

BAGIAN III RANTAI

Pada bagian sebelumnya yaitu sabuk, slip dapat saja terjadi. Untuk menghindari terjadinya slip maka digunakan rantai baja. Rantai yang terdiri dari sejumlah link kaku yang berengsel dan di sambung oleh pin untuk memberikan fleksibilitas yang diperlukan.

Rantai digunakan untuk mentransmisikan daya dimana jarak kedua poros besar dan dikehendaki tidak terjadi slip. Dibandingkan dengan transmisi roda gigi, rantai jauh lebih murah akan tetapi brisik serta kapasitas daya dan kecepatannya lebih kecil .

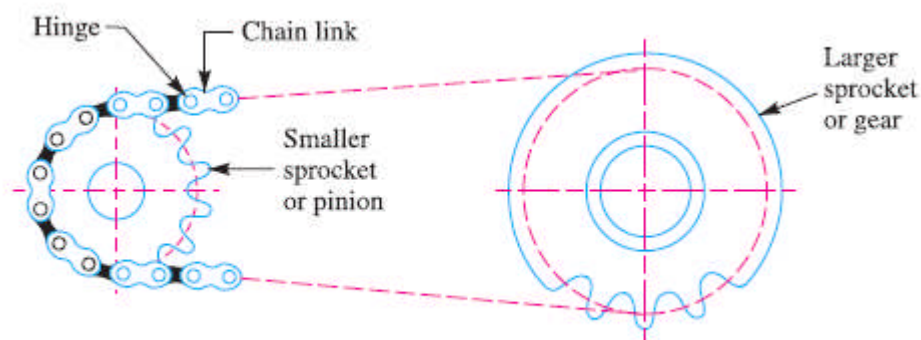


Fig. 4.1 Sprockets and chain.

Rantai sebagian besar digunakan untuk mengirimkan gerakan dan daya dari satu poros ke poros yang lain, seperti ketika jarak pusat antara poros pendek seperti pada sepeda, sepeda motor, mesin pertanian, konveyor, dll dan juga rantai mungkin dapat juga digunakan untuk jarak pusat yang panjang (sampai 8 meter).

4.1. Keuntungan dan Kerugian dibandingkan dengan transmisi sabuk

Keuntungan

1. Selama beroperasi tidak terjadi slip sehingga diperoleh rasio kecepatan yang sempurna.
2. Karena rantai terbuat dari logam, maka ruang yang dibutuhkan lebih kecil dari pada sabuk, dan dapat menghasilkan transmisi yang besar.

Mechanical Engineering

3. Memberikan efisiensi transmisi tinggi (sampai 98 persen).
4. Dapat dioperasikan pada suhu cukup tinggi maupun pada kondisi atmosfer.

Kekurangan

1. Biaya produksi rantai relatif tinggi.
2. Dibutuhkan pemeliharaan rantai dengan cermat dan akurat, terutama pelumasan dan penyesuaian pada saat kendur.
3. Rantai memiliki kecepatan fluktuasi terutama saat terlalu meregang.



Gambar 4.1 Model rantai sepeda

4.2. Istilah yang sering digunakan dalam rantai.

1. **Pitch of chain** adalah jarak antara pusat engsel link dan pusat engsel yang sesuai dari link yang berdekatan, seperti ditunjukkan pada Gambar. 4.2., biasanya dilambangkan dengan p .

