

PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN BAWAH JEMBATAN RANGKAS PANJANG KECAMATAN KRAGILAN KABUPATEN SERANG

Sihabudin¹, Bambang Hariyanto² dan M. Ichwanul Yusup³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Banten Jaya, Jl. Raya Ciwaru II No. 73 Kota Serang Banten
Email: sihabudinfpersi@gmail.com
Email: bambanghariyanto@unbaja.ac.id
Email: ichwanulyusup@yahoo.com

ABSTRAK

Jembatan merupakan solusi yang mudah guna memperlancar arus lalu lintas, akan tetapi bisa menimbulkan masalah yang lebih kompleks seperti mendorong orang untuk lebih menggunakan mobil pribadi dan tentu saja hal seperti ini dapat membuat jumlah mobil menjadi lebih banyak. Pada akhirnya jalan non tol bakal mendapatkan peningkatan volume lalu lintas dan dapat menambah kebutuhan parkir yang semakin jauh meningkat. Data primer dan data sekunder dari hasil informasi yang didapatkan secara langsung maupun tidak langsung disajikan dalam dua macam bentuk yaitu perhitungan dan gambar-gambar penunjang untuk perencanaan struktur bangunan bawah jembatan. Hasil dari analisis Perencanaan Struktur Bangunan Bawah Jembatan Rangkaspanjang, dari hasil perencanaan telah dihitung dimensi *abutment* yang ditentukan berdasarkan kebutuhan struktur geologi setempat dan ketentuan, persyaratan tertentu mampu menahan beban pikul akibat pembebanan dan gaya-gaya yang terjadi pada pangkal jembatan (*abutment*) yakni, dengan faktor keamanan (*SF*) = $17,74 > 1,5$ dan terhadap geser Faktor Keamanan (*SF*) = $2,79 > 1,5$. Pondasi digunakan pondasi sumuran dengan diameter 3,00 m berjumlah dua buah pada *abutment*

Kata Kunci: Jembatan, *Abutment*, Pondasi.

ABSTRACT

*Bridges are an easy solution to smooth the flow of traffic, but can cause more complex problems such as encouraging people to use more private cars and of course things like this can make more cars. In the end, non-toll roads will get an increase in the volume of traffic and can increase parking needs which are further increasing. Primary data and secondary data from the results of information obtained directly or indirectly are presented in two kinds of forms, namely calculations and supporting images for planning the structure of the bridge under the bridge. The results of the analysis of the Rangkas Panjang Lower Bridge Structure Planning, the results of the planning have been calculated the dimensions of the structure of the bridge base (*abutment*) which is determined based on the needs of the local geological structure and provisions, certain requirements are able to withstand burdens due to loading and forces that occur at the base of the bridge (*abutment*) that is, with a safety factor (*SF*) = $17.74 > 1.5$ and against a sliding Safety Factor (*SF*) = $2.79 > 1.5$. The foundation is used wells foundation with a diameter of 3.00 m totaling two pieces on the abutment*

Keywords: Bridge, *Abutment*, Foundation

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang sedang giat melaksanakan pembangunan dalam segala bidang termasuk masalah transportasi. Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi darat, mempunyai peranan yang sangat penting di dalam kelancaran berlalulintas untuk mendukung pertumbuhan ekonomi di suatu daerah atau kawasan. Sehingga jalan yang lancar, aman dan nyaman telah menjadi kebutuhan yang penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi nasional. Tetapi seperti diketahui, terkadang dalam perjalanan sering terhambat dengan adanya halangan atau rintangan yang dapat berupa sungai, selat, danau maupun jalan lalu lintas biasa, sehingga perlu adanya suatu bangunan penghubung agar dapat melintasinya. Sarana atau bangunan penghubung tersebut salah satunya adalah jembatan

