengan membuat diagram bidang momen kita bisa melihat dimana letak momen terbesar pada poros

### A. Menghitung gaya pada poros

Beban di Fr1

1.  $W_s$  ( beban Sprocket ) =  $1 \text{ kg} \times 9,81 = 9,81 \text{ N}$

2. Gaya rantai dengan rumus ;  $F_r = \frac{102 Pd}{v}$  (kg)

Dimana :  $F_r$  = gaya yang bekerja pada rantai

$Pd$  = daya motor =  $0,5 \text{ Hp} \times 0,75 = 0,375$

$v$  = Kecepatan rantai (m/s)

Jadi kecepatan rantai ( m/s ) dapat dihitung dari :

$$v = \frac{p \cdot z1 \cdot n1}{1000 \times 60}$$

Dimana :

$p$  = jarak bagi rantai (mm) = 12,7 mm

$z1$  = jumlah gigi sprocket kecil = 21

$n1$  = putaran sprocket kecil = 35 rpm

$$v = \frac{p \cdot z1 \cdot n1}{1000 \times 60}$$

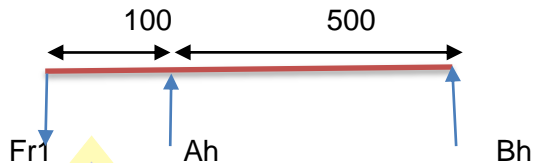
$$v = \frac{12,7 \times 21 \times 35}{1000 \times 60}$$

$$v = 0,155 \text{ m/s}$$

$$Fr1 = \frac{102 \times 0,375v}{v0,155} = 255 \text{ kg}$$

## B. Menghitung beban poros arah horizontal dan vertical

Gaya dan Momen arah horizontal



Gambar 18. Gaya dan Momen Arah Horizontal

$$(+)\Sigma F_{xx} = m \cdot a_x$$

$$\Sigma F_x = m \cdot 0$$

$$\Sigma F_x = 0 - F_p + A_h + B_h = 255 = +A_h + B_h = 0$$

$$255 = -A_h -$$

$$B_h \dots \dots \dots (1)$$

$$(+)\Sigma M_b = I \cdot a$$

$$\Sigma M_b = I \cdot 0$$

$$\Sigma M_b = 0 F_p(100 \text{ mm}) - A_h(500 \text{ mm}) = 0$$

$$255(122 \text{ mm}) - A_h(500 \text{ mm}) = 0$$

$$A_h(500 \text{ mm}) = 25.500$$

$$A_h = \frac{25500}{500} = 51 \text{ kg} \dots \dots \dots (2)$$

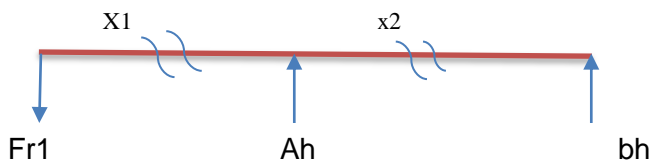
Persamaan (2) disubstitusikan ke persamaan (1)

$$255 \text{ kg} = -A_h - B_h$$

$$B_h = 255 \text{ kg} - A_h$$

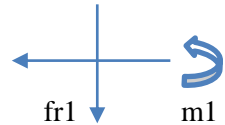
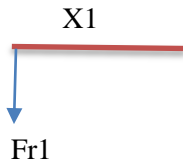
$$B_h = 255 \text{ kg} - 51 \text{ kg}$$

$$B_h = 204 \text{ kg}$$





Potongan I-I,  $0 \text{ mm} \leq X_1 \leq 100 \text{ mm}$



• Gaya geser di titik A:

$$(+)\sum F_x = m \cdot 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$-F_p - F_{r1} = 0$$

$$F_{r1} = -F_p$$

$$F_{r1} = -255$$

Momen bending di titik A :

$$(+)\sum M_1 = I \cdot a$$

$$\sum M_1 = I \cdot 0$$

$$\sum M_1 = 0 \quad M_1 + F_p (X_1) = 0$$

$$M_1 = -255 \text{ kg} (X_1)$$

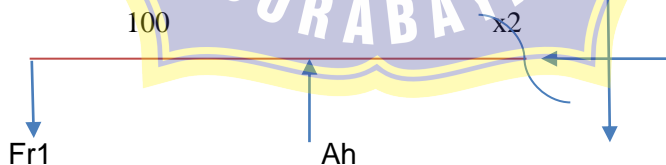
Misal  $X_1 = 100 \text{ mm}$

$$M_1 = M_A = -255 \text{ kg} (X_1)$$

$$= -255 \text{ kg} \cdot 100 \text{ mm}$$

$$M_A = 25500 \text{ kg.mm}$$

Potongan II-II,  $0 \text{ mm} \leq X_2 \leq 500 \text{ mm}$



Momen bending di titik B :

$$(+)\sum M_2 = 0$$

$$\sum M_2 = I \cdot 0$$

$$\Sigma M_2 = 0$$

$$M_2 + F_p (100 \text{ mm} + X_2) - A_h (X_2) = 0$$

$$M_2 = -F_p (100 \text{ mm} + X_2) + A_h (X_2)$$

Misal  $X_2 = 500 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} M_2 = M_B &= -F_p (100 \text{ mm} + X_2) + A_h (X_2) \\ &= -255 \text{ kg} \cdot (100 \text{ mm} + 500 \text{ mm}) + 51 \text{ kg} (500 \text{ mm}) \end{aligned}$$

