

PERENCANAAN STRUKTUR ATAS (UPPER STRUCTURE) JEMBATAN BILAL

UPPER STRUCTURE PLANNING BILAL BRIDGE

Mei Brilian Harefa*, Alif Saum Rizalitaheer, Aroli Harefa

Universitas Quality Berastagi, Indonesia

*E-mail : brilianmei@gmail.com

Abstrak

Jembatan adalah salah satu prasarana yang penting dalam kehidupan masyarakat, karena selain sebagai penghubung untuk memperlancar transportasi antara dua ataupun lebih daerah yang terpisah oleh sungai dan lembah, dengan adanya jembatan secara tidak langsung dapat meningkatkan pertumbuhan perekonomian di suatu daerah. Secara struktural jembatan dipisahkan menjadi bangunan atas dan bangunan bawah. Sesuai fungsinya, bangunan bawah jembatan menopang dan meneruskan beban dari bangunan atas jembatan ke lapisan tanah yang kuat dan stabil/solid. Bangunan bawah jembatan terdiri dari abutmen dan pondasi, dimana abutmen bisa juga berfungsi sebagai pondasi jembatan. Struktur atas pada sebuah jembatan meliputi antara lain lantai kendaraan (Deck), gelagar jembatan (Girder), pengaku jembatan, perletakan jembatan (Bearing), dan expansion joint. Pada penelitian ini berfokus pada lantai kendaraan (Deck). Penelitian ini bertujuan untuk menghitung slab lantai jembatan. Dengan mutu beton yang digunakan adalah FC'30 Mpa, mutu baja yang digunakan $F_y = 400$ Mpa. Sedangkan tulangan lapangan (Tulangan Lentur Positif) digunakan tulangan D32 - 150, tulangan baginya digunakan D22 - 150. Pada tulangan tumpuan (Tulangan Lentur Negatif) digunakan tulangan D32 - 150 dan tulangan bagi D22 - 150. Lentutan total pada slab lantai jembatan sebesar 0,1668 mm. Kekuatan geser terfaktor sebesar 379,572 kN.

Kata Kunci: Jembatan; Lantai Jembatan; Penulangan Jembatan; Struktur Atas

Abstract

Bridges are one of the important infrastructure in people's lives, because apart from being a link to facilitate transportation between two or more areas separated by rivers and valleys, the existence of bridges can indirectly increase economic growth in an area. Structurally the bridge is separated into an upper building and a lower building. According to its function, the building under the bridge supports and forwards the load from the bridge top building to a strong and stable / solid soil layer. The building under the bridge consists of an abutment and a foundation, where the abutment can also function as a bridge foundation. The upper structure on a bridge includes, among others, vehicle floors (Deck), bridge girders (Girder), bridge stiffeners, laying bridges (Bearing), and expansion joints. This study focuses on the floor of the vehicle (Deck). This study aimed to calculate the bridge floor slab. With the quality of concrete used is FC'30 Mpa, the quality of steel used $F_y = 400$ Mpa. While field reinforcement (Positive Bending Rebar) is used D32 - 150 reinforcement, for him reinforcement is used D22 - 150. In fulcrum reinforcement (Negative Flexural Rebar) D32 - 150 reinforcement is used and reinforcement for D22 - 150. The total deflection on the bridge floor slab is 0.1668 mm. The shear strength is factored at 379.572 kN.

Keywords: bridge; bridge floor; Bridge repetition; Upper structure

PENDAHULUAN

Peningkatan sarana transportasi sangat diperlukan untuk menunjang pertumbuhan ekonomi dan menunjang pembangunan nasional di masa yang akan datang. Jembatan Bilal merupakan salah satu prasarana transportasi yang sangat berpengaruh dalam hal menunjang kelancaran lalu lintas serta meningkatkan

pertumbuhan perekonomian di Kota Medan. Adapun tujuan dari ini adalah Memperoleh dimensi dan jarak tulangan beton bertulang pada konstruksi plat lantai kendaraan, trotoar, dan plat injak arah melintang dan memanjang. Dan untuk mendapatkan nilai tegangan dan lendutan yang diizinkan. Menurut (Zakina, Nina 2022) merencanakan struktur

jembatan dan memodelkan jembatan secara ekonomis dan efisien, dan dapat mengetahui bagaimana menganalisa struktur dan mendimensi jembatan yang ekonomis dan efisien.

