

TEKANAN PERMUKAAN

Tekanan permukaan p adalah pembebanan yang terjadi pada bidang atau permukaan kontak dari dua benda yang saling menekan.

Definisi :

Tekanan permukaan p adalah hasil bagi dari gaya normal F_n dengan luas proyeksi bidang yang saling bersentuhan

5.1. Tekanan Permukaan Bidang Datar

Posisi bidang yang saling bersentuhan tegak lurus terhadap arah gaya tekan (disebut gaya normal, F_n)

5.2. Tekanan Permukaan Bidang Miring

Arah gaya yang menekan tidak tegak lurus terhadap bidang yang menahan gaya tersebut.

Tekanan permukaan pada bidang miring ini sering kita temui pada konstruksi mesin pekasas.

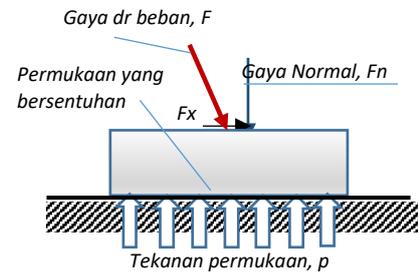
misalnya bidang luncur dari landasar pengarah.

Tekanan permukaan yang terjadi harus lebih kecil dari tekanan

Langkah perhitungan tekanan permukaan

- Lihat arah gaya terhadap permukaan yang menahan
- Definisikan gaya terhadap bidang bersentuhan yang menahan gaya.
- Tentukan gaya normal, F_n (gaya yang tegak lurus bidang).
- Definikan bidang proyeksi yang menahan gaya.
- Hitung luas proyeksi bidang yang menahan gaya
- Hitung tekanan permukaan dari gaya yang ada (F) per luas A , atau gaya normal (F_n) per Luas proyeksi A_{proy} bidang yang menahan gaya tsb.

$$p = \frac{F}{a \cdot b} \quad \text{atau} \quad p = \frac{F_n}{a \cdot b'}$$



$$\text{Tekanan permukaan, } p = \frac{\text{Gaya normal, } F_n}{\text{bidang yang bersentuhan, } A}$$

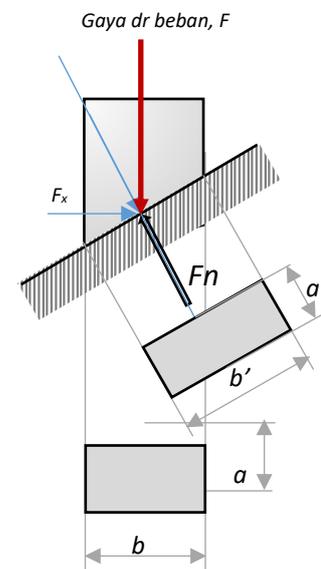
$$p = \frac{F_n}{A} \quad N/mm^2$$

Atau

$$\text{Tekanan permukaan, } p = \frac{\text{Gaya, } F}{\text{Luas proyeksi, } A_{proy}}$$

$$p = \frac{F}{A_{proy}} \quad N/mm^2$$

$$p \text{ yang terjadi} \leq p \text{ izin}$$



CONTOH

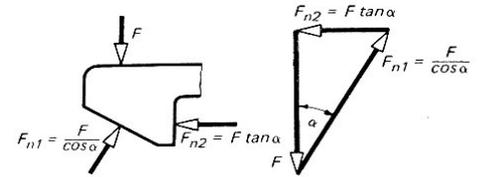
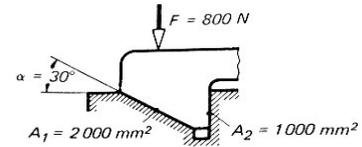
▪ **Pengarah Luncur**

Pengarah luncur pada sebuah konstruksi meja mesin perkakas menerima beban sebesar $F = 800 \text{ N}$, diitahan dengan 2 bidang kiri kanan, ukuran luas yang menahan :

$A_1 = 2000 \text{ mm}^2$ dengan sudut $\alpha = 30^\circ$ dan $A_2 = 1000 \text{ mm}^2$ Tegak lurus meja mesin.

penyelesaian :

- Buatkan DBB (diagram benda bebas) untuk mendefinisikan letak dan arah gaya yang terpadai pada bidang 1 dan bidang 2.
- Buatkan *Poligon gaya* untuk mencari besarnya gaya normal yang ada pada bidang 1 dan 2 (F_{n1} dan F_{n2}).
- Cari besarnya *tekanan permukaan* yang terjadi pada bidang dan bidang 2, p_1 dan p_2

