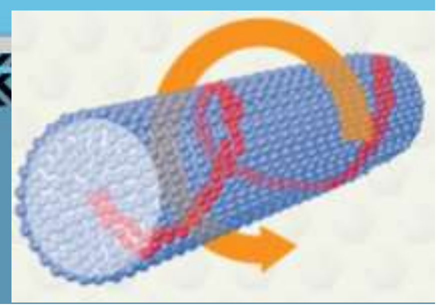
TEGANGAN GESER TORSI

RINI YULIANINGSIH

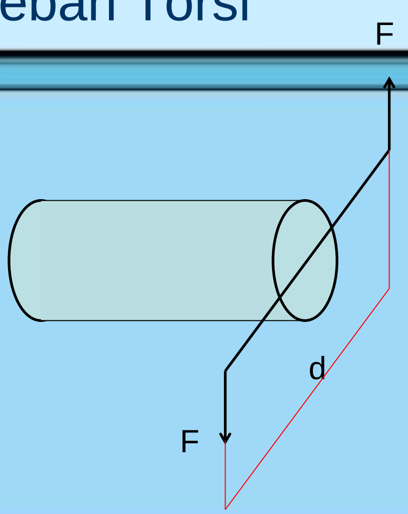


Efek Torsi

- Tegangan geser torsi
- Perpindahan sudut dari suatu titik ke titik lain ➔ Sudut Puntir

➔ Penting dalam perencanaan poros mesin (jenis bahan, dimensi)
➔ Sehingga memenuhi secara teknis dan ekonomis

Beban Torsi



Torsi = Fd

Hubungan antara Torsi dan Daya

Pada saat poros mentransmisikan suatu daya untuk menggerakkan mesin ➔ juga terjadi beban torsi

$P = 2\pi\ T\ n$

➔ $T = \frac{P}{2\pi\ n}$

T : Torsi (N.m)

P : Daya yang ditransmisikan (Watt)

n : Putaran per detik

Karena n = RPM/60 maka $T = \frac{30P}{\pi RPM} = \frac{9.55P}{RPM}$

Momen Polar Penampang Lingkaran

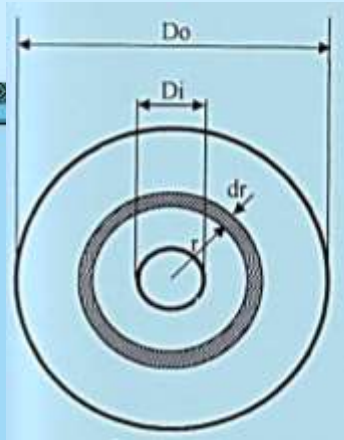
- Momen polar ➔ ekspresi matematika yang tidak memiliki arti mekanik namun banyak digunakan dalam bidang mekanika
- Dapat diturunkan denga persamaan tersendiri atau penjumlahan dari momen inersia penampang terhadap sumbu lain

$$J = \int_A r^2 da$$

$$J = \int_A y^2 da + \int_A x^2 da$$

$$J = I_x + I_y$$

J : Momen polar penampang (m^4)
I_x : Momen inersia terhadap sumbu X menembus centroid (m^4)
I_y : Momen inersia terhadap sumbu Y menembus centroid (m^4)



J = $\int_A r^2 da$

da = (2πr) dr

J = $\int_A r^2 (2\pi r)$ dr

J = $\int_{D_i/2}^{D_0/2} 2\pi r^3$ dr

$= \frac{2\pi}{4} r^4 \Big|_{\frac{1}{2}D_i}^{\frac{1}{2}D_0}$

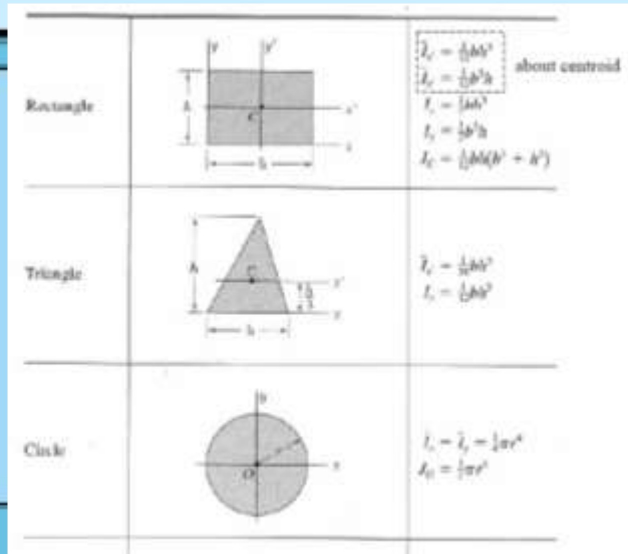
$= \frac{\pi}{2}\left[\left(\frac{1}{2}D_o\right)^4 - \left(\frac{1}{2}D_i\right)^4\right]$

