

## PERENCANAAN ULANG STRUKTUR JEMBATAN BETON BERTULANG KECAMATAN JABUNG KABUPATEN MALANG

Agum Gumelar<sup>1,\*</sup>, Akhmad Suryadi<sup>2</sup>, Taufiq Rochman<sup>3</sup>

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang<sup>2</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang<sup>3</sup>

Email: [agum.gumelar12@gmail.com](mailto:agum.gumelar12@gmail.com), [akhmad.suryadi@polinema.ac.id](mailto:akhmad.suryadi@polinema.ac.id), [taufiq.rochman@polinema.ac.id](mailto:taufiq.rochman@polinema.ac.id)

### ABSTRAK

Jembatan Umpak yang berada di Kecamatan Jabung Kabupaten Malang merupakan akses alternatif ke Kecamatan Singosari. Meningkatnya daerah wisata di Kabupaten Malang semakin meningkatnya kendaraan yang melintasi Jembatan Umpak, maka perlu dilaksanakan perencanaan pada struktur Jembatan Umpak. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang ulang struktur jembatan beton bertulang kecamatan Jabung Kabupaten Malang. Data yang dibutuhkan adalah peta lokasi jembatan beton bertulang, data gambar gambar jembatan sebelumnya untuk merencanakan dimensi ulang jembatan, data sudut geser dalam tanah, serta data berat jenis tanah untuk menghitung stabilitas abutment terhadap geser, guling, dan daya dukung tanah. Hasil menunjukkan dimensi dari tiang sandaran 0,15 meter x 0,20 meter, menggunakan pipa diameter 3 inchi tulangan yang digunakan 4 D10, sengkang Ø8-200. Gelagar utama memiliki dimensi 0,50 meter x 1,00 meter memakai tulangan utama tarik 7 D36, tulangan tekan 5 D36, serta Sengkang Ø8-200, pada perhitungan abutment didapat dimensi, kepala abutment 0,50 meter x 1,00 meter menggunakan badan abutment 1,00 meter x 3,00 meter dan kaki abutment 4,75 m x 1,00 . wingwall sumbu y menggunakan tulangan tekan D40 – 100, dan tulangan lentur D18 – 150, pada sumbu x tulangan tekan D40 – 100, dan tulangan lentur D18 – 150, serta kontrol, abutment memiliki nilai stabilitas geser 2,73 lebih besar dari angka keamanan yang ditentukan 1,5, abutment aman terhadap geser, nilai stabilitas guling 4,33 lebih besar dari angka keamanan yang ditentukan 2, abutment aman terhadap guling, abutment memiliki nilai stabilitas daya dukung tanah 15,52 lebih besar dari angka keamanan yang ditentukan 3, abutment aman terhadap daya dukung tanah.

**Kata kunci** : perencanaan ulang; jembatan beton bertulang; dimensi tulangan; stabilitas abutment

### ABSTRACT

*Umpak Bridge which is located in Jabung District, Malang Regency is an alternative access to Singosari. The increase in tourist areas in Malang Regency is increasing the number of vehicles the Umpak Bridge, it is necessary to carry out planning on the structure of the Umpak Bridge. The purpose of this research is to redesign the reinforced concrete bridge structure in the Jabung sub-district, Malang Regency. The data needed is a map location of reinforced concrete bridges, previous bridge drawing data to plan bridge dimensions, shear angle data in the soil, and soil density data to calculate abutment stability against shearing, overturning, and soil bearing capacity. The result showed that the dimensions of the backrest are 0.15 meters x 0.20 meters, using a 3 inch diameter pipe of reinforcement used 4 D10, stirrups 8-200. The main girder has dimensions of 0.50 meters x 1.00 meters using 7 D36 tensile main reinforcement, 5 D36 compression reinforcement, and 8-200 stirrups, in the abutment calculation the dimensions are obtained, the abutment head is 0.50 meters x 1.00 meters using the abutment body is 1.00 meters x 3.00 meters and the abutment feet are 4.75 m x 1.00 on the y axis wingwall using compression reinforcement D40 – 100, and flexural reinforcement D18 – 150, on the x axis compressive reinforcement D40 – 100, and flexural reinforcement D18 – 150, as well as control, the abutment has a shear stability value of 2.73 which is greater than the specified safety number 1.5, the abutment is safe against shear, the rolling stability value is 4.33 greater than the specified safety value 2, the abutment is safe against overturning, the abutment has a bearing capacity stability value. the soil is 15.52 greater than the specified safety number 3, the abutment is safe against the bearing capacity of the soil.*

**Keywords** : redesign; reinforced concrete bridge; reinforcement dimension; abutment stability

## 1. PENDAHULUAN

Jembatan merupakan salah satu bagian pelengkap jalan yang mempunyai fungsi penting bagi masyarakat. Terbangunnya infrastruktur jembatan dapat mempermudah akses transportasi warga sekitar dan dapat meningkatkan ekonomi. Proyek pembangunan jembatan semakin ditingkatkan guna mengimbangi pergerakan masyarakat yang selalu mengalami perpindahan dari satu tempat ke tempat lain..

Jembatan Umpak yang berada di Kecamatan Jabung Kabupaten Malang merupakan akses alternatif ke Kecamatan Singosari, untuk yg dari arah singosari merupakan jalan alternatif ke arah kota Pasuruan. Dengan pertumbuhan transportasi yang semakin erat kaitannya dengan pembangunan, berupa pembangunan jembatan yang berfungsi sebagai memperlancar arus kendaraan sehingga tercipta efisiensi waktu dan kenyamanan pengendara. Dikarenakan jembatan yang berada di Umpak tidak layak dengan lebar jembatan 4,5 m sedangkan kendaraan yang melintasi jembatan tersebut semakin banyak maka diperlukannya perencanaan yang sesuai dengan kondisi sekarang direncanakan dengan menambah lebar jembatan 2,5 meter dengan total lebar 7 meter, dan masuk kelas II dengan beban maksimal 10 ton, dan umur rencana 50 tahun. Jembatan seharusnya memenuhi 2 keadaan yaitu keadaan batas ultimit dan keadaan batas layan. Pada laporan akhir ini saya berfokus pada batas ultimit untuk meningkatkan kekuatan pada jembatan. Dengan meningkatnya daerah wisata di Kabupaten Malang sehingga semakin meningkatnya kendaraan yang melintasi Jembatan Umpak, maka perlu dilaksanakan perencanaan pada struktur Jembatan Umpak agar pengendara yang melintasi jembatan tersebut merasa nyaman.

