

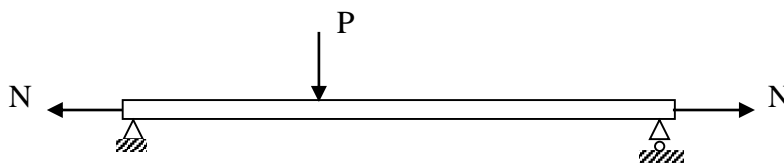
VIII. TEGANGAN MAJEMUK

1. Pendahuluan

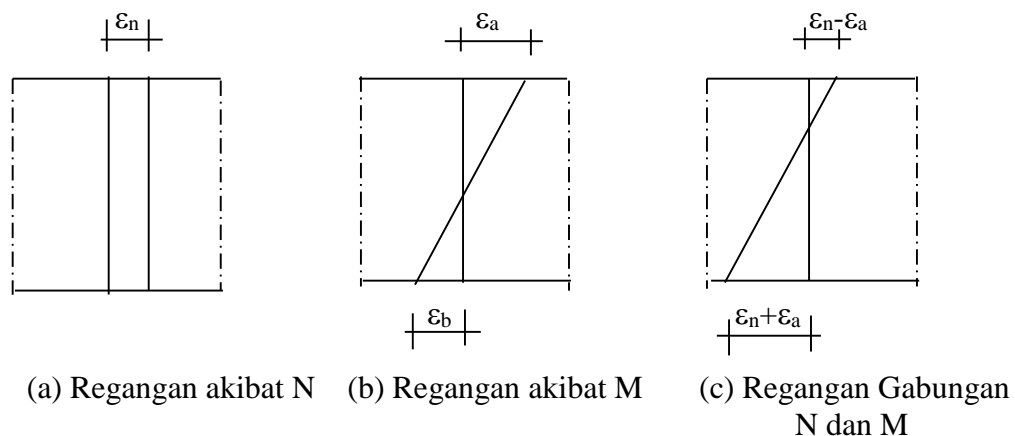
Pada komponen struktur semua gaya-gaya dalam harus diperhitungkan, dalam perencanaan. Gaya-gaya dalam tersebut dapat berupa gaya normal, momen lentur, gaya geser dan momen puntir. Gaya –gaya dalam tersebut dapat bekerja secara simultan pada suatu penampang. Balok yang memikul gaya normal dan momen lentur secara simultan akan mengalami tegangan normal pada penampang secara simultan pula yaitu kombinasi antara tegangan normal akibat gaya normal (gaya aksial) dan tegangan normal akibat momen lentur. Demikian pula balok yang memikul gaya geser dan momen puntir secara simultan akan mengalami tegangan geser pada penampang secara simultan pula yaitu kombinasi antara tegangan geser akibat gaya lintang (gaya geser) dan tegangan geser akibat momen puntir.

2. Superposisi Regangan

Sebuah balok memikul momen lentur dan gaya normal secara simultan seperti pada Gambar 8.1. Pada suatu penampang akan terjadi superposisi regangan akibat momen lentur dan regangan akibat gaya normal seperti terlihat pada Gambar 8.2.



Gambar 8.1 Balok Memikul Gaya Normal dan Momen Lentur



Gambar 8.2 Regangan Gabungan

Sesuai dengan hukum Hooke, nilai tegangan akan sebanding dengan nilai regangan sehingga diagram tegangan pada penampang adalah superposisi tegangan akibat gaya normal dan tegangan akibat momen lentur.

