

## Tinjauan Perhitungan Pondasi Tiang Pancang Pada Jembatan Wai Poka Kota Ambon

Alexander Biondy Lawalata<sup>1</sup>, Hamkah<sup>2</sup>, Godfried Lewakabessy<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Politeknik Negeri Ambon, Indonesia

### Corresponding Author

Nama Penulis: Alexander Biondy Lawalata

E-mail: [biondylawalata4@gmail.com](mailto:biondylawalata4@gmail.com)

### Abstrak

Jembatan Wai Poka yang sudah lebih dari 20 tahun dan sudah mengalami kerusakan pada dinding penahan tanah dan masalah utamanya, yakni penggantian struktur baja ke struktur beton. Hal ini didasarkan pada struktur jembatan yang sudah mengalami kerusakan serta terjadi penyempitan pada ruas jalan sehingga kurang maksimal melayani kebutuhan transportasi, oleh karena itu jembatan beton dipilih karena dimensi penampang nya lebih ramping kemudian lebih tahan terhadap korosi, kedap air, tahan terhadap geser dan beton prategang hampir tidak membutuhkan biaya khusus untuk pemeliharaan. Selain itu juga dengan meningkatnya jumlah penduduk sehingga membuat jumlah pengendara makin bertambah volumenya, kendaraan ringan maupun kendaraan berat yang melewati jembatan tersebut. Dari hasil Total Akibat Berat Sendiri (MS) pada Struktur Bagian Bawah Jembatan  $P_{ms} = 6999,68$  dan  $M_{ms} = -2152,79$  sedangkan beban pada abutmen akibat beban mati tambahan  $P_{MA} = \frac{1}{2} * W_{MA} = 210,6$  Kn. Dari hasil tekanan tanah (TA) nilai  $T_{TA} = 1674,36$  dan nilai  $M_{TA} = 3381,07$  sedangkan nilai letak titik tangkap gempa pada abutmen adalah 4,504461 Dari hasil perhitungan pada fondasi tiang pancang nilai  $W_{abutmen}$  yang diperoleh adalah 4832,0832 Kn = 492,74 Ton Daya dukung ultimate tiang ( $Q_{ult}$ ) = 175,396 Ton, Daya dukung allowable tiang ( $Q_{all}$ ) = 58,465 Ton, Beban netto yang diijinkan ( $Q_{tiang}$ ) = 58,341 Ton, Cek kekuatan bahan tiang ( $P_{tiang}$ ) = 58,341 Ton.

**Kata kunci** – Abutmen, pondasi tiang pancang, struktur bawah jembatan

### Abstract

The Wai Poka Bridge is more than 20 years old and has experienced damage to the retaining walls and the main problem is the replacement of the steel structure with a concrete structure. This is based on the bridge structure which has been damaged and the road section has narrowed so that it does not serve transportation needs optimally, therefore the concrete bridge was chosen because its cross-sectional dimensions are slimmer and therefore more resistant to corrosion, watertight, resistant to sliding and concrete prestressing requires almost no special costs for maintenance. Apart from that, with the increase in population, the number of motorists, light vehicles and heavy vehicles that pass through the bridge is increasing. From the results of the Total Due to Self Weight (MS) on the Bridge Bottom Structure  $P_{ms} = 6999.68$  and  $M_{ms} = -2152.79$  while the load on the abutments due to additional dead load  $P_{MA} = \frac{1}{2} * W_{MA} = 210.6$  Kn. From the results of ground pressure (TA)  $T_{TA}$  value = 1674.36 and  $M_{TA}$  value = 3381.07 while the value of the location of the earthquake catch point on the abutment is 4.504461 From the results of calculations on pile foundations, the  $W_{abutment}$  value obtained is 4832.0832 Kn = 492.74 tons. Ultimate bearing capacity of piles ( $Q_{ult}$ ) = 175,396 tons, allowable bearing capacity of piles ( $Q_{all}$ ) = 58,465 tons, allowable net load ( $Q_{pole}$ ) = 58,341 Tons, Check the strength of the pole material (Pole) = 58,341 Tons.