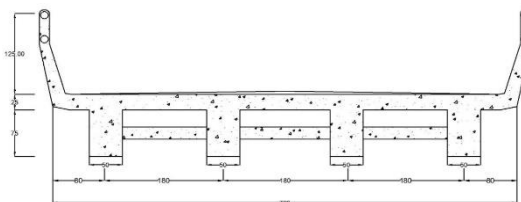
Hal ini didukung oleh penelitian. Tamba, Yanti, & Megasari (2017), Jembatan yang terletak di perumahan Jondul Kecamatan Limapuluh Kota Pekanbaru ini dibangun pada tahun 1993 merupakan akses penghubung bagi pejalan kaki maupun alat transportasi. Jembatan ini terbuat dari material kayu. Kondisi struktur jembatan kini telah rubuh dan membutuhkan pembangunan kembali. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk merencanakan struktur atas jembatan dengan metode beton bertulangan, bentang jembatan 20 meter dengan lebar 7 meter. Perencanaan struktur terdiri dari tiang sandaran, trotoar, pelat lantai kendaraan, gelagar dan balok diafragma. Perhitungan struktur jembatan mengacu pada RSNI T-12-2004 (Standar Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan) dan RSNI T-02-2005 (Standar Perencanaan Pembebanan Jembatan). Perhitungan gaya dalam dihitung secara manual menggunakan analisa struktur. Berdasarkan analisa dan perhitungan pada struktur atas jembatan diperoleh hasil perencanaan tiang sandaran direncanakan dengan dimensi 10 cm x 15 cm menggunakan tulangan 2D10, trotoar direncanakan tebal 20 cm menggunakan tulangan D13-140, pelat lantai kendaraan direncanakan tebal 20 cm menggunakan tulangan D13-130, gelagar direncanakan dengan dimensi 60 cm x 125 cm menggunakan tulangan

12D40, balok diafragma direncanakan dengan dimensi 30 cm x 50 cm menggunakan tulangan 4D16.

Pada kajian ini mengambil judul “Perencanaan Ulang Struktur Jembatan Beton Bertulang Kecamatan Jabung Kabupaten Malang” yang akan direncanakan Perhitungan struktur atas dan bawah jembatan, dan Gambar rencana. Perencanaan struktur jembatan beton bertulang mengacu pada Surat Edaran Ditjen Bina Marga No. 05/SE/Db/2017 Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan, sedangkan untuk pembebanan berdasarkan pada SNI 1725-2016 Standart Pembebanan untuk Jembatan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui analisa dimensi tulangan pada tiang sandaran, plat , diafragma, dan Balok, Analisa dimensi tulangan abutment dan kontrol terhadap guling, geser pada abutment Jembatan Beton Bertulang Kecamatan Jabung Kabupaten Malang.

## 2. METODE

Jembatan Beton Bertulang adalah jembatan yang terletak di Desa Jabung Kecamatan Jabung Kabupaten Malang. Konstruksi perencanaan Jembatan Beton bertulang menggunakan beton bertulang yang masuk dalam kelas II dan mempunyai panjang jembatan 16 m dan lebar 7 m.



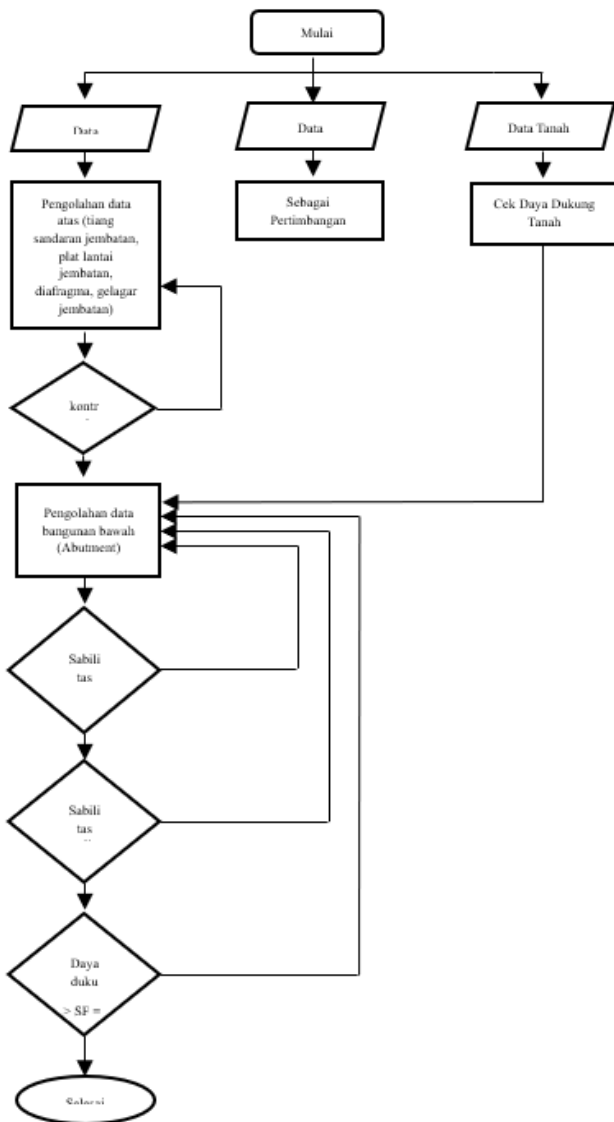
Gambar 1. Potongan Melintang

### Data Perencanaan Jembatan

- a. Data Topografi
  - Panjang Jembatan : 16meter
  - Lebar Jembatan : 7 meter
- b. Data Umum
  - Kelas Jembatan : II (dua)
  - Umur Rencana : 25 tahun
- c. Data Teknis
  - Bentang Jembatan: 16 meter
  - Lebar lantai kendaraan: 7 meter
  - Jarak antar gelagar: 1,80 meter
  - Tebal plat lantai kendaraan : 0.25 meter
  - Lebar trotoar: -
  - Tebal trotoar: -
  - Tipe gelagar: 0.50 x 1.00 meter
  - Tipe diafragma: 0.30 x 0.50 meter
  - Pipa sandaran: Ø3”
  - Dimensi tiang sandaran: 0.15 x 0.2 meter
  - Tebal aspal: 0,05 meter
  - Tebal overlay: 0,05 meter
  - Tinggi genangan air : 0,05 meter
- d. Data Spesifik
  - Lantai Jembatan
    - Tebal aspal (perkerasan) ta = 50 mm

Jarak as ke as girder	L = 1.800 mm	Bentang Jembatan L	: 1600 cm
Panjang efektif bentang	S = 16.000 mm	Lebar Total Jembatan (B)	: 700 cm
Tebal slab lantai jembatan	$t_s = 250$ mm	Jumlah Girder (N)	: 4 cm
Mutu beton	$f'_c = 30$ MPa	Tebal Pelat Lantai Kendaraan	: 25 cm
Modulus elastisitas baja	$E_s = 200.000$ MPa	Tebal Lapisan Aspal	: 5 cm
Kuat leleh tulangan utama	$f_y = 400$ MPa	Tinggi Genangan Air	: 5 cm
Kuat leleh tulangan transversal	$f_y = 370$ MPa	Jarak Antar Grider	: 180 cm
Beton bertulang	$\gamma_b = 24$ kN/m <sup>3</sup>	Jarak Antar Diafragma	: 308 cm
Berat jenis aspal	$\gamma_a = 22$ kN/m <sup>3</sup>	Penampang Gelagar	: 50 x 100 cm
Berat jenis air	$\gamma_a = 9,8$ kN/m <sup>3</sup>	Diafragma	: 30 x 50 cm
Berat jenis baja	$\gamma_b = 78,5$ kN/m <sup>3</sup>		

**Diagram Alir**



Gambar 2. Diagram Alir

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. Perencanaan Bangunan Atas Jembatan
  - a. Jenis Jembatan :Jembatan Gelagar Beton Bertulang
  - b. Data Kontruksi Jembatan :

c. Bahan Struktur

Mutu Beton  $f'_c = 30$ MPa  
 Mutu baja  $f_y = 400$ MPa  
 $\gamma_{beton} = 2,4$  t/m<sup>3</sup> = 2400 kg/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_{aspal} = 2,2$  t/m<sup>3</sup> = 2245 kg/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_{air} = 1$  t/m<sup>3</sup> = 1000 kg/m<sup>3</sup>

