

# JEMBATAN BETON BERTULANG BALOK T DI DEPAN MASJID AGUNG TELUK KUANTAN

Surya Adinata<sup>1)</sup>, Siti Wafiroh<sup>2)</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kuantan Singingi, Jl. Gatot Subroto KM7 Teluk Kuantan, Kec. Kuantan Tengah, Kab.Kuantan Singingi, Riau  
email: mastersuryaadinata@gmail.com

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kuantan Singingi, Jl. Gatot Subroto KM7 Teluk Kuantan, Kec. Kuantan Tengah, Kab.Kuantan Singingi, Riau  
email: sitiwafirohftuniks@gmail.com

## ABSTRAK

*Kaidah umum adalah jembatan mengikuti alur jalan, maka keberadaan jembatan adalah sebagai pelengkap jalan. Jembatan merupakan suatu sistem transportasi untuk tiga hal (Supriadi, B., 2014), yaitu 1). Merupakan sistem pengontrol kapasitas dari sistem, 2). Mempunyai biaya tertinggi per mil dari sistem, 3). Merupakan pelegkap jalan. Pada penelitian ini adalah merencanakan ulang (Re-Design) jembatan beton balok T bentang 25 meter kelas B (0,50 m + 6,00 m + 0,50 m ) yang ada saat ini untuk dijadikan kelas A (1,00m + 7,00m + 1,00m) dengan beban 100%. Lokasi jembatan ini berada tepat di depan Masjid Agung Teluk Kuantan ruas jalan nasional Teluk Kuantan - Pekanbaru di Kabupaten Kuantan Singingi.*

*Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut: Menentukan kondisi perancangan, jembatan dengan beton bertulang kelas A, Menentukan spesifikasi pembebanan pada jembatan, Perencanaan struktur atas jembatan, Perencanaan abutment. Untuk menganalisa data yang telah diperoleh dengan menggunakan Standar pembebanan untuk jembatan yaitu RSNIT-02-2005 dan Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971.*

*Struktur jembatan beton bertulang kelas A dari hasil perencanaan adalah sebagai berikut: Tinggi tiang sandaran yaitu 100 cm dengan pipa sandaran pipa galvanis diameter 3". Dimensi gelagar memanjang yaitu 55 cm x 175cm x 2500 cm. Dimensi gelagar melintang (diafragma) yaitu 35 cm x 80 cm. Dimensi plat injak yaitu 450 cm x 250 cm x 25 cm. Tinggi abutment yaitu 600 cm, dengan lebar telapak pondasi 400 cm. Jenis pondasi yang digunakan yaitu pondasi sumuran. Diameter sumuran 400 cm dengan kedalaman 600 cm. Kelas jembatan yang digunakan pada masa yang akan datang adalah jembatan beton bertulang tipe balok T kelas A.*

**Kata kunci : Jembatan Beton, Balok T, Kelas A, Re-Design**

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kaidah umum adalah jembatan mengikuti alur jalan, maka keberadaan jembatan adalah sebagai pelengkap jalan. Jembatan merupakan suatu sistem transportasi untuk tiga hal (Supriadi, B., 2014), yaitu 1). Merupakan sistem pengontrol kapasitas dari sistem, 2). Mempunyai biaya tertinggi per mil dari sistem, 3). Merupakan pelengkap jalan.

Pada penelitian ini adalah merencanakan ulang (Re-Design) jembatan beton balok T bentang 25 meter kelas B (0,50 m + 6,00 m + 0,50 m ) yang ada saat ini untuk dijadikan kelas A (1,00m + 7,00m + 1,00m) dengan beban 100%. Lokasi jembatan ini berada tepat di depan Masjid Agung Teluk Kuantan ruas jalan nasional Teluk Kuantan - Pekanbaru di Kabupaten Kuantan Singingi.



Gambar. Lokasi Jembatan

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumuskan masalah penelitian ini yaitu : Mendeskripsikan cara perencanaan struktur jembatan beton balok T kelas A

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah melakukan perencanaan dan perhitungan struktur bangunan jembatan beton balok T Kelas A.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari ini adalah menghasilkan cara perencanaan dan perhitungan struktur bangunan jembatan beton balok T Kelas A.

### 1.5 Pembatasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah: Menghitung struktur bangunan atas jembatan, Menghitung struktur bangunan bawah jembatan, Menghitung struktur pondasi jembatan berdasarkan hasil penyondiran, Tidak membahas mengenai aspek hidrolika.

## 2. METODE PENELITIAN

### Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut: Menentukan kondisi perancangan, jembatan dengan beton bertulang kelas A, Menentukan spesifikasi pembebanan pada jembatan, Perencanaan struktur atas jembatan, Perencanaan abutment.

Untuk menganalisa data yang telah diperoleh dengan menggunakan Standar pembebanan untuk jembatan yaitu RSNI T-02-2005 dan Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Perencanaan Bangunan Atas

#### 3.1.1 Perhitungan tiang sandaran

Tiang sandaran diasumsikan sebagai struktur jembatan yang diperhitungkan mampu menahan beban horisontal sebesar 100 kg dan mampu menahan *railing* sandaran. Pembesian dipakai tulangan utama 2Ø12 dengan  $A_s' = 226,08 \text{ mm}^2$  dan dipakai sengkang praktis Ø 8 - 200

#### 3.1.2 Perhitungan Trotoar

Beban ditinjau selebar satu meter untuk mencari gaya lintang

$$\begin{aligned} D &= (q_1 + q_2) L + P_1 \\ &= (580 + 500) \cdot 1 + 425,70 \\ &= 1505,7 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### Perhitungan Tulangan Plat

Direncanakan tebal plat trotoar:

$$\begin{aligned} h_t &= 20 \text{ cm}; & b &= 100 \text{ cm}; & d &= 4 \text{ cm} \\ \text{Ø tulangan utama} &= 1,3 \text{ cm}; & \text{Ø tulangan sengkang} &= 0,8 \text{ cm} \end{aligned}$$

#### 3.1.3 Perhitungan plat lantai jembatan

##### Data Teknis

- Tebal lantai = 20 cm; Tebal perkerasan = 5 cm
  - Panjang plat beton = 7,4 m; Mutu beton = 35 Mpa
  - Mutu baja = 280 Mpa; Jarak antar girder = 1,40 m
  - Bentang jembatan = 25 m
  - Perhitungan koefisien momen maksimum diambil dari tabel GTBPP hal 24
- $$\begin{aligned} M_{\text{lap}} &= 1/11 q l^2; & M_{\text{tump}} &= 1/10 q l^2 \end{aligned}$$

##### Perhitungan Beban

Beban Tetap (beban mati)

Beban per  $1 \text{ m}^2$  adalah sebagai berikut:

$$\text{Berat sendiri plat} = 0,2 \cdot 1 \cdot 2400 = 480 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat perkerasan aspal} &= 0,05 \cdot 1 \cdot 2400 = 120 \text{ kg/m} \\ \text{Berat air hujan} &= \underline{0,10 \cdot 1 \cdot 1000} = 100 \text{ kg/m} \\ \text{Jumlah } qd &= 700 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_u &= 1,2 \times qd \\ &= 1,2 \times 700 \\ &= 840 \text{ kg/m} = 8,40 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$M_{\text{lap}} = 1/11 \times 8,40 \times 1,40^2 = 1,50 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{tump}} = 1/10 \times 8,40 \times 1,40^2 = 1,65 \text{ kNm}$$

