

METODOLOGI PERANCANGAN

3.1. Spesifikasi TOYOTA YARIS

Dari data yang di peroleh di lapangan (pada brosur),motor TOYOTA YARIS memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Daya maksimum (N) : 109 dk
2. Putaran pada daya maksimum (n) : 6000 rpm
3. Torsi maximum (T) : 14,4 kgm
4. Putaran pada torsi maximum (n) : 4200 rpm

3.2. Rumus-rumus yang Digunakan

3.2.1. Torsi maksimum

Kopling plat gesek bekerja karena adanya gaya gesek (U) dengan permukaan, sehingga menyebabkan terjadinya momen puntir pada poros yang di gerakkan. Momen ini bekerja dalam waktu t_r sampai putaran kedua poros sama. Pada keadaan terhubung tidak terjadi slip dan putaran kedua poros sama dengan putaran awal poros penggerak, sehingga dapat dibuat persamaan :

$$M_r = M_b + M_h$$

Dimana :

$$M_r = \text{Torsi gesek} \quad [\text{kgf.cm}]$$

$$M_b = \text{momen puntir poros transmisi} \quad [\text{kgf.cm}]$$

$$M_h = \text{Torsi percepatan} \quad [\text{kgf.cm}]$$

Nilai M_h dapat dihitung dengan persamaan :

$$M_h = 71620 \frac{N}{n}$$

Dengan :

$$M_h = \text{Torsi maksimum} \quad [\text{kgf.cm}]$$

$$N = \text{Daya maksimum} \quad [\text{hp}]$$

$$n = \text{putaran poros} \quad [\text{rpm}]$$

$$71620 = \text{konstanta korelasi satuan}$$

3.2.2. Teori Gesek

Harga torsi gesek didapat dari hubungan :

$$M_r = C \cdot M_h$$

Dengan :

$$M_r = \text{Torsi gesek} \quad [\text{kgf.cm}]$$

$$C = \text{Konstanta}$$

Harga C dapat dipilih dari tabel pada lampiran, harga ini berkisar antara 2-3 untuk kendaraan mobil.

3.2.3. Kerja Gesek dan Daya Gesek

Kerja gesek ditentukan dari hubungan antara torsi, putaran, dan waktu terjadinya slip yaitu :

$$A_r = \frac{M_r \cdot n \cdot t_r}{1910}$$

Dimana :

A_r = Kerja gesek [kgf.cm]

M_r = Torsi gesek [kgf.cm]

n = Putaran [rpm]

tR = Waktu penyambungan / slip [detik]

1910 = Faktor korelasi satuan

Harga daya gesek dapat ditentukan dari hubungan kerja gesek dengan frekuensi penggunaan kopling, yaitu jumlah penekanan atau pelepasan kopling persatuan waktu yaitu :

$$N_r = \frac{A_r \cdot z}{27 \times 10^4}$$

Dimana :

N_r = Daya gesek [hp]

z = Frekuensi penekanan kopling dalam satu jam

27×10^4 = Faktor korelasi satuan

3.2.4. Diameter Rata-rata Plat Gesek

Diameter rata-rata plat gesek ditentukan dengan menggunakan persamaan untuk diameter rata-rata, yaitu :

$$d = 71,5 \left[\frac{N_R}{K_T \cdot \frac{b}{d} \cdot j \cdot n} \right]^{0,4}$$

Dengan :

d = Diameter rata-rata pelat [cm]

$\frac{b}{d}$ = Ratio antara lebar pelat terhadap diameter rata-rata

K_T = Parameter koefisien gesek

n = Putaran

3.2.5. Pengujian Harga K_T dan K_U

Untuk memeriksa apakah harga K_T dan K_U masih dalam batas-batas yang diizinkan setelah adanya pembulatan-pembulatan dalam perhitungan, maka jika harga K_T tidak berbeda jauh dengan pemilihan harga awal dan harga K_U masih berkisar antara 2-8 maka rancangan ini dapat dilanjutkan :

$$K_T = \frac{N_f \cdot 1000}{b \cdot d \cdot j \cdot v^{1/2}}$$

$$K_U = \frac{2 \cdot M_r}{b \cdot d^2 \cdot j}$$

Kecepatan tangensial adalah :