2. Perhitungan Struktur Atas Jembatan

a. Perencanaan Tiang Sandaran

1) Perhitungan Pipa Sandaran

Berat sendiri pipa = 7,13 Kg/m  
 Gaya horizontal = 100 Kg/m

$$R = \sqrt{1,2V^2 + 1,6H^2} =$$

$$\sqrt{(1,2 \times 7,13^2) + (1,6 \times 100^2)} = 100,25 \text{ kg/m}$$

Momen yang terjadi pada pipa sandaran :

$$M_u = 1/8 \times R \times L^2_{sandaran} = 1/8 \times 100,25 \times 2^2 = 50,125 \text{ kg..m} = 5012,5 \text{ kg.cm}$$

Geser yang terjadi pada pipa sandaran :

$$D = 1/2 \times R \times L_{sandaran} = 1/2 \times 100,25 \times 2 = 100,25 \text{ kg}$$

Kontrol terhadap bahan dan teggangan yang terjadi pada pipa sandaran, Kontrol terhadap Momen.

$$\sigma_{ijinbaja} = \frac{2400}{1,5} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_u < \sigma_{ijin}$$

$$435,869 \text{ kg / cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2, \text{ OK}$$

Pipa berdiameter 76,3 mm (3 inchi) dapat digunakan sebagai pipa sandaran jembatan.

2) Pembebanan Sandaran Jembatan

$$P = q \times L = 100 \times 2 = 200 \text{ kg}$$

$$M = P \times H = 200 \times 125 = 25000 \text{ Kg.cm}$$

$$M_u = 1,8 \times 25000 \text{ Kg.cm} = 45000 \text{ kg.cm} = 4500000 \text{ N.mm}$$

$$D = P = 200 \text{ Kg}$$

3) Penulangan Tiang Sandaran

$$\text{Tinggi efektif } h = 20 - 4 - 1/2 \times 1 - 0,8 = 14,7 \text{ m}$$

$$b = 15 \text{ cm}$$

Batas rasio tulangan adalah  $\rho_{min} = 0,0035$

$$\text{Luas tulangan utama : } A_s = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0035 \times 300 \times 264 = 277,2 \text{ mm}^2$$

Digunakan 4D10 (285 mm<sup>2</sup>)

Perhitungan Tulangan Bagi :

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d = \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 150 \times 264 = 72.299,38 \text{ N}$$

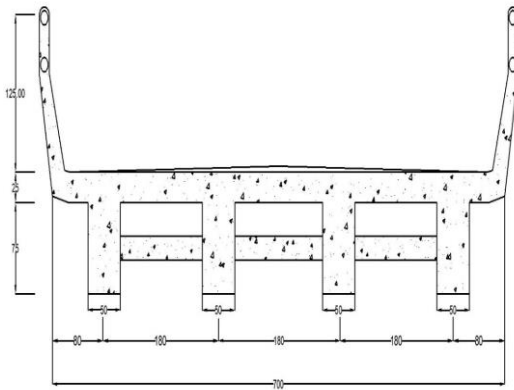
$$\phi V_c = 0,7 \times 72.299,38 = 103.284,83 \text{ N}$$

$$V_u = P/2 = 200/2 = 100 \text{ kg} = 1000 \text{ N}$$

$$V_n = V_u / \phi = 1000 / 0,7 = 1418,57 \text{ N} < V_c$$

$$V_u \leq \phi V_c, \text{ sehingga digunakan sengkang praktis } \emptyset 8-200 \text{ (357 mm}^2\text{)}$$

b. Perencanaan Lantai Kendaraan



Gambar 3. Letak lantai kendaraan pada penampang jembatan

1) Beban beban yang bekerja pada lantai kendaraan  
Menurut SNI 1725:2016 beban yang bekerja pada plat lantai sebagai berikut:

a) Beban mati tetap (MS)  
Ditinjau setiap 1 (satu) meter  
Faktor beban ultimate 1,3  
Berat sendiri plat lantai

$$\gamma^S_{MS} = t_{slab} \times 1 \times B_{J \text{ beton}}$$

$$= 0,25 \times 1 \times 2400 = 600 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban ultimate} \times 1,3 \gamma^u_{MS} = 1,3 \times 600 = 780 \text{ kg/m}^2$$

Mtump : 157,14 kg.m  
Mlap : 85,86 kg.m  
Mtump kantilever : 192 kg.m

b) Beban mati Tambahan (MA)

Aspal = taspal  $\times$  1  $\times$  B<sub>jaspal</sub>  
= 0,05  $\times$  1  $\times$  2200 = 110 kg/m<sup>2</sup>

Air hujan = t<sub>air</sub>  $\times$  1  $\times$  B<sub>jair</sub> = 0,05  $\times$  1  $\times$  1000 = 50 kg/m<sup>2</sup>

$$\text{Total } \gamma^S_{MA} = 160 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban ultimate} \times 2 \gamma^u_{MA} = 2 \times 160 = 320 \text{ kg/m}^2$$

Mtump : 41.9 kg.m  
Mlap : 22.9 kg.m  
Mtump kantilever: 51.2 kg.m

c) Beban Truk "T"

Menurut Peraturan pembebanan SNI 1725:2016 plat lantai harus diperhitungkan terhadap beban trailer yang disebut sebagai beban T, seperti ditunjukkan dibawah:  
Beban roda "T" (TT)

$$\text{Faktor beban} = \text{Layanan } \gamma^S_{TT} = 1,0$$

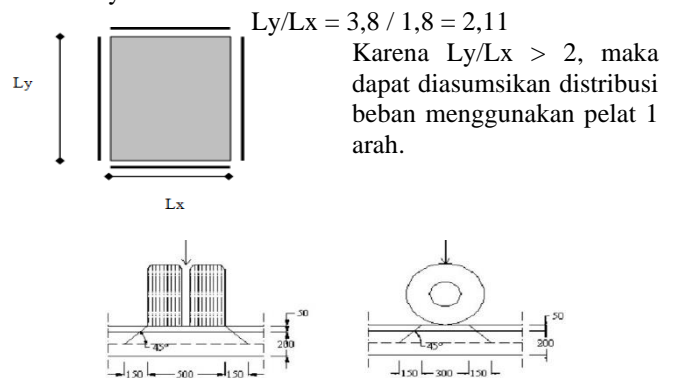
$$\text{Ultimate } \gamma^u_{TT} = 1,8$$

Panjang Jembatan 16 m

Beban truk roda ganda 112,5 kN

Jarak antar girder (s) 1,8 m

Diasumsikan pelat lantai jembatan menumpu pada girder (di kedua sisinya) pada arah Lx dan menumpu pada diafragma di arah Ly.



