

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.2 Perhitungan Diameter Roda

Roda merupakan salah satu komponen yang penting pada mesin *transplanter* padi untuk menentukan jarak tanam bibit padi kedepan. Maka dari itu, diperlukan perhitungan diameter roda yang tepat agar dapat dilakukan penanaman sebanyak 4 kali dalam 1 putaran penuh roda dengan jarak tanam 25 cm, sehingga diketahui keliling 100 cm. Berikut rumus yang digunakan untuk menentukan diameter roda penentu jarak tanam :

$$\begin{aligned}\text{Keliling} &= \pi \cdot D \\ 100 \text{ cm} &= 3,14 \cdot D \\ D &= \frac{100 \text{ cm}}{3,14} \\ &= 31,847 \rightarrow 32 \text{ cm}\end{aligned}$$

Pertimbangan lingkungan kerja mesin dengan kondisi berlumpur dan posisi roda merupakan faktor yang penting yang perlu diperhatikan. Diketahui tinggi dudukan bantalan poros roda yaitu 15 cm dan perkiraan kedalaman lumpur 15 cm maka :

$$\begin{aligned}\text{Diameter roda} &= D + \text{tinggi dudukan bantalan} + \text{kedalaman lumpur} \\ \text{Diameter roda} &= 32 \text{ cm} + 15 \text{ cm} + 15 \text{ cm} \\ &= 62 \text{ cm}\end{aligned}$$

Jadi, diameter roda penentu jarak tanam pada mesin *transplanter* padi dengan energi surya ini adalah 62 cm.

4.2 Perhitungan *Sprocket* dan Rantai

4.2.1 Perhitungan *sprocket* rantai poros lengan ke motor

Diperlukan beberapa data awal yang untuk melakukan perencanaan dan perhitungan rantai dan *sprocket*.

Diketahui :

Faktor koreksi rantai (F_c) = 1,0 (halus, motor listrik)

Daya (P) = 0,6 kW

Tipe rantai = *single chain* no. 50

Pitch (p) = 15,875 mm

F_{Max} = 520 kg

Jumlah gigi *sprocket* penggerak (z₁) = 12

Jarak sumbu poros (C) = 300 mm

Perencanaan dan perhitungan yang diperlukan untuk rantai dan *sprocket* adalah sebagai berikut:

A. Daya rancangan

$$\begin{aligned} P_d &= F_c \cdot P \\ &= 1,0 \cdot 0,6 \text{ kW} \\ &= 0,6 \text{ kW} \end{aligned}$$

B. Jumlah gigi *sprocket* yang digerakkan

$$\begin{aligned} Nt_2 &= Nt_1 \cdot \frac{n_1}{n_2} \\ &= 12 \cdot \frac{60}{60} \\ &= 12 \end{aligned}$$

C. Diameter *sprocket*

1) Diameter *sprocket* penggerak

$$\begin{aligned} D_p &= \frac{p}{\sin\left(\frac{180}{z_1}\right)} \\ &= \frac{15,875 \text{ mm}}{\sin\left(\frac{180}{12}\right)} \\ &= 61,336 \text{ mm} \end{aligned}$$

2) Diameter *sprocket* yang digerakkan

$$\begin{aligned} d_p &= \frac{p}{\sin\left(\frac{180}{z_2}\right)} \\ &= \frac{15,875 \text{ mm}}{\sin\left(\frac{180}{12}\right)} \\ &= 61,336 \text{ mm} \end{aligned}$$

D. Kecepatan rantai

$$\begin{aligned}v &= \frac{p \cdot z_1 \cdot n_1}{60.1000} \\&= \frac{15,875 \text{ mm} \cdot 12 \cdot 100}{60.1000} \\&= 0,317 \text{ m/s}\end{aligned}$$

E. Panjang rantai

$$\begin{aligned}L_p &= \frac{z_1 + z_2}{2} + 2 \cdot C_p + \frac{[(z_2 - z_1)/6,28]^2}{C_p} \\&= \frac{12 + 12}{2} + 2 \cdot \frac{300 \text{ mm}}{15,875 \text{ mm}} + \frac{[(12 - 12)/6,28]^2}{\frac{300 \text{ mm}}{15,875 \text{ mm}}} \\&= 55,181 \rightarrow 56 \text{ mata rantai}\end{aligned}$$

F. Beban pada rantai

$$\begin{aligned}F &= \frac{102 \cdot P_d}{v} \\&= \frac{102 \cdot 0,6 \text{ kW}}{0,317 \text{ m/s}} \\&= 193,059 \text{ kg}\end{aligned}$$

4.3.2 Perhitungan *sprocket* poros lengan tanam ke roda

Diperlukan beberapa data awal yang untuk melakukan perencanaan dan perhitungan rantai dan *sprocket*.

Diketahui :

Faktor koreksi rantai (F_c) = 1,0 (halus, motor listrik)

Daya (P) = 0,6 kW

Tipe rantai = *single chain* no. 50

Pitch (p) = 15,875 mm

F_{\max} = 520 kg

Jumlah gigi *sprocket* penggerak (z_1) = 10

Jarak sumbu poros (C) = 400 mm

Perencanaan dan perhitungan yang diperlukan untuk rantai dan *sprocket* adalah sebagai berikut:

A. Daya rancangan

$$\begin{aligned} P_d &= F_c \cdot P \\ &= 1,0 \cdot 0,6 \text{ kW} \\ &= 0,6 \text{ kW} \end{aligned}$$

B. Jumlah gigi *sprocket* yang digerakkan

$$\begin{aligned} Nt_2 &= Nt_1 \cdot \frac{n_1}{n_2} \\ &= 10 \cdot \frac{60}{15} \\ &= 40 \end{aligned}$$

C. Diameter *sprocket*

1) Diameter *sprocket* penggerak

$$\begin{aligned} D_p &= \frac{p}{\sin\left(\frac{180}{z_1}\right)} \\ &= \frac{15,875 \text{ mm}}{\sin\left(\frac{180}{10}\right)} \\ &= 51,372 \text{ mm} \end{aligned}$$

2) Diameter *sprocket* yang digerakkan

$$\begin{aligned} d_p &= \frac{p}{\sin\left(\frac{180}{z_2}\right)} \\ &= \frac{15,875 \text{ mm}}{\sin\left(\frac{180}{40}\right)} \\ &= 202,334 \text{ mm} \end{aligned}$$

D. Kecepatan rantai

$$\begin{aligned} v &= \frac{p \cdot z_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \\ &= \frac{15,875 \text{ mm} \cdot 10 \cdot 100}{60 \cdot 1000} \\ &= 0,264 \text{ m/s} \end{aligned}$$

E. Panjang rantai

$$\begin{aligned}L_p &= \frac{z_1 + z_2}{2} + 2 \cdot C_p + \frac{[(z_2 - z_1)/6,28]^2}{C_p} \\&= \frac{10 + 40}{2} + 2 \cdot \frac{400 \text{ mm}}{15,875 \text{ mm}} + \frac{[(40 - 10)/6,28]^2}{\frac{400 \text{ mm}}{15,875 \text{ mm}}} \\&= 51,102 \rightarrow 52 \text{ mata rantai}\end{aligned}$$

F. Beban pada rantai

$$\begin{aligned}F &= \frac{102 \cdot Pd}{V} \\&= \frac{102 \cdot 0,6 \text{ kW}}{0,158 \text{ m/s}} \\&= 231,81 \text{ kg}\end{aligned}$$

4.3 Perancangan Poros

Terdapat dua buah poros pada mesin *transplanter* padi yaitu poros lengan penanam dan poros roda. Oleh karena itu dibutuhkan perancangan dan perhitungan untuk kedua poros agar mesin transplanter dapat berjalan sesuai fungsinya. Diperlukan data awal untuk perencanaan dan perhitungan pada poros yaitu sebagai berikut :

1. Daya motor (P) = 0,6 kW
2. Faktor koreksi (F_c) = 1,0 (daya normal)
3. Putaran poros lengan (n) = 100 rpm
4. Putaran poros roda (n) = 25 rpm
5. Momen torsi poros lengan

$$\begin{aligned}T &= 9,74 \cdot 10^5 \cdot P_d / n \\&= 9,74 \cdot 10^5 \cdot 0,6 \text{ kW} / 100 \text{ rpm} \\&= 5844 \text{ kg.mm}\end{aligned}$$

6. Momen torsi poros roda

$$\begin{aligned}T &= 9,74 \cdot 10^5 \cdot P_d / n \\&= 9,74 \cdot 10^5 \cdot 0,6 \text{ kW} / 25 \text{ rpm} \\&= 23376 \text{ kg.mm}\end{aligned}$$

7. Beban pada *sprocket* penghubung poros lengan ke motor

$$\begin{aligned} F &= \frac{T}{r} \\ &= \frac{5844 \text{ kg. mm}}{30,668 \text{ mm}} \\ &= 190,556 \text{ kg mm} \end{aligned}$$

8. Beban pada *sprocket* penghubung poros lengan ke roda

$$\begin{aligned} F &= \frac{T}{r} \\ &= \frac{5844 \text{ kg. mm}}{25,686 \text{ mm}} \\ &= 227,516 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

9. Beban pada *sprocket* penghubung poros roda ke lengan

$$\begin{aligned} F &= \frac{T}{r} \\ &= \frac{23776 \text{ kg. mm}}{101,167 \text{ mm}} \\ &= 235,017 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

10. Sudut inklinasi rantai *sprocket* penghubung poros lengan ke motor (θ) = 30°

11. Sudut inklinasi rantai *sprocket* penghubung poros lengan ke roda (θ) = 11°

12. Gaya *sprocket* poros lengan ke motor

a) horizontal

$$\begin{aligned} F_{dx} &= F \cdot \sin(\theta) \\ &= 190,556 \text{ kg.mm} \cdot \sin(30^\circ) \\ &= 95,278 \text{ kg.mm} \rightarrow 96 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

b) vertikal

$$\begin{aligned} F_{dy} &= F \cdot \cos(\theta) \\ &= 190,556 \text{ kg.mm} \cdot \cos(30^\circ) \\ &= 165,026 \text{ kg.mm} \rightarrow 166 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

13. Gaya *sprocket* poros lengan ke roda

a) horizontal

$$\begin{aligned} F_{cx} &= F \cdot \sin(\theta) \\ &= 227,516 \text{ kg.mm} \cdot \sin(11^\circ) \\ &= 43,412 \text{ kg.mm} \rightarrow 44 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

b) vertikal

$$\begin{aligned} F_{cy} &= F \cdot \cos(\theta) \\ &= 227,516 \text{ kg.mm} \cos(11^\circ) \\ &= 223,335 \text{ kg.mm} \rightarrow 224 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

14 Gaya *sprocket* poros roda ke lengan

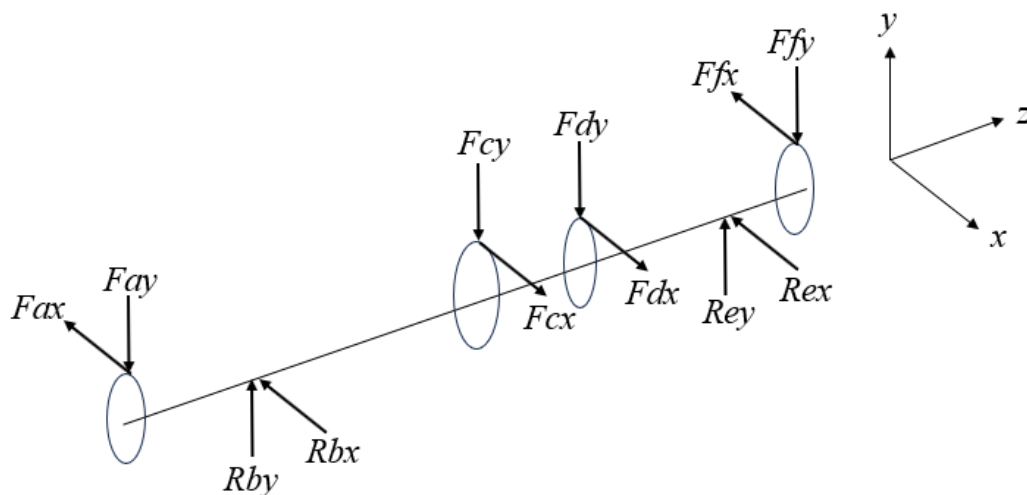
a) horizontal

$$\begin{aligned} F_{cx} &= F \cdot \sin(\theta) \\ &= 235,017 \text{ kg.mm} \cdot \sin(11^\circ) \\ &= 44,843 \text{ kg.mm} \rightarrow 45 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

b) vertikal

$$\begin{aligned} F_{cy} &= F \cdot \cos(\theta) \\ &= 235,017 \text{ kg.mm} \cdot \cos(11^\circ) \\ &= 230,699 \text{ kg.mm} \rightarrow 231 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

4.3.1 Perancangan poros lengan tanam



Gambar 4.1 Distribusi gaya pada poros lengan

Diketahui :

Gaya horizontal berat lengan (F_{ax}) = 35 N

Gaya vertikal berat lengan (F_{ay}) = 35 N

R_{bx} = Reaksi horizontal bantalan

R_{by} = Reaksi vertikal bantalan

Gaya horizontal *sprocket* penghubung poros lengan ke poros roda (F_{cx}) = 440 N

