

STRUKTUR BAJA II

MODUL 4

SESI 1 & SESI 2

Perencanaan Lantai Kendaraan

Dosen Pengasuh :
Ir. Thamrin Nasution

Materi Pembelajaran :
CONTOH SOAL PERENCANAAN LANTAI JEMBATAN

Tujuan Pembelajaran :

- Mahasiswa mengetahui dan memahami cara perencanaan lantai jembatan.

DAFTAR PUSTAKA

- RSNI T-12-2004, *Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan*.
- RSNI T-02-2005 *Pembebanan Untuk Jembatan*.
- Soemono, Prof., Ir., *ILMU GAYA*, Penerbit Jembatan, Djakarta, 1971.

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

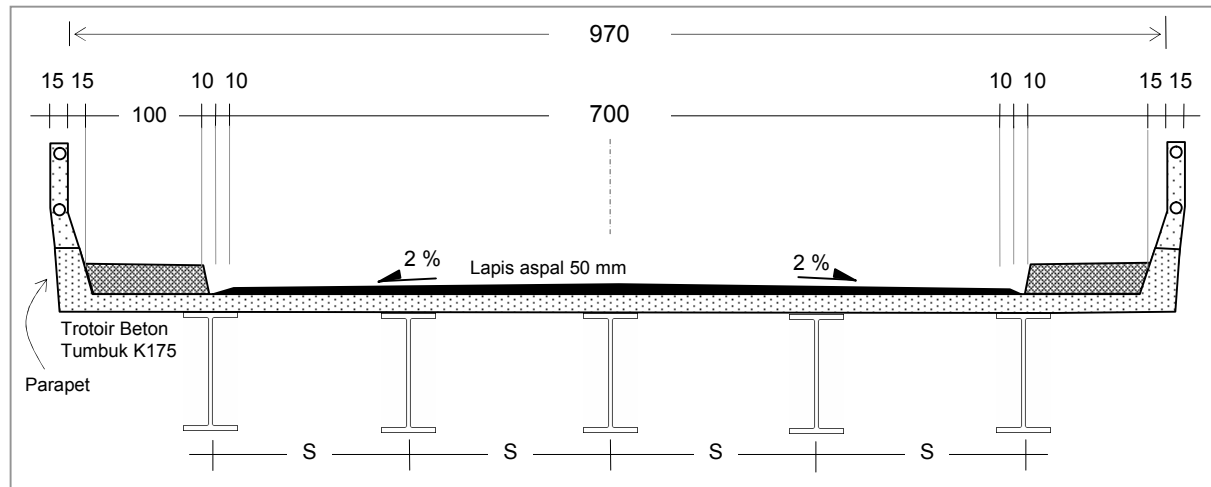
Penulis

Thamrin Nasution

thamrinnst.wordpress.com

thamrin_nst@hotmail.co.id

Contoh Soal Perencanaan Lantai Kendaraan



Gambar 1 : Penampang melintang jembatan.

A). DATA - DATA

1. DATA GEOMETRIS JEMBATAN

Tebal slab lantai jembatan	$t_s = h =$	20.0	cm
Tebal lapisan aspal + overlay	$t_a =$	10.0	cm
Tebal genangan air hujan	$t_h =$	5.0	cm
Jarak antara gelagar baja	$S =$	185.0	cm
Lebar jalur lalu-lintas	$b_1 =$	700.0	cm
Lebar trotoar	$b_2 =$	100.0	cm
Lebar total jembatan	$b_t =$	970.0	cm
Panjang bentang jembatan	$L =$	31.5	meter

2. DATA MATERIAL

a. BETON

Mutu beton, K-250	$=$	250	kg/cm ²
Kuat tekan beton, $f_c' = 0,83 \text{ K/10}$	$=$	20.8	MPa.
Modulus Elastis $E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$	$=$	21410	MPa.
Angka Poison, μ	$=$	0.2	
Koefisien muai panjang untuk beton, α	$=$	$10^{-5} / ^\circ \text{C} < 30 \text{ MPa.}$	<u>Keterangan</u> Modul 2, hal. 19

b. BAJA

Baja tulangan dengan $\phi > 12 \text{ mm}$	$U - 39$	
Tegangan leleh baja, $f_y = U \cdot 10$	$= 390 \text{ MPa.}$	
Baja tulangan dengan $\phi \leq 12 \text{ mm}$	$U - 24$	
Tegangan leleh baja, $f_y = U \cdot 10$	$= 240 \text{ MPa.}$	

c. BERAT JENIS (Specific Gravity)

Berat beton bertulang	$W_c =$	25.0	kN/m ³
Berat beton tidak bertulang	$W'_c =$	22.0	kN/m ³
Berat aspal	$W_a =$	22.0	kN/m ³
Berat jenis air	$W_w =$	9.8	kN/m ³
Berat baja	$W_s =$	77	kN/m ³

Keterangan
Modul 2, hal. 4-5

B). ANALISA STRUKTUR.

Ditinjau lantai selebar 1,00 meter pada arah memanjang jembatan.

1. BERAT SENDIRI (MS)

Faktor beban,

$$\text{Layan, } K_{MS} = 1,0$$

$$\text{Ultimit, } K_{MS} = 1,3$$

Keterangan

Modul 2 hal. 5

(RSNI T-02-2005)

No.	J e n i s B e b a n	Tebal m	Berat kN/m ³	Beban kN/m'
	Lantai jembatan	0.200	25.0	5.00
Berat sendiri			Q_{MS}	5.00

2. BEBAN MATI TAMBAHAN (MA)

Faktor beban,

$$\text{Layan, } K_{MA} = 1,0$$

$$\text{Ultimit, } K_{MA} = 2,0$$

Keterangan

Modul 2 hal. 5

(RSNI T-02-2005)

No.	J e n i s B e b a n	Tebal m	Berat kN/m ³	Beban kN/m'
1.	Lapisan aspal + overlay	0.100	22.0	2.200
2.	Air hujan	0.050	9.8	0.490
Beban mati tambahan			Q_{MA}	2.690

3. BEBAN TRUK "T" (TT)

Faktor beban,

$$\text{Layan, } K_{TT} = 1,0$$

$$\text{Ultimit, } K_{TT} = 1,8$$

Panjang jembatan, = 31,5 meter

Faktor beban dinamis = 40%

Keterangan

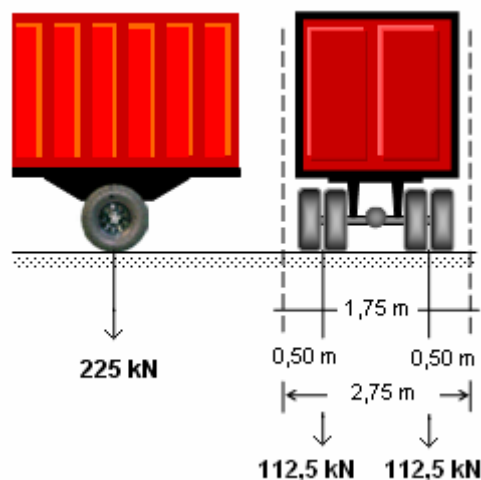
Modul 2 hal. 11-12

(RSNI T-02-2005)

Modul 2 hal. 14

Beban hidup pada lantai jembatan berupa beban roda ganda oleh Truk (beban T), besarnya = 112,5 kN.