$$M_B = -127500 \text{ kgmm}$$

• Gaya Geser dititik B



$$\Sigma F_x = m \cdot a_y$$

$$-F_p - F_{T1} + A_h = 0$$

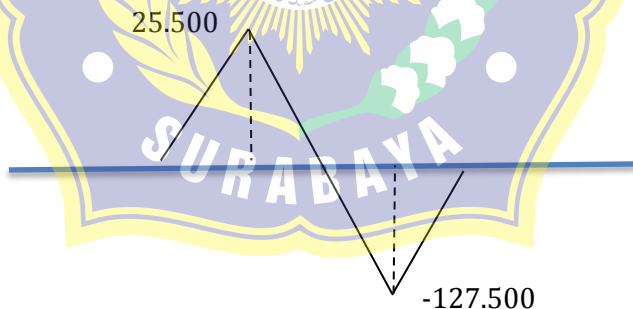
$$F_{T2} = -F_p + A_h$$

$$F_{T2} = -255 + 51$$

$$F_{T2} = -204 \text{ kg}$$

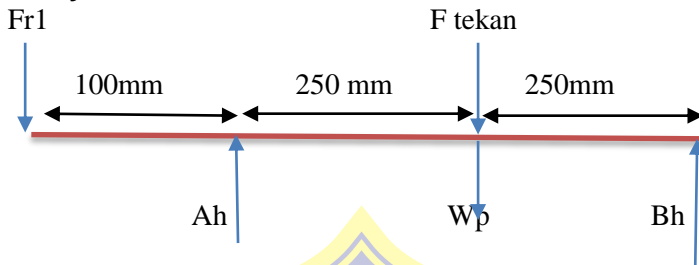


Gambar 19. diagram geser poros Horizontal



Gambar 20. Diagram Momen poros Horizontal

### C. Gaya dan Momen Pada Arah Vertikal



Gambar 21. Gaya dan momen pada arah vertikal

Diketahui

- massa Sprocket  $W_{sp} = 1 \text{ kg}$
- massa poros  $W_p = 10 \text{ kg}$
- $F_{tekan} = 20 \text{ kg}$

$$(+)\Sigma F_y = m \cdot a_y$$

$$\Sigma F_y = m \cdot 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$-F_p - W_{sp} + A_v - F_{tekan} - W_p - B_v = 0$$

$$-255 - 1 \text{ kg} + A_v - 20 \text{ kg} - 10 \text{ kg} + B_v = 0$$

$$287 \text{ kg} = A_v +$$

$$B_v \dots \dots \dots (1)$$

$$(+)\Sigma M_b = I \cdot a$$

$$\Sigma M_b = I \cdot a$$

$$\Sigma M_b = 0$$

$$Fr1(100 \text{ mm}) + W_p(10 \text{ mm}) - A_v(325 \text{ mm}) + F_{tekan}(250 \text{ mm}) + W_p(250 \text{ mm}) = 0$$

$$255 \text{ kg}(100 \text{ mm}) + 1 \text{ kg}(100 \text{ mm}) - A_v(250 \text{ mm}) + 20 \text{ kg}(250 \text{ mm}) + 10 \text{ kg}(250 \text{ mm}) = 0$$

$$25500 \text{ kgmm} + 100 \text{ kgmm} - A_v(250 \text{ mm}) + 5000 \text{ kgmm} + 2500 \text{ kgmm} = 0$$

$$25600 \text{ kgmm} - A_v(250 \text{ mm}) = 0$$

$$A_v(250 \text{ mm}) = 25600 \text{ kgmm}$$

$$A_v = 102,4 \text{ kg} \dots \dots \dots$$

Persamaan (2) disubstitusikan ke persamaan (1)

$$287 \text{ kg} = A_v + B_v$$

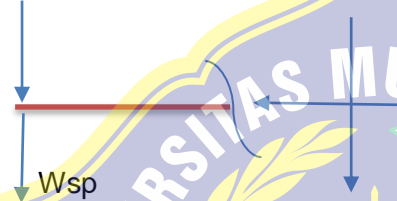
$$B_v = 287 \text{ Kg} - A_v$$

$$B_v = 287, \text{ kg} - 102,4 \text{ Kg}$$

$$B_v = 184,6 \text{ Kg}$$

Potongan I-I,  $0 \text{ mm} \leq X_1 \leq 122 \text{ mm}$

$F_{r1}$



Momen bending di titik A :

$$(+)\Sigma M_1 = 0$$

$$\Sigma M_1 = 0$$

$$\Sigma M_1 = 0$$

$$M_1 + F_{r1}(X_1) + W_{sp}(X_1) = 0$$

$$M_1 = -255 \text{ kg}(X_1) - 1 \text{ kg}(X_1)$$

Misal  $X_1 = 100 \text{ mm}$

$$M_1 = M_A = -255 \text{ kg}(100 \text{ mm}) - 1 \text{ kg}(100 \text{ mm})$$

$$M_A = -25600 \text{ kg.mm}$$

• Gaya Geser di titik A



$$\Sigma F_y = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

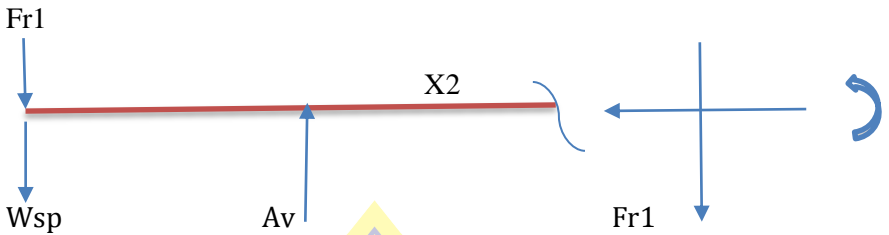
$$-F_p - F_{T1} - W_{sp} = 0$$

$$-F_{T1} = -F_p - W_{sp}$$

$$-F_{T1} = -255 - 1$$

$$-F_{T1} = -256$$

Potongan II-II,  $0 \text{ mm} \leq X_2 \leq 350 \text{ mm}$



Momen bending di titik W :

