

STRUKTUR BAJA II

MODUL 5

Addendum

Perencanaan Lantai Kenderaan Dengan Corrugated Steel Plate

Dosen Pengasuh :
Ir. Thamrin Nasution

Materi Pembelajaran :

1. Lantai dengan baja gelombang (*Corrugated steel plate, CSP*).
2. Material.
 - a). Bahan baja CSP.
 - b). Baja tulangan dan Wire Mesh.
 - c). Beton.
3. Perencanaan Kapasitas Lentur Penampang Lantai Jembatan CSP.
 - 3.1). Momen lentur positif (ditengah bentang), penampang tanpa tulangan tekan.
Contoh Soal.
 - 3.2). Momen lentur positif (ditengah bentang), penampang dengan tulangan tekan.
Contoh Soal.
Contoh Soal menggunakan Wire Mesh.

Tujuan Pembelajaran :

- Mahasiswa mengetahui, memahami, dan dapat melakukan perencanaan lantai jembatan yang menggunakan pelat baja bergelombang (CSP).

DAFTAR PUSTAKA

- a) Composite Structures Of Steel And Concrete, Volume 1, 2nd Ed, R.P. Johnson, 1994.
- b) Design Of Reinforced Concrete With ACI-2005, JACK C. MC CORMACK, 7TH ED., 2007.
- c) Design of Concrete Structures, 14 th Edition, Arthur H Nilson, 2010.
- d) PEDOMAN KONSTRUKSI DAN BANGUNAN, Pd T-12-2005-B, Departemen Pekerjaan Umum.
- e) PEDOMAN No.07/BM/2005 Gambar Standar Rangka Baja Bangunan Atas Jembatan Kelas A dan B
- f) Reinforced Concrete, MECHANIC AND DESIGN, JAMES G. MC GREGOR, 5th Ed., 2009
- g) RSNI T-12-2004, *Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan*.
- h) SNI-03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
- i) Brosur PT. GUNUNG RAJA PAKSI.

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

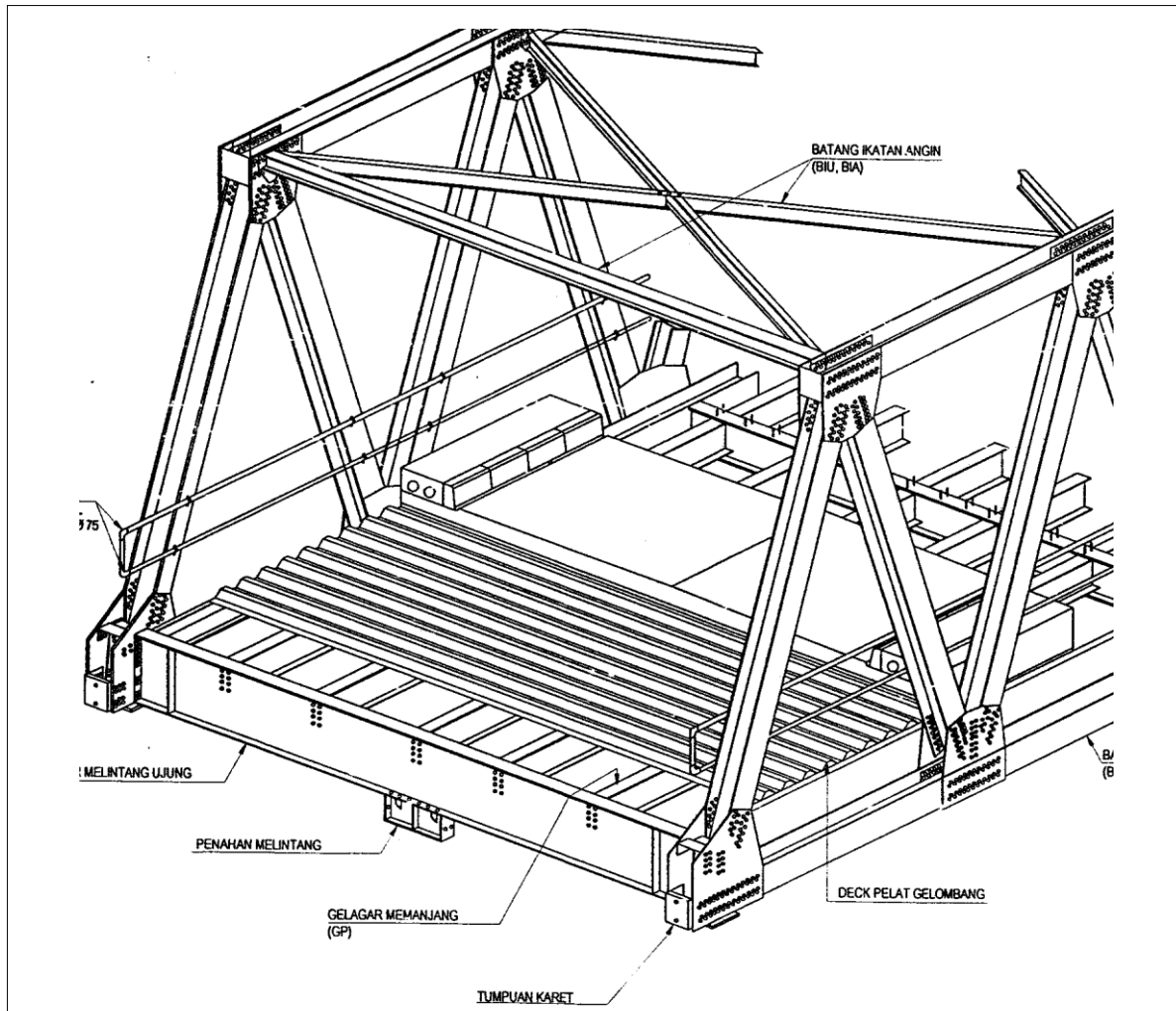
Thamrin Nasution

thamrinnst.wordpress.com

thamrin_nst@hotmail.co.id



Perencanaan Lantai Kendaraan Dengan corrugated steel plate (CSP) (Pelat Baja Bergelombang)

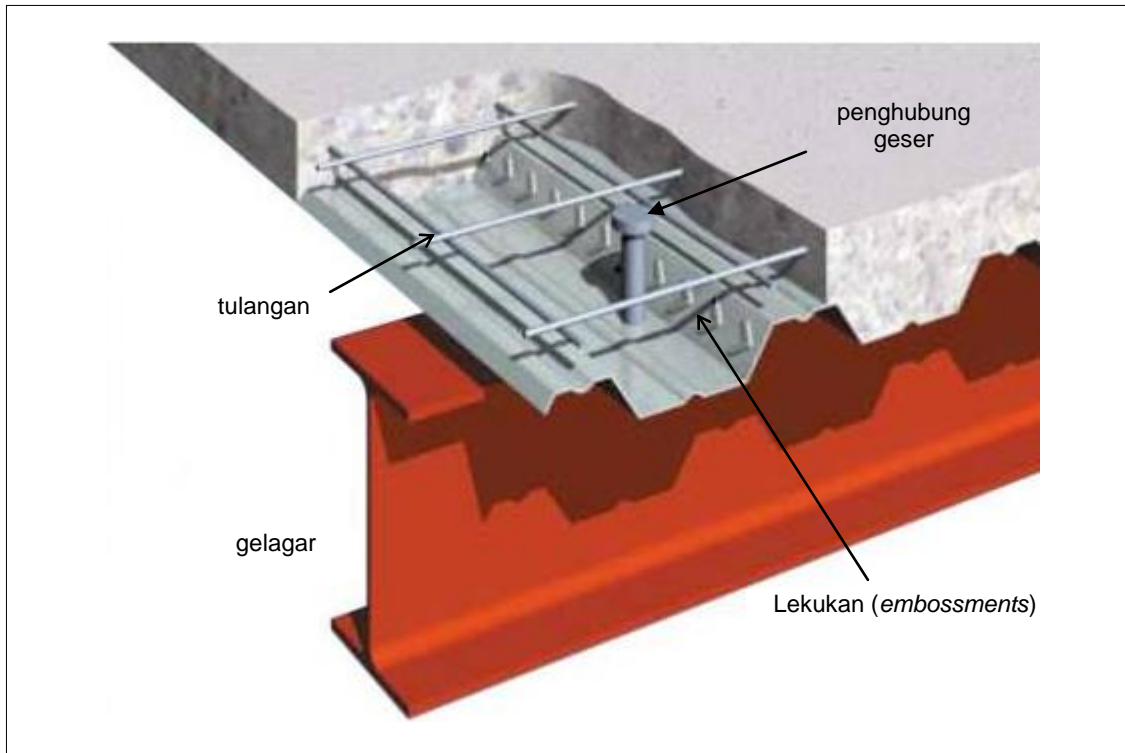


Gambar 1 : Lantai jembatan dengan pelat baja bergelombang.

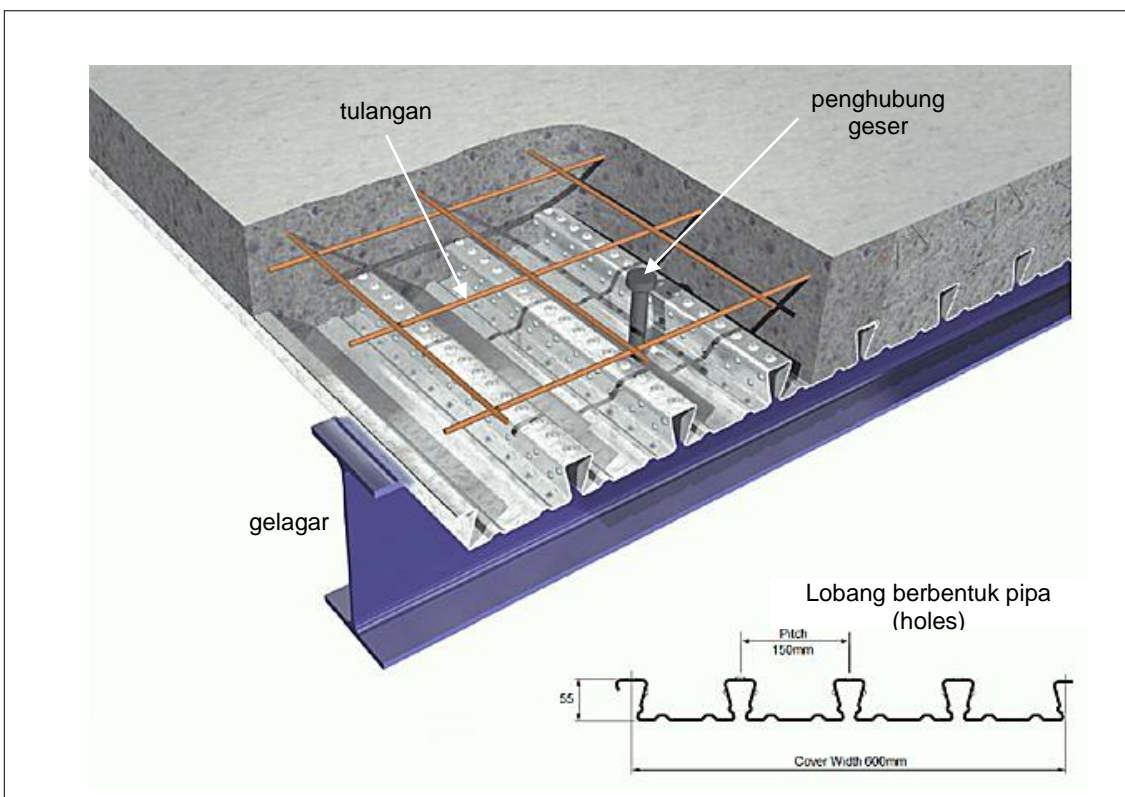
1. Lantai dengan baja gelombang (*Corrugated steel plate, CSP*).