J = $\frac{1}{32}\pi(Do^4 - Di^4)$

Untuk silinder pejal

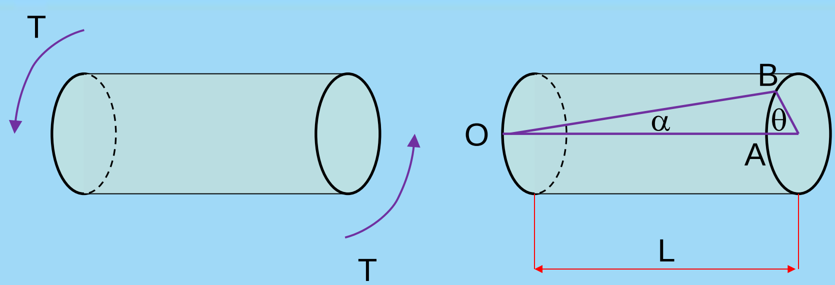
Di = 0

J = $\frac{1}{32}\pi\,(Do^4)$



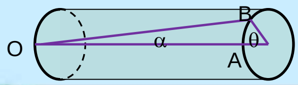
Rectangle		$\bar{I}_{x'} = \frac{1}{12}bh^3$, $\bar{I}_{y'} = \frac{1}{12}b^3h$ about centroid; $I_x = \frac{1}{3}bh^3$; $I_y = \frac{1}{3}b^3h$; $J_C = \frac{1}{12}bh(b^2 + h^2)$
Triangle		$\bar{I}_{x'} = \frac{1}{36}bh^3$; $I_x = \frac{1}{12}bh^3$
Circle		$I_x = \bar{I}_y = \frac{1}{4}\pi r^4$; $J_O = \frac{1}{2}\pi r^4$

Perubahan sudut puntir



Asumsi: Penampang bahan dalam kondisi tegak lurus.
OA : Garis sebelum torsi
OB : Garis sesudah torsi

Perubahan sudut : α (dalam radian)
Regangan geser : $\gamma = \tan \alpha \cong \alpha$

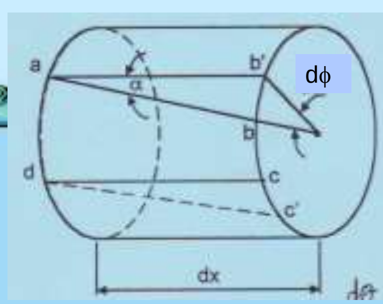


$$\alpha = \frac{AB}{L} = \frac{r.\theta}{L}$$

Sehingga $$\gamma = \frac{r.\theta}{L}$$

Regangan geser merupakan fungsi dari jarak dari lingkaran. ➔ lebih tepat dtuliskan sebagai fungsi dari jarak ρ dari titik pusat.

$$\gamma = \frac{\rho.\theta}{L}$$



$$\gamma = \frac{bb'}{ab}$$

bb' = r.dϕ
ab =dx

Sehingga $$\gamma = \frac{r.d\phi}{dx}$$

$\frac{d\phi}{dx}$ adalah laju perubahan sudut puntir

$\theta = \frac{d\phi}{dx}$ maka γ = r.θ

Pada puntiran murni $\frac{d\phi}{dx}$ konstan dan $\theta = \frac{\phi}{L}$ untuk panjang poros atau blok L

$$\gamma = r\theta = \frac{r\phi}{L}$$

Hubungan tegangan geser τ dan regangan geser γ digunakan persamaan hukum Hooke

$$\tau = G \, . \, \gamma = G \, . \, r \, . \, \theta$$

τ adalah tegangan geser pada jarak ρ dari pusat

$F = \tau . \, dA$

$dT = F . \, \rho$

$= \tau \, . \, \rho \, . \, dA$

$= G . \, \rho \, . \, \theta \, . \, \rho \, . \, dA = G . \, \theta \, . \, \rho^2 \, . \, dA$

$T = \int G . \, \theta \, . \, \rho 2 \, . \, dA$

$= G . \, \theta \int \rho^2 \, . \, dA$ → Momen polar (J)

T = G θ J

$\theta = \frac{T}{GJ}$

dimana:

θ : Sudut puntir tiap satuan panjang (rad/m)

T : Torsi N.m

G : Modulus Geser, N/m^2

J : Momen polar penampang

Sudut puntir total ϕ dalam radian adalah:

$\phi = \theta \, . \, L$

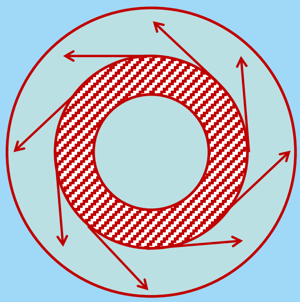
$\phi = \frac{T.L}{G.J}$

Tegangan Geser Maksimum

$$\tau_{max} = \frac{16TD}{\pi(D^4 - d^4)}$$

Tegangan Geser akibat beban torsi

Pendekatan keseimbangan Torsi.