$$(+)\Sigma M_2 = I \cdot a$$

$$\Sigma M_2 = I \cdot 0$$

$$\Sigma M_2 = 0$$

$$M_2 - A_v(X_2) + F_{\text{tekan}}(100 \text{ mm} + X_2) + W_p(100 \text{ mm} + X_2) = 0 \quad A_2 = 132 \text{ kg}$$

$$X_2 + 20 \text{ kg}(100 \text{ mm} + X_2) + 10 \text{ kg}(122 \text{ mm} + X_2) = 0$$

Misal  $X_2 = 250 \text{ mm}$

$$M_2 = M_w = 132 \text{ kg}(250 \text{ mm}) - 255 \text{ kg}(100 \text{ mm} + 250 \text{ mm})$$

$$M_w = -56250 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

• Gaya Geser di titik W

$$(+)\Sigma F_y = m \cdot a_y$$

$$\Sigma F_y = 0$$

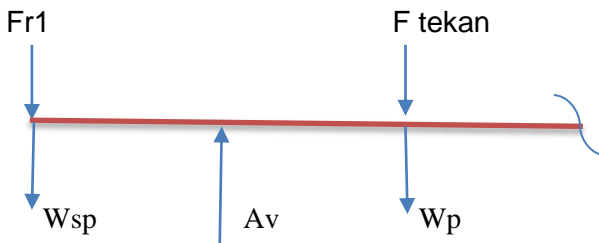
$$-F_p - F_{T2} - W_{sp} + A_h = 0$$

$$F_{T2} = -F_p - W_{sp} + A_h$$

$$F_{T2} = -255 - 1 + 132,4$$

$$F_{T2} = -123,6$$

Potongan III-III,  $0 \text{ mm} \leq X_3 \leq 600 \text{ mm}$



Momen bending di titik B

$$(+)\Sigma M_3 = I.\alpha$$

$$\Sigma M_3 = I.0$$

$$\Sigma M_3 = 0$$

$$M_3 + F_{\text{tekan}}(X_3) + W_p(X_3) + -A_v(250 \text{ mm} + X_3) + Fr_1(100 \text{ mm} + 250 \text{ mm} + X_3) + W_{sp}(100 \text{ mm} + 250 \text{ mm} + X_3) = 0$$

$$M_3 + 20 \text{ kg}(X_3) + 10 \text{ kg}(X_3) - 132 \text{ kg}(250 \text{ mm} + X_3) + 255 \text{ kg}(100 \text{ mm} + 250 \text{ mm} + X_3) + 1 \text{ kg}(250 \text{ mm} + 100 \text{ mm}) = 0$$

$$M_3 + 30 \text{ kg}(X_3) - 132 \text{ kg}(250 \text{ mm} + X_3) + 255 \text{ kg}(350 \text{ mm} + X_3) = 0$$

$$M_3 = -30 \text{ kg}(X_3) + 132 \text{ kg}(250 \text{ mm} + X_3) - 255(350 \text{ mm} + X_3) = 0$$

$$\text{Misal } X_3 = 250 \text{ mm}$$

$$M_3 = M_b = 30 \text{ kg}(250 \text{ mm}) + 132 \text{ kg}(250 \text{ mm} + 250 \text{ mm}) - 255 \text{ kg}(350 \text{ mm} + 250 \text{ mm}) = 0$$

$$M_b = -7500 \text{ kg.mm} + 66000 \text{ kg.mm} - 122600 \text{ kg.mm}$$

$$M_b = -64100 \text{ kg.mm}$$

• Gaya Geser dititik B



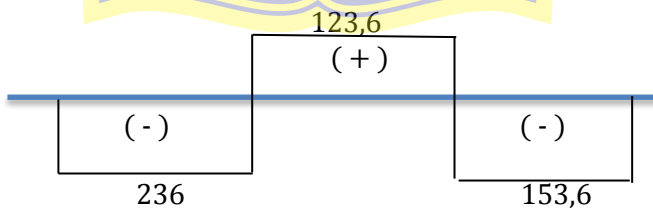
$$\Sigma F_y = m. a$$

$$\Sigma F_y = 0$$

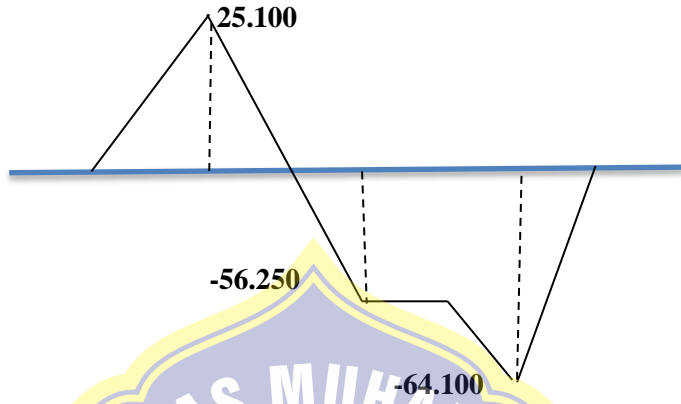
$$F_p - F_{r2} - W_{sp} + A_v + F_{\text{tekan}} - W_{p1} = 0$$