Beban muatan ( T )

Untuk perhitungan kekuatan lantai kendaraan atau sistem lantai kendaraan jembatan harus menggunakan beban “T”, yaitu beban yang merupakan kendaraan truk yang mempunyai beban roda ganda (*dual wheel load*) sebesar 10 ton.

$$\begin{aligned} b_x &= 50 + ( 2 \times 15 ) = 80 \text{ cm}; & b_y &= 30 + ( 2 \times 15 ) = 60 \text{ cm} \\ L_x &= 1,40 \text{ m}; & L_y &= 25 \text{ m ( diafragma tidak mendukung} \end{aligned}$$

lantai)

Jembatan kelas 1 = 100% Muatan Bina Marga

$$T = 10 \text{ ton} = 100 \text{ kN}$$

Beban yang diterima plat :

$$\begin{aligned} q &= T/0,6 \\ &= 100/0,6 \\ &= 166,67 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Faktor pembebanan :

$$\begin{aligned} q_u &= 1,6 q \\ &= 1,6 \times 166,67 \\ &= 266,67 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Reaksi tumpuan :

$$\begin{aligned} R_a &= \frac{266,67 \times 0,8 \times ( 0,3 + 0,4 )}{1,40} \\ &= 106,67 \text{ kN} \end{aligned}$$

Momen maksimum yang terjadi di tengah bentang :

$$\begin{aligned} M_o &= R_a \times ( \frac{1}{2} L_x ) - \frac{1}{2} q_u \times ( \frac{1}{2} b_x )^2 \\ &= 106,67 \times 0,7 - 133,34 \times ( 0,4 )^2 \\ &= 53,33 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$L_x = 1,40 \text{ m}$$

$$L_y = 25 \text{ m (Diafragma tidak mendukung lantai)}$$

Jembatan kelas 1 = 100% Muatan Bina Marga

$$\begin{aligned} R_a &= 0,80 \times 266,67 \\ &= 213,34 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_o &= R_a \times ( \frac{1}{2} L_x ) - \frac{1}{2} q_u \times ( \frac{1}{2} b_x )^2 \\ &= 213,34 \times 0,7 - 133,34 \times ( 0,4 )^2 \\ &= 128 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Koefisien tumpuan  $r = 2/3$  (tumpuan jepit bebas)

Lebar kerja plat ( $S_a$ ) beban sendiri di tengah

$$\begin{aligned} 3 \times r \times L_x &= 3 \times (2/3) \times 1,40 \\ &= 2,80 \text{ m} < L_y = 25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka Sa} &= \left(\frac{3}{4}\right) a + \left(\frac{3}{4}\right) r Lx \\
 &= \left(\frac{3}{4}\right) 0,80 + \left(\frac{3}{4}\right) \left(\frac{2}{3}\right) (1,40) \\
 &= 1,30 \text{ m} \\
 &= 130 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Lebar kerja plat beban tidak berdiri di tengah

$L_y > r L_x$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka Sa} &= \left(\frac{3}{4}\right) a + \left(\frac{1}{4}\right) r Lx \\
 &= \left(\frac{3}{4}\right) 0,80 + \left(\frac{1}{4}\right) \left(\frac{2}{3}\right) (1,40) \\
 &= 0,83 \text{ m} \\
 &= 83 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$S_b = a$$

$$S_b = 80 \text{ cm}$$

Maka lebar kerja manfaat plat yang menentukan

$$S_a = 83 \text{ cm}$$

$$S_b = 80 \text{ cm}$$

Dari perhitungan momen ( $M_o$ ), ternyata  $M_o$  maximum pada saat dua roda di tengah bentang  $L_x$

$$M_{Lx1} = 3M_o/4S_a = 3 \times 128 / 4 \times 0,83 =$$

$$115,66 \text{ kNm}$$

$$M_{Tx2} = 2M_o/3S_b = 2 \times 128 / 3 \times 0,80 =$$

$$106,67 \text{ kNm}$$

$$L_y / L_x \geq 3$$

$$M_{ly} = 40,88 \text{ kNm}$$

Momen total

$$M_{Lx} = M_{Lx1} + M_{Lx2}$$

$$= 1,50 + 115,66$$

$$= 117,16 \text{ kNm}$$

$$M_{Tx} = M_{Tx1} + M_{Tx2}$$

$$= 1,65 + 106,67$$

$$= 108,32 \text{ kNm}$$

$$M_{ly} = 40,88 \text{ kNm}$$

Penulangan :

Penulangan (arah x lapangan)

$$dx = 200 - 40 - 16/2 = 152 \text{ mm}$$

$$M_n = \frac{M_{Lx}}{0,8} = \frac{117,16}{0,8} = 146,45 \text{ kNm}$$

$$R_I = 0,85 f_c = 0,85 \times 35 = 29,75 \text{ Mpa}$$

$$F_{max} = \frac{\beta_1 \times 450}{600 + f_y} = \frac{0,85 \times 450}{600 + 280} = 0,435$$

$$F_{min} = \frac{1,4}{R_I} = \frac{1,4}{29,75} = 0,047$$

$$K = \frac{M_n}{bd^2 R_I} = \frac{146,45 \times 10^{-3}}{1 (0,152) 29,75} = 0,21$$

$$F = 1 - \sqrt{1 - 2K} = 1 - \sqrt{1 - 2(0,21)} = 0,238$$

Maka :

$$F_{min} < F < F_{max}$$

$$\begin{aligned} A_s &= F b d \times \frac{Rl}{f_y} \\ &= (0,238 \times 1000 \times 152) \times \frac{29,75}{280} \\ &= 3843,7 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan D16 – 100 ( $A_s = 2009,6 \text{ mm}^2$ )

#### Penulangan (arah x tumpuan)

$$\begin{aligned} M_u &= \frac{MTx}{0,8} = \frac{108,32}{0,8} = 135,4 \text{ kNm} \\ d &= 200 - 40 - 16/2 = 152 \text{ mm} \\ K &= \frac{M_n}{b d^2 Rl} \\ &= \frac{146,45}{1 (0,152)^2 (29,75)} = 0,213 \\ F &= 1 - \sqrt{1 - 2K} = 1 - \sqrt{1 - 2(0,213)} = 0,242 \end{aligned}$$

Maka :

$$F_{min} < F < F_{max}$$

$$F = 0,242$$

$$A_s = F b d \times \frac{Rl}{f_y} = (0,242 \times 1000 \times 152) \times \frac{29,75}{280} = 3908,3 \text{ mm}^2$$

Digunakan D16 – 100 ( $A_s = 2009,6 \text{ mm}^2$ )

#### Penulangan (arah y lapangan)

$$M_{ly} = 40,88$$

$$M_n = \frac{M_{ly}}{0,8} = 51,1 \text{ kNm}$$

$$d_y = 200 - 40 - 16 - 16/2 = 136 \text{ mm}$$

$$K = \frac{M_n}{b d^2 Rl} = \frac{51,1 \times 10^{-3}}{1 (0,136)^2 (29,75)} = 0,093$$

$$F = 1 - \sqrt{1 - 2K} = 1 - \sqrt{1 - 2(0,093)} = 0,098$$

Maka :

$$F_{min} < F < F_{max}$$

$$F = 0,098$$

$$A_s = F b d \times \frac{Rl}{f_y} = (0,098 \times 1000 \times 136) \times \frac{29,75}{280} = 1416,1 \text{ mm}^2$$

Digunakan D16 – 100 ( $A_s = 2009,6 \text{ mm}^2$ )

#### 3.1.4 Perhitungan gelagar melintang (*Diafragma*)

Diafragma dibuat dari beton bertulang dengan BJ beton  $2,5 \text{ t/m}^3$ , panjang 35 cm, lebar 80 cm dan tinggi 175 cm.