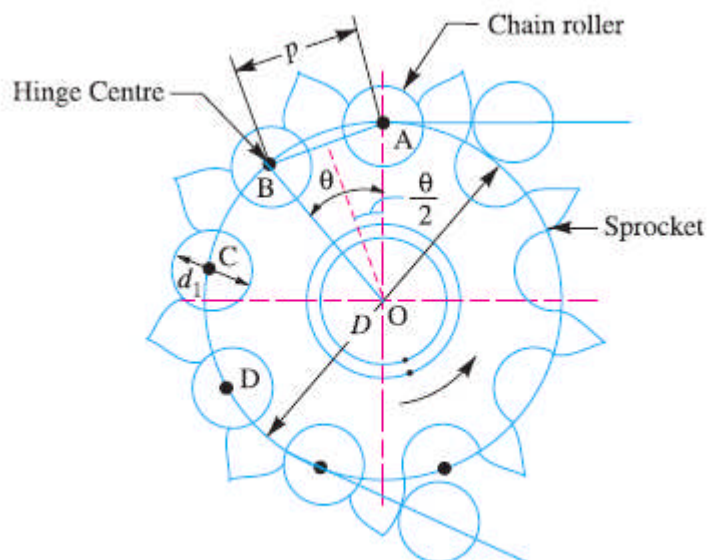


Fig. 4.2. Terms used in chain drive.

Mechanical Engineering

2. *Pitch circle diameter of chain sprocket* adalah pusat lingkaran pada engsel A, B, C, dan D dimana ditarik lingkaran melalui pusat-pusat tersebut dengan pusat poros sebagai pusat lingkaran, disebut pitch lingkaran atau diameter (D) sprocket.

4.3. Hubungan Antara Pitch (p) dan Pitch Circle Diameter (D)

Sebuah rantai ditunjukkan pada Gambar. 4.2. Pertimbangkan satu pitch AB dari rantai membentuk sudut θ di pusat sproket (atau lingkaran pitch),

Jika D = diameter lingkaran
 T = Jumlah gigi sproket

Dari gambar 4.2 akan diperoleh pitch dari rantai adalah ;

$$p = AB = 2 AO \sin \left(\frac{\theta}{2} \right) = 2 \times \left(\frac{D}{2} \right) \sin \left(\frac{\theta}{2} \right) = D \sin \left(\frac{\theta}{2} \right)$$

Diketahui : $\theta = \frac{360^\circ}{T}$

$$p = D \sin \left(\frac{360^\circ}{2T} \right) = D \sin \left(\frac{180^\circ}{T} \right)$$

$$D = p \operatorname{cosec} \left(\frac{180^\circ}{T} \right)$$

Diameter sproket luar (D_o), dapat dicari dengan :

$$D_o = D + 0.8 d_1$$

Dimana d_1 = Diameter of the chain roller.

4.4. Rasio Kecepatan

Kecepatan rasio rantai diberikan oleh :

$$V.R. = \frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

Dimana ;

Mechanical Engineering

N_1 = Kecepatan putaran sproket kecil (rpm),

N_2 = Kecepatan putaran roda gigi yang lebih besar (rpm),

T_1 = Jumlah gigi pada sproket kecil, dan

T_2 = Jumlah gigi pada sproket yang lebih besar

Kecepatan rata-rata rantai adalah :

$$v = \frac{\pi D N}{60} = \frac{T p N}{60}$$

Dimana,

D = Pitch circle diameter of the sprocket in metres, and

p = Pitch of the chain in metres.

4.5. Panjang Rantai dan Jarak antar Pusat

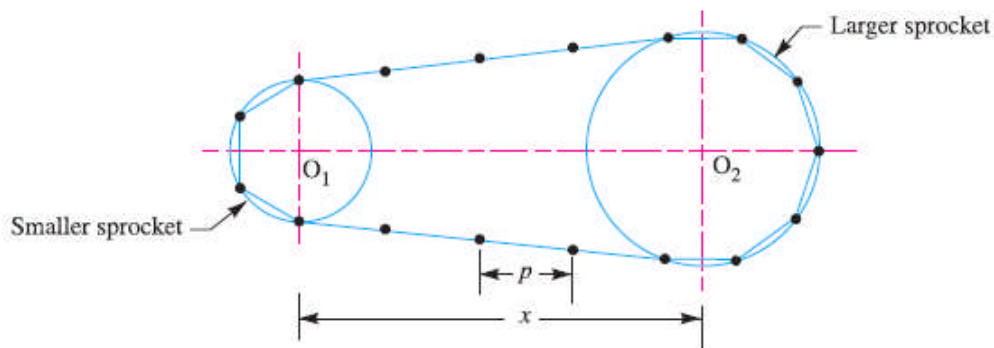


Fig. 4.3 Length of chain.