$$F_{r2} = -255 - 1 + 132,4 + 20 - 10$$

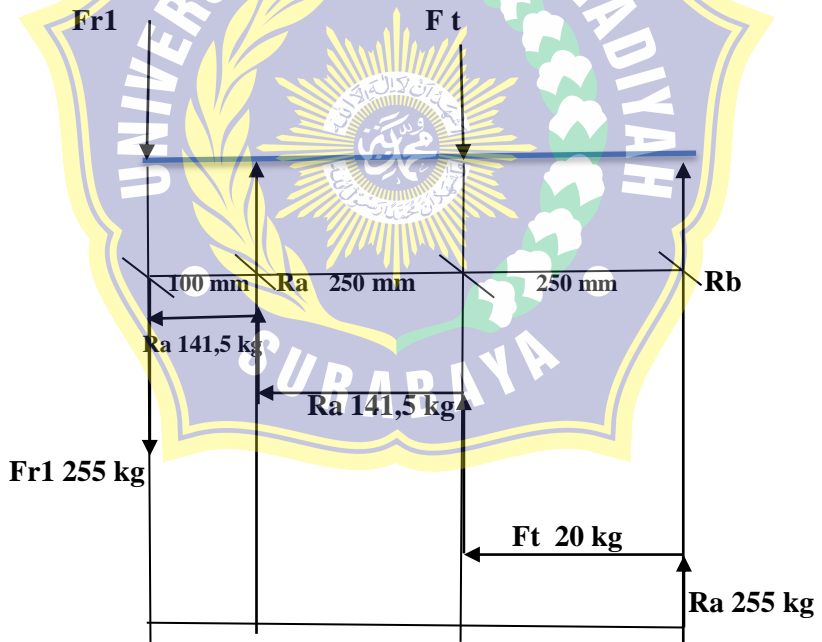
$$F_{r2} = -153,6 \text{ kg}$$



Gambar 22. Diagram Geser Poros Vertical



Gambar 23. Diagram Momen poros Vertikal



Gambar 24. Diagram Momen Lentur

#### D. Momen Resultan

$$Mr = \sqrt{(Mh)^2 + (Mv)^2}$$

Diketahui ;

Mh = - 127500 kg.mm ( Momen yang terjadi pada bidang Horizontal

Mv = -64100 kg.mm ( Momen yang terjadi pada bidang Vertikal )

Sehingga :

$$Mr = \sqrt{(Mh)^2 + (Mv)^2}$$

$$Mr = \sqrt{(-127500)^2 + (-64100)^2}$$

$$Mr = 142706,4 \text{ kg.mm}$$

Torsi Poros

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{Nd}{n^2}$$

$$. T = 9,74 \times 10^5 \frac{372 \text{ KW}}{35 \text{ rpm}}$$

$$. T = 10324,4 \text{ kg.mm}$$

Diameter Poros

$$d = \left[ \left( \frac{32n}{\pi S_{sp}} \right) (Mr^2 + T^2)^{1/2} \right]^{1/2}$$

$$d = \left[ \left( \frac{32 \cdot 2,5}{\pi \cdot 48 \text{ kg/mm}} \right) (142706,4)^2 + (10324,4)^2 \right]^{1/3}$$

$$d = \left[ \left( \frac{80}{\frac{150,8 \text{ kg}}{\text{mm}}} \right) (143079,1) \right]^{1/3}$$



$$d = [(0,53 \text{ kg.mm})(143079,1)]^{1/3}$$

$$d = [(75.975,)]^{1/3}$$

$$d = 27,1 \text{ mm}$$

maka Diameter poros sesungguhnya = 30 mm

#### 4. Bantalan

Terdapat 2 unit bantalan gelinding pada mesin Laminatng Tikar Spon. Kedua bantalan menumpu gaya lentur poros. Pemilihan jenis bantalan Dalam perencanaan ini bantalan yang direncanakan adalah bantalan gelinding yaitu bantalan peluru rel satu baris dengan pertimbangan pertimbangan sebagai berikut :

- Bidang kecil sehingga panas yang ditimbulkan lebih kecil
  - Perawatan lebih mudah dibandingkan dengan bantalanluncur
  - Dapat dipakai untuk putaran yang tinggi
  - tempat dudukan lebih kecil dibandingkan peluru rel dua baris
- Dari hasil Analisa dan perhitungan maka diperoleh data sebagai berikut :

1. Diameter Poros = 30mm

2. Gaya Bantalan di Titik A = Fah = 51 kg

Fav = 132 kg

3. Gaya bantalan di titik B = Fbh = 204 kg

Fbv = 154,6 kg

Gaya Radial pada Bantalan

$$Fr = \sqrt{(Fh)^2 + (Fv)^2}$$

Pada Bantalan A

$$Fra = \sqrt{(Fah)^2 + (Fav)^2}$$

$$Fra = \sqrt{(51)^2 + (132)^2}$$

$$Fra = \sqrt{(2601) + (17424)}$$

$$Fra = \sqrt{20.025}$$

$$Fra = 141,5 \text{ kg}$$

Pada Bantalan B

$$Frb = \sqrt{(Fbh)^2 + (Fbv)^2}$$

$$Frb = \sqrt{(204)^2 + (154)^2}$$

$$Frb = \sqrt{(41616) + (23716)}$$

$$Frb = \sqrt{65332}$$

$$Frb = 255 \text{ kg}$$

Beban Equivalent pada bantalan :

Maka ,  $X = 0,56$  dan  $Y = 1,99$ , Diketahui dari Tabel 1.C

, Nilai  $F_s = 2,5$

$V_1 = 1$  ( Ring dalam yang berputar)