Beban Truk menjadi, $(1 + 0,40) \times 112,5 \text{ kN}$, $P_{TT} = 157,5 \text{ kN}$.



Gambar 2 : Tekanan gandar roda..

4. BEBAN ANGIN (EW)

Luas bidang samping kendaraan, $A_b = (5 \text{ m}) \times (2 \text{ m}) = 10 \text{ m}^2$.
Koefisien seret, $C_w = 1,2$

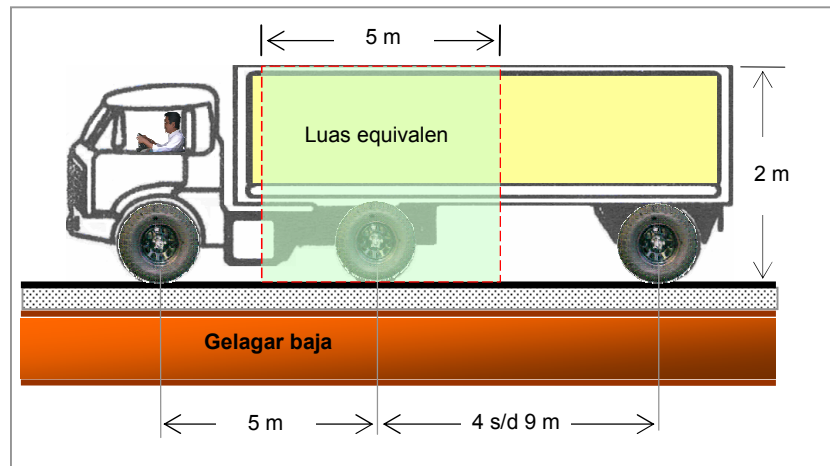
Keterangan

Modul 2 hal. 19-21
(RSNI T-02-2005)

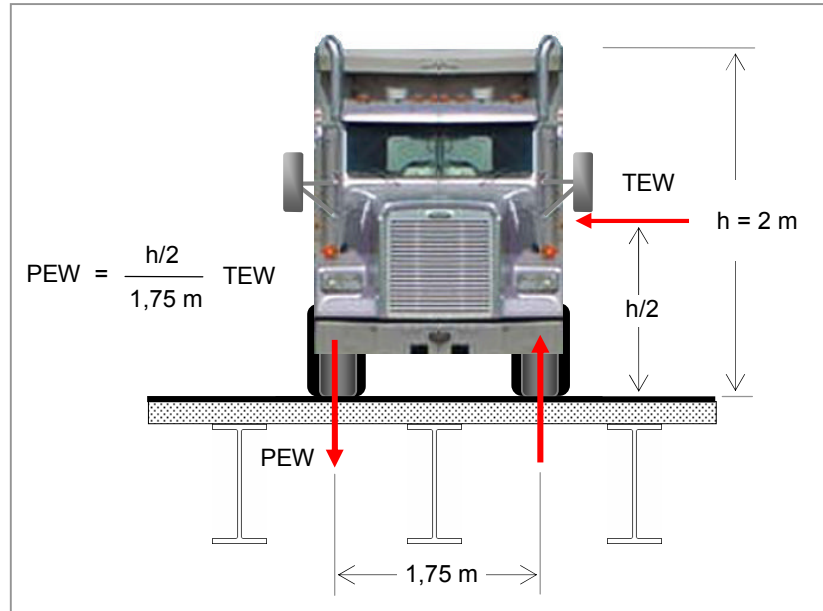
Keterangan	Notasi	Layan	Ultimit	Satuan
Faktor beban	K_{EW}	1,00	1,20	
Kecepatan angin untuk lokasi > 5 km dari pantai,	V_w	25	30	m/det
Gaya angin yang menerpa samping kendaraan,	T_{EW}	9,00	12,96	kN

Rumus,

$$T_{EW} = 0,0012 C_w (V_w)^2 A_b \text{ [kN]}$$



Gambar 3 : Luas equivalen bidang samping kendaraan.



Gambar 3 : Luas equivalen bidang samping kendaraan.

Beban terpusat pada lantai akibat angin,

$$P_{EW} = \frac{h/2}{1,75 \text{ m}} T_{EW}$$

	Layan	Ultimit	
$P_{EW} =$	5.1429	7.4057	kN

5. PENGARUH TEMPERATUR (ET)

Faktor beban,

$$\text{Layan, } K_{TT} = 1,0$$

$$\text{Ultimit, } K_{TT} = 1,2$$

Temperatur rata-rata minimum

Temperatur rata-rata minimum

Selisih temperatur

Kuat tekan beton

Koefisien muai akibat temp. untuk $f_c' < 30$ Mpa

Modulus elastisitas untuk $f_c' < 30$ Mpa

$$T_{\min} = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\max} = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$f_c' = 20,8 \text{ Mpa}$$

$$\alpha = 10^{-5} / \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$E_c = 21410 \text{ MPa}$$

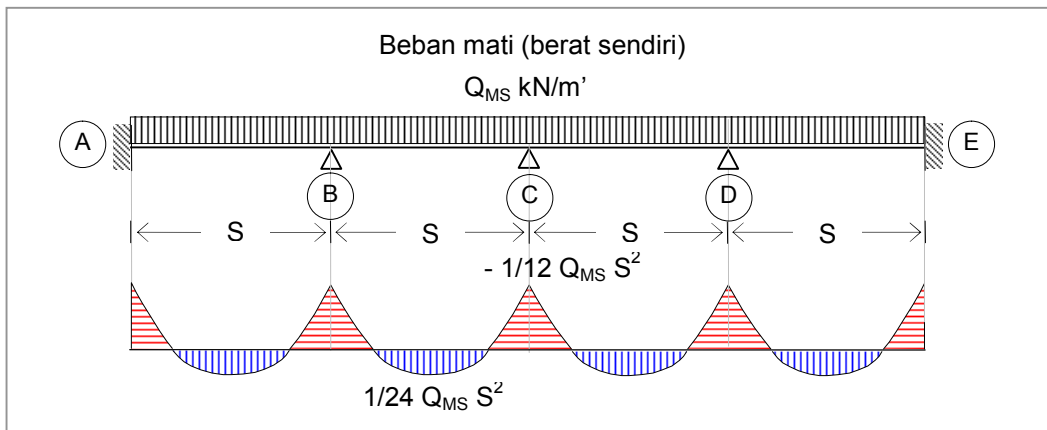
Keterangan

Modul 2 hal. 18-19

(RSNI T-02-2005)

6. MOMEN PADA LANTAI JEMBATAN

a. Akibat berat sendiri, (Q_{MS}).



Gambar 4 : Nilai momen lapangan dan tumpuan akibat berat sendiri lantai.