T_1 = Jumlah gigi pada sproket kecil,

T_2 = Jumlah gigi pada sproket yang lebih besar,

p = Pitch rantai, dan

x = Jarak antar pusat.

Panjang rantai (L) harus sama dengan dengan jumlah link rantai (K) dan pitch rantai (p). Secara matematis,

$$L = Kp$$

Jika harga L_p pecahan, maka dibulatkan ke atas.

Mechanical Engineering

Jumlah link rantai dapat diperoleh dari ekspresi berikut (jika jarak antar pusat poros diketahui), yaitu :

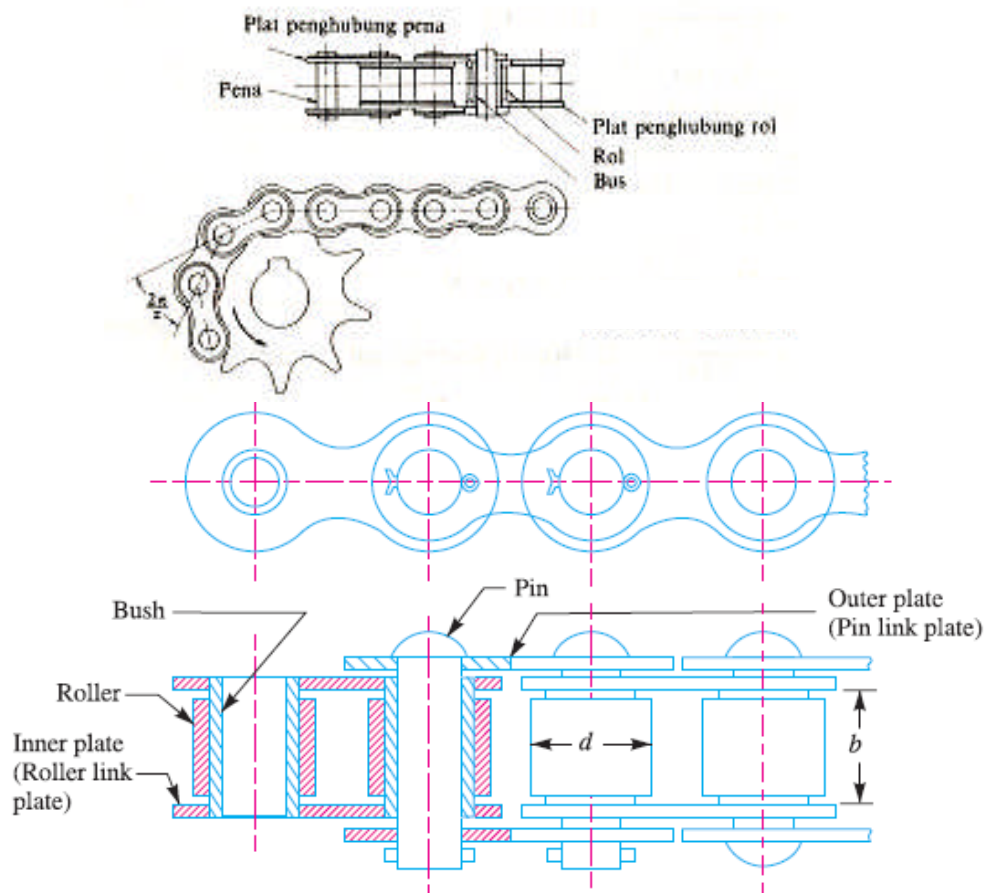
$$K = \frac{T_1 + T_2}{2} + \frac{2x}{p} + \left[\frac{T_2 - T_1}{2\pi} \right]^2 \frac{p}{x}$$