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

3.2.6. Luas Bidang Tekan

Tekanan permukaan terjadi akibat adanya gaya tekan yang mengenai satuan luas bidang tekan, gaya ini dipengaruhi oleh koefisien gesek sebesar $\mu = 0.3$, dan ini adalah koefisien gesek bahan permukaan pelat gesek yang kita pilih. Luas bidang tekan sama dengan luas permukaan pelat dan dapat diperoleh dari hubungan :

$$F = \pi \cdot b \cdot d \cdot j \cdot \bar{Y}$$

Dimana :

$$F = \text{Luas bidang tekan} \quad [\text{cm}^2]$$

$$\bar{Y} = \text{Faktor koreksi luas permukaan akibat pengurangan luas}$$

alur

3.2.7. Tekanan Rata-rata Permukaan

Tekanan rata-rata dicari dari hubungan torsi maksimum, diameter rata-rata, koefisien gesekan dan luas bidang tekan :

$$\bar{p} = \frac{2.M_r}{\mu.d.F}$$

Dimana :

$$\bar{p} = \text{Tekanan permukaan rata-rata} \quad [\text{kgf/cm}^2]$$

$$\mu = \text{Koefisien gesek}$$

$$F = \text{Luas bidang tekan} \quad [\text{cm}^2]$$

3.2.8. Tekanan Maksimum Permukaan

Tekanan permukaan maksimum digunakan untuk memilih pelat gesek yang cocok dan aman. Pada lampiran tebal tertulis harga-harga tekanan untuk bahan pelat gesek. Hubungan antara tekanan maksimum dan tekanan rata-rata adalah :

$$P_{\max} = \bar{p} \frac{d}{d_t} \quad [\text{kgf/cm}^2]$$

3.2.9. Umur Pelat Gesek

Daya saing pelat gesek sangat ditentukan oleh umur dari pelat gesek itu. Umur pelat gesek ditentukan dari hubungan antara volume keausan spesifik dan gaya gesek, sedangkan untuk menghitung volume keausan digunakan rumus :

$$V_v = F.S_v$$

Dengan :

$$V_v = \text{Volume keausan} \quad [\text{cm}^3]$$

$$F = \text{Luas permukaan bidang tekan} \quad [\text{cm}^2]$$

$$S_v = \text{Batas keausan} \quad [\text{cm}]$$

Umur pelat gesek akhirnya dapat ditentukan dari persamaan :

$$L_B = \frac{V_v}{Q_v \cdot N_R}$$

Dimana :

$$L_B = \text{Umur pelat gesek} \quad [\text{jam}]$$

$$V_v = \text{Volume keausan} \quad [\text{cm}^3]$$

$$Q_v = \text{Keausan spesifik}$$

3.2.10. Temperatur Kerja Plat dan *Kopling*

Temperature kerja kopling harus memenuhi temperature yang diizinkan, karena apabila melewati batas yang diizinkan akan menyebabkan pelat gesek cepat sekali aus sehingga umur *kopling* akan lebih pendek. Temperature kerja *kopling* dipengaruhi oleh koefisien perpindahan panas dari rumah *kopling*, luas perpindahan panas dan temperature sekeliling, temperature kerja *kopling* adalah :

$$t = t_L + \Delta t$$

dengan :

t = Temperatur kerja *kopling*

t_L = Temperatur lingkungan

Δt = Kenaikan temperature

Semua parameter dalam satuan °C. sementara itu kenaikan temperatur dapat diketahui dengan persamaan :

$$\Delta t = \frac{632.N_R}{F_K.a_K}$$

Dengan :

F_K = Luas permukaan bidang pendingin [m²]

α_K = Koefisien perpindahan panas

[kkal/m°C.jam]

luas permukaan bidang pendingin dapat diketahui dengan rumus :

$$F_K = \pi.d_k.b_k + \frac{\pi.(d_k^2 - d_i^2)}{4}$$

Dimana :

d_k = Diameter terluar atau diameter rumah *kopling* [cm]

b_k = Lebar rumah kopling

[cm]

koefisien perpindahan panas, dari rumah *kopling* dapat diketahui dari hubungan berikut :

$$\alpha_K = 4.5 + 6(v_k)^{3/4}$$

dengan :

$$v_k = \frac{\pi \cdot d_k \cdot n}{60}$$

v_k = Kecepatan tangensial rumah kopling [m/det]

maka kenaikan temperatur dapat dihitung dari hubungan sebagai berikut :

$$t_s = \frac{632 \cdot N_R}{F_k \cdot a_k}$$

dengan :