dan Jalan Bhayangkari. Dengan panjang bentang jembatan 21,65 M. Data primer yang didapatkan adalah dengan melakukan survei langsung ke lapangan serta pengamatan langsung.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak di Kota Medan, tepatnya diperbatasan Jalan Bilal Tabel 1. Upper structure

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data parameter jembatan akan disajikan pada table 1 sampai tabel 3

Data Geometris Jembatan (Upper Structure)	Notasi	Jumlah	Nilai	Satuan
Lebar Jalan	bjl	1	3,90	m'
Lebar trotoar (pejalan kaki)	bt	2	1,00	m'
Lebar total jembatan	Ba	1	5,90	m'
Lebar Pelat Injak	bpi	2	5,00	m'
Lebar Girder	bg	6	0,20	m'
Lebar Abutment	Bx	2	3,60	m'
Panjang Abutment	By	2	4,50	m'
Tinggi Abutment	H	2	6,00	m'
Tebal genangan air hujan	th	1	0,05	m'
Tebal lapisan aspal + overlay	ta	1	0,05	m'
Tebal trotoar	tt	1	0,25	m'
Tebal slab lantai jembatan	ts	1	0,25	m'
Tebal Pelat Injak	tpi	2	0,25	m'
Tinggi Diafragma	tdg	4	0,70	m'
Tinggi girder prategang	hb	3	1,60	m'
Tinggi bidang samping jembatan	ha	1	6,63	m'
Jarak antara balok prategang	S	3	1,20	m'
Panjang bentang jembatan	L	1	21,65	m'

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 2. Gelagar

DATA GEOMETRIS JEMBATAN (Gelagar)	Notasi	Nilai	Satuan
Panjang Gelagar	LG.mid	21,65	m'
Jumlah Gelagar	n	6	bh
Luas Balok Gelagar	AG.mid	0,64	m ²
Jarak antar Gelagar	S	1,20	m'
Tinggi Gelagar	HG.mid	1,60	m'
Lebar Diafragma	B.D.edge	9,83	m'
Jumlah	n	4	bh
Tebal Diafragma	td.edge	0,30	m'
Luas Diafragma	Ad.edge	4,915	m ²

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 3. Substructure Aka Abutment

DATA GEOMETRIS JEMBATAN (Substructure aka Abutment)	Notasi	Nilai	Satuan
Panjang Abutment	By	4,50	m'
Lebar Abutment	Bx	3,600	m'
Tinggi Abutment	H	6,000	m'
Tebal Wing Wall	hw	0,40	m'

Sumber : Hasil Perhitungan

Adapun data material yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Data Beton

Beton Fc' 30	Notasi	Formula		
Mutu beton	K		361,45	KN
Kuat tekan beton	fc'	$0,83 * K/10$	30,00	Mpa
Modulus elastik	Ec	$4700 * \sqrt{fc'}$	25742,97	Mpa
Angka poisson	μ		0,2	
Modulus geser	G	$Ec / [2 * (1 + \mu)]$	10726,24	Mpa
Koefisien muai panjang untuk beton,	α		0,00001	/ $^{\circ}$ C
Beton Fc' 25	Notasi	Formula		
Mutu beton	K		301,205	KN
Kuat tekan beton	fc'	$0,83 * K/10$	25,00	Mpa
Modulus elastik	Ec	$4700 * \sqrt{fc'}$	23500,01	Mpa
Angka poisson	μ		0,2	
Modulus geser	G	$Ec / [2 * (1 + \mu)]$	9791,67	Mpa
Koefisien muai panjang untuk beton,	α		0,00001	/ $^{\circ}$ C
Beton Fc' 20	Notasi	Formula		
Mutu beton	K		240,96	KN
Kuat tekan beton	fc'	$0,83 * K/10$	20,00	Mpa
Modulus elastik	Ec	$4700 * \sqrt{fc'}$	21019,05	Mpa
Angka poisson	μ		0,2	
Modulus geser	G	$Ec / [2 * (1 + \mu)]$	8757,936	Mpa
Koefisien muai panjang untuk beton,	α		0,00001	/ $^{\circ}$ C
Beton Fc' 15	Notasi	Formula		
Mutu beton	K		180,72	KN
Kuat tekan beton	fc'	$0,83 * K/10$	15,00	Mpa
Modulus elastik	Ec	$4700 * \sqrt{fc'}$	18203,03	Mpa
Angka poisson	μ		0,2	
Modulus geser	G	$Ec / [2 * (1 + \mu)]$	7584,595	Mpa
Koefisien muai panjang untuk beton,	α		0,00001	/ $^{\circ}$ C