Gaya vertikal *sprocket* penghubung poros lengan ke poros roda (F_{cy}) = 2240 N

Gaya horizontal *sprocket* penghubung motor listrik ke poros lengan (F_{dx}) = 960 N

Gaya vertikal *sprocket* penghubung motor listrik ke poros lengan (F_{dy}) = 1660 N

R_{ex} = Reaksi horizontal bantalan

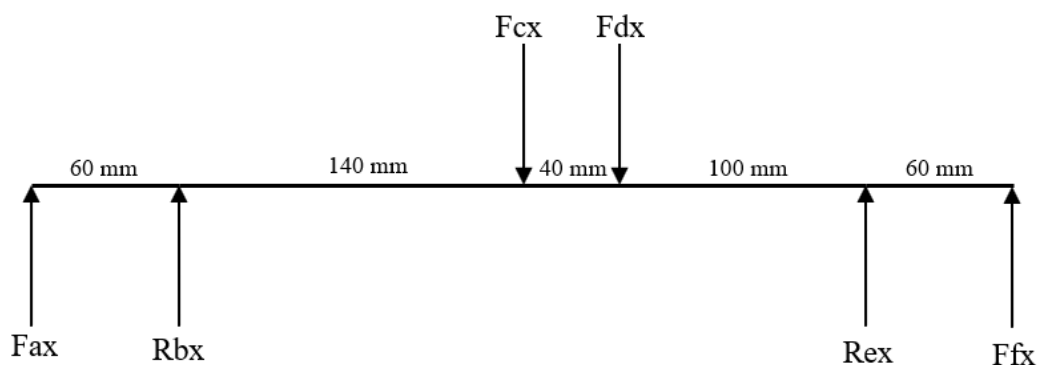
R_{ey} = Reaksi vertikal bantalan

Gaya horizontal berat lengan (F_{fx}) = 35 N

Gaya vertikal berat lengan (F_{fy}) = 35 N

Perhitungan untuk mengetahui diameter minimal pada poros dapat di tentukan sebagai berikut :

1. Bidang horizontal x



Gambar 4.2 Distribusi gaya bidang horizontal x

$$\sum \cup + R_{ex} = 0$$

$$F_{ax} \cdot 60 \text{ mm} + F_{cx} \cdot 140 \text{ mm} + F_{dx} \cdot 180 \text{ mm} - R_{ex} \cdot 280 \text{ mm} - F_{fx} \cdot 340 \text{ mm} = 0$$

$$R_{ex} \cdot 280 \text{ mm} = 35 \text{ N} \cdot 60 \text{ mm} + 440 \text{ N} \cdot 140 \text{ mm} + 960 \text{ N} \cdot 180 \text{ mm} - 35 \text{ N} \cdot 340 \text{ mm}$$

$$R_{ex} = \frac{224600}{280}$$

$$= 802,142 \text{ N}$$

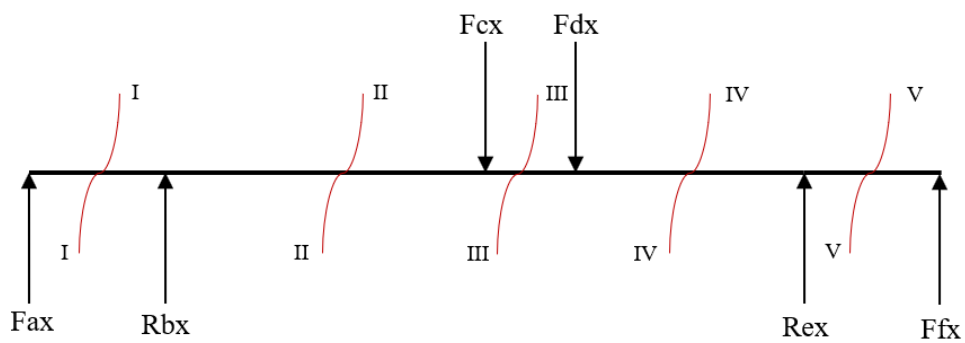
$$\cup \sum + R_{bx} = 0$$

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

$$- 35 \text{ N} - R_{bx} + 440 \text{ N} + 960 \text{ N} - 802,142 \text{ N} - 35 \text{ N} = 0$$

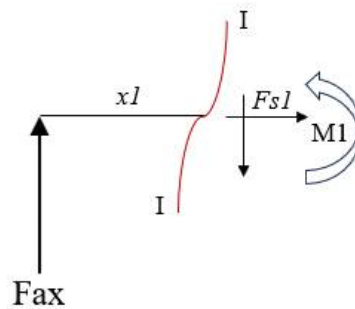
$$R_{bx} = 527,858 \text{ N}$$

2. Potongan bidang horizontal x



Gambar 4.3 Potongan bidang horizontal x

a) Potongan I-I (kiri)



Gambar 4.4 Potongan I-I bagian kiri

1) Momen

$$\cup \sum + M1 = 0$$

$$M1 = Fax \cdot x1$$

$$\text{Misal } x1 = 60 \text{ mm}$$

$$M1 = 35 \text{ N} \cdot 60 \text{ mm}$$

$$= 2100 \text{ N.mm}$$

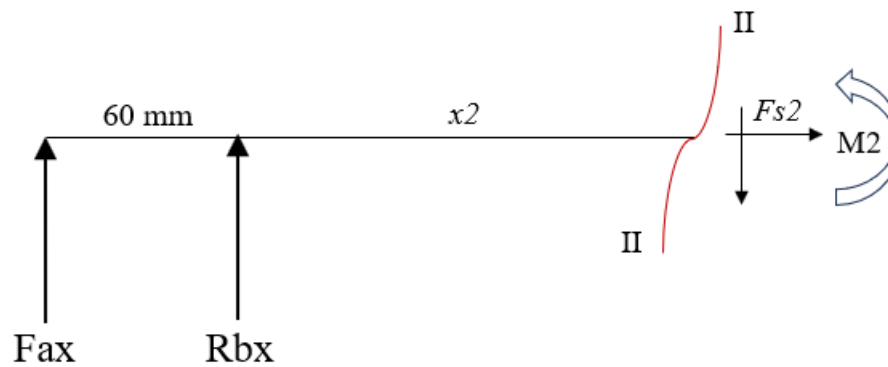
2) Gaya geser

$$\uparrow \sum + F_{s1} = 0$$

$$F_{s1} = F_{ax}$$

$$= 35 \text{ N}$$

b) Potongan II-II (kiri)



Gambar 4.5 Potongan II-II bagian kiri

1) Momen

$$\curvearrowright \sum + M2 = 0$$

$$M2 = F_{ax} \cdot (60 \text{ mm} + x2) + R_{bx} \cdot x2$$

Misal $x2 = 140 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} M2 &= 35 \text{ N} \cdot (60 \text{ mm} + 140 \text{ mm}) + 527,858 \text{ N} \cdot 140 \text{ mm} \\ &= 80900,12 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

2) Gaya geser

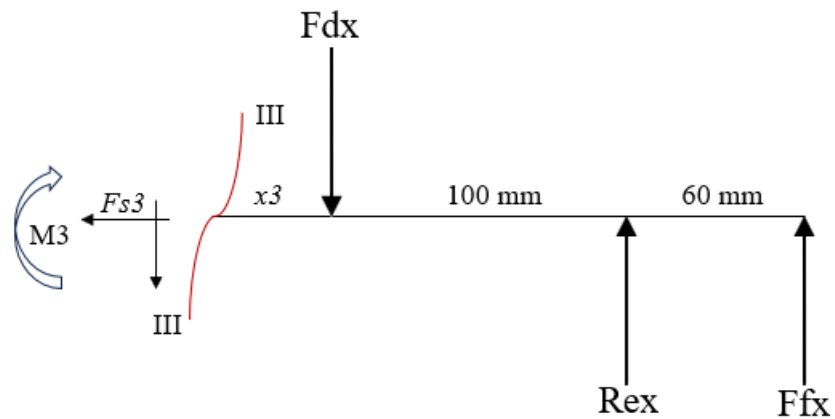
$$\uparrow \sum + F_{s2} = 0$$

$$F_{s2} = F_{ax} + R_{bx}$$

$$= 35 \text{ N} + 527,858 \text{ N}$$

$$= 562,858 \text{ N}$$

c) Potongan III-III (kanan)



Gambar 4.6 Potongan III-III bagian kanan

1) Momen

$$\curvearrowright \sum + M3 = 0$$

$$M3 - Ffx \cdot (60 + 100 \text{ mm} + x3) - Rex \cdot (100 \text{ mm} + x3) + Fdx \cdot x3$$

Misal $x3 = 40 \text{ mm}$

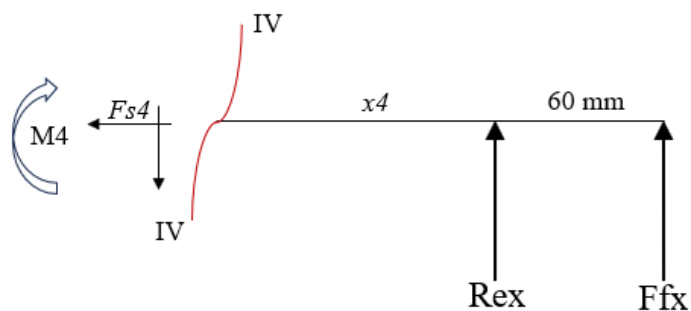
$$M3 - 35 \text{ N} \cdot (60 + 100 + 40 \text{ mm}) - 802,142 \text{ N} \cdot (100 \text{ mm} + 40 \text{ mm}) + 960 \text{ N} \cdot 40 \text{ mm} \\ = 80899,88 \text{ N.mm}$$

2) Gaya geser

$$\uparrow \sum + Fs3 = 0$$

$$Fs3 = - Ffx - Rex + Fdx \\ = - 35 \text{ N} - 802,142 \text{ N} + 960 \text{ N} \\ = 122,858 \text{ N}$$

d) Potongan IV-IV (kanan)



Gambar 4.7 Potongan IV-IV bagian kanan

1) Momen

$$\curvearrowright \sum + M4 = 0$$

$$M4 - F_{fx} \cdot (60 \text{ mm} + x4) - R_{ex} \cdot x4$$

Misal $x4 = 100 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} M4 - 35 \text{ N} \cdot (60 \text{ mm} + 100 \text{ mm}) - 802,142 \cdot (100 \text{ mm}) \\ = 85814,2 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

2) Gaya geser

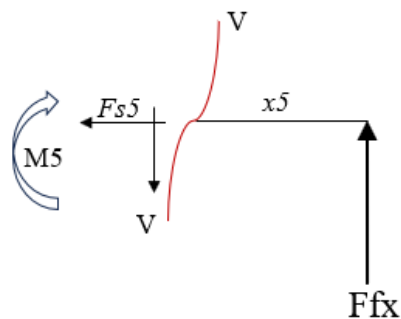
$$\uparrow \sum + F_{s4} = 0$$

$$F_{s4} = - F_{fx} - R_{ex}$$

$$= - 35 \text{ N} - 802,142 \text{ N}$$

$$= -837,142 \text{ N}$$

e) Potongan IV-IV (kanan)



Gambar 4.8 Potongan IV-IV bagian kanan

1) Momen

$$\curvearrowright \sum + M5 = 0$$

$$M5 - F_{fx} \cdot x5$$

Misal $x5 = 60 \text{ mm}$

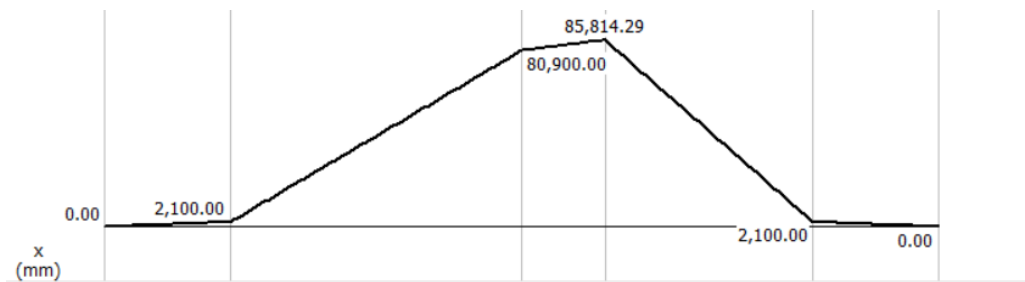
$$\begin{aligned} M5 - 35 \text{ N} \cdot 60 \text{ mm} \\ = 2100 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