Berat diafragma adalah :

$$\begin{aligned} Bdf &= P \times L \times T \times B_j \text{ beton} \times \text{Jumlah diafragma} \\ &= 0,35 \times 0,80 \times 1,75 \times 2,5 \times 6 \\ &= 7,35 \text{ ton} \end{aligned}$$

## 3.1.5 Perhitungan gelagar memanjang

Berat gelagar memanjang :

$$\begin{aligned} \text{Bgr} &= (P \times L \times T \times B_j \text{ Beton}) \times \text{Jumlah gelagar} \\ &= (25 \text{ m} \times 0,55 \times 1,75 \times 2,5) \times 6 \\ &= 360,938 \text{ ton} \end{aligned}$$

a. Beban mati (*Dead load*)

$$\begin{aligned} \text{Hand rail} &= \frac{0,10 \times 0,16 \times 2,00 \times 2400}{2} \times 2,508 = 96,307 \text{ kg/m} \\ \text{Railing} &= 2 \times 1,00 \times 6 \times 2,508 = 30,096 \text{ kg/m} \\ \text{Perkerasan} &= 0,07 \times 2200 \times 1,913 = 294,602 \text{ kg/m} \\ \text{Air hujan} &= 0,05 \times 1000 \times 1,913 = 95,650 \text{ kg/m} \\ \text{Pelat lantai} &= 0,20 \times 2400 \times 1,00 = 480,000 \text{ kg/m} \\ \text{Gelagar} &= 1,05 \times 0,55 \times 2400 \times 1,00 = 1386,000 \text{ kg/m} + \\ \text{Total } q_{DL} &= 2382,655 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Balok melintang (diafragma),

$$T_b = 0,35 \times 0,80 \times 2400 \times 0,5 = 336,000 \text{ kg/m}$$

## b. Momen lentur akibat beban mati

$$M_{q_{DL}} \rightarrow M_x = \frac{1}{2} q_{DL} \cdot L^2 \left\{ \frac{x}{L} \left( 1 - \frac{x}{L} \right) \right\}$$

Momen pada potongan 1, X = 2,0 m ( $M_{1.DL}$ )

$$M_{q_{DL}} = \frac{1}{2} \times 2382,655 \times 25^2 \left\{ \frac{2}{25} \left( 1 - \frac{2}{25} \right) \right\} = 54.801,07 \text{ kgm}$$

$$\underline{M_{T_b}} = \frac{1}{2} \times 336,000 \times 2,00 = 336,00 \text{ kgm} +$$

$$\begin{aligned} M_{1.DL} &= 55.137,07 \text{ kgm} \\ &= 551.370 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Momen pada potongan 2, X = 4,0 m ( $M_{1.DL}$ )

$$M_{q_{DL}} = \frac{1}{2} \times 2382,655 \times 25^2 \left\{ \frac{4}{25} \left( 1 - \frac{4}{25} \right) \right\} = 100.071,51 \text{ kgm}$$

$$\underline{M_{T_b}} = \frac{1}{2} \times 336,000 \times 4,00 = 672,00 \text{ kgm} +$$

$$\begin{aligned} M_{1.DL} &= 100.743,51 \text{ kgm} \\ &= 1.007.435 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Momen pada potongan 3, X = 6,0 m ( $M_{1.DL}$ )

$$M_{q_{DL}} = \frac{1}{2} \times 2382,655 \times 25^2 \left\{ \frac{6}{25} \left( 1 - \frac{6}{25} \right) \right\} = 100.071,51 \text{ kgm}$$

$$\underline{M_{T_b}} = \frac{1}{2} \times 336,000 \times 6,00 = 1.008,00 \text{ kgm} +$$

$$\begin{aligned} M_{1.DL} &= 101.079,51 \text{ kgm} \\ &= 1.010.795 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Momen pada potongan 4, X = 8,0 m ( $M_{1.DL}$ )

$$M_{q_{DL}} = \frac{1}{2} \times 2382,655 \times 25^2 \left\{ \frac{8}{25} \left( 1 - \frac{8}{25} \right) \right\} = 162.020,54 \text{ kgm}$$

$$\underline{M_{T_b}} = \frac{1}{2} \times 336,000 \times 8,00 = 1.344,00 \text{ kgm} +$$

$$\begin{aligned} M_{1.DL} &= 163.364,54 \text{ kgm} \\ &= 1.633.645 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Momen pada potongan 5,  $X = 10,0$  m ( $M_{1.DL}$ )

$$M_{qDL} = \frac{1}{2} \times 2382,655 \times 25^2 \left\{ \frac{10}{25} \left( 1 - \frac{10}{25} \right) \right\} = 178.699,13 \text{ kgm}$$

$$\underline{M_{Tb} = \frac{1}{2} \times 336,000 \times 10,00} = 1.680,00 \text{ kgm} +$$

$$M_{1.DL} = 180.379,13 \text{ kgm}$$

$$= 1.803.791 \text{ Nm}$$

Momen pada potongan 6,  $X = 12,50$  m ( $M_{1.DL}$ )

$$M_{qDL} = \frac{1}{2} \times 2382,655 \times 25^2 \left\{ \frac{12,50}{25} \left( 1 - \frac{12,50}{25} \right) \right\} = 186.144,92 \text{ kgm}$$

$$\underline{M_{Tb} = \frac{1}{2} \times 336,000 \times 12,50} = 2.100,00 \text{ kgm} +$$

$$M_{1.DL} = 188.244,92 \text{ kgm}$$

$$= 1.882.449 \text{ Nm}$$

c. Beban hidup (Live load)

$$\text{Koefisien kejut} = 1 + \frac{20}{50+L} = 1 + \frac{20}{50+25} = 1,27$$

$$\text{Beban garis, } P = 1,27 \times \frac{12.000}{2,75} \times 1,913 = 10.602 \text{ kg}$$

$$\text{Beban terbagi merata, } q = \frac{2200}{2,75} \times 1,913 = 1.530,4 \text{ kg/m}$$

d. Momen lentur akibat beban hidup

$$M_x (P) = P \cdot L \left\{ \frac{x}{L} \left( 1 - \frac{x}{L} \right) \right\}$$

$$M_x (q) = \frac{1}{2} q \cdot L^2 \left\{ \frac{x}{L} \left( 1 - \frac{x}{L} \right) \right\}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan momen lentur sebagai berikut:

**Tabel 3.1 Momen lentur total (Nm)**

Pembebanan	M.1	M.2	M.3	M.4	M.5	M.6
Beban mati, DL	415.370	1.007.435	1.010.795	1.633.645	1.803.791	1.882.449
Beban hidup, LL	547.068	998.995	1.355.779	1.617.420	1.783.920	1.858.250
Total	962.438	2.006.430	2.366.574	3.251.065	3.587.711	3.740.699

