

Mata Kuliah : Perancangan Struktur Baja
Kode : TSP - 306
SKS : 3 SKS

Balok Lentur

Pertemuan - 6

- TIU :
 - Mahasiswa dapat merencanakan kekuatan elemen struktur baja beserta alat sambungnya
- TIK :
 - Mahasiswa mampu mendesain balok akibat momen lentur
- Sub Pokok Bahasan :
 - Leleh Lentur
 - Kuat Lentur Rencana

- Balok adalah komponen struktur yang memikul beban – beban gravitasi, seperti beban mati dan beban hidup.
- Komponen struktur balok merupakan kombinasi dari elemen tekan dan elemen tarik
- Asumsi yang digunakan adalah bahwa balok tak akan tertekuk, karena bagian elemen yang mengalami tekan, sepenuhnya terkekang baik dalam arah sumbu kuat ataupun sumbu lemahnya.
- Asumsi ini mendekati kenyataan, sebab dalam banyak kasus balok cukup terkekang secara lateral, sehingga masalah stabilitas tidak perlu mendapat penekanan lebih.

Lentur Sederhana Profil Simetris

Tegangan lentur pada penampang profil yang mempunyai minimal satu sumbu simetri, dan dibebani pada pusat gesernya, dapat dihitung dari persamaan :

$$f = \frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y}$$

dengan

$$S_x = \frac{I_x}{c_y} \quad \text{dan} \quad S_y = \frac{I_y}{c_x}$$

sehingga

$$f = \frac{M_x \cdot c_y}{I_x} + \frac{M_y \cdot c_x}{I_y}$$

dengan :