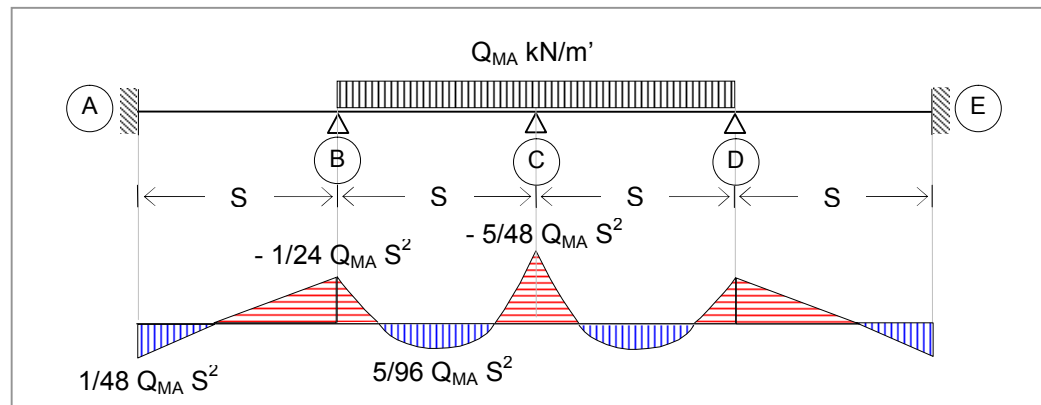
Berat sendiri, $Q_{MS} = 5 \text{ kN/m'}$.

Jarak gelagar, $S = 1,850 \text{ m}$

Momen tumpuan maksimum, $M_{MS}^T = 1/12 Q_{MS} S^2 = 1,426042 \text{ kN.m'}$.

Momen lapangan maksimum, $M_{MS}^L = 1/24 Q_{MS} S^2 = 0,713021 \text{ kN.m'}$.

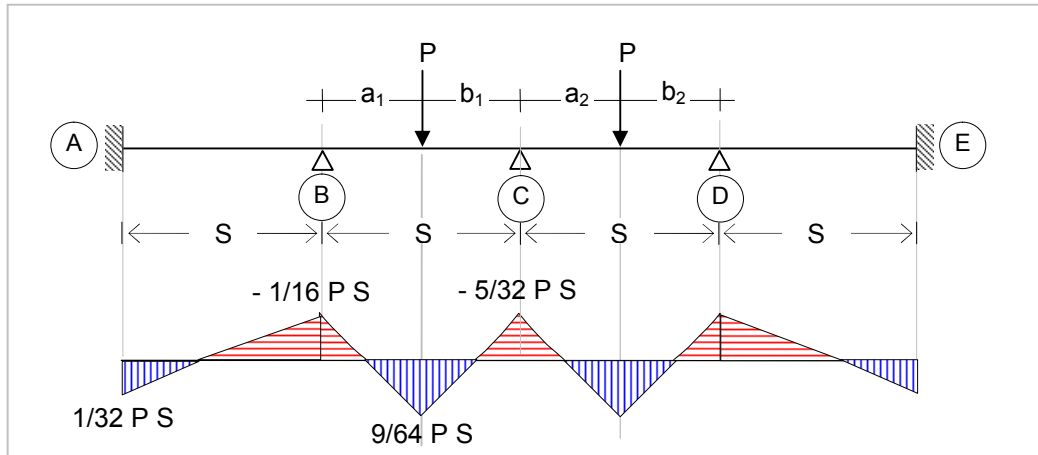
b. Akibat beban mati tambahan, (Q_{MA}).



Gambar 5 : Nilai momen lapangan dan tumpuan akibat beban mati tambahan.

Beban mati tambahan, $Q_{MA} = 2,690 \text{ kN/m'}$.
 Jarak gelagar, $S = 1,850 \text{ m}$
 Momen tumpuan maksimum, $M_{MA}^T = 5/48 Q_{MA} S^2 = 0,959013 \text{ kN.m'}$.
 Momen lapangan maksimum, $M_{MA}^L = 5/96 Q_{MA} S^2 = 0,479507 \text{ kN.m'}$.

c. Akibat beban truk T, (P_{TT}).



Gambar 6 : Nilai momen lapangan dan tumpuan akibat beban terpusat P_{TT} dan P_{EW} .

Beban truk T, $P_{TT} = 157,500 \text{ kN}$.
 Jarak gelagar, $S = 1,850 \text{ m}$
 Momen tumpuan maksimum, $M_{TT}^T = 5/32 P_{TT} S = 45,527344 \text{ kN.m'}$.
 Momen lapangan maksimum, $M_{TT}^L = 9/64 P_{TT} S = 40,974609 \text{ kN.m'}$.

d. Akibat beban angin, (P_{EW}).

Lihat gambar 6 diatas,
 Beban kondisi layan, $P_{EW}^S = 5,1429 \text{ kN}$.
 Beban kondisi ultimit, $P_{EW}^U = 7,4057 \text{ kN}$.
 Jarak gelagar, $S = 1,850 \text{ m}$

Kondisi layan,

Momen tumpuan maksimum, $M_{EW}^{TS} = 5/32 P_{EW}^S \cdot S = 1,486607 \text{ kN.m'}$.
 Momen lapangan maksimum, $M_{EW}^{LS} = 9/64 P_{EW}^S \cdot S = 1,337946 \text{ kN.m'}$.

Kondisi ultimit,

Momen tumpuan maksimum, $M_{EW}^{TU} = 5/32 P_{EW}^U \cdot S = 2,140714 \text{ kN.m'}$.
 Momen lapangan maksimum, $M_{EW}^{LU} = 9/64 P_{EW}^U \cdot S = 1,926643 \text{ kN.m'}$.

e. Akibat pengaruh temperatur, (T).

Momen inertiya lantai beton,

$$I = 1/12 b h^3 = 1/12 \cdot (1000 \text{ mm}) \cdot (200 \text{ mm})^3 = 66666666,7 \text{ mm}^4.$$

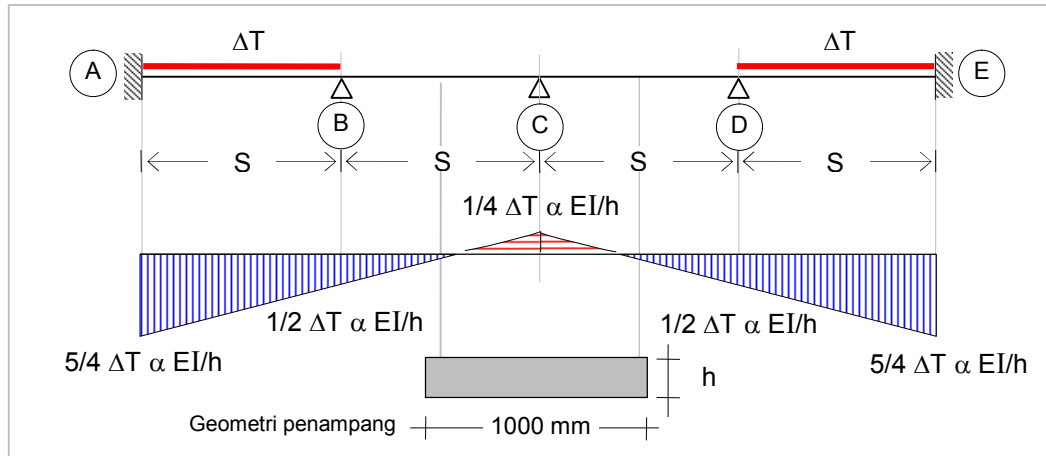
Modulus elastisitas, $E_c = 21410 \text{ MPa}$.

