STRUKTUR BAJA II

MODUL 6

S e s i 2

Struktur Jembatan Komposit

Dosen Pengasuh :
Ir. Thamrin Nasution

Materi Pembelajaran :
WORKSHOP/PELATIHAN
Perhitungan Tegangan Elastis Pada Penampang Komposit

Tujuan Pembelajaran :
- *Mahasiswa mengetahui, memahami dan dapat melakukan pemeriksaan tegangan elastis pada penampang komposit.*

DAFTAR PUSTAKA

a) Agus Setiawan,"*Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD* (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)", Penerbit AIRLANGGA, Jakarta, 2008.
b) Charles G. Salmon, Jhon E. Johnson,"*STRUKTUR BAJA, Design dan Perilaku*", Jilid 2, Penerbit AIRLANGGA, Jakarta, 1996, atau,
c) Charles G. Salmon, Jhon E. Johnson, *Steel Structures Design and* Behavior, 5th Edition, Pearson Education Inc., 2009
d) RSNI T-03-2005, *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan*.
e) Tabel Baja PT. GUNUNG GARUDA.

UCAPAN TERIMA KASIH

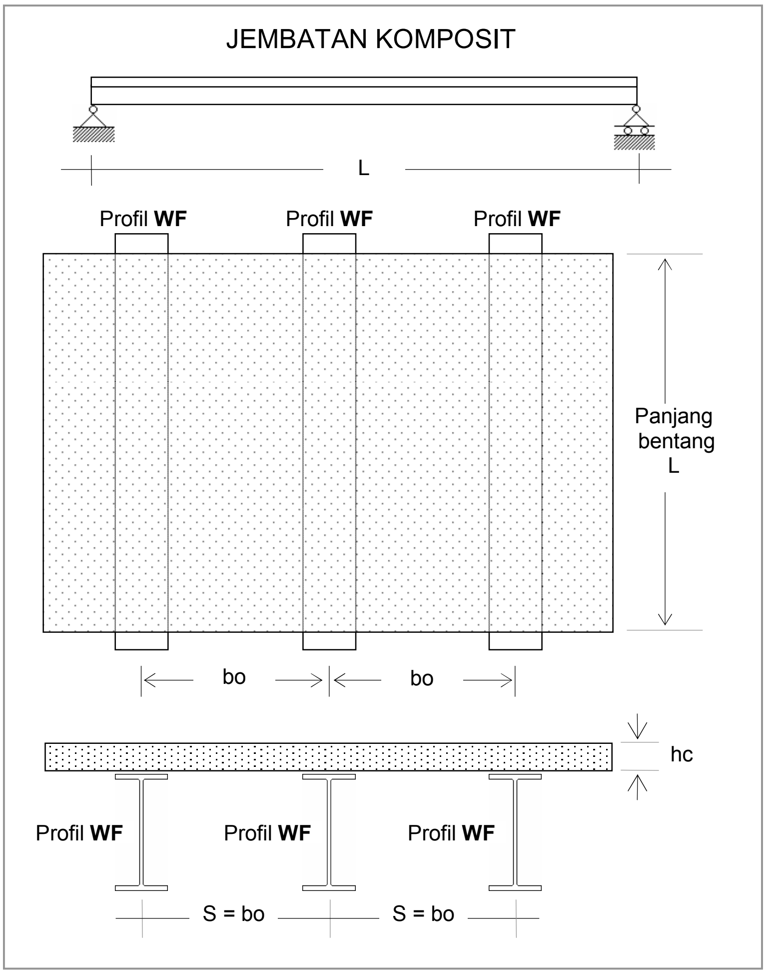
Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pemilik hak cipta photo-photo, buku-buku rujukan dan artikel, yang terlampir dalam modul pembelajaran ini.

Semoga modul pembelajaran ini bermanfaat.

Wassalam
Penulis
Thamrin Nasution
thamrinnst.wordpress.com
thamrin_nst@hotmail.co.id

WORKSHOP/PELATIHAN
Perhitungan Tegangan Elastis Penampang Komposit

Sebuah jembatan komposit dengan perletakan sederhana dengan data-data terlampir pada tabel berikut. Hitung dan gambarkan tegangan yang terjadi pada penampang komposit akibat berat sendiri.