Sumber : Hasil Perhitungan

Material baja yang digunakan adalah :

Tabel 5. Data Material Baja

DATA MATERIAL BAJA	Notasi	Formula	0	0
Untuk baja tulangan dengan $\emptyset > 12$ mm	U		45	Kg/cm 2
Tegangan lelah baja,	fy	U*10	450	Mpa
Untuk baja tulangan dengan $\emptyset > 12$ mm	U		40	Kg/cm 2
Tegangan lelah baja,	fy	U*10	400	Mpa
Untuk baja tulangan dengan $\emptyset < 12$ mm	U		32	Kg/cm 2
Tegangan lelah baja,	fy	U*10	320	Mpa
Modulus Elastisitas Baja	Es		200000	Mpa

Sumber : Hasil Perhitungan

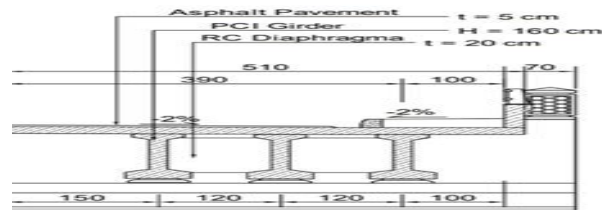
Pada perhitungan slab lantai jembatan, mengacu pada regulasi dan Standar Nasional Indonesia yang berlaku saat ini, yaitu

1. Pembebanan Untuk Jembatan (SNI 1725-2016)
2. Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan (SK. SNI T-12-2004)
3. Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan (SK. SNI T-03-2005)
4. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan (SNI 2833 : 2008)
5. Tata Cara Perencanaan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726 : 2019)
6. Tata Cara Perencanaan Teknis

Pondasi Tiang Untuk Jembatan
 (SNI03 - 6747 -2002)

Nomor : 05/SE/Db/2017

7. Spesifikasi Bantalan Elastomer
 Tipe Polos dan Berlapis Untuk
 Perletakan Jembatan
8. Surat Edaran Dirjend Bina Marga



Gambar 1 : Penampang Melintang Jembatan

A. Data Geometris Jembatan

Tabel 6. Data Jembatan

Tebal slab lantai jembatan	$t_s =$	0,25
Tebal lapisan aspal + overlay	$t_a =$	0,05
Tebal genangan air hujan	$t_h =$	0,05
Jarak antara balok pratengang	$S =$	1,20
Lebar jalan	$bjl =$	3,90
Lebar trotoar (pejalan kaki)	$bt =$	1,00
Lebar drainase	$bd =$	0,00
Lebar lantai jembatan	$Ba =$	5,90
Panjang bentang jembatan	$L =$	21,65

Sumber : Hasil Perhitungan

B. ANALISA BEBAN SLAB LANTAI JEMBATAN

Ditinjau Slab lantai jembatan

selebar 1,00 m pada arah memanjang jembatan.