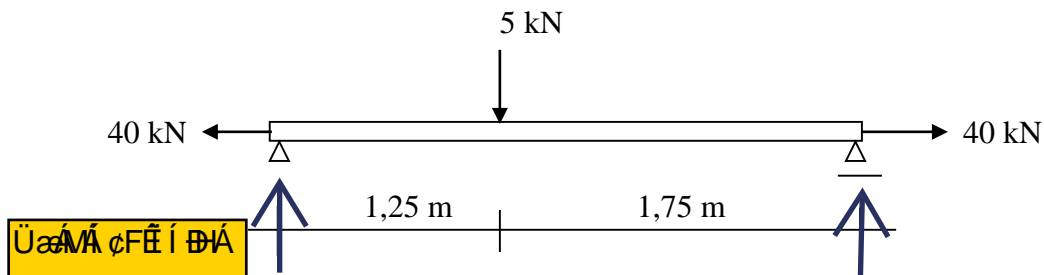
Tegangan gabungan dapat juga ditulis:

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M \cdot y}{I}$$

3. Contoh-Contoh

Contoh 8.1

Sebuah balok dengan ukuran penampang 100 mm x 200 mm terletak diatas 2 perletakan sendi-roll dengan bentang 3 m seperti tergambar, berat sendiri balok diabaikan. Hitung dan gambarkan diagram tegangan maksimum pada penampang balok.



Penyelesaian :

Gaya normal

Gaya normal yang bekerja sepanjang balok sebesar 40 kN (tarik)

Tegangan normal akibat gaya normal, $\sigma = \frac{N}{A} = \frac{40 \cdot 10^3}{100 \cdot 200} = 2 \text{ MPa}$

Momen lentur

Momen lentur maksimum, $M_{\text{maks}} = \frac{5 \cdot 1,25 \cdot 1,75}{3} = 3,6458 \text{ kNm}$

Momen inersia, $I_x = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 100 \cdot 200^3 = 66,67 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

Tegangan normal akibat momen lentur, $\sigma_a = \frac{M \cdot y_a}{I_x} = \frac{3,6458 \cdot 10^6 \cdot 100}{66,67 \cdot 10^6} = -5,46 \text{ MPa}$

$$\sigma_b = \frac{M \cdot y_b}{I_x} = \frac{3,6458 \cdot 10^6 \cdot 100}{66,67 \cdot 10^6} = +5,46 \text{ MPa}$$