Salah satu parameter kemajuan suatu negara yaitu mempunyai keteraturan dalam hal transportasi baik dalam sistemnya maupun dalam sarana dan prasarananya. Indonesia sebagai Negara kepulauan yang mempunyai luas wilayah sangat besar dituntut untuk mempunyai sarana prasarana transportasi yang maju dan sistemik guna memenuhi kebutuhan akan pergerakan yang luas (Handoko,2014). Dari banyak pulau yang ada di Indonesia, Pulau Jawa adalah pulau dengan kepadatan penduduk paling besar dengan presentase lebih dari 50% penduduk Indonesia berada di Pulau Jawa. Kepadatan yang sangat besar berimbas pada mobilitas penduduknya yang sangat besar dan dari mobilitas yang besar diperlukan sarana dan prasarana transportasi yang memadai. Salah satu usaha untuk memenuhi kebutuhan akan sarana dan prasarana pada transportasi darat salah satunya adalah membuat jalan bebas hambatan.

Pembangunan Jembatan Rangkas Panjang Kecamatan Kragilan Kabupaten Serang merupakan solusi yang mudah guna memperlancar arus lalu lintas, akan tetapi bisa menimbulkan masalah yang lebih kompleks seperti mendorong orang untuk lebih menggunakan mobil pribadi dan tentu saja hal seperti ini dapat membuat jumlah mobil menjadi lebih banyak. Pada akhirnya jalan non tol bakal mendapatkan peningkatan volume lalu lintas dan dapat menambah kebutuhan parkir yang semakin jauh meningkat.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di Kecamatan Kragilan, Kabupaten Serang, Banten. Tepatnya di Jembatan Rangkaspanjang Kecamatan Kragilan Kabupaten Serang $6^{\circ}10'34.28''$ S $106^{\circ}16'50.95''$ E Sumber : Google Earth Pro diakses tanggal 5 Juli 2020. Adapun pengumpulan data sebagai berikut:

Metode Data Primer

Metode yang diperoleh secara langsung oleh penulis dilapangan dengan cara wawancara dan mengamati serta menanyakan perancangan konstruksi kepada pihak-pihak terkait yang ada dilingkungan Paket Pekerjaan Jembatan Rangkaspanjang Kecamatan Kragilan Kabupaten Serang.

Metode Data Sekunder

Data sekunder yang diperoleh penulis dari DED Konsultan Perencana. Merupakan sumber yang sudah ada data-data sekunder, peta lokasi, jadwal pelaksanaan pekerjaan, *cross section* dan *shop drawing*.

Metode Observasi

Metode observasi ini dilakukan dengan cara mengamati dan memperhatikan langsung dilapangan baik secara langsung maupun tidak langsung. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kondisi aktual pada saat sekarang agar tidak terjadi kesalahan dalam perencanaan

STRUKTUR JEMBATAN

Struktur jembatan terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu struktur atas (*Superstructures*), struktur bawah (*Substructures*).

Struktur bawah jembatan berfungsi memikul seluruh beban struktur atas dan beban lain yang ditumbulkan oleh tekanan tanah, aliran air dan hanyutan, tumbukan, gesekan pada tumpuan untuk kemudian disalurkan ke pondasi. Selanjutnya beban - beban tersebut disalurkan oleh pondasi ke tanah dasar.

Struktur bawah jembatan umumnya meliputi :