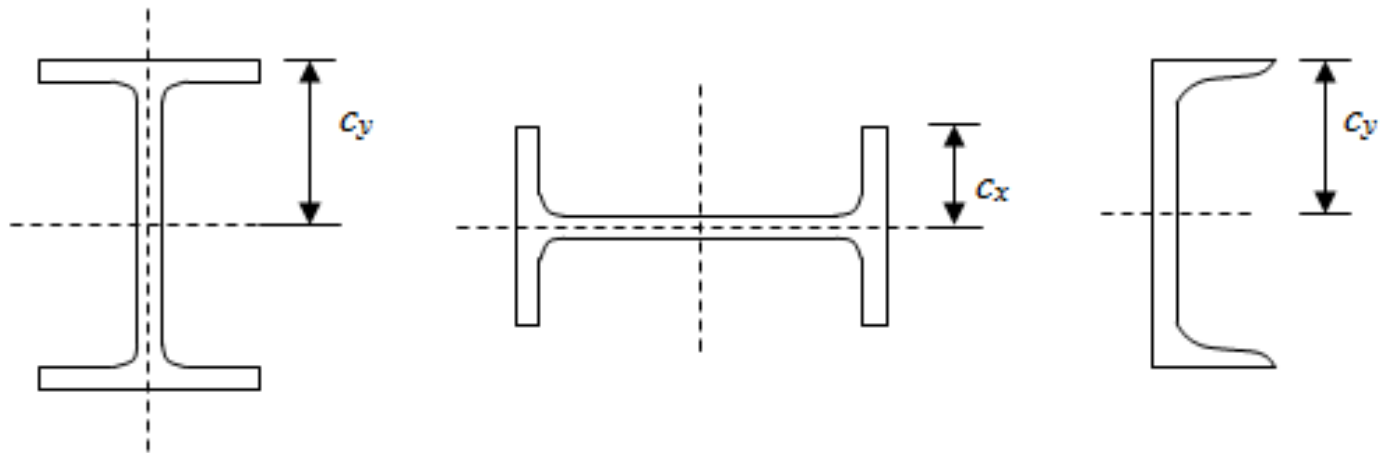
f = tegangan lentur

M_x, M_y = momen lentur arah x dan y

S_x, S_y = Modulus penampang arah x dan y

I_x, I_y = Momen Inersia arah x dan y

c_x, c_y = jarak dari titik berat ke tepi serat arah x dan y



$$S_x = \frac{I_x}{c_y}$$

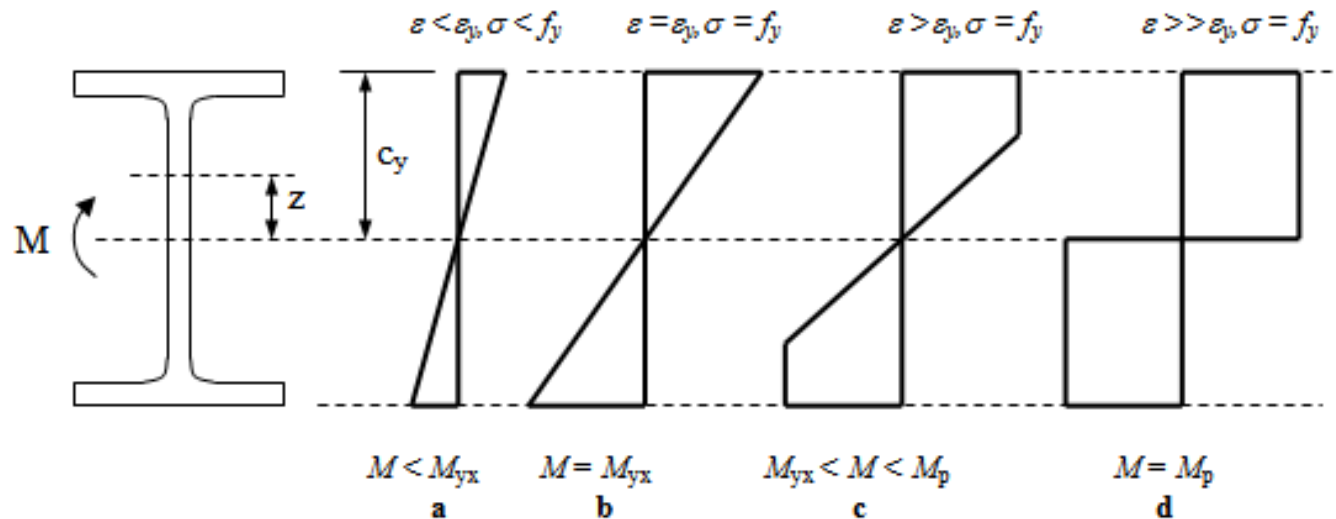
$$S_y = \frac{I_y}{c_x}$$

$$S_x = \frac{I_x}{c_y}$$

Gambar

Modulus Penampang Berbagai Tipe Profil Simetri

- **Perilaku Balok Terkekang Lateral**



$$M_n = M_{yx} = S_x \cdot f_y$$

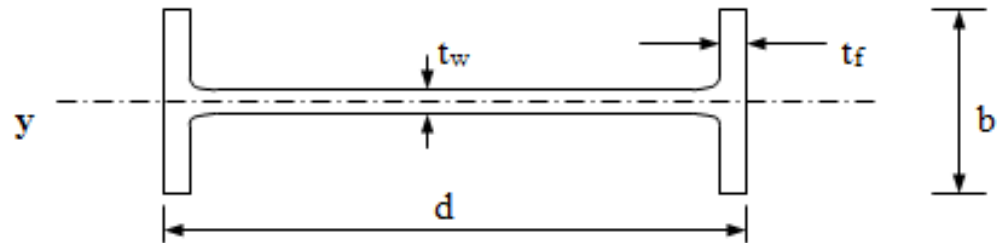
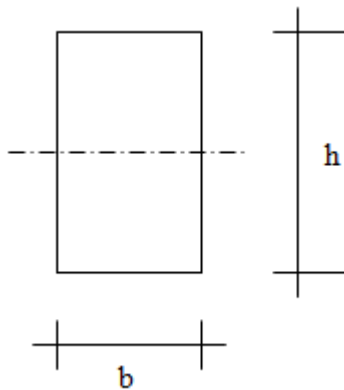
$$M_p = f_y \cdot Z_x$$

Z dikenal sebagai **modulus plastis**

- Selanjutnya diperkenalkan istilah **faktor bentuk** (*shape factor*, SF), yang merupakan perbandingan antara modulus plastis dengan modulus tampang, yaitu :
$$SF = \xi = \frac{M_p}{M_y} = \frac{Z}{S}$$
- Untuk profil WF dalam lentur arah sumbu kuat (sumbu x), faktor bentuk berkisar antara 1,09 sampai 1,18 (umumnya 1,12). Dalam arah sumbu lemah (sumbu y) nilai faktor bentuk bisa mencapai 1,5.