Koefisien muai, $\alpha = 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

Tebal lantai, $h = 200 \text{ mm}$

Lihat gambar 7 berikut,

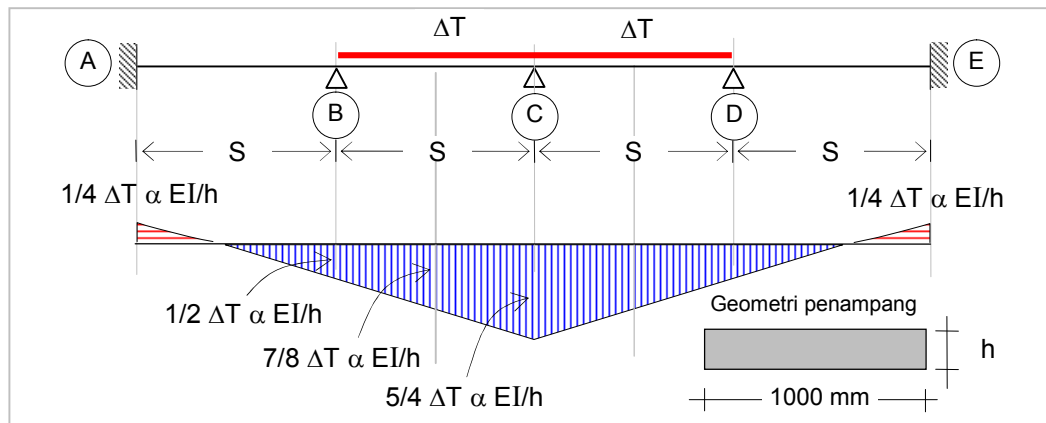
Momen tumpuan maksimum, $M_{ET}^T = 1/4 \Delta T \cdot \alpha \cdot EI/h = 4,460 \text{ kN.m'}$.



Gambar 7 : Nilai momen tumpuan akibat pengaruh temperatur.

Lihat gambar 8 berikut,

Momen lapangan maksimum, $M_{ET}^L = 7/8 \Delta T \cdot \alpha \cdot EI/h = 15,611 \text{ kN.m}'$.



Gambar 8 : Nilai momen lapangan akibat pengaruh temperatur.

7. KOMBINASI MOMEN.

Berikut rekapitulasi momen pada lapangan dan tumpuan,

Tabel 1 : REKAPITULASI MOMEN

No.	Jenis beban	Faktor Beban	Daya Layan	Keadaan Ultimit	M _{Lapangan} kN.m'.	M _{Tumpuan} kN.m'.
1.	Berat sendiri	K_{MS}	1.00	1.30	0.713021	1.426042
2.	B. Mati tambahan	K_{MA}	1.00	2.00	0.479507	0.959013
3.	Beban truk T	K_{TT}	1.00	1.80	40.974609	45.527344
4.	Pengaruh temp.	K_{ET}	1.00	1.20	15.611108	4.460316
5.a	Beban angin	K_{EW}	1.00		1.337946	1.486607
5.b	Beban angin	K_{EW}		1.20	1.926643	2.140714

Kombinasi momen dilakukan dengan merujuk pada tabel 40 RSNI T-02-2005, atau pada Modul 2 – Pembebanan Jembatan, tabel 20, halaman 24, seperti berikut,

Tabel 20 : Kombinasi beban umum untuk keadaan layan dan ultimit.

A K S I	LAYAN						ULTIMIT					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Aksi Permanen :												
Berat sendiri												
Beban mati tambahan												
Susut/rangkak												
Pratekan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pengaruh beban tetap pelaksanaan												
Tekanan tanah												
Penurunan												
Aksi Transien :												
Beban lajur "D" atau beban truk "T"	X	o	o	o	o		X	o	o	o	o	
Gaya rem atau gaya sentrifugal	X	o	o	o	o		X	o	o	o		
Beban pejalan kaki		X						X				
Gesekan perletakan	o	o	X	o	o	o	o	o	o	o		o
Pengaruh temperatur	o	o	X	o	o	o	o	o	o	o		o
Aliran/hanyutan/batang kayu dan hidrostatik/apung	o		o	X	o	o	o		X	o		o
Beban angin			o	o	X	o	o		o	X		o
Aksi Khusus :												
Gempa												X
Beban tumbukan												
Pengaruh getaran	X	X										
Beban pelaksanaan						X						X
<p>"X" berarti beban yang selalu aktif. "o" berarti beban yang boleh dikombinasi dengan beban aktif, tunggal atau seperti ditunjukkan.</p> <p>(1) = aksi permanen "X" KBL + beban aktif "X" KBL + 1 beban "o" KBL. (2) = aksi permanen "X" KBL + beban aktif "X" KBL + 1 beban "o" KBL + 0,7 beban "o" KBL. (3) = aksi permanen "X" KBL + beban aktif "X" KBL + 1 beban "o" KBL + 0,5 beban "o" KBL + 0,5 beban "o" KBL.</p> <p>Aksi permanen "X" KBU + beban aktif "X" KBU + 1 beban "o" KBL.</p>												

1). KOMBINASI 1 – Momen Lapangan.

No.	Jenis beban	Faktor beban		M _{Lapangan} kN.m'.	Aksi	Layan	Aksi	Ultimit
		Layan	Ultimit			M _{S Lapangan} kN.m'.		M _{U Lapangan} kN.m'.
1.	Berat sendiri	1.00	1.30	0.713021	X KBL	0.713021	X KBU	0.926927
2.	B. Mati tambahan	1.00	2.00	0.479507	X KBL	0.479507	X KBU	0.959013
3.	Beban truk T	1.00	1.80	40.974609	X KBL	40.974609	X KBU	73.754297
4.	Pengaruh temp.	1.00	1.20	15.611108	o KBL	15.611108	o KBL	15.611108
5.a	Beban angin	1.00		1.337946				
5.b	Beban angin		1.20	1.926643				
Σ						57.778244	Σ	91.251345

2). KOMBINASI 1 - Momen Tumpuan

No.	Jenis beban	Faktor beban		M _{Tumpuan} kN.m'.	Aksi	Layan	Aksi	Ultimit
		Layan	Ultimit			M _{S Tumpuan} kN.m'.		M _{U Tumpuan} kN.m'.
1.	Berat sendiri	1.00	1.30	1.426042	X KBL	1.426042	X KBU	1.853854
2.	B. Mati tambahan	1.00	2.00	0.959013	X KBL	0.959013	X KBU	1.918026
3.	Beban truk T	1.00	1.80	45.527344	X KBL	45.527344	X KBU	81.949219
4.	Pengaruh temp.	1.00	1.20	4.460316	o KBL	4.460316	o KBL	4.460316
5.a	Beban angin	1.00		1.486607				
5.b	Beban angin		1.20	2.140714				
Σ						52.372715	Σ	90.181415