Lantai (dek) dari baja ringan (*cold formed steel*) digunakan pada banyak lantai komposit, yaitu untuk lantai bangunan baja dan lantai kendaraan jembatan, dimana dek baja berfungsi tidak hanya sebagai perancah beton selama konstruksi, tetapi juga sebagai pemikul tegangan tarik utama untuk penguatan serat bawah slab komposit.

Syarat dek baja komposit untuk slab diterapkan dengan sistem di mana dek baja memiliki beberapa cara mekanik agar terjadi saling mengikat antara dek dan beton, yaitu permukaan dek baja yang tidak rata karena adanya lekukan-lekukan (*embossments*), dan adanya lobang-lobang yang berbentuk seperti pipa (*holes*) pada dek baja, lihat gambar 2 dan 3 berikut ini.



Gambar 2 : Contoh lekukan (embossments) pada dek baja yang dapat membuat beton dan pelat baja saling mengikat.



Gambar 3 : Contoh lobang-lobang berbentuk pipa(holes) pada dek baja yang dapat membuat beton dan pelat baja saling mengikat.

Tulangan yang dipasang untuk menambah kekuatan beton dalam memikul tegangan tekan pada daerah momen positif (ditengah bentang) dan sebagai tulangan tarik pada daerah tumpuan, juga berfungsi mengikat beton agar pelat beton tidak mengalami retak-retak pada saat beton mengeras, mengalami perubahan temperatur dan pada saat lantai mengalami siklus pembebanan.

Penghubung geser (*shear connector*) dilas menembus dek baja sampai menyentuh sayap gelagar, berfungsi sebagai pengikat antara lantai dan gelagar agar lantai dan gelagar menjadi struktur yang komposit.

2. Material.

Material-material yang digunakan untuk lantai jembatan yang memakai dek baja gelombang (CSP) harus memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan dalam "PEDOMAN KONSTRUKSI DAN BANGUNAN, Pd T-12-2005-B, Departemen Pekerjaan Umum", yang antara lain :

a). Bahan baja CSP.

Bahan baja CSP yang digunakan mempunyai tegangan leleh tarik minimum 230 Mpa dengan panjang elongasi (*elongation gauge length*) minimum 16 % pada panjang benda uji 200 mm. Ketebalan minimum pelat CSP adalah 4,5 mm. Komposisi bahan pembentuk CSP selain besi adalah sebagai berikut :

Tabel 1 : Komposisi kandungan material

No.	Bahan	Maks. %
1.	Karbon	0,15
2.	Phosphor	0,05
3.	Sulfur	0,05
4.	Manganese	0,60
5.	Silicon	0,35

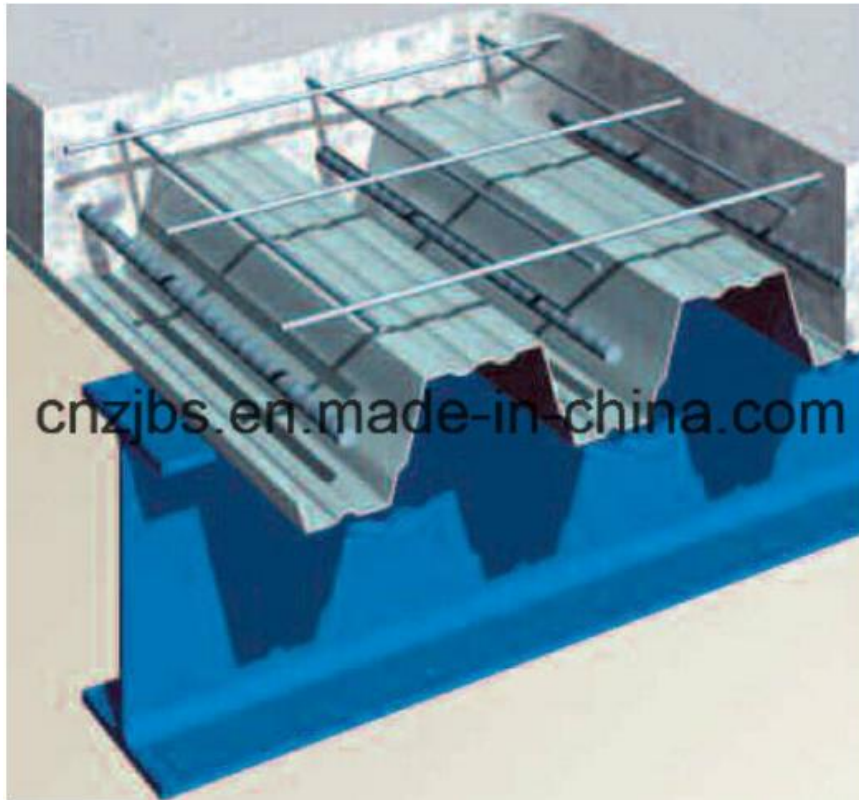
Pelapisan anti karat dengan cara galvanis celup panas (*hot dip galvanized*) dengan ketebalan lapisan 610 gr/m² (ASTM A – 123 atau AS 1650). Komposisi bahan galvanis maksimum adalah untuk Zn 99,88 % dan Al 0,02 %.

b). Baja tulangan.

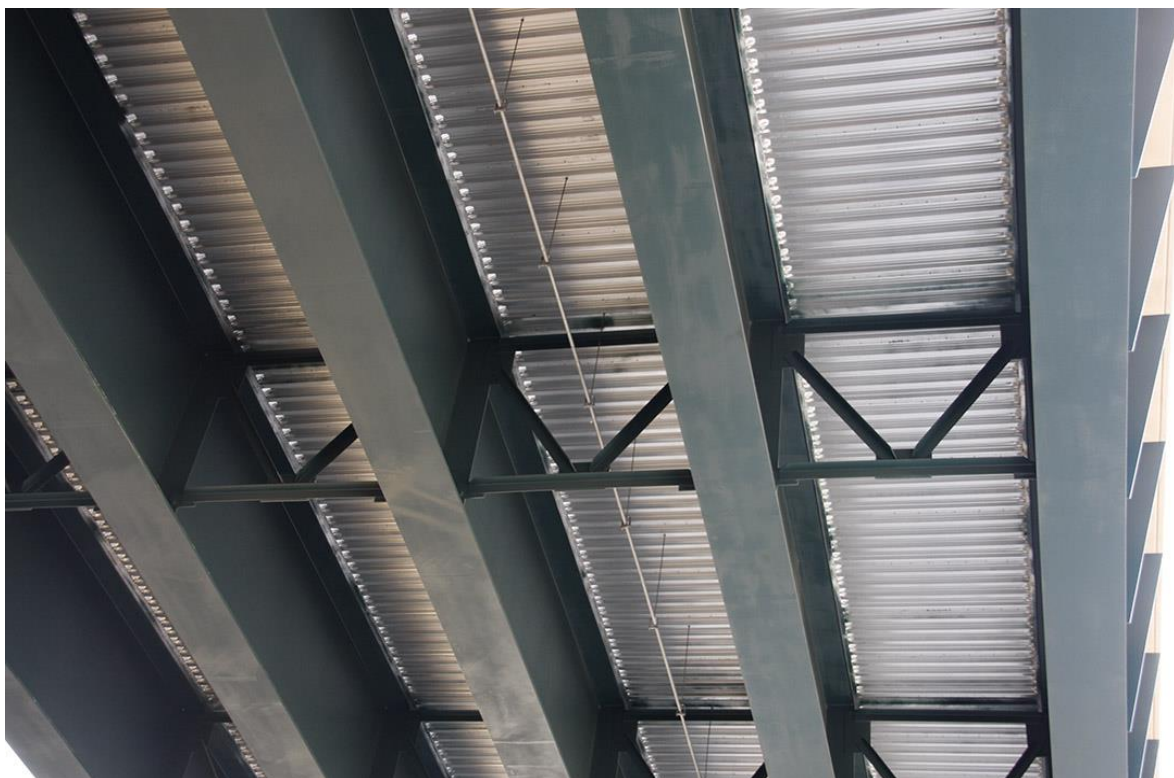
Bahan baja tulangan yang digunakan sesuai dengan ketentuan pada SNI 07 –2052 – 2002. Kuat leleh minimum baja tulangan polos 240 MPa dan untuk tulangan ulir 390 MPa. Modulus elastisitas diambil sebesar 200000 MPa. Kawat untuk mengikat tulangan harus berupa kawat ikat baja lunak sesuai dengan SNI 07 – 6401 - 2000.

c). Beton.

Kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 hari minimum sebesar $f_c' = 30$ MPa berdasarkan uji tekan silinder.