**Keywords** - abutmen, pile foundation, bridge substructure

## PENDAHULUAN

Jembatan Wai Poka yang sudah lebih dari 20 tahun dan sudah mengalami kerusakan pada dinding penahan tanah dan masalah utamanya, yakni penggantian struktur baja ke struktur beton. Hal ini didasarkan pada struktur jembatan yang sudah mengalami kerusakan serta terjadi penyempitan pada ruas jalan sehingga kurang maksimal melayani kebutuhan transportasi, oleh karena itu jembatan beton dipilih karena dimensi penampangnya lebih ramping kemudian lebih tahan terhadap korosi, kedap air, tahan terhadap geser dan beton prategang hampir tidak membutuhkan biaya khusus untuk pemeliharaan. Selain itu juga dengan meningkatnya jumlah penduduk sehingga membuat jumlah pengendara makin bertambah volumenya, kendaraan ringan maupun kendaraan berat yang melewati jembatan tersebut.

Pada umumnya perhitungan jembatan terbagi atas dua bagian penting yaitu bagian atas jembatan (*Upper structure*) dan bagian bawah jembatan (*Sub-struktur*). Bagian atas jembatan akan memikul langsung beban-beban lalu lintas di atasnya sedangkan bagian bawah jembatan memikul beban di atasnya dan meneruskan beban – beban tersebut ke lapisan tanah keras. Setelah karakteristik tanah dilokasi Wai Poka, struktur bangunan serta beban yang akan ditumpu pondasi jembatan telah diketahui, maka penyusun mencoba untuk mempelajari dan menganalisa struktur bangunan bawah jembatan Wai Poka dengan mengacu pada SNI 1725:2016 Berdasarkan latar belakang diatas dan setelah diketahui karakteristik jembatan maka akan dilakukan analisis perhitungan pada pondasi jembatan (tiang pancang) sehingga mendapatkan hasil struktur bangunan bawah yang mampu menahan semua beban yang bekerja pada jembatan. Tujuan dari penelitian ini adalah Menganalisa kekuatan abutment pada jembatan Wai Poka serta Menganalisa kekuatan tiang pancang terhadap daya dukung tanah.

## TINJAUAN PUSTAKA

Jalan dan jembatan adalah bagian dari system transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan yang dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah (UU nomor 38 Tahun 2004, tentang jalan).

Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa). Menurut Asiyanto (2008) dalam bukunya yang berjudul "*Metode Konstruksi Jembatan Beton*", secara umum fungsi jembatan apapun sama, yaitu bangunan yang menghubungkan secara fisik untuk keperluan pelayanan transportasi dari tempat ujung satu ke ujung lainnya, yang terhalang oleh kondisi alam atau bangunan lain.

Struktur jembatan mempunyai berbagai macam tipe, baik dilihat dari bahan strukturnya maupun bentuk strukturnya. Masing-masing tipe struktur jembatan cocok digunakan untuk kondisi yang berbeda sesuai perkembangan, bentuk jembatan berubah dari yang sederhana menjadi yang sangat kompleks. (Satyarno 2003).

Jenis jembatan dapat dibagi berdasarkan fungsi, lokasi, bahan konstruksi dan tipe struktur, yaitu :

A. Berdasarkan fungsinya, jembatan dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Jembatan jalan raya (*highway bridge*),
2. Jembatan jalan kereta api (*railway bridge*),
3. Jembatan pejalan kaki atau penyeberangan (*pedestrian bridge*).

B. Berdasarkan lokasi, jembatan dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Jembatan diatas sungai atau danau,
2. Jembatan diatas lembah,
3. Jembatan diatas jalan yang ada (*fly over*),
4. Jembatan diatas saluran irigasi/drainase (*culvert*),

5. Jembatan di dermaga (*jetty*).
- C. Berdasarkan bahan konstruksi, jembatan dapat dibedakan menjadi beberapa macam, antara lain:
1. Jembatan kayu (*log bridge*),
  2. Jembatan beton (*concrete bridge*),
  3. Jembatan beton prategang (*prestressed concrete bridge*),
  4. Jembatan baja (*steel bridge*),
  5. Jembatan komposit (*composite bridge*), gabungan dua jenis material, yaitu baja dan beton secara bersama-sama memikul lentur dan geser.