1. BERAT SENDIRI (MS)

Faktor beban ultimit : $K_{UMS} = 1,30$

No.	Jenis Beban	Tebal (m)	Berat (kN/m^3)	Beban kN/m
1	Lantai jembatan	0,25	25,00	6,250
Beban sendiri :			$Q_{MS} =$	6,250

2 BEBAN MATI TAMBAHAN (MA)

Faktor beban ultimit : $K_{UMA} = 2,00$

No.	Jenis Beban	Tebal (m)	Berat (kN/m^3)	Beban kN/m
1	Lapisan aspal + overlay	0,05	22,00	1,100
2	Air hujan	0,05	4,50	0,225
Beban mati tambahan :			$Q_{MA} =$	1,325

3. BEBAN TRUK "T" (TT)

Faktor beban ultimit : $K_{UTT} = 1,80$

Beban hidup pada lantai jembatan,
 Panjang Jembatan,

Faktor beban dinamis untuk pembebanan truk diambil

$$L = 21,65$$

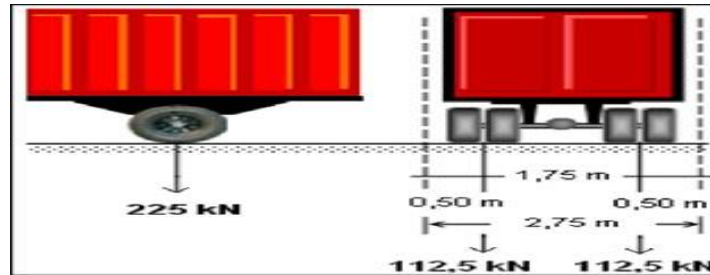
$$F_{BT} = 30$$

Beban hidup pada lantai jembatan berupa beban roda ganda oleh oleh Truk
 (beban truk) yang besarnya :

$$PHT = 112,50$$

Beban truk menjadi, $PTT = (1 + FBT) * PHT$

$$146,25$$



Gambar 2 : Tekanan gandar roda

4. BEBAN ANGIN (EW)

Faktor beban ultimit : $K_{UEW} = 1,00$

Beban garis merata tambahan arah horizontal pada permukaan lantai jembatan akibat angin yang meniup kendaraan di atas jembatan dihitung dengan rumus :

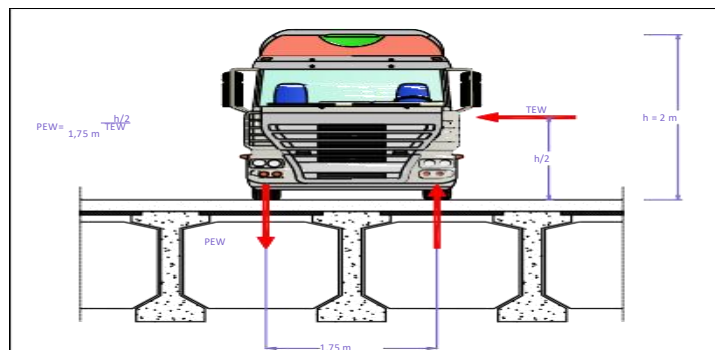
$$T_{EW} = 0,0012 * C_w * (V_w)^2 \text{ kN/m}$$

Dengan,

$$C_w = \text{koefisien seret} = 1,25$$

$$V_w = \text{kecepatan angin rencana} = 90,00 \text{ m/det}$$

$$T_{EW} = 0,0012 * C_w * (V_w)^2 = 12,150 \text{ kN}$$



Gambar 3 : Beban angin yang meniup bidang samping kendaraan

Bidang vertikal yang ditiup angin merupakan bidang samping kendaraan dengan tinggi

2,00 m di atas lantai jembatan.

$$h = 2,00 \text{ m}$$

Jarak antara roda kendaraan

$$x = 1,75 \text{ m}$$

Transfer beban angin ke lantai jembatan,

$$P_{EW} = [1/2 * h / x * T_{EW}] = 6,943 \text{ kN}$$

Untuk memperhitungkan tegangan maupun deformasi struktur yang timbul akibat pengaruh temperatur, diambil perbedaan temperatur yang besarnya setengah dari selisih antara temperatur maksimum dan temperatur minimum rata-rata pada lantai jembatan.