3). KOMBINASI 2 - Momen Lapangan

No.	Jenis beban	Faktor beban		M _{Lapangan} kN.m'.	Aksi	Layan	Aksi	Ultimit
		Layan	Ultimit			M _{S Lapangan} kN.m'.		M _{U Lapangan} kN.m'.
1.	Berat sendiri	1.00	1.30	0.713021	X KBL	0.713021	X KBU	0.926927
2.	B. Mati tambahan	1.00	2.00	0.479507	X KBL	0.479507	X KBU	0.959013
3.	Beban truk T	1.00	1.80	40.974609	o KBL	40.974609	o KBL	40.974609
4.	Pengaruh temp.	1.00	1.20	15.611108	0,7KBL	10.927775		
5.a	Beban angin	1.00		1.337946				
5.b	Beban angin		1.20	1.926643				
Σ						53.094912	Σ	42.860549

4). KOMBINASI 2 - Momen Tumpuan

No.	Jenis beban	Faktor beban		M _{Tumpuan} kN.m'.	Aksi	Layan	Aksi	Ultimit
		Layan	Ultimit			M _{S Tumpuan} kN.m'.		M _{U Tumpuan} kN.m'.
1.	Berat sendiri	1.00	1.30	1.426042	X KBL	1.426042	X KBU	1.853854
2.	B. Mati tambahan	1.00	2.00	0.959013	X KBL	0.959013	X KBU	1.918026
3.	Beban truk T	1.00	1.80	45.527344	o KBL	45.527344	o KBL	45.527344
4.	Pengaruh temp.	1.00	1.20	4.460316	0,7KBL	3.122222		
5.a	Beban angin	1.00		1.486607				
5.b	Beban angin		1.20	2.140714				
Σ						51.034620	Σ	49.299224

5). KOMBINASI 3 - Momen Lapangan

No.	Jenis beban	Faktor beban		M _{Lapangan} kN.m'.	Aksi	Layan	Aksi	Ultimit
		Layan	Ultimit			M _{S Lapangan} kN.m'.		M _{U Lapangan} kN.m'.
1.	Berat sendiri	1.00	1.30	0.713021	X KBL	0.713021	X KBU	0.926927
2.	B. Mati tambahan	1.00	2.00	0.479507	X KBL	0.479507	X KBU	0.959013
3.	Beban truk T	1.00	1.80	40.974609	o KBL	40.974609	o KBL	40.974609
4.	Pengaruh temp.	1.00	1.20	15.611108	X KBL	15.611108		
5.a	Beban angin	1.00		1.337946	0,7KBL	0.936563		
5.b	Beban angin		1.20	1.926643				
Σ						58.714807	Σ	42.860549

6). KOMBINASI 3 - Momen Tumpuan

No.	Jenis beban	Faktor beban		M _{Tumpuan} kN.m'.	Aksi	Layan	Aksi	Ultimit
		Layan	Ultimit			M _{S Tumpuan} kN.m'.		M _{U Tumpuan} kN.m'.
1.	Berat sendiri	1.00	1.30	1.426042	X KBL	1.426042	X KBU	1.853854
2.	B. Mati tambahan	1.00	2.00	0.959013	X KBL	0.959013	X KBU	1.918026
3.	Beban truk T	1.00	1.80	45.527344	o KBL	45.527344	o KBL	45.527344
4.	Pengaruh temp.	1.00	1.20	4.460316	X KBL	4.460316		
5.a	Beban angin	1.00		1.486607	0,7KBL	1.040625		
5.b	Beban angin		1.20	2.140714				
Σ						53.413340	Σ	49.299224

7). KOMBINASI 4 - Momen Lapangan

No.	Jenis beban	Faktor beban		M _{Lapangan} kN.m'.	Aksi	Layan	Aksi	Ultimit
		Layan	Ultimit			M _{S Lapangan} kN.m'.		M _{U Lapangan} kN.m'.
1.	Berat sendiri	1.00	1.30	0.713021	X KBL	0.713021	X KBU	0.926927
2.	B. Mati tambahan	1.00	2.00	0.479507	X KBL	0.479507	X KBU	0.959013
3.	Beban truk T	1.00	1.80	40.974609	o KBL	40.974609	o KBL	40.974609
4.	Pengaruh temp.	1.00	1.20	15.611108	0.5KBL	7.805554		
5.a	Beban angin	1.00		1.337946	0,5KBL	0.668973		
5.b	Beban angin		1.20	1.926643			X KBU	2.311971
Σ						50.641664	Σ	45.172521

8). KOMBINASI 4 - Momen Tumpuan

No.	Jenis beban	Faktor beban		M _{Tumpuan} kN.m'.	Aksi	Layan	Aksi	Ultimit
		Layan	Ultimit			M _{S Tumpuan} kN.m'.		M _{U Tumpuan} kN.m'.
1.	Berat sendiri	1.00	1.30	1.426042	X KBL	1.426042	X KBU	1.853854
2.	B. Mati tambahan	1.00	2.00	0.959013	X KBL	0.959013	X KBU	1.918026
3.	Beban truk T	1.00	1.80	45.527344	o KBL	45.527344	o KBL	45.527344
4.	Pengaruh temp.	1.00	1.20	4.460316	0,5KBL	4.460316		
5.a	Beban angin	1.00		1.486607	0,5KBL	1.040625		
5.b	Beban angin		1.20	2.140714			X KBU	2.568857
Σ						53.413340	Σ	51.868081

9). KOMBINASI 5 - Momen Lapangan.

No.	Jenis beban	Faktor beban		M _{Lapangan} kN.m'.	Aksi	Layan	Aksi	Ultimit
		Layan	Ultimit			M _{S Lapangan} kN.m'.		M _{U Lapangan} kN.m'.
1.	Berat sendiri	1.00	1.30	0.713021	X KBL	0.713021	X KBU	0.926927
2.	B. Mati tambahan	1.00	2.00	0.479507	X KBL	0.479507	X KBU	0.959013
3.	Beban truk T	1.00	1.80	40.974609	o KBL	40.974609	X KBU	40.974609
4.	Pengaruh temp.	1.00	1.20	15.611108	0,7KBL	10.927775		
5.a	Beban angin	1.00		1.337946	X KBL	1.337946		
5.b	Beban angin		1.20	1.926643				
Σ						54.432858	Σ	42.860549

10). KOMBINASI 5 - MomenTumpuan.