(Sumber : Hasil perhitungan)

e. Momen pada tumpuan

$$M_s = \frac{1}{3} M_{\max} = \frac{1}{3} \times 3.740.699 = 1.246.899,67 \text{ Nm}$$

f. Gaya geser (Shearing force)

$$\text{Beban mati terbagi merata} = \frac{1}{2} \times 2382,655 \times 25 = 29.783 \text{ kg}$$

$$\text{Balok melintang} = 2,5 \times 336,000 = 840 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup garis } P = \frac{1}{2} \times 10.602 = 5.301 \text{ kg}$$

$$\underline{\text{Beban hidup terbagi merata } q = \frac{1}{2} \times 1.530,4 \times 25} = 19.130 \text{ kg}$$

$$V = 55.054 \text{ kg}$$

$$= 550.540 \text{ N}$$

g. Perhitungan baja tulangan

Pada tumpuan



$$\begin{aligned}
 M_{\text{support}} &= 1.246.899,67 \text{ Nm} \\
 V &= 550.540 \text{ N} \\
 b &= 550 \text{ mm} \\
 h &= 1.750 \text{ mm} \\
 d &= 1.750 - 60 = 1.690 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$K = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{1.246.899,67 \times 10^3}{0,8 \times 550 \times 1690} = 0,992 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 f_c'}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2K}{0,85 f_c'}} \right] = \frac{0,85 \times 20}{200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,992}{0,85 \times 20}} \right] = 0,00511$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{200} = 0,007$$

$$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}} \rightarrow \rho = \rho_{\text{min}} = 0,007$$

$$A_s = \rho b d = 0,007 \times 550 \times 1690 = 6506,50 \text{ mm}^2$$

Dipakai baja tulangan 8Ø32 ( $A_s = 6430,72 \text{ mm}^2$ )

$$NT = ND$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f_c' b} = \frac{6430,72 \times 200}{0,85 \times 20 \times 550} = 137,56 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{137,56}{0,85} = 161,84 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 f_s &= 600 \left[ \frac{d-c}{c} \right] \\
 &= 600 \left[ \frac{1690-161,84}{161,84} \right] \\
 &= 5665,447 \text{ Mpa} > f_y = 200 \text{ Mpa} \dots\dots\dots\text{OK!!!}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= A_s f_y \left[ d - \frac{a}{2} \right] \\
 &= (6430,72 \times 200) \left[ 1690 - \frac{137,56}{2} \right] \\
 &= 2.085.122.376 \text{ Nmm} \\
 &= 2.085.122,38 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

$$\frac{M_n}{M_u} = \frac{2.085.122,38}{1.246.899,67} = 1,672$$

Perencanaan tulangan geser

$$V_u = 550.540 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c' b d} = \left[ \frac{1}{3} \sqrt{20} \right] \times 550 \times 1690 = 1.385.616,79 \text{ N}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c = \frac{1}{2} \times 0,6 \times 1.385.616,79 = 415.685,04 \text{ N} < V_u \text{ (perlu sengkang)}$$

Secara teoritis diperlukan sengkang untuk kestabilan struktur dan peraturan mensyaratkan dipasang tulangan minimum (spasi maksimum).

$$S_{\text{maksimum}} = \frac{1}{2} d = \frac{1}{2} \times 550 = 275 \text{ mm}$$

Atau

$$S_{\text{maksimum}} = 300 \text{ mm}$$

Digunakan spasi = 225 mm, dengan luas tulangan minimum:

$$A_{v \text{ min}} = \frac{\frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot s}{f_y} = \frac{\left(\frac{1}{3} \sqrt{20}\right) \times 550 \times 275}{200} = 1.127,351 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan 8Ø12 mm ( $A_v = 452,16 \text{ mm}^2$ ), maka jarak sengkang:

$$S = \frac{A_v \times f_y}{\frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b} = \frac{904,32 \times 200}{\frac{1}{3} \sqrt{20} \times 550} = 110,30 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan Ø12 – 100 mm untuk geser, dan 8Ø32 untuk lentur.

#### Pada potongan 1.

$$M_1 = 962.438 \text{ Nm}$$

$$M_n = A_s f_y \left[ d - \frac{a}{2} \right]$$

$$= (5626,88 \times 200) \left[ 1660 - \frac{120,361}{2} \right]$$

$$= 1.800,398 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$= 1.800,398 \times 10^3 \text{ Nm}$$

$$\frac{M_n}{M_u} = 1,87$$

Cek daktilitas tulangan:

$$A_s \text{ max} = 0,0319 \text{ hf} \left\{ b + b_w \left( \frac{0,510d}{\text{hf}} - 1 \right) \right\}$$

$$= 0,0319 \times 200 \left\{ 1200 + 550 \left( \frac{0,510 \times 1660}{200} - 1 \right) \right\}$$

$$= 19.619,597 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \rho_{\text{min}} b d = 0,007 \times 550 \times 1660 = 6.391,00 \text{ mm}^2$$

Dengan demikian penampang balok memiliki syarat daktilitas.

#### Pada potongan 2.

$$M_n = A_s f_y \left[ d - \frac{a}{2} \right] = (14.469,12 \times 200) \left[ 1660 - \frac{309,450}{2} \right]$$

$$= 4.356,693 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$= 4.356,693 \times 10^3 \text{ Nm}$$

#### Pada potongan 3.

$$A_s \text{ min} = \rho_{\text{min}} b d = 0,007 \times 550 \times 1660 = 6.391,00 \text{ mm}^2$$

Dengan demikian penampang balok memiliki syarat daktilitas.

#### Pada potongan 4.

$$M_n = A_s f_y \left[ d - \frac{a}{2} \right]$$

$$= (12.861,44 \times 200) \left[ 1660 - \frac{275,111}{2} \right]$$

$$= 3.916,165 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$= 3.916,165 \times 10^3 \text{ Nm}$$

**Pada potongan 5.**

$$M_1 = 3.587.711 \text{ Nm}$$

$$M_n = A_s f_y \left[ d - \frac{a}{2} \right]$$

$$= (14.469,12 \times 200) \left[ 1660 - \frac{309,50}{2} \right]$$

$$= 4.355,928 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$= 4.355,928 \times 10^3 \text{ Nm}$$

$$\frac{M_n}{M_u} = 1,21$$

**Pada potongan 6.**

$$M_1 = 3.740.699 \text{ Nm}$$

Lebar efektif balok (b), dipilih yang terkecil diantara:

$$b = \frac{1}{4} \times L = \frac{1}{4} \times 25000 = 6250 \text{ mm}$$

$$b = b_w + 16 h_f = 550 + (16 \times 200) = 3750 \text{ mm}$$

$$b = \text{jarak p.k.p} = 2000 \text{ mm}$$

kontrol penampang balok T

dianggap seluruh flens menerima desakan sepenuhnya.

$$\begin{aligned} M_{nf} &= 0,85 f_c' b h_f (d - h_f/2) \\ &= 0,85 \times 20 \times 2000 (1660 - 200/2) \\ &= 53.040 \times 10^3 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$M_{nf} > M_1$ , maka balok berperilaku sebagai balok T persegi.