Gambar 4. Penyebaran Beban Truk (SNI 1725:2016)

$$\text{Beban } T = 112,5 \times 100 = 1111250 \text{ kg}$$

Maka :

$$q = \frac{\text{beban } T \times 1 \text{ meter}}{\text{Luas penyebaran beban}}$$

$$= \frac{11250 \times 1}{0,8 \times 0,6} = 23437,5 \text{ kg/m}$$

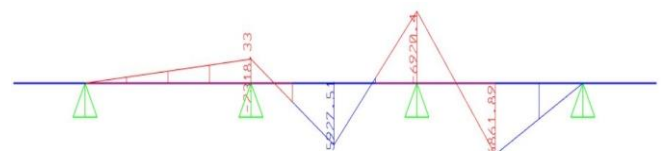
Beban berfaktor  $\gamma^u$

$$\gamma^u = \gamma^u_{TT} \times q = 1,80 \times 23437,5 = 42187,5$$

Skema pembebanan pada beban T diasumsikan 2 kondisi untuk mendapatkan kondisi maksimum. Adapun kondisi – kondisi tersebut akan dijelaskan sebagai berikut :

Kondisi 1

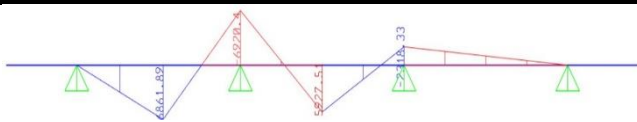
Salah satu beban roda berada di tengah – tengah plat dan truk berada di sebelah kanan.



Gambar 5. Penyebaran Beban Truk Kondisi 1

Kondisi 2

Salah satu beban roda berada di tengah – tengah plat dan truk berada di sebelah kiri



Gambar 6. Penyebaran Beban Truk Kondisi 2

Mtumpuan = 6920,40 kg.m  
 Mlapangan = 6861,89 kg.m

d) Beban Angin (EW)

Koefisien seret (Cw)=1,2 Kecepatan angin rencana

Nilai Cw dan Vw didapat dari SNI 1725:2016.

Maka beban angin tambahan yang mengenai kendaraan dari samping:  $T_{EW} = 0,0012 \times Cw \times Vw^2$

$$= 0,0012 \times 1,25 \times 30^2$$

$$= 1,35 \text{ kN} = 135 \text{ Kg}$$

Untuk bidang vertical yang ditiup angin merupakan bidang samping kendaraan. Tinggi 2,00 m diatas permukaan lantai jembatan h = 2,00 m

Jarak antar roda kendaraan (truk) x = 1,75 m

x = 1,75 m Jadi, transfer beban angin ke lantai jembatan ( $P_{EW}$ ):

$$P_{EW} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{h}{x}\right) \times T_{ew} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{2}{1,75}\right) \times$$

$$135 = 77,14 \text{ Kg}$$

$$P_{uew} = 1,2 \times P_{ew} = 1,2 \times 77,14 = 92,75 \text{ Kg}$$

Dari Analisa data diatas didapatkan data2 sebagai berikut :

Tabel 1. Kombinasi Momen Tumpuan Kondisi 1

No.	Beban	Simbol	Kombinasi			
			1	2	3	4
1	Beban Mati	MS	204.28	204.28	204.28	204.28
2	Beban Mati Tambahan	MA	83.80	83.80	83.80	83.80
3	Beban Truk "T"	TT	12.456.72	6.920.40	6.920.40	-
4	Beban Angin	EW	10.88	13.06	10.88	10.88
Total			12,755.68	7,221.54	7,219.36	298.96

Tabel 2. Kombinasi Momen Lapangan Kondisi 1

No.	Beban	Simbol	Kombinasi			
			1	2	3	4
1	Beban Mati	MS	111.62	111.62	111.62	111.62
2	Beban Mati Tambahan	MA	45.80	45.80	45.80	45.80
3	Beban Truk "T"	TT	12.351.40	6.861.89	6.861.89	-
4	Beban Angin	EW	24.63	29.56	24.63	24.63
Total			12,533,45	7,048,86	7,043,94	182,05

Tabel 3. Kombinasi Momen Tumpuan Kondisi 2

No.	Beban	Simbol	Kombinasi			
			1	2	3	4
1	Beban Mati	MS	204.28	204.28	204.28	204.28
2	Beban Mati Tambahan	MA	83.80	83.80	83.80	83.80
3	Beban Truk "T"	TT	12.456.72	6.920.40	6.920.40	-
4	Beban Angin	EW	12.50	15.00	12.50	12.50
Total			12.757.30	7,223.48	7,220.98	300.58

Tabel 4. Kombinasi Momen Lapangan Kondisi 2

No.	Beban	Simbol	Kombinasi			
			1	2	3	4
1	Beban Mati	MS	111.62	111.62	111.62	111.62
2	Beban Mati Tambahan	MA	45.80	45.80	45.80	45.80
3	Beban Truk "T"	TT	12.351.40	6.861.89	6.861.89	-
4	Beban Angin	EW	28,46	34,15	28,46	28,46

No.	Beban	Simbol	Kombinasi			
			1	2	3	4
	Total		12,537.28	7,053.46	7,047.77	185.88

No.	Kondisi	Tumpuan	Lapangan
1	Kondisi 1	27,495.54	26,808.30
2	Kondisi 2	27,502.35	26,824.39

Dari data pada tabel di atas diperoleh :

Momen Tumpuan Max = 27502,35 kg.m  
 Momen Lapangan Max = 26808,30 kg.m

e) Penulangan Plat Lantai Jembatan

Penulangan pada tumpuan

Mu = 27502,35 kg.m

Ø = 0,8

β1 = 0,85

fy = 400 MPa

Tinggi efektif d = 250 – 30 – 8 = 212 mm

Lebar b = 1000 mm

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

Rasio tulangan yang dapat digunakan :  
 $\rho_{perlu} > \rho_{min}$

Maka digunakan

$$\rho_{perlu} = 0,023$$

Luas tulangan As = ρ × b × d

$$= 0,023 \times 1000 \times 212 = 4876 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D25 – 100 ( As = 4909 mm<sup>2</sup>)

Menghitung Tulangan bagi/susut

$$As^{\circ} = 0,002 \times b \times h$$

$$= 0,002 \times 1000 \times 250 = 500 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan tulangan D16 – 300 (As = 670 mm<sup>2</sup>)

Penulangan pada lapangan

Mu = 26808,30 kg.m Ø = 0,8

β1 = 0,85 fy = 400

Tinggi efektif d = 250 – 30 – 8 = 212 mm

Lebar b = 1000 mm

Momen nominal rencana

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{26808,30}{0,8} = 33510,38 \text{ kg.m}$$

Faktor tahanan momen

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{335103800}{1000 \cdot 212^2} = 7,456 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

Rasio tulangan yang dapat digunakan :  
 $\rho_{perlu} > \rho_{min}$

Maka digunakan  $\rho_{perlu} = 0,0227$

Luas tulangan As = ρ × b × d

$$= 0,0227 \times 1000 \times 212 = 4806 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D25 – 100 ( As = 4909 mm<sup>2</sup>)

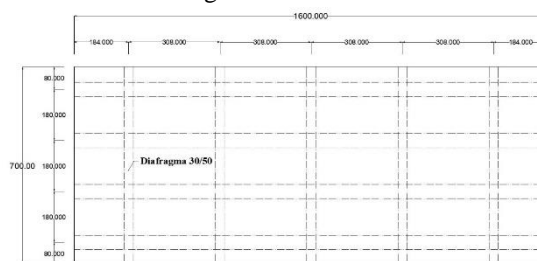
Menghitung Tulangan bagi/susut

$$As^{\circ} = 0,002 \times b \times h$$

$$= 0,002 \times 1000 \times 250 = 500 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan tulangan D16– 300 (As = 670 mm<sup>2</sup>)

c. Perencanaan Diafragma



Gambar 6. Denah Jembatan

1) Pembedahan pada diafragma

Pelat = hpelat × 0,5 × bpelat × beton

$$= 0,25 \times 0,5 \times 1,8 \times 2400 = 540 \text{ kg/m'}$$

Beban merata pada diafragma qDL =  $\frac{(360+1080)}{1,8} =$

600 kg/m'