No.	Jenis beban	Faktor beban		M _{Tumpuan} kN.m'.	Aksi	Layan	Aksi	Ultimit
		Layan	Ultimit			M _{S Tumpuan} kN.m'.		M _{U Tumpuan} kN.m'.
1.	Berat sendiri	1.00	1.30	1.426042	X KBL	1.426042	X KBU	1.853854
2.	B. Mati tambahan	1.00	2.00	0.959013	X KBL	0.959013	X KBU	1.918026
3.	Beban truk T	1.00	1.80	45.527344	o KBL	45.527344	X KBU	45.527344
4.	Pengaruh temp.	1.00	1.20	4.460316	0,7KBL	3.122222		
5.a	Beban angin	1.00		1.486607	X KBL	1.040625		
5.b	Beban angin		1.20	2.140714				
Σ						52.075245	Σ	49.299224

11). KOMBINASI 6 - Momen Lapangan.

No.	Jenis beban	Faktor beban		M _{Lapangan} kN.m'.	Aksi	Layan	Aksi	Ultimit
		Layan	Ultimit			M _{S Lapangan} kN.m'.		M _{U Lapangan} kN.m'.
1.	Berat sendiri	1.00	1.30	0.713021	X KBL	0.713021	X KBU	0.926927
2.	B. Mati tambahan	1.00	2.00	0.479507	X KBL	0.479507	X KBU	0.959013
3.	Beban truk T	1.00	1.80	40.974609				
4.	Pengaruh temp.	1.00	1.20	15.611108	o KBL	15.611108	o KBL	15.611108
5.a	Beban angin	1.00		1.337946	0,7KBL	0.936563		
5.b	Beban angin		1.20	1.926643				
Σ						17.740197	Σ	17.497048

12). KOMBINASI 6 - MomenTumpuan.

No.	Jenis beban	Faktor beban		M _{Tumpuan} kN.m'.	Aksi	Layan	Aksi	Ultimit
		Layan	Ultimit			M _{S Tumpuan} kN.m'.		M _{U Tumpuan} kN.m'.
1.	Berat sendiri	1.00	1.30	1.426042	X KBL	1.426042	X KBU	1.853854
2.	B. Mati tambahan	1.00	2.00	0.959013	X KBL	0.959013	X KBU	1.918026
3.	Beban truk T	1.00	1.80	45.527344				
4.	Pengaruh temp.	1.00	1.20	4.460316	o KBL	4.460316	o KBL	4.460316
5.a	Beban angin	1.00		1.486607	0,7KBL	1.040625		
5.b	Beban angin		1.20	2.140714				
Σ						7.885996	Σ	8.232197

C). RENCANA TULANGAN PELAT LANTAI KENDERAAN.

Perencanaan berdasarkan *Beban dan Kekuatan Terfaktor (PBKT)* atau kondisi ultimit.

1). TULANGAN LAPANGAN (Tulangan lentur positif).

Momen rencana (KOMBINASI 1),	Mu	=	91,251345	kN.m'.
Mutu beton,	f _{c'}	=	20,8	Mpa.
Mutu baja,	f _y	=	390	Mpa.
Tebal pelat lantai kendaraan,	h	=	200	mm.
Tebal selimut beton (diambil),	d'	=	35	mm.
Tebal efektif lantai,	d = (h - d')	=	165	mm.
Lebar lantai yang ditinjau,	b	=	1000	mm.
Diameter tulangan lentur rencana,	dt	=	16	mm
Faktor reduksi kekuatan lentur	φ	=	0,80	
Momen nominal,	Mn = Mu/φ	=	114,064181	kN.m'.

a. Tulangan Lentur.

Tahanan momen nominal,

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{(114,064181 \text{ kN.m}') \times 10^6}{(1000 \text{ mm}) \cdot (165 \text{ mm})^2} = 4,189685 \text{ N/mm}^2$$

Faktor distribusi tegangan beton, $\beta_1 = 0,85$ (untuk $f_c' < 30 \text{ MPa}$).

Tahanan momen maksimum,

$$\rho_b = \beta_1 \cdot 0,85 \cdot \frac{f_c'}{f_y} \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = (0,85) \cdot (0,85) \cdot \frac{20,8}{390} \cdot \left(\frac{600}{600 + 390} \right)$$

$$\rho_b = 0,023297$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \rho_b = 0,75 \cdot (0,023297) = 0,017473$$

$$R_{\text{maks}} = \rho_{\text{maks}} \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{1/2 \rho_{\text{maks}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c'} \right)$$

$$R_{\text{maks}} = (0,017473) \cdot (390) \cdot \left(1 - \frac{1/2 \cdot (0,017473) \cdot (390)}{0,85 \cdot (20,8)} \right)$$

$$R_{\text{maks}} = 5,498053 \text{ N/mm}^2 > R_n$$

Rasio tulangan yang diperlukan,

$$\rho = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot R_n}{0,85 \cdot f_c'}} \right)$$

$$\rho = \frac{0,85 \cdot (20,8)}{390} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot (4,189685)}{0,85 \cdot (20,8)}} \right) = 0,012459$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = (0,012459) \cdot (1000 \text{ mm}) \cdot (165 \text{ mm}) = 2055,7 \text{ mm}^2.$$

Jarak terjauh (maksimum) antara tulangan untuk lebar $b = 1000 \text{ mm}$,

$$s = \frac{1/4 \pi d_t^2 \cdot b}{A_s} = \frac{0,25 \cdot (3,14) \cdot (16 \text{ mm})^2 \cdot (1000 \text{ mm})}{2055,7 \text{ mm}^2} = 97,8 \text{ mm}$$

Rencanakan tulangan lentur, **D16 - 90**

Tulangan dipasang dengan jarak 90 mm, maka luas tulangan terpasang,

$$A_s = \frac{1/4 \pi d_t^2 \cdot b}{s} = \frac{0,25 \cdot (3,14) \cdot (16 \text{ mm})^2 \cdot (1000 \text{ mm})}{90 \text{ mm}} \\ = 2232,9 \text{ mm}^2 > 2055,7 \text{ mm}^2$$

b. Tulangan Bagi.

Tulangan bagi yang dipasang pada arah memanjang jembatan,

$$A_s' = 50\% A_s = 50\% \cdot (2055,7 \text{ mm}^2) = 1027,9 \text{ mm}^2.$$

Gunakan diameter tulangan bagi, $d_t' = 14 \text{ mm}$.

Jarak minimum antara tulangan,

$$s = \frac{1/4 \pi (d_t')^2 \cdot b}{A_s'} = \frac{0,25 \cdot (3,14) \cdot (14 \text{ mm})^2 \cdot (1000 \text{ mm})}{1027,9 \text{ mm}^2} = 149,7 \text{ mm}$$

Tulangan bagi bukanlah tulangan yang bersifat struktural, dengan kata lain tulangan bagi tidak memikul momen lentur, sehingga jarak antara tulangan dapat dibulatkan ke atas menjadi 150 mm.

Rencana tulangan bagi, D14 – 150

2). TULANGAN TUMPUAN (Tulangan lentur negatif).