$$K = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{3.740.699 \times 10^3}{0,8 \times 550 \times 1660} = 3,085 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{0,85 f_c'}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2K}{0,85 f_c'}} \right] \\ &= \frac{0,85 \times 20}{200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 3,085}{0,85 \times 20}} \right] \end{aligned}$$

$$= 0,01716$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{200} = 0,007$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{max}} &= 0,75 \frac{0,85 f_c' \beta_1}{f_y} \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,75 \frac{0,85 \times 20 \times 0,85}{200} \frac{600}{600 + 200} \\ &= 0,0406 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{max}} \rightarrow \rho = 0,01716$$

$$A_s = \rho b d = 0,01716 \times 550 \times 1660 = 15.667,08 \text{ mm}^2$$

Dipakai baja tulangan 19Ø32 ( $A_s = 15.272,96 \text{ mm}^2$ )

NT = ND

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f_c' b} = \frac{15.272,96 \times 200}{0,85 \times 20 \times 550} = 326,694 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{326,694}{0,85} = 384,346 \text{ mm}$$

$$f_s = 600 \left[ \frac{d-c}{c} \right] = 600 \left[ \frac{1660-384,346}{384,346} \right]$$

$$= 1.991,415 \text{ Mpa} > f_y = 200 \text{ Mpa} \dots\dots\dots \text{OK!!!}$$

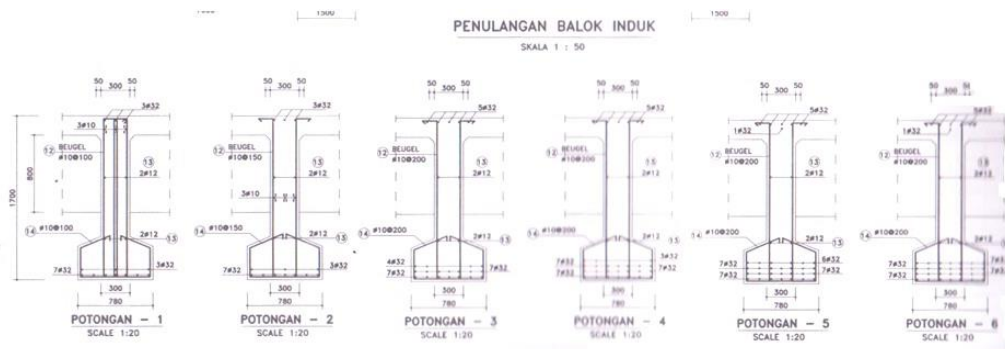
$$M_n = A_s f_y \left[ d - \frac{a}{2} \right]$$

$$= (15.272,96 \times 200) \left[ 1660 - \frac{326,694}{2} \right]$$

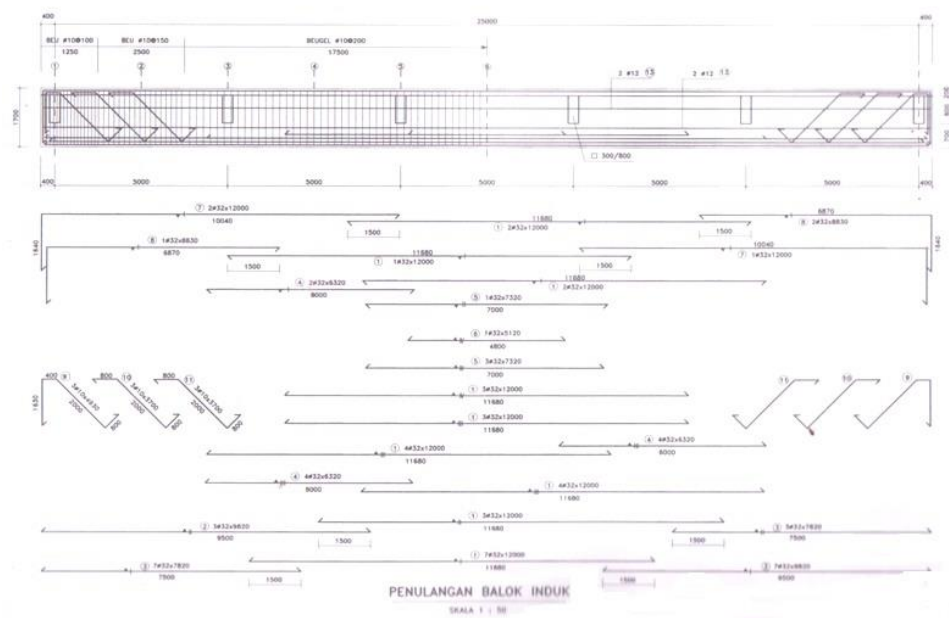
$$= 4.571,664 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$= 4.571,664 \times 10^3 \text{ Nm}$$

$$\frac{M_n}{M_u} = 1,22$$



Gambar 3. Gelagar Melintang Jembatan



Gambar 3. Gelagar Memanjang Jembatan

3.2 Perencanaan Konstruksi Bangunan Bawah  
 3.2.1 Perencanaan Abutment

Tabel 3.2 Berat sendiri Abutment

No	Luas Segmen (M <sup>2</sup> )	$\gamma$	Berat	Lengan	Momen
1	$1,95 \times 0,3 \times 1 = 0,585$	2,5	1,463	2,655	3,884
2	$1,00 \times 0,3 \times 1 = 0,300$	2,5	0,750	3,000	2,250
3	$1,85 \times 0,5 \times 1 = 0,925$	2,5	2,313	2,225	5,146
4	$0,75 \times 0,5 \times 1 = 0,375$	2,5	0,938	2,000	1,876
5	$\frac{1}{2} \times 0,5 \times 0,775 \times 1 = 0,194$	2,5	0,485	2,633	1,277
6	$\frac{1}{2} \times 0,325 \times 0,5 \times 1 = 0,081$	2,5	0,203	1,517	0,308
7	$2,0 \times 0,75 \times 1 = 1,500$	2,5	3,750	2,000	7,500
8	$0,75 \times 0,35 \times 1 = 0,263$	2,5	0,658	2,000	1,316
9	$\frac{1}{2} \times 0,35 \times 1,625 \times 1 = 0,284$	2,5	0,710	2,917	2,071
10	$\frac{1}{2} \times 0,35 \times 1,625 \times 1 = 0,284$	2,5	0,710	1,083	0,769
11	$4,0 \times 0,7 \times 1 = 2,800$	2,5	7,000	2,000	14,000
			18,980		40,397

## 3.2.3 Penulangan Badan Abutment

Pembebanan :

1. Beban terpusat ( P1 ) = 10 t.

2. Beban terpusat ( P2 ) = 10 t.

3. Bentang 25 m

P3 = Beban Hidup + Beban Mati

= 13,23+ 40,206

= 53,436 t.

Tabel 3.3. Perhitungan Penulangan Badan Abutment.