Tegangan normal gabungan,

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M \cdot y}{I}$$

$$\sigma_a = 2 - 5,46 = -3,46 \text{ MPa}$$

$$\sigma_b = 2 + 5,46 = +7,46 \text{ MPa}$$

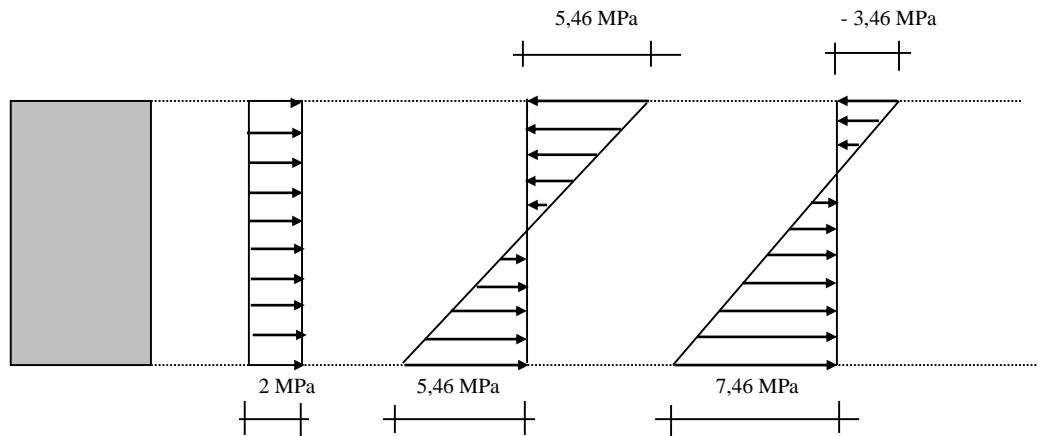


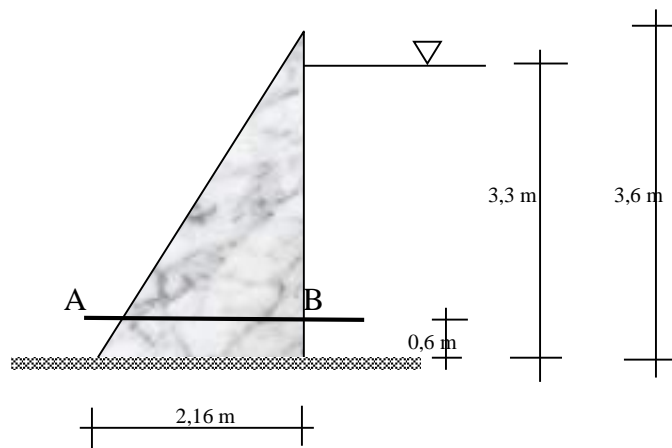
Diagram Tegangan Gabungan

Contoh 8.2

Sebuah bendung kecil berbentuk segitiga seperti pada gambar. Tentukanlah tegangan yang bekerja pada potongan A-B (tinjau 1 m panjang bendung)

Berat volume beton = 25 kN/m^3

Berat volume air = 10 kN/m^3



Penyelesaian :

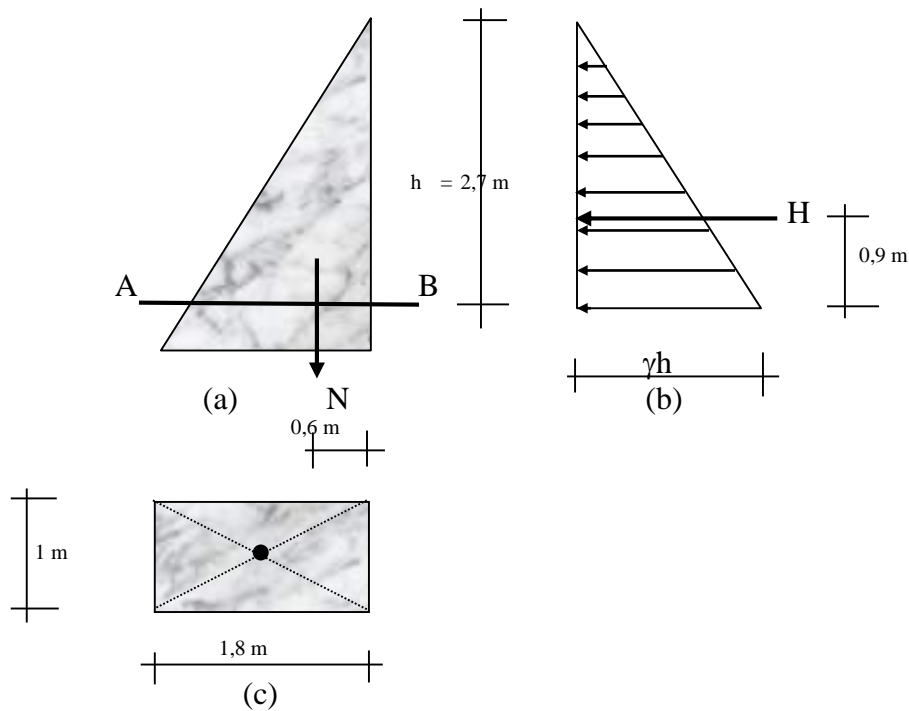
$$\text{Panjang AB} = \frac{3}{3.6} \cdot 2.16 = 1.8 \text{ m}$$

$$\text{Berat beton diatas potongan AB, } N = \frac{1}{2} \cdot 1.8 \cdot 3 \cdot 1.25 = 67.5 \text{ kN}$$

Gaya horizontal air

$$H = \gamma h \cdot h \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \gamma h^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2.7^2$$

$$H = 36.45 \text{ kN}$$



- (a) Gambar potongan bendung
 (b) Gambar distribusi gaya-gaya air
 (c) Gambar potongan AB