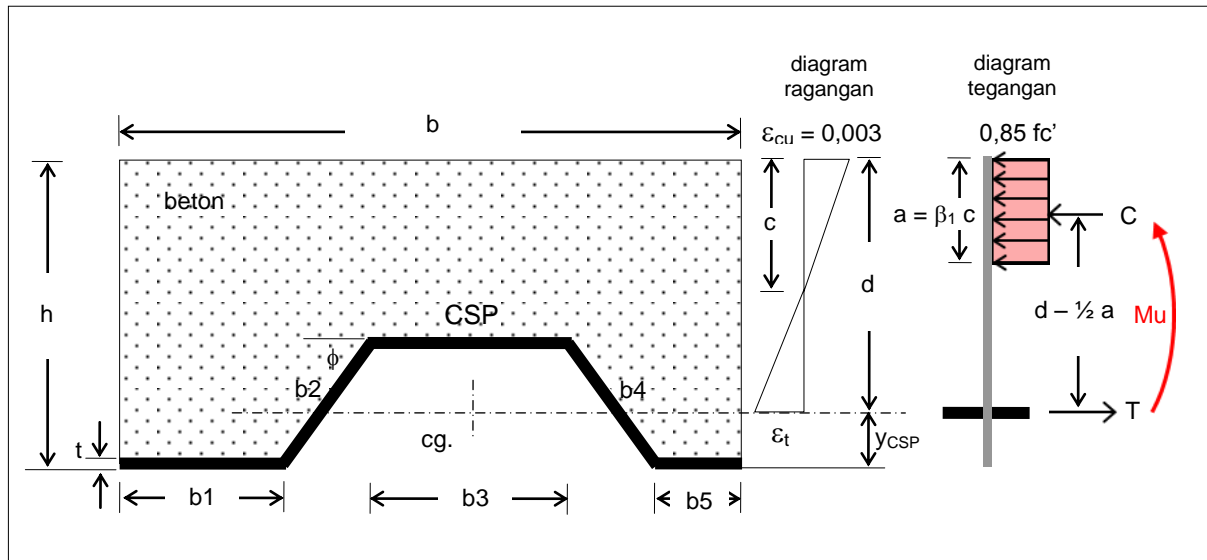
Gambar 4 : Lantai CSP menggunakan tulangan tekan dan tambahan tulangan tarik.



Gambar 5 : Letak lantai CSP terletak pada beberapa gelagar

3. Kapasitas lentur penampang lantai jembatan CSP.

3.1). Momen lentur positif (ditengah bentang), penampang tanpa tulangan tekan.



Gambar 6

Kekuatan lentur nominal terfaktor ϕMn haruslah lebih besar atau sama dengan momen lentur terfaktor Mu (akibat beban) seperti ditunjukkan persamaan berikut,

$$\phi Mn \geq Mu \quad \dots(1)$$

dimana,

ϕ = faktor reduksi kekuatan lentur = 0,80

Gaya tekan pada penampang beton,

$$C = 0,85 fc' a \cdot b \quad \dots(2)$$

dimana,

fc' = kuat tekan beton silinder.

b = lebar tinjauan

$a = \beta_1 c$

Faktor β_1 harus diambil sebesar :

$\beta_1 = 0,85$ untuk $fc' < 30$ MPa.

$\beta_1 = 0,85 - 0,008 (fc' - 30)$ untuk $fc' > 30$ MPa.

β_1 pada persamaan tidak boleh diambil kurang dari 0,65.

Gaya tarik, sepenuhnya dipikul dek CSP bekerja pada pusat berat,

$$T = A_{CSP} \cdot fy \quad \dots(3)$$

dimana,

fy = tegangan leleh CSP.

A_{CSP} = luas penampang CSP

$= b1 \cdot t + b2 \cdot t + b3 \cdot t + b4 \cdot t + b5 \cdot t$

$A_{CSP} = t \cdot (b1 + b2 + b3 + b4 + b5)$

$\dots(4)$

Letak pusat berat CSP, dihitung dengan statis momen ke sisi bawah,

$$y_{CSP} = \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2 + A_3 \cdot y_3 + A_4 \cdot y_4 + A_5 \cdot y_5}{A_{CSP}} \quad \dots(5)$$

Keseimbangan gaya tekan dan tarik,

$$C = T \quad \dots(6)$$

$$0,85 f_c' a \cdot b = A_{CSP} \cdot f_y$$

$$a = \frac{A_{CSP} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \quad \dots(7)$$

(tinggi blok beton tertekan)

Tinggi regangan beton tertekan,

$$c = \frac{a}{\beta_1} \quad \dots(8)$$

Regangan baja CSP,

$$\varepsilon_t = \frac{(d-c)}{c} \varepsilon_{cu} \quad \dots(9)$$

dimana,

$$d = h - y_{CSP}$$

$$\varepsilon_{cu} = \text{regangan tekan beton} = 0,003$$

Apabila regangan tarik telah sama dengan atau lebih besar dari 0,005 pada saat yang sama regangan beton mencapai 0,003 disebut sebagai penampang ditentukan oleh tegangan tarik. Pada kondisi ini baja telah leleh sebelum bagian beton tertekan hancur, dan lendutan sudah semakin besar, ini memberi peringatan akan terjadinya keruntuhan.

Batas regangan leleh baja,

$$\varepsilon_y = \frac{f_y}{E} \quad \dots(10)$$

Ratio baja pemikul tegangan tarik,

$$\rho = \frac{A_{CSP}}{b \cdot d} \quad \dots(11)$$

Batas keseimbangan persentase baja,

$$\rho_b = 0,85 \left(\frac{\beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \right) \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad \dots(12)$$

Ratio baja pemikul tarik maksimum,

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_b \quad \dots(13)$$

$$\rho < \rho_{maks} \quad \dots(14)$$

Kekuatan lentur nominal terfaktor,

$$\phi Mn = \phi A_{CSP} \cdot fy (d - 1/2 a) \quad \dots(15)$$

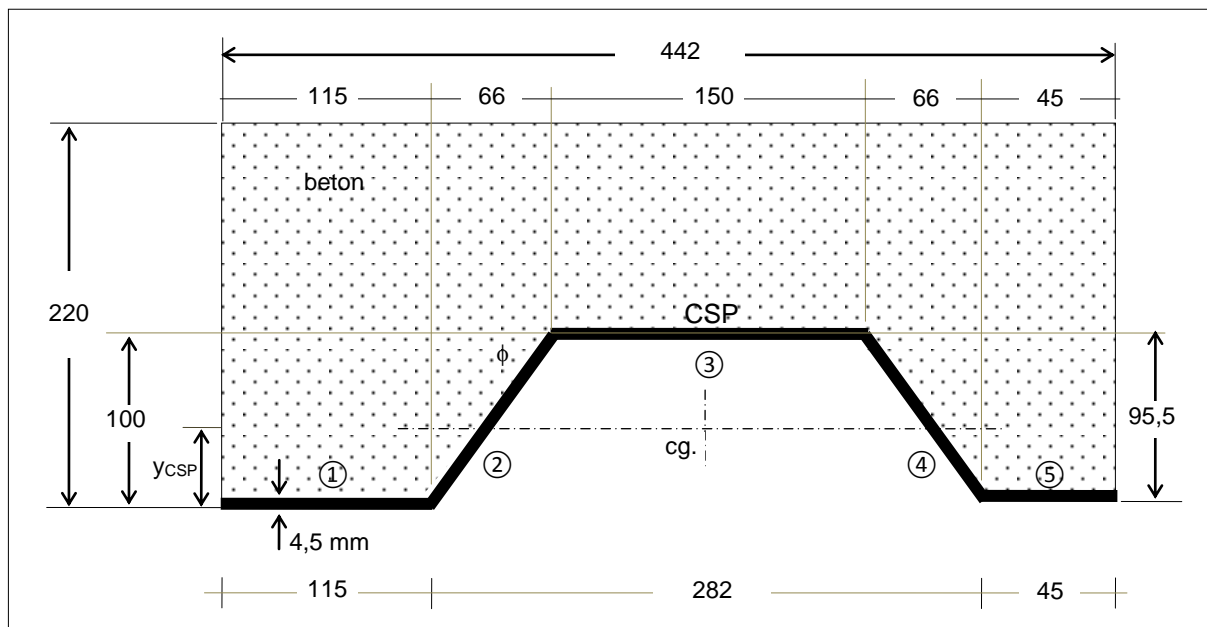
Dengan mensubstitusikan persamaan-persamaan diatas kedalam persamaan kekuatan lentur nominal tersebut, sehingga diperoleh,

$$\phi Mn = \phi \cdot A_{CSP} \cdot fy \cdot d \cdot \left(1 - 1/2 \frac{\rho \cdot fy}{0,85 \cdot fc'} \right) \quad \dots(16)$$

atau,

$$\phi Mn = \phi \cdot fy \cdot \rho \cdot b \cdot d^2 \cdot \left(1 - 1/2 \frac{\rho \cdot fy}{0,85 \cdot fc'} \right) \quad \dots(17)$$

CONTOH SOAL :



Gambar 7 : Gambar contoh soal.

Diketahui :

Bridge Deck produk dari PT. Gunung Raja Paksi, digunakan sebagai CSP, grade 50 ASTM A572, tegangan leleh $fy = 50$ ksi (345 Mpa). Ukuran-ukuran geometri lihat gambar. Mutu beton $fc' = 42$ Mpa. Tentukanlah kekuatan lentur nominal terfaktor penampang tersebut.

Penyelesaian :

a). Letak Pusat Berat CSP.

Letak pusat berat ditentukan dengan cara statis momen ke sisi bawah CSP.

- Panjang elemen,

$$b_1 = 115 \text{ mm.}$$

$$b_2 = \sqrt{(100 \text{ mm})^2 + (66 \text{ mm})^2} = 119,8 \text{ mm}$$

$$b_3 = 150 \text{ mm.}$$

$$b_4 = 116,1 \text{ mm.}$$

$$b_5 = 45 \text{ mm.}$$

- Luas elemen,

$$A_1 = (115 \text{ mm}) \cdot (4,5 \text{ mm}) = 517,50 \text{ mm}^2.$$

$$A_2 = (119,8 \text{ mm}) \cdot (4,5 \text{ mm}) = 539,10 \text{ mm}^2.$$

$$A_3 = (150 \text{ mm}) \cdot (4,5 \text{ mm}) = 675,00 \text{ mm}^2.$$

$$A_4 = (116,1 \text{ mm}) \cdot (4,5 \text{ mm}) = 522,45 \text{ mm}^2.$$

$$A_5 = (45 \text{ mm}) \cdot (4,5 \text{ mm}) = 202,50 \text{ mm}^2.$$

Luas total elemen,

$$A_{\text{CSP}} = 517,50 + 539,10 + 675,00 + 522,45 + 202,50 = 2456,55 \text{ mm}^2.$$