BAGIAN	VOLUME (M <sup>2</sup> )	$\gamma$	Berat	Lengan	Momen
P1	-	-	10,000	0,750	7,5
P2	-	-	10,000	0,925	9,25
P3	-	-	53,436	0,375	20,039
G1	$0,25 \times 1,05 \times 1 = 0,263$	2,5	0,658	1,025	0,674
G2	$0,25 \times 2,2 \times 1 = 0,55$	2,5	1,375	2,325	3,197
G3	$1,00 \times 0,6 \times 1 = 0,60$	2,5	1,500	1,225	1,838
G4	$0,50 \times 1,85 \times 1 = 0,925$	2,5	2,313	0,375	0,867
G5	$\frac{1}{2} \times 0,50 \times 1,008 = 0,252$	2,5	0,630	1,008	0,635
G6	$2,00 \times 0,75 \times 1 = 1,50$	2,5	3,750	0,375	1,406
Rm	-	-		1,255	8,158
Gb	-	-		2,874	4,299
Gg	-	-		10,051	67,342
Total			$\Sigma F =$ 83,662		$\Sigma M =$ 125,205

◆ Perhitungan penulangan badan abutment akibat tekanan tanah

Dimana :

q plat injak = 1,375 t/m

$$\begin{aligned} \phi &= 10^\circ = 1,16 \text{ t/m}^3 \\ \gamma \text{ tanah} &= 1,61 \text{ t/m}^3 \\ E &= 0,17 \\ \text{Pa1} &= K_a \times q \times h \\ &= 0,704 \times 1,375 \times 6 \\ &= 5,808 \text{ ton} \\ \text{Pa2} &= \frac{1}{2} K_a \times \gamma \text{ tanah} \times h^2 \\ &= \frac{1}{2} (0,704) \times 1,61 \times 6^2 \\ &= 20,402 \text{ ton} \\ M &= (\text{Pa1} \times Y_1) + (\text{Pa2} \times Y_2) + \Sigma M + (\text{Rm} \times 5,65) + (\text{Gb} \times 3,85) + \\ &\quad (\text{Gg} \times 2,25) \\ &= (5,808 \times 1,75) + (20,402 \times 1,167) + 125,205 + (1,255 \times 5,65) + \\ &\quad (2,847 \times 3,85) + (10,051 \times 2,25) \\ &= 199,845 \text{ tm} \end{aligned}$$

◆ Menentukan diameter tulangan.

Diketahui : ( karena jepit jepit dalam PBI 71 Lk = 0.7 ht )

$$M = 199845 \text{ Kgm} \quad N = 83662 \text{ kg}$$

$$b = 75 \text{ cm} \quad ht = 100 \text{ cm}$$

$$Lk = 0,7 \text{ m} \quad d = 4 \text{ cm}$$

$$\text{Beton : K250} \rightarrow \sigma_b = 75 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{U19} \rightarrow \sigma_a = 2250 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = 19 \text{ (Pembebanan tetap)}$$

Maka:

$$\Phi 0 = \frac{\sigma_a}{n \times \sigma_b} = \frac{2250}{19 \times 75} = 1,579$$

$$eo1 = \frac{M}{N} = \frac{199845}{83662} = 2,389 \text{ m}$$

$$eo2 = \frac{1}{30} \times ht = \frac{1}{30} \times 1 = 0,033 \text{ m}$$

$$eo = eo1 + eo2 = 2,389 + 0,033 = 2,422 \text{ m}$$

$$\frac{eo}{ht} = \frac{2,422}{1} = 2,422 \rightarrow \text{dari tabel C} = 7,70$$

$$e1 = C \times \left( \frac{Lk}{100 \times ht} \right) \times ht = 7,70 \times \left( \frac{0,7}{100 \times 1} \right) \times 1 = 0,054 \text{ m}$$

$$e2 = 0,15 \times ht = 0,15 \times 1 = 0,15 \text{ m}$$

$$e = eo + e1 + e2 = 2,422 + 0,054 + 0,15 = 2,626 \text{ m}$$

$$ea = e + 1/2 ht - 0,05 = 2,626 + 1/2 \times 1 - 0,05 = 3,076 \text{ m}$$

$$\text{Nea} = N \times ea = 83662 \times 3,076 = 257344,31 \text{ Kgm}$$

$$h = 100 - 4 - 1/2 \times 1,9 - 0,8 = 94,25 \text{ cm}$$

$$Ca = \frac{h}{\sqrt{\frac{n \times Nea}{b \times ea}}} = \frac{94,25}{\sqrt{\frac{19 \times 257344,31}{0,70 \times 2250}}} = 1,692$$

Pada kolom-kolom, yang pada umumnya harus memikul lentur yang bolak-balik tandanya, umumnya dipasang tulangan simetris. Pada tulangan simetris berlaku  $\frac{\omega}{i} = \delta \omega$  atau  $\delta = \frac{1}{i}$ . Untuk penentuan ini pada umumnya  $\zeta$  senantiasa dapat diambil 7/8, sehingga tabel untuk perhitungan kolom dengan tulangan simetris adalah dengan nilai:

$$\sigma = 1 - \frac{7}{8} \times \frac{h}{ea} = 1 - \frac{7}{8} \times \frac{0,9425}{3,076} = 0,732 \sim 0,7$$

Untuk  $Ca = 1,692$ , dari tabel 0,8 didapat:

$$\Phi = 1,844$$

$$\Phi' = 2,577$$

$$N\omega = 0,138$$

$$\zeta = 0,887$$

$$i = \frac{1}{1 - \frac{\zeta h}{ea}} = \frac{1}{1 - 0,887 \frac{0,9425}{3,076}} = 1,373$$

$$\begin{aligned} iA &= \omega \times b \times h \\ &= \frac{0,138}{19} \times 75 \times 94,25 \\ &= 5134,1 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

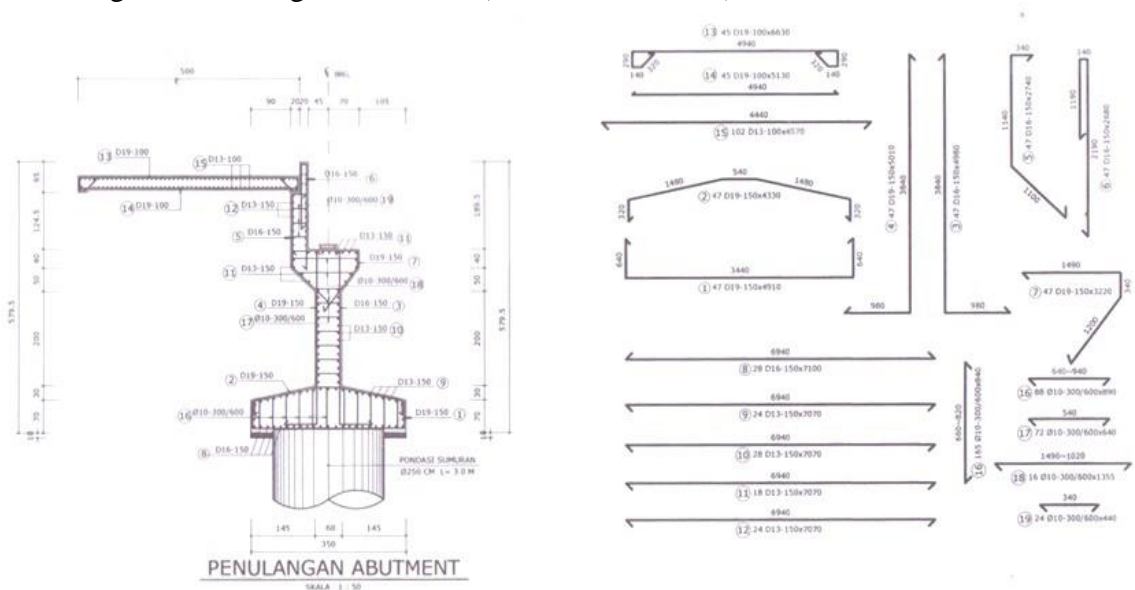
$$A = \frac{5134,1}{1,373} = 3739,33 \text{ mm}^2$$

$$A' = \delta \cdot iA = 0,8 \cdot 5134,1 = 4107,28 \text{ mm}^2$$

Jadi digunakan Tulangan Pokok D 19 – 50 ( $A_s = 3967,39 \text{ mm}^2$ )

$$\begin{aligned} A'' &= 20\% \cdot A \\ &= 20\% \cdot 3739,33 \\ &= 747,866 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi digunakan tulangan D 8 – 100 ( $A_s = 703,36 \text{ mm}^2$ )



