

Beban Gabungan

- Pada kebanyakan struktur, elemennya harus mampu menahan lebih dari satu jenis beban
- Kondisi pembebanan gabungan banyak terjadi pada struktur gedung dan jenis struktur lainnya.
- Persyaratannya adalah bahwa tegangan dan regangan harus merupakan fungsi linier dari beban yang bekerja, dan tidak boleh ada interaksi antara berbagai beban

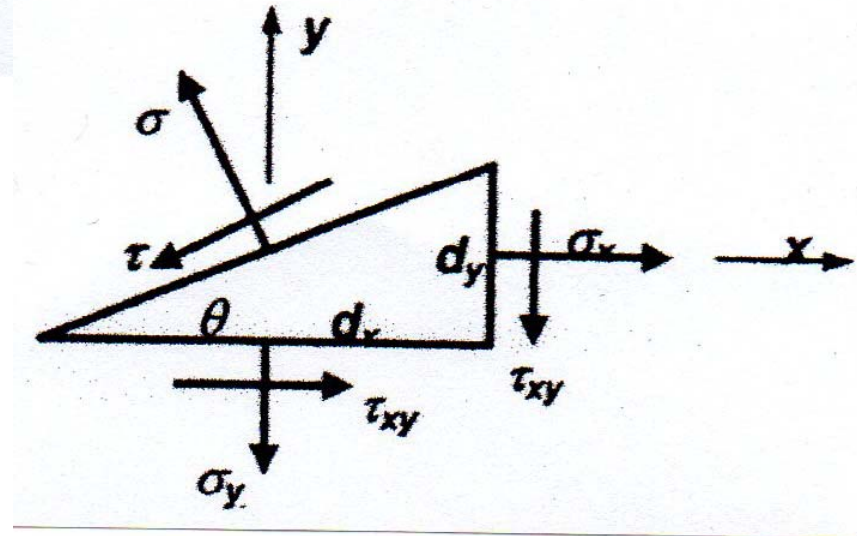
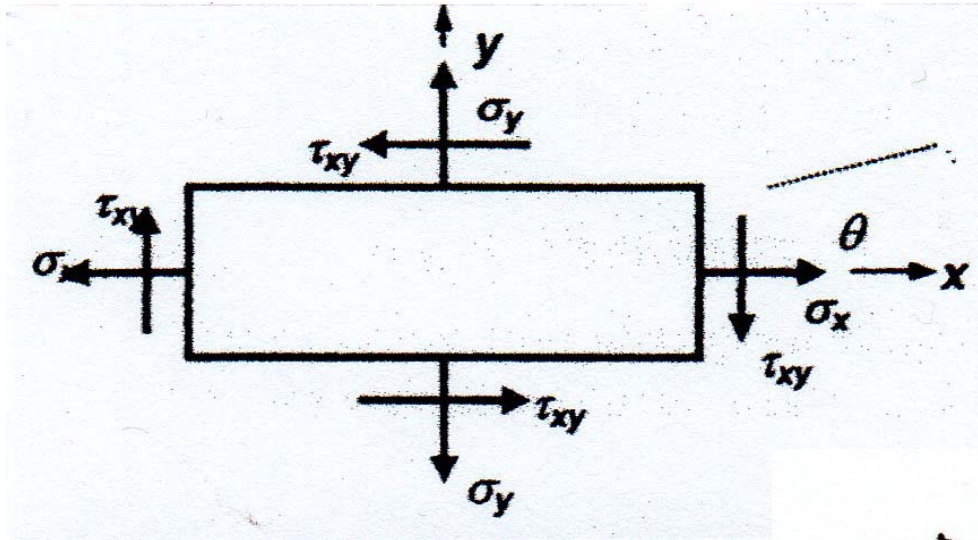
Metode Analisis

- Pilih titik pada struktur dimana tegangan dan regangan akan ditentukan (titik pada penampang yang tegangannya besar, yaitu pada penampang yang momen lentur mencapai harga maksimum).
- Untuk setiap beban pada struktur, tentukan resultan tegangan di penampang yang mengandung titik yang dipilih. (resultan tegangan yang mungkin adalah gaya aksial, momen puntir, momen lentur, dan gaya geser).
- Hitunglah tegangan normal dan geser di titik yang telah dipilih akibat setiap kondisi tegangan, dengan persamaan :

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \tau = \frac{T\rho}{I_p} \quad \sigma = \frac{M.y}{I} \quad \tau = \frac{V.Q}{I.b}$$

