

## PERENCANAAN REHABILITASI STRUKTUR BAWAH JEMBATAN

Siti Khotijah<sup>1</sup>, Junaidi<sup>2</sup>,  
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis  
Sitikhotijahbengkalis@gmail.com<sup>1</sup>, junaidi@polbeng.ac.id<sup>2</sup>

### Abstract

*Ting pile foundation is one