Temperatur rata-rata maksimum

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

Temperatur rata-rata minimum

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

Perbedaan temperatur pada slab,

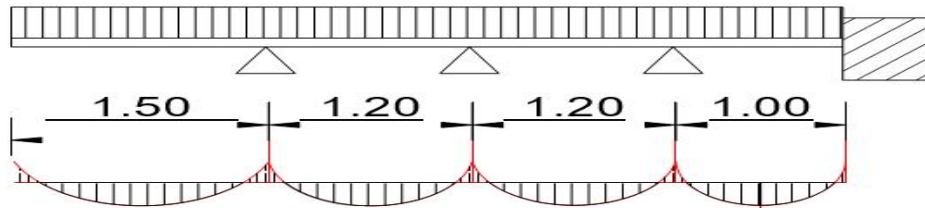
5. PENGARUH TEMPERATUR (ET)

Faktor beban ultimit : $K_{UET} = 1,20$

$\Delta T = (T_{\max} - T_{\min})/2 = 12,5000 \text{ } ^\circ\text{C}$
 Kuat tekan beton
 $f_c' = 30 \text{ MPa}$
 Koefisien muai akibat temp. untuk
 $f_c' = 30 \text{ MPa}$ $\alpha = 0,00001/^\circ\text{C}$
 Modulus elastisitas untuk $f_c' = 30 \text{ MPa}$ $E_c = 4700 * \sqrt{f_c'} = 25742,96793 \text{ MPa}$

Formasi pembebanan slab untuk mendapatkan momen maksimum pada bentang menerus dilakukan seperti pada gambar berdasarkan metode Persamaan Tiga Momen. Jumlah medan yang banyak dapat disederhanakan menjadi hanya 4 (empat) medan saja yang ditinjau.
 a. Akibat berat sendiri (Q_{MS})

6. MOMEN PADA SLAB LANTAI JEMBATAN

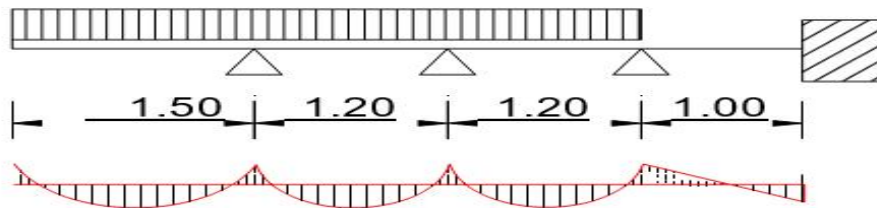


Gambar 4 : Nilai momen lapangan dan tumpuan akibat berat sendiri pada slab lantai jembatan

Berat sendiri,
 $Q_{MS} = 6,25 \text{ kN}$
 Jarak Gelagar, $S = 1,2 \text{ m}$
 Momen tumpuan maksimum,

$M_{MS}^T = 1/2 * Q_{MS} * S^2 = 4,500 \text{ kNm}$
 Momen lapangan maksimum,
 $M_{MS}^L = 1/4 * Q_{MS} * S^2 = 2,2500 \text{ kNm}$

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



Gambar 5 : Nilai momen lapangan dan tumpuan akibat beban mati tambahan pada slab lantai jembatan

Berat mati tambahan,
 $Q_{MA} = 1,33 \text{ kN}$
 Jarak Gelagar, $S = 1,40 \text{ m}$
 Momen tumpuan maksimum,
 $M_{MA}^T = 5/48 * Q_{MA} * S^2 = 1,623 \text{ kNm}$
 Momen lapangan maksimum,
 $M_{MA}^L = 5/96 * Q_{MA} * S^2 = 0,1818 \text{ kNm}$

d. Akibat beban angin (P_{EW})
 Beban kondisi ultimit,
 $P_{EW}^U = 6,9429 \text{ kN}$
 Jarak Gelagar, $S = 1,40 \text{ m}$
 Momen tumpuan maksimum,
 $M_{EW}^{TU} = 5/32 * P_{TT} * S = 6,0750 \text{ kNm}$
 Momen lapangan maksimum,
 $M_{EW}^{LU} = 5/32 * P_{TT} * S = 10,9350 \text{ kNm}$

c. Akibat beban Truk (P_{TT})
 Beban truk T, $P_{TT} = 146,25 \text{ kN}$
 Jarak Gelagar, $S = 1,40 \text{ m}$
 Momen tumpuan maksimum,
 $M_{TT}^T = 5/32 * P_{TT} * S = 31,9922 \text{ kNm}$
 Momen lapangan maksimum,
 $M_{TT}^L = 9/64 * P_{TT} * S = 28,7930 \text{ kNm}$