## **METODE**

### **A. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian ini dilakukan di Desa Poka, Jl.Y.Syaranamual yang merupakan status jalan Nasional I di wilayah Kota Ambon, Provinsi Maluku.

### **B. Jenis Data**

#### 1. Data Primer

Data primer yaitu data yang di dapatkan langsung dari lapangan

- a) Lokasi Jembatan
- b) Status Jalan

#### 2. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data-data yang diperoleh melalui instansi-instansi terkait dan media informasi terpercaya yang sudah tersedia

- a) Gambar Perencanaan Jembatan
- b) Data SPT

### **C. Teknik Pengumpulan Data**

Teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan dalam penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian lapangan, menggunakan penelitian Kuantitatif dimana peneliti mengamati dan melakukan survey dalam penelitian tersebut.
2. Studi Pustaka, dimana penyusun menggunakan data yang relevan dari buku, jurnal, dan sumber ilmiah lain seperti artikel di situs internet yang berkaitan dengan bangunan bawah jembatan sebagai referensi untuk mendukung teori-teori mengenai rumus-rumus yang dipakai dalam perhitungan, dan juga dari data-data yang didapat dari instansi terkait

### **D. Sumber Data**

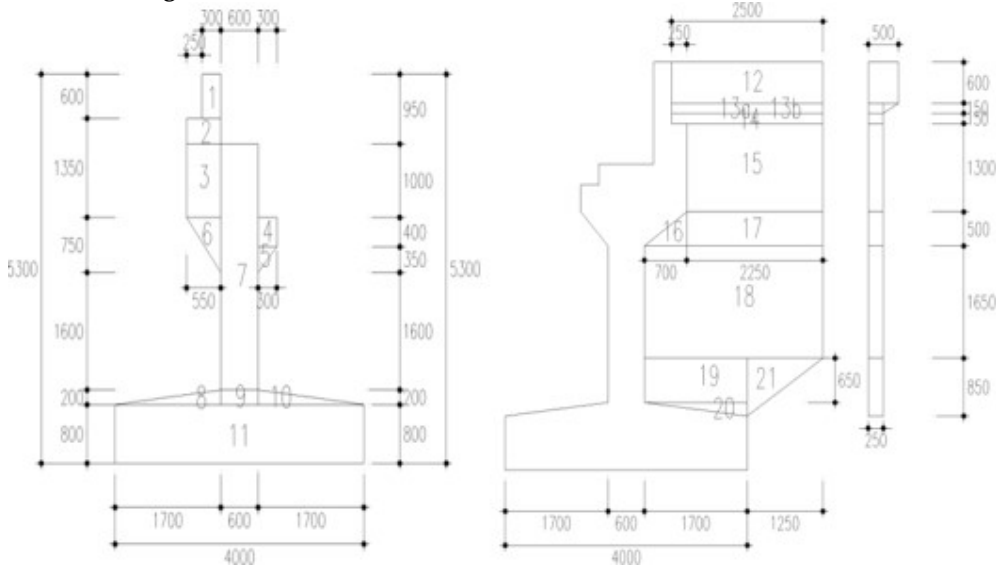
Data diperoleh dari PT. Karya Ruata selaku penyedia jasa dari proyek penggantian jembatan Wai Poka Kota Ambon

### **E. Metode Analisa**

Dalam penulisan proposal ini penyusun menggunakan metode kuantitatif. Setelah data terkumpul selanjutnya dilakukan pengolahan data dan analisa terhadap hasil pengolahan data berdasarkan SNI 1725-2016.