Momen rencana (KOMBINASI 1),	Mu	=	90,181415	kN.m'.
Mutu beton,	fc'	=	20,8	Mpa.
Mutu baja,	fy	=	390	Mpa.
Tebal pelat lantai kendaraan,	h	=	200	mm.
Tebal selimut beton (diambil),	d'	=	35	mm.
Tebal efektif lantai,	d = (h - d')	=	165	mm.
Lebar lantai yang ditinjau,	b	=	1000	mm.
Diameter tulangan lentur rencana,	dt	=	16	mm
Faktor reduksi kekuatan lentur	φ	=	0,80	
Momen nominal,	Mn = Mu/φ	=	112,726769	kN.m'.

a. Tulangan Lentur.

Tahanan momen nominal,

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{(112,726769 \text{ kN.m}') \times 10^6}{(1000 \text{ mm}) \cdot (165 \text{ mm})^2} = 4,140561 \text{ N/mm}^2$$

Faktor distribusi tegangan beton, $\beta_1 = 0,85$ (untuk $f_c' < 30 \text{ MPa}$).

Tahanan momen maksimum,

$$\rho_b = \beta_1 \cdot 0,85 \cdot \frac{f_c'}{f_y} \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = (0,85) \cdot (0,85) \cdot \frac{20,8}{390} \cdot \left(\frac{600}{600 + 390} \right)$$

$$\rho_b = 0,023297$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,023297) = 0,017473$$

$$R_{\text{maks}} = \rho_{\text{maks}} \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{1/2 \cdot \rho_{\text{maks}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c'} \right)$$

$$R_{\text{maks}} = (0,017473) \cdot (390) \cdot \left(1 - \frac{1/2 \cdot (0,017473) \cdot (390)}{0,85 \cdot (20,8)} \right)$$

$$R_{\text{maks}} = 5,498053 \text{ N/mm}^2 > Rn$$

Rasio tulangan yang diperlukan,

$$\rho = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Rn}{0,85 \cdot f_c'}} \right)$$

$$\rho = \frac{0,85 \cdot (20,8)}{390} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot (4,140561)}{0,85 \cdot (20,8)}} \right) = 0,012286$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = (0,012286) \cdot (1000 \text{ mm}) \cdot (165 \text{ mm}) = 2027,1 \text{ mm}^2.$$

Jarak terjauh (maksimum) antara tulangan untuk lebar $b = 1000 \text{ mm}$,

$$s = \frac{1/4 \pi d_t^2 \cdot b}{A_s} = \frac{0,25 \cdot (3,14) \cdot (16 \text{ mm})^2 \cdot (1000 \text{ mm})}{2027,1 \text{ mm}^2} = 99,1 \text{ mm}$$

Rencanakan tulangan lentur, **D16 - 90**

Tulangan dipasang dengan jarak 90 mm, maka luas tulangan terpasang,

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1/4 \pi d_t^2 \cdot b}{s} = \frac{0,25 \cdot (3,14) \cdot (16 \text{ mm})^2 \cdot (1000 \text{ mm})}{90 \text{ mm}} \\ &= 2232,9 \text{ mm}^2 > 2027,1 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

b. Tulangan Bagi.

Tulangan bagi yang dipasang pada arah memanjang jembatan,

$$A_s' = 50\% A_s = 50\% \cdot (2027,1 \text{ mm}^2) = 1013,6 \text{ mm}^2.$$

Gunakan diameter tulangan bagi, $d_t' = 14 \text{ mm}$.

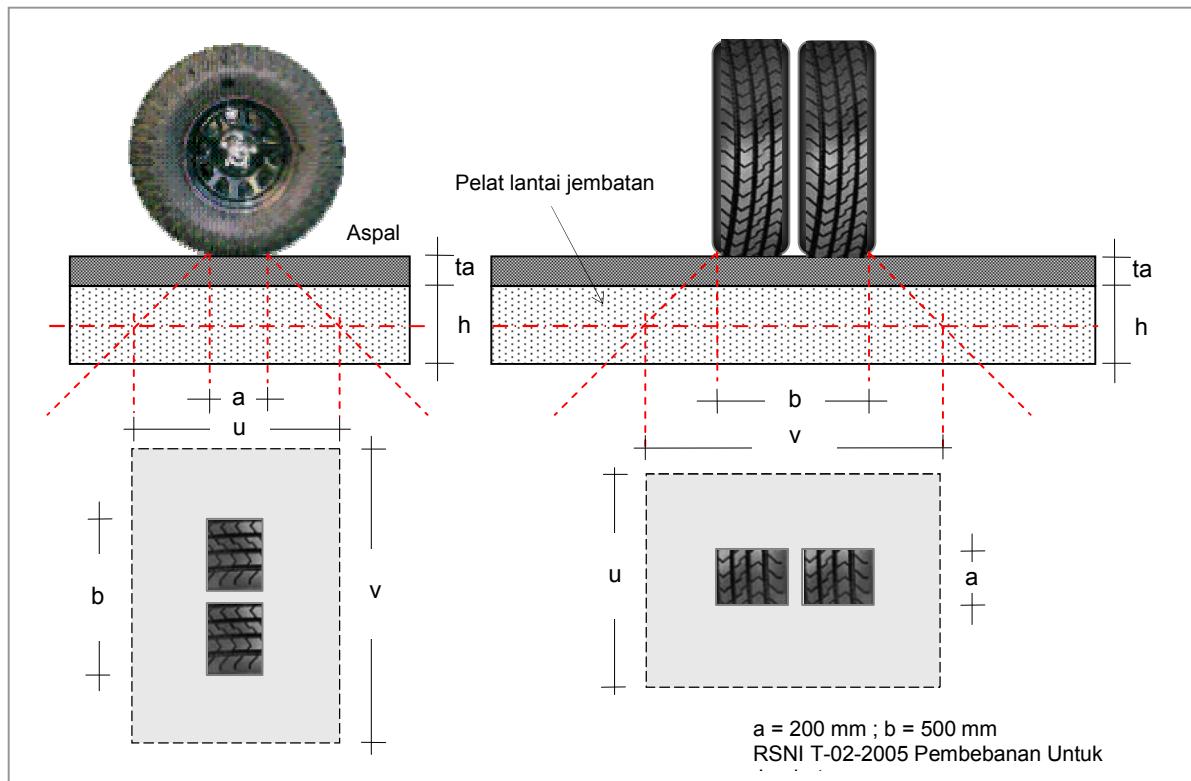
Jarak minimum antara tulangan,

$$s = \frac{1/4 \pi (d_t')^2 \cdot b}{A_s'} = \frac{0,25 \cdot (3,14) \cdot (14 \text{ mm})^2 \cdot (1000 \text{ mm})}{1013,6 \text{ mm}^2} = 151,8 \text{ mm}$$

Tulangan bagi bukanlah tulangan yang bersifat struktural, dengan kata lain tulangan bagi tidak memikul momen lentur, sehingga jarak antara tulangan dapat dibulatkan ke atas menjadi 150 mm.

Rencana tulangan bagi, **D14 – 150**

D). PEMERIKSAAN GESER PONS PADA LANTAI



Gambar 9 : Bidang geser pons pada lantai jembatan.

