



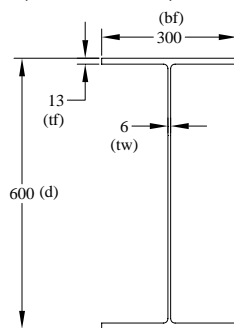
Jurusan	: TEKNIK SIPIL	Hari / Tanggal	: Senin / 26 Sept 2011
Kd. Kelas	: ALJ	Waktu	: 10:55 – 12:40
Mata Ujian	: Struktur Baja 2	SKS	: 2
Dosen	: Dr. Ir. Wiryanto Dewobroto, MT.	Sifat Ujian	: Open notes

**Soal 1. (bobot 20%)**

Uraikan dengan kalimat anda sendiri, jawaban untuk pertanyaan-pertanyaan berikut :

- Apa itu *local buckling* profil baja untuk balok dan bagaimana mengatasinya.
- Apa itu profil *compact*, *non-compact* dan *slender*. Untuk apa itu semua diadakan.
- Apa itu *lateral torsional buckling* pada balok baja dan bagaimana mengatasinya.
- Ada dua profil baja, satu berbentuk profil I dan satunya *hollow square tube*, jika properti mekanik kedua, yaitu momen inersia dan beratnya sama, coba jelaskan keuntungan dan kerugian masing-masing profil tersebut jika digunakan sebagai balok.

**Soal 2. (bobot 20%)**



Profil baja *hot rolled* ukuran HB 600\*300\*6\*13, gambar terlihat di samping (ukuran dalam mm).

Jika digunakan mutu baja dengan  $F_y = 250$  MPa, anda diminta untuk :

- Hitung berapa  $M_p$  (dalam kN-m) penampang.
- Bagaimana perilaku penampang dalam menghasilkan  $M_p$  tersebut, apakah dapat tercapai dengan baik, mengapa ?

Jawab:

a). Perhitungan  $M_p$  dapat dilakukan dengan menganggap bahwa kondisi plastis terjadi pada keseluruhan penampang.

Section Property Data :

$$\begin{aligned} A_s &= 11,244.0 \text{ mm}^2 \\ I_x &= 766,579,012.0 \text{ mm}^4 \\ I_y &= 58,510,332.0 \text{ mm}^4 \\ S_x &= 2,555,263.37 \text{ mm}^3 \\ r_x &= 261.11 \text{ mm} \\ J_x &= 480,728.0 \text{ mm}^4 \\ Z_x &= 2,783,514.0 \text{ mm}^3 \\ M_p &= 695,878,500.0 \text{ N-mm} = 695.88 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

b). Perilaku penampang di atas perlu ditinjau juga stabilitasnya (tekuk lokal). Hal itu hanya bisa diestimasi berdasarkan perbandingan  $b/t$  dari masing-masing komponen penampang, sbb:

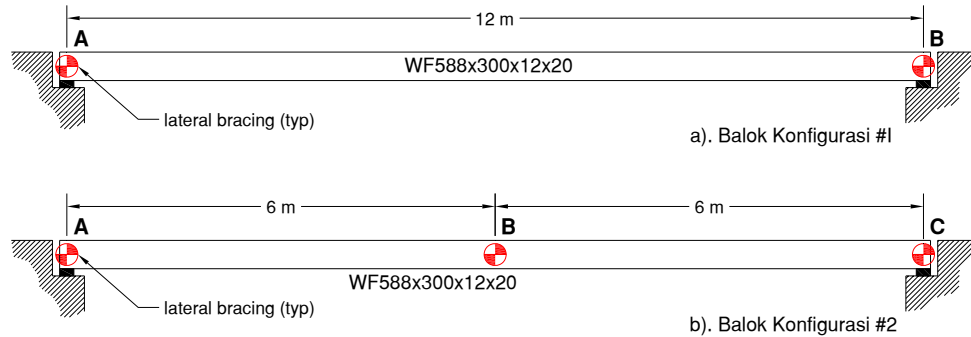
-----  
B4. CLASSIFICATION of SECTIONS for LOCAL BUCKLING  
-----

flange :  $bf/2tf$  [11.5]  $\leq 1.0(E/F_y)^{0.5}$  [28.3] -> non-compact  
web :  $h/tw$  [95.7]  $< 3.76(E/F_y)^{0.5}$  [106.3] -> compact  
profil : **SLENDER** section

Karena termasuk profil Slender, maka jelas kondisi plastis tidak akan mampu terbentuk, sebelum itu terjadi penampang akan mengalami tekuk terlebih dahulu.