Jarak antar pusat dapat dicari dengan persamaan (jika jumlah mata rantai diketahui) :

$$x = \frac{p}{4} \left[K - \frac{T_1 + T_2}{2} + \sqrt{\left(K - \frac{T_1 + T_2}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{T_2 - T_1}{2\pi} \right)^2} \right]$$

4.6. Jenis – jenis rantai yaitu :

a. Rantai Rol (roller chain)



Gb.4.4 rantai rol

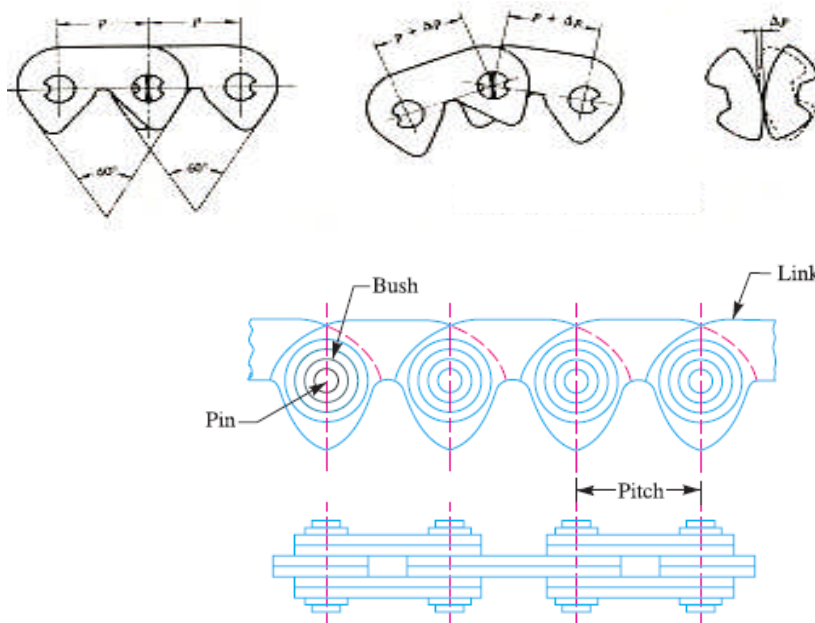
Mechanical Engineering

Rantai rol sangat luas pemakaiannya karena harganya yang relative murah dan perawatan dan pemasanganya mudah. Contoh : pemakaian pada sproket sepeda motor dan sepeda, dan untuk menggerakkan sproket pada industri.



Rear wheel chain drive of a motorcycle

b. Rantai Gigi (*silent chain*)



Gb.4.5 rantai gigi

Rantai jenis ini mempunyai keunggulan pada tingkat kecepatan dan kapasitas daya yang ditransmisikan lebih besar, serta tingkat kebisingan lebih kecil, akan tetapi harganya lebih mahal.

Pemakaian rantai ini masih terbatas karena harganya yang mahal dan orang lebih suka menggunakan transmisi roda gigi.

Mechanical Engineering

4.7. Rantai Rol

Rantai roller disetandarisasi dan dibuat atas dasar pitch. Rantai rol tersedia dalam satu-baris atau rantai rol multi-baris (dupleks atau tripleks), seperti ditunjukkan pada Gambar. 4.6.