- Jarak pusat berat tiap elemen ke sisi bawah,

$$y_1 = \frac{1}{2} \cdot (4,5 \text{ mm}) = 2,25 \text{ mm.}$$

$$y_2 = \frac{1}{2} \cdot (100 \text{ mm}) = 50,00 \text{ mm.}$$

$$y_3 = (100 \text{ mm}) - \frac{1}{2} \cdot (4,5 \text{ mm}) = 97,75 \text{ mm}$$

$$y_4 = \frac{1}{2} \cdot (95,5 \text{ mm}) + (4,5 \text{ mm}) = 52,25 \text{ mm.}$$

$$y_5 = \frac{1}{2} \cdot (4,5 \text{ mm}) = 2,25 \text{ mm.}$$

- Statis momen,

$$A_1 \cdot y_1 = (517,50 \text{ mm}^2) \cdot (2,25 \text{ mm}) = 1164,38 \text{ mm}^3.$$

$$A_2 \cdot y_2 = (539,10 \text{ mm}^2) \cdot (50,00 \text{ mm}) = 26955,00 \text{ mm}^3.$$

$$A_3 \cdot y_3 = (675,00 \text{ mm}^2) \cdot (97,75 \text{ mm}) = 65981,25 \text{ mm}^3.$$

$$A_4 \cdot y_4 = (522,45 \text{ mm}^2) \cdot (52,25 \text{ mm}) = 27298,01 \text{ mm}^3.$$

$$A_5 \cdot y_5 = (202,50 \text{ mm}^2) \cdot (2,25 \text{ mm}) = 455,63 \text{ mm}^3.$$

$$\text{Jumlah } \Sigma A_n \cdot y_n = 121854,26 \text{ mm}^3.$$

- Jarak pusat berat CSP dari sisi bawah,

$$y_{\text{CSP}} = \frac{\Sigma A_n \cdot y_n}{A_{\text{CSP}}} = \frac{121854,26}{2456,55} = 49,6 \text{ mm.}$$

b). Tinggi blok beton tertekan,

$$a = \frac{A_{\text{CSP}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{(2456,55 \text{ mm}) \cdot (345 \text{ MPa})}{0,85 \cdot (42 \text{ MPa}) \cdot (442 \text{ mm})} = 53,71 \text{ mm.}$$

c). Tinggi regangan beton tertekan,

$$\beta_1 = 0,85 - 0,008 (42 - 30) \text{ untuk } f_c' = 42 \text{ MPa} > 30 \text{ MPa.}$$

$$\beta_1 = 0,7643$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{90,23 \text{ mm}}{0,7643} = 63,19 \text{ mm.}$$

d). Batas regangan tarik baja CSP dalam keadaan leleh,

$$\epsilon_y = f_y / E = (345 \text{ Mpa}) / (200000 \text{ Mpa}) = 0,00173$$

e). Jarak dari tepi atas ke pusat berat CSP,

$$d = h - y_{\text{CSP}} = 220 \text{ mm} - 49,6 \text{ mm} = 170,4 \text{ mm.}$$

f). Regangan tarik baja CSP yang terjadi,

$$\varepsilon_t = \frac{(d-c)}{c} \varepsilon_{cu} = \frac{(170,4 \text{ mm}) - (63,19 \text{ mm})}{(63,19 \text{ mm})} (0,003) = 0,00509 > 0,005$$

Baja CSP sudah leleh.

g). Ratio baja pemikul tegangan tarik,

$$\rho = \frac{A_{CSP}}{b \cdot d} = \frac{2456,55 \text{ mm}^2}{(442 \text{ mm}) \cdot (170,4 \text{ mm})} = 0,03262$$

h). Batas keseimbangan persentase baja,

$$\rho_b = 0,85 \left(\frac{\beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \right) \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = 0,85 \left(\frac{0,7643 \times 42 \text{ MPa}}{345 \text{ MPa}} \right) \cdot \left(\frac{600}{600 + 345 \text{ MPa}} \right)$$

$$\rho_b = 0,05021$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times (0,05021) = 0,03766 > \rho = 0,03262 \text{ (memenuhi)}$$

i). Kekuatan lentur nominal terfaktor,

$$\phi Mn = \phi \cdot A_{CSP} \cdot f_y \cdot d \cdot \left(1 - 1/2 \frac{\rho \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c'} \right)$$

$$= (0,8) \cdot (2456,55 \text{ mm}^2) \cdot (345 \text{ Mpa}) \cdot (170,4 \text{ mm}) \cdot \left\{ 1 - 1/2 \frac{(0,03262) \cdot (345 \text{ MPa})}{0,85 \cdot (42 \text{ MPa})} \right\}$$

$$\phi Mn = 97324668,8 \text{ N.mm} = 97,325 \text{ kN.m'}$$

Panjang tinjauan b = 442 mm.

Untuk panjang tinjauan b = 1000 mm, maka,

$$\phi Mn = (1000 \text{ mm}/442 \text{ mm}) \times 97,325 \text{ kN.m'} = 220,192 \text{ kN.m'}$$

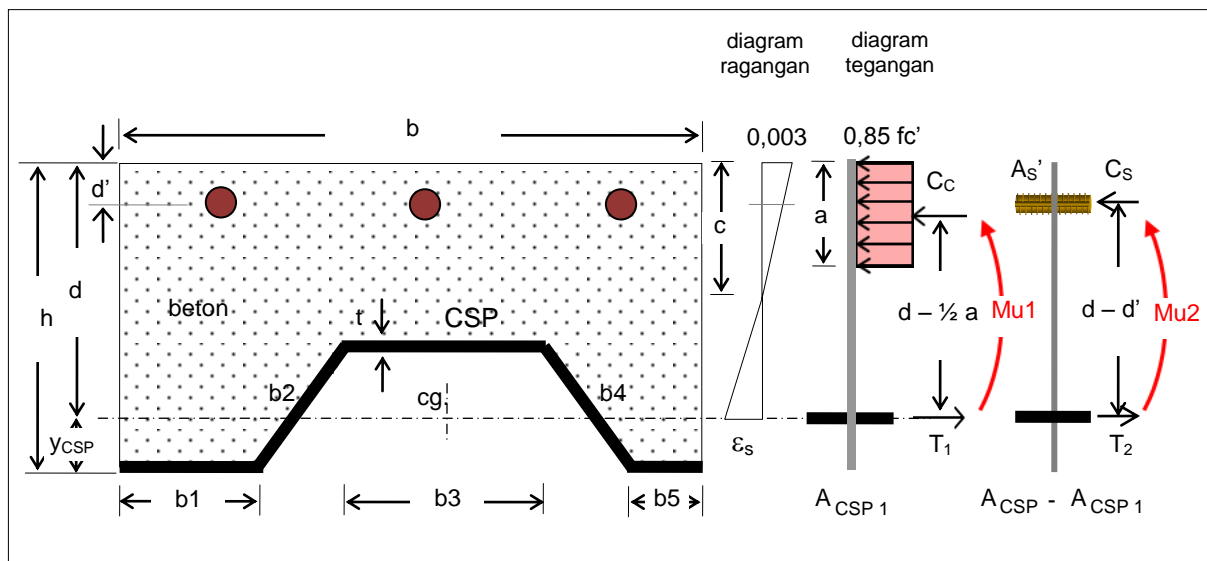
Tabel 2 : Korelasi antara tebal slab lantai jembatan (h) dengan kekuatan tekan beton minimal f_c' .

No.	h mm	b mm	ycsp mm	Acsp mm ²	fc' Mpa	fy Mpa	β1	a mm
1	200	442	49,6	2456,55	48	345	0,7214	47,00
2	210	442	49,6	2456,55	45	345	0,7429	50,13
3	215	442	49,6	2456,55	43	345	0,7571	52,46
4	220	442	49,6	2456,55	42	345	0,7643	53,71
5	230	442	49,6	2456,55	40	345	0,7786	56,40
6	235	442	49,6	2456,55	39	345	0,7857	57,84
7	240	442	49,6	2456,55	38	345	0,7929	59,36
8	250	442	49,6	2456,55	36	345	0,8071	62,66
9	260	442	49,6	2456,55	34	345	0,8214	66,35
10	270	442	49,6	2456,55	33	345	0,8286	68,36
11	280	442	49,6	2456,55	31	345	0,8429	72,77
12	290	442	49,6	2456,55	30	345	0,8500	75,19
13	300	442	49,6	2456,55	29	345	0,8500	77,79

Tabel 2 : Lanjutan.

No.	c mm	d mm	ϵ_t	ϵ_y (f_y/E)	ρ_b	ρ maks ($0,75 \rho_b$)	ρ	ϕM_n kN.m
1	55,29	150,4	0,00516	0,00173	0,05417	0,04063	0,03695	86,040
2	58,98	160,4	0,00516	0,00173	0,05229	0,03922	0,03465	91,758
3	61,72	165,4	0,00504	0,00173	0,05093	0,03820	0,03360	94,358
4	63,19	170,4	0,00509	0,00173	0,05021	0,03766	0,03262	97,325
5	66,35	180,4	0,00516	0,00173	0,04872	0,03654	0,03081	103,194
6	68,05	185,4	0,00517	0,00173	0,04793	0,03595	0,02998	106,094
7	69,84	190,4	0,00518	0,00173	0,04713	0,03535	0,02919	108,968
8	73,72	200,4	0,00516	0,00173	0,04545	0,03409	0,02773	114,630
9	78,06	210,4	0,00509	0,00173	0,04369	0,03277	0,02642	120,161
10	80,42	220,4	0,00522	0,00173	0,04277	0,03208	0,02522	126,259
11	85,61	230,4	0,00507	0,00173	0,04087	0,03065	0,02412	131,544
12	88,46	240,4	0,00515	0,00173	0,03989	0,02992	0,02312	137,502
13	91,51	250,4	0,00521	0,00173	0,03856	0,02892	0,02220	143,403

3.2). Momen lentur positif (ditengah bentang), penampang dengan tulangan tekan.



Gambar 8 : Slan jembatan CSP dengan tulangan tekan.

Keterangan :

- d' = tebal selimut beton.
- A_{CSP1} = luas sebagian pelat CSP (memikul tarik).
- A_{CSP} = luas total pelat CSP (memikul tarik).
- $A_{S'}$ = luas tulangan tekan.