N_R = Daya gesek

F_k = Luas permukaan bidang pendingin

A_k = Koefisien perpindahan panas

3.2.11. Pemasangan Paku Keling

Paku keeling yang dipasang pada pelat gesek dan pelat penghubung berfungsi untuk meneruskan putaran pelat gesek ke pelat penghubung dan seterusnya ke HUB, dan selanjutnya keporos. Untuk perhitungan pemasangan paku keeling didapat dengan menggunakan perhitungan berikut. Gaya yang dialami oleh setiap paku keeling didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$F_k = \frac{2 \cdot M_R}{Z}$$

Dengan :

F_k = Gaya yang diterima masing-masing paku keeling

M_R = Torsi gesek

Z = Jumlah paku keeling

Dimensi paku keeling diketahui dengan menggunakan persamaan berikut :

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_k}{\tau \cdot 3,14}}$$

dengan :

F_k = Gaya yang diterima masing-masing paku keeling

τ = Tegangan geser material paku keeling

3.2.12. Analisis Pegas

Pegas berfungsi sebagai peredam getaran dan penahan gaya permukaan terhadap pelat gesek. Pegas ini juga berfungsi sebagai penerus daya dari HUB kepelat. Pada pegas ini bekerja momen torsi yang mengakibatkan tegangan geser. Tegangan ini dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\tau = \frac{M_t}{2.\pi.r^2.h}$$

Dengan :

M_t = Momen torsi maksimum

h = Panjang pegas

r = Diameter pegas

3.2.13. Analisis Tegangan Pada Pegas Diafragma

Pada rumah kopling terdapat pegas diafragma yang berbentuk cincin (bellivelle spring) pada pegas ini terdapat gaya P yang dapat melakukan pemasangan dan palepasan kopling. Tegangan yang terjadi pada pegas ini didapat dari persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{K_i.E.t^2}{b^2}$$

K_i = Konstanta pegas untuk steel bellivelle spring

T = Tebal pegas

E = Modulus elastisitas

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

4.1. Hasil Perhitungan

4.1.1. Perhitungan Torsi Maksimum

Pemilihan torsi maksimum didasarkan pada harga paling tinggi antara torsi maksimum yang diperoleh dari data spesifikasi dengan harga torsi maksimum (statik) yang diperoleh melalui hubungan daya maksimum dan putarannya. Dasar pemilihan torsi yang lebih besar karena perhitungan didasarkan pada beban maksimum yang mungkin terjadi berdasarkan faktor keamanan.

Dengan diketahuinya beban maksimum, pemilihan bahan yang akan digunakan dapat dilakukan dengan baik dan mempunyai kekuatan di atas beban maksimum. Dari persamaan, maka torsi maksimum adalah :

$$M_h = 71620 \times \frac{109}{6000}$$

$$M_h = 1302 \text{ kgm.cm}$$

Dalam hal ini harga torsi maksimum yang diperoleh dari data spesifikasi ternyata lebih besar daripada harga torsi maksimum (statik), maka untuk menjaga keamanan pemakaian dipilih harga torsi yang lebih tinggi, yaitu

$M_h = 1302 \text{ kgm.cm}$ dengan kecepatan putar mesin $n = 4200$ rpm.

1.1.2. Perhitungan Teori Gesek

Dengan diketahuinya harga M_h , maka dapat ditentukan besarnya teori gesek. Harga C dapat dipilih dari tabel 1 pada lampiran II, yang mana ini berkisar antara 2 – 3 untuk kendaraan motor. Dengan memilih $C = 2,2$ maka diperoleh harga torsi gesek sebesar :

$$M_r = 2,2 \times 1302 = 2864,4 \text{ kgm . cm}$$

1.1.3. Perhitungan Kerja Gesek dan Daya Gesek

Dari persamaan (3), dengan mengasumsikan $t_R = 0,5$ detik, maka besarnya kerja gesek yang dihasilkan adalah :

$$A_r = \frac{2864,4 \times 4200 \times 0,5}{1910}$$

$$A_r = 3149,34 \text{ kgm.cm}$$

Dari cara kerja gesek ini, dengan mengasumsikan pemakaian kopling rata-rata pada kondisi jalan apapun adalah 60 kali tiap jam, didapatkan besarnya daya gesek adalah :