Gambar 3. Abutment dan Penulangannya

### 3.3 Perencanaan Pondasi Sumuran

Penyondiran dilakukan dengan maksud untuk mengetahui konsistensi dan kepadatan relative dari tiap lapisan tanah, disamping itu data sondir dapat digunakan untuk menghitung daya dukung tanah / daya dukung izin untuk pondasi bangunan yang akan dilakukan dilokasi proyek. Alat yang digunakan adalah **“Dutch Cone Penetrometer”** kapasitas 2,5 ton.

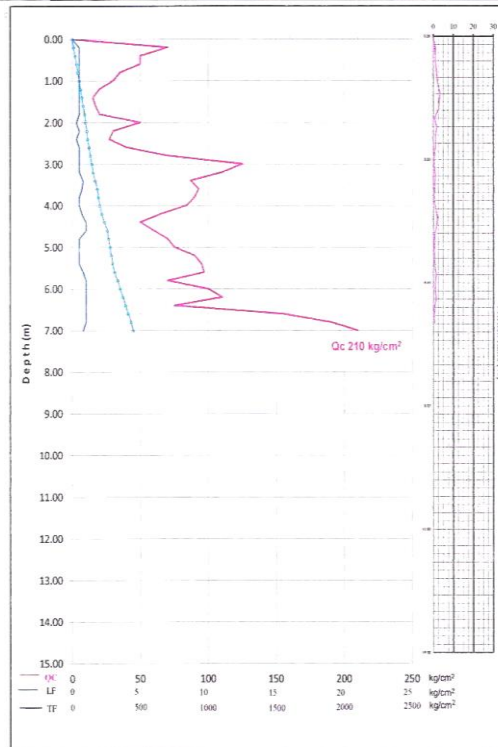
Tabel 3.3 Data Penyondiran Lokasi S1

No	Jenis Pekerjaan	Depth (m)	QC (end)	JHP	Gwl (m)
1.	S 1	07.00	210	448.0	- 1.40

Berdasarkan titik sondir terdalam pada lokasi S1 sebesar 7,0 meter dengan Qc sebesar 210 kg/cm<sup>2</sup> dan jumlah hambatan lekat 448,0 kg/cm, maka diusulkan agar menggunakan pondasi Sumuran.



KEDALAMAN (m)	TIP RESISTANCE R1+ qc (kg/cm <sup>2</sup> )	TOTAL RESISTANCE R2 (kg/cm <sup>2</sup> )	KEDALAMAN (m)	TIP RESISTANCE R1+ qc (kg/cm <sup>2</sup> )	TOTAL RESISTANCE R2 (kg/cm <sup>2</sup> )
A	B	C	A	B	C
0.00	0	0	10.00		
0.20	70	75	10.20		
0.40	50	55	10.40		
0.60	50	55	10.60		
0.80	35	40	10.80		
1.00	30	35	11.00		
1.20	20	25	11.20		
1.40	15	20	11.40		
1.60	17	22	11.60		
1.80	20	25	11.80		
2.00	50	53	12.00		
2.20	30	35	12.20		
2.40	27	30	12.40		
2.60	40	45	12.60		
2.80	70	75	12.80		
3.00	125	130	13.00		
3.20	110	115	13.20		
3.40	87	95	13.40		
3.60	93	100	13.60		
3.80	90	95	13.80		
4.00	84	89	14.00		
4.20	65	72	14.20		
4.40	50	60	14.40		
4.60	60	70	14.60		
4.80	70	75	14.80		
5.00	75	80	15.00		
5.20	90	95	15.20		
5.40	95	100	15.40		
5.60	97	105	15.60		
5.80	70	80	15.80		
6.00	100	110	16.00		
6.20	110	120	16.20		
6.40	75	85	16.40		
6.60	155	165	16.60		
6.80	190	200	16.80		
7.00	210	218	17.00		
7.20			17.20		
7.40			17.40		
7.60			17.60		
7.80			17.80		
8.00			18.00		
8.20			18.20		
8.40			18.40		
8.60			18.60		
8.80			18.80		
9.00			19.00		
9.20			19.20		
9.40			19.40		
9.60			19.60		
9.80			19.80		
10.00			20.00		



Gambar 3. Grafik Data sondir

Perhitungan Pondasi sumuran

Direncanakan menggunakan pondasi sumuran dengan kedalaman -6,00 meter dari muka tanah (panjang sumuran 6 meter dari poer). Karena pondasi berbentuk lingkaran, maka berlaku rumus terzaghi :

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= 1,3.c.N_c + D.\gamma.N_q + 0,6.\gamma_1.R.N_\gamma \\ 413,733 &= (1,3.2,1.40,41) + (6.1,751.25,28) + (0,6.1,751.R.22,65) \\ R &= 1,59 \end{aligned}$$

Diperoleh nilai  $R = 1,59$  meter  $\sim 2$  meter

Direncanakan  $R$  pondasi sumuran = 2 meter ( Diameter = 4 ,00 meter) berarti memenuhi perhitungan.

Perhitungan pondasi sumuran :

$$\begin{aligned} \text{Beban mati} &= 823,828 \text{ ton} \\ \text{Daya dukung (} Q_{ult} \text{)} &= 413,733 \text{ ton} \\ \text{Jumlah pondasi sumuran} & \\ N &= 823,828 \text{ ton} / 413,733 \text{ ton} \\ &= 1,99 \text{ buah} \sim 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

Perhitungan jarak as ke antar sumuran :`

$$\text{Syarat jarak : } 1,5 D - 3,0 D$$

$$\text{Dimana } D \text{ sumuran} = 3,00 \text{ meter}$$

$$\text{Syarat jarak : } 4, 50 \text{ m} - 7,00 \text{ m}$$

Diambil jarak antar pondasi sumuran antar as ke as adalah 5,5 meter

Kontrol daya dukung :

$$\text{Panjang pondasi } L = 5,0 \text{ meter}$$

$$\text{Berat sendiri pondasi } W_t = 75,36 \text{ ton}$$

$$P_{max} = \frac{823,828}{55} + \frac{(413,733) \times 2,5}{75,36}$$

$$= 28,704 \text{ t/m}^2 < Q_{safe} = 137,911 \text{ t/m}^2$$

Karena daya dukung tanah lebih besar dari  $P$  yang terjadi maka aman.