$V_2 = 1,2$  ( Ring luar yang berputar )

Pada Bantalan A

$$P_a = X \cdot V_1 \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

$$P_a = F_s ( X \cdot V_1 \cdot F_{rA} ) + Y \cdot F_a$$

$$P_a = 2,5 ( 1 \cdot 1 \cdot 141,5 \text{ kg} ) + 1,99 \cdot 132 \text{ kg}$$

$$P_a = 616,43 \text{ kg}$$

Pada Bantalan B

$$P_b = X \cdot V_1 \cdot F_r + Y \cdot F_b$$

$$P_b = F_s ( X \cdot V_1 \cdot F_{rb} ) + Y \cdot F_b$$

$$P_b = 2,5 ( 1 \cdot 1 \cdot 255 ) + 1,99 \cdot 154,6$$

$$P_b = 792,1 \text{ kg}$$

### **B. Menentukan Kapasitas Nominal Spesifik**

Berdasarkan diameter poros yang digunakan pada perencanaan mesin ini, gaya dan arah gaya yang terjadi pada bantalan dalam baris tunggal agar dapat menahan beban radial yang terjadi pada bantalan.

Berdasarkan lampiran, nomor bantalan yang terdapat dalam table 1.D seperti yang diperlihatkan pada lampiran, maka digunakan

bantalan dengan nomor 6206

Spesifikasi tersebut adalah :

Diameter dalam (d) = 30 mm

Diameter luar (D) = 62 mm

Tebal bantalan (B) = 16 mm

Kapasitas nominal dinamis spesifik (C3) = 1530 kg

Kapasitas nominal statis (Co) = 1050 kg

Menghitung Umur Bantalan :

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \cdot n_p} \cdot \left( \frac{C}{P} \right)^b$$

Diketahui :

$$N_p = 35 \text{ rpm}$$

$$C = 3340 \text{ lb (Tabel 1.E)} \\ = (3340 \times 0,453) \text{ kg}$$

$$C = 1513,5 \text{ kg}$$

$$P_a = 616,43 \text{ kg}$$

$$P_b = 792,1 \text{ kg}$$

$$b = 3 \text{ ( untuk bantalan Bola )}$$

Sehingga :

Pada Bantalan A

$$L_{10} = \frac{10^6}{60.35 \text{ rpm}} \cdot \left( \frac{1513,5}{616,4} \right)^3 \\ = 476,1 \text{ jam} \cdot (2,465)^3 \\ = 7.087,6 \text{ jam}$$

Pada Bantalan B

$$L_{10} = \frac{10^6}{60.35 \text{ rpm}} \cdot \left( \frac{1519,5}{792,1} \right)^3 \\ = 476,1 \text{ jam} \cdot (1,918)^3 \\ = 3.359,2 \text{ jam}$$

## 5. Perhitungan pasak pada poros roller

Dalam Perhitungan pasak penting untuk menentukan Dimensi pasak yang akan digunakan pada Mesin. Bahan pasak terbuat dari ST 37 bahan diketahui memiliki kekuatan geser sebesar  $\tau = 185 \text{ N/mm}^2$  dan kekuatan Tarik sebesar  $\delta = 370 \text{ N/mm}$

Diketahui :  $\varnothing$  poros = 30 mm

n = 35 rpm

p =  $\frac{1}{2}$  Hp

1. Menghitung Lebar pasak (w) =  $\frac{d}{4}$

$$= \frac{30}{4}$$

$$= 7,5 \text{ mm}$$

2. Menghitung tinggi pasak (t) =  $\frac{2}{3} \cdot w$

$$= \frac{2}{3} \cdot 7,5$$

$$= 5 \text{ mm}$$

3. Torsi yang terjadi pada pasak  $T = \frac{4500 \cdot P}{2\pi N}$

$$T = \frac{4500 \cdot 0,5}{2 \cdot (3,14) \cdot 1400}$$

$$T = \frac{2250}{219,8} = 2500 \text{ N.mm}$$

4, Panjang pasak berdasarkan tegangan geser ijin bahan pasak

$$T = w \cdot l \cdot \frac{\tau}{sf} \cdot \frac{d}{2}$$

$$10,2 = 7,5 \cdot l \cdot \frac{185}{8} \cdot \frac{30}{2}$$

$$10,2 = 7,5 \cdot l \cdot 23,25 \cdot 15$$

$$L = \frac{2500}{7,5 \cdot 23,25 \cdot 15}$$

$$L = 4,3 \text{ mm}$$

5. Panjang pasak berdasarkan tegangan Tarik ijin bahan pasak

$$T = l \cdot \frac{t}{2} \cdot \frac{\delta}{sf} \cdot \frac{d}{2}$$

$$2500 = l \cdot \frac{4}{2} \cdot \frac{370}{8} \cdot \frac{30}{2}$$

$$L = \frac{2500}{462,5} = 5,4 \text{ mm}$$

Secara umum panjang pasak untuk ukuran  $w = 7,5 \text{ mm}$  dan  $t = 5$  dari lampiran Tabel 1.F tentang dimensi pasak diperoleh panjang pasak  $l = 25 \text{ mm}$