e. Akibat pengaruh temperatur (P_{ET})
 Ditinjau selebar, $b = 1,000 \text{ m}$
 Momen inertiia lantai beton,
 $I = 1/12 * b * h^3 = 1302083333,3 \text{ mm}^4$
 Koefisien muai akibat temp. untuk $f_c' = 29,05 \text{ MPa}$ $\alpha = 0,000010 / ^\circ\text{C}$
 Modulus elastisitas untuk $f_c' = 29,05 \text{ MPa}$
 $E_c = 4700 * \sqrt{f_c'} = 25742,96793 \text{ MPa}$

Tebal slab lantai jembatan, $t_s = h = 250$ mm

Momen tumpuan maksimum,
 $M_{ET}^T = 1/4 * \Delta T * \alpha * E * I / h = 4,1899$ kNm
Momen lapangan maksimum,

$$M_{ET}^L = 5/4 * \Delta T * \alpha * E * I / h = 20,9497 \text{ kNm}$$

f. Kombinasi Momen

f1). Rekapitulasi Momen Lapangan dan Tumpuan Pada Slab Lantai Jembatan

Tabel 7. Momen lapangan dan tumpuan slab lantai

No	Jenis Beban	Faktor Beban	Daya Layan	Keadaan Ultimit	Momen Lapangan	MomenTumpuan
1	Berat Sendiri	K_{MS}	1,00	1,30	2,2500	4,5000
2	Beban Mati Tambahan	K_{MA}	1,00	2,00	0,1818	1,6231
3	Beban Truk " T "	K_{TT}	1,00	1,80	28,7930	31,9922
4	Pengaruh Temperatur	K_{ET}	1,00	1,20	20,9497	4,1899
5	Beban Angin	K_{EW}	1,00	1,00	10,9350	6,0750

Sumber : Hasil Perhitungan

PEMBESIAN SLAB LANTAI JEMBATAN

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

TULANGAN LAPANGAN (Tulangan Lentur Positif)

Momen rencana lapangan :

$$M_u = 76,0656 \text{ kNm}$$

Mutu beton :

$K = 361,45$ Kuat tekan beton, $f_c' = 30,00$ MPa

Mutu baja : U - 40 Tegangan leleh baja, $f_y = 400$ MPa

Tebal slab lantai jembatan, $h = t_s = 250$ mm

Jarak tulangan antara sisi luar beton,

$$d' = 30 \text{ mm}$$

Modulus elastisitas baja, $E_s = 200000$ MPa

Faktor bentuk distribusi tegangan beton, $\beta_1 = 0,85$

$$\rho_b = \beta_1 * 0,85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0,032513$$

$$R_{max} = 0,75 * \rho_b * f_y * [1 - 1/2 * 0,75 * \rho_b * f_y / (0,85 * f_c')] = 7,88835 \text{ N/mm}^2$$

Faktor reduksi kekuatan lentur, $f = 0,80$

Momen rencana ultimit,

$$M_u = 76,0656 \text{ kNm}$$

Tebal efektif slab lantai jembatan,

$$d = h - d' = 220 \text{ mm}$$

Ditinjau beton selebar 1,00 m, $b = 1000$ mm

Momen nominal rencana,

$$M_n = M_u / f = 95,0821 \text{ kNm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = M_n * 106 / (b * d^2) = 1,9645 \text{ N/mm}^2$$

$R_n < R_{max}$ (OK)

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0,85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0,85 * f_c')}] = 0,004753$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = 25\% * (1,4 / f_y) = 0,000875$$

Rasio tulangan yang digunakan,

$$\rho = 0,004753$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho * b * d = 1045,689 \text{ mm}^2$$

Diameter tulangan yang digunakan,

$$D \text{ 32 mm}$$

Jarak tulangan yang diperlukan,

$$s = \pi/4 * D^2 * b / A_s = 769,108 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan, D 32 Jarak 150 mm

$$A_s = \pi/4 * D_2^2 * b / s = 5361,651 \text{ mm}^2$$

$A_s > A_s'$ (OK...!!)