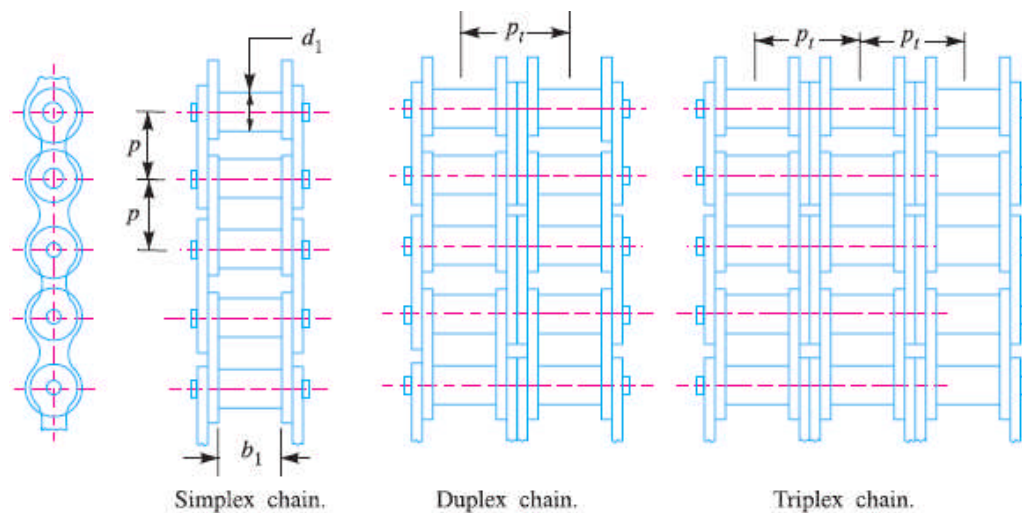


Fig. 4.6. Types of roller chain.

Ukuran umum rantai rol

Table 4.1. Characteristics of roller chains according to IS: 2403 — 1991.

| ISO Chain number | Pitch (p) mm | Roller diameter (d_1) mm Maximum | Width between inner plates (b_1) mm Maximum | Transverse pitch (p_1) mm | Breaking load (kN) Minimum | | |
|------------------|--------------|---|--|-------------------------------|-------------------------------|--------|---------|
| | | | | | Simple | Duplex | Triplex |
| 05 B | 8.00 | 5.00 | 3.00 | 5.64 | 4.4 | 7.8 | 11.1 |
| 06 B | 9.525 | 6.35 | 5.72 | 10.24 | 8.9 | 16.9 | 24.9 |
| 08 B | 12.70 | 8.51 | 7.75 | 13.92 | 17.8 | 31.1 | 44.5 |
| 10 B | 15.875 | 10.16 | 9.65 | 16.59 | 22.2 | 44.5 | 66.7 |
| 12 B | 19.05 | 12.07 | 11.68 | 19.46 | 28.9 | 57.8 | 86.7 |
| 16 B | 25.4 | 15.88 | 17.02 | 31.88 | 42.3 | 84.5 | 126.8 |
| 20 B | 31.75 | 19.05 | 19.56 | 36.45 | 64.5 | 129 | 193.5 |
| 24 B | 38.10 | 25.40 | 25.40 | 48.36 | 97.9 | 195.7 | 293.6 |
| 28 B | 44.45 | 27.94 | 30.99 | 59.56 | 129 | 258 | 387 |
| 32 B | 50.80 | 29.21 | 30.99 | 68.55 | 169 | 338 | 507.10 |
| 40 B | 63.50 | 39.37 | 38.10 | 72.29 | 262.4 | 524.9 | 787.3 |
| 48 B | 76.20 | 48.26 | 45.72 | 91.21 | 400.3 | 800.7 | 1201 |

Mechanical Engineering

4.8. Faktor keamanan rantai penggerak

Faktor keselamatan bagi rantai penggerak didefinisikan sebagai rasio kekuatan putus (W_B) dari rantai dengan beban total pada sisi penggerak dari rantai (W). Secara matematis,

$$\text{Factor of safety} = \frac{W_B}{W}$$

Kekuatan putus rantai dapat diperoleh dengan hubungan empiris berikut, yaitu :

$$\begin{aligned} W_B &= 106 p^2 \text{ (in newtons) for roller chains} \\ &= 106 p \text{ (in newtons) per mm width of chain for silent chains.} \end{aligned}$$

Dimana p adalah pitch rantai (mm)

Beban total (atau total tegangan) pada sisi penggerak rantai adalah **jumlah** gaya tangensial (F_T), tegangan sentrifugal rantai (F_C) dan tegangan pada rantai akibat mengendur (F_S), atau

$$W = \frac{\text{Rated power}}{\text{Pitch line velocity}}$$

Tabel berikut menunjukkan faktor keamanan untuk rantai rol dan rantai gigi (silent chain) tergantung pada kecepatan pinion sprocket (rpm) dan pitch rantai