6. Gaya yang ditumpu pasak  $F = \frac{T}{r}$

$$= \frac{2500}{7,5} = 333,3 \text{ N}$$

7. Tegangan geser pada pasak  $T_s = \frac{F}{w \cdot l}$

$$= \frac{333,3}{7,5 \cdot 25} = 1,78 \text{ N}$$

8. Tegangan geser ijin pasak  $T t = \frac{\tau}{sf}$

$$= \frac{185}{8} = 23,125 \text{ N/mm}$$

Jadi tegangan  $T_s < T_t$  maka pasak aman digunakan

## 6. Perhitungan Rantai Dan Sproket

Perhitungan rantai pada perencanaan mesin ini Rantai yang digunakan untuk mentransmisikan daya dan putaran dari speed reducer ke poros adalah rantai nomor 40. Untuk menghitung panjang rantai yang direncanakan digunakan rumus :

$$L_p = \frac{z_1 + z_2}{2} + 2 C_p + \frac{\left[ \frac{z_2 - z_1}{6,28} \right]^2}{C_p}$$
$$C_p = \frac{1}{4} \left\{ \left[ L - \frac{z_1 + z_2}{2} \right] + \sqrt{\left( L - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - \frac{2}{9,86} (z_2 - z_1)^2} \right\}$$

Dan  $C = C_p \cdot P$

Dimana :

$L_p$  = Panjang rantai (jumlah mata rantai)

$P$  = Jarak bagi rantai (mm) = 12,7 mm (Table 1.G)

$Z_1$  = Jumlah gigi sprocket kecil = 21

$Z_2$  = Jumlah gigi sprocket besar = 21

$C$  = Jarak sumbu poros (mm)

$C_p$  = Jarak sumbu poros (jumlah mata rantai)

$L$  = Jumlah Mata Rantai = 70 (Ditetapkan)

1). Jarak Sumbu Poros

$$C_p = \frac{1}{4} \left\{ \left[ L - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right] + \sqrt{\left( L - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right)^2 - \frac{2}{9,86} (Z_2 - Z_1)^2} \right\}$$

$$C_p = \frac{1}{4} \left\{ \left( 70 - \frac{21+21}{2} \right) + \sqrt{\left( 70 - \frac{21+21}{2} \right)^2 - \frac{2}{9,86} (21 - 21)^2} \right\}$$

$$C_p = 12,25 + 49$$

$$C_p = 61,25$$

$$C = C_p \cdot P$$

$$C = 61,25 \cdot 12,7$$

$$C = 777,87 \text{ mm} = 77,787 \text{ cm}$$

2) Panjang rantai

$$L_p = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + 2 C_p + \frac{\left[ \frac{Z_2 - Z_1}{6,28} \right]^2}{C_p}$$

$$L_p = \frac{21+21}{2} + 2 \cdot 61,25 + \frac{\left[ \frac{21-21}{6,28} \right]^2}{61,25}$$

$$L_p = \frac{42}{2} + 122,5 + \frac{[6,28]^2}{61,25}$$

$$L_p = 21 + 122,5 + 0$$

$$L_p = 143,5 = 144$$

## A. Perhitungan Sproket



## 1. Perhitungan Jumlah Gigi

*Sproket* dipilih berdasarkan jenis rantai yang digunakan. *Sprocket* pada poros keluaran *speed reducer* dipilih *sprocket* dengan jumlah gigi 21 gigi berdiameter Ø 90 mm. Untuk mengetahui jumlah gigi pada sprocket yang terdapat pada poros, digunakan persamaan perbandingan ratio

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_1}{z_2}$$

Dimana :  $n_1$  = Jumlah putaran pada sprocket penggerak

Input dari reducer = 1450 Rpm =  $1450 / 40 = 35$  Rpm  
(Keluaran dari speed reducer)

$n$  = Jumlah Putaran pada sprocket digerakkan = 29 rpm  
(Penetapan)

$Z_1$  = Jumlah gigi pada sprocket penggerak = 21 (penetapan)

$Z_2$  = Jumlah gigi pada sprocket yang digerakkan  
21(Penetapan)

## Perhitungan Dimensi Sproket

Diameter lingkaran jarak bagi (pitch) dan diameter luar sprocket dapat di hitung dengan menggunakan rumus :

$$dp \frac{p}{\sin} = (180^\circ / Z_1) \quad dk = \{0,6 + \cos (180^\circ / Z_1)\} P$$

$$Dp \frac{p}{\sin} = (180^\circ / Z_2) \quad Dk = \{0,6 + \cos (180^\circ / Z_1)\} P$$

Dimana :

$dp$  = diameter pitch sproket penggerak (mm)

$Dp$  = diameter pitch sproket yang digerakkan (mm)

$dk$  = diameter luar sproket yang penggerak (mm)

$Dk$  = diameter luar sproket yang digerakkan (mm)

$P$  = Jarak bagi (pitch) rantai (mm) = 12,7 mm

a) Diameter Pitch sproket penggerak ( $dp$ ) :

$$D_p = \frac{p}{\sin} (180^\circ / z_1)$$

$$D_P = \frac{12,7}{\sin (\frac{180}{21})}$$

$$D_p = \frac{12,7}{\sin 8,57}$$

$$D_p = 90,7 \text{ mm}$$

c) Diameter Luar Sproket Penggerak (dk)

$$\begin{aligned} dk &= \{0,6 + \cos (180^\circ / Z_1)\} P \\ &= \{0,6 + \cos (180^\circ / 21)\} P \\ &= \{0,6 + (0,98)\} 12,7 \\ &= 13,046 \text{ mm} \end{aligned}$$

d) Diameter Luar Sprocket yang Digerakkan (Dk)

$$\begin{aligned} dk &= \{0,6 + \cos (180^\circ / Z_1)\} P \\ &= \{0,6 + \cos (180^\circ / 21)\} P \\ &= \{0,6 + (0,98)\} 12,7 \\ &= 13,046 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sudut kontak (  $\theta$  )