Tulangan bagi / susut arah memanjang

diambil 50 % dari tulangan pokok,

$$A_s' = 50\% * A_s = 522,845 \text{ mm}^2$$

Diameter tulangan yang digunakan,

$$D \text{ 22 mm}$$

Jarak tulangan yang diperlukan,

$$s = \pi/4 * D^2 * b / A_s = 727,047 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan, D 22 Jarak 150 mm

$$A_s = \pi/4 * D^2 * b / s = 2534,218 \text{ mm}^2$$

$$A_s > A_s' \text{ (OK...!!)}$$

KONTROL LENDUTAN SLAB LANTAI JEMBATAN

Mutu beton :

K - 361,45 Kuat tekan beton, $f_c' = 30,00$ MPa

Mutu baja :

U - 40 Tegangan leleh baja, $f_y = 400$ MPa

Modulus elastisitas beton, $E_c = 4700 * \sqrt{f_c'}$
 $= 25742,97$ MPa

Modulus elastisitas baja, $E_s = 200000$ MPa

Tebal slab lantai jembatan, $h = t_s = 250$ mm

Jarak tulangan antara sisi luar beton, $d' = 30$ mm

Tebal efektif slab lantai jembatan, $d = h - d' = 220$ mm

Luas tulangan slab lantai jembatan, $A_s = 5361,651 \text{ mm}^2$

Panjang bentang slab, $L_x = 1,20 \text{ m} = 1200$ mm

Ditinjau slab selebar, $b = 1,00 \text{ m} = 1000$ mm

Beban terpusat truk, $P = P_{TT} = 146,250$ kN

Beban merata, $Q = P_{MS} + P_{MA} = 7,575$ kN/m

Lendutan total yang terjadi (δ_{tot}) harus $< L_x / 240 = 5,000$ mm

Inersia brutto penampang slab,

$$I_g = 1/12 * b * h^3 = 1302083333 \text{ mm}^4$$

Modulus keruntuhan lentur beton,

$$f_r = 0,7 * \sqrt{f_c'} = 3,834 \text{ MPa}$$

Nilai perbandingan modulus elastis,

$$n = E_s / E_c = 7,769$$

$$n * A_s = 41655,271 \text{ mm}^2$$

Jarak garis netral terhadap sisi beton atas,
 $c = n * A_s / b = 41,655$ mm

Inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton dihitung sbb :

$$I_{cr} = 1/3 * b * c^3 + n * A_s * (d - c)^2 = 1349015505 \text{ mm}^4$$

$$y_t = h/2 = 125 \text{ mm}$$

Momen retak,

$$M_{cr} = f_r * I_g / y_t = 39938115,13 \text{ Nm}$$

Momen maksimum akibat beban (tanpa beban faktor) :

$$M_a = 1/8 * Q * L_x^2 + 1/4 * P * L_x = 45,239 \text{ kNm}$$

$$M_a = 45238500 \text{ Nmm}$$

Inersia efektif untuk perhitungan lendutan,

$$I_e = (M_{cr} / M_a)^3 * I_g + [1 - (M_{cr} / M_a)^3] * I_{cr} = 1316722478 \text{ mm}^4$$

Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup,

$$Q = 7,575 \text{ Nmm} \quad P = 146250 \text{ N}$$

$$\delta_e = 5/384 * Q * L_x^4 / (E_c * I_e) + 1/48 * P * L_x^3 / (E_c * I_e) = 0,1614 \text{ mm}$$

Rasio tulangan slab lantai jembatan :

$$\rho = A_s / (b * d) = 0,0244$$

Faktor ketergantungan waktu untuk beban mati (jangka waktu > 5 tahun), nilai :

$$\delta = 2,0$$

$$\alpha = \delta / (1 + 50 * \rho) = 0,9015$$

Lendutan jangka panjang akibat rangkai dan susut :