2) Gaya geser

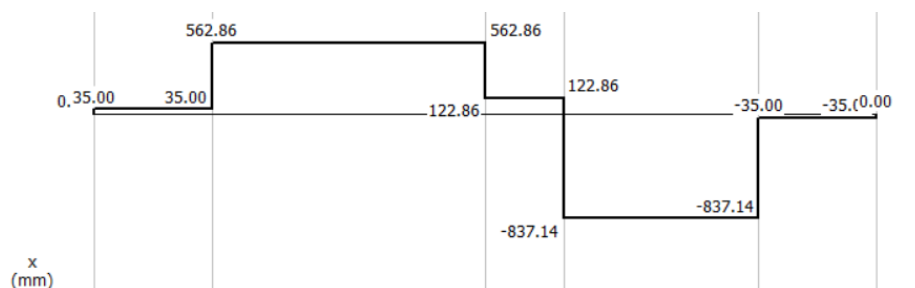
$$\uparrow \sum + F_{s5} = 0$$

$$F_{s5} = - F_{fx}$$

$$= - 35 \text{ N}$$

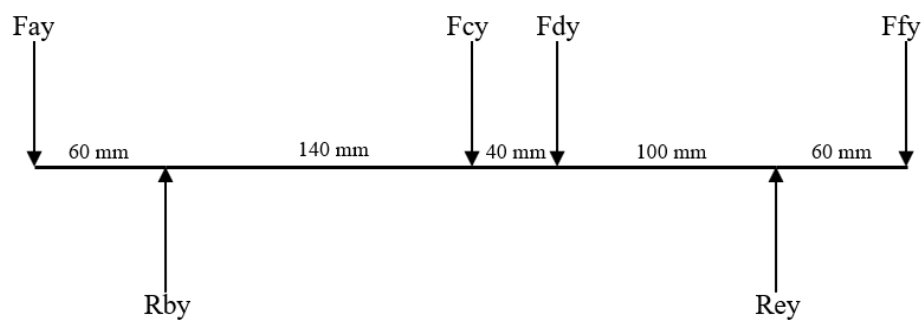


Gambar 4.9 Diagram momen arah horizontal



Gambar 4.10 Diagram gaya geser horizontal

3. Bidang vertikal y



Gambar 4.11 Distribusi gaya bidang vertikal y

$$\sum + R_{ey} = 0$$

$$- F_{ay} \cdot 60 \text{ mm} + F_{cy} \cdot 140 \text{ mm} + F_{dy} \cdot 180 \text{ mm} - R_{ey} \cdot 280 \text{ mm} + F_{fy} \cdot 340 \text{ mm} = 0$$

$$R_{ey} \cdot 280 \text{ mm} = -35 \text{ N} \cdot 60 \text{ mm} + 2240 \text{ N} \cdot 140 \text{ mm} + 1660 \text{ N} \cdot 180 \text{ mm} + 35 \text{ N} \cdot 340 \text{ mm}$$

$$R_{ey} = \frac{622200}{280}$$

$$= 2222,142 \text{ N}$$

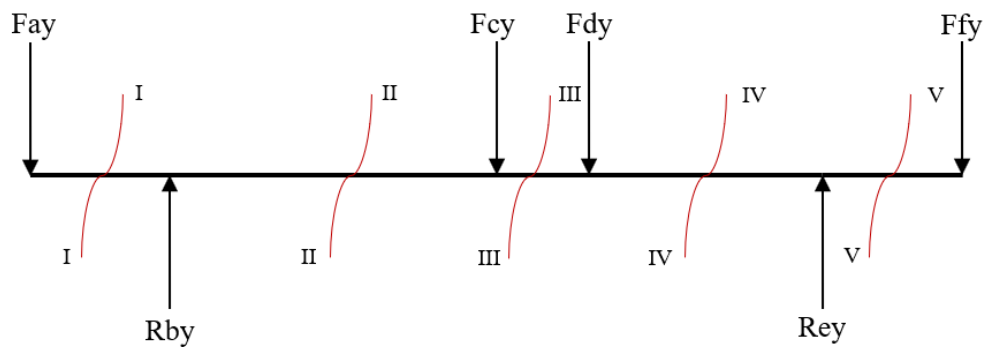
$$\cup \sum + R_{ey} = 0$$

$$F_{ay} - R_{by} + F_{cy} + F_{dy} - R_{ey} + F_{fy} = 0$$

$$35 \text{ N} - R_{by} + 2240 \text{ N} + 1660 \text{ N} - 2222,142 \text{ N} + 35 \text{ N} = 0$$

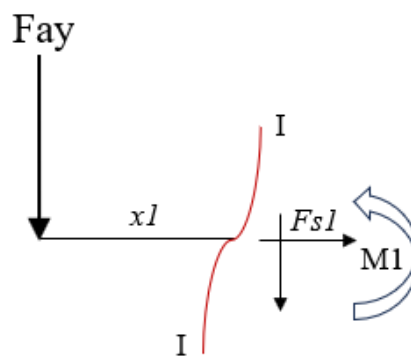
$$R_{by} = 1747,858 \text{ N}$$

4. Potongan poros bidang vertikal y



Gambar 4.12 Potongan bidang vertikal y

a) Potongan I-I (kiri)



Gambar 4.13 Potongan I-I bagian kiri

1) Momen

$$\cup \sum + M1 = 0$$

$$M1 = F_{ay} \cdot x1$$

Misal $x1 = 60 \text{ mm}$

$$M1 = 35 \text{ N} \cdot 60 \text{ mm}$$

$$= 2100 \text{ N.mm}$$

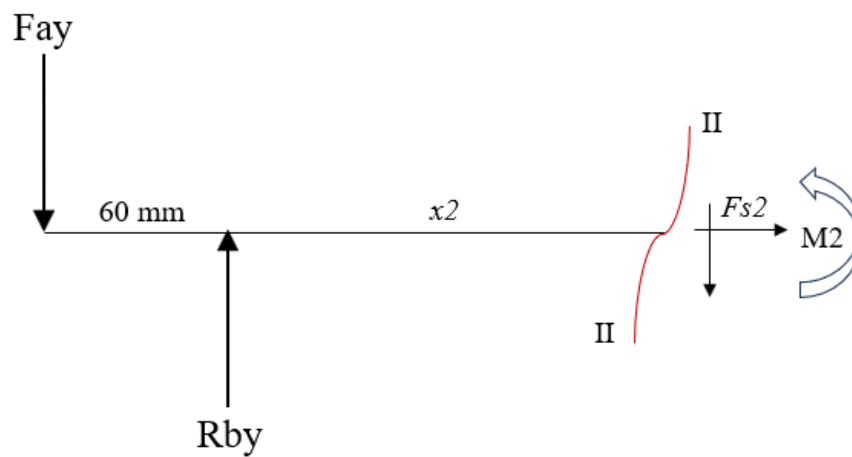
2) Gaya geser

$$\uparrow \sum + F_{s1} = 0$$

$$F_{s1} = - F_{ay}$$

$$= - 35 \text{ N}$$

b) Potongan II-II (kiri)



Gambar 4.14 Potongan II-II bagian kiri

1) Momen

$$\cup \sum + M_2 = 0$$

$$M_2 = - F_{ay} \cdot (60 \text{ mm} + x_2) + R_{by} \cdot x_2$$

$$\text{Misal } x_2 = 140 \text{ mm}$$

$$M_2 = - 35 \text{ N} \cdot (60 \text{ mm} + 140 \text{ mm}) + 1747,858 \text{ N} \cdot 140 \text{ mm}$$

$$= 237700,12 \text{ N.mm}$$

2) Gaya geser

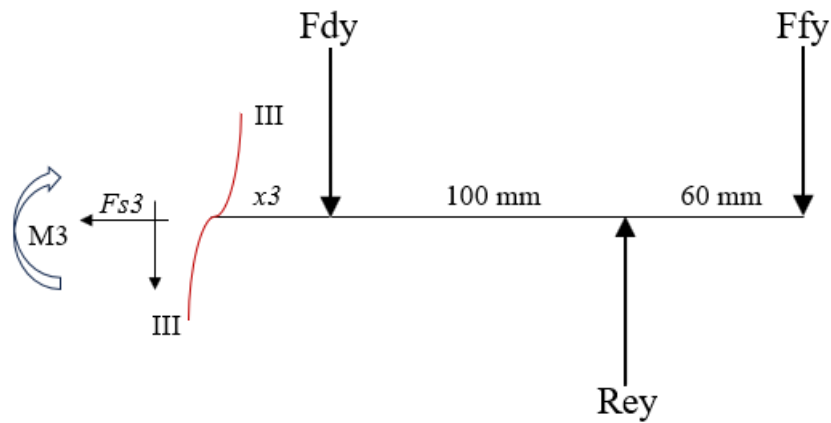
$$\uparrow \sum + F_{s2} = 0$$

$$F_{s2} = - F_{ay} + R_{by}$$

$$= - 35 \text{ N} + 1747,858 \text{ N}$$

$$= 1712,858 \text{ N}$$

c) Potongan III-III (kanan)



Gambar 4.15 Potongan III-III bagian kanan

1) Momen

$$\circlearrowleft \sum + M3 = 0$$

$$M3 + Ffy \cdot (60 + 100 \text{ mm} + x3) - Rey \cdot (100 \text{ mm} + x3) + Fdy \cdot x3$$

Misal $x3 = 40 \text{ mm}$

$$M3 + 35 \text{ N} \cdot (60 + 100 + 40 \text{ mm}) - 2222,142 \text{ N} \cdot (100 + 40 \text{ mm}) + 1660 \text{ N} \cdot 40 \text{ mm} \\ = 237699,88 \text{ N.mm}$$

2) Gaya geser

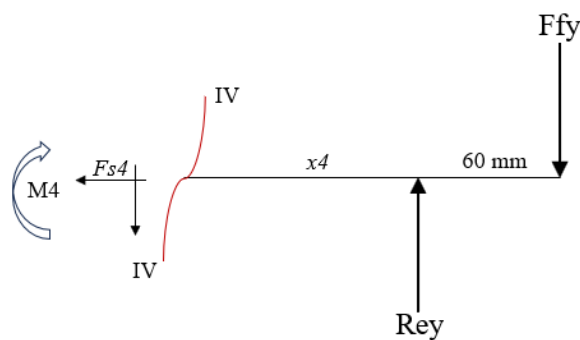
$$\uparrow \sum + Fs3 = 0$$

$$Fs3 = Ffy - Rey + Fdy$$

$$= 36 \text{ N} - 2222,142 \text{ N} + 1660 \text{ N}$$

$$= - 527,142 \text{ N}$$

d) Potongan IV-IV (kanan)



Gambar 4.16 Potongan IV-IV bagian kanan

1) Momen

$$\curvearrowright \sum + M4 = 0$$

$$M4 + F_{fy} \cdot (60 \text{ mm} + x4) - R_{ey} \cdot x4$$

Misal $x4 = 100 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} M4 + 35 \text{ N} \cdot (60 \text{ mm} + 100 \text{ mm}) - 2222,142 \text{ N} \cdot (100 \text{ mm}) \\ = 216614,2 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

2) Gaya geser

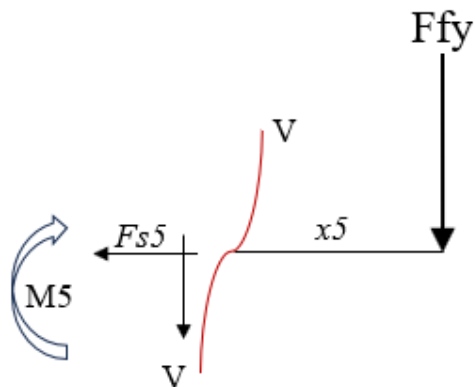
$$\uparrow \sum + F_{s4} = 0$$

$$F_{s4} = F_{fy} - R_{ey}$$

$$= 35 \text{ N} - 2222,142 \text{ N}$$

$$= - 2187,142 \text{ N}$$

e) Potongan V-V (kanan)



Gambar 4.17 Potongan V-V bagian kanan

1) Momen

$$\curvearrowright \sum + M5 = 0$$

$$M5 - F_{fy} \cdot x5$$

Misal $x5 = 60 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} M5 - 35 \text{ N} \cdot 60 \text{ mm} \\ = 2100 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