Untuk menghitung sudut kontak dapat di hitung persamaan :

$$\Theta = 1800 - \frac{57(D_p - d_p)}{c}$$

Dimana :

$D_p$  = diameter *pitch sprocket* yang digerakkan = 90,7 mm

$d_p$  = diameter *pitch sprocket* yang penggerak = 90,7 mm

$C$  = jarak sumbu poros = 77,787 cm

Maka :

$$\Theta = 180^\circ - \frac{57(907 \text{ mm} - 90,7 \text{ mm})}{7778,7}$$

$$, \Theta = 180^\circ$$

Jadi dari perhitungan di atas didapat sudut kontak nya  $\Theta =$

$$180^\circ$$

## 7. Perhitungan Heater

Heater pada mesin laminating Tikar spon berfungsi untuk memanaskan Lembaran lapisan film plastik jenis *Polystyrene* (PS). Temperature roll press akan dijaga pada suhu  $90^{\circ}\text{C}$  untuk proses pelaminasian spon, Heater akan bekerja ketika suhu roll press belum mencapai  $90^{\circ}\text{C}$  dan akan berhenti ketika suhu telah tercapai dan akan kembali bekerja ketika suhu telah turun menyentuh angka  $76^{\circ}\text{C}$ . Perhitungan jumlah kalor yang dikeluarkan heater dan daya heater adalah sebagai berikut

Untuk lembaran plastic jenis *polystyrene* (PS)  
Ukuran ; p = 1700mm, L = 500mm, T = 0,5mm  
 $\rho_{\text{plastic}} = 1,05 \text{ gr/cm}^3 \times (170 \times 50 \times 0,05) \text{ cm}^3$   
m plastic = 446,2 gr

Kebutuhan Kalor

Kebutuhan kalor diartikan sebagai banyaknya kalor yang diserap oleh suatu benda bermassa tertentu untuk menaikkan suhu sebesar  $\Delta T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) untuk mengetahui banyaknya kalor yang dilepas atau diterima oleh suatu zat dapat digunakan persamaan :

$$Q = m \times c \times \Delta t$$

Dimana : Q = Kalor yang dibutuhkan ( j )

m = massa benda yang menerima atau melepas .  
kalor ( kg )

$c$  = Kalor jenis zat (  $\text{J/Kg}^{\circ}\text{C}$  )

$\Delta T$  = Perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$  )

Ditanya :  $Q$  = kalor yang dibutuhkan (j)

Diketahui :  $m = 446,2 \text{ gr} = 0,4462 \text{ kg}$

$$\Delta T = 25^{\circ}\text{C} - 90^{\circ}\text{C} = 65^{\circ}\text{C}$$

,  $c = 0,5 \text{ Kkal/kg}^{\circ}\text{C}$  ( table 1.H)

Jawab :  $Q = m \times c \times \Delta t$

$$= 0,4462 \text{ kg} \times 0,5 \times 65$$

$$= 14.5015 \text{ kal} = 70,622,35 = 70 \text{ kj}$$

1.Menghitung daya yang dibutuhkan :

$$P = \frac{w}{t}$$
$$= \frac{70622}{35 \text{ s}}$$

$$= 2.017.77 \text{ W} = 2 \text{ Kw}$$

2.Menghitung Ampere Arus listrik :

$$P = 2.017.77 \text{ w} \quad V = 200 \text{ volt}$$

$$P = V \times I$$

$$2.017.77 \text{ w} = 200 \times I$$

$$I = 10 \text{ A}$$

3.Menghitung nilai rambatan :

$$V = I \times R$$

$$200 = 10 \times R$$

$$R = 500 \text{ ohm}$$

4. Jika dipasangkan pada 220 Volt

$$V = 220 \text{ v} \quad R = 500 \text{ ohm}$$

$$V = I \times R$$

$$220 = I \times 20$$

$$I = 11 \text{ A}$$



## 8. Menghitung kecepatan Roll dan waktu proses Laminasi

Pada proses Laminasi spon terjadi proses Pengerolan poros *Roller* terhadap bahan tika spon. Untuk menentukan waktu proses Laminasi terlebih dahulu menghitung kecepatan *Roll* dengan menggunakan rumus :

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{60}$$

Dimana :  $d$  = Diameter *Roll* (mm) = 97 mm

.  $n$  = Putaran poros (rpm) = 35 rpm

$$V = \frac{3,14 \times 97 \times 35}{1000 \times 60} = 0,177 \text{ m/s}$$

Dan Menghitung waktu pengerolan dengan menggunakan rumus :

$$t = \frac{h}{v}$$

Dimana :  $h$  = panjang benda yang diroll (m) = 6 m

.  $V$  = Kecepatan Pengerolan (m/s) = 0,177 m/s

$$t = \frac{6m}{0,177 \text{ m/s}} = 35,2 \text{ detik} = 35 \text{ detik}$$

jadi waktu proses Laminasi untuk 1 Bahan tika spon adalah 35 detik

## A.KAPASITAS PRODUKSI MESIN

Secara umum ukuran Tikar spon yang ada di pasaran adalah 120 cm x 200 cm, dan dalam produksi skala kecil 1 Ikat bahan yang digunakan dalam proses laminasi memiliki panjang 560 – 600 cm

Dan waktu intensitas kerja untuk usaha home lindustri adalah 8 jam

.Jam kerja selama 1 hari : 08:00 – 12:00 ( kerja )

12:00 - 13:00 ( Istirahat )