Kekuatan lentur nominal terfaktor, ditunjukkan persamaan berikut,

$$\phi Mn = \phi \cdot (Mu_1 + Mu_2) \quad \dots(18)$$

Keseimbangan antara gaya tekan-tarik pertama,

$$C_C = T_1 \quad \dots(19)$$

$$0,85 fc' a \cdot b = A_{CSP1} \cdot fy$$

$$a = \frac{A_{CSP1} \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot b} \quad \dots(20)$$

Keseimbangan gaya tekan-tarik kedua,

$$C_S = T_2 \quad \dots(21)$$

$$A_{S'} \cdot fs' = (A_{CSP} - A_{CSP1}) \cdot fy$$

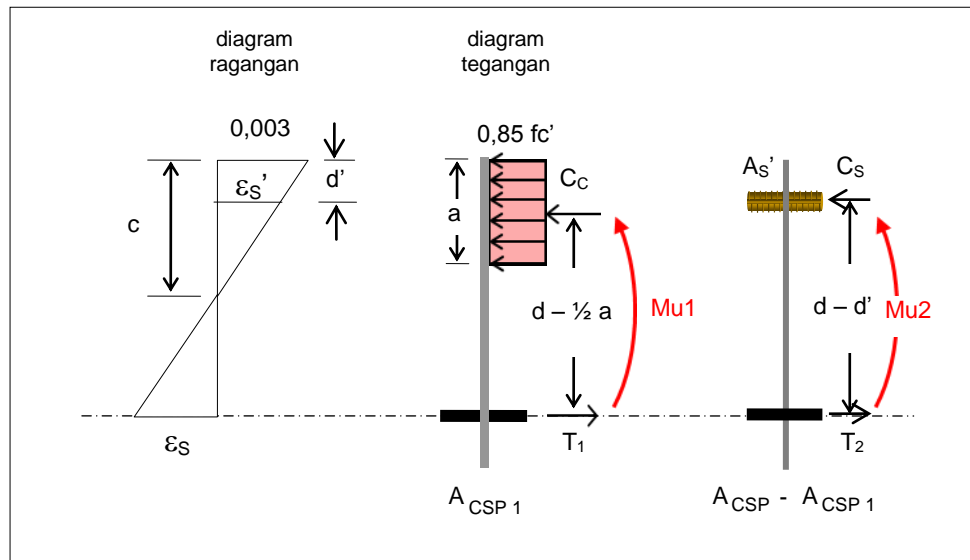
Untuk $fs' = fy$, maka $A_{S'} = (A_{CSP} - A_{CSP1})$.

Persamaan regangan tulangan tekan,

$$\epsilon_s' = \frac{(c-d')}{c} (0,003) \quad \dots(21)$$

Jika $\epsilon_s' \geq \epsilon_s$ maka $f_s' = f_y$. Substitusikan $c = a / \beta_1$ pada persamaan diatas, akan diperoleh,

$$\epsilon_s' = \left(1 - \frac{\beta_1 \cdot d'}{a}\right) (0,003) \quad \dots(22)$$



Gambar 9

Dari persamaan diatas, untuk $\epsilon_s' = \epsilon_y$ dan $\epsilon_y = \frac{f_y}{200.000 \text{ MPa}}$, maka akan diperoleh nilai batas $(d'/a)_{\text{batas}}$ dimana tulangan tekan telah mencapai leleh,

$$\left(\frac{d'}{a}\right)_{\text{batas}} = \frac{1}{\beta_1} \left(1 - \frac{f_y}{600}\right) \quad \dots(23)$$

Jika nilai $d'/a > (d'/a)_{\text{batas}}$, maka tulangan tidak leleh.
 $d'/a < (d'/a)_{\text{batas}}$, maka tulangan tekan sudah leleh

Regangan sebagian baja CSP pemikul tegangan tarik,

$$\epsilon_s = \frac{(d-c)}{c} \epsilon_{cu} \quad \dots(24)$$

Ratio baja pemikul tegangan tarik,

$$\rho = \frac{A_{\text{CSP}}}{b \cdot d} \quad \dots(25)$$

Batas keseimbangan persentase baja,

$$\rho_b = 0,85 \left(\frac{\beta_1 \cdot f_c'}{f_y}\right) \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) \quad \dots(26)$$

Ratio baja pemikul tarik maksimum,

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \rho_b \quad \dots(25)$$

Bila, $\rho > \rho_{maks}$ maka diperlukan tulangan tekan.

Luas penampang baja untuk keseimbangan pertama,

$$A_{CSP1} = \rho_{maks} b.d \quad \dots(26)$$

Kapasitas lentur pertama,

$$Mn1 = A_{CSP1} \cdot fy \cdot (d - 1/2 a) \quad \dots(27)$$

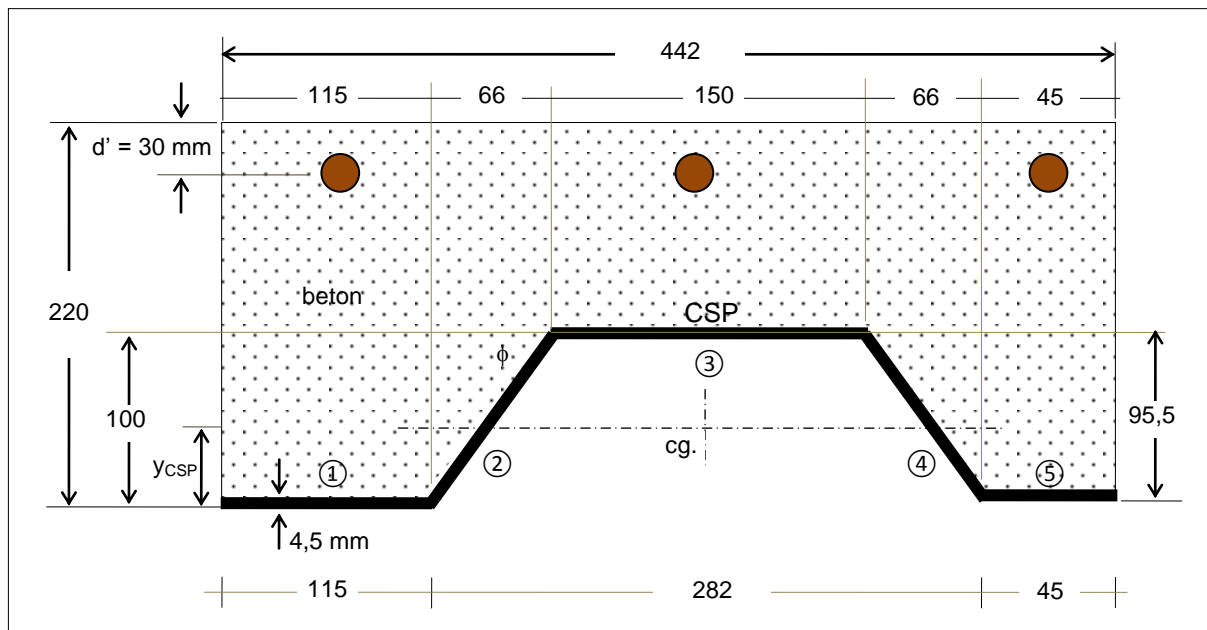
Kapasitas lentur kedua,

$$Mn2 = (A_{CSP} - A_{CSP1}) \cdot fy \cdot (d - d') \quad \dots(28)$$

Kapasitas lentur terfaktor total,

$$\phi Mn = \phi \cdot \{A_{CSP1} \cdot fy (d - 1/2a) + (A_{CSP} - A_{CSP1}) \cdot fy \cdot (d - d')\} \quad \dots(29)$$

CONTOH SOAL :



Gambar 10 : Gambar contoh soal.

Diketahui :

Dari contoh sebelumnya, Bridge Deck produk dari PT. Gunung Raja Paksi, digunakan sebagai CSP, grade 50 ASTM A572, tegangan leleh $f_y = 50$ ksi (345 Mpa). Ukuran-ukuran geometri lihat gambar. Mutu beton $f_c' = 25$ Mpa. Direncanakan menggunakan tulangan tekan dengan mutu baja $f_y = 345$ Mpa. Tentukanlah kekuatan lentur nominal terfaktor penampang tersebut.

Penyelesaian :

a). Letak Pusat Berat CSP.

Letak pusat berat ditentukan dengan cara statis momen ke sisi bawah CSP.

- Panjang elemen,

$$b_1 = 115 \text{ mm.}$$

$$b_2 = \sqrt{(100 \text{ mm})^2 + (66 \text{ mm})^2} = 119,8 \text{ mm}$$

$$b_3 = 150 \text{ mm.}$$

$$b_4 = 116,1 \text{ mm.}$$

$$b_5 = 45 \text{ mm.}$$

- Luas elemen,

$$A_1 = (115 \text{ mm}) \cdot (4,5 \text{ mm}) = 517,50 \text{ mm}^2.$$

$$A_2 = (119,8 \text{ mm}) \cdot (4,5 \text{ mm}) = 539,10 \text{ mm}^2.$$

$$A_3 = (150 \text{ mm}) \cdot (4,5 \text{ mm}) = 675,00 \text{ mm}^2.$$

$$A_4 = (116,1 \text{ mm}) \cdot (4,5 \text{ mm}) = 522,45 \text{ mm}^2.$$

$$A_5 = (45 \text{ mm}) \cdot (4,5 \text{ mm}) = 202,50 \text{ mm}^2.$$

Luas total elemen,

$$A_{\text{CSP}} = 517,50 + 539,10 + 675,00 + 522,45 + 202,50 = 2456,55 \text{ mm}^2.$$

- Jarak pusat berat tiap elemen ke sisi bawah,

$$y_1 = \frac{1}{2} \cdot (4,5 \text{ mm}) = 2,25 \text{ mm.}$$

$$y_2 = \frac{1}{2} \cdot (100 \text{ mm}) = 50,00 \text{ mm.}$$

$$y_3 = (100 \text{ mm}) - \frac{1}{2} \cdot (4,5 \text{ mm}) = 97,75 \text{ mm}$$

$$y_4 = \frac{1}{2} \cdot (95,5 \text{ mm}) + (4,5 \text{ mm}) = 52,25 \text{ mm.}$$

$$y_5 = \frac{1}{2} \cdot (4,5 \text{ mm}) = 2,25 \text{ mm.}$$

- Statis momen,

$$A_1 \cdot y_1 = (517,50 \text{ mm}^2) \cdot (2,25 \text{ mm}) = 1164,38 \text{ mm}^3.$$

$$A_2 \cdot y_2 = (539,10 \text{ mm}^2) \cdot (50,00 \text{ mm}) = 26955,00 \text{ mm}^3.$$

$$A_3 \cdot y_3 = (675,00 \text{ mm}^2) \cdot (97,75 \text{ mm}) = 65981,25 \text{ mm}^3.$$

$$A_4 \cdot y_4 = (522,45 \text{ mm}^2) \cdot (52,25 \text{ mm}) = 27298,01 \text{ mm}^3.$$

$$A_5 \cdot y_5 = (202,50 \text{ mm}^2) \cdot (2,25 \text{ mm}) = 455,63 \text{ mm}^3.$$