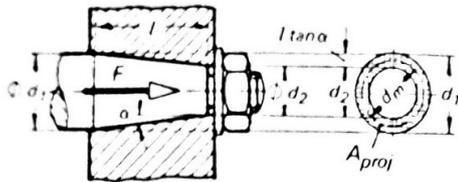


$$p_1 = \frac{F_{n1}}{A_1} = \frac{F}{A_1 \cos \alpha} = 0,462 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$p_2 = \frac{F_{n2}}{A_2} = \frac{F \tan \alpha}{A_2} = 0,462 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Luas proyeksi adalah luas bidang yang menahan gaya dilihat tegak lurus terhadap arah gaya, F_n .

▪ **Ujung Poros Tirus**



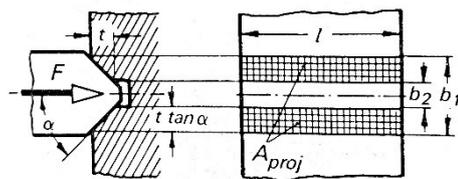
Tekanan permukaan pada ujung Poros Tirus

$$p = \frac{F}{A_{proj}} = \frac{F}{\frac{\pi}{4} (d_1^2 - d_2^2)}$$

atau

$$p = \frac{F}{\pi \cdot d_m \cdot l \cdot \tan \alpha}$$

▪ **Ujung Baji**



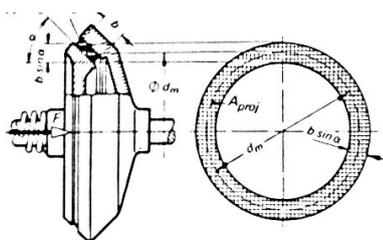
Tekanan permukaan pada Bidang baji

$$p = \frac{F}{A_{proj}} = \frac{F}{(b_1 - b_a) \cdot l}$$

atau

$$p = \frac{F}{2 \cdot l \cdot t \cdot \tan \alpha} =$$

▪ **Kupling Tirus**

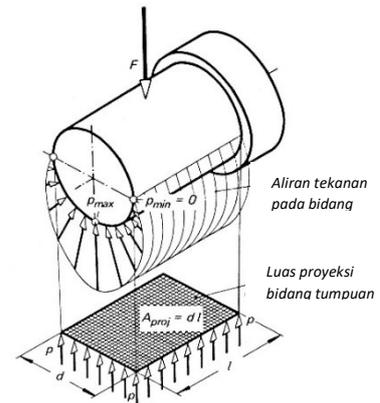


Tekanan permukaan pada Bidang Kopleng Tirus

$$p = \frac{F}{A_{proj}} = \frac{F}{\pi \cdot d_m \cdot b \cdot \sin \alpha}$$

5.3. Tekanan Permukaan Batang Silinder

Pada pasangan batang silinder dengan hubungan suaian seperti tumpuan poros (*pivot*), pena dan pena penyangga yang menerima gaya terjadi tekanan permukaan, Tekanan permukaan terjadi pada bidang yang menerima beban yaitu setengah dari lingkarannya, tekanan permukaan terbesar p_{max} terjadi pada garis bidang yang paling bersentuhan, sedangkan sisi yang lainnya tkanan permukaan akan semakin mengecil, hal ini terjadi karena adanya toleransi diantara keduanya.

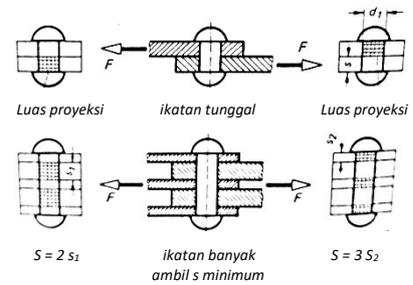


$$p = \frac{F}{A_{proy}} = \frac{F}{d.l} \leq p_{izin}$$

d = Diameter pivot,
 l = Panjang pivot

Namun demikian perhitungan tekanan permukaan dapat diambil harga tekanan permukaan rata rata dengan menganggap bahwa gaya F terbagi merata pada bidang proyeksi Aproy, jadi tekanan permukaan bisa didapat dari gaya F per luas proyeksi Aproy dari bidang silinder.