Pelat 1,3 × qDL =

$$1,3 \times 600 = 780 \text{ kg/m'}$$

Tinggi efektif d = Hdiafragma – d' – (0,5 = 500 – 30 – 8 =

462 mm, Lebar b = 300 mm

$$\rho_{min} = 0,0035$$

Luas tulangan As = ρ × b × d

$$= 0,0035 \times 300 \times 462 = 485,1 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan 3 D16 (As' = 603 mm<sup>2</sup>)

Luas tulangan tekan As' = ½ × As

$$= \frac{1}{2} \times 485,1 = 242,55 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan 3 D16 (As' = 603 mm<sup>2</sup>)

a) Momen pada Diafragma

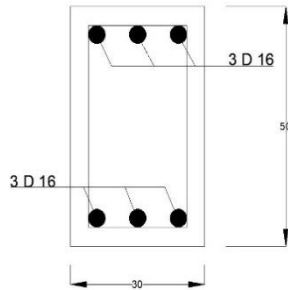
Mu = 243 kg.m, Ø = 0,8, β1 = 0,85

Perhitungan Sengkang

$$Vc = \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d = \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 300 \times 462 = 126523,9 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}\phi V_c &= 126523,9 \times 0,7 = 88566,74 \text{ kg} \\ 0,5\phi V_c &= 0,5 \times 88566,74 = 44283,37 \text{ kg} \\ V_n &= \frac{V_u}{\phi} = \frac{972}{0,7} \\ &= 1388,571 \text{ Kg} < \phi V\end{aligned}$$

$V_u < \phi V_c$ , sehingga menggunakan Sengkang praktis  $\emptyset 8 - 200$  ( $357 \text{ mm}^2$ )



Gambar 7. Penulangan Diafragma

b) Momen Tumpuan

$$M_u = 157,95 \text{ kg.m}, \emptyset = 0,8, \beta_1 = 0,85$$

Perhitungan Sengkang

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 300 \times 462 = 126523,9 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 126523,9 \times 0,7 = 88566,74 \text{ kg}$$

$$0,5\phi V_c = 0,5 \times 88566,74 = 44283,37 \text{ kg}$$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{972}{0,7} = 1388,571 \text{ Kg} < \phi V_c$$

$V_u < \phi V_c$ , sehingga menggunakan sengkang praktis  $\emptyset 8 - 200$  ( $357 \text{ mm}^2$ ).

c) Momen Lapangan

$$M_u = 252,72 \text{ kg.m}, \emptyset = 0,8, \beta_1 = 0,85$$

Perhitungan Sengkang

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 300 \times 462 = 126523,9 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 126523,9 \times 0,7 = 88566,74 \text{ kg}$$

$$0,5\phi V_c = 0,5 \times 88566,74 = 44283,37 \text{ kg}$$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{972}{0,7} = 1388,571 \text{ Kg} < \phi V_c$$

$V_u < \phi V_c$  sehingga menggunakan sengkang praktis  $\emptyset 8 - 200$  ( $357 \text{ mm}^2$ )

d. Perencanaan Gelagar

1) Beban Mati Tetap (MS)

Faktor beban ultimit (SNI 1725: 2016)

$$\begin{aligned}\text{Balok} &= h_{\text{balok}} \times b_{\text{balok}} \times \gamma_{\text{beton}} = 0,75 \times 0,5 \times 2400 \\ &= 900 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pelat} &= h_{\text{pelat}} \times b_{\text{pelat}} \times \gamma_{\text{beton}} = 0,25 \times 1,8 \times 2400 \\ &= 1080 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$q_{\text{total}} = 1980 \text{ kg/m}^3$$

$$V = \frac{q \times L}{2} = \frac{1980 \times 16}{2} = 14400 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned}M &= \frac{1}{8} \times q \times L^2 = \frac{1}{8} \times 1980 \times 16^2 = \\ &63360 \text{ Kg.m (bentang 16 m)}\end{aligned}$$

2) Beban Mati Tambahan (MA)

Beban mati tambahan meliputi aspal ditambah dengan overlay dan air hujan (SNI 1725:2016). Faktor beban ultimit: (SNI 1725:2016).

$$\text{Air hujan} = t_{\text{air}} \times L_{\text{air}} \times \gamma_{\text{air}} = 0,05 \times 1,5 \times 1000 = 75 \text{ kg/m}$$

$$\text{Aspal} = t_{\text{aspal}} \times L_{\text{aspal}} \times \gamma_{\text{campuran}} = 0,05 \times 1,5 \times 2245 = 168,38 \text{ kg/m}$$

Total  $q$  (air hujan + aspal)

$$\begin{aligned}q_{\text{total}} &= 75 + 168,38 = 243,38 \text{ kg/m} \\ V &= \frac{q \times L}{2} = \frac{243,38 \times 16}{2} = 1947,04\end{aligned}$$

Kg

$$M = 7788,16 \text{ kg.m}$$

3) Akibat Beban Hidup Lajur (TD)

FBD 0.4 untuk  $L \leq 50 \text{ m}$

FBD 0.4 - 0.0025\*(L - 50) untuk  $50 < L < 90 \text{ m}$

FBD 0.3 untuk  $L \geq 90 \text{ m}$  Karena  $L = 16 \text{ m}$ , maka nilai FBD = 0,40. Karena lebar jalur kendaraan jembatan lebih dari 5,5 m, maka beban "D" harus ditempatkan pada seluruh jalur dengan intensitas 100 % (SNI 1725:2016).

$$M_{\text{max}} = 15600 \text{ kg.m}$$

$$D_{\text{max}} = 39200 \text{ kg}$$

4) Gaya Rem (TB)

Beban merata ada balok ( $q$ )  $T_q = 471,273 \text{ kg/m}$

Beban garis ( $P$ )  $T_p = 160,364 \text{ kg}$

$$\begin{aligned}\text{Gaya Rem } T_{\text{TB}} &= T_q + T_p = 471,273 + 160,364 \\ &= 631,636 \text{ kg}\end{aligned}$$

Jarak antara titik tengah beban ke garis netral balok ( $y$ ) adalah :  $Y = 1,8 + (1,30/2) = 2,45 \text{ m}$

Momen yang terjadi

$$M = (T_p \times y) + (T_q \times y)$$

$$= (160,364 \times 2,45) + (471,273 \times 2,45) = 1547,509 \text{ kg.m}$$

$$V = \frac{M}{L} = \frac{1547,509}{16} = 96,719 \text{ Kg}$$

5) Akibat Beban Angin (EW)

Koefisien seret ( $C_w$ ) = 1,25 Kecepatan angin rencana

( $V_w$ ) = 30 m/s

Nilai  $C_w$  dan  $V_w$  didapat dari tabel pada RSNI T-02-2005.