**PEMBAHASAN**

**A. Perhitungan Abutmen**



**Gambar 1.**  
Abutmen

**Tabel 1.**  
Data Struktur Bawah

NOTASI	M	NOTASI	M	KETERANGAN	NOTASI	M
$h_1$	0,60	$b_1$	0,30	Panjang Abutmen	$B_a$	12,00
$h_2 = h_5$	0,35	$b_2$	0,55	Tebal Wing Wall	$h$ $w$	0,35
$h_3$	1,00	$b_3$	0,55	TANAH TIMBUNAN		
$h_4$	0,40	$b_4$	0,30	Berat Volume	$W_s$	18 KN/M <sup>3</sup>
$h_6$	0,75	$b_5$	0,30	Sudut Gesek	$\phi$	32 °
$h_7$	3,55	$b_6$	0,55	Kohesi	$c$	0 KPa
$h_8 = 9 = 10$	0,20	$b_7$	0,60	TANAH ASLI ( DI DASAR PILE CAP)		
$h_{11}$	0,80	$b_8 = 10$	2,10	Berat Volume	$W_s$	18,5 KN/M <sup>3</sup>
$h_{12}$	0,40	$b_9$	0,80	Sudut Gesek	$\phi$	25 °
$h_{13a} = h_{13b}$	0,20	$b_{11}$	4,00	Kohesi	$c$	0 KPa
$h_{14}$	1,35	$b_{12=13a=13b}$	2,50	BAHAN STRUKTUR		
$h_{15} = h_{16}$	0,75	$b_{14=15}$	2,25	Mutu Beton	$K -$	350
$h_{17}$	1,60	$b_{16}$	0,55	Mutu Baja Tulangan	$U -$	42

$h_{18}$	0,20	$b_{17}$	2,80	DIMENSI ABUTMENT		
$h_{19}$	0,20	$b_{18}$	1,10	Tinggi Abutment	H	5,50
$h_{20}$	0,60	$b_{19}$	1,70	Lebar Abutment arah x	$B_x$	5,00
$h_{21}$	1,35	$b_{20}$	1,40	Lebar Abutment arah x	$B_y$	12,00
$h_{22}$	0,75	$b_{21} = b_{22}$	1,15			
$h_{23}$	0,75	$b_{23}$	0,55			
$h_{24}$	1,60	$b_{24}$	1,70			
$h_{25}$	0,20	$b_{25}$	1,70			