Bidang geser pons,

$$u = a + ta + ta + 1/2h + 1/2h = a + 2 ta + h$$

$$v = b + ta + ta + 1/2h + 1/2h = b + 2 ta + h$$

Dimana,

$$a = 200 \text{ mm} ; b = 500 \text{ mm}$$

$$ta = 100 \text{ mm} ; h = 200 \text{ mm}$$

$$u = 200 \text{ mm} + 2 \cdot (100 \text{ mm}) + 200 \text{ mm} = 600 \text{ mm}.$$

$$v = 500 \text{ mm} + 2 \cdot (100 \text{ mm}) + 200 \text{ mm} = 900 \text{ mm}$$

$$b' = 2 u + 2 v = 2 \cdot (600 \text{ mm}) + 2 \cdot (900 \text{ mm}) = 3000 \text{ mm}$$

$$d = 165 \text{ mm}$$

$$A_{\text{pons}} = b' \cdot d = (3000 \text{ mm}) \cdot (165 \text{ mm}) = 495000 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Mutu beton, K-250, } f_c' = 20,8 \text{ MPa.}$$

$$\text{Tekanan gandar roda, } P_{TT} = 157,5 \text{ kN.}$$

$$\text{Faktor reduksi kekuatan geser, } \phi = 0,70$$

Kekuatan nominal lantai terhadap geser tanpa tulangan geser,

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \cdot b' \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{20,8 \text{ MPa}} \cdot (3000 \text{ mm}) \cdot (165 \text{ mm})$$

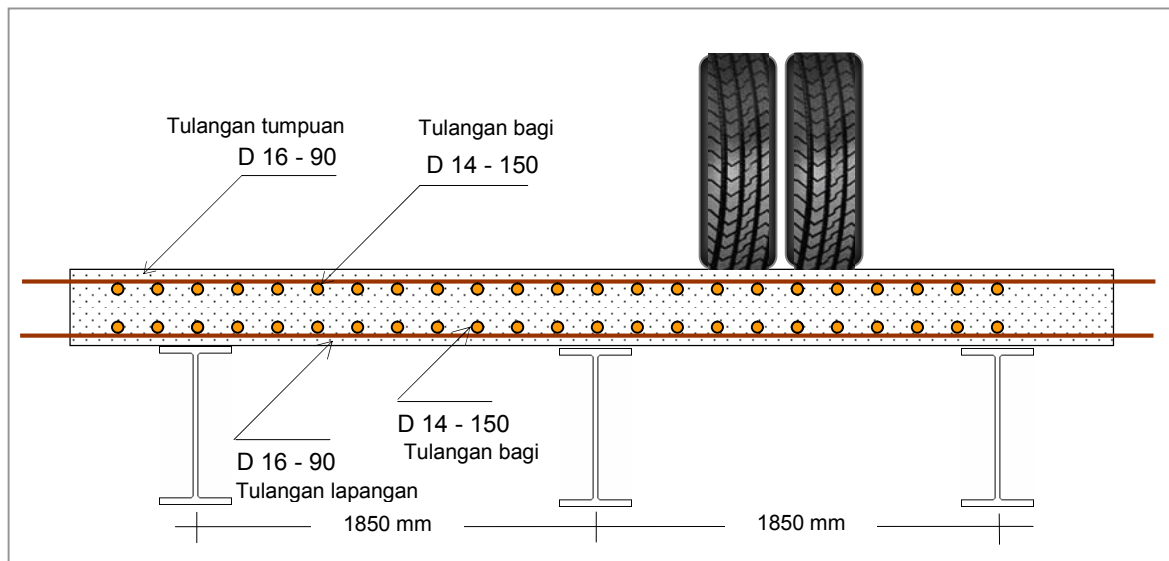
$$V_c = 375,81 \text{ kN}$$

Kekuatan geser terfaktor,

$$V_u = \phi \cdot V_c = 0,70 \cdot (375,81 \text{ kN}) = 263,06 \text{ kN} > P_{TT} = 157,5 \text{ kN.}$$

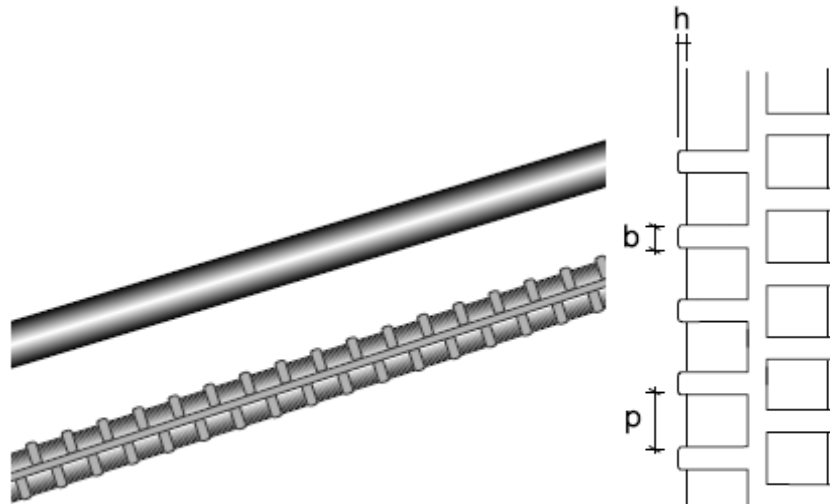
Pelat lantai tanpa tulangan geser aman terhadap geser pons.

E). GAMBAR RENCANA TULANGAN LENTUR LANTAI JEMBATAN.



LAMPIRAN

Daftar besi tulangan produksi PT. GUNUNG GAHAPI BAHARA www.grdsteel.com, terdiri dari besi polos (*Round/Plain Bar*) dan besi ulir (*Deformed Bar*).



ROUND/PLAIN BAR SIZES (According to JIS G3112)

METRIC SIZE

CODE NO.	UNIT WEIGHT		DIAMETER d	TOLERANCE (mm)	NOMINAL CROSS SECTION	EFFECTIVE PERIMETER
	kg/m					
	Effective	Tolerance	mm		mm ²	mm
* Ø 7	0.302	7%	7	+ 0.3	38.5	22.0
* Ø 8	0.395	7%	8	+ 0.4	50.3	25.1
* Ø 10	0.617	5%	10	+ 0.4	78.5	31.4
* Ø 12	0.888	5%	12	+ 0.4	113.1	37.7
* Ø 16	1.578	5%	16	+ 0.5	201.1	50.3
* Ø 19	2.226	4%	19	+ 0.5	283.5	59.7
* Ø 22	2.984	4%	22	+ 0.5	380.1	69.1
* Ø 25	3.853	4%	25	+ 0.5	490.9	78.5
Ø 29	5.185	5%	13	+ 0.6	662.5	91.1
Ø 32	6.313	4%	16	+ 0.6	804.2	100.5

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	d	Length
		Min.	Max.	Min.	Max.			mm	mm	m
Round Bar	SR 24	235	-	382	520	20	180 ⁰	d x 2	5.5 to 25	12
Deformed Bar	SD 40	390	510	560	-	16	180 ⁰	d x 2.5	10 to 25	12