- Gabungkan masing-masing tegangan untuk mendapatkan tegangan resultan di titik yang dipilih, dengan perkataan lain dapatkan tegangan : σ_x , σ_y , dan τ_{xy} yang bekerja dielemen tegangan di titik tersebut.
- Tentukan tegangan utama dan tegangan geser maksimum di titik yang dipilih dengan menggunakan persamaan transformasi atau lingkaran Mohr. Jika perlu tentukan tegangan-tegangan yang bekerja di bidang miring lain.
- Tentukan regangan di titik tersebut dengan menggunakan huku Hooke untuk tegangan bidang.
- Pilih titik lain dan ulangi prosedurnya. Teruskan sampai informasi tegangan dan regangan cukup memadai untuk maksud analisis.

Tegangan Pokok dan Tegangan Geser



- Persamaan Tegangan Pokok untuk bidang miring :

$$\sigma = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\theta + \tau_{xy} \sin \theta$$

$$\tau = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \sin 2\theta + \tau_{xy} \cos \theta$$

- Persamaan Tegangan Pokok dan arahnya :

$$\sigma_{mak} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2}$$

$$\tan 2\theta_p = \frac{-\tau_{xy}}{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)}$$

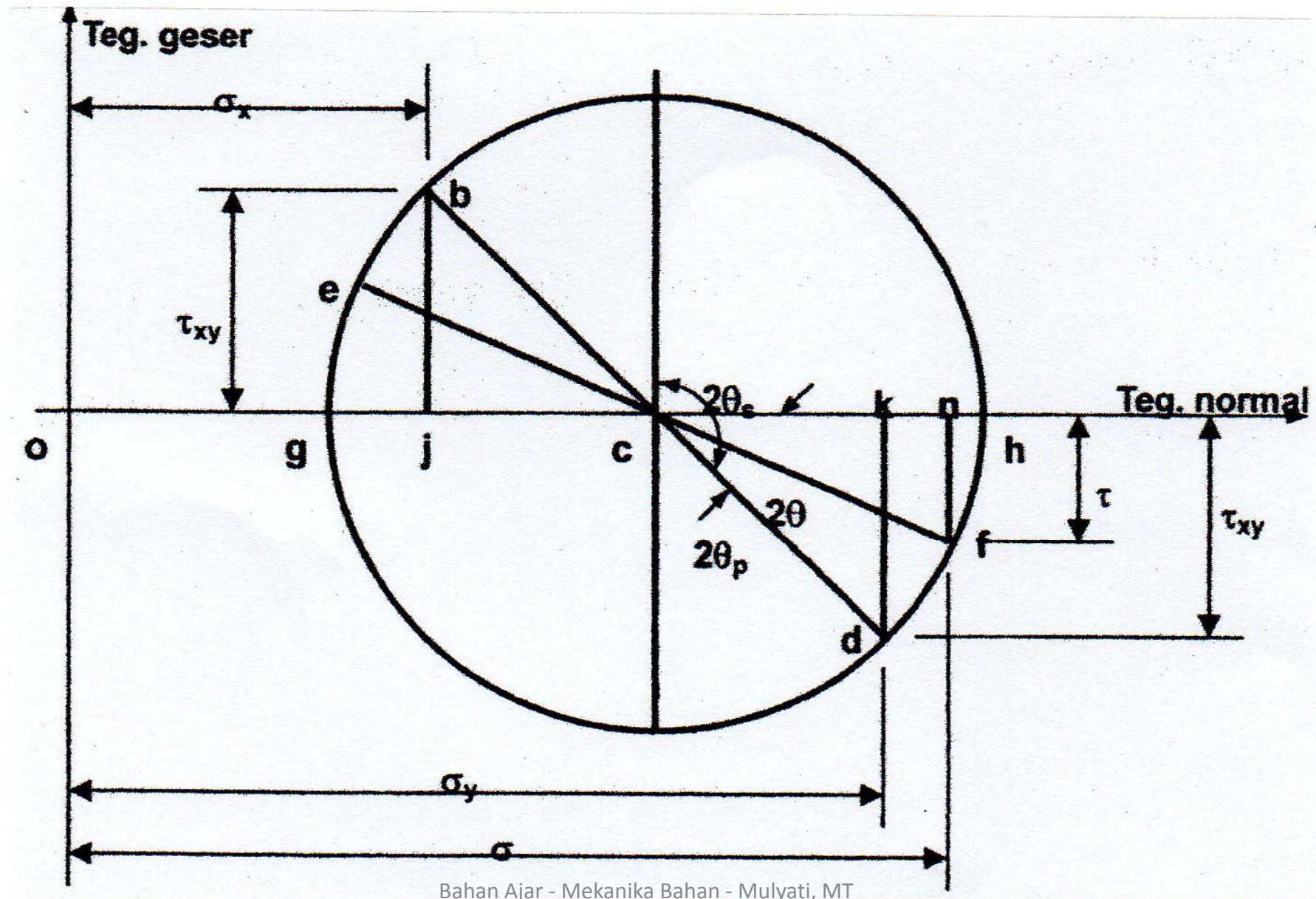
$$\sigma_{min} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2}$$