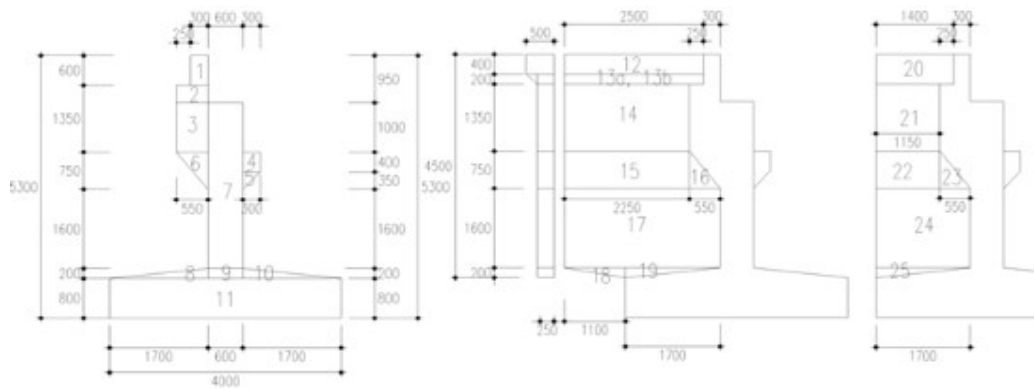
Sumber : Data diolah 2023

**Tabel 2.**  
Berat Sendiri Struktur Bawah

NOTASI	M	NOTASI	M	KETERANGAN	NOTASI	M
$h_1$	0,60	$b_1$	0,30	Panjang Abutmen	B a	12,00
$h_2 = h_5$	0,35	$b_2$	0,55	Tebal Wing Wall	h w	0,35
$h_3$	1,00	$b_3$	0,55	TANAH TIMBUNAN		
$h_4$	0,40	$b_4$	0,30	Berat Volume	$W_s$	18 KN/M <sup>3</sup>
$h_6$	0,75	$b_5$	0,30	Sudut Gesek	$\phi$	32 °
$h_7$	3,55	$b_6$	0,55	Kohesi	c	0 KPa
$h_8 = 9 = 10$	0,20	$b_7$	0,60	TANAH ASLI ( DI DASAR PILE CAP)		
$h_{11}$	0,80	$b_8 = 10$	2,10	Berat Volume	$W_s$	18,5 KN/M <sup>3</sup>
$h_{12}$	0,40	$b_9$	0,80	Sudut Gesek	$\phi$	25 °
$h_{13a} = h_{13b}$	0,20	$b_{11}$	4,00	Kohesi	c	0 KPa
$h_{14}$	1,35	$b_{12} = 13a = 13b$	2,50	BAHAN STRUKTUR		
$h_{15} = h_{16}$	0,75	$b_{14} = 15$	2,25	Mutu Beton	K -	350
$h_{17}$	1,60	$b_{16}$	0,55	Mutu Baja Tulangan	U -	42
$h_{18}$	0,20	$b_{17}$	2,80	DIMENSI ABUTMENT		
$h_{19}$	0,20	$b_{18}$	1,10	Tinggi Abutment	H	5,50

$h_{20}$	0,60	$b_{19}$	1,70	Lebar Abutment arah x	$B_x$	5,00
$h_{21}$	1,35	$b_{20}$	1,40	Lebar Abutment arah x	$B_y$	12,00
$h_{22}$	0,75	$b_{21} = b_{22}$	1,15			
$h_{23}$	0,75	$b_{23}$	0,55			
$h_{24}$	1,60	$b_{24}$	1,70			
$h_{25}$	0,20	$b_{25}$	1,70			

Sumber : Data diolah 2023



**Gambar 2.**  
Struktur bawah jembatan

**Tabel 3.**  
Beban Total Akibat Berat Sendiri (MS)

No	BERAT SENDIRI	$P_{MS}$ (KN)	$M_{MS}$ (KNM)
1	Struktur Atas ( Slab, Trotoar,Girder, dll )	3348,61	0,00
2	Struktur Bawah ( abutmen, Pilecap, tanah)	3651,07	-2152,79
		<b>6999,68</b>	<b>-2152,79</b>

Sumber : Data diolah 2023

**Tabel 4.**  
Beban Mati Tambahan

No	JENIS BEBAN MATI TAMBAHAN	TEBAL (M)	LEBAR (M)	PANJANG (M)	JUMLAH	W (KN/M3)	BERAT (KN)
1	Lap Aspal	0,05	9,00	30,00	1	22,00	297,00
2	Railing, Light dll	w=	0,5	30,00	2		30,00
3	Instalasi ME	w=	0,1	30,00	2		6,00
4	Air Hujan	0,03	12,00	30,00	1	9,80	88,20
							421,20

Sumber : Data diolah 2023

Beban pada abutmen akibat beban mati tambahan :  $P_{MA} = \frac{1}{2} * W_{MA} = 210,6 \text{ kN}$

Eksentrisitas Beban Thd. As Fondasi :  $e = -B_x / 2 + b_7 / 2 + b_{10} = 0,00 \text{ m}$

Momen terhadap as fondasi akibat beban mati tambahan :  $M_{MA} = P_{MA} * e = 0 \text{ kN}$

Berat Tanah  $W_s = 18 \text{ Kn/M3}$

Sudut Gesekan Dalam  $\varphi = 32^\circ$

Kohesi  $C = 0 \text{ kPa}$

Tinggi Total Abutmen  $H = 5,50 \text{ m}$

Lebar Abutmen  $B_y = 12,00 \text{ m}$

Beban Merata akibat berat timbunan tanah setinggi 0.60 m yang merupakan ekuivalen beban kendaraan :

$$0.70 * W_s = 12,6 \text{ kPa}$$

$$\theta' = \tan^{-1} ( K_{\varphi}^R * \tan \theta ) = 0,433368$$

$$\text{rad} = 24,83^\circ$$

$$K_a = \tan^2 ( 45^\circ - \theta' / 2 ) = 0,408520$$

**Tabel 5.**  
Tekanan Tanah

NO	GAYA AKIBAT TEKANAN TANAH	$T_{TA}$ (kN)	lengan yhd. O	y (m)	$M_{TA}$ (kNm)
1	$T_{TA} = (0.70 * W_s) * H * K_a * B_y$	339,7252	$y = H/2$	2,750	934,244
2	$T_{TA} = 1/2 * H^2 * W_s * K_a * B_y$	1334,635	$y = H/3$	1,833	2446,83
		$T_{TA} = 1674,36$			$M_{TA} = 3381,07$