Table 4.2 Factor of safety (n) for bush roller and silent chains.

| Type of chain | Pitch of chain (mm) | Speed of the sprocket pinion in r.p.m. | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 50 | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 | 1200 | 1600 | 2000 |
| Bush roller chain | 12 – 15 | 7 | 7.8 | 8.55 | 9.35 | 10.2 | 11 | 11.7 | 13.2 | 14.8 |
| | 20 – 25 | 7 | 8.2 | 9.35 | 10.3 | 11.7 | 12.9 | 14 | 16.3 | – |
| | 30 – 35 | 7 | 8.55 | 10.2 | 13.2 | 14.8 | 16.3 | 19.5 | – | – |
| Silent chain | 12.7 – 15.87 | 20 | 22.2 | 24.4 | 28.7 | 29.0 | 31.0 | 33.4 | 37.8 | 42.0 |
| | 19.05 – 25.4 | 20 | 23.4 | 26.7 | 30.0 | 33.4 | 36.8 | 40.0 | 46.5 | 53.5 |

4.9. Kecepatan yang diijinkan pada sprocket yang kecil (pinion)

Tabel berikut menunjukkan kecepatan yang diizinkan pada sprocket yang kecil (pinion) :

Mechanical Engineering**Table 4.3 Permissible speed of smaller sprocket or pinion in r.p.m.**

| Type of Chain | Number of teeth on sprocket pinion | Pitch of chain (p) in mm | | | | |
|-------------------|------------------------------------|--------------------------|------|------|------|------|
| | | 12 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Bush roller chain | 15 | 2300 | 1900 | 1350 | 1150 | 1000 |
| | 19 | 2400 | 2000 | 1450 | 1200 | 1050 |
| | 23 | 2500 | 2100 | 1500 | 1250 | 1100 |
| | 27 | 2550 | 2150 | 1550 | 1300 | 1100 |
| | 30 | 2600 | 2200 | 1550 | 1300 | 1100 |
| Silent chain | 17 – 35 | 3300 | 2650 | 2200 | 1650 | 1300 |

4.10. Daya yang ditransmisikan rantai :

Daya yang ditransmisikan oleh rantai berdasarkan breaking load adalah :

$$P = \frac{W_B \times v}{n \times K_S} \text{ (in watts)}$$

W_b = Breaking load (N),

v = Kecepatan rantai (m / s)

n = Faktor keamanan, dan

K_S = Service Factor = $K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$

Service factor (K_S) adalah produk dari berbagai faktor, seperti faktor beban (K_1), faktor pelumas (K_2) dan faktor peringkat (K_3). Nilai-nilai faktor-faktor ini diambil sebagai berikut:

1. Faktor beban (K_1)
 - = 1, untuk beban konstan
 - = 1,25, untuk beban variabel dengan shock ringan
 - = 1,5, untuk beban shock berat
2. Faktor pelumasan (K_2)
 - = 0,8, untuk pelumasan terus menerus
 - = 1, untuk pelumasan drop (bs tetesan)
 - = 1,5, untuk pelumasan periodic

Mechanical Engineering

3. Rating faktor (K_3) = 1, selama 8 jam per hari
 = 1,25, selama 16 jam per hari
 = 1,5, untuk kontinyu.

Dalam melakukan perancangan,

$$\text{desain power} = \text{Rated power} \times \text{Service factor } (K_s)$$

Power rating untuk rantai rol sederhana tergantung pada kecepatan sproket kecil (pinion), ditampilkan pada tabel berikut.