- Persamaan Tegangan geser maksimum dan arahnya :

$$\tau_{mk.min} = \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2}$$

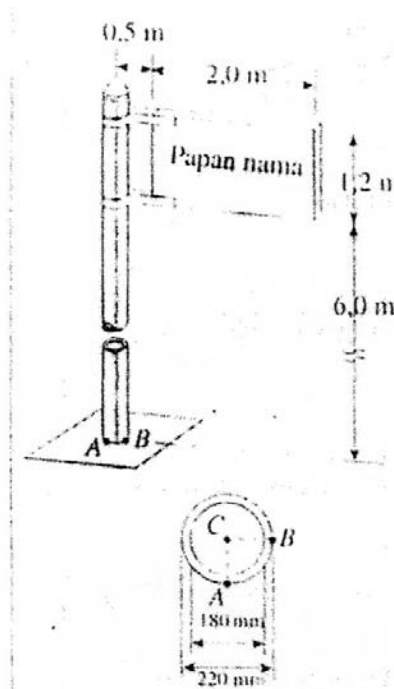
$$\tan 2\theta_s = \frac{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)}{\tau_{xy}}$$

Lingkaran Mohr Elemen Dengan Berbagai Tegangan



Contoh Soal dan Pembahasan

Soal 1. Sebuah papan tanda yang berukuran $2,0 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$ ditumpu oleh tiang lingkaran berlubang yang mempunyai diameter luar 220 mm dan diameter dalam 180 mm . Papan tanda ini berjarak $0,5 \text{ m}$ dari tiangnya dan tepi bawahnya terletak $0,6 \text{ m}$ di atas permukaan tanah. Tentukanlah tegangan utama dan tegangan geser di titik A dan B di dasar tiang akibat tekanan angin sebesar $2,0 \text{ kPa}$ terhadap papan tanda.



Penyelesaian :

$$W = p.A = 2.(2 \times 1,2) = 4,8.kN$$

$$T = W.b = 4,8 \times 1,5 = 7,2.kNm$$

$$M = W.h = 4,8 \times 6,6 = 31,68.kNm$$

$$I = \frac{\pi}{64} (d_2^4 - d_c^4) = \frac{\pi}{64} (220^4 - 180^4) = 63,48 \times 10^{-6} m^4$$

$$\sigma_A = \frac{M.d_2}{2I} = \frac{31,68 \times 220}{2(63,48 \times 10^{-6})} = 54,92.MPa$$

$$I_p = \frac{\pi}{32} (d_2^4 - d_1^4) = 2I = 126,92 \times 10^{-6} m^4$$

Penyelesaian :

$$\sigma_A = \frac{M.d_2}{2I} = \frac{31,68 \times 220}{2(63,48 \times 10^{-6})} = 54,92.MPa$$

$$I_p = \frac{\pi}{32} (d_2^4 - d_1^4) = 2I = 126,92 \times 10^{-6} m^4$$

$$\tau_1 = \frac{T.d_2}{2I_p} = \frac{(7,2 \times 220)}{2(126,92 \times 10^{-6})} = 6,24.MPa$$

$$r_2 = d_2 / 2 = 110.mm \rightarrow r_1 = d_1 / 2 = 90.mm$$

$$A = \pi(r_2^2 - r_1^2) = 12.570.mm^2$$

Penyelesaian :

$$\tau_2 = \frac{4V}{3A} = \left(\frac{r_2^2 + r_2 r_1 + r_1^2}{r_2^2 + r_1^2} \right) = 0,76.MPa$$

$$\sigma_x = 0 \rightarrow \sigma_y = \sigma_A = 54,91.MPa \rightarrow \tau_{xy} = \tau_1 = 6,24.MPa$$

$$\sigma_x = \sigma_y = 0 \rightarrow \tau_{xy} = \tau_1 + \tau_2 = 7,0.MPa$$