

Balok Terlentur

1.10 BALOK TERLENTUR

Dengan menggunakan prinsip keseimbangan statika dapat ditentukan besar momen dan geser yang terjadi pada setiap penampang balok yang bekerja menahan beban. Perhatian lebih lanjut tentunya menentukan kemampuan balok tersebut untuk menahan beban dengan cara memperhitungkan tegangan-tegangan yang timbul di dalamnya. Distribusi tegangan-tegangan pada penampang balok sebenarnya rumit, dan hasil perhitungan yang tepat dapat diperoleh berdasarkan teori elastisitas. Akan tetapi dengan menggunakan asumsi-asumsi dan penyederhanaan tertentu dapat dikembangkan hubungan matematik cukup tepat untuk ungkapan tegangan-tegangan lentur dan geser tersebut. Seperti diketahui, bahwa untuk balok dari sebarang bahan homogen (serba-sama) dan elastik berlaku rumus lenturan sebagai berikut:

$$f = \frac{Mc}{I}$$

di mana, f = tegangan lentur

M = momen yang bekerja pada balok

c = jarak serat terluar terhadap garis netral, baik di daerah tekan maupun tarik

I = momen inersia penampang balok terhadap garis netral

Sehingga berdasarkan rumus lenturan tersebut, dihitung momen maksimum yang dapat disediakan oleh penampang balok, atau dalam hal ini disebut sebagai momen tahanan,

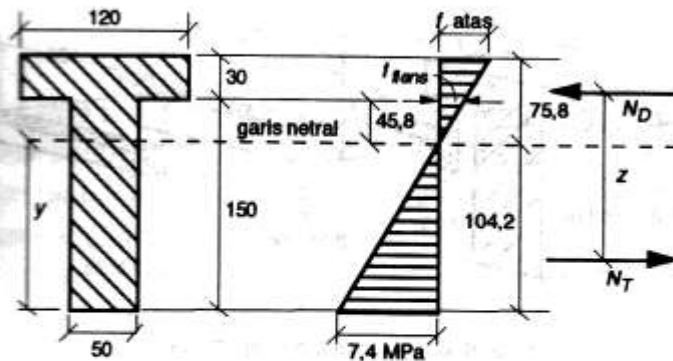
$$M_R = \frac{f_b I}{c}$$

di mana, M_R = momen tahanan

f_b = tegangan lentur ijin

Langkah tersebut dapat dilakukan secara langsung untuk balok dari sebarang bahan serba-sama dengan bentuk dan ukuran penampang tertentu di mana momen inersia dapat dihitung dengan mudah. Lain halnya dengan balok beton bertulang, penggunaan rumus lentur tersebut akan menghadapi masalah terutama sehubungan sifat bahan beton bertulang yang tidak homogen dan tidak berperilaku elastik pada seluruh jentang kekuatannya.

Konsep lain ialah konsep kopel momen dalam, yang jika digunakan untuk menganalisa kuat balok akan bersifat lebih umum dan dapat digunakan baik untuk bahan balok homogen ataupun tidak, juga untuk balok yang mempunyai distribusi tegangan linear maupun nonlinear. Konsep tersebut akan memudahkan bila digunakan untuk menjabarkan mekanisme gaya-gaya dalam balok beton bertulang karena mampu menggambarkan pola tahanan dasar yang terjadi.



Gambar 1.7. Sketsa Contoh 1.3

Contoh 1.3.

Tentukan momen tahanan (M_R) suatu balok T kayu seperti tampak pada Gambar 1.7. Tegangan lentur ijin kayu 7,4 MPa. Gunakan ukuran-ukuran nominal seperti tertera pada gambar dan anggaplah bahwa distribusi tegangan linear.

Pemecasaan.