DATA GEOMETRIS JEMBATAN

No. Stb.	L m	hc cm	S = bo cm
-1	12	20	110
0	10	20	100
1	11	20	105
2	13	20	115
3	14	20	120
4	15	20	125
5	16	20	130
6	17	20	135
7	18	20	140
8	19	20	145
9	20	20	150

DATA MATERIAL

BETON			BAJA BJ-41, *fy* = 250 MPa., E = 200.000 MPa.				
No. Stb.	K kg/cm^2	Wc kN/m^3	PROFIL	hs cm	qs kN/m	As cm^2	Ios cm^4
-1	300	25.0	WF600.300.12.20	58.8	1.510	192.5	118000
0	250	23.0	WF400.400.13.21	40.0	1.720	218.7	66600
1	255	23.2	WF600.300.12.20	58.8	1.510	192.5	118000
2	260	23.4	WF600.300.12.20	58.8	1.510	192.5	118000
3	265	23.6	WF700.300.13.24	70.0	1.850	235.5	201000
4	270	23.8	WF700.300.13.24	70.0	1.850	235.5	201000
5	275	24.0	WF700.300.13.24	70.0	1.850	235.5	201000
6	280	24.2	WF700.300.13.24	70.0	1.850	235.5	201000
7	285	24.4	WF800.300.14.26	80.0	2.100	267.4	292000
8	290	24.6	WF800.300.14.26	80.0	2.100	267.4	292000
9	295	24.8	WF800.300.14.26	80.0	2.100	267.4	292000

Penyelesaian :

A). **DATA - DATA**

1. DATA GEOMETRIS JEMBATAN

Tebal slab lantai jembatan hc = 20,0 cm.
Jarak antara gelagar baja S = bo = 110,0 cm.
Panjang bentang jembatan L = 12,0 m.

2. DATA MATERIAL

a. BETON

Mutu beton, K-300 = 300 kg/cm^2
Kuat tekan beton, fc' = 0,83 K/10 = 24,9 MPa.
Modulus Elastis, $Ec = 4700\sqrt{fc'}$ = 23453 MPa.
Berat beton bertulang, Wc = 25 kN/m^3

b. BAJA

Mutu baja, BJ - 41
Tegangan leleh baja, *fy* = 250 MPa.
Modulus elastis, *E*s = 200.000 Mpa.
Profil WF 600.300.12.20
Io = 118000 cm^4.
hs = 58,8 cm.
As = 192,5 cm^2.
qs = 151 kg/m = 1,51 kN/m.

B). **ANALISA STRUKTUR**.

a. Berat Sendiri.

- Pelat beton, qc = (1,10 m) . (0,20 m) . (25 kN/m^3) = 5,500 kN/m'.
- Profil WF 600.300.12.20, <u>qs = 1,510 kN/m'.</u>

q = 7,010 kN/m'.

b. Momen lentur.

Momen maksimum terjadi di tengah bentang sebesar,
Mmaks = 1/8 q L^2 = 1/8 . (7,010 kN/m') . $(12\ m)^2$
Mmaks = 126,180 kN.m'.

C). **GARIS NETRAL PENAMPANG KOMPOSIT**.

Lebar efektif (RSNI T-03-2005),

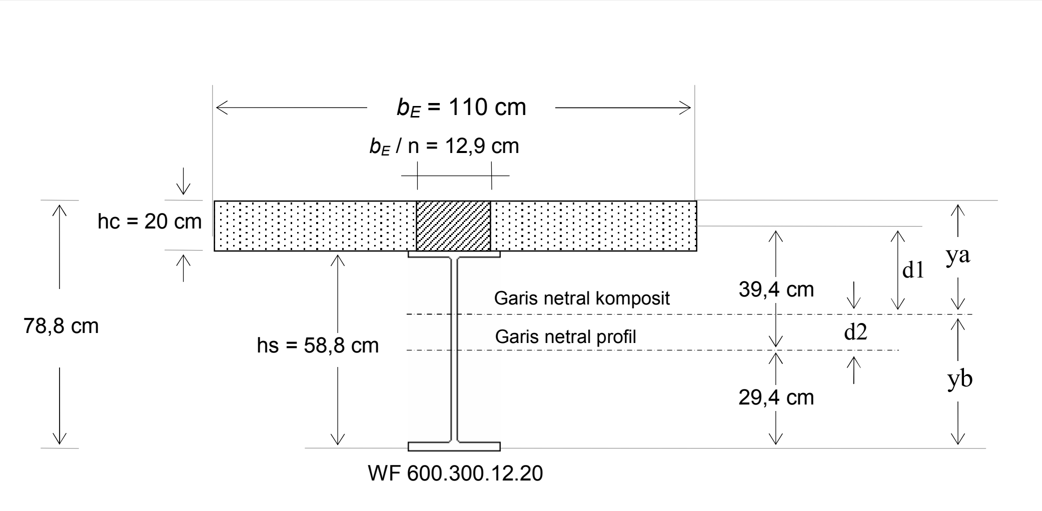
b_E = L / 5 = 12 m / 5 = 2,4 m
b_E = bo = 1,10 m (menentukan).
b_E = 12 hc = 12 . (0,20 m) = 2,40 m.