Table 4.3 Power rating (in kW) of simple roller chain.

| Speed of smaller sprocket or pinion (r.p.m.) | Power (kW) | | | | |
|--|------------|------|-------|-------|-------|
| | 06 B | 08 B | 10 B | 12 B | 16 B |
| 100 | 0.25 | 0.64 | 1.18 | 2.01 | 4.83 |
| 200 | 0.47 | 1.18 | 2.19 | 3.75 | 8.94 |
| 300 | 0.61 | 1.70 | 3.15 | 5.43 | 13.06 |
| 500 | 1.09 | 2.72 | 5.01 | 8.53 | 20.57 |
| 700 | 1.48 | 3.66 | 6.71 | 11.63 | 27.73 |
| 1000 | 2.03 | 5.09 | 8.97 | 15.65 | 34.89 |
| 1400 | 2.73 | 6.81 | 11.67 | 18.15 | 38.47 |
| 1800 | 3.44 | 8.10 | 13.03 | 19.85 | — |
| 2000 | 3.80 | 8.67 | 13.49 | 20.57 | — |

Sedangkan jumlah gigi pada pinion dengan tipe roller atau silent ditunjukkan pada tabel 4.4 berikut :

Table 4.4 . Number of teeth on the smaller sprocket.

| Type of chain | Number of teeth at velocity ratio | | | | | |
|---------------|-----------------------------------|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Roller | 31 | 27 | 25 | 23 | 21 | 17 |
| Silent | 40 | 35 | 31 | 27 | 23 | 19 |

Mechanical Engineering**4.11. Prosedur Perancangan Rantai Penggerak**

Prosedur Perancangan Rantai Penggerak :

1. Pertama-tama, tentukan perbandingan kecepatan dari drive rantai.
2. Pilih jumlah minimum gigi pada sproket lebih kecil (pinion) dari Tabel 4.4.
3. Carilah jumlah gigi di sproket yang lebih besar.
4. Tentukan design power dengan menggunakan service faktor, sehingga

$$\text{Design power} = \text{Rated power} \times \text{Service factor}$$

5. Pilih jenis rantai, jumlah alur untuk kekuatan desain dan rpm dari sproket yang kecil (pinion) pada Tabel 4.3.
6. Catat parameter rantai, seperti pitch, diameter roller, lebar minimum roller dll dari Tabel 4.1.
7. Cari diameter lingkaran pitch, dan pitch line velocity pada sproket yang kecil (pinion).
8. Menentukan beban (W) pada rantai dengan menggunakan hubungan berikut, yaitu

$$W = \frac{\text{Rated power}}{\text{Pitch line velocity}}$$

9. Hitunglah faktor keamanan dengan persamaan :

$$\text{Factor of safety} = \frac{W_B}{W}$$

Nilai ini faktor keamanan harus lebih besar dari nilai yang diberikan dalam Tabel 4.2.

10. Memperbaiki jarak tengah antara sprockets.
11. Tentukan panjang rantai.

Mechanical Engineering

Contoh permasalahan :

Rancanglah sebuah rantai penggerak untuk menjalankan kompresor dimana motor listrik memiliki rate power 15 kW dan kecepatannya 1000 rpm, setelah ditransmisikan dari motor listrik kecepatan kompresor menjadi 350 rpm. Jarak pusat minimum adalah 500 mm. Kompresor beroperasi 16 jam per hari.

Jawab

Diketahui : $P = 15 \text{ kW}$; $N_1 = 1000 \text{ r.p.m}$; $N_2 = 350 \text{ r.p.m}$

P = rated power

1. Kecepatan rasio

$$V.R. = \frac{N_1}{N_2} = \frac{1000}{350} = 2.86 \approx 3$$

2. Dari tabel 4.4 dapat dilihat untuk rantai rol, jumlah gigi untuk sporoket yang kecil (pinion) T_1 untuk kecepatan rasio 3 adalah 25, sehingga jumlah gigi pada sporoket yang besar (gear) T_2 adalah :

$$3. \quad T_2 = T_1 \times \frac{N_1}{N_2} = 25 \times \frac{1000}{350} = 71.5 \approx 72$$