Sumber : Data diolah 2023

Daya dukung fondasi tiang pancang

a. Daya dukung ujung tiang ( $Q_p$ )

Persamaan (2.1)

$$Q_p = 4. A_{ptiang} \cdot N_p$$

$$A_p = \text{Rumus luas lingkaran} : \pi r^2 = 3,14 \times 0,4^2 = 0,5024 \text{ m atau } 1,648 \text{ ft}$$

Untuk nilai  $N_p$  dihitung dari  $8d$  di atas dasar tiang sampai  $4d$  di bawah dasar tiang.

1) Pengaruh ujung tiang 14 m yang di asumsikan:

$$\text{Atas } 8d = 8 \times 60 = 480 \text{ cm} = 4,8 \text{ m} \Rightarrow \text{Elevasi} = 14 - 4,8 = 9,2 \text{ m}$$

Bawah  $4d = 4 \times 60 = 240 \text{ cm} = 2,4 \text{ m} \Rightarrow \text{Elevasi} = 14 + 2,4 = 16,4 \text{ m}$

2) Ujung fondasi berada di kedalaman 14 m ( 45,93 ft ), untuk  $N_p$  digunakan di kedalaman :  $L - 8d$  sampai  $L + 4d$ , yaitu diantara kedalaman 9,2 m ( 30,18 ft) sampai dengan 16,4 m ( 53,81 ft ).

$$N_p = (27 + 16 + 22 + 81)/4 = 36,5$$

$$Q_p = 4 \times 0,927 \times 36,5 \\ = 135,342 \text{ Ton}$$

b. Tahanan selimut tiang ( $Q_s$ )

Persamaan (2.2)

$$Q_s = \frac{A_{\text{tiang}} \cdot \bar{N}}{50}$$

$A_s =$  Rumus luas selimut tabung :  $2\pi r t$

$$= 2 \times 3,14 \times 0,3 \times 14$$

$$= 26,376 \text{ m atau } 86,535 \text{ ft}$$

$$\bar{N} = (19 + 25 + 28 + 25 + 27 + 16 + 22)/7 = 23,143$$

$$Q_s = \frac{86,535 \times 23,143}{50} \\ = 40,054 \text{ Ton}$$

c. Daya dukung ultimate tiang ( $Q_{ult}$ )

Persamaan (2.3)

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

$$Q_{ult} = 135,342 + 40,054 = 175,396 \text{ Ton}$$

d. Daya dukung Allowable tiang ( $Q_{all}$ )

Persamaan (2.4)

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{SF}$$

SF (2,5 - 4) Diambil 3

$$Q_{all} = \frac{175,396}{3} \\ = 58,465 \text{ Ton}$$

e. Beban Netto yang diijinkan ( $Q_{\text{tiang}}$ )

Persamaan (2.5)

$Q_{all} - \text{Berat Tiang Sendiri}$

$$58,465 - 0,124 = 58,341 \text{ Ton}$$

f. Cek kekuatan bahan tiang ( $P_{\text{tiang}}$ )

Persamaan (2.6)

$$P_{\text{tiang}} = \sigma_{\text{tiang}} \cdot A_{\text{tiang}}$$

Tegangan ijin bahan tiang baja :  $\sigma = 0,35 - 0,50 \times f_y$

Tegangan leleh baja :  $f_y = 280 - 500 \text{ Mpa}$

Diambil 300 Mpa = 3059,1 (kg/cm<sup>2</sup>)

Diambil 0,35

$$\sigma_{\text{tiang}} = 0,35 \times 3059 = 1070,685 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$A_{\text{tiang}} = \pi r^2 = 3,14 \times 30^2 = 2826$$

$$P_{\text{tiang}} = 1070,685 \times 2826 = 3025755,81 \text{ kg atau} \\ = 3025,756 \text{ Ton} > 58,341 \text{ Ton}$$

g. Efisiensi Tiang

Persamaan (2.7)