Modulus ratio,

n = *E*s / *E*c = (200.000 MPa)/(23500 MPa) = 8,5

Lebar equivalen baja,

b_E / n = 1,10 m / 8,5 = 0,129 m = 12,9 cm.



Letak garis netral komposit.

Luas penampang baja equivalen,	Ac = (12,9 cm) . (20 cm)	= 258 cm^2.
Luas profil WF 600.300.12.20	As	= 192,5 cm^2.
Luas total,	Atotal	= 450,5 cm^2.

- Statis momen ke sisi atas pelat beton,
  Atotal . ya = Ac . (hc/2) + As . (hs/2 + hc)
  (450,5 cm^2) . ya = (258 cm^2) . (20 cm/2) + (192,5 cm^2) . (58,8 cm/2 + 20 cm)
  (450,5 cm^2) . ya = 2580,0 cm^3 + 9509,5 cm^3 = 12089,5 cm^3
  ya = (12089,5 cm^3)/(450,5 cm^2) = 26,84 cm.

- Statis momen ke sisi bawah flens bawah profil,
  Atotal . yb = Ac . (hs + hc/2) + As . (hs/2)
  (450,5 cm^2) . yb = (258 cm^2) . (58,8 cm + 20 cm/2) + (192,5 cm^2) . (58,8 cm/2)
  (450,5 cm^2) . yb = 17750,4 cm^3 + 5659,5 cm^3 = 23409,9 cm^3.
  yb = (23409,9 cm^3)/(450,5 cm^2) = 51,96 cm

- Kontrol,
  Ya + yb = hs + hc
  26,84 cm + 51,96 cm = 58,8 cm + 20 cm
  78,8 cm = 78,8 cm (memenuhi).

D). **MOMEN INERTIA PENAMPANG KOMPOSIT**.

Perhitungan momen inertia komposit (I), terhadap garis netral komposit adalah sebagai berikut,

a. Penampang baja equivalen.

Luas penampang baja equivalen,

$Ac = 258{,}0\ cm^2$.

Momen inertia terhadap diri sendiri,

$Ioc = 1/12 \,.\, (12{,}9\ cm) \,.\, (20\ cm)^3 = 8600{,}0\ cm^4$.

Letak pusat berat penampang baja equivalen terhadap garis netral komposit,

$d_1 = ya - (hc/2) = (26{,}84\ cm) - (20\ cm/2) = 16{,}84\ cm$.

Momen inertia penampang baja equivalen terhadap garis netral komposit ,

$Ic = Ioc + Ac \,.\, d_1^2 = 8600{,}0\ cm^4 + (258{,}0\ cm^2).(16{,}84\ cm)^2 = 81765{,}1\ cm^4$.

b. Profil WF 600.300.12.20.

Luas profil WF,

$As = 192{,}5\ cm^2$.

Momen inertia terhadap diri sendiri,

$Ios = 118000\ cm^4$.

Letak pusat berat profil WF terhadap garis netral komposit,

$d_2 = yb - (hs/2) = (51{,}96\ cm) - (58{,}8\ cm/2) = 22{,}56\ cm$.

Momen inertia profil WF terhadap garis netral komposit ,

$Is = Ios + A \,.\, d_2^2 = 118000\ cm^4 + (192{,}5\ cm^2).(22{,}56\ cm)^2 = 215973{,}6\ cm^4$.

c. Momen inertia penampang komposit.

$I = Ic + Is = 81765{,}1\ cm^4 + 215973{,}6\ cm^4 = 297738{,}7\ cm^4$.

E). **TEGANGAN LENTUR PADA PENAMPANG KOMPOSIT**.