1. Pangkal jembatan (*Abutment*), meliputi antara lain :
 - 1) Dinding belakang (*Back wall*)
 - 2) Dinding penahan (*Breast wall*)
 - 3) Dinding sayap (*Wing wall*)
 - 4) Oprit, plat injak (*Approach slab*)
 - 5) Konsol pendek untuk *jacking* (*Corbel*)
 2. Tumpuan (*Bearing*).
 - 1). Pilar jembatan (*Pier*),
 - 2). Kepala pilar (*Pier Head*)
 - 3). Pilar (*Pier*), yang berupa dinding, kolom atau portal
 - 4). Konsol pendek untuk *jacking* (*Corbel*)
 - 5). Tumpuan (*Bearing*).
 3. Pondasi
- Pondasi jembatan berfungsi meneruskan seluruh beban jembatan ke tanah dasar. Berdasarkan sistimnya, pondasi *abutment* atau *pier* jembatan dapat dibedakan menjadi beberapa macam jenis, antara lain :
- 1) Pondasi telapak (*spread footing*)
 - 2) Pondasi sumuran (*caisson*)
 - 3) Pondasi tiang (*pile foundation*), dibagi menjadi :
 - (1) Tiang pancang kayu (*Log Pile*)
 - (2) Tiang pancang baja (*Steel Pile*)
 - (3) Tiang pancang beton (*Reinforced Concrete Pile*)
 - (4) Tiang pancang beton prategang pracetak (*Precast Prestressed Concrete Pile*), *spun pile*
 - (5) Tiang beton cetak di tempat (*Concrete Cast in Place*), *borepile*, *franky pile*
 - (6) Tiang pancang komposit (*Compossite Pile*).

DATA DAN ANALISA

Tabel 1. Data Perencana Konstruksi Jembatan

No	Uraian	Keterangan
1	Panjang bentang jembatan, (L)	30,00 m
2	Panjang bentang slab, (Lx) = L + 0,30	30,30 m
3	Lebar jalur lalu lintas, (b1)	5,50 m, 2 lajur 2 arah
4	Lebar Trotoar, (b2)	2 x 0,75 m
5	Lebar total jembatan, (b) = b1+b2	7,00 m
6	Lebar slab, (b)	7,00 m
7	Lebar <i>abutment</i> , By	8,00 m
8	Tinggi total <i>abutment</i> , H	6,95 m
9	Tinggi gelagar (<i>girder</i>), hb	1,50 m
10	Tebal slab lantai jembatan, h = (ts)	0,25 m
11	Tebal lapisan aspal, (ta)	0,05 m
12	Tebal genangan air hujan, (th)	0,05 m
13	Jarak antar gelagar (<i>girder</i>), (S)	1,60 m
14	Bangunan Bawah	<i>Abutment</i>
15	Tipe Pondasi	Pondasi sumuran

Beban-beban struktur atas yang berpengaruh pada *abutment*

Dari data-data sekunder pembebanan bangunan atas diperoleh data sebagai berikut :

1. Beban Sendiri (MS) (SNI T02-2005)

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor beban ultimit, } K_{MS} &= \\
 1,30 \text{ Ditinjau lantai slab jembatan selebar, } b &= \\
 = 1,00 \text{ m Tebal slab lantai jembatan, } h = ts &= \\
 0,25 \text{ m Berat beton bertulang, } W_c &= \\
 25,00 \text{ kN/m}^3 \text{ Berat Sendiri, } Q_{MS} = b \times h \times W_c &= \\
 &= \\
 6,25 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

2. Beban Mati Tambahan (MA) (SNI T02-2005) Faktor beban ultimit, $K_{MA} = 2,00$

Tabel 2. Perhitungan beban mati tambahan (MA)

No.	Jenis Beban	Lebar (m)	Tebal (m)	$B_j (\gamma)$ kN/m ³	Beban kN/m
1	Lapis aspal	1,00	0,04	22,00	0,88
2	Air hujan	1,00	0,05	9,80	0,49
Total beban mati tambahan				$Q_{MA} =$	1,37 kN/m