Momen yang bekerja pada potongan AB

$$M = N \cdot 0,3 - H \cdot 0,9$$

$$M = 67,5 \cdot 0,3 - 36,45 \cdot 0,9$$

$$M = -12,55 \text{ kNm}$$

Momen inersia potongan AB

$$I = \frac{1}{12} \cdot 1000 \cdot 1800^3$$

$$I = 4,86 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M \cdot y}{I}$$

$$\sigma_A = -\frac{67,5 \cdot 10^3}{1,8 \cdot 10^3 \cdot 10^3} - \frac{12,55 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 10^3}{4,86 \cdot 10^{11}} = -0,0375 - 0,0232 = -0,0607 \text{ MPa}$$

$$\sigma_B = -\frac{67,5 \cdot 10^3}{1,8 \cdot 10^3 \cdot 10^3} + \frac{12,55 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 10^3}{4,86 \cdot 10^{11}} = -0,0375 + 0,0232 = -0,0143 \text{ MPa}$$

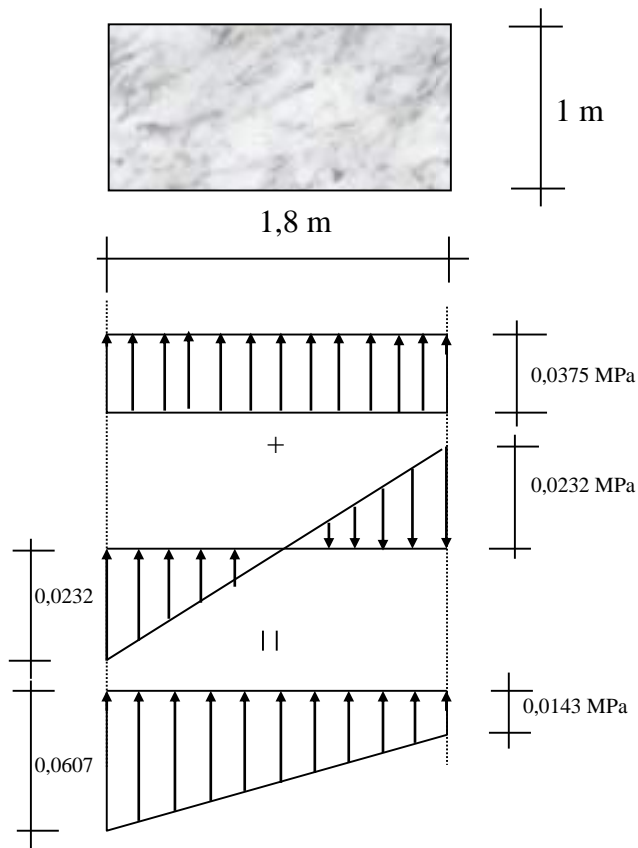
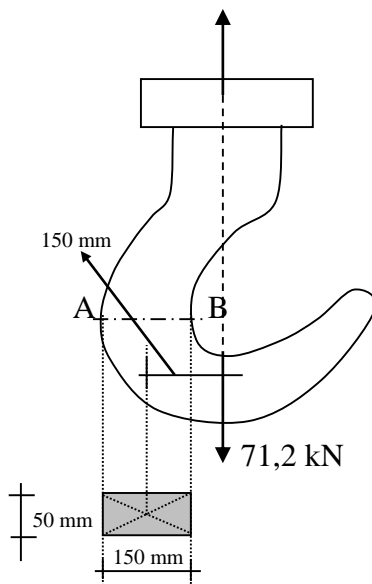


Diagram Tegangan Gabungan

Contoh 8.3



Kait baja yang ukurannya terlihat pada gambar, memikul beban kebawah sebesar 71,2 kN. Tentukan tegangan maksimum dalam pengait ini!

Penyelesaian :

Gaya normal sebesar $N = 71,2 \text{ kN}$ (tarik)

Momen lentur sebesar $M = 71,2 \cdot 0,15 = 10,68 \text{ kNm}$

Momen Inersia $I = \frac{1}{12} \cdot 50 \cdot 150^3 \text{ mm}^4$

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M.y}{I}$$

$$\sigma_A = + \frac{71,2.10^3}{50.150} - \frac{10,68.10^6.75}{14062500} = +9,49 - 56,96 = -47,47 \text{ MPa}$$

$$\sigma_B = + \frac{71,2.10^3}{50.150} + \frac{10,68.10^6.75}{14062500} = +9,49 + 56,96 = 66,45 \text{ MPa}$$

Maka tegangan maksimum dalam kait = 66,45 MPa