Perhitungan cincin sumuran :

$$\text{Beton cyclop, } f'_c = 17,5 \text{ Mpa} = 175 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Beton cincin, } f_c = 25 \text{ Mpa} = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Kedalaman pondasi} = 6,00 \text{ m}$$

$$\text{Tebal cincin sumuran} = 30 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{2} \times \gamma \times H \times K_a \\ &= \frac{1}{2} \times 1,751 \times 6 \times 0,566 \\ &= 2,973 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Cincin sumuran dianggap konstruksi pelengkung dengan perletakan sendi-sendi dengan beban merata sebesar  $q = 2,973 \text{ t/m}^2$  dengan momen maksimum terletak ditengah bentang.

$$\begin{aligned} M_u &= \frac{1}{8} \times q \times l^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 2,973 \times 6^2 \\ &= 13,379 \text{ tm} = 1337900 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

Dinding sumuran dianggap sebagai plat beton dengan arah tulangan  $x$  dan  $y$  yang direncanakan menggunakan tulangan utama  $D 16$  mm.

$$M_n = \frac{M_u}{0,8} = \frac{1337900}{0,8} = 1672375 \text{ kgcm}$$

$$\begin{aligned} d &= h - p - \frac{1}{2} D \\ &= 300 - 40 - \frac{1}{2}.16 \\ &= 252 \text{ mm} = 25,2 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$b = \pi \times D = \pi \times 4000 = 12.560 \text{ mm} = 1.256 \text{ cm}$$

$$R_I = 0,85 f'_c = 0,85 \times 250 = 212,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = \frac{Mn}{b \times d \times RI} = \frac{1672375}{1.256 \times 25,2 \times 212,5} = 0,249$$

$$F = 1 - \sqrt{1 - 2K}$$

$$= 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,249}$$

$$= 0,291$$

$$F_{maks} = \frac{\beta_1 \times 4500}{6000 + f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 4500}{6000 + 40}$$

$$= 0,3825$$

$$K_{maks} = F_{maks} \times (1 - f_{maks}/2)$$

$$= 0,3825 \times (1 - 0,3825/2)$$

$$= 0,309$$

$F < F_{maks}$  berarti menggunakan tulangan *single underreinforced*

$$A_s = F \times b \times d \times \frac{RI}{f_y}$$

$$= 0,291 \times 1256 \times 254 \times \frac{212,5}{4000}$$

$$= 4893,08 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D16 – 150

Penulangan geser sumuran:

$$\text{Gaya tarik melingkar (T)} = \frac{1}{2} \times \gamma \times h^2 \times D \times K_a$$

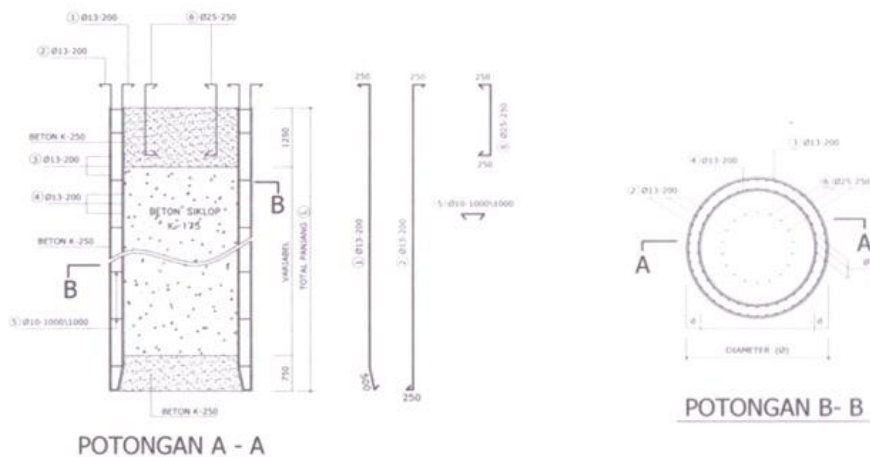
$$= \frac{1}{2} \times 1,751 \times 6^2 \times 4 \times 0,566$$

$$= 71,357 \text{ ton}$$

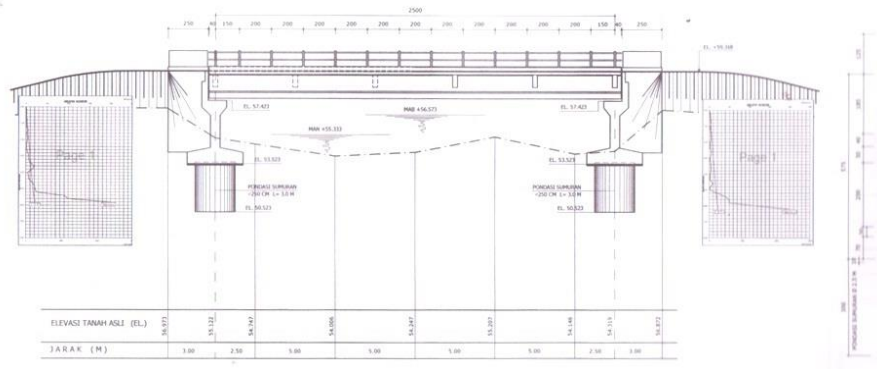
$$\text{Luas tulangan geser (A)} = \frac{T}{\sigma_u} = \frac{71357}{1600} = 44,598 \text{ cm}^2$$

$$F_y = 2400, \sigma_u = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

Digunakan tulangan double D14 – 150



**Gambar 3. Pondasi Sumuran**



**Gambar 3. Potongan Memanjang Jembatan**

## 4. KESIMPULAN

### 4.1 Kesimpulan

1. Struktur jembatan beton bertulang kelas A dari hasil perencanaan adalah sebagai berikut:
  - ✚ Tinggi tiang sandaran yaitu 100 cm dengan pipa sandaran pipa galvanis diameter 3”.
  - ✚ Dimensi gelagar memanjang yaitu 55 cm x 175cm x 2500 cm.
  - ✚ Dimensi gelagar melintang (diafragma) yaitu 35 cm x 80 cm.
  - ✚ Dimensi plat injak yaitu 450 cm x 250 cm x 25 cm.
  - ✚ Tinggi abutment yaitu 600 cm, dengan lebar telapak pondasi 400 cm.
  - ✚ Jenis pondasi yang digunakan yaitu pondasi sumuran. Diameter sumuran 400 cm dengan kedalaman 600 cm.
2. Kelas jembatan yang digunakan pada masa yang akan datang adalah jembatan beton bertulang tipe balok T kelas A.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1987, *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya*, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta
- Anonim, 1992, *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan dan Penjelasan*, Bridge Management System (BMS), Jakarta
- Anonim. 2016. *Pedoman Penulisan Tugas Akhir dan Laporan Kerja Praktek Program Studi S1 Teknik Sipil*. UNIKS. Teluk Kuantan: Prodi S1 Teknik Sipil FT UNIKS.
- Badan standarisasi nasional, (2005), RSNI T-02-2005 : *Standar pembebanan untuk jembatan*, Badan standarisasi nasional
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2005, *Gambar Standar Rangka Baja Bangunan Atas Jembatan Kelas A dan B*, PT. Indah Karya.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1992. *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan*, Penerbit Bridge Management System.

Anonim, *Panduan Perakitan Dan Pemasangan Jembatan Rangka Baja Permanen Kelas-B, Bentang 40 M Sampai 60 M*, PT. Bukaka teknik utama.  
Supriyadi, B. 2014. *Jembatan*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.