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n'-1)m + (m-1)n'}{90mn'}$$

$$\theta = 20^\circ$$

$$E_g = 1 - 20 \frac{(7-1)2+(2-1)7}{90 \times 2 \times 7}$$

$$= 0,698$$

h. Daya dukung kelompok tiang ( $Q_{tk}$ )

Persamaan (2.8)

$$Q_{tk} = E_g \cdot n \cdot Q_{tiang}$$

$n$  = Jumlah tiang dalam satu grup

$$Q_{tk} = 0,689 \times 14 \times 58,341 = 562,757 \text{ Ton}$$

Penurunan fondasi tiang pancang

a. Penurunan tiang tunggal Metode Poulos dan Davis (1980)

1) Dari tabel 2.1 jenis tanah lempung berpasir nilai  $E_s$  adalah:

$$E_s = 30000 - 42500 \text{ kN/m}^2, \text{ diambil } 42500 \text{ kN/m}^2$$

$$= 425 \text{ kg/cm}^2 \text{ atau } 41,693 \text{ Mpa}$$

$$E_b = 10 \times E_s$$

$$= 10 \times 41,693 = 416,925 \text{ Mpa}$$

2) Untuk nilai  $E_p$  karena bahan tiang terbuat dari baja maka modulus elastisitas baja adalah 200.000 Mpa.

3) Menentukan Rasio area tiang

Persamaan (2.12)

$$R_A = \frac{A_p}{\frac{1}{4}\pi d^2}$$

$$R_A = \frac{3,14 \times 30^2}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 60^2} = 1$$

4) Menentukan faktor kekakuan tiang pancang

Persamaan (2.11)

$$K = \frac{E_p R_A}{E_s}$$

$$K = \frac{200.000 \times 1,00}{41,693} = 4797,026$$

5) Persamaan (2.14)

$$\frac{d_b}{d} = \frac{60}{60} = 1$$

6) Persamaan (2.15)

$$\frac{L}{d} = \frac{1400}{60} = 23,3$$

7) Persamaan (2.16)

$$\frac{h}{L} = \frac{1400}{1400} = 1$$

8) Dari tabel 2.2 jenis tanah lempung berpasir nilai poisson ratio adalah 0,2 – 0,3, diambil 0,2

Karena digrafik tidak terdapat garis  $K = 4797,026$  maka diambil yang mendekati ke atas yaitu  $K \geq 20000$  dan untuk nilai  $E_b/E_s = 10$  maka didapat  $R_b = 0,5$

Dari masing-masing grafik diperoleh:

$$I_0 = 0,08$$

$$R_k = 1,08$$

$$R_h = 0,2$$

$$R_\mu = 0,89$$

$$R_b = 0,5$$

a. Untuk tiang apung atau tiang friksi

Persamaan (2.9) dan (2.10)

$$S = \frac{QI}{E_s d}$$

$$I = I_0 R_k R_h R_\mu$$

$$I = 0,08 \times 1,08 \times 0,2 \times 0,89 = 0,0154$$

$$S = \frac{492740 \times 0,0154}{425 \times 60}$$

$$= 0,298 \text{ cm} = 2,98 \text{ mm}$$

b. Untuk tiang dukung ujung

Persamaan (2.11) dan (2.12)

$$S = \frac{qI}{E_s d}$$

$$I = I_0 R_k R_b R_\mu$$

$$I = 0,08 \times 1,08 \times 0,5 \times 0,89 = 0,0384$$

$$S = \frac{492740 \times 0,0384}{425 \times 60}$$

$$= 0,742 \text{ cm} = 7,42 \text{ mm}$$

Maka perkiraan penurunan total tiang tunggal adalah sebesar 10,22 mm

Penurunan ijin ( $S_{ijin}$ ) = 25 mm

Jadi 10,22 mm < 25 mm, maka perkiraan penurunan total tiang tunggal memenuhi syarat aman.

b. Penurunan kelompok tiang

Persamaan (2.20)

$$S_g = \frac{q \cdot B \cdot g \cdot I}{2 \cdot Q_p}$$

$$q = \frac{492740}{360 \times 1120} = 1,2221 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = 1 - \frac{1400}{8 \times 360} \geq 0,5 = 0,514$$

$$Q_p = 135,342 \text{ Ton} = 135342 \text{ kg}$$

Maka:

$$S_g = \frac{1,2221 \times 360 \times 0,514}{2 \times 135342}$$

$$S_g = 0,0008 \text{ cm} = 0,008 \text{ mm} < 25 \text{ mm}$$

Penurunan kelompok tiang aman.

## KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan pada Bab IV, dapat disimpulkan bahwa dari hasil Total Akibat Berat Sendiri (MS) pada Struktur Bagian Bawah Jembatan  $P_{ms} = 6999,68$  dan  $M_{ms} = -2152,79$  sedangkan beban pada abutmen akibat beban tambahan  $P_{MA} = \frac{1}{2} * W_{MA} = 210,6$  Kn. Dan dari hasil tekanan tanah (TA) nilai  $T_{TA} = 1674,36$  dan nilai  $M_{TA} = 3381,07$  sedangkan nilai letak titik tangkap gempa pada abutmen adalah 4,504461. Dari hasil perhitungan pada fondasi tiang pancang nilai  $W_{abutmen}$  yang diperoleh adalah 4832,0832 Kn = 492,74 Ton Daya dukung ultimate tiang ( $Q_{ult}$ ) = 175,396 Ton, Daya dukung allowable tiang ( $Q_{all}$ ) = 58,465 Ton, Beban netto yang diijinkan ( $Q_{tiang}$ ) = 58,341 Ton, Cek kekuatan bahan tiang ( $P_{tiang}$ ) = 58,341 Ton

## DAFTAR PUSTAKA

- Dary, R. W., Frapanti, S., & Utami, C. (2019). Evaluasi Kekakuan Batu Bata Lubuk Pakam Pada Bangunan Bertingkat Dengan Analisis Pushover. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 11-15.
- Dewobroto, W. (2006). Evaluasi Kinerja Bangunan Baja Tahan Gempa dengan SAP2000. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), 7-24.
- Erfian, M., & Raharjo, N. E. (2020). Evaluasi penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada praktik finishing bangunan SMK Negeri 2 Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Teknik Sipil*, 2(2), 139-148.
- Maruapey, S., Betaubun, R. J., & Jakob, J. C. (2024). Evaluasi Saluran Drainase Jalan Wolter Monginsidi Passo Kecamatan Baguala Kota Ambon. *KOLONI*, 3(1), 116-122.
- Parwita, I. G. L. M., Mudhina, M., Intara, I. W., & Sudiasa, I. W. (2019). Evaluasi Teknis Kinerja Bangunan Pengendali Lahar Tukad Unda Pasca Erupsi Gunung Agung Tahun 2017. *Construction and Material Journal*, 1(1), 53-67.

- Sinaga, R., & Lesmana, C. (2018). Kajian Evaluasi Kinerja Bangunan Terhadap Siaga Bencana Gempa. *Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), 77-103.
- Sinay, A. I., Maitimu, A., & Jacob, J. C. (2024). Analisis Kebutuhan Jembatan Penyeberangan Orang Berdasarkan Perhitungan Hubungan Arus Kendaraan Penyeberang Pada Jl. Jenderal Sudirman. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 3 (8), 198-214.
- Sirayan, R. A. N., Betaubun, R. J., & Jakob, J. C. (2024, October). PERENCANAAN SALURAN DRAINASE PADA RUAS JALAN WASU-OMA KABUPATEN MALUKU TENGAH. In *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)* (Vol. 10, No. 1, pp. 201-208).
- Wahyuni, S. D., Khamid, A., Wahidin, W., Imron, I., & Feriska, Y. (2021). Evaluasi Kinerja Struktur Dinding Bata dengan Metode Analisis Pushover pada Bangunan Sederhana. *Infratech Building Journal*, 2(2), 29-39.
- Wijaya, C., Wijaya, S. W., Muljati, I., & Pudjisuryadi, P. (2013). Evaluasi Kinerja Direct Displacement-Based Design Dan Force Based Design Bangunan Irregular Plan 6-Lantai. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 2(2).