Pada sambungan baut atau keling pada ikatan plat, tekanan permukaan biasa disebut juga *Tekanan Badan Lubang* (σ_L), tekanan badang lubang diambil pada plat tertipis, karena disitulah terjadi tekanan permukaan yang paling besar.



Pada pasangan plat yang susunannya lebih dari 2 plat harga s diambil total tebal plat yang mempunyai beban dengan arah yang sama kemudian s yang dipakai adalah total s yang terkecil.

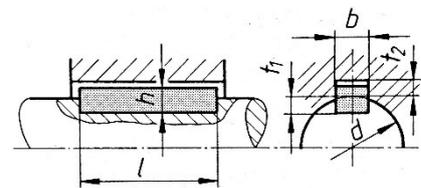
$$\sigma_L = \frac{F}{n \cdot A_{proy}} = \frac{F}{n \cdot d_l \cdot s_{min}} \leq p_{izin}$$

d_l = Diameter lubang,
 s_{min} = tebal plat tertipis

Jadi tekanan badan lubang pada plat sambungan baut atau keeling tergantung dari gaya F , diameter d , dan jumlah baut/keling n dan tebal plat tertipis.

5.4. Tekanan permukaan hubungan pasak

Pada konstruksi hubungan pasak tekanan permukaan terjadi antara bidang sisi pasak dengan porosnya dan bidang sisi pasak dengan nafnya, bidang yang bersentuhan yaitu bidang rata yang menempel (*tidak pada bagian radiusnya*), karena dimensi panjang pasang dengan panjang lubang alurnya bertoleransi longgar $>0,1$.



$$p = \frac{F}{A_{proy}} = \frac{F}{t \cdot (l-b)} \leq p_{izin}$$

t = tinggi bidang pasak yang bersentuhan,
 l = Panjang pasak
 b = lebar pasak

5.5. Tekanan permukaan pada Ulir

Pengikatan baut dan mur yang menerima gaya aksial terjadi *tekanan permukaan* pada profil ulir antara batang baut dengan mur pasangannya.

Terutama pada Ulir penggerak (*seperti spindle mesin press, spindle pembawa pada mesin bubut*), tinggi/tebal mur pembawa m harus dibuat besar sesuai dengan kebutuhan dalam menahan gaya, untuk mendapatkan tekanan permukaan p yang terjadi tidak melebihi tekanan permukaan yang diizinkan p_{izin} .

Untuk Ulir penggerak biasanya lebih banyak digunakan jenis *Ulir Trafesium* daripada Ulir Metrik.

Karena gaya aksial yang dihasilkan akan jauh lebih besar daripada ulir metrik dikarenakan sudut profil ulir Ulir Trafesium ($\beta = 30^\circ$) lebih kecil dibanding dengan sudut profil Ulir Metrik ($\beta = 60^\circ$).

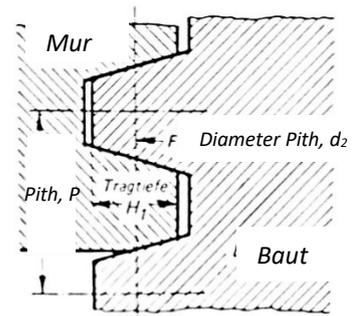
Luas yang menerima tegangan adalah *luas proyeksi* A_{proj} bidang ulir yang bersentuhan antara batang ulir dan murnya, pada ulir Metrik adalah A_s pada ulir Trafesium adalah A_3 .

Luas tegangan didapat dari luas proyeksi satu lilitan (*keliling profil ulir, πd_2*) kali tinggi profil ulir yang bersentuhan H_1 kali jumlah lilitan i ,

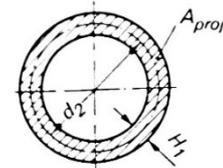
Jumlah lilitan ulir yang menerima beban i didapat dari tinggi mur m dibagi Pith P .