$$\text{Jumlah } \Sigma A_n \cdot y_n = 121854,26 \text{ mm}^3.$$

- Jarak pusat berat CSP dari sisi bawah,

$$y_{\text{CSP}} = \frac{\Sigma A_n \cdot y_n}{A_{\text{CSP}}} = \frac{121854,26}{2456,55} = 49,6 \text{ mm.}$$

b). Jarak dari tepi atas ke pusat berat CSP,

$$d = h - y_{\text{CSP}} = 220 \text{ mm} - 49,6 \text{ mm} = 170,4 \text{ mm.}$$

c). Ratio baja pemikul tegangan tarik,

$$\rho = \frac{A_{\text{CSP}}}{b \cdot d} = \frac{2456,55 \text{ mm}^2}{(442 \text{ mm}) \cdot (170,4 \text{ mm})} = 0,03262$$

e). Batas keseimbangan persentase baja,

$$\rho_b = 0,85 \left(\frac{\beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \right) \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = 0,85 \left(\frac{0,7643 \times 25 \text{ MPa}}{345 \text{ MPa}} \right) \cdot \left(\frac{600}{600 + 345 \text{ MPa}} \right)$$

$$\rho_b = 0,03324$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times (0,03324) = 0,02493 < \rho = 0,03262 \text{ (perlu tulangan tekan)}$$

f). Luas sebagian baja pemikul tarik,

$$A_{CSP1} = \rho_{maks} b \cdot d = 0,02493 \cdot (442 \text{ mm}) \cdot (170,4 \text{ mm}) = 1877,72 \text{ mm}^2.$$

g). Tinggi blok beton tertekan,

$$a = \frac{A_{CSP1} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{(1877,72 \text{ mm}^2) \cdot (345 \text{ MPa})}{0,85 \cdot (25 \text{ MPa}) \cdot (442 \text{ mm})} = 68,97 \text{ mm}.$$

h). Tinggi regangan beton tertekan,

$$\beta_1 = 0,85 \text{ untuk } f_c' = 25 \text{ MPa} < 30 \text{ MPa}.$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{68,97 \text{ mm}}{0,85} = 81,14 \text{ mm}.$$

i). Regangan tarik sebagian baja CSP yang terjadi,

$$\epsilon_y = f_y / E = (345 \text{ Mpa}) / (200000 \text{ Mpa}) = 0,00173$$

$$\epsilon_s = \frac{(d-c)}{c} \epsilon_{cu} = \frac{(170,4 \text{ mm}) - (81,14 \text{ mm})}{(81,14 \text{ mm})} (0,003) = 0,0033 > \epsilon_y$$

Baja CSP sudah leleh.

k). Kapasitas lentur nominal pertama,

$$\begin{aligned} Mn1 &= A_{CSP1} \cdot f_y \cdot (d - 1/2 a) \\ &= (1877,72 \text{ mm}^2) \cdot (345 \text{ Mpa}) \cdot (170,4 \text{ mm} - 0,5 \times 68,97 \text{ mm}) \\ &= 88047196,5 \text{ N.mm.} \\ Mn1 &= 88,047 \text{ kN.m.} \end{aligned}$$

l). Luas penampang tulangan tekan,

$$A_s' = A_{CSP} - A_{CSP1} = (2456,55 \text{ mm}^2) - (1877,72 \text{ mm}^2) = 578,83 \text{ mm}^2.$$

m). Letak tulangan tekan,

$$\left(\frac{d'}{a} \right)_{\text{batas}} = \frac{1}{\beta_1} \left(1 - \frac{f_y}{600} \right) = \frac{1}{0,85} \left(1 - \frac{345 \text{ MPa}}{600} \right) = 0,500$$

$$d'/a = (30 \text{ mm}) / (68,97 \text{ mm}) = 0,435 < 0,500 \text{ (memenuhi)}$$

n). Regangan pada tulangan tekan,

$$\epsilon_s' = \frac{(c-d')}{c} (0,003) = \frac{(81,14 \text{ mm} - 30 \text{ mm})}{81,14 \text{ mm}} (0,003) = 0,00189 > \epsilon_y$$

(tulangan tekan leleh)

o). Kapasitas lentur nominal kedua,

$$\begin{aligned} Mn2 &= As' \cdot fy \cdot (d - d') \\ &= (578,83 \text{ mm}^2) \cdot (345 \text{ Mpa}) \cdot (170,4 \text{ mm} - 30 \text{ mm}) \\ &= 28037263,2 \text{ N.mm} \\ Mn2 &= 28,037 \text{ kN.m.} \end{aligned}$$

p). Kapasitas lentur nominal terfaktor total,

$$\begin{aligned} \phi Mn &= \phi \cdot (Mu_1 + Mu_2) = 0,80 \times (88,047 \text{ kN.m} + 28,037 \text{ kN.m}) \\ \phi Mn &= 92,868 \text{ kN.m.} \end{aligned}$$

q). Rencana dimensi batang tulangan tekan.

Batang tulangan tekan disusun dengan jarak antara tulangan $s = 200 \text{ mm}$, dengan demikian jumlah batang tulangan yang masuk daerah tinjau selebar $b = 442 \text{ mm}$ adalah 3 batang, maka ukuran dimensi minimal rencana,

$$d_t = \sqrt{\frac{4 \cdot As' \cdot s}{\pi \cdot b}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (578,83 \text{ mm}^2) \cdot (200 \text{ mm})}{(3,14) \cdot (442 \text{ mm})}} = 18,3 \text{ mm}$$

Pakai diameter D19 – 200 mm.

Tabel 3 : Korelasi antara tebal slab lantai jembatan (h) dengan kekuatan tekan beton minimal fc' .

h mm	b mm	y_{CSP} mm	A_{CSP} mm^2	d mm	fc' Mpa	fy Mpa	β_1	ρ
200	442	49,6	2456,55	150,4	28	345	0,8500	0,03695
210	442	49,6	2456,55	160,4	27	345	0,8500	0,03465
215	442	49,6	2456,55	165,4	26	345	0,8500	0,03360
220	442	49,6	2456,55	170,4	25	345	0,8500	0,03262
230	442	49,6	2456,55	180,4	24	345	0,8500	0,03081
235	442	49,6	2456,55	185,4	23	345	0,8500	0,02998
240	442	49,6	2456,55	190,4	22	345	0,8500	0,02919
250	442	49,6	2456,55	200,4	21	345	0,8500	0,02773

Tabel 3 : Lanjutan

ρ_b	ρ maks (0,75 ρ_b)	A_{CSP1} mm^2	a mm	c mm	ϵ_s	ϵ_y (fy/E)	$Mn1$ N.mm
0,03723	0,02792	1856,21	60,88	71,62	0,00330	0,00173	76822784,9
0,03590	0,02693	1908,93	64,92	76,38	0,00330	0,00173	84257551,5
0,03457	0,02593	1895,53	66,95	78,76	0,00330	0,00173	86274152,4
0,03324	0,02493	1877,72	68,97	81,14	0,00330	0,00173	88047196,5
0,03191	0,02393	1908,40	73,02	85,90	0,00330	0,00173	94737223,1
0,03058	0,02294	1879,57	75,04	88,29	0,00330	0,00173	95892278,6
0,02925	0,02194	1846,34	77,07	90,67	0,00330	0,00173	96737066,1
0,02792	0,02094	1854,98	81,11	95,43	0,00330	0,00173	102294214,5

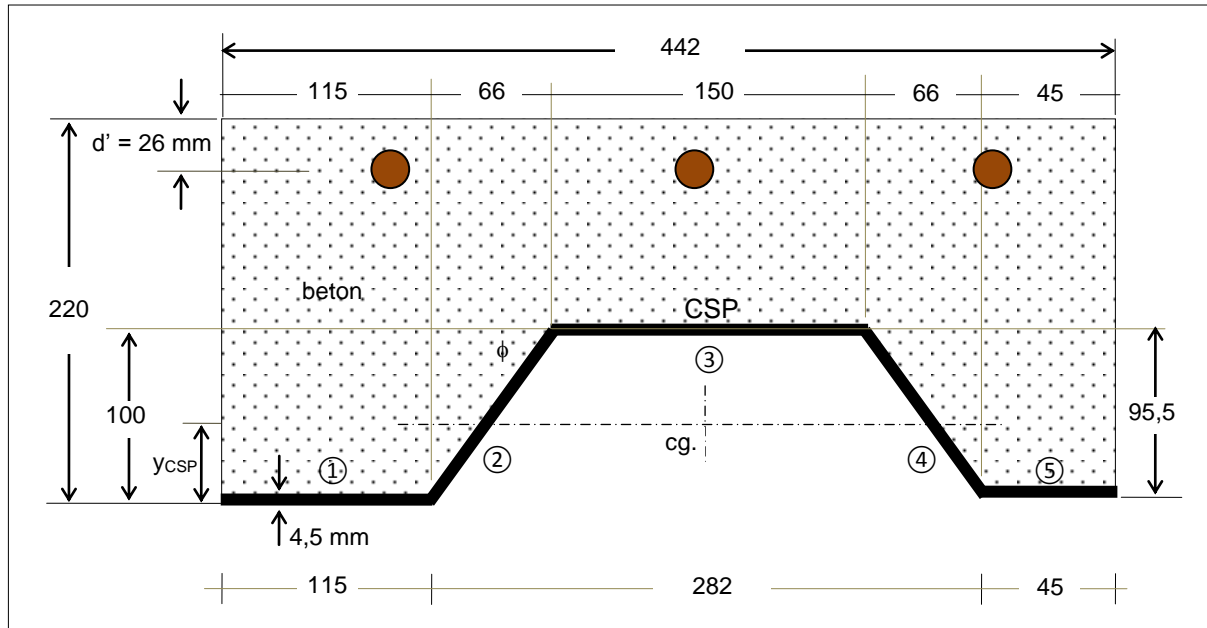
Tabel 3 : Lanjutan

$Mn1$ kN.m	As' mm^2	d' mm	d'/a	(d'/a) batas	$\epsilon s'$	ϵy f_y/E
76,823	600,34	26	0,427	0,500	0,00191	0,00173
84,258	547,62	30	0,462	0,500	0,00182	0,00173
86,274	561,02	30	0,448	0,500	0,00186	0,00173
88,047	578,83	30	0,435	0,500	0,00189	0,00173
94,737	548,15	35	0,479	0,500	0,00178	0,00173
95,892	576,98	35	0,466	0,500	0,00181	0,00173
96,737	610,21	35	0,454	0,500	0,00184	0,00173
102,294	601,57	35	0,431	0,500	0,00190	0,00173

Tabel 3 : Lanjutan

$Mn2$ N.mm	$Mn2$ kN.m	ϕMn kN.m	dt mm
25765302,1	25,765	82,070	18,6
24636357,1	24,636	87,115	17,8
26206943,2	26,207	89,985	18,0
28037263,2	28,037	92,868	18,3
27496826,8	27,497	97,787	17,8
29938160,3	29,938	100,664	18,2
32715262,3	32,715	103,562	18,8
34327508,0	34,328	109,297	18,6

CONTOH SOAL :



Gambar 12 : Gambar contoh soal.