Letak garis netral haruslah pada tempat di mana keseimbangan momen statis tercapai sehingga diagram regangan dan tegangan dapat ditentukan.

$$y = \frac{\Sigma(Ay)}{\Sigma A} = \frac{3600(165) + 7500(75)}{11100} = 104,2 \text{ mm}$$

Karena letak garis netral sedemikian rupa sehingga jarak serat tepi bawah terhadap garis netral lebih jauh daripada tepi atas, tegangan ijin akan tercapai di tepi bawah lebih awal. Tegangan-tegangan yang terjadi akan tampak seperti dilukiskan pada gambar. Selanjutnya dengan membandingkan dua segi tiga sebangun akan didapat tegangan di tepi atas:

$$f_{\text{atas}} = \frac{75,8(7,4)}{104,2} = 5,383 \text{ MPa}$$

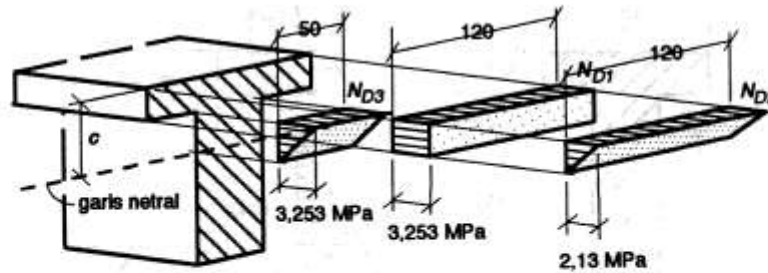
Tegangan di sisi bawah flens (sayap) adalah,

$$f_{\text{flens}} = \frac{45,8(7,4)}{104,2} = 3,253 \text{ MPa}$$

Gaya tarik dalam yang timbul dapat ditentukan letak dan besarnya sebagai berikut:

$$N_T = \text{tegangan} \times \text{luasan} = \frac{1}{2}(7,4)(104,2)(50)(10)^{-3} = 19,277 \text{ kN}$$

Gaya N_T terletak pada $2/3(104,2) = 69,5$ mm di bawah garis netral. Karena bentuk luasan sayap tekan bukan empat persegi, gaya tekan dalam diuraikan menjadi beberapa komponen seperti tampak pada Gambar 1.8. Dengan mengacu pada Gambar 1.7 dan Gambar 1.8, komponen gaya tekan dalam, komponen kopel momen dalam dan M_R dapat dihitung.



Gambar 1.8. Sketsa Contoh 1.3

Komponen gaya-gaya adalah sebagai berikut:

$$N_{D1} = 3,253(120)(30)(10^{-3}) = 11,71 \text{ kN}$$

$$N_{D2} = 1/2(2,130)(120)(30)(10^{-3}) = 3,834 \text{ kN}$$

$$N_{D3} = 1/2(3,253)(45,8)(50)(10^{-3}) = 3,725 \text{ kN}$$

Lengan momen komponen gaya tekan terhadap gaya tarik:

$$z_1 = 69,5 + 45,8 + 15 = 130,3 \text{ mm}$$

$$z_2 = 69,5 + 45,8 + 20 = 135,3 \text{ mm}$$

$$z_3 = 69,5 + 2/3(45,8) = 100 \text{ mm}$$

Kopel momen dalam = (komponen gaya) x (lengan momen):

$$M_{R1} = 11,71(130,3)(10^{-3}) = 1,526 \text{ kNm}$$

$$M_{R2} = 3,834(135,3)(10^{-3}) = 0,519 \text{ kNm}$$

$$M_{R3} = 3,725(100)(10^{-3}) = 0,373 \text{ kNm}$$

Jumlah komponen-komponen gaya tekan:

$$N_D = N_{D1} + N_{D2} + N_{D3} = 19,269 \text{ kN (bandingkan dengan } N_T = 19,277 \text{ kN)}$$

Jumlah komponen-komponen kopel momen dalam :

$$M_R = M_{R1} + M_{R2} + M_{R3} = 2,418 \text{ kNm}$$

Pemeriksaan menggunakan rumus lenturan:

$$\begin{aligned} I_t &= I_x + A(d)^2 \\ &= \frac{1}{12}(50)(150)^3 + \frac{1}{12}(120)(30)^3 + 7500(29,2)^2 + 3600(60,2)^2 \\ &= 33773844 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$M_R = \frac{f_b I}{c} = \frac{7,4(33773844)(10)^{-6}}{(104,2)} = 2,399 \text{ kNm}$$

$$\text{(bandingkan dengan } M_R = 2,418 \text{ kNm)}$$

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, balok beton bertulang bukan bahan homogen, tersusun dari bahan agregat di samping digunakannya baja tulangan. Untuk itu rumus lenturan bahan homogen (serba-sama) tidak dapat digunakan, sehingga umumnya penyelesaiannya menggunakan cara *kopel momen dalam*.