Maka beban angin tambahan yang mengenai kendaraan dari samping:

$$\begin{aligned}\text{TEW} &= 0,0012 \times C_w \times V_w^2 = 0,0012 \times 1,25 \times \\ &30 = 1,35 \text{ kN} = 135 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Untuk bidang vertical yang ditiup angin merupakan bidang samping kendaraan.

Tinggi 2,00 m diatas permukaan lantai jembatan

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

Jarak antar roda kendaraan (truk)  $x = 1,75 \text{ m}$  Jadi,

transfer beban angin ke lantai jembatan (PEW)

$$\begin{aligned}\text{PEW} &= \frac{1}{2} \times \left(\frac{h}{x}\right) \times \text{TEW} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{2}{1,75}\right) \times 135 = \\ &= 77,143 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$M = \frac{1}{4} \times \text{PEW} \times L = \frac{1}{4} \times 77,14 \times 16 =$$

$$308,571 \text{ Kg.m } V = \frac{1}{2} \times \text{PEW} = \frac{1}{2} \times 77,14 =$$

$$38,571 \text{ Kg}$$

6) Kombinasi Beban

Tabel 5. Kombinasi Gaya Geser

No.	Beban	Kombinasi				
		1	2	3	4	5
1	Mati tetap	411184.000	411184.000	411184.000	411184.000	411184.000
2	Mati tambahan	3894.080	3894.080	3894.080	3894.080	3894.080
3	Lajur	70560.000	39200.000	39200.000	39200.000	0.000
4	Rem	174.094	96.719	96.719	96.719	0.000
5	Angin	38.571	0.000	38.571	46.285	38.571
Total		115850.745	84374.799	84413.370	84421.084	45116.651

Tabel 6. Kombinasi Momen

No.	Beban	Kombinasi				
		1	2	3	4	5
1	Mati tetap	82368.000	82368.000	82368.000	82368.000	82368.000
2	Mati tambahan	15576.320	15576.3200	15576.320	15576.320	15576.320
3	Lajur	208080.000	208080.000	15600.000	15600.000	0.000
4	Rem	2785.516	1547.509	1547.509	1547.509	0.000
5	Angin	308.571	0.000	308571	370.285	308.571
Total		129118.407	115091.829	115400.400	115462.114	98252.891

Berdasarkan Tabel diatas diperoleh:

Gaya geser maksimum = 93386,745 kg

Gaya momen maksimum = 121630,407 kg.m

7) Penulangan Gelagar

$\mu_u = 121630,407 \text{ kg.m}$ ,  $\phi = 0,8$ ,  $\beta_1 = 0,85$

Tinggi efektif  $d = H_{\text{gelagar}} - d' - d - (1/2 d_{\text{longitudinal}})$   
 $= 750 - 40 - 16 - 5 = 689 \text{ mm}$

Lebar  $b = 500 \text{ mm}$

Luas tulangan  $A_s = 0,0202 \times 500 \times 689 = 6958,68 \text{ mm}^2$

Digunakan tulangan 7 D36 ( $A_s = 7125 \text{ mm}^2$ )

Luas tulangan tekan  $A_s' = 1/2 \times A_s = 1/2 \times 6958,68 = 3479,34 \text{ mm}^2$

Digunakan tulangan 5 D32 ( $A_s' = 4021 \text{ mm}^2$ )

$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{93386,745}{0,7} = 133409,636$

$V_n > \phi V_c$ , sehingga memerlukan tulangan geser.

$A_v = \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 8^2 = 50,24 \text{ mm}^2$

$A_v = 2 \times A = 2 \times 50,24 = 100,48 \text{ mm}^2$

$S_{\min} = \frac{3 \times A_v \times f_y}{b_w} = \frac{3 \times 100,48 \times 400}{500}$   
 $= 241,152 \text{ mm}$

$S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{689}{2} = 434,5 \text{ mm}$

Jadi sengkang yang digunakan :  $\phi 8 - 200 \text{ mm}$

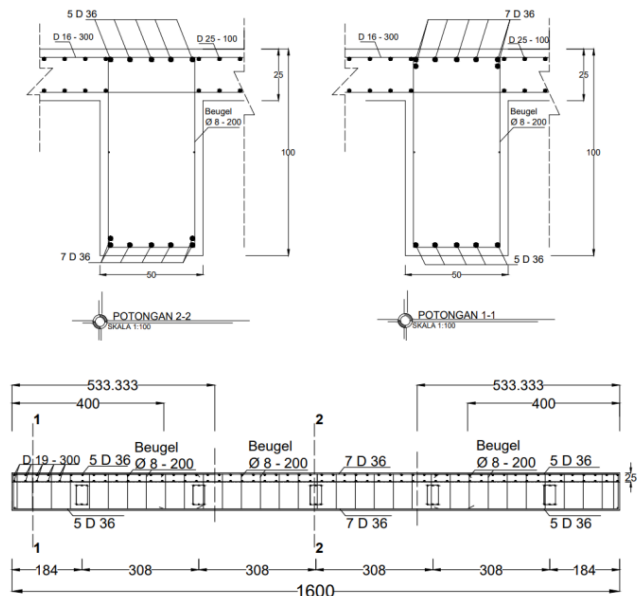
Momen nominal yang bisa ditahan

$M_n = 0,9 (A_s \times f_y \times (d - a) + A_s' \times f_y (d - d'))$   
 $= 0,9 (6958,68 \times 400 \times (689 - 97,38) + 3479,34 \times 400 (952 - 40)) = 2294993768 \text{ kg.m}$

$M_n \geq \mu_u$  (OK)

$2294993768 \geq 1216304072$  (OK)

Jadi hasil perhitungan pada jarak 0 – 16 m  $\phi 8 - 200 \text{ mm}$



Gambar 8. Penulangan Gelagar

Tabel 7. Rekapitulasi Tulangan

No	Bagian Jembatan	Tulangan Yang Digunakan	
1	Tiang Sandaran	Tulangan utama	4 D10
		Sengkang	$\phi 8 - 200$
2	Diafragma	Tulangan Utama	3 D16
		Sengkang	$\phi 8 - 200$
3	Plat Lantai Kendaraan	a) Tumpuan	
		Tulangan Utama	D25-D100
		Tulangan Bagi	D16-300



b) Lapangan	
Tulangan Utama	D25-D100
Tulangan Bagi	D16-300
4 Gelagar	
Tulangan Utama tarik	7 D36
Tulangan Utama Tekan	5 D32
Sengkang	Ø8 - 200

3. Perencanaan Abutment

Sudut geser tanah $\phi$	= 30°
Berat jenis tanah timbunan $\gamma_{tim}$	= 13,86 kN/m <sup>3</sup>
Berat jenis tanah $\gamma_{tanah}$	= 18 kN/m <sup>3</sup>
Berat jenis beton $\gamma_{beton}$	= 24 kN/m <sup>3</sup>
Lebar abutment L	= 4,75 m
Tinggi abutment h1	= 5,00 m
Tinggi tanah didepan abutment h2	= 1,00 m

Dari data diatas bisa dicari solusi untuk mengontrol abutment terhadap geser, guling dan daya dukung tanah.