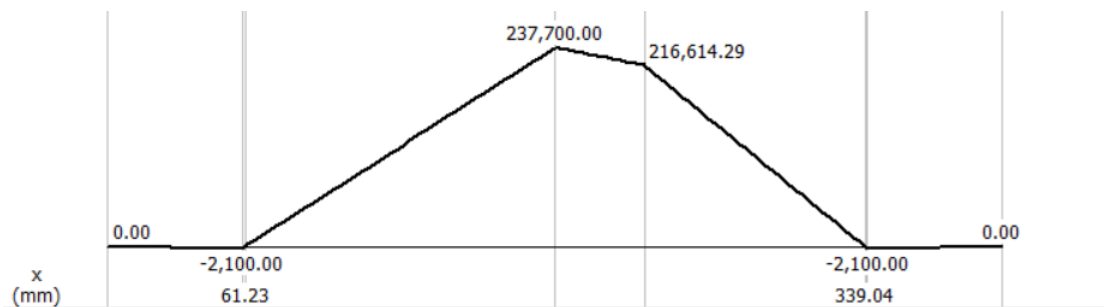
2) Gaya geser

$$\uparrow \sum + F_{s5} = 0$$

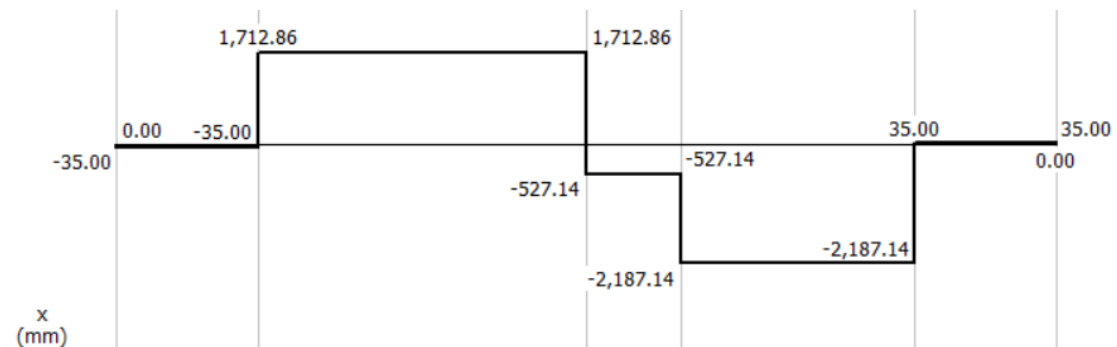
$$F_{s5} - F_{fy} = 0$$

$$F_{s5} - 35 \text{ N} = 0$$

$$F_{s5} = 35 \text{ N}$$



Gambar 4.19 Diagram momen arah vertikal



Gambar 4.20 Diagram gaya geser vertikal

5. Perhitungan diameter poros

a) Momen resultan

$$\begin{aligned} M_r &= \sqrt{(M_h)^2 + (M_v)^2} \\ &= \sqrt{(85814,2 \text{ N. mm})^2 + (237700,12 \text{ N. mm})^2} \\ &= 252716,093 \text{ N. mm} \rightarrow 25271,609 \text{ kg. mm} \end{aligned}$$

b) Momen torsi

$$\begin{aligned}
 T &= 9,74 \cdot 10^5 \cdot P_d / n \\
 &= 9,74 \cdot 10^5 \cdot 0,6 \text{ kW} / 100 \text{ rpm} \\
 &= 5844 \text{ kg.mm}
 \end{aligned}$$

c) Bahan poros : S55C-D

d) Kekuatan tarik $\sigma_B = 72 \text{ kg/mm}^2$

e) $Sf_1 = 6,0$ (bahan S-C dan baja paduan)

f) $Sf_2 = 1,3$ (bahan S-C dan baja paduan)

g) Faktor koreksi momen lentur $K_m = 1,5$ (momen lentur tetap)

h) Faktor koreksi momen puntir $K_t = 1,0$ (halus)

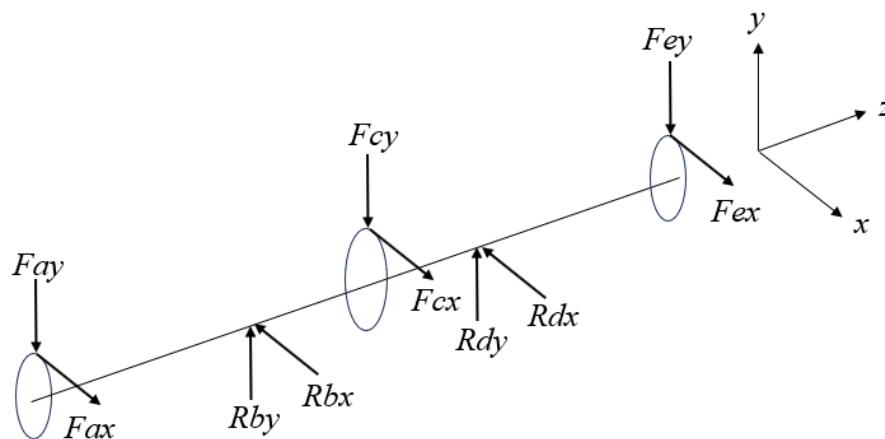
i) Tegangan geser yang diizinkan

$$\begin{aligned}
 \tau_\alpha &= \frac{\sigma_B}{(Sf_1 \cdot Sf_2)} \\
 &= \frac{72 \text{ kg/mm}^2}{(6,0 \cdot 1,3)} \\
 &= 9,236 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

j) Diameter poros

$$\begin{aligned}
 d_s &\geq \{(5,1/\tau_\alpha)\} \sqrt{(K_m \cdot Mr)^2 + (K_t \cdot T)^2}^{\frac{1}{3}} \\
 d_s &\geq \{(5,1/9,236 \text{ kg/mm}^2)\} \sqrt{(1,5 \cdot 25271,609 \text{ kg.mm})^2 + (1,0 \cdot 5844 \text{ kg.mm})^2}^{\frac{1}{3}} \\
 d_s &\geq 18,622 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

4.3.2 Perancangan poros roda



Gambar 4.20 Distribusi gaya pada poros roda

Diketahui :

Gaya horizontal berat lengan (F_{ax}) = 80 N

Gaya vertikal berat lengan (F_{ay}) = 80 N

R_{bx} = Reaksi horizontal bantalan

R_{by} = Reaksi vertikal bantalan

Gaya horizontal *sprocket* penghubung poros roda ke poros lengan (F_{cx}) = 450 N

Gaya vertikal *sprocket* penghubung poros roda ke poros lengan (F_{cy}) = 2310 N

R_{dx} = Reaksi horizontal bantalan

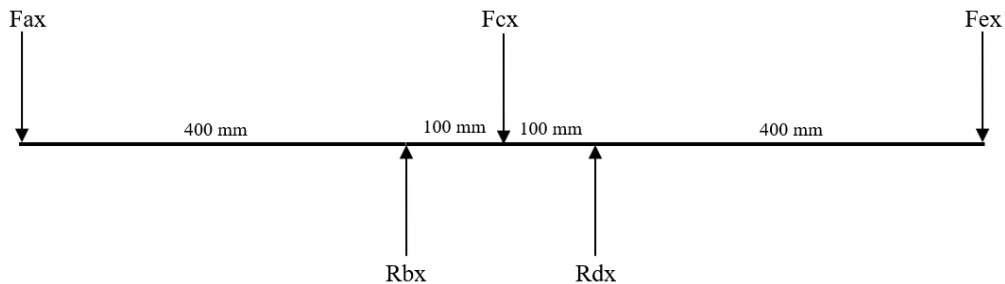
R_{dy} = Reaksi vertikal bantalan

Gaya horizontal berat lengan (F_{ex}) = 80 N

Gaya vertikal berat lengan (F_{ey}) = 80 N

Perhitungan untuk mengetahui diameter minimal pada poros dapat ditentukan sebagai berikut :

1. Bidang horizontal x



Gambar 4.21 Distribusi gaya bidang horizontal x

$$\cup \sum + R_{dx} = 0$$

$$- F_{ax} \cdot 400 \text{ mm} + F_{cx} \cdot 100 \text{ mm} - R_{dx} \cdot 200 \text{ mm} + F_{ex} \cdot 600 \text{ mm} = 0$$

$$R_{dx} \cdot 200 \text{ mm} = - 80 \text{ N} \cdot 400 \text{ mm} + 450 \text{ N} \cdot 100 \text{ mm} + 80 \text{ N} \cdot 600 \text{ mm}$$

$$R_{dx} = \frac{61000}{200}$$

$$= 305 \text{ N}$$

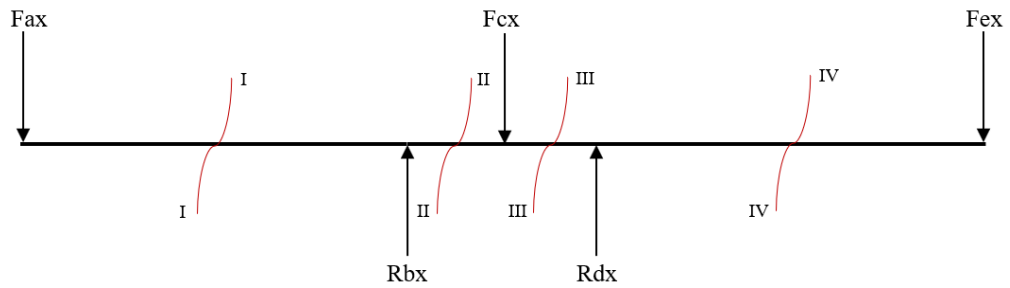
$$\cup \sum + R_{bx} = 0$$

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

$$80 \text{ N} - R_{bx} + 450 \text{ N} - 305 \text{ N} + 80 \text{ N} = 0$$

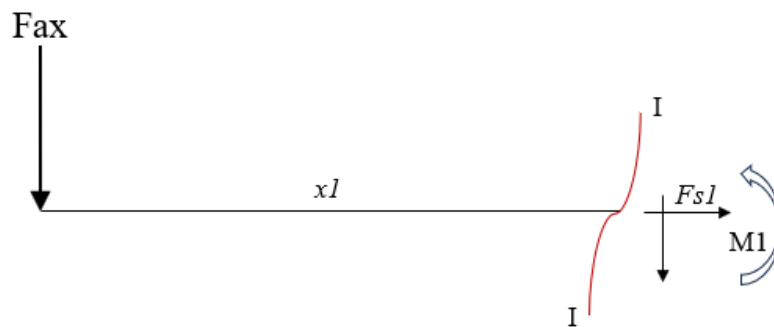
$$R_{bx} = 305 \text{ N}$$

2. Potongan poros bidang horizontal x



Gambar 4.22 Potongan bidang horizontal x

a) Potongan I-I (kiri)



Gambar 4.23 Potongan I-I bagian kiri

1) Momen

$$\curvearrowright \sum + M_1 = 0$$

$$M_1 - F_{ax} \cdot x_1$$

$$\text{Misal } x_1 = 400 \text{ mm}$$

$$M_1 = 80 \text{ N} \cdot 400 \text{ mm}$$

$$= 32000 \text{ N.mm}$$

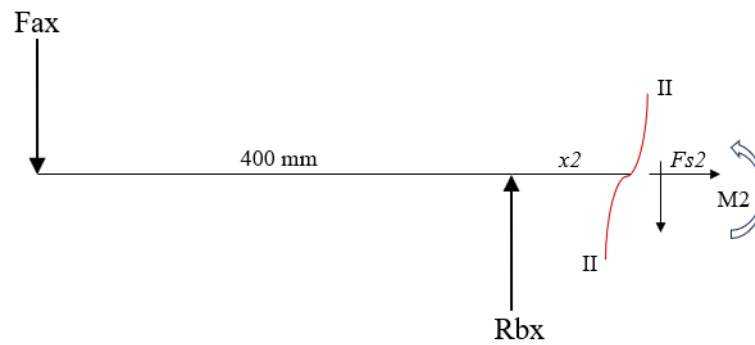
2) Gaya geser

$$\uparrow \sum + F_{s1} = 0$$

$$F_{s1} = - F_{ax}$$

$$= - 80 \text{ N}$$

b) Potongan II-II (kiri)



Gambar 4.24 Potongan II-II bagian kiri

1) Momen

$$\curvearrowright \sum + M2 = 0$$

$$M2 - Fax \cdot (400 \text{ mm} + x2) + Rbx \cdot x2$$

$$\text{Misal } x2 = 100 \text{ mm}$$

$$M2 - 80 \text{ N} \cdot (400 \text{ mm} + 100 \text{ mm}) + 305 \text{ N} \cdot 100 \text{ mm}$$

$$= 9500 \text{ N.mm}$$

2) Gaya geser

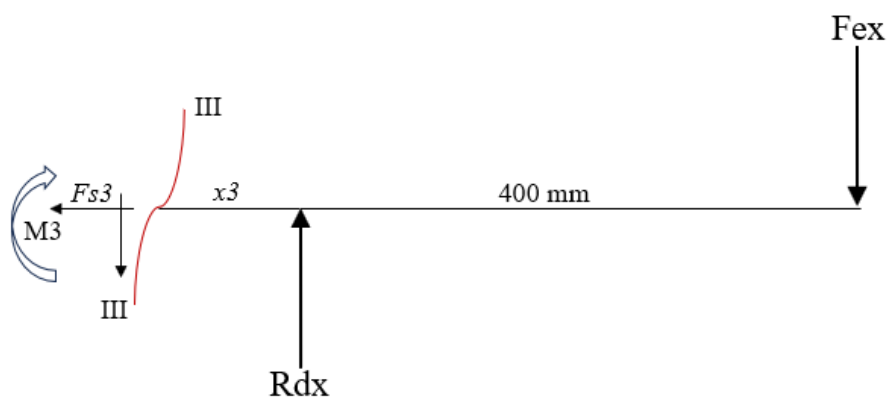
$$\uparrow \sum + Fs2 = 0$$

$$Fs2 = - Fax + Rbx$$

$$= - 80 \text{ N} + 305 \text{ N}$$

$$= 225 \text{ N}$$

c) Potongan III-III (kanan)



Gambar 4.25 Potongan III-III bagian kanan

1) Momen

$$\curvearrowright \sum + M3 = 0$$

$$M3 = F_{ex} \cdot (400 \text{ mm} + x3) - R_{dx} \cdot x3$$

Misal $x3 = 100 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} M3 &= 80 \text{ N} \cdot (400 + 100 \text{ mm}) - 305 \text{ N} \cdot 100 \text{ mm} \\ &= 9500 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

2) Gaya geser

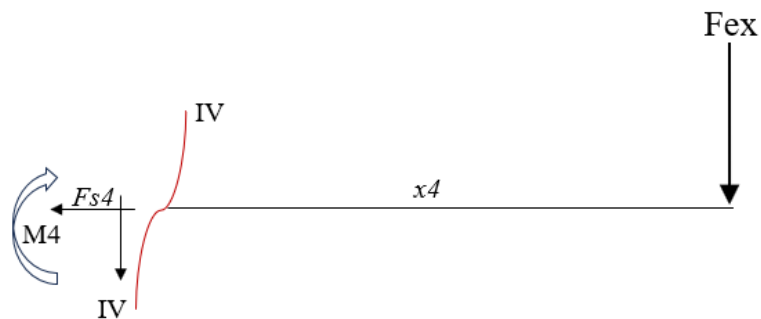
$$\uparrow \sum + F_{s3} = 0$$

$$F_{s3} = F_{ex} - R_{dx}$$

$$= 80 \text{ N} - 305 \text{ N}$$

$$= -225 \text{ N}$$

d) Potongan IV-IV (kanan)