13:00 - 16:00 ( Kerja )

total kerja dalam sehari = 7 jam

1 ikat bahan membutuhkan waktu proses laminasi selama ± 35 Detik

Waktu pengerjaan = 7 jam x 60 menit

= 420 menit x 60 detik = 25,200 detik

Jumlah bahan yang di dapat : 25,200 detik : 35 detik ( 1 ikat )

= 720 Ikat

1 Ikat bisa dijadikan 2 – 3 lembar tikar ( Tergantung kualitas bahan )

720 x 2 = 1.440 lembar

Jadi kapasitas maksimal produksi dari mesin laminating tikar spon per hari bisa menghasilkan 1.440 lembar tikar

## 9. Perhitungan Harga Produk

### A. Harga pokok mesin

Menurut Akutansi biaya terdapat 2 metode menentukan harga pokok produk yaitu metode harga pokok proses dan harga pokok pesanan. Metode harga pokok proses digunakan pada industri yang memproduksi satu jenis produk. Metode harga pokok pesanan dipakai pada industri berdasarkan pesanan. Jadi, yang dimaksud dengan harga pokok pesanan adalah metode pengumpulan biaya produksi untuk menentukan harga pokok produk yang dibuat atas dasar pesanan. Pada metode harga pokok pesanan biaya produksi digolongkan menjadi biaya produksi langsung dan produksi tidak langsung.

#### a. Biaya Produksi Langsung

Harga pokok bahan baku yang dipakai dalam proses pembuatan mesin dan upah tenaga kerja yang dipakai dalam proses pembuatan mesin. Kedua biaya tersebut biasanya disebut dengan biaya bahan langsung dan biaya tenaga kerja langsung

#### b. Biaya Produksi Tidak Langsung

Disebut juga dengan biaya overhead pabrik adalah biaya selain biaya

bahan langsung dan biaya tenaga kerja langsung yang digunakan dalam proses pembuatan mesin, yang meliputi:

##### 1) Upah tidak langsung



2) Bahan penolong, misalnya elektroda, pahat, batu gerinda, gerinda potong dan lain-lain.

3) Biaya tenaga listrik/bahan bakar

Harga pokok produk mesin Laminating Tikar Spon ini ditentukan berdasarkan harga pokok pesanan. Berikut adalah taksiran harga pokok produk mesin Laminating Tikar Spon

Tabel 4.1 Biaya Desain Alat / Mesin Laminating Tikar Spon

Jenis Biaya	Macam Pekerjaan	Alat	Tenaga
Biaya Desain	Konsultasi & Analisa Gambar	50.000	250.000
		Jumlah	300.000

Tabel 4.2 Biaya Pembelian Komponen Mesin Laminating Tikar Spon

Jenis Biaya	NAMA KOMPONEN	JUMLAH	Harga	Jumlah
Biaya Pembelian Komponen	1. Besi hollo ukuran 30mm x 60mm x 2mm	2	100.000	200.000
	2. Bearing Pillow Block 205	2	45.000	90.000
	3. Bearing UCT 205	2	57.000	114.000
	4. Besi baja Roll	2	55.000	110.000

5. Motor Reducer ½ Hp 380 watt	1	1.200.000	1.200.000
6. Sprocket RS 40 21 gigi	1	60.000	60.000
7. Sprocket RS 40 20 gigi	1	53.000	53.000
8. Baut Motor 3/8 x ½ Inch	4		15.000
9. Baut Bearing 5/8 x 2 Inch	4		20.000
10. Rantai RS 40	1	275.000	275.000
11. Besi poros AS 25ac 30	1	120.000	120.000
12. Poros Ullir 5/8	1	70.000	50.000
13. Besi UNP 4 x 3mm	1	43.000	43.000
14. Roda Hidup 4 inch	4	35.000	140.000
15. Besi roll 2,5 mm	1	65.000	65.000
16. Besi siku 4 x 2 cm	1	20.000	20.000
17. Batu Gerinda	1	15.000	15.000
18. Cat besi	1	43.000	43.000
19. Panel Box	1	220.000	220.000
20. Kontaktor	1	100.000	100.000
21. Thermo Controller & Thermo couple	1	280.000	280.000
22. Inverter motor ½ Hp	1	700.000	700.000
23. Disc Heater	1	200.000	200.000
24. Over Load	1	150.000	150.000
Jumlah			4.283.000

Tabel 4.3 Biaya Pembuatan Mesin Laminating Tikar Spon

N o	Jenis Pekerjaan	Proses Pekerjaan	Waktu	Harga Pekerjaan/hari	Jumlah
1	Perakitan Rangka Mesin	Pengelasan	3 hari	130.000	390.000
2	Pembuatan roller Heater	Di bubut dan Dilas	2 hari	150.000	300.000
3	Perakitan Instalasi Listrik mesin	Pemasangan Komponen Listrik	2 hari	100.000	200.000
Jumlah					890.000

Tabel 4.4 Laba Mesin Laminating Tikar Spon

D. Laba 20 % (A+B+C)	A.Biaya Desain	300.000
	B.Biaya Pembelian Komponen	4.283.000
	C.Biaya Pembuatan	890.000
	Jumlah	5.443.000
Laba = 10% (A+B+C)		540.000

Tabel 4.5 Taksiran Harga Mesin Laminating Tikar Spon

E. Taksiran Harga Produk	A. Biaya Desain	300.000
	B. Biaya Pembelian Komponen	4.283.000
	C. Biaya Pembuatan	890.000
	D. Laba	540.000
Jumlah		6.013.000

Dari Tabel maka Diperoleh harga Produk Mesin Laminating Tikar Spon sebesar Rp. 6.013.000