a. Perencanaan Tiang Sandaran

Tekanan aktif akibat kendaraan  
 $\Sigma Pa := Pa1 + Pa2 = 99,75 + 333,45 = 437,19$  kN  
 Koefisien tekanan tanah pasif:  
 $Pp = \frac{P'p \cdot h \cdot 2 \cdot L}{2} = \frac{54 \cdot 30 \cdot 1,00 \cdot 3}{2} = 128,25$  kN  
 Faktor keamanan terhadap geser  
 $SF := 1,5$  (SNI 8460 : 2017)  
 $FK := \frac{(\Sigma V \cdot \tan(\phi)) + Pp}{\Sigma Pa} = \frac{(1793,012 \cdot \tan(30)) + 128,25}{489,06} = 2,73$   
 $FK > SF = 2,73 > 1,5$ , maka abutment aman terhadap geser.

b. Pemeriksaan Stabilitas Terhadap Guling

Tabel 8. Perhitungan Momen Penahan Guling  $\Sigma M_R$

No.	Gaya Menahan	Berat (kN)	Lengan momen ke titik O (m)	Momen (kNm)
1	Q (Gaya aksial)	852.512	1.500	1278.768
2	Berat Sendiri Abutment			
	W1	57.000	2.000	114.000
	W2	342.000	1.750	598.500
	W3	541.500	2.375	1286.063
3	Pp (Tanah pasif)	128.250	1.667	213.750
$\Sigma M_R =$				3491.081

Tabel 8. Perhitungan Momen Penahan Guling  $\Sigma M_0$

No.	Gaya Penyebab	Berat (kN)	Lengan momen ke titik O (m)	Momen (kNm)
1	Pa1	79.880	2.600	207.687
2	Pa2	345.380	1.733	598.659
$\Sigma M_0 =$				806.346

Hitung faktor keamanan terhadap guling :

$\Sigma M_R = 3491,081$  kN.m  
 $\Sigma M_0 = 806.346$  kN.m  
 $FS = 2$  (SNI 8460 : 2017)

$$FK = \frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_0} = \frac{3491,081}{806.346} = 4.33$$

$FK > FS = 4,33 > 2$ , jadi abutment aman terhadap guling.

c. Pemeriksaan Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah

Total beban vertical yg terjadi  $\Sigma V = 1793,012$  kN  
 Luas total abutment

$$A_{total} = B \cdot L = 5 \cdot 4,5 = 22,5 \text{ m}^2$$

$$\sigma_v = \frac{\Sigma V}{A_{total}} = \frac{1793,012}{22,5} = 79,689 \text{ kN/m}^2$$

Faktor keamanan terhadap daya dukung tanah

$$SF = 3 \text{ (SNI 8460 : 2017)}$$

$$FK = \frac{qu}{\sigma_v} = \frac{1236,8298}{79,689} = 15.52$$

$FK > SF = 15,52 > 3$ , jadi abutment aman terhadap daya dukung tanah.

d. Pembebanan Pada Jembatan

1) Berat Sendiri (MS)

Besar berat sendiri dari pier ini didapat dari berat masing-masing material penyusun struktur yang secara otomatis terhitung oleh sap2000.

2) Beban Mati Tambahan (MA)

$$MA = 65388.16 \text{ kg}$$

3) Beban Hidup (LL)

Berat beban hidup pada abutment didapat dari beban lajur, beban rem, beban angin pada struktur atas jembatan. LL = 17456 kg.

4) Beban Gempa (EL)

$$EL = Cs \cdot Wt = 0,1 \times 85244 = 21311 \text{ kg}$$

Tuntut beban Gempa ada 3, Gempa dari depan abutment mengarah ke belakang (EL- X, EL + X), dan Gempa dari kanan ke kiri (EL + Y).

$$EL + X = 21311 \text{ kg}$$

$$EL - X = -21311 \text{ kg}$$

$$EL + Y = 21311 \text{ kg}$$

5) Beban Tanah (SL)

Besarnya beban tambahan akibat kendaraan setara dengan tanah setebal 0.7m yang bekerja merata pada bagian tanah yang dilewati kendaraan tersebut (SNI 1725-2016)

$$\text{Tekanan tanah pasif} = \tan^2(45 + \phi) = \tan^2(45 + 30) = 3,00$$

$$P'p = \square_{tanah} \cdot h \cdot 2 \cdot Kp = 18 \cdot 1,00 \cdot 3 = 54 \text{ kN/m}^2$$

$$Pp = \frac{P'p \cdot h \cdot 2 \cdot L}{2} = \frac{54 \cdot 30 \cdot 1,00 \cdot 3}{2} = 128,25 \text{ kN} = 12825 \text{ kg}$$

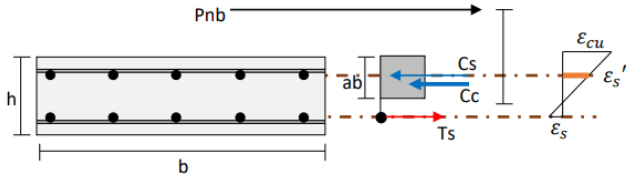
Tabel 9. Kombinasi Beban Pada Abutment

	MS	MA	SL	LL	EL- Y	EL+X	EL - X
Kombinasi 1	1.3	2	1				
Kombinasi 2	1.3	2	1	2			
Kombinasi 3	1.3	2	1	2			
Kombinasi 4	1.3	2	1	2	1		
Kombinasi 5	1.3	2	1	2	1	0.3	
Kombinasi 6	1.3	2	1	2	1		0.3
Kombinasi 7	1.3	2	1	2	1	0.3	0.3

e. Penulangan Pada Abutment

1) Perencanaan *Frontwall*

Penulangan pada *Frontwall* terdiri atas tulangan arah sumbu x dan tulangan arah sumbu y. Dimana setiap penulangan sumbu Y dibutuhkan tulangan tarik dan tulangan tekan seperti perhitungan elemen cangkang.



Penulangan Arah Y

Pemilihan tulangan

$A_s = 23275 \text{ mm}^2$  dipakai D22

$$s = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot b}{d} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 40^2 \cdot 7000}{d} = 114.268 = 100 \text{ mm}^2$$

$A_s' = 11638 \text{ mm}^2$  dipakai D10

$$s = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot b}{d} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 40^2 \cdot 7000}{d} = 160,541 = 150 \text{ mm}^2$$

Penulangan Arah X

Luas Tulangan

$$A_s = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 7000 \cdot 950 = 23275 \text{ mm}^2$$

$$A_s' = 50\% \text{ dari } A_s = 50\% \text{ dari } 11637,5 = 11638 \text{ mm}^2$$

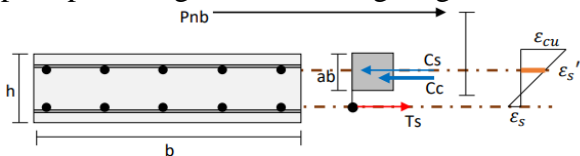
Digunakan tulangan

$$A_s = 11 \text{ D26} - 100$$

$$A_s' = 7 \text{ D24} - 150$$

2) Perencanaan *Frontwall* Pembatas

Penulangan pada *Frontwall* pembatas terdiri atas tulangan arah sumbu x dan tulangan arah sumbu y. Dimana setiap penulangan sumbu Y dibutuhkan tulangan tarik dan tulangan tekan seperti perhitungan elemen cangkang