Gambar 4.26 Potongan IV-IV bagian kanan

1) Momen

$$\curvearrowright \sum + M4 = 0$$

$$M4 = F_{ex} \cdot x4$$

Misal $x4 = 400 \text{ mm}$

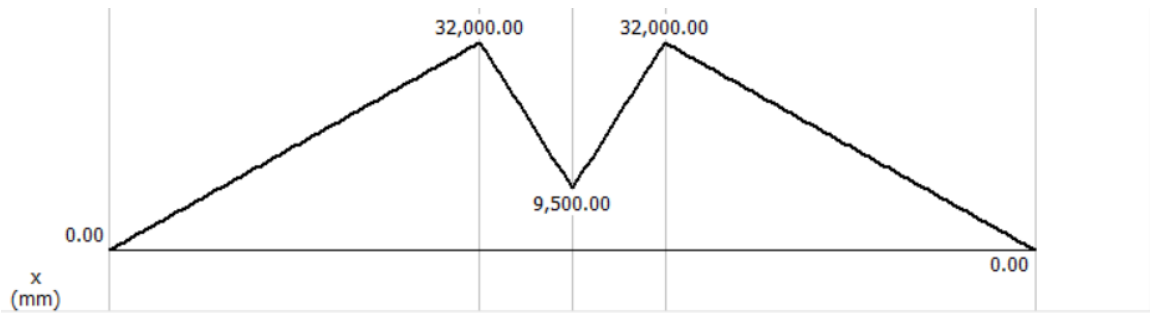
$$\begin{aligned} M4 &= 80 \text{ N} \cdot 400 \text{ mm} \\ &= 32000 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

2) Gaya geser

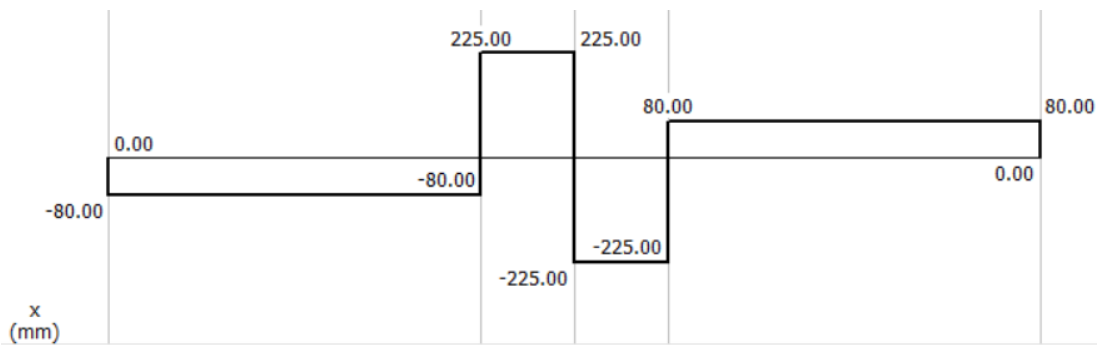
$$\uparrow \sum + F_{s4} = 0$$

$$F_{s4} = F_{ex}$$

$$= 80 \text{ N}$$

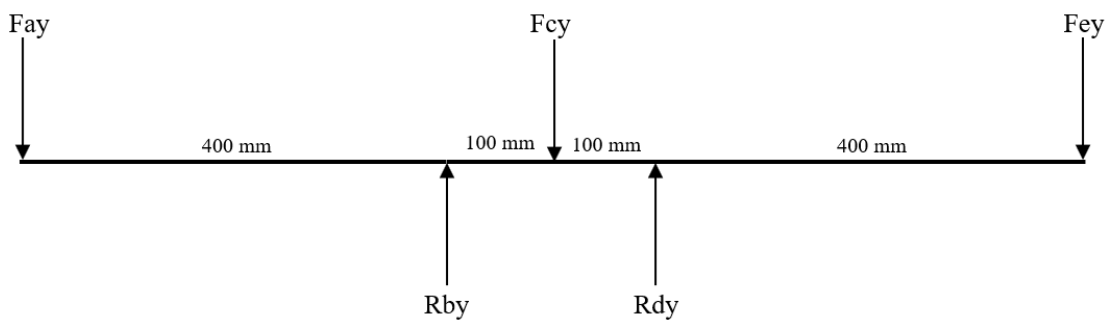


Gambar 4.27 Diagram momen arah horizontal



Gambar 4.28 Diagram gaya geser arah horizontal

3. Bidang vertikal y



Gambar 4.29 Distribusi gaya bidang vertikal y

$$\cup \sum + R_{dy} = 0$$

$$- F_{ay} \cdot 400 \text{ mm} + F_{cy} \cdot 100 \text{ mm} - R_{dy} \cdot 200 \text{ mm} + F_{ey} \cdot 600 \text{ mm} = 0$$

$$R_{dx} \cdot 200 \text{ mm} = - 80 \text{ N} \cdot 400 \text{ mm} + 2310 \text{ N} \cdot 100 \text{ mm} + 80 \text{ N} \cdot 600 \text{ mm}$$

$$R_{ex} = \frac{247000}{200}$$

$$= 1235 \text{ N}$$

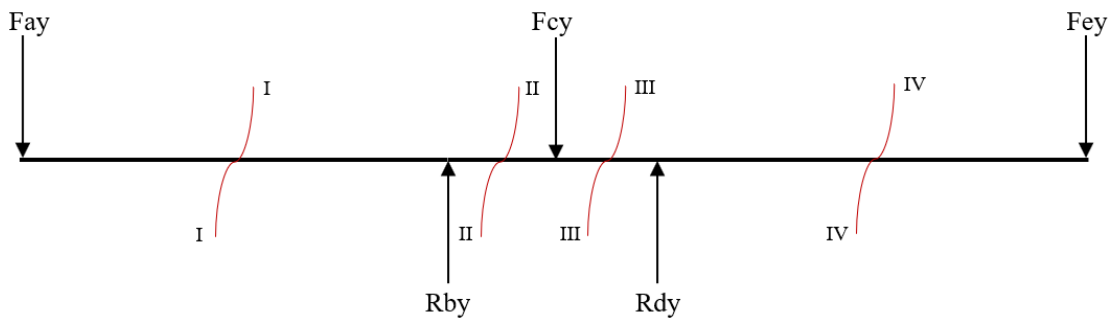
$$\cup \sum + R_{by} = 0$$

$$F_{ay} - R_{by} + F_{cy} - R_{dy} + F_{ey} = 0$$

$$80 \text{ N} - R_{by} + 2310 \text{ N} - 1235 \text{ N} + 80 \text{ N} = 0$$

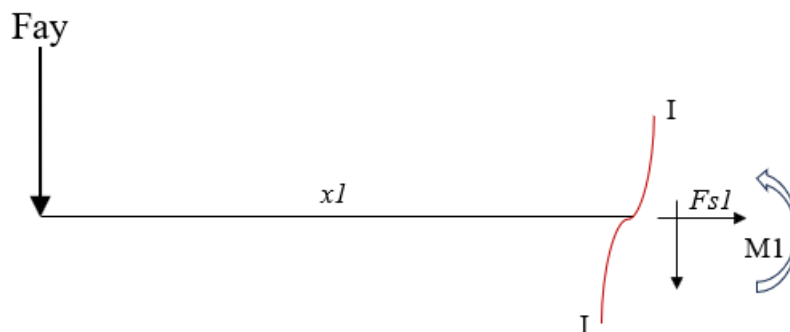
$$R_{by} = 1235 \text{ N}$$

4. Potongan poros bidang vertikal y



Gambar 4.30 Potongan bagian vertikal y

a) Potongan I-I (kiri)



Gambar 4.31 Potongan I-I bagian kiri

1) Momen

$$\curvearrowright \sum + M1 = 0$$

$$M1 - F_{ay} \cdot x1$$

$$\text{Misal } x1 = 400 \text{ mm}$$

$$M1 = 80 \text{ N} \cdot 400 \text{ mm}$$

$$= 32000 \text{ N.mm}$$

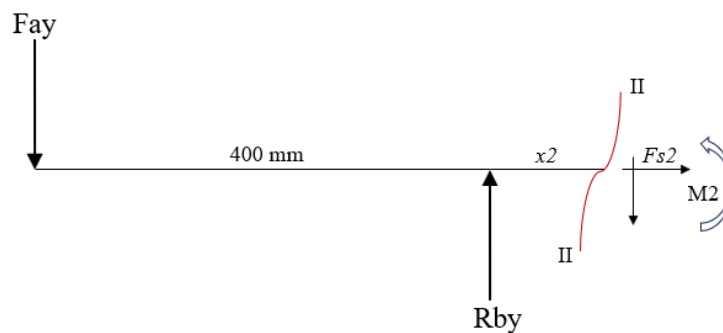
2) Gaya geser

$$\uparrow \sum + F_{s1} = 0$$

$$F_{s1} = - F_{ay}$$

$$= - 80 \text{ N}$$

b) Potongan II-II (kiri)



Gambar 4.32 Potongan II-II bagian kiri

1) Momen

$$\curvearrowright \sum + M2 = 0$$

$$M2 - F_{ay} \cdot (400 \text{ mm} + x2) + R_{by} \cdot x2$$

$$\text{Misal } x2 = 100 \text{ mm}$$

$$M2 - 80 \text{ N} \cdot (400 \text{ mm} + 100 \text{ mm}) + 1235 \text{ N} \cdot 100 \text{ mm}$$

$$= 83500 \text{ N.mm}$$

2) Gaya geser

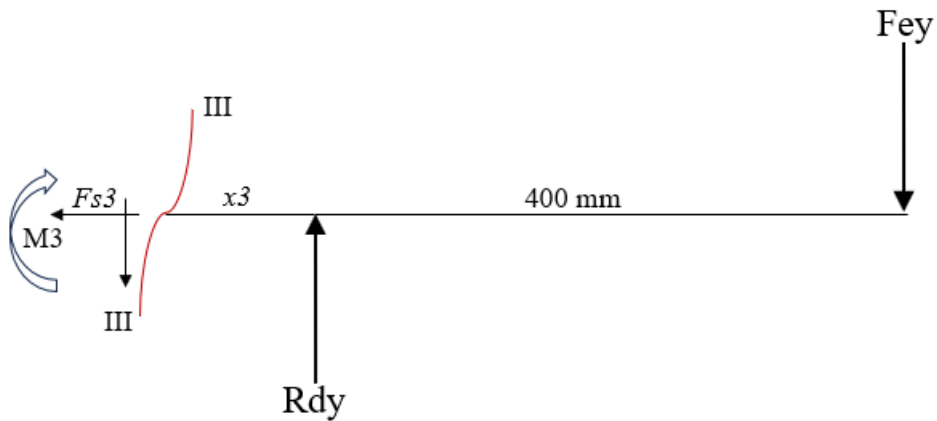
$$\uparrow \sum + F_{s2} = 0$$

$$F_{s2} = - F_{ay} + R_{by}$$

$$= - 80 \text{ N} + 1235 \text{ N}$$

$$= 1155 \text{ N}$$

c) Potongan III-III (kanan)



Gambar 4.33 Potongan III-III bagian kanan

1) Momen

$$\curvearrowright \sum + M3 = 0$$

$$M3 = Fey \cdot (400 \text{ mm} + x3) - Rdy \cdot x3$$

Misal $x3 = 100 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} M3 &= 80 \text{ N} \cdot (400 + 100 \text{ mm}) - 1235 \text{ N} \cdot 100 \text{ mm} \\ &= 83500 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

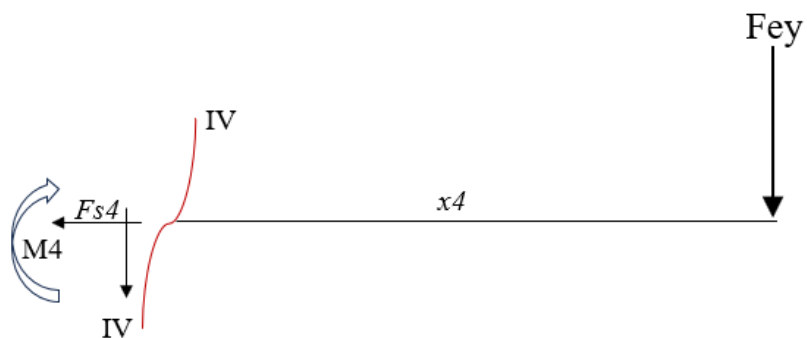
2) Gaya geser

$$\uparrow \sum + Fs3 = 0$$

$$Fs3 = Fey - Rdy$$

$$\begin{aligned} &= 80 \text{ N} - 1235 \text{ N} \\ &= - 1155 \text{ N} \end{aligned}$$

d) Potongan IV-IV (kanan)