### Soal 3. (bobot 60%)

Struktur jembatan dari profil WF588\*300\*12\*20, yaitu  $d=588\text{mm}$ ,  $b_f=300\text{mm}$ ,  $t_w=12\text{mm}$ ,  $t_f=20\text{mm}$ , mutu baja setara ASTM-A36, yaitu  $F_y=250\text{ MPa}$ . Untuk kesederhanaan ditinjau profil tunggal dan berat sendirinya diabaikan. Kapasitas dukung jembatan dianggap dapat dievaluasi berdasarkan beban hidup merata (kN/m) yang dapat didukung profil bajanya, yaitu tersebar sepanjang bentang efektif atau jarak antar tumpuan (12 m). Ada dua konfigurasi yang ditinjau berdasarkan pemasangan "lateral bracing", yaitu Konfigurasi #1 dan Konfigurasi #2.



Perhitungan yang diminta kepada saudara adalah:

1. Berapa beban hidup (kN/m) maksimum yang dapat dipikul balok Konfigurasi #1.
2. Berapa beban hidup (kN/m) maksimum yang dapat dipikul balok Konfigurasi #2.
3. Tentukan jumlah dan lokasi penempatan lateral bracing sehingga dihasilkan balok dengan beban hidup merata (kN/m) yang maksimum. Ingat berat sendiri balok diabaikan

Jawab: No.1 Jarak  $L_b$  (lateral bracing) = 12 m.

Section Property Data :

$A_s = 18,576.0\text{ mm}^2$   
 $I_x = 1,132,838,592.0\text{ mm}^4$   
 $I_y = 90,078,912.0\text{ mm}^4$   
 $S_x = 3,853,192.49\text{ mm}^3$   
 $S_y = 600,526.08\text{ mm}^3$   
 $r_x = 246.95\text{ mm}$   
 $r_y = 69.64\text{ mm}$   
 $J_x = 1,915,648.0\text{ mm}^4$   
 $Z_x = 4,308,912.0\text{ mm}^3$   
 $Z_y = 919,728.0\text{ mm}^3$   
 $M_p = 1,077,228,000.0\text{ N-mm} = 1,077.23\text{ kN.m}$

#### B4. CLASSIFICATION of SECTIONS for LOCAL BUCKLING

flange :  $b_f/2t_f [7.5] < 0.38(E/F_y)^{0.5} [10.7] \rightarrow \text{compact}$   
 web :  $h/t_w [45.7] < 3.76(E/F_y)^{0.5} [106.3] \rightarrow \text{compact}$   
 profil : COMPACT section

#### F2. DOUBLY SYMMETRIC COMPACT I-SHAPED MEMBERS and CHANNELS BENT ABOUT their MAJOR AXIS

The nominal flexural strength,  $M_n$ , shall be the lower value obtained according to the limit states of yielding (plastic moment) and lateral-torsional buckling.

Limit State of Lateral Torsional Buckling :

$C_b = 1.0$   
 $r_{ts} = 79.63\text{ mm}$   
 $L_p = 3,466.52\text{ mm} = 3.47\text{ m (LRFD F2.5)}$   
 $L_r = 10,214.73\text{ mm} = 10.21\text{ m (LRFD F2.6)}$

$L_b = 12,000.0 \text{ mm} = 12.0 \text{ m}$   
 $L_b > L_r \rightarrow$  elastic lateral torsional buckling  
 $F_{cr} = 138.93 \text{ MPa}$  (LRFD F2-4)


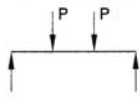
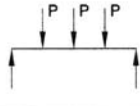
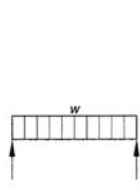
$M_n = 535,338,802.27 \text{ N-mm} = 535.34 \text{ kN.m}$  (LRFD F2-3)

For LRFD, the design moment is governed by

LATERAL-TORSIONAL Buckling

$M_u = 481,804,922.04 \text{ N-mm} = 481.8 \text{ kN.m}$

Kondisi di atas dengan asumsi  $C_b = 1.0$ , agar diperoleh nilai maksimum maka nilai  $C_b$  dicari terlebih dahulu. Digunakan tabel 3-1 AISC sebagai berikut.

Table 3-1 Values for $C_b$ for Simply Supported Beams		
Load	Lateral Bracing Along Span	$C_b$
	None Load at midpoint	1.32
	At load point	1.67
	None Loads at third points	1.14
	At load points Loads symmetrically placed	1.67, 1.00, 1.67
	None Loads at quarter points	1.14
	At load points Loads at quarter points	1.67, 1.11, 1.11, 1.67
	None	1.14
	At midpoint	1.30
	At third points	1.45, 1.01, 1.45
	At quarter points	1.52, 1.06, 1.06, 1.52
	At fifth points	1.56, 1.12, 1.00, 1.12, 1.56

Note: Lateral bracing must always be provided at points of support per AISC Specification Chapter F.