Diketahui :

Dari contoh sebelumnya, Bridge Deck produk dari PT. Gunung Raja Paksi, digunakan sebagai CSP, grade 50 ASTM A572, tegangan leleh $f_{y_{CSP}} = 50 \text{ ksi} (345 \text{ Mpa})$. Ukuran-ukuran geometri lihat gambar. Mutu beton $f_c' = 30 \text{ Mpa}$. Direncanakan menggunakan Wire Mesh juga produk PT. Gunung Raja Paksi sebagai tulangan tekan dengan mutu baja $f_{y_{WM}} = 400 \text{ Mpa}$, jarak antara tulangan (*pitch*) = 150 mm x 150 mm, diameter 10 mm. Tentukanlah kekuatan lentur nominal terfaktor penampang tersebut.

Penyelesaian :

a). Luas dan Letak Pusat Berat CSP.

$$A_{CSP} = 2456,55 \text{ mm}^2.$$

$$y_{CSP} = 49,6 \text{ mm}.$$

b). Jarak dari tepi atas ke pusat berat CSP,

$$d = h - y_{CSP} = 220 \text{ mm} - 49,6 \text{ mm} = 170,4 \text{ mm}.$$

c). Ratio baja pemikul tegangan tarik,

$$\rho = \frac{A_{CSP}}{b \cdot d} = \frac{2456,55 \text{ mm}^2}{(442 \text{ mm}) \cdot (170,4 \text{ mm})} = 0,03262$$

e). Batas keseimbangan persentase baja,

$$\rho_b = 0,85 \left(\frac{\beta_1 \cdot f_c'}{f_{y_{CSP}}} \right) \cdot \left(\frac{600}{600 + f_{y_{CSP}}} \right) = 0,85 \left(\frac{0,7643 \times 25 \text{ MPa}}{345 \text{ MPa}} \right) \cdot \left(\frac{600}{600 + 345 \text{ MPa}} \right)$$

$$\rho_b = 0,03324$$

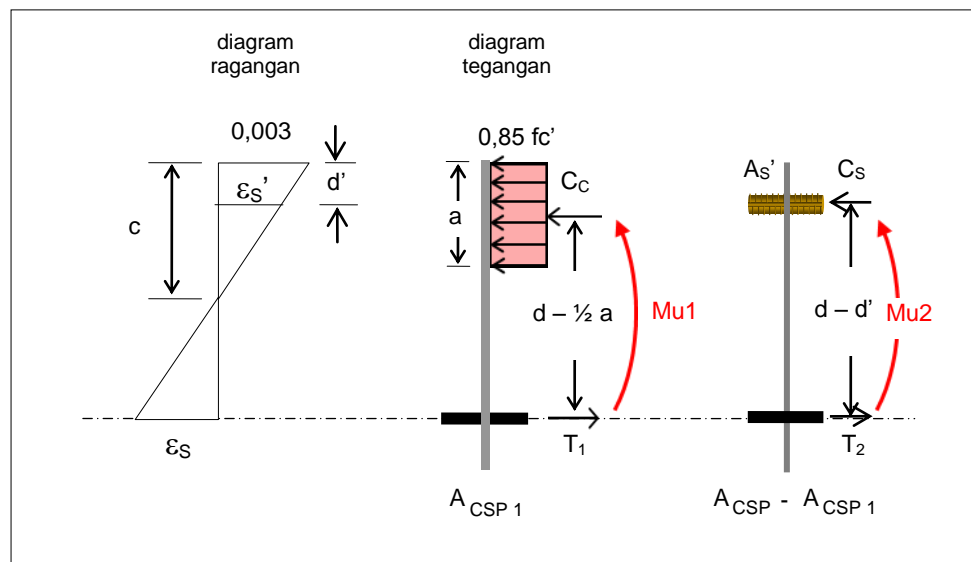
$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times (0,03324) = 0,02493 < \rho = 0,03262 \text{ (perlu tulangan tekan)}$$

f). Wire Mesh

Jarak (*pitch*) 150 mm x 150 mm, dengan lebar tinjauan 442 mm maka jumlah tulangan yang masuk sebanyak tiga batang dengan diameter 10 mm. Luas penampang wire mesh pemikul tegangan tekan,

$$A_{S'} = (3 \text{ btg}) \times 0,25 \times 3,14 \times (10 \text{ mm})^2 = 235,5 \text{ mm}^2.$$

g). Keseimbangan gaya tekan-tarik kedua,



Gambar 13

$$C_S = T_2$$

$$A_{S'} \cdot f_{yWM} = (A_{CSP} - A_{CSP1}) \cdot f_{yCSP}$$

$$(A_{CSP} - A_{CSP1}) = A_{S'} \cdot \frac{f_{yWM}}{f_{yCSP}}$$

Maka,

$$(A_{CSP} - A_{CSP1}) = (235,5 \text{ mm}^2) \cdot \frac{(400 \text{ MPa})}{(345 \text{ MPa})}$$

$$(A_{CSP} - A_{CSP1}) = 273,04 \text{ mm}^2.$$

h). Luas sebagian baja CSP pemikul tarik,

$$A_{CSP1} = A_{CSP} - (273,04 \text{ mm}^2) = 2456,55 \text{ mm}^2 - 273,04 \text{ mm}^2 = 2183,51 \text{ mm}^2.$$

i). Tinggi blok beton tertekan,

$$a = \frac{A_{CSP1} \cdot f_{yCSP}}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{(2183,51 \text{ mm}^2) \cdot (345 \text{ MPa})}{0,85 \cdot (30 \text{ MPa}) \cdot (442 \text{ mm})} = 66,84 \text{ mm}.$$

j). Tinggi regangan beton tertekan,

$$\beta_1 = 0,85 \text{ untuk } f_c' \leq 30 \text{ MPa}.$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{66,84 \text{ mm}}{0,85} = 78,63 \text{ mm.}$$

k). Regangan tarik sebagian baja CSP yang terjadi,

$$\varepsilon_y = f_{y\text{CSP}} / E = (345 \text{ Mpa}) / (200000 \text{ Mpa}) = 0,00173$$

$$\varepsilon_s = \frac{(d-c)}{c} \varepsilon_{cu} = \frac{(170,4 \text{ mm}) - (78,63 \text{ mm})}{(78,63 \text{ mm})} (0,003) = 0,0035 > \varepsilon_y$$

Baja CSP sudah leleh.

l). Kapasitas lentur nominal pertama,

$$\begin{aligned} Mn1 &= A_{\text{CSP1}} \cdot f_{y\text{CSP}} \cdot (d - 1/2 a) \\ &= (2183,51 \text{ mm}^2) \cdot (345 \text{ Mpa}) \cdot (170,4 \text{ mm} - 0,5 \times 66,84 \text{ mm}) \\ &= 103189836,3 \text{ N.mm.} \\ Mn1 &= 103,190 \text{ kN.m.} \end{aligned}$$

m). Luas penampang tulangan tekan,

$$As' = 235,50 \text{ mm}^2.$$

n). Letak tulangan tekan,

$$\left(\frac{d'}{a}\right)_{\text{batas}} = \frac{1}{\beta_1} \left(1 - \frac{f_{y\text{WM}}}{600}\right) = \frac{1}{0,85} \left(1 - \frac{400 \text{ MPa}}{600}\right) = 0,392$$

$$d'/a = (26 \text{ mm}) / (66,84 \text{ mm}) = 0,389 < 0,392 \text{ (memenuhi) (trial \& error)}$$

n). Regangan pada tulangan tekan,

$$\varepsilon_y = f_{y\text{WM}} / E = (400 \text{ Mpa}) / (200000 \text{ Mpa}) = 0,00200$$

$$\varepsilon_s' = \frac{(c-d')}{c} (0,003) = \frac{(78,63 \text{ mm} - 26 \text{ mm})}{78,63 \text{ mm}} (0,003) = 0,00201 > \varepsilon_y$$

(tulangan tekan leleh).

o). Kapasitas lentur nominal kedua,

$$\begin{aligned} Mn2 &= As' \cdot f_{y\text{WM}} \cdot (d - d') \\ &= (235,5 \text{ mm}^2) \cdot (400 \text{ Mpa}) \cdot (170,4 \text{ mm} - 26 \text{ mm}) \\ &= 13602480,0 \text{ N.mm} \\ Mn2 &= 13,602 \text{ kN.m.} \end{aligned}$$

p). Kapasitas lentur nominal terfaktor total,

$$\begin{aligned} \phi Mn &= \phi \cdot (Mu_1 + Mu_2) = 0,80 \times (103,190 \text{ kN.m} + 13,602 \text{ kN.m}) \\ \phi Mn &= 93,434 \text{ kN.m.} \end{aligned}$$

Tabel 4 : Korelasi antara tebal slab lantai jembatan (h) dengan kekuatan tekan beton minimal f_c' .

h mm	b mm	y_{CSP} mm	A_{CSP} mm^2	d mm	f_c' Mpa	f_y_{CSP} Mpa	f_y_{WM} Mpa	β_1
200	442	49,6	2456,55	150,4	35	345	400	0,8143
210	442	49,6	2456,55	160,4	32	345	400	0,8357
215	442	49,6	2456,55	165,4	30	345	400	0,8500
220	442	49,6	2456,55	170,4	30	345	400	0,8500
230	442	49,6	2456,55	180,4	28	345	400	0,8500
235	442	49,6	2456,55	185,4	27	345	400	0,8500
240	442	49,6	2456,55	190,4	27	345	400	0,8500
250	442	49,6	2456,55	200,4	26	345	400	0,8500

Tabel 4 : Lanjutan.