Gambar 4.34 Potongan IV-IV bagian kanan

1) Momen

$$\cup \sum + M_4 = 0$$

$$M_4 = F_{ey} \cdot x_4$$

$$\text{Misal } x_4 = 400 \text{ mm}$$

$$M_4 = 80 \text{ N} \cdot 400 \text{ mm}$$

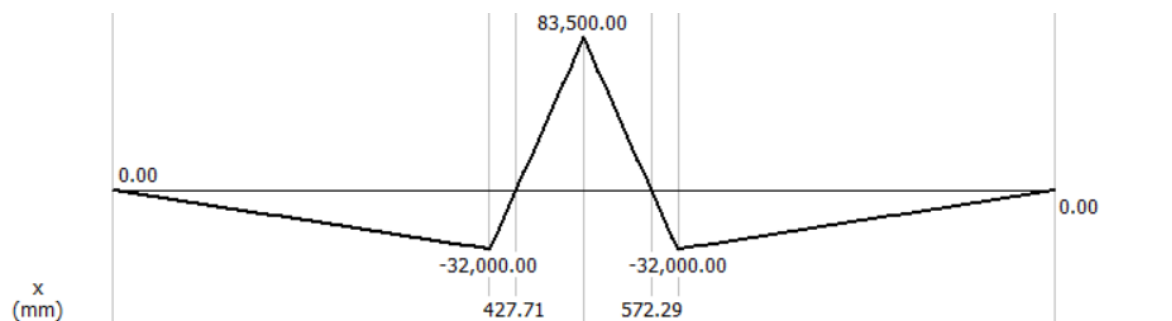
$$= 32000 \text{ N.mm}$$

2) Gaya geser

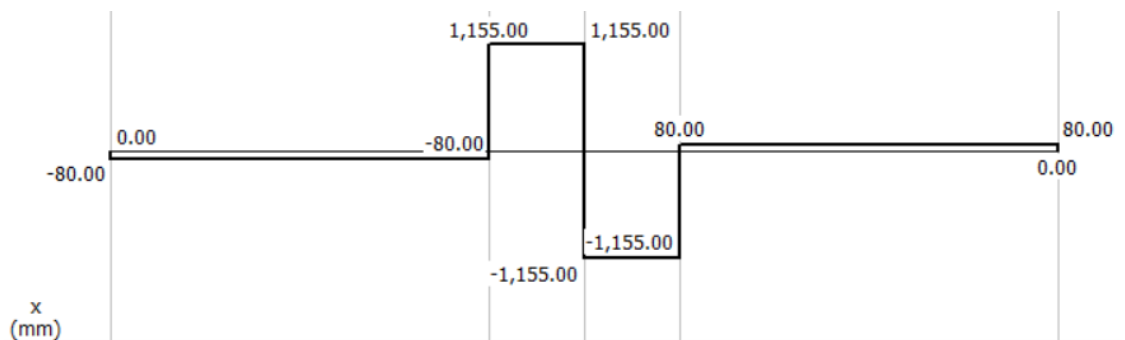
$$\uparrow \sum + F_{s4} = 0$$

$$F_{s4} = F_{ey}$$

$$= 80 \text{ N}$$



Gambar 4.35 Diagram momen arah horizontal



Gambar 4.36 Diagram gaya geser horizontal

5. Diameter poros

a) Momen resultan

$$\begin{aligned} M_r &= \sqrt{(M_h)^2 + (M_v)^2} \\ &= \sqrt{(32000 \text{ N.mm})^2 + (83500 \text{ N.mm})^2} \\ &= 83561,294 \text{ N.mm} \rightarrow 8356,129 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

b) Momen torsi

$$\begin{aligned} T &= 9,74 \cdot 10^5 \cdot P_d / n \\ &= 9,74 \cdot 10^5 \cdot 0,6 \text{ kW} / 25 \text{ rpm} \\ &= 23376 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

c) Bahan poros : S55C-D

d) Kekuatan tarik $\sigma_B = 72 \text{ kg/mm}^2$

e) $Sf_1 = 6,0$ (bahan S-C dan baja paduan)

f) $Sf_2 = 1,3$ (bahan S-C dan baja paduan)

g) Faktor koreksi momen lentur $K_m = 1,5$ (momen lentur tetap)

h) Faktor koreksi momen puntir $K_t = 1,0$ (halus)

i) Tegangan geser yang diizinkan

$$\begin{aligned} \tau_\alpha &= \frac{\sigma_B}{(Sf_1 \cdot Sf_2)} \\ &= \frac{72 \text{ kg/mm}^2}{(6,0 \cdot 1,3)} \\ &= 9,236 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

j) Diameter poros

$$\begin{aligned} d_s &\geq \{(5,1/\tau_\alpha)\} \sqrt{(K_m \cdot M_r)^2 + (K_t \cdot T)^2}^{\frac{1}{3}} \\ d_s &\geq \{(5,1/ 9,236 \text{ kg/mm}^2)\} \sqrt{(1,5 \cdot 8356,129 \text{ kg.mm})^2 + (1,0 \cdot 23376 \text{ kg.mm})^2}^{\frac{1}{3}} \\ d_s &\geq 16,467 \text{ mm} \end{aligned}$$

4.4 Perhitungan Bantalan

Hasil perhitungan poros dapat diketahui ukuran bearing terdekat yang ada dipasaran yaitu sebesar 19 mm. Ukuran-ukuran pada bantalan dapat di tentukan sebagai berikut :

Diketahui :

Nomor bantalan = 6004

Diameter luar bantalan (D) = 42 mm

Lebar bantalan (B) = 12 mm

Kapasitas nominal dinamis spesifik (C) = 735 kg

Kapasitas nominal statis spesifik: (C_o) = 465 kg

Untuk bantalan bola alur dalam (Fa / C_o) = 0,014

Faktor beban radial (X) = 0,56

Faktor beban aksial (Y) = 2,30

Faktor beban dinamis (V) = beban putar pada cincin dalam 1

Faktor ekuivalen (e) = 0,19

Beban aksial bantalan Fa = C_o . 0,014

$$= 465 . 0,014$$

$$= 6,51 \text{ kg}$$

Beban radial bantalan Fr = $\frac{Fa}{v \cdot e}$

$$= \frac{6,51}{1 \cdot 0,19}$$

$$= 34,263 \text{ kg}$$

Perhitungan untuk mengetahui umur nominal pada bantalan dapat di tentukan sebagai berikut :

1. Beban ekuivalen dinamis

$$P = X \cdot V \cdot Fr + Y \cdot Fa$$

$$= 0,56 \cdot 1 \cdot 34,263 + 2,30 \cdot 6,51$$

$$= 62,135 \text{ kg}$$

2. Faktor kecepatan putaran bantalan

$$\begin{aligned}F_n &= \left[\frac{33,3}{n} \right]^{1/3} \\ &= \left[\frac{33,3}{60} \right]^{1/3} \\ &= 0,821\end{aligned}$$

3. Faktor umur bantalan

$$\begin{aligned}F_h &= F_n \frac{C}{P} \\ &= 0,821 \frac{735}{62,135} \\ &= 9,711\end{aligned}$$

4. Umur nominal

$$\begin{aligned}L_h &= 500 \cdot F_h^3 \\ &= 500 \cdot 9,711^3 \\ &= 457\,890,746 \text{ jam}\end{aligned}$$

4.5 Perhitungan Pasak

Berdasarkan diameter poros dan bantalan yang telah dirancang dan dihitung yaitu sebesar 19 mm. Dapat diketahui pasak sebagai berikut.

Diketahui :

Lebar pasak (W) = 6 mm

Tinggi pasak (H) = 6 mm

Material untuk pasak = SAE 1018.

Yield strength material (S_y) = 372 mpa

Perhitungan untuk mengetahui panjang minimal pada pasak dapat ditentukan sebagai berikut :

1. Torsi pada poros

$$\begin{aligned}T &= 9,74 \cdot 10^5 \cdot P_d / n \\ &= 9,74 \cdot 10^5 \cdot 0,6 \text{ kW} / 25 \text{ rpm} \\ &= 23376 \text{ kg.mm} \rightarrow 233760 \text{ N.mm}\end{aligned}$$

2. Tegangan geser ijin

$$\begin{aligned}\tau_d &= \frac{0,5 \cdot S_y}{N} \\ &= \frac{0,5 \cdot 372}{1,25} \\ &= 148,8\end{aligned}$$

3. Tegangan tekan ijin

$$\begin{aligned}\sigma_d &= \frac{S_y}{N} \\ &= \frac{372}{1,25} \\ &= 297,6\end{aligned}$$

4. Menghitung panjang minimum pasak berdasarkan tegangan geser

$$\begin{aligned}L_{min} &= \frac{2 \cdot T}{\tau_d \cdot D \cdot W} \\ &= \frac{2 \cdot 233760 \text{ N.mm}}{148,8 \cdot 19 \cdot 6} \\ &= 27,560 \text{ mm}\end{aligned}$$

5. Menghitung panjang minimum pasak berdasarkan tegangan tekan

$$\begin{aligned}L_{min} &= \frac{4 \cdot T}{\sigma_d \cdot D \cdot H} \\ &= \frac{4 \cdot 233760 \text{ N.mm}}{297,6 \cdot 19 \cdot 6} \\ &= 27,560 \text{ mm}\end{aligned}$$

4.6 Perhitungan Daya Baterai

Diperlukan data awal dari baterai dan panel surya untuk perhitungan daya baterai, yaitu diketahui sebagai berikut :

Diketahui :

Kapasitas panel surya (KPS) = 85 WP

Serapan sinar matahari (SSM) = 5 jam

Tegangan (V) = 12 volt

Daya/beban (P) = 600 watt

Kapasitas baterai (KB) = 50 Ah

Kebutuhan daya baterai (BDB) = 600 watt

Supply arus listrik (SAL) = 85 WP × 5 jam = 425 watt

Perhitungan untuk pemakaian daya dan waktu pengisian daya pada baterai dapat ditentukan sebagai berikut :

1. Supply arus listrik

$$\begin{aligned} \text{SAL} &= \text{KPS} \cdot \text{SSM} \\ &= 85 \text{ WP} \cdot 5 \text{ jam} \\ &= 425 \text{ watt} \end{aligned}$$

2. Kuat arus baterai

$$\begin{aligned} P &= V \cdot I \\ 600 \text{ watt} &= 12 \text{ volt} \cdot I \\ I &= \frac{600 \text{ watt}}{12 \text{ volt}} \\ &= 50 \text{ ampere} \end{aligned}$$

3. Waktu pemakaian baterai

$$\begin{aligned} \text{WP} &= \frac{\text{KB}}{I} \\ &= \frac{50 \text{ ah}}{50 \text{ ampere}} \\ &= 1 \text{ jam} \end{aligned}$$

4. Efisiensi baterai

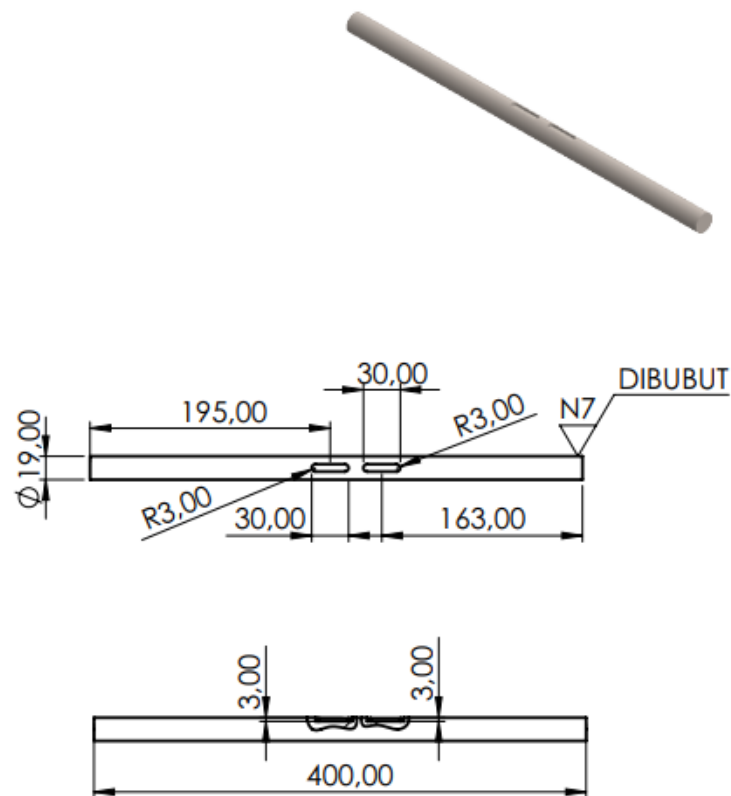
$$\begin{aligned} \text{EB} &= \text{WP} - (\text{WP} \cdot 20\%) \\ &= 1 \text{ jam} - (1 \text{ jam} \cdot 20\%) \\ &= 0,8 \text{ jam} \end{aligned}$$

5. Waktu pengisian baterai

$$\begin{aligned} \text{WPB} &= \frac{\text{BDB}}{\text{SAL}} \cdot 5 \text{ jam} \\ &= \frac{600 \text{ watt}}{425 \text{ watt}} \cdot 5 \text{ jam} \\ &= 7,058 \text{ jam} \end{aligned}$$