$$N_r = \frac{3149,34 \times 60}{27 \times 10^4}$$

$$N_r = \frac{188960,4}{27 \times 10^4} = 0,69 \text{ hp}$$

1.1.4. Perhitungan Diameter Rata-Rata Plat Gesek

Harga K_T dan $\frac{b}{d}$ dapat diketahui dari tabel 2 pada lampiran II. Harga-harga tersebut diambil berdasarkan jumlah pelat gesek, dalam hal ini untuk *TOYOTA YARIS* jumlah pelat gesek yang dimiliki $j = 2$, maka akan diketahui dari tabel bahwa harga K_T berkisar antara 1 – 1,6 dan harga $\frac{b}{d}$ berkisar antara 0,15 – 0,3.. Dengan memilih harga $K_T = 1,5$ dan harga $\frac{b}{d} = 0,175$, maka akan didapat harga diameter rata-rata sebagai berikut :

$$\begin{aligned}d &= 71,5 \left[\frac{0,69}{1,5 \times 0,175 \times 2 \times 4200^{\frac{1}{2}}} \right]^{0,4} \\&= 71,5 \left[\frac{0,69}{34,02} \right]^{0,4} \\&= 71,5 (0,02)^{0,4} \\&= 14,95 \text{ cm}\end{aligned}$$

Sehingga lebar pelat akan diperoleh dengan substitusi harga d ke dalam rasio $\frac{b}{d}$, yaitu

$$\begin{aligned}: \quad \frac{b}{d} &= 0,175 \\b &= 0,175 \times 14,95 \\b &= 2,61 \text{ cm}\end{aligned}$$

Dari harga ini dapat ditentukan besarnya diameter dalam pelat (d_1) dan Diameter luar pelat (d_0).

Diameter dalam pelat (d_1) :

$$d_1 = d - b = (14,95 - 2,61)$$

$$d_1 = 12,34$$

Diameter luar pelat (d_0) :

$$d_0 = d + b = (14,95 + 2,61)$$

$$d_0 = 17,56 \text{ cm}$$

1.1.5. Pengujian Harga K_T dan K_U

Untuk memeriksa apakah harga K_T dan K_U masih dalam batas-batas yang Diizinkan, terlebih dahulu ditentukan besarnya kecepatan tangensial pelat gesek,

yaitu :

$$v = \frac{3,14 \times 14,95 \times 10^{-2} \times 4200}{60}$$

$$v = 32,86 \text{ m/s}$$

Sehingga ;

$$K_T = \frac{0,69 \times 1000}{2,61 \times (17,56) \times 2 \times 32,86^2}$$

$$K_T = \frac{690}{525,44}$$

$$K_T = 1,31 \text{ kgm.cm}^2$$

Ternyata harga K_T tidak jauh berbeda dengan pemilihan harga awal, maka harga K_T dapat diterima. Selanjutnya dilakukan pengecekan harga K_U sesuai dengan

persamaan (7).

$$K_u = \frac{2 \times 2864,4}{2,61 \times (14,95)^2} \times 2$$

$$= \frac{5728,8}{1166,6}$$

$$= 4,91.10^{-3} \text{ kgm.cm}$$

Harga K_u dapat diterima karena masih mendekati harga dalam batas yang diizinkan.

1.1.6. Perhitungan Luas Bidang Tekan

Dari data di atas dan dengan memakai persamaan (9), serta diasumsikan $\bar{Y} = 0,9$, maka luas bidang tekan dapat dicari, yaitu :

$$F = 3,14 \times 2,61 \times 14,95 \times 2 \times 0,9$$

$$F = 220,53 \text{ cm}^2$$

1.1.7. Perhitungan Tekanan Rata-Rata Permukaan

Dengan mengasumsikan koefisien gesek dari permukaan gesek (μ) = 0,3, maka tekanan rata-rata adalah :

$$\bar{P} = \frac{2 \times 2864,4}{0,3 \times 14,95 \times 220,53}$$

$$\bar{P} = 5,79 \text{ kgm/cm}^2$$

1.1.8. Perhitungan Tekanan Maksimum Permukaan

Tekanan maksimum permukaan digunakan untuk memilih pelat gesek yang cocok dan aman. Pada tabel 2 pada lampiran II tertulis harga-harga tekanan untuk bahan pelat gesek. Dari persamaan (11) didapatkan besarnya tekanan maksimum permukaan adalah :

$$P_{mak} = 5,79 \cdot \frac{14,95}{12,34}$$

$$P_{mak} = 7,01 \text{ kgf/cm}^2$$

Dengan asumsi koefisien gesek dari permukaan gesek adalah 0,1 dan tekanan maksimum yang diizinkan agar keamanan selama pemakaian terjamin adalah $3,22 \text{ kgf/cm}^2$, maka dari tabel 2 pada lampiran II dapat disimpulkan bahwa permukaan pelat gesek dapat terbuat dari bahan *Asbestos Pressed Hydraulically with plastic*, yang mempunyai limit koefisien gesek antara 0,2 – 0,35 dan tekanan permukaan yang diizinkan antara $0,5 - 80 \text{ kgf/cm}^2$. Jadi, bahan ini sesuai digunakan untuk rancangan, karena tekanan maksimum permukaan gesek yang dirancang masih berada dalam batas tersebut.