$\Sigma T = 0$

$T - \int_0^r \tau.\rho.da = 0$

$T = \int_0^r \tau.\rho.da$

da: luasan yang di arsir.
Tegangan geser dan regangan geser berbanding lurus dengan jaraknya dari titik pusat

$\frac{\tau\rho}{\rho} = \frac{\tau_r}{r}$ = konstan

Sehingga persamaan torsi dapat ditulis:

$T = \int_0^r \frac{\tau\rho}{\rho} (\rho)^2 da$

konstan

$T = \frac{\tau\rho}{\rho} \int_0^r (\rho)^2 da$

$T = \frac{\tau\rho . J}{\rho}$

$\tau\rho = \frac{T.\rho}{J}$

Poros Pejal

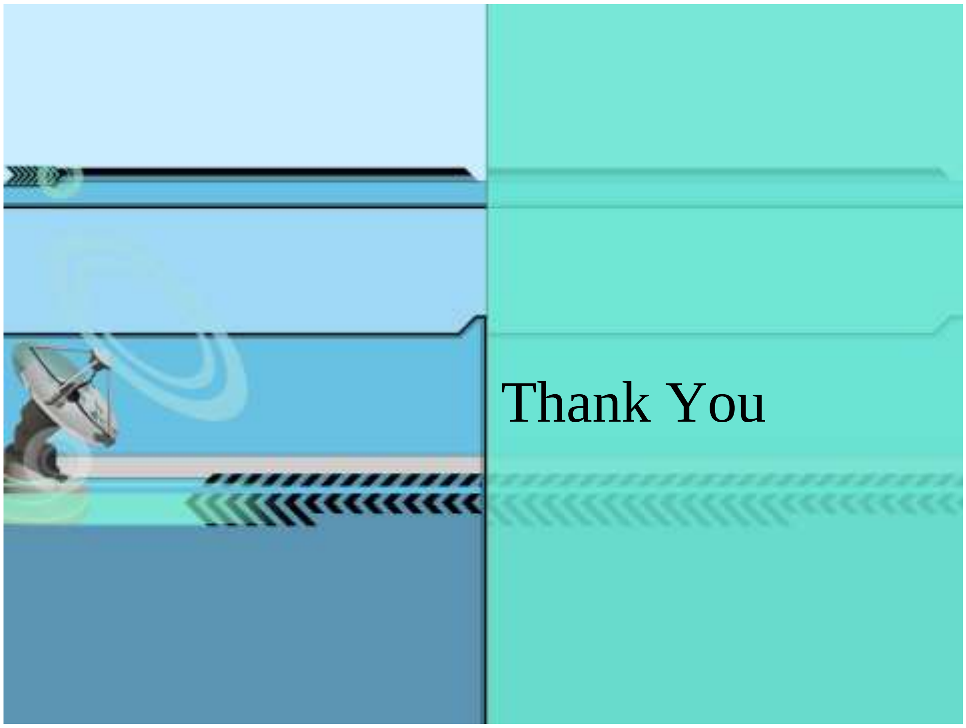
$J = \frac{1}{32}\pi d_o^4$

$$\tau_{max} = \frac{T.\frac{1}{2}d_o}{\frac{1}{32}\pi d_o^4} = \frac{16T}{\pi d_o^3} = \frac{5.09T}{d_o^3}$$

$d_o \geq \sqrt[3]{\frac{5.9T}{\tau_{max}}}$ ➔ diameter minimum

Contoh

1. Berapakah diameter minimum poros pejal stainless Steel yang sudut puntir tidak boleh lebih dari 3 ^{o} pada panjang 6m ketika torsi sebesar 12 kN.m bekerja. Berapakah tegangan geser maksimum? Gunakan nilai G = 83 Gpa
2. Tentukan torsi maksimum yang dapat diaplikasikan terhadap as berlubang dengan diameter luar 100 mm diameter dalam 80 mm di dalam struktur tegangan geser tidak melebihi 60 Mpa atau perubahan sudut < 0.5 deg/m. Gunakan G = 83 Gpa. Analisa berdasarkan τ_{max} dan θ.


Thank You