Sumber: Gambar Perencanaan 2020

1. Beban Truk "T" (TT) (SNI T02-2005)
 Faktor beban ultimit KTT = 2,00
 Beban hidup pada lantai jembatan berupa beban roda ganda oleh truk $T = 100,00 \text{ kN}$
 Faktor dinamis untuk pembebangan truk diambil DLA = 0,30
 Beban truk "T" PTT = $(DLA + 1) \times T = (0,30 + 1) \times 100 = 130,00 \text{ kN}$
2. Beban Angin (EW) (SNI T02-2005)
 Faktor beban ultimit KEW = 1,20
 Beban garis merata tambahan arah horizontal pada permukaan lantai jembatan akibat angin yang meniup kendaraan diatas jembatan adalah:
 $TEW = 0,0006 \times C_w \times (V_w)^2 \times A_b [\text{kN}]$
 $TEW = 0,0006 \times 1,20 \times (35,00 \text{ m/det})^2 \times (2 \times 1) [\text{kN}] = 1,76 \text{ kN/m}$
 dimana : $V_w = 35 \text{ m/det}$ karena lokasi $\leq 5 \text{ km}$ dari pantai
 $C_w = \text{Koefisien seret bangunan atas} = 1,20$
 $A_b = \text{Luas ekivalen bagian samping jembatan} (h \times L)$
 Bidang vertikal yang dititiup angin merupakan bidang samping kendaraan tinggi 2 meter diatas permukaan lantai jembatan ($h = 2,00 \text{ m}$)
 Jarak antar oda kendaraan $x = 1,75 \text{ m}$

Transfer beban angin ke lantai jembatan adalah :

$$PEW = \frac{1}{2} \times \frac{h}{x} \times TEW = \frac{1}{2} \times \frac{2}{1,75} \times 1,76 = 1,01 \text{ kN}$$

3. Beban Temperatur (ET) (SNI T02-2005)
 Faktor beban ultimit KEW = 1,20
 Temperatur maksimum rata-rata $T_{maks} = 40^\circ\text{C}$
 Temperatur minimum rata-rata $T_{min} = 15^\circ\text{C}$
 Perbedaan temperatur pada slab :
 $\Delta T = (T_{maks} - T_{min})/2 = (40 - 15)/2 = 12,50^\circ\text{C}$
 Koefisien muai panjang beton $\alpha = 1 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}$
 Modulus elastisitas beton $E_c = 25332,08 \text{ kPa}$

Tabel 3. Berat Sendiri Struktur Atas

No.	Jenis Beban	Parameter volume				Berat	Satuan	Berat (kN)
		b (m)	t (m)	L (m)	n			
1	<i>Slab</i>	7,00	0,25	30	1	25,00	kN/m ³	1312,50
2	<i>Deck Slab</i>	-	-	-	-	-	-	-
3	Trotoar (slab,sandaran,dll)	1,00	0,20	30	2	25,00	kN/m	300
4	<i>Girder + diafragma + stelldeck</i>	-	-	30	5	77,00	kN/m	11550
5	Bekisting	-	-	0	-	-	kN/m	-
Total berat sendiri struktur atas						(WMS)	13162,50	

Beban pada *abutment* akibat berat sendiri struktur atas adalah :

$$PMS = \frac{1}{2} \times WMS = \frac{1}{2} \times 13162,50 = 6581,25 \text{ kN}$$

Eksentrisitas beban hidup terhadap pondasi adalah :

$$e = \frac{-Bx}{2} + b8 + \frac{b7}{2} = \frac{-7,00}{2} + 2,90 + \frac{1,00}{2} = -0,10 \text{ m}$$

Momen pada pondasi akibat berat sendiri struktur atas adalah :

$$MMS = PMS \times e = 6581,25 \times (-0,10) = -6581,25 \text{ kNm}$$

Beban total akibat berat sendiri (MS)

Beban total akibat berat sendiri (PMS) sebagai berikut :

1. Beban struktur atas (slab, trotoar, girder, dll) = 6581,25 kN
2. Beban struktur bawah (*abutment, pilecap, tanah*) = 8423,04 kN

Jadi total beban akibat berat sendiri (PMS) = 6581,25 kN + 8423,04 kN = 15004,29 kN = 1529,49 ton

Momen pada pondasi akibat berat sendiri (MMS) sebagai berikut :