1.1.9. Perhitungan Umur Plat Gesek

Umur pelat gesek ditentukan dari hubungan antara volume keausan spesifik dan daya gesek. Dengan adanya paku keling, maka tebal lapisan permukaan gesek yang aus diukur dengan keadaan paku keling tersebut adalah 2 mm dan ini sama dengan tebal keausan maksimum dari pelat gesek.

$$V_V = F \times \text{keadaan paku keling} \times j$$

$$V_V = 220,53 \times 0,2 \times 2$$

$$V_V = 88,212 \text{ cm}^3$$

Dengan asumsi $Q_V = 0,125$, maka :

$$L_B = \frac{88,212}{0,125 \times 0,69}$$

$$L_B = 9,77 \text{ jam}$$

4.1.10 Perhitungan Temperatur Kerja Pelat dan *Kopling*

Temperatur yang terjadi pada pelat gesek dipengaruhi oleh besarnya daya gesek (N_f) yang bekerja pada pelat tersebut. Makin besar daya gesek, makin tinggi temperature yang terjadi, sehingga dalam pemilihan bahan haruslah bahan yang mempunyai ketahanan yang baik terhadap temperatur yang tinggi atau temperatur yang terjadi tidak melebihi jangkauan yang diizinkan untuk pelat tersebut. Dengan asumsi temperatur lingkungan adalah 30^0C , temperatur kerja *kopling* adalah :

$$d_k = \text{asumsi}$$

$$d_k = d_0 + 2 \times 3 \text{ cm}$$

$$d_k = 5 \text{ cm}$$

Karena itu ;

$$d_k = d_0 + 2 \times 3 \text{ cm}$$

$$d_k = (17,56 + 6) \text{ cm}$$

$$d_k = 23,56 \text{ cm}$$

$$F_K = 3,14 \times 23,56 \times 5 + \frac{3,14(23,56^2 - 12,34^2)}{4}$$

$$F_K = 686,08 \text{ cm}^2$$

Koefisien perpindahan panas dari rumah *kopling* dapat diketahui dari hubungan Pada persamaan (17), dimana kecepatan tangensial yang dihasilkan adalah :

$$V_K = \frac{3,14 \times 23,56 \times 4200}{60}$$

$$V_K = 5178,488 \text{ cm/s}$$

$$V_K = 51,78 \text{ m/s}$$

Sehingga :

$$\alpha_K = 4,5 + 6 \times (51,78)^{3/4}$$

$$\alpha_K = 202,67 \text{ kkal/m}^0\text{C. jam}$$

Dengan data-data di atas dapat dicari kenaikan temperatur sebagai berikut :

$$\Delta t = \frac{632 \times 0,69}{686,08 \times 10^{-4} \times 202,67}$$

$$\Delta t = \frac{436,08}{13,90 \times 10^{-3}}$$

$$\Delta t = 31,37 \text{ }^0\text{C}$$

Sehingga temperatur kerja *kopling* (asumsi temperatur lingkungan 20 ⁰C)

Adalah:

$$t = 20 \text{ }^0\text{C} + 31,37 \text{ }^0\text{C}$$

$$t = 51,37 \text{ }^0\text{C}$$

Berdasarkan tabel 2 pada lampiran II temperatur kerja yang diizinkan untuk *Asbestos Pressed Hidraulically with Plastic* sampai 500 ⁰C, jadi temperatur kerja *kopling* hasil rancangan dapat diterima karena masih dalam batas yang diizinkan.