Pada tepi atas pelat beton,

$$fca = \frac{M \,.\, ya}{n \,.\, I} = \frac{(126{,}180 \times 10^6\ N.mm) \times (268{,}4\ mm)}{(8{,}5).(297738{,}7 \times 10^4\ mm^4)} = 1{,}3\ MPa\ (tekan).$$

Pada tepi bawah pelat beton,

$$fcb = \frac{M.(ya - 200\ mm)}{n \,.\, I} = \frac{(126{,}180 \times 10^6\ N.mm) \times (268{,}4\ mm - 200mm)}{(8{,}5).(297738{,}7 \times 10^4\ mm^4)}$$

$= 0{,}3$ MPa (tekan).

Pada tepi atas flens atas profil WF,

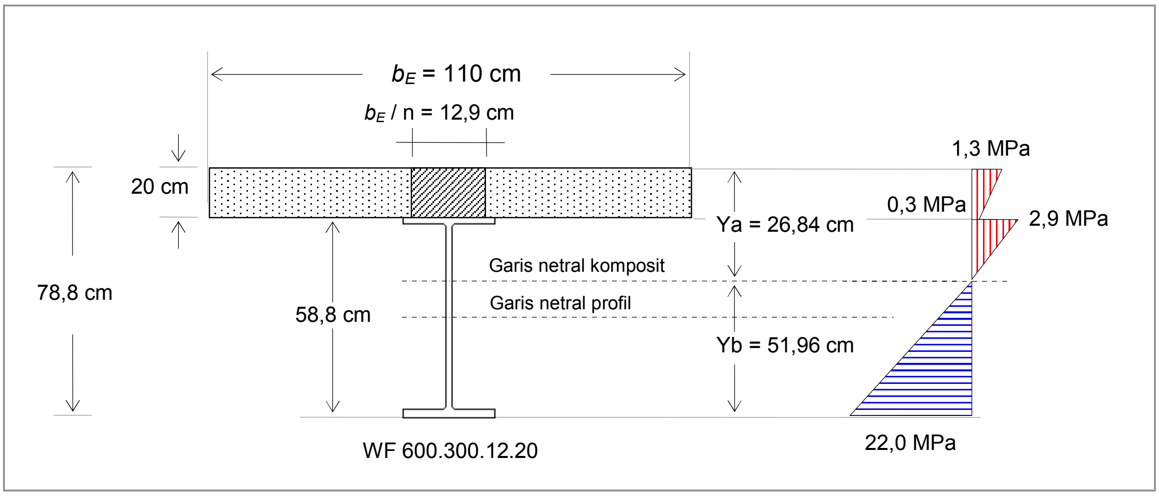
$$fsa = \frac{M.(ya - 200\ mm)}{I} = \frac{(126{,}180 \times 10^6\ N.mm) \times (268{,}4\ mm - 200mm)}{(297738{,}7 \times 10^4\ mm^4)}$$

$= 2{,}9$ Mpa (tekan).

Pada tepi bawah flens bawah profil WF,

$$fsa = \frac{M.(yb)}{I} = \frac{(126{,}180 \times 10^6 \text{ N.mm}) \times (519{,}6 \text{ mm})}{(297738{,}7 \times 10^4 \text{ mm}^4)}$$

= 22,0 Mpa (tarik).



Gambar 14 : Diagram tegangan penampang komposit akibat berat sendiri.

Kunci Jawaban

No. Stb.	*fc'* Mpa.	Ec Mpa.	*fy* Mpa.	Es Mpa.	qc kN/m'	q kN/m'	M kN.m'
-1	24.9	23453	250	200000	5.500	7.010	126.180
0	20.8	21435	250	200000	4.600	6.320	79.000
1	21.2	21640	250	200000	4.872	6.382	96.528
2	21.6	21844	250	200000	5.382	6.892	145.594
3	22.0	22045	250	200000	5.664	7.514	184.093
4	22.4	22244	250	200000	5.950	7.800	219.375
5	22.8	22442	250	200000	6.240	8.090	258.880
6	23.2	22638	250	200000	6.534	8.384	302.872
7	23.7	22881	250	200000	6.832	8.932	361.746
8	24.1	23073	250	200000	7.134	9.234	416.684
9	24.5	23264	250	200000	7.440	9.540	477.000