$$\delta_g = \alpha * 5/384 * Q * L_x^4 / (E_c * I_e) = 0,0054 \text{ mm}$$

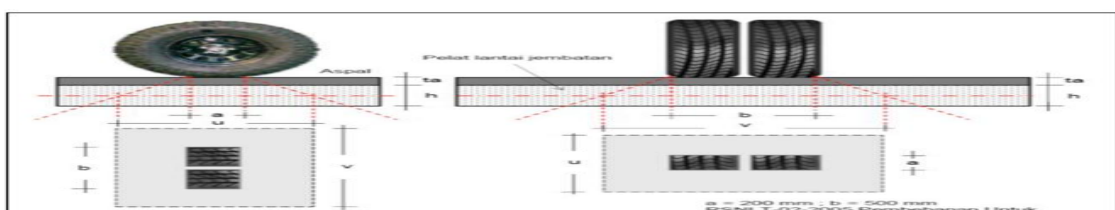
Lendutan total pada slab lantai jembatan :

$$L_x / 240 = 5,0000 \text{ mm}$$

$$\delta_{tot} = \delta_e + \delta_g = 0,1668 \text{ mm}$$

$$< L_x/240 \text{ (Aman)OK}$$

KONTROL TEGANGAN GESER



Gambar 6 : Bidang geser pons pada slab lantai jembatan

Mutu beton : K - 361,446 Kuat tekan beton,
 $f_c' = 30,00$ MPa
Tekanan gandar roda, $P_{TT} = 146,250$ kN
Faktor reduksi kekuatan geser, $\Phi = 0,70$
 $a = 200$ mm $b = 500$ mm
 $t_a = 50$ mm $t_s = h = 250$ mm
 $u = a + t_a + t_a + 1/2 * h + 1/2 * h = a + 2 * t_a + h = 550$ mm
 $v = b + t_a + t_a + 1/2 * h + 1/2 * h = b + 2 * t_a + h = 800$ mm
 $b' = 2 * u + 2 * v = 2700$ mm
Tebal efektif slab lantai jembatan, $d = h - d' = 220$ mm
Luas bidang geser, $A_{pons} = b' * d = 594000$ mm²
Kekuatan nominal slab lantai terhadap geser tanpa tulangan geser :
 $V_c = 1/6 * \sqrt{f_c'} * b' * d = 542,245$ kN
Kekuatan geser terfaktor,
 $V_u = \Phi * V_c = 379,572$ kN
> $P_{TT} = 146,250$ kN (Aman)

SIMPULAN

1. Kuat tekan beton slab lantai jembatan adalah $F_c'30$ MPa
2. Tegangan leleh baja yang digunakan adalah $F_y' 400$ MPa
3. Lendutan total pada slab lantai jembatan sebesar $0,1668$ mm
4. Kekuatan geser terfaktor sebesar $379,572$ kN

DAFTAR PUSTAKA

- Gumilar , M. Sang., , Edrizky, M. Ridho., (2017). Analisa Struktur Atas (Upper Structure) Jembatan Kaburejo Kota Pagar Alam. Jurnal Ilmiah Bering's, 04 (01) : 36-43.
- Kare, Rando R.V., Arsjad ,Tisano Tj., Malingkas, Grace Y., (2022). Metode Pelaksanaan Konstruksi Abutment Pada Jembatan Sosongan Tumpaan. TEKNO, 20 (82) : 1091- 1102
- Prasetyo, Sandika Tri., Priskasari, Ester., (2021), perencanaan Struktur Bawah (Abutment) Pada Pembangunan Jembatan Petak, Kabupaten Nganjuk. Jurnal GELAGAR,,3 (1)
- Rachman, Damas Aditya., Hendrayana,Yayat. (2019). Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Bawah Jembatan cihieum Kecamatan Lemahsugih Kabupaten Majalengka. Seminar Teknologi Majalengka
- Ramadhan, Pebi Mahar, Anwar, Saihul., (2022). Analisis Manajemen Konstruksi Pada Jembatan Cikeusal. Jurnal Konstruksi dan Infrastruktur, (1): 1-6. SNI 1725:2016. Pembebanan Untuk Jembatan. Badan Standarisasi Nasional
- Zakina, Nina., Badaruddin., Purnama, Ady., (2022). Perencanaan Struktur Atas Jembatan Komposit Di Desa Gontar. Jurnal SainTekA, 3 (2):26-32.