4.7 Proses Produksi

4.7.1 Proses produksi poros lengan



Gambar 4.37 Poros lengan

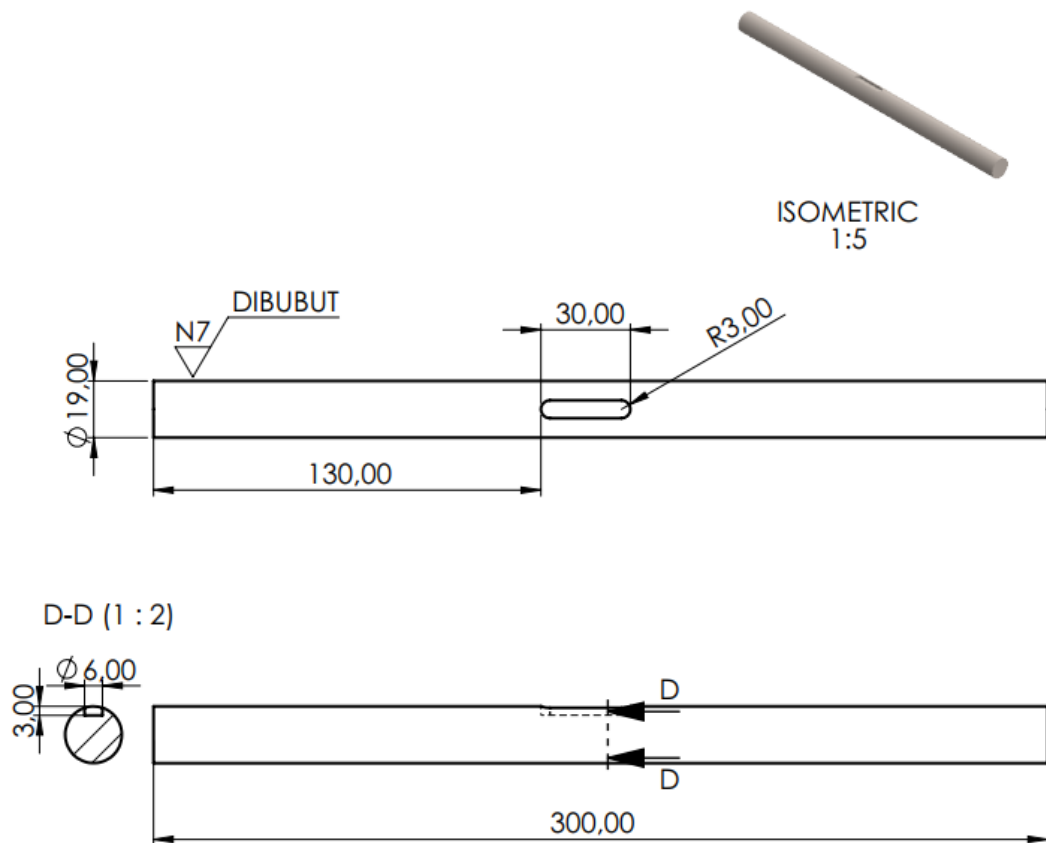
Tabel 4.1 Proses produksi poros lengan

No.	Langkah Pengerjaan	Alat Bantu
1.	Potong <i>raw material</i> dengan panjang 410 mm dan diameter 20 mm.	1. Gergaji mesin 2. Mistar baja
2.	<i>Facing</i> benda kerja sehingga panjangnya menjadi 405 mm.	1. Pahat rata 2. Jangka sorong 3. Kacamata
3.	<i>Drill</i> diameter tengah benda kerja dengan menggunakan <i>center drill</i> diameter 5 mm, dengan kedalaman 5 mm	1. <i>Center drill</i> 2. Kacamata 3. Jangka sorong

Tabel 4.2 Proses produksi poros lengan (lanjutan)

No.	Langkah Pengerjaan	Alat Bantu
4.	Bubut rata benda kerja sehingga diameternya menjadi 19 mm sepanjang 200 mm.	1. Pahat rata 2. Jangka sorong 3. Kacamata
5.	Balik benda kerja, <i>Facing</i> benda kerja sehingga panjangnya menjadi 400 mm.	1. Pahat rata 2. Jangka sorong 3. Kacamata
6.	<i>Drill</i> diameter tengah benda kerja dengan menggunakan <i>center drill</i> diameter 5 mm, dengan kedalaman 5 mm.	1. <i>Center drill</i> 2. Kacamata 3. Jangka sorong
7.	Bubut rata benda kerja sehingga diameternya menjadi 19 mm sepanjang 200 mm.	1. Pahat rata 2. Jangka sorong 3. Kacamata
8.	Lakukan pengefraisan untuk membuat alur pasak pada <i>sprocket</i> penghubung ke poros roda, dengan lebar 6 mm dan kedalaman 3 mm sepanjang 30 mm.	1. <i>Endmill</i> 6 mm 2. Jangka sorong 3. Kacamata
9.	Lakukan pengefraisan untuk membuat alur pasak pada <i>sprocket</i> penghubung ke poros roda, dengan lebar 6 mm dan kedalaman 3 mm sepanjang 30 mm.	1. <i>Endmill</i> 6 mm 2. Jangka sorong 3. Kacamata

4.7.2 Proses produksi poros roda tengah



Gambar 4.38 Poros tengah roda

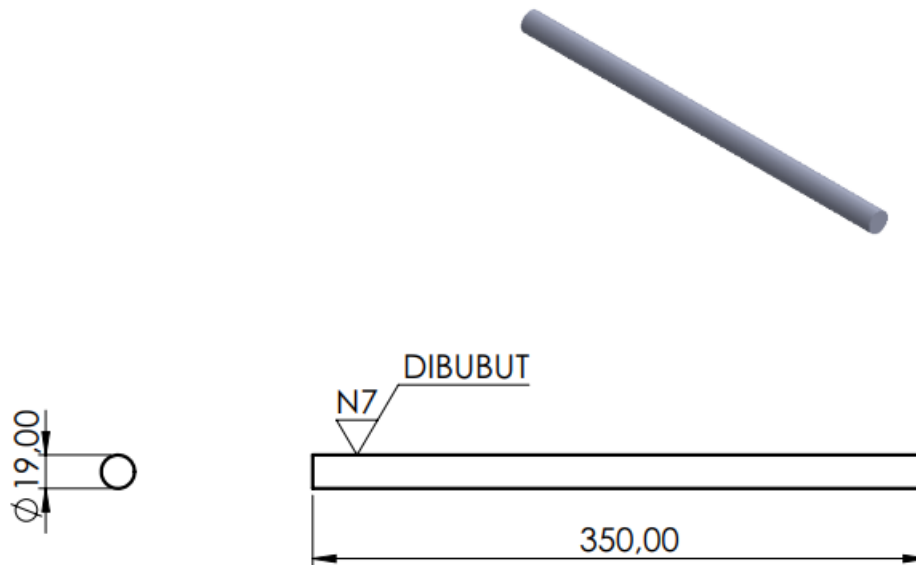
Tabel 4.3 Proses produksi poros tengah roda

No.	Langkah Pengerjaan	Alat Bantu
1.	Potong <i>raw material</i> dengan panjang 310 mm dan diameter 20 mm.	1. Gergaji mesin 2. Mistar baja
2.	<i>Facing</i> benda kerja sehingga panjangnya menjadi 305 mm.	1. Pahat rata 2. Jangka sorong 3. Kacamata
3.	<i>Drill</i> diameter tengah benda kerja dengan menggunakan <i>center drill</i> diameter 5 mm, dengan kedalaman 5 mm	1. <i>Center drill</i> 2. Kacamata 3. Jangka sorong

Tabel 4.4 Proses produksi poros tengah roda (lanjutan)

No.	Langkah Pengerjaan	Alat Bantu
4.	Bubut rata benda kerja sehingga diameternya menjadi 19 mm sepanjang 150 mm.	1. Pahat rata 2. Jangka sorong 3. Kacamata
5.	Balik benda kerja, <i>facing</i> benda kerja sehingga panjangnya menjadi 300 mm.	1. Pahat rata 2. Jangka sorong 3. Kacamata
6.	<i>Drill</i> diameter tengah benda kerja dengan menggunakan <i>center drill</i> diameter 5 mm, dengan kedalaman 5 mm.	1. <i>Center drill</i> 2. Kacamata 3. Jangka sorong
7.	Bubut rata benda kerja sehingga diameternya menjadi 19 mm sepanjang 150 mm	1. Pahat rata 2. Jangka sorong 3. Kacamata
8.	Lakukan pengefraisan untuk membuat alur pasak pada <i>sprocket</i> penghubung ke poros roda, dengan lebar 6 mm dan kedalaman 3 mm sepanjang 30 mm.	1. <i>Endmill</i> 6 mm 2. Calliper 3. Kacamata

4.7.3 Proses produksi poros kanan roda



Gambar 4.39 Poros kanan roda

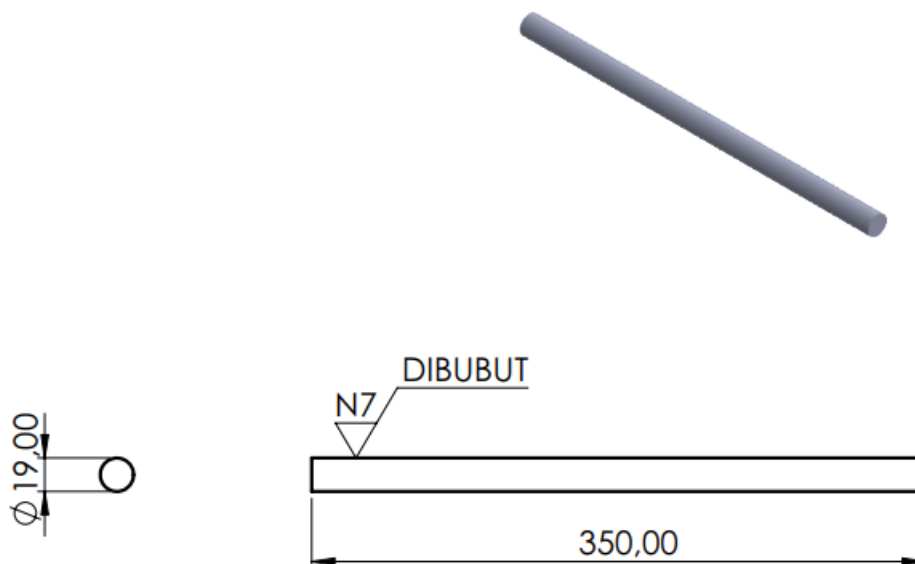
Tabel 4.5 Proses produksi poros kanan roda

No.	Langkah Pengerjaan	Alat Bantu
1.	Potong <i>raw material</i> dengan panjang 360 mm dan diameter 20 mm.	1. Gergaji mesin 2. Mistar baja
2.	<i>Facing</i> benda kerja sehingga panjangnya menjadi 355 mm.	1. Pahat rata 2. Jangka sorong 3. Kacamata
3.	<i>Drill</i> diameter tengah benda kerja dengan menggunakan <i>center drill</i> diameter 5 mm, dengan kedalaman 5 mm.	1. <i>Center drill</i> 2. Kacamata 3. Jangka sorong
4.	Bubut rata benda kerja sehingga diameternya menjadi 19 mm sepanjang 175 mm.	1. Pahat rata 2. Jangka sorong 3. Kacamata

Tabel 4.6 Proses produksi poros kanan roda (lanjutan)

No.	Langkah Pengerjaan	Alat Bantu
5.	Balik benda kerja, <i>facing</i> benda kerja sehingga panjangnya menjadi 350 mm.	1. Pahat rata 2. Jangka sorong 3. Kacamata
7.	<i>Drill diameter</i> tengah benda kerja dengan menggunakan <i>center drill</i> diameter 5 mm, dengan kedalaman 5 mm.	1. <i>Center drill</i> 2. Jangka sorong 3. Kacamata
8.	Bubut rata benda kerja sehingga diameternya menjadi 19 mm sepanjang 175 mm.	1. Pahat rata 2. Jangka sorong 3. Kacamata

4.7.4 Proses produksi poros kiri roda



Gambar 4.40 Poros kiri roda

Tabel 4.7 Proses produksi poros kiri roda

No.	Langkah Pengerjaan	Alat Bantu
1.	Potong <i>raw material</i> dengan panjang 360 mm dan diameter 20 mm.	1. Gergaji mesin 2. Mistar baja
2.	<i>Facing</i> benda kerja sehingga panjangnya menjadi 355 mm.	1. Pahat rata 2. Jangka sorong 3. Kacamata
3.	<i>Drill</i> diameter tengah benda kerja dengan menggunakan <i>center drill</i> diameter 5 mm, dengan kedalaman 5 mm.	1. <i>Center drill</i> 2. Kacamata 3. Jangka sorong
4.	Bubut rata benda kerja sehingga diameternya menjadi 19 mm sepanjang 175 mm.	1. Pahat rata 2. Jangka sorong 3. Kacamata
5.	Balik benda kerja, <i>facing</i> benda kerja sehingga panjangnya menjadi 350 mm.	1. Pahat rata 2. Jangka sorong 3. Kacamata
7.	<i>Drill</i> diameter tengah benda kerja dengan menggunakan <i>center drill</i> diameter 5 mm, dengan kedalaman 5 mm.	1. <i>Center drill</i> 2. Kacamata 3. Jangka sorong
8.	Bubut rata benda kerja sehingga diameternya menjadi 19 mm sepanjang 175 mm.	1. Pahat rata 2. Jangka sorong 3. Kacamata

4.7.5 Waktu pembubutan poros lengan

Berikut merupakan perhitungan estimasi waktu pemesinan dari proses pembubutan pada poros lengan.