1.1.11. Paku Keling

Pada motor TOYOTA YARIS ini digunakan tiga macam paku keling yang berbeda fungsi, yaitu :

1. Paku keling untuk permukaan gesek dengan plat penghubung

$$\text{Torsi } (Mr) = 2864,4 \text{ kgm . cm}$$

Jarak keling ke pusat *r* adalah 5 cm

$$F_R = \frac{Mr}{r} = \frac{2864,4 \text{ kgf.cm}}{10 \text{ cm}}$$

$$= 286,44 \text{ kgf} = 2864,4 \text{ kg}$$

Jumlah keling yang digunakan ada 18 buah, maka gaya geser yang ditanggung satu buah *kopling* adalah :

$$F_{Rl} = \frac{2864,4}{18} = 159,13 \text{ N}$$

Jumlah patahan yang diasumsikan adalah 2 ($n = 2$)

Untuk bahan paku keling digunakan AIMg3F18, dengan $F_s = 2$ dan $\tau_{max} = 27$

Mpa didapatkan :

$$\tau_{max} = \frac{27 \text{ Mpa}}{2} = 13,5 \text{ Mpa}$$

Maka diameter paku keling yang diizinkan adalah :

$$\begin{aligned} d_{kl} &= \sqrt{\frac{4 \times 159,13}{3,14 \times 2 \times 13,5}} \\ &= \sqrt{\frac{636,52}{84,78}} \\ &= 2,7 \text{ mm} \approx 3 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Paku kling untuk plat penghubung 1 dengan plat penghubung 2 Torsi (Mr)

= 28644 kgfcm Jarak keling kepusat r adalah 7cm

$$F_R = \frac{Mr}{r} = \frac{2864,4 \text{ kgfcm}}{7 \text{ cm}} = 409,2 \text{ kgfcm}$$

Jumlah keeling yang digunakan adlah 18 buah, maka gaya geser yang ditanggung satu buah *kopling* adalah :

$$F_{Rl} = \frac{409,2}{18} = 22,73 \text{ N}$$

Jumlah patahan yang diasumsikan adalah 3 ($n = 3$)

Untuk bahan paku keeling digunakan AIMg3F18, dengan $F_s = 2$ dan $\sigma_{max} = 27$ Mpa didapat :

$$\sigma_{max} = \frac{27Mpa}{2} = 13,5 \text{ Mpa}$$

Maka diameter paku keeling yang sesuai adalah :

$$\begin{aligned} d_{kl} &= \sqrt{\frac{4.F_{R1}}{\pi.n.\tau_{max}}} = \sqrt{\frac{4.22,73}{3,14.3.13,5}} = \sqrt{\frac{90,92}{127,17}} \\ &= 2,6 \approx 3 \text{ mm} \end{aligned}$$

3. Paku keeling untuk penghubung dengan HUB

Torsi (Mr) = 28644 kgfcm

Jarak keeling kepusat r adalah 5,5 cm

$$F_R = \frac{Mr}{r} = \frac{2864,4kgfcm}{5,5cm} = 520,8 \text{ kgf} = 5208 \text{ N}$$

Jumlah keeling yang digunakan ada 16 buah, maka gaya geser yang ditanggung satu buah *kopling* adalah :

$$F_{R1} = \frac{5208}{16} = 289,3 \text{ N}$$

Jumlah patahan yang diasumsikan adalah 4 ($n = 4$)

Untuk bahan paku keeling yang digunakan AIMg3F18, dengan $F_s = 2$ dan $\sigma_{max} = 27$ Mpa, didapatkan

$$\sigma_{max} = \frac{27mpa}{2} = 13,5 \text{ Mpa}$$

Maka diameter paku keeling yang sesuai adalah :

$$d_{kl} = \sqrt{\frac{4.289,3}{3,14.4.13,5}} = \sqrt{\frac{1157,2}{169,56}} = 2,6 \approx 3 \text{ mm}$$

1.1.12. Poros

Untuk perancangan poros, hal yang sangat berpengaruh adalah torsi dari kopling, Didapatkan harga torsi gesek dari kopling adalah 28644 kgf.cm yang setelah dikonversikan ke satuan SI menjadi : $28,644 \times 9,81 = 280,99 \text{ Nm} = 28099764 \text{ Nmm}$ Material yang diambil untuk poros ini adalah AISI 4340 COLD DRAWN dengan $\sigma_{yp} = 99000 \text{ psi}$ atau $682,8 \text{ Mpa}$ Dengan menggunakan rumus perhitungan poros dan harga tegangan geser, kita akan mendapatkan harga diameter poros yang kita inginkan, yaitu :

$$\begin{aligned}d &= 3\sqrt{\frac{16.280990\text{Nmm}}{3,14.682,8\text{Nmm}^2}} \\&= 3\sqrt{\frac{4495840}{2143,992}} \\&= \sqrt[3]{2096,95\text{mm}^3} \\&= 12,8 \text{ mm}\end{aligned}$$