4. Design Power

Kita ketahui :

desain power = Rated power \times Service factor (K_s)

Service factor (K_s) :

Asumsinya :

Faktor beban (K_1) = 1,5 (variabel beban dengan shock berat)

Faktor pelumasan (K_2) = 1 (untuk pelumasan drop)

Faktor peringkat (K_3) = 1,25 (16 jam per hari)

Sehingga,

$$\begin{aligned} \therefore \text{Service factor,} \quad K_s &= K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 1.5 \times 1 \times 1.25 = 1.875 \\ \text{design power} &= 15 \times 1.875 = 28.125 \text{ kW} \end{aligned}$$

Mechanical Engineering

5. Dari Tabel 4.3, kita temukan bahwa yang sesuai dengan kecepatan pinion yaitu 1000 rpm, daya yang ditransmisikan untuk rantai No 12 adalah 15,65 kW per untai. Oleh karena itu, rantai No 12 dengan *double chain* dapat digunakan untuk mengirimkan daya yang diperlukan.

6. Dari Tabel 41.1, kita menemukan bahwa :

$$\text{Pitch, } p = 19.05 \text{ mm}$$

Lebar minimum roller dan breaking load adalah :

$$w = 11.68 \text{ mm}$$

$$W_B = 59 \text{ kN} = 59 \times 10^3 \text{ N}$$

7. Diameter lingkaran pitch untuk pinion :

$$\begin{aligned} d_1 &= p \operatorname{cosec} \left(\frac{180}{T_1} \right) = 19.05 \operatorname{cosec} \left(\frac{180}{25} \right) \text{ mm} \\ &= 19.05 \times 7.98 = 152 \text{ mm} = 0.152 \text{ m} \end{aligned}$$

Diameter lingkaran pitch untuk gear :

$$\begin{aligned} d_2 &= p \operatorname{cosec} \left(\frac{180}{T_2} \right) = 19.05 \operatorname{cosec} \left(\frac{180}{72} \right) \text{ mm} \\ &= 19.05 \times 22.9 = 436 \text{ mm} = 0.436 \text{ m} \end{aligned}$$

Pitch line velocity untuk pinion :

$$v_1 = \frac{\pi d_1 N_1}{60} = \frac{\pi \times 0.152 \times 1000}{60} = 7.96 \text{ m/s}$$

8. Beban (W) pada rantai :

$$W = \frac{\text{Rated power}}{\text{Pitch line velocity}} = \frac{15}{7.96} = 1.844 \text{ kN} = 1844 \text{ N}$$

9. Faktor keamanan :

$$\text{factor of safety} = \frac{W_B}{W} = \frac{59 \times 10^3}{1844} = 32$$

Faktor keamanan yang diijinkan jika dilihat dari tabel 4.2 adalah 11 (aman)

Jarak minimum antar poros yang diperbolehkan yaitu sebesar 30-50kali dari besarnya pitch. Jika kita ambil 30 kali maka :

$$= 30 p = 30 \times 19.05 = 572 \text{ mm}$$

Mechanical Engineering**10. Memperbaiki jarak antar poros**

Akibat terjadinya pemuluran pada rantai maka jarak antara gear dan pinion harus dikurangi antara 2-5. Jika kita ambil 4 maka :

$$x = 572 - 4 = 568 \text{ mm}$$

11. Menghitung panjang rantai

$$L = K.p$$

Maka :

$$\begin{aligned} K &= \frac{T_1 + T_2}{2} + \frac{2x}{p} + \left[\frac{T_2 - T_1}{2\pi} \right]^2 \frac{p}{x} \\ &= \frac{25 + 72}{2} + \frac{2 \times 568}{19.05} + \left[\frac{72 - 25}{2\pi} \right]^2 \frac{19.05}{568} \\ &= 48.5 + 59.6 + 1.9 = 110 \end{aligned}$$

Sehingga panjang rantai adalah :

$$L = K.p = 110 \times 19.05 = 2096 \text{ mm} = 2.096 \text{ m}$$