Jadi *tekanan permukaan* pada hubungan ulir bisa didapat dari gaya aksial F_a yang diberikan dibagi luas profil ulir yang menahan beban ($\pi d_2 \cdot H_1 \cdot i$)

Dan kita juga bisa menentukan tinggi ulir efektif dari tekanan permukaan yang diizinkan



Gambar hubungan ulir Trafesium



$$\Delta A_{proj} = \pi d_2 H_1$$

$$p = \frac{F}{A_{proy}} = \frac{F \cdot P}{\pi d_2 \cdot H_1 \cdot m} \leq p_{izin}$$

d_2 = Diameter pith,
 H_1 = Tinggi profil ulir yang menahan beban

$$m \geq \frac{F \cdot P}{\pi d_2 \cdot H_1 \cdot p_{izin}}$$

d_2 = Diameter pith,
 H_1 = Tinggi profil ulir yang menahan beban

CONTOH SOAL LATIHAN

1. Spindel Penggerak

Sebuah Spindel penggerak menarik beban melalui Mur pembawa pada arah sumbu sebesar 20 kN, tegangan tarik izin pada spindel $\sigma_{izin} = 80 \text{ N/mm}^2$, dan tekanan permukaan izin pada ulir $p_{izin} = 15 \text{ N/mm}^2$.

Hitung :

- Dimensi ulir trapesium,
- Panjang mur pembawa yang di butuhkan, m_{min} .

Diketahui :

Gaya Tarik $F = 20 \text{ kN} = 20.000 \text{ N}$

$\sigma_{t.izin} = 80 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $p_{izin} = 15 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Dicari :

- Dimensi Ulir Trafesium
- Panjang Mur

Penyelesaian :

- Menentukan dimensi Ulir Trafesium

Luas penampang tegangan ulir efektif yang harus mampu menahan beban sebesar 20 kN tidak boleh melebihi tegangan tarik izin $\sigma_{t,izin} = 80 \text{ N/mm}^2$, bisa dicari dengan $A_{ef} = F / \sigma_{t,izin}$

Dalam table ulir Trafesium ISO diiilih **Tr 24.x 5** dengan luas penampang tegangan $A_3 = 269 \text{ mm}^2 \geq A_{ef} = 250 \text{ mm}^2$

- Menentukan panjang Mur Pembawa

Panjang atau tinggi Mur dicari dengan tekanan permukaan yang terjadi pada profil ulir, didapat $m = 40 \text{ mm}$

$$\sigma_t = \frac{F}{A_3} \leq \sigma_{t,izin}$$

$$A_{ef} = \frac{F}{\sigma_{t,izin}} = \frac{20.000 \text{ N}}{80 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Ulir yang dipilih TR 24 x 5

Dengan $A_3 = 269 \text{ mm}^2$

Pith $Ph = 5 \text{ mm}$

Diameter pith $d^2 = 21,5$

Tinggi profil yang menahan beban

$H_1 = 2,5 \text{ mm}$

$$m \geq \frac{F \cdot Ph}{\pi d_2 \cdot H_1 \cdot p_{izin}}$$

$$m \geq \frac{20.000 \text{ N} \cdot 5 \text{ mm}}{\pi \cdot 21,5 \text{ mm} \cdot 2,5 \text{ mm} \cdot 15 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$m \geq 39,48 \text{ mm} = 40 \text{ mm}$$

2. Bantalan gesek

Sebuah bantalan gesek mempunyai gaya radial $Fr = 15.000 \text{ N}$ dan gaya Aksial $Fa = 6.000 \text{ N}$ dengan perbandingan ukuran $l/d = 1,2$.

Tekanan permukaan yang diizinkan $p_{zul} = 5 \text{ N/mm}^2$

- Tentukan ukuran d , D dan l

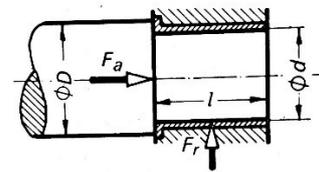
Penyelesaian :

Diketahui perbandingan panjang dengan diameter tumpuan bantalan gesek $L/d = 1,2$ berarti $l = 1,2 d$.

Dari persamaan tekanan permukaan untuk bantalan gesek tersebut gaya/luas proyeksi didapat diameter $d = 50 \text{ mm}$ dari perbandingan $L/d = 1,2$ maka $l = 1,2 d = 60 \text{ mm}$

pekanan permukaan yang terjadi pada bidang lingkaran sentuh diakibatkan dari gaya aksial $Fa = 6.000 \text{ N}$.