Diketahui :

Kecepatan potong (v_c) = 25 m/menit

Gerak makan (f) = 0,105 mm/menit

Diameter *raw material* (d) = 20 mm

It bubut rata = 410 mm

It bubut muka $d/2 = 19 \text{ mm}/2 = 9,5 \text{ mm}$

depth of cut = 0,5 mm

1. Kecepatan potong :

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$n = \frac{25 \text{ m/menit} \cdot 1000}{3,14 \cdot 20 \text{ mm}}$$

$$= 398,089 \text{ rpm} \rightarrow 360 \text{ rpm}$$

2. Kecepatan makan :

$$v_f = f \times n$$

$$= 0,105 \text{ mm} \times 360 \text{ rpm}$$

$$= 37,8 \text{ mm/menit}$$

3. Waktu pemotongan :

a) Bubut rata

$$t_c = \frac{l_t}{v_f}$$

$$= \frac{410}{37,8}$$

$$= 10,846 \text{ menit} \times 1 \text{ kali pemakanan}$$

b) Bubut muka

$$t_c = \frac{l_t}{v_f}$$

$$= \frac{9,5 \text{ mm}}{37,8}$$

$$= 0,251 \text{ menit} \times 20 \text{ kali pemakanan}$$

$$= 5,02 \text{ menit}$$

4.7.6 Waktu pengfraisan poros lengan

Berikut merupakan perhitungan estimasi waktu pemesinan dari proses pengefraisan pada poros lengan.

Diketahui :

Kecepatan potong (v_c) = 25 m/menit

Gerak makan (f) = 0,105 mm/menit

Diameter pisau potong (d) = 6 mm

l_t = panjang benda + jarak awal + jarak akhir penyayatan = 30+3+3 = 36 mm

depth of cut = 0,5 mm

1. Kecepatan potong

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$n = \frac{25 \text{ mm/menit} \cdot 1000}{3,14 \cdot 6 \text{ mm}}$$

$$= 1326,963 \text{ rpm} \rightarrow 1225 \text{ rpm}$$

2. Kecepatan makan :

$$v_f = f \times z \times n$$

$$= 0,254 \times 2 \times 1225$$

$$= 622,3 \text{ mm/menit}$$

3. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f}$$

$$= \frac{30+3+3}{622,3}$$

$$= 0,057 \text{ menit} \times 6 \text{ kali pemakanan}$$

$$= 0,342 \text{ menit} \times 2 \text{ kali pembuatan alur pasak}$$

$$= 0,684 \text{ menit}$$

4.7.7 Waktu pembubutan poros roda

Berikut merupakan perhitungan estimasi waktu pemesinan dari proses pembubutan pada poros roda.

Diketahui :

Kecepatan potong (v_c) = 25 m/menit

Gerak makan (f) = 0,105 mm/menit

Diameter *raw material* (d) = 20 mm

It bubut rata = 1030 mm

It bubut muka $d/2 = 19 \text{ mm} / 2 = 9,5 \text{ mm}$

depth of cut = 0,5 mm

1. Kecepatan potong :

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$n = \frac{25 \text{ m/menit} \cdot 1000}{3,14 \cdot 20 \text{ mm}}$$

$$= 398,089 \text{ rpm} \rightarrow 360 \text{ rpm}$$

2. Kecepatan makan :

$$v_f = f \times n$$

$$= 0,105 \text{ mm} \times 360 \text{ rpm}$$

$$= 37,8 \text{ mm/menit}$$

3. Waktu pemotongan :

a) Bubut rata

$$t_c = \frac{l_t}{v_f}$$

$$= \frac{1030}{37,8}$$

$$= 27,248 \text{ menit} \times 1 \text{ kali pemakanan}$$

b) Bubut muka

$$t_c = \frac{l_t}{v_f}$$

$$= \frac{9,5 \text{ mm}}{37,8}$$

$$= 0,251 \text{ menit} \times 60 \text{ kali pemakanan}$$

$$= 15,06 \text{ menit}$$

4.7.8 Waktu pengfraisan poros roda

Berikut merupakan perhitungan estimasi waktu pemesinan dari proses pengefraisan pada poros roda.

Diketahui :

Kecepatan potong (v_c) = 25 m/menit

Gerak makan (f) = 0,105 mm/menit

Diameter pisau potong (d) = 6 mm

l_t = panjang benda + jarak awal + jarak akhir penyayatan = 30+3+3 = 36 mm

depth of cut = 0,5 mm

1. Kecepatan potong

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$n = \frac{25 \text{ mm/menit} \cdot 1000}{3,14 \cdot 6 \text{ mm}}$$

$$= 1326,963 \text{ rpm} \rightarrow 1225 \text{ rpm}$$

2. Kecepatan makan :

$$v_f = f \times z \times n$$

$$= 0,254 \times 2 \times 1225$$

$$= 622,3 \text{ mm/menit}$$

3. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f}$$

$$= \frac{30+3+3}{622,3}$$

$$= 0,057 \text{ menit} \times 6 \text{ kali pemakanan}$$

$$= 0,342 \text{ menit}$$

\

4.7.9 Total estimasi waktu pemesinan

Berikut merupakan total estimasi waktu pemesinan dari pembubutan dan pengefraisan poros lengan dan poros roda :

Tabel 4.8 Total estimasi waktu produksi

No.	Langkah pengerjaan	Waktu (menit)
1.	Pembubutan muka poros lengan	10,846
2.	Pembubutan rata poros lengan	5,02
3.	Pengefraisan alur pasak poros lengan	0,684
4.	Pembubutan muka poros roda	27,248
5.	Pembubutan rata poros roda	15,06
6.	Pengefraisan alur pasak poros roda	0,342
Total waktu pemesinan		59,2

4.7.10 Total estimasi waktu proses produksi sistem transmisi

Tabel 4.9 Estimasi waktu proses produksi sistem transmisi

No.	Langkah pengerjaan	Estimasi waktu produktif	Estimasi waktu non produktif
1.	Persiapan alat dan bahan	-	40 menit
2.	Periksa gambar dan ukuran	-	20 menit
3.	Penandaan material	-	10 menit
4.	Pemotongan material	15 menit	-
5.	Waktu proses pemesinan bubut dan frais	59,2 menit	-
15.	<i>Assembly</i>	30 menit	-
16.	<i>Pra finishing</i>	20 menit	-
17.	<i>Finishing</i>	30 menit	-
18.	Waktu <i>lead time</i> material	-	5 hari
19.	Waktu tunggu laboratorium	-	14 hari
Estimasi total waktu produksi		19 hari 4 jam	

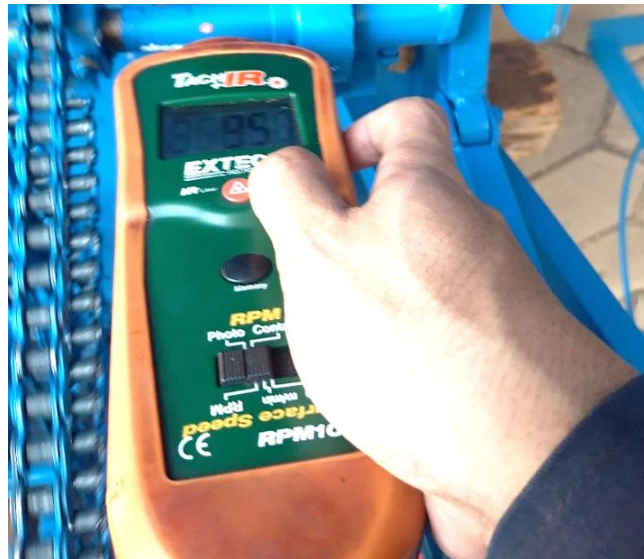
Jadi total estimasi total waktu proses produksi untuk sistem transmisi pada mesin *transplanter* padi adalah selama 19 hari 4 jam.

4.8 Pengujian Fungsi dan Hasil

Pengujian yang dilakukan diantaranya yaitu uji fungsi pada sistem transmisi dan uji hasil penanaman dari mesin transplanter padi.

4.8.1 Pengujian fungsi

Pengujian pada sistem transmisi yang dilakukan pada poros penggerak lengan dan poros penggerak roda yaitu dengan mengukur putaran dengan *tachometer*, berikut merupakan hasil pada pengujian fungsi sistem transmisi :



Gambar 4.41 Pengujian putaran poros lengan



Gambar 4.42 Pengujian putaran poros roda

Tabel 4.10 Uji fungsi sistem transmisi

Uji Fungsi Transmisi	Ya	Tidak	Hasil
Pengujian fungsi putaran sistem transmisi pada poros penggerak lengan.	√		Sistem transmisi dapat meneruskan daya putaran dari motor listrik dc ke poros lengan tanam 95,7 rpm, diukur menggunakan <i>tachometer</i> .
Pengujian fungsi putaran sistem transmisi pada poros penggerak roda.	√		Sistem transmisi dapat meneruskan daya putaran dari poros lengan ke poros roda 24,5 rpm, diukur menggunakan <i>tachometer</i> .

4.8.2 Pengujian hasil

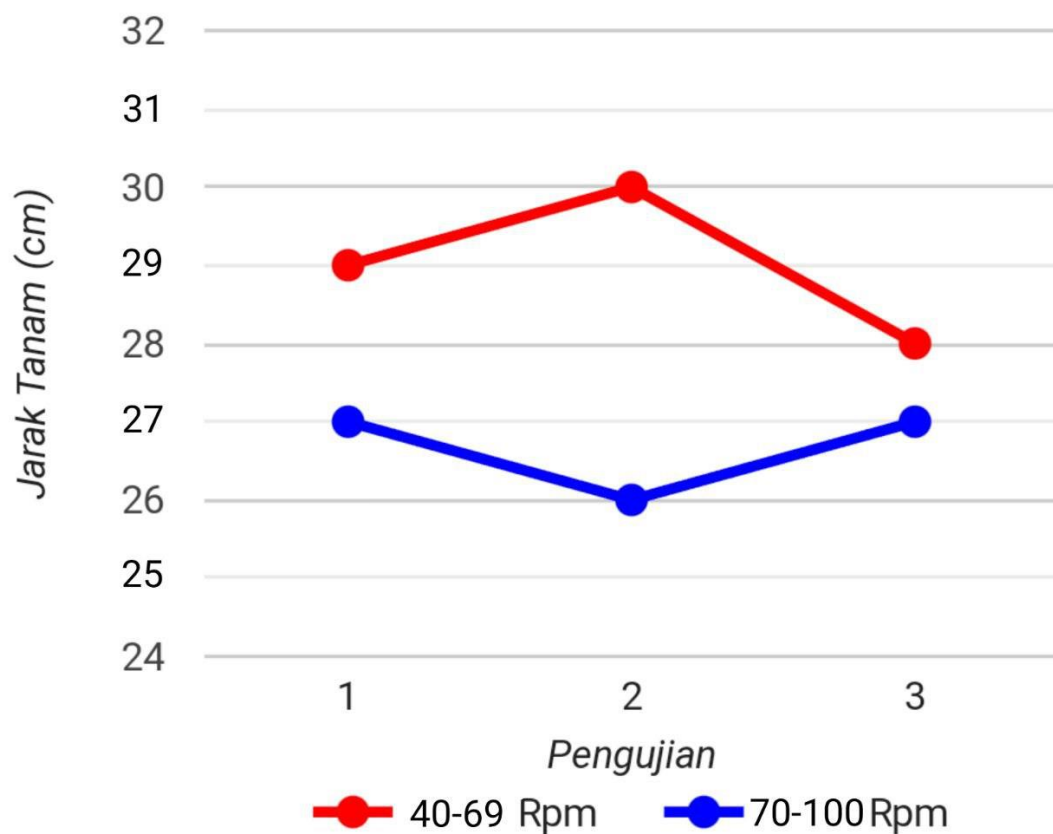
Uji hasil dilakukan langsung di sawah dengan bibit yang disemai di nampan, percobaan kecepatan penanaman pada poros lengan tanam yaitu sebesar 40-69 rpm dan 70-100 rpm, dengan mengambil data hasil jarak penanaman sebanyak 3 kali. Berikut merupakan hasil dari uji hasil mesin *transplanter* padi :



Gambar 4.43 Uji hasil mesin *transplanter*

Tabel 4.11 Uji Hasil

Variasi putaran poros lengan (rpm)	Hasil jarak penanaman (cm)			Rata-rata jarak penanaman (cm)
40-69	29	30	28	29
70-100	27	26	27	26,6



Gambar 4.44 Grafik uji hasil

Grafik diatas menampilkan uji hasil penanaman pada mesin *transplanter* pad dengan mengambil data hasil jarak penanaman sebanyak 3 kali. Hasilnya dengan variasi putaran 40-69 rpm diperoleh rata-rata hasil tanam jarak 29 cm dan dengan variasi putaran 70-100 rpm didapat rata-rata hasil tanam 26,6 cm. Sehingga didapat variasi putaran yang baik adalah menggunakan 70-100 rpm untuk penanaman bibit padi menggunakan mesin *transplanter* padi.