ρ	ρ_b	ρ maks (0,75 ρ_b)	$A_{s'}$ mm^2	$A_{CSP} - A_{CSP1}$ mm^2	A_{CSP1} mm^2	ρ	a mm	c mm
0,03695	0,04458	0,03344	235,50	273,04	2183,51	0,03285	57,29	70,35
0,03465	0,04183	0,03138	235,50	273,04	2183,51	0,03080	62,66	74,98
0,03360	0,03989	0,02992	235,50	273,04	2183,51	0,02987	66,84	78,63
0,03262	0,03989	0,02992	235,50	273,04	2183,51	0,02899	66,84	78,63
0,03081	0,03723	0,02792	235,50	273,04	2183,51	0,02738	71,61	84,25
0,02998	0,03590	0,02693	235,50	273,04	2183,51	0,02665	74,26	87,37
0,02919	0,03590	0,02693	235,50	273,04	2183,51	0,02595	74,26	87,37
0,02773	0,03457	0,02593	235,50	273,04	2183,51	0,02465	77,12	90,73

Tabel 4 : Lanjutan.

ϵ_s	ϵ_y (f_y/E)	$Mn1$ N.mm	$Mn1$ kN.m	d' mm	d'/a	(d'/a) batas	ϵ_s'	ϵ_y f_y/E
0,00341	0,00173	91719947,7	91,720	23	0,401	0,409	0,00202	0,00200
0,00342	0,00173	97230122,8	97,230	25	0,399	0,399	0,00200	0,00200
0,00331	0,00173	99423287,5	99,423	26	0,389	0,392	0,00201	0,00200
0,00350	0,00173	103189836,3	103,190	26	0,389	0,392	0,00201	0,00200
0,00342	0,00173	108924780,6	108,925	27	0,377	0,392	0,00204	0,00200
0,00337	0,00173	111692355,3	111,692	28	0,377	0,392	0,00204	0,00200
0,00354	0,00173	115458904,0	115,459	29	0,391	0,392	0,00200	0,00200
0,00363	0,00173	121916183,4	121,916	30	0,389	0,392	0,00201	0,00200

Tabel 4 : Lanjutan.

$Mn2$ N.mm	$Mn2$ kN.m	ϕMn kN.m
12001080,0	12,001	82,977
12754680,0	12,755	87,988
13131480,0	13,131	90,044
13602480,0	13,602	93,434
14450280,0	14,450	98,700
14827080,0	14,827	101,216
15203880,0	15,204	104,530
16051680,0	16,052	110,374

L A M P I R A N

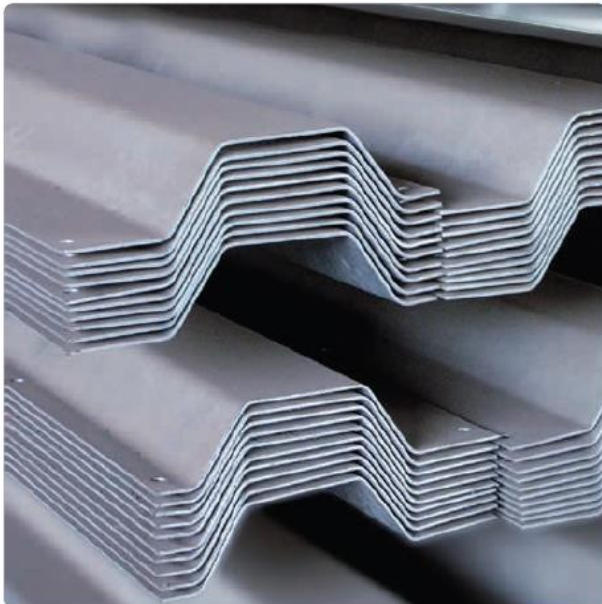
ASTM A572-50

ASTM A572-50 is a high strength low-alloy columbium-vanadium structural steel. This specification provides for a 50 ksi minimum yield strength and 65 ksi minimum tensile strength. These grades are intended for riveted, bolted, or welded structures primarily in applications where extra strength or reduced end product weight is desired without foregoing strength .

Grade	Minimum Yield Point		Minimum Tensile Strength		Min. Elongation	
	ksi	Mpa	ksi	Mpa	In 8 inch 200 mm	in 2 inch 50 mm
50(345)	50	345	65	450	18	21

Sumber : <http://www.centralsteelservice.com/a572-50.htm>

Bridge Deck



Steel Bridge Decking is used in new bridge construction or to rehabilitate existing structures. Steel decked bridges can be built in any weather conditions. ALL roll forms bridge decking is produced at a 25.4 mm (4 1/4") depth using Grade 50 steel in either pre-galvanized or bare steel. If the latter is used, it can be prime painted.

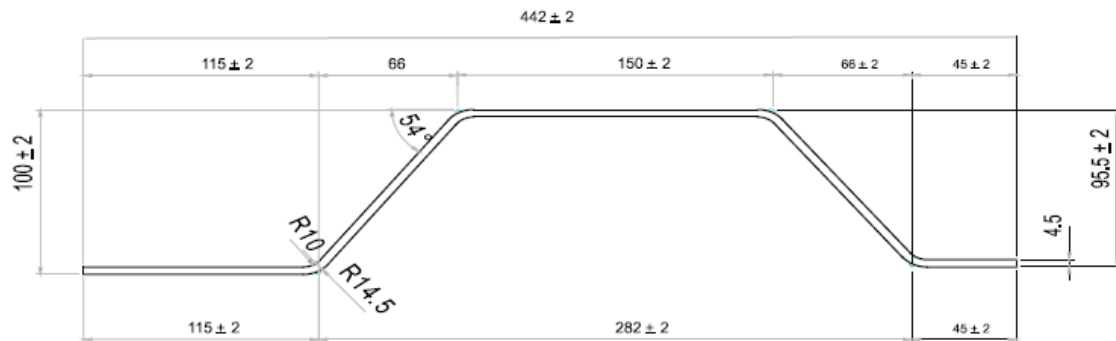
Advantages :

- * Available pre-galvanized or bare steel
- * Can be built in any weather conditions
- * Affordable strengthening solution for existing bridges
- * Nests for economical shipping

Standard & Specification : ASTM A 572, JIS G 3101, JIS 3131, JIS G 3352

Available Size : 4mm x 100mm x 442mm to 6mm x 100mm x 442mm

LAMPIRAN



Bridge Deck

Length	Size	Standard
7000	4.0 x 100 x 442	
	4.5 x 100 x 442	
	6.0 x 100 x 442	ASTM A 572, JIS G 3101,
9000	4.0 x 100 x 442	JIS 3131, JIS G 3352
	4.5 x 100 x 442	
	6.0 x 100 x 442	

Sumber : http://www.gunungsteel.com/index.php?option=com_content&view=article&id=83&Itemid=191

TULANGAN

DEFORMED BAR SIZES (According To JIS G3112)

METRIC SIZE

CODE NO.	UNIT WEIGHT (kg/m)		EFF. DIA. d mm	EFF. CROSS SEC. AREA mm ²	EFFECTIVE PERIMETER mm	h mm	p mm	b mm	ANGLE BETWEEN KNOTS
	Effective	Tolerance							
D - 10	0.617	6%	10	78.5	31.4	0.5	7.0 max.	3.9 max.	90°
D - 13	1.042	6%	13	132.7	40.8	0.7	9.1 max.	5.1 max.	90°
* D - 16	1.578	5%	16	201.1	50.3	0.8	11.2 max.	6.3 max.	90°
* D - 19	2.226	5%	19	283.5	59.7	1.0	13.3 max.	7.5 max.	90°
D - 22	2.984	5%	22	380.1	69.1	1.1	15.4 max.	8.6 max.	90°
D - 25	3.853	5%	25	490.9	78.5	1.3	17.5 max.	9.8 max.	90°
D - 29	5.185	4%	29	662.5	91.1	1.4	20.3 max.	20.3 max.	90°
D - 32	6.313	4%	32	804.2	100.5	1.6	22.4 max.	22.4 max.	90°

MECHANICAL PROPERTIES

ACCORDING TO JIS G 3112

TYPE	SYMBOL OF GRADE	YIELD POINT		TENSILE STRENGTH		ELONGATION % min	BENDABILITY		SIZE	
		N/mm ²		N/mm ²			Angle	Inside Radius mm	d mm	Length m
		Min.	Max.	Min.	Max.					
Round Bar	SR 24	235	-	382	520	20	180°	d x 2	5.5 to 25	12
Deformed Bar	SD 40	390	510	560	-	16	180°	d x 2.5	10 to 25	12

Sumber : http://www.gunungsteel.com/index.php?option=com_content&view=article&id=93&Itemid=201

LAMPIRAN

WIRE MESH



Our pre-fabricated rebar mesh is made of high quality steel bar produced from our own quality steel and are welded together to form a pre-made mesh section. With different sizes, the pre-made section is leveled and flat with sturdy structure. Depending on the size, our mesh section can be used for road construction, fences, racks, concrete walls and floors for factory and commercial buildings. It has been rust-proofed to stand against weather elements. Our mesh section can be supplied in rolls or panels.

Standard & Specification : JIS G 3551
 Available Size : Diameter; 4.8mm - 10.2mm
 Dimension; 5.4mtr x 2.1mtr
 Annual Capacity : 120.000 MT/Year

No.	Specification	Units	WMS 5	WMG 5	WMS 6	WMG 6	WMS 7	WMS 8	WMS 9	WMS 10				
A. Material / Ribs Wire														
1.	Diameter	mm	4.80 - 5.20		5.80 - 6.20		6.80 - 7.20		7.80 - 8.20		8.80 - 9.20		9.80 - 10.20	
2.	Weight/Unit Length	gr/m	142 - 167		207 - 237		285 - 319		375 - 415		477 - 522		592 - 641	
3.	Tensile Strength	N/mm ²	min 490		min 490		min 490		min 490		min 490		min 490	
4.	Yield Strength	N/mm ²	min 400		min 400		min 400		min 400		min 400		min 400	
5.	Elongation	%	min 8		min 8		min 8		min 8		min 8		min 8	
B. Product / Wire Mesh														
1.	Type	unit	sheet	roll	sheet	roll	sheet	sheet	sheet	sheet				
2.	Number of Line Wire	pcs	15	15	15	15	15	15	15	15				
3.	Number of Cross Wire	pcs	36	360	36	360	36	36	36	36				
4.	Pitch (Length x Width)	mm	150 x 150		150 x 150		150 x 150		150 x 150		150 x 150		150 x 150	
5.	Dimension (Length x Width)	M	5.4 x 2.1		5.4 x 2.1		5.4 x 2.1		5.4 x 2.1		5.4 x 2.1		5.4 x 2.1	
6.	Packaging	units/pcg	25	1	25	1	20	20	15	15				

Sumber : http://www.gunungsteel.com/index.php?option=com_content&view=article&id=98&Itemid=204

CARA PENYUSUNAN LEMPENGAN DECK