dari rumus tekanan permukaan lingkaran cincin didapat $D = 65 \text{ mm}$



$$p = \frac{Fr}{A_{proy}} = \frac{Fr}{d \cdot l} \leq p_{izin}$$

$$\frac{l}{d} = 1,2 \rightarrow l = 1,2 d$$

$$p = \frac{Fr}{d \cdot 1,2 l} = \frac{Fr}{1,2 d^2}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{Fr}{1,2 p_{izin}}} = \sqrt{\frac{15.000 \text{ N}}{1,2 \cdot 5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}}$$

$$d = 50 \text{ mm}$$

$$l = 1,2 \cdot 50 = 60 \text{ mm}$$

$$p = \frac{Fa}{A_{proy}} = \frac{Fa}{\pi/4 \cdot (D^2 - d^2)}$$

$$D_{ef} \geq \sqrt{\frac{4 \cdot Fa}{\pi \cdot p_{izin}}} + d^2$$

$$D_{ef} = 63,47 \text{ mm}$$

$$D = 65 \text{ mm}$$

TABEL 5.01, Tekanan Permukaan izin, p_{izin} N/mm² untuk kasus pembebanan Statis

No.	Bahan	Jenis Komponen	p_{izin} N/mm ²
1	St. 37	Pena	100
2	St. 50, C 35,	Pena, Pena Penyangga, Pasak, poros	140
3	St. 60, C 35K, C 35V St. 50K, 9 SMnPb 28K	Pena Penyangga, spline, poros	170
4	St. 70, C 60K, C 60V	Pena Penyangga, poros	200
5	Besi Tuang (BTK/Fc)	Naf	70
6	Baja Tuang	Naf	85
7	Cu-Sn-Pb paduan	Naf	40

Untuk pembebanan :

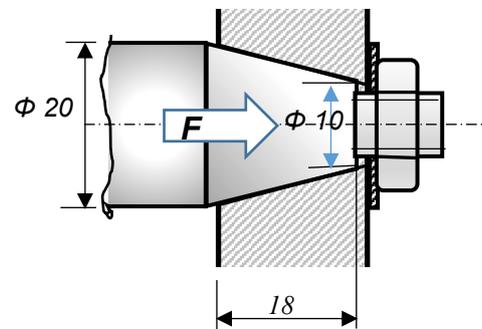
- Dinamis berulang dikalikan 0,7
- Dinamis berganti dikalikan 0,5

SOAL LATIHAN

1. Poros Ujung Tirus

sebuah poros berujung tirus menerima gaya F sebesar = 15 kN

- Cari tekanan permukaan yang terjadi pada bidang tirus

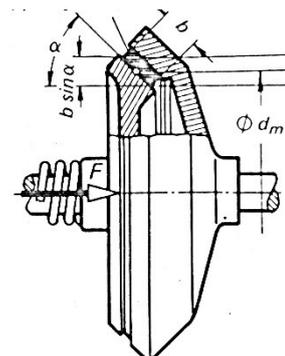


2. Kupling Tirus

Sebuah Kupling tirus menerima gaya F sebesar = 50 kN dengan dimensi Sbb.

$D_m = 100$ mm, $b = 20$ mm, sudut $\alpha = 45^\circ$

- Cari tekanan permukaan yang terjadi pada bidang gesek kupling tersebut.

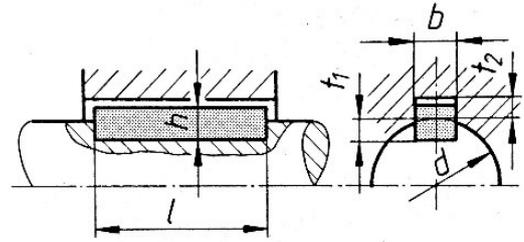


3. Pasak Paralel

Hubungan *naf roda gigi* dengan porosnya menggunakan pasak sejajar, menerima beban momen punter, M_p sebesar 50 Nm

Dimensi Poros $d = 32$ mm, $l = 50$ mm.

- Tentukan dimensi pasak berdasarkan standar
- Hitung tekanan permukaan yang terjadi pada poros dan Naf

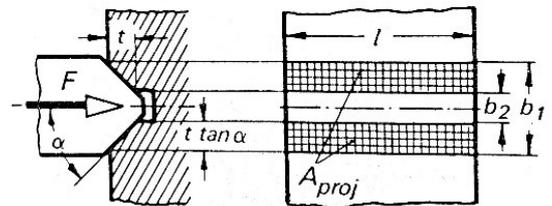


4. Pengarah Prisma

Pengarah prisma menerima gaya tekan sebesar $F = 12$ kN dengan dimensi sbb.:

$b_1 = 30$ mm, $b_2 = 10$ mm, $t = 10$ mm, $l = 60$ mm, $\alpha = 45^\circ$

- cari tekanan permukaan yang terjadi



5. Pengarah Luncur

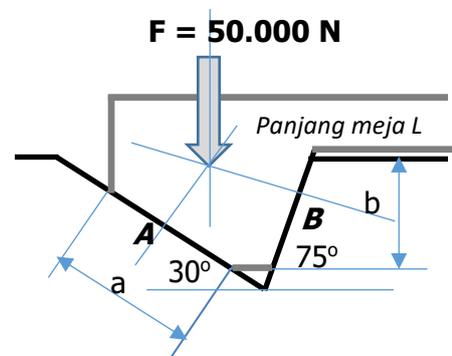
Pengarah luncur sebuah konstruksi mesin perkakas menerima beban $F = 50.000$ N.

Dimensi :

Panjang $L = 100$ mm

$a = 25$ mm, $b = 15$ mm

- Hitung tekanan permukaan yang terjadi pada bidang A dan B

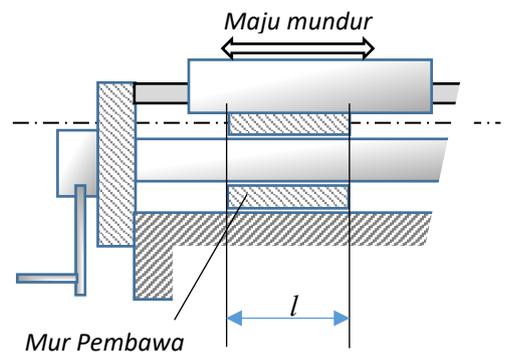


6. Spindel Pembawa

Sebuah spindel Tr 20 mendapatkan beban tarik melalui mur pembawa pada arah sumbu sebesar 20 kN tegangan tarik izin pada spindel = 80 N/mm², dan permukaan izin pada ulir = 15 N/mm².

Ditanyakan :

- Tegangan tarik yang terjadi pada ulir trapesium
- Panjang mur pembawa yang di butuhkan



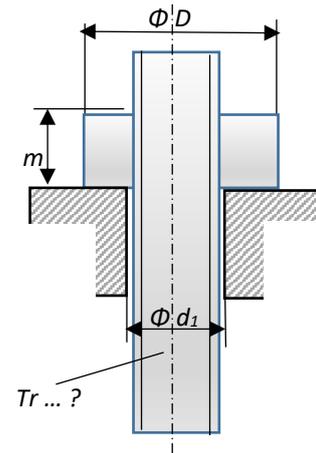
7. Spindel Penarik

Sebuah Spindel ulir Trafesium di bebani dengan gaya $F = 30 \text{ kN}$ seperti pada gambar. Bahan St. 60 dengan faktor keamanan 2x terhadap kekuatan mulur

Diameter lubang $d_1 = \Phi Tr + 1 \text{ mm}$

Tugas anda, tentukan :

- Ukuran Spindel Tr, supaya dapat menahan beban yang diberikan
- Dimensi Mur penahan, bila tekanan permukaan yang diizinkan 60 N/mm^2
 - Diameter mur, D
 - Tinggi Mur, m



8. Bantalan Gesek

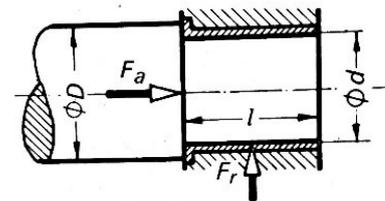
Sebuah bantalan gesek bahan tembaga mempunyai tekanan permukaan izin = 5 N/mm^2 , dengan dimensi sbb.:

Diameter Poros $\Phi D = 65 \text{ mm}$.

Diameter pivot $\Phi d = 50 \text{ mm}$,

Panjang bantalan $l = 60 \text{ mm}$

- Tentukan gaya Axial F_a dan gaya Radial F_r yang mampu dihanan bantalan tersebut.



9. Sambungan Keling

Sepasang pelat St. 37 tebal $s_1 = 4 \text{ mm}$, $s_2 = 5 \text{ mm}$, diikat dengan keling $\Phi 10 \text{ mm}$, menerima gaya tarik sebesar $F = 8 \text{ kN}$,

Hitung

- Tegangan geser pada keling
- Tekanan badan lubang pada pelat