1. Momen akibat berat sendiri struktur atas = -658,125 kNm
2. Momen akibat berat sendiri struktur bawah = -9873,39 kNm

Jadi total momen akibat berat sendiri (MMS) = (-)658,125 kNm +(-)9873,39 kNm = (-)10531,52 kNm

Beban mati tambahan (MA)

Tabel 4. Analisa Beban Mati Tambahan

No.	Jenis beban mati tambahan	Tebal (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	Jumlah W (kN/m ³)	Berat (kN)
1	2	3	4	5	6	7=2x3x4x5x6
1	Lapisan aspal	0,04	6,00	30,00	1 22,00	158,40
2	Railling, lights,dll	-	0,50	30,00	1	15,00
3	Instalasi ME(utilitas)	-	0,10	30,00	1	3,00
4	Air hujan	0,05	7,00	30,00	1 9,80	102,90
WMA						279,30

Tekanan Tanah (TA)

Yang diperhitungkan beban tanah dibelakang *abutment* dibebani lalu lintas setara dengan 60 cm (beban ekivalen). Tekanan tanah lateral = berat tanah (Wc), sudut geser dalam (ϕ), kohesi (c) dengan persamaan sebagai berikut :

Tekanan tanah lateral = berat tanah adalah, $W_s' = W_s = 17,20 \text{ kN/m}^3$

Faktor reduksi untuk ϕ adalah, $\phi' = \tan^{-1} (K\phi^R \times \tan \phi) = 0,32$

Faktor reduksi c' adalah, $c' = K\phi^R \times c$

dimana : $K\phi^R = 0,70$

$Kc^R = 1,00$

Kohesi C' = 0,00 (untuk kategori tanah non kohesif)

Sudut geser dalam, $\phi = 35,00^\circ$

Tinggi total *abutment*, H = 7,50 m

Lebar *abutment*, B = 8,00 m

Koefisien tekanan tanah aktif, $K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2) = \tan^2(45^\circ - 35^\circ/2) = 0,52$

Beban merata akibat berat timbunan tanah 0,6 m merupakan ekivalen beban kendaraan = $0,6 \times W_s = 0,6 \times 17,20 \text{ kN/m}^3 = 10,32 \text{ kPa}$

Tabel 5. Rekapitulasi Kombinasi Beban Perencanaan Tegangan Kerja

No.	Kombinasi Beban	Tegangan Lebih	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
1	Kombinasi 1	0%	16021,32	2334,38	-	-4394,78	-
2	Kombinasi 2	25%	16051,49	2584,38	68,49	-2522,80	505,49
3	Kombinasi 3	40%	16051,49	3794,12	68,49	4433,21	505,49
4	Kombinasi 4	40%	16051,49	3822,25	68,49	4461,34	505,49
5	Kombinasi 5	50%	15143,79	4760,80	3406,30	12539,31	16312,28

Tabel 6. Beban Kerja *Footing*

No.	Aksi / Beban	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx(kN)	My (kN)
		1	2	3	4	5
1	Berat Sendiri	15004,29			-10531,52	
2	Beban Mati Tambahan	139,50			-13,95	
3	Tekanan Tanah		2334,38		6238,44	
4	Beban Lajur D	805,00			-80,50	
5	Beban pedestrian	72,53			-7,25	
6	Gaya rem		250,00		1875,00	
7	Temperatur		28,13		28,13	
8	Beban angin	30,17		68,49	-3,02	505,49
9	Beban gempa		3406,30	3406,30	16312,28	16312,28
10	Tek. Tanah dinamis		1354,50		6772,50	
11	Gesekan		1209,74		6956,01	

Perencanaan Pondasi Sumuran

Parameter tanah asli sebagai berikut:

Lapis 1: $\phi_1 = 31^\circ$

$$\tan \phi_1 = 0,60$$

$$\gamma_1 = 1,751 \text{ t/m}^3$$

$$c_1 = 2,10 \text{ t/m}^2$$

$$h_1 = 2,00 \text{ m}$$

Lapis 2: $\phi_2 = 31^\circ$

$$\tan \phi_2 = 0,60$$

$$\gamma_2 = 1,751 \text{ t/m}^3$$

$$c_2 = 2,10 \text{ t/m}^2$$

$$h_2 = 4,00 \text{ m}$$

Dari grafik hasil sondir diperoleh untuk $\phi = 31$ besarnya faktor daya dukung tanah menurut rumus Terzaghi adalah sebagai berikut:

dimana: $N_c = 32,00$

$$N_y = 16,00$$

$$N_q = 20,00$$

$$c = 0,02$$

$$Qult = 1,3 \times c \times Nc + D \times \gamma \times Nq + 0,3 \times \gamma \times B \times Ny$$

Maka didapat,

$$\begin{aligned} Qult &= 1,3 \times 2,10 \times 32 + 8,00 \times 1,751 \times 20 + 0,3 \times 1,751 \times 7,00 \times 16 \\ &= 426,35 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} qsafe &= Qult/SF \\ &= 426,35 \text{ t/m}^2 / 3,00 \\ &= 142,12 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Koefisien Tekanan Tanah:

$$Ka = \tan^2 - (45 - \frac{\phi}{2})$$

$$Ka_1 = \tan^2 - (45 - \frac{\phi_1}{2}) = 0,32$$

$$Ka_2 = \tan^2 - (45 - \frac{\phi_2}{2}) = 0,32$$

Tegangan tanah aktif pada pondasi sumuran:

$$\sigma_{a2} = Ka_2 \times \gamma_2 \times H_2$$

$$\sigma_{a2} = 0,32 \times 1,751 \times 4,00 = 2,24 \text{ t/m}^2$$

dimana besarnya tekanan tanah aktif :

$$\text{Rencana tinggi abutment, } H = 7,50 \text{ m}$$

$$\text{Lebar telapak abutment, } B = 7,00 \text{ m}$$

$$\text{Panjang abutment arah melintang, } L = 8,00 \text{ m}$$

$$\text{Beban hidup yang bekerja diatas oprit, } q = 2,182 \text{ t/m}$$

$$\begin{aligned} Pa1 &= \frac{1}{2} \times \gamma_2 \times H^2 \times Ka_2 \times L \\ &= \frac{1}{2} \times 1,751 \times 7,50^2 \times 0,32 \times 8,00 \\ &= 126,07 \text{ ton} \end{aligned}$$

Mencari Diameter Pondasi Sumuran:

Direncanakan menggunakan pondasi sumuran dengan kedalaman 4,00 meter dari permukaan tanah (panjang sumuran 4 m dari poer).

Karena pondasi berbentuk lingkaran, maka berlaku Rumus Terzaghi:

$$Qult = 1,3 \times c \times Nc + D \times \gamma \times Nq + 0,6 \times \gamma_1 \times R \times Ny$$

$$Qult = P/A$$

$$\text{Dimana: } P = 15143,79 \text{ kN} = 1543,71 \text{ ton}$$

$$A = \pi \times R^2$$

$$1543,71 / \pi \times R^2 = 1,3 \times 2,10 \times 32 + 8,00 \times 1,751 \times 20 + 0,6 \times 1,751 \times R \times 16$$

$$1543,71 / \pi \times R^2 = 87,36 + 280,16 + 16,81 \times R$$

$$1543,71 / \pi \times R^2 = 384,33 \times R$$

$$1543,71 / \pi \times R = 384,33$$

$$\pi \times R = 1543,71 / 384,33$$

$$\pi \times R = 4,02$$

$$R = 4,02 / 3,14 = 1,28$$

$$\text{Diperoleh } R = 1,28 \text{ m}$$

$$\text{Direncanakan } R = 1,50 \text{ m, jadi } D = 3,00 \text{ m}$$

Perhitungan Pondasi sumuran:

$$\text{Beban mati, } P = 1543,71 \text{ ton}$$

$$\text{Daya dukung, } Qult = 1,3 \times c \times Nc + D \times \gamma \times Nq + 0,6 \times \gamma_1 \times R \times Ny$$

$$Qult = 1,3 \times 2,10 \times 32 + 4,00 \times 17,20 \times 20 + 0,6 \times 1,751 \times 2,50 \times 16$$

$$Qult = 1505,38 \text{ ton}$$

Jumlah pondasi sumuran, $N = P/Qult = 1543,71 \text{ ton} / 1505,38 \text{ ton} = 1,03 \text{ buah}$
 Diambil keamanan $\dots \rightarrow \approx 1,0 \text{ buah}$

Perhitungan jarak As ke As antar sumuran:

Syarat jarak : $1,5 D - 3,0 D$

Perhitungan cincin sumuran:

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

Beton cincin, $f'c = 25 \text{ MPa} = 250 \text{ kg/cm}^2$

Kedalaman pondasi, $h = 4,00 \text{ m}$

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

Tinggi pondasi sumuran, $H = 4,20 \text{ m}$ dan $h = 3,00 \text{ m}$

$$q = \frac{1}{2} \times \gamma \times H \times K_a = \frac{1}{2} \times 1,751 \times 4,20 \times 0,32 = 1,177 \text{ t/m}^2$$

Cincin sumuran dianggap konstruksi pelengkung perletakan sendi-sendi dengan beban merata $q = 1,177 \text{ t/m}^2$ dengan momen maksimum terdapat pada tengah bentang.

Dinding sumuran dianggap sebagai plat beton dengan arah x dan y dengan tulangan utama D13 mm,

$$Mu = \frac{1}{8} \times q \times h^2$$

$$Mu = \frac{1}{8} \times 1,177 \times 3,00^2 = 1,324125 \text{ tm} = 13241,25 \text{ kgcm}$$

$$Mn = Mu/0,8 = 13241,25 \text{ kgcm}/0,8 = 16551,56 \text{ kgcm}$$

$$d = h - p - \frac{1}{2} \times D_{besi} = 300-40- \frac{1}{2} \times 13 = 253,5 \text{ mm} = 25,35 \text{ cm}$$

$$b = \pi \times D = 3,14 \times 300 = 942 \text{ cm}$$

$$Rl = 0,85 \times f'c = 0,85 \times 250 = 212,50 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = Mn / (b \times d^2 \times Rl) = 16551,56 / (942 \times 25,35^2 \times 212,50) = 0,00013$$

$$F = 1 - \sqrt{1 - 2K} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,00013} = 0,00013 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{maks} = \frac{\beta_1 \times 4500}{6000 + f_y} = \frac{0,85 \times 4500}{6000 + 4000} = 0,38$$

$$K_{maks} = F_{maks} \times (1 - F_{maks}/2) = 0,38 \times (1 - 0,38/2) = 0,31$$

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

$$\begin{aligned} As &= F \times b \times d \times Rl/f_y \\ &= 0,00013 \times 942 \times 25,35 \times 212,5/4000 = 164,92 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D16-150

Penulangan geser sumuran

$$\begin{aligned} \text{Gaya tarik melingkar, } T &= \frac{1}{2} \times \gamma \times h^2 \times D \times K_a \\ &= \frac{1}{2} \times 1,751 \times 7,5^2 \times 3,0 \times 0,32 \\ &= 47,28 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Luas tulangan geser, } A = \frac{T}{\sigma_u} = \frac{47280}{1600} = 29,55 \text{ cm}^2 = 2955 \text{ mm}^2$$

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

Digunakan tulangan, D13-200

KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan yang dapat di ambil dalam perencanaan struktur bangunan bawah jembatan adalah Dimensi perencanaan bangunan bawah jembatan yang diperoleh dapat menahan gaya yang bekerja dengan setabilitas keamanan adapun besar gaya dan stabilitas sebagai berikut:

Gaya dalam sebagai berikut :

1. Gaya/tekanan (P) = 15143,79 kN = 1543,71 ton
2. Momen tahanan (Mr) = 79504,90 kNm
3. Momen guling (Mo) = 12539,31 kNm

Kontrol terhadap tegangan yang terjadi, struktur mampu/kuat menahan beban yang dipikul, antaralain:

1. Kontrol terhadap guling
Faktor keamanan (SF) = 17,74 > 1,5
2. Kontrol terhadap gelincir
Faktor keamanan (SF) = 2,79 > 1,5
3. Nilai eksentrisitas
(e) = 0,10 < B/6 = 1,17
4. Kontrol terhadap daya dukung (kontrol terhadap amblas)
5. Pengaruh Tekanan maksimum dasar ondasi, q maks = 6,43 ton/m² < qa = 157,81 ton/m²

Hal ini dalam Perencanaan Jembatan Rangkaspanjang Kecamatan Kragilan Kabupaten Serang ini tidak menggunakan pilar (*pier*) jembatan, sehingga tinjauan yang dilakukan hanya pada pangkal jembatan (*abutment*) dan pondasi dengan memperhatikan kontrol *abutment* yaitu terhadap daya dukung guling atau gelincir, baik berat sendiri struktur yang dipengaruhi oleh tekanan tanah aktif dan pasif, serta daya dukung terhadap pondasi di bagian bawah yang akan menyebabkan amblas maupun degradasi, sehingga akan mengurangi kegagalan struktur yang akan terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto, (2012). *Metode Konstruksi Jembatan Beton*. Universitas Indonesia-Press, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, (2016). *SNI 1725 : 2016 Pembebanan untuk Jembatan*. Tidak diterbitkan, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, (2005). *Gambar Standar Pekerjaan Jalan dan Jembatan Volume Dua*. Departement Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, (1992). *Bridge Design Manual*. Departement Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, (1992). *Sistem Manajemen Jembatan - BMS – Peraturan Perencanaan Jembatan : Bagian 2 Beban Jembatan*. Departement Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Serang. (2019). *Laporan Antara DED Peningkatan Jembatan Rangkaspanjang Kecamatan Kragilan Kabupaten Serang*, Tidak diterbitkan, Serang.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Serang. (2019). *Laporan Pendahuluan DED Peningkatan Jembatan Rangkaspanjang Kecamatan Kragilan Kabupaten Serang*, Tidak diterbitkan, Serang.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Serang. (2019). *Laporan Antara DED Peningkatan Jembatan Rangkaspanjang Kecamatan Kragilan Kabupaten Serang*, Tidak diterbitkan, Serang.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Serang. (2019). *Laporan Akhir DED Peningkatan Jembatan Rangkaspanjang Kecamatan Kragilan Kabupaten Serang*. Tidak diterbitkan, Serang.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Serang. (2019). *Laporan Gambar DED Peningkatan Jembatan Rangkaspanjang Kecamatan Kragilan Kabupaten Serang*, Tidak diterbitkan, Serang.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Serang. (2019). *Laporan RAB DED Peningkatan Jembatan Rangkaspanjang Kecamatan Kragilan Kabupaten Serang*, Tidak diterbitkan, Serang.
- Puslitbang Prasarana Transportasi. (2005). *RSNI T 03-2005. Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan*, BSN Tidak diterbitkan, Bandung.
- Struyk, H. J.; Veen, K. H. C. W. V. D, dan Soemargono. (1990). *Jembatan*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Supriyadi, B. dan Muntohar, A. S. (2007). *Jembatan*. Beta Offset, Yogyakarta.

Universitas Banten Jaya. (2019). *Buku Pedoman Penulisan Tugas Akhir*. Fakultas Teknik Universitas Banten Jaya, Tidak diterbitkan, Serang.