Figure 6.12 Values for  $C_b$  for Simply Supported Beams. Copyright © American Institute of Steel Construction, Inc. Reprinted with Permission. All rights reserved.

Untuk lateral bracing pada tumpuan, dan pembebanan merata maka  $C_b = 1.14$

$$M_{n\_maks} = C_b \cdot M_n = 1.14 \cdot 535.3 = 610.2 \text{ kNm} < M_p = 1,077.23 \text{ kNm}$$

$$M_{maks} = M_u = \phi \cdot M_{n\_maks} = 0.9 \cdot 610.2 = 549 \text{ kNm} \cong M_{maks} = \frac{1}{8} \cdot 1.6 \cdot q_{LL} \cdot L^2 = 28.8 q_{LL}$$

$$q_{LL} = \frac{M_{maks}}{28.8} = \frac{549}{28.8} = 19.1 \text{ kN/m} \rightarrow \text{beban hidup maks pada Konfigurasi I}$$

No.2 Jarak Lb (lateral bracing) = 6 m.

Section Property Data :

$A_s = 18,576.0 \text{ mm}^2$   
 $I_x = 1,132,838,592.0 \text{ mm}^4$   
 $I_y = 90,078,912.0 \text{ mm}^4$   
 $S_x = 3,853,192.49 \text{ mm}^3$   
 $r_x = 246.95 \text{ mm}$   
 $r_y = 69.64 \text{ mm}$   
 $J_x = 1,915,648.0 \text{ mm}^4$   
 $Z_x = 4,308,912.0 \text{ mm}^3$   
 $Z_y = 919,728.0 \text{ mm}^3$   
 $M_p = 1,077,228,000.0 \text{ N-mm} = 1,077.23 \text{ kN.m}$

-----  
 B4. CLASSIFICATION of SECTIONS for LOCAL BUCKLING  
 -----

flange :  $bf/2t_f [7.5] < 0.38(E/F_y)^{0.5} [10.7] \rightarrow \text{compact}$   
 web :  $h/t_w [45.7] < 3.76(E/F_y)^{0.5} [106.3] \rightarrow \text{compact}$   
 profil : COMPACT section

-----  
 F2. DOUBLY SYMMETRIC COMPACT I-SHAPED MEMBERS  
 and CHANNELS BENT ABOUT their MAJOR AXIS  
 -----

The nominal flexural strength,  $M_n$ , shall be the lower value obtained according to the limit states of yielding (plastic moment) and lateral-torsional buckling.

Limit State of Lateral Torsional Buckling :

$C_b = 1.0$   
 $r_{ts} = 79.63 \text{ mm}$   
 $L_p = 3,466.52 \text{ mm} = 3.47 \text{ m (LRFD F2.5)}$   
 $L_r = 10,214.73 \text{ mm} = 10.21 \text{ m (LRFD F2.6)}$   
 $L_b = 6,000.0 \text{ mm} = 6.0 \text{ m}$   
 $L_p < L_b < L_r \rightarrow \text{inelastic lateral torsional buckling}$   
 $M_n = 925,959,775.58 \text{ N-mm} = 925.96 \text{ kN.m}$

For LRFD, the design moment is governed by

LATERAL-TORSIONAL Buckling  
 $M_u = 833,363,798.02 \text{ N-mm} = 833.36 \text{ kN.m}$

Dari tabel berikut : **At midpoint** |  →  $C_b = 1.30$

$$M_{n\_maks} = C_b \cdot M_n = 1.3 \cdot 926 = 1,204 \text{ kNm} > M_p = 1,077.23 \text{ kNm}$$

$$M_{maks} = M_u = \phi \cdot M_p = 0.9 \cdot 1,077.23 = 969.5 \text{ kNm} \cong M_{maks} = \frac{1}{8} \cdot 1.6 \cdot q_{LL} \cdot L^2 = 28.8 q_{LL}$$

$$q_{LL} = \frac{M_{maks}}{28.8} = \frac{969.5}{28.8} = 33.66 \text{ kN/m} \rightarrow \text{beban hidup maks pada Konfigurasi II}$$

No.3 Tidak ada lateral torsional bucling maka  $L_b < L_p$  (3.46m)

Jumlah bentang tertambat =  $12 / 3.46 = 3.46$  buah pasang 4 bentang dengan  $L_b = 3 \text{ m}$ .

Beban hidup yang dapat ditahan sama dengan konfigurasi II, yaitu : 33.66 kN/m (yaitu keruntuhan pada penampang atau kapasitas  $M_p$ ).