Contoh 1 :

- Tentukan faktor bentuk penampang persegi berikut, dalam arah sumbu kuat (sumbu x) !



Desain Balok Terkekang Lateral

Tahanan balok dalam desain LRFD harus memenuhi persyaratan :

$$\phi_b \cdot M_n > M_u$$

dengan :

$$\phi_b = 0,90$$

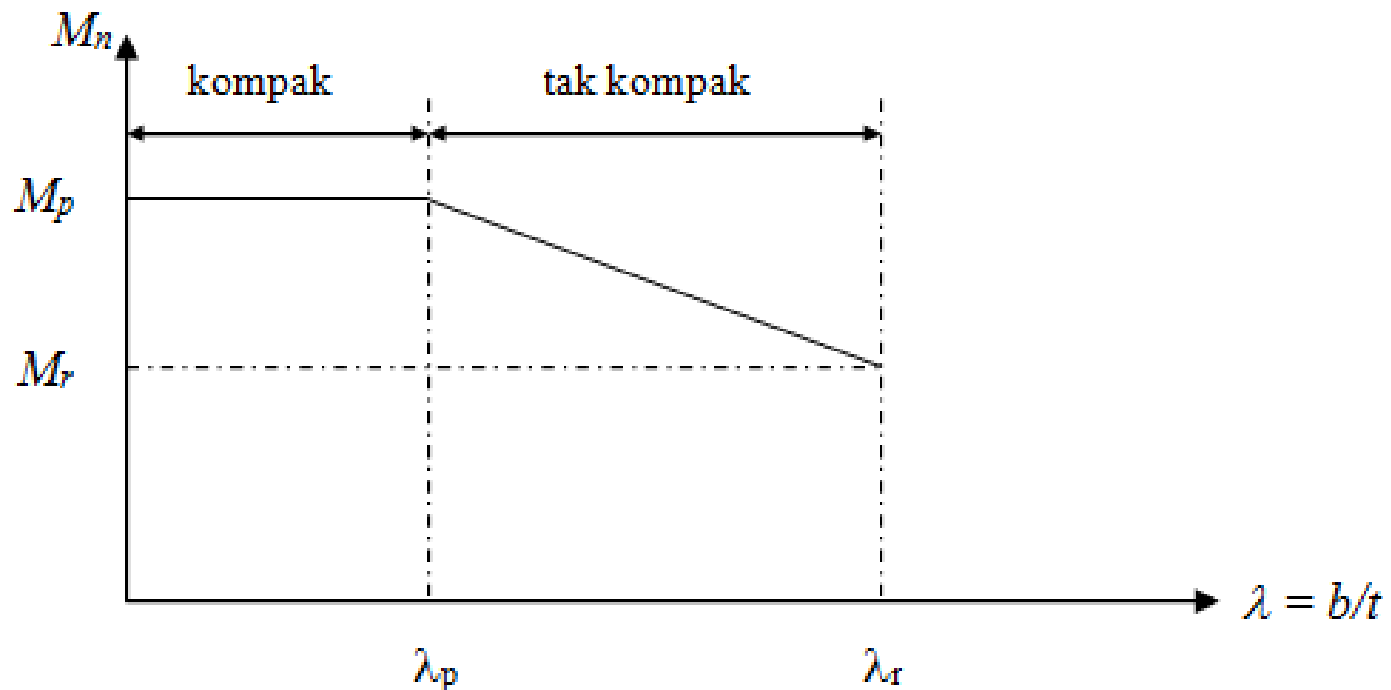
M_n = tahanan momen nominal

M_u = momen lentur akibat beban terfaktor

Dalam perhitungan tahanan momen nominal dibedakan antara **penampang kompak**, **tak kompak** dan **langsing** seperti halnya saat membahas batang tekan.

Batasan penampang kompak, tak kompak dan langsing adalah :

1. Penampang kompak : $\lambda < \lambda_p$
2. Penampang tak kompak : $\lambda_p < \lambda < \lambda_r$
3. Langsing : $\lambda > \lambda_r$



Gambar **Tahanan Momen Nominal Penampang Kompak & Tak Kompak**

Penampang Kompak

Tahanan momen nominal untuk balok terkekang lateral dengan penampang kompak :

$$M_n = M_p = Z \cdot f_y$$

dengan :

M_p = tahanan momen plastis

Z = modulus plastis

f_y = kuat leleh

Penampang Tak Kompak

Tahanan momen nominal pada saat $\lambda = \lambda_r$ adalah :

$$M_n = M_r = (f_y - f_r) \cdot S$$

dengan : f_y = tahanan leleh

f_r = tegangan sisa

S = modulus penampang

Besarnya tegangan sisa $f_r = 70$ MPa untuk penampang gelas panas, dan 115 MPa untuk penampang yang dilas.

Bagi penampang tak kompak dengan $\lambda_p < \lambda < \lambda_r$, maka besarnya tahanan momen nominal dicari dengan interpolasi linear, sehingga diperoleh :

$$M_n = \frac{\lambda_r - \lambda}{\lambda_r - \lambda_p} M_p + \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} M$$

dengan :

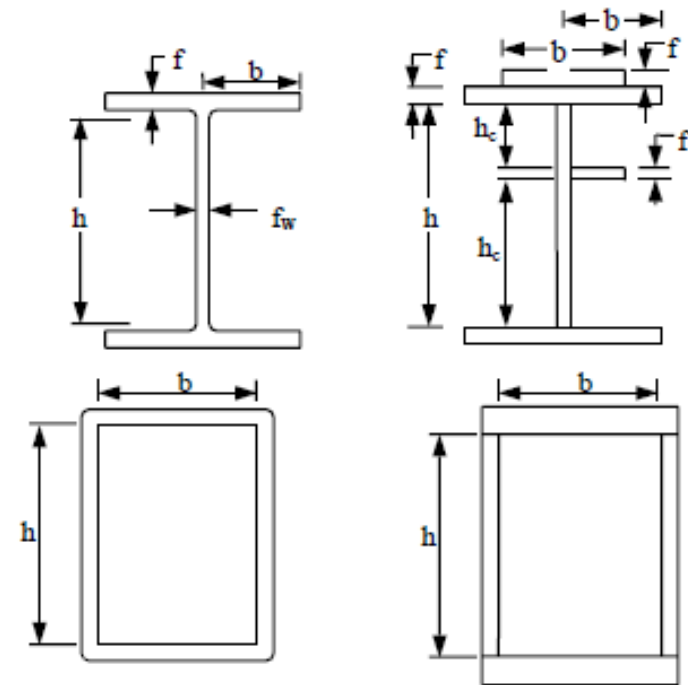
λ = kelangsingan penampang balok ($= b/2t_f$)

Untuk balok – balok hibrida dimana $f_{yf} > f_{yw}$ maka perhitungan M_r harus didasarkan pada nilai terkecil antara $(f_{yf} - f_r)$ dengan f_{yw} .

Jenis Elemen	Perbandingan lebar terhadap tebal (λ)	Perbandingan maksimum lebar terhadap tebal	
		λ_p (kompak)	λ_r (tak-kompak)
Pelat sayap balok-I dan kanal dalam lentur	b/t	$170 / \sqrt{f_y}$ [c]	$370 / \sqrt{f_y - f_r}$ [e]
Pelat sayap balok-I hibrida atau balok tersusun yang di las dalam lentur	b/t	$170 / \sqrt{f_{yf}}$	$\frac{420}{\sqrt{(f_{yf} - f_r) / k_e}}$ [e][f]
Pelat sayap dari komponen-komponen struktur tersusun dalam tekan	b/t	-	$290 / \sqrt{f_y / k_e}$ [f]
Sayap bebas dari profil siku kembar yang menyatu pada sayap lainnya, pelat sayap dari komponen struktur kanal dalam aksial tekan, profil siku dan plat yang menyatu dengan balok atau komponen struktur tekan	b/t	-	$250 / \sqrt{f_y}$
Sayap dari profil siku tunggal pada penyokong, sayap dari profil siku ganda dengan pelat kopel pada penyokong, elemen yang tidak diperkaku, yaitu, yang ditumpu pada salah satu sisinya	b/t	-	$200 / \sqrt{f_y}$
Pelat badan dari profil T	d/t	-	$335 / \sqrt{f_y}$

Elemen tanpa Perilaku

Jenis Elemen	Perbandingan lebar terhadap tebal (λ)	Perbandingan maksimum lebar terhadap tebal	
		λ_p (kompak)	λ_r (tak-kompak)
Pelat sayap dari penampang persegi panjang dan bujursangkar berongga dengan ketebalan seragam yang dibebani lentur atau tekan; pelat penutup dari pelat sayap dan pelat diafragma yang terletak di antara baut-baut atau las	b/t	$500/\sqrt{f_y}$	$625/\sqrt{f_y}$
Bagian lebar yang tak terkekang dari pelat penutup berlubang [b]	b/t	-	$830/\sqrt{f_y}$
Bagian-bagian pelat badan dalam tekan akibat lentur [a]	h/t_w	$1.680/\sqrt{f_y}$ [c]	$2.550/\sqrt{f_y}$ [g]
Bagian-bagian pelat badan dalam kombinasi tekan dan lentur	h/t_w	Untuk $N_u/\phi_b N_y \leq 0,125$ [c] $\frac{1.680}{\sqrt{f_y}} \left[1 - \frac{2,75 N_u}{\phi_b N_y} \right]$	[g] $\frac{2.550}{\sqrt{f_y}} \left[1 - \frac{0,74 N_u}{\phi_b N_y} \right]$
		Untuk $N_u/\phi_b N_y > 0,125$ [c] $\frac{500}{\sqrt{f_y}} \left[2,33 - \frac{N_u}{\phi_b N_y} \right] \geq \frac{665}{\sqrt{f_y}}$	
Elemen-elemen lainnya yang diperkaku dalam tekan murni; yaitu ditekang sepanjang kedua sisinya	b/t h/t_w	-	$665/\sqrt{f_y}$
Penampang bulat berongga Pada tekan aksial Pada lentur	D/t	[d] -	$22.000/f_y$ $62.000/f_y$
[a] Untuk balok hibrida, gunakan tegangan leleh pelat sayap f_{yf} sebagai ganti f_y . [b] Ambil luas neto plat pada lubang terbesar. [c] Dianggap kapasitas rotasi inelastis sebesar 3. Untuk struktur-struktur pada zona gempa tinggi diperlukan kapasitas rotasi yang lebih besar. [d] Untuk perencanaan plastis gunakan $9.000/f_y$.		[e] f_r = tegangan tekan residual pada pelat sayap = 70 MPa untuk penampang dirol = 115 MPa untuk penampang dilas [f] $k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}}$ tapi, $0,35 \leq k_c \leq 0,763$ [g] f_y adalah tegangan leleh minimum.	

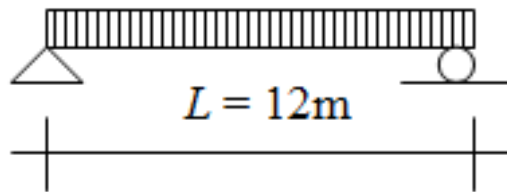


Lendutan Balok

- SNI 03-1729-2002 pasal 6.4.3 membatasi besarnya lendutan yang timbul pada balok
- Disyaratkan lendutan maksimum untuk balok pemikul dinding atau finishing yang getas adalah sebesar $L/360$,
- Sedangkan untuk balok biasa lendutan tidak boleh lebih dari $L/240$.
- Pembatasan ini dimaksudkan agar balok memberikan kemampulayanan yang baik (*serviceability*).

Contoh 2 :

- Rencanakan balok untuk memikul beban mati, $D = 350 \text{ kg/m}$ dan beban hidup, $L = 1500 \text{ kg/m}$. Bentang balok, $L = 12 \text{ m}$. Sisi tekan flens terkekang lateral. Gunakan profil baja WF dengan $f_y = 240 \text{ MPa}$



Contoh 3 :

- Rencanakan komponen struktur balok berikut yang memikul beban mati, $D = 200$ kg/m dan beban hidup $L = 1200$ kg/m. Panjang bentang balok $L = 8$ m. Mutu baja BJ 37. Disyaratkan batas lendutan tak melebihi $L/300$.

Contoh 4 :

- Rencanakanlah komponen struktur balok baja berikut ini dengan menggunakan profil WF seekonomis mungkin. Asumsikan terdapat kekangan lateral yang cukup pada bagian flens tekan profil. Disyaratkan pula bahwa lendutan tidak boleh melebihi $L/300$. Gunakan mutu baja BJ 37!