No. Stb.	b_E = *L*/5 cm	b_E = bo cm	b_E = 12.hc cm	n	b_E / n cm
-1	240	110	240	8.5	12.9
0	200	100	240	9.3	10.8
1	220	105	240	9.2	11.4
2	260	115	240	9.2	12.5
3	280	120	240	9.1	13.2
4	300	125	240	9.0	13.9
5	320	130	240	8.9	14.6
6	340	135	240	8.8	15.3
7	360	140	240	8.7	16.1
8	380	145	240	8.7	16.7
9	400	150	240	8.6	17.4

No. Stb.	Ac cm^2	yc cm	As cm^2	ys cm	Atotal cm^2	ΣAy cm^3	ya cm
-1	258.0	10	192.5	49.4	450.5	12089.500	26.84
0	216.0	10	218.7	40.0	434.7	10908.000	25.09
1	228.0	10	192.5	49.4	420.5	11789.500	28.04
2	250.0	10	192.5	49.4	442.5	12009.500	27.14
3	264.0	10	235.5	55.0	499.5	15592.500	31.22
4	278.0	10	235.5	55.0	513.5	15732.500	30.64
5	292.0	10	235.5	55.0	527.5	15872.500	30.09
6	306.0	10	235.5	55.0	541.5	16012.500	29.57
7	322.0	10	267.4	60.0	589.4	19264.000	32.68
8	334.0	10	267.4	60.0	601.4	19384.000	32.23
9	348.0	10	267.4	60.0	615.4	19524.000	31.73

No. Stb.	Ac cm^2	yc cm	As cm^2	ys cm	Atotal cm^2	ΣAy cm^3	yb cm
-1	258.0	68.8	192.5	29.4	450.5	23409.900	51.96
0	216.0	50.0	218.7	20.0	434.7	15174.000	34.91
1	228.0	68.8	192.5	29.4	420.5	21345.900	50.76
2	250.0	68.8	192.5	29.4	442.5	22859.500	51.66
3	264.0	80.0	235.5	35.0	499.5	29362.500	58.78
4	278.0	80.0	235.5	35.0	513.5	30482.500	59.36
5	292.0	80.0	235.5	35.0	527.5	31602.500	59.91
6	306.0	80.0	235.5	35.0	541.5	32722.500	60.43
7	322.0	90.0	267.4	40.0	589.4	39676.000	67.32
8	334.0	90.0	267.4	40.0	601.4	40756.000	67.77
9	348.0	90.0	267.4	40.0	615.4	42016.000	68.27

No. Stb.	ya + yb cm	hc + hs cm	Ioc cm^4	d_1 cm	Ic cm^4	Ios cm^4	d_2 cm	Is cm^4
-1	78.80	78.80	8600.0	16.84	81765.1	118000	22.56	215973.6
0	60.00	60.00	7200.0	15.09	56384.9	66600	14.91	115218.8
1	78.80	78.80	7600.0	18.04	81800.7	118000	21.36	205828.0
2	78.80	78.80	8333.3	17.14	81778.2	118000	22.26	213385.2
3	90.00	90.00	8800.0	21.22	127676.1	201000	23.78	334172.5
4	90.00	90.00	9266.7	20.64	127697.4	201000	24.36	340748.0
5	90.00	90.00	9733.3	20.09	127586.9	201000	24.91	347129.7
6	90.00	90.00	10200.0	19.57	127393.4	201000	25.43	353294.3
7	100.00	100.00	10733.3	22.68	176364.4	292000	27.32	491582.7
8	100.00	100.00	11133.3	22.23	176187.0	292000	27.77	498211.6
9	100.00	100.00	11600.0	21.73	175923.1	292000	28.27	505704.2

No. Stb.	I cm^4	*f*ca Mpa.	*f*cb Mpa.	*f*sa Mpa.	*f*sb Mpa.
-1	297738.7	1.3	0.3	2.9	22.0
0	171603.7	1.2	0.3	2.3	16.1
1	287628.7	1.0	0.3	2.7	17.0
2	295163.4	1.5	0.4	3.5	25.5
3	461848.6	1.4	0.5	4.5	23.4
4	468445.4	1.6	0.6	5.0	27.8
5	474716.6	1.8	0.6	5.5	32.7
6	480687.7	2.1	0.7	6.0	38.1
7	667947.1	2.0	0.8	6.9	36.5
8	674398.6	2.3	0.9	7.6	41.9
9	681627.3	2.6	1.0	8.2	47.8