Penulangan Arah Y

Luas Tulangan

$$A_s = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 7000 \cdot 950 = 23275 \text{ mm}^2$$

$$A_s' = 50\% \text{ dari } A_s = 50\% \text{ dari } 11637,5 = 11638 \text{ mm}^2$$

Pemilihan tulangan

$A_s = 23275 \text{ mm}^2$  dipakai D22

$$s = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot b}{d} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 40^2 \cdot 7000}{d} = 114.268 = 100 \text{ mm}^2$$

$A_s' = 11638 \text{ mm}^2$  dipakai D10

$$s = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot b}{d} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 40^2 \cdot 7000}{d} = 160,541 = 150 \text{ mm}^2$$

Penulangan Arah X

Luas Tulangan

$$A_s = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 7000 \cdot 950 = 23275 \text{ mm}^2$$

$$A_s' = 50\% \text{ dari } A_s = 50\% \text{ dari } 11637,5 = 11638 \text{ mm}^2$$

$$\phi M_n = 0,8 \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) = 5767256471 \text{ Nmm}$$

$$M_u = 3337254580 \text{ Nmm}$$

$\phi M_n > M_u$ , Maka Tulangan OK

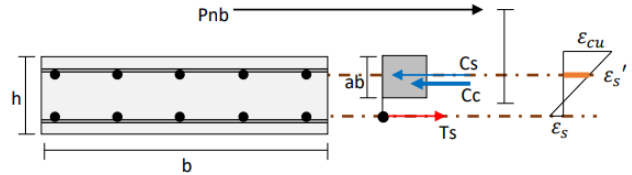
Digunakan tulangan

$$A_s = 12 \text{ D25} - 100$$

$$A_s' = 7 \text{ D24} - 150$$

3) Perencanaan *Wingwall*

Penulangan pada *Wingwall* pembatas terdiri atas tulangan arah sumbu x dan tulangan arah sumbu y. Dimana setiap penulangan sumbu Y dan Sumbu X dibutuhkan tulangan tarik dan tulangan tekan seperti perhitungan elemen cangkang.



Penulangan Arah Y

Luas Tulangan

$$A_s = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 7000 \cdot 950 = 23275 \text{ mm}^2$$

$$A_s' = 50\% \text{ dari } A_s = 50\% \text{ dari } 11637,5 = 11638 \text{ mm}^2$$

Pemilihan tulangan

$A_s = 23275 \text{ mm}^2$  dipakai D40

$$s = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot b}{d} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 40^2 \cdot 3500}{d} = 107,929 = 100 \text{ mm}^2$$

$A_s' = 11638 \text{ mm}^2$  dipakai D18

$$s = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot b}{d} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 40^2 \cdot 7000}{d} = 148,615 = 150 \text{ mm}^2$$

Penulangan Arah X

Luas Tulangan

$$A_s = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 7000 \cdot 950 = 23275 \text{ mm}^2$$

$$A_s' = 50\% \text{ dari } A_s = 50\% \text{ dari } 11637,5 = 11638 \text{ mm}^2$$

Pemilihan tulangan

$A_s = 23275 \text{ mm}^2$  dipakai D40

$$s = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot b}{d} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 40^2 \cdot 3500}{d} = 107,929 = 100 \text{ mm}^2$$

$A_s' = 11638 \text{ mm}^2$  dipakai D18

$$s = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot b}{d} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 40^2 \cdot 7000}{d} = 148,615 = 150 \text{ mm}^2$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan didapat dimensi dari tiang sandaran 0,15 meter x 0,20 meter, menggunakan pipa diameter 3 inchi tulangan yang digunakan 4 D10, sengkang Ø8-200. Plat jembatan menggunakan  $h_{\text{slab}} = 0,25$  meter menggunakan tulangan tumpuan dan lagan yang sama dengan D25 – 100 dan tulangan bagi D16 – 300. Diafragma yang digunakan 0,30 meter x 0,50 meter dengan jarak as ke as 3,08 meter, tulangan diafragma 3 D16, sengkang Ø8-200. Gelagar utama memiliki dimensi 0,50 meter x 1,00 meter memakai tulangan utama tarik 7 D36, tulangan tekan 5 D36, serta Sengkang Ø8-200. Berdasarkan perhitungan struktur bawah yaitu abutment didapat dimensi, kepala abutment 0,50 meter x 1,00 meter menggunakan badan abutment 1,00 meter x 3,00 meter dan kaki abutment 4,75 m x 1,00. Tulangan yang dipakai *Frontwall* pada sumbu y tulangan lentur D26 – 100, tulangan tekan D10 – 150, pada sumbu x tulangan lentur 11 D22 – 100, tulangan tekan 7 D24

– 150. Tulangan yang dipakai *Frontwall* pembatas pada sumbu y tulangan lentur D22 – 100, tulangan tekan D10 – 150, pada sumbu x tulangan lentur 12 D25 – 100, tulangan tekan 7 D24 – 150, pada *wingwall* sumbu y menggunakan tulangan tekan D40 – 100, dan tulangan lentur D18 – 150, pada sumbu x tulangan tekan D40 – 100, dan tulangan lentur D18 – 150. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, abutment memiliki nilai stabilitas geser 2,73 lebih besar dari angka keamanan yang ditentukan yaitu 1,5 maka abutment aman terhadap geser, abutment memiliki nilai stabilitas guling 4,33 lebih besar dari angka keamanan yang ditentukan yaitu 2 maka abutment aman terhadap guling, abutment memiliki nilai stabilitas daya dukung tanah 15,52 lebih besar dari angka keamanan yang ditentukan yaitu 3, maka abutment aman terhadap daya dukung tanah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Tamba, G. Yanti, and S. W. Megasari, "Perencanaan Struktur Jembatan Beton Bertulang Di Sungai Sail Kecamatan Limapuluh Kota Pekanbaru," *J. Tek.*, vol. 11, no. 2, 2017, [Online]. Available: <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/2381935>
- [2] F. D. Harijanto, K. Kuntjoro, S. Saptarita, and S. K. Aziz, "Analisis Pola Hujan dan Musim di Jawa Timur Sebagai Langkah Awal Untuk Antisipasi Bencana Kekeringan," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 10, no. 2, p. 95, Aug. 2012, doi: 10.12962/j12345678.v10i2.2672.
- [3] K. Kuntjoro, C. Anwar, P. Pudiastuti, F. D. Harijanto, and S. Sungkono, "Inisiasi Perkiraan Arah Pergerakan Alur Sungai," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 11, no. 2, p. 47, Aug. 2013, doi: 10.12962/j12345678.v11i2.2591.
- [4] Kuntjoro, I. Saud, and D. Harijanto, "Discharge Fluctuation Effect on Meandering River Bed Evolution," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 267, no. 1, p. 012032, Nov. 2017, doi: 10.1088/1757-899X/267/1/012032.
- [5] I. Sa'ud and I. P. A. Wiguna, "Penentuan Alternatif Penanggulangan Genangan Akibat Peubahan Tataguna Lahan di Wilayah Surabaya," in *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVII*, 2013, p. B-6-1-B-6-8.
- [6] Bappeda Kotamadya Surabaya, "Surabaya Drainage Master Plan 2018," Surabaya, 2000.
- [7] Soewarno, *Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data, Jilid 1*. Bandung: Nova, 1995.
- [8] Soediby, *Teknik Bendungan*, Cetakan Kedua. Jakarta: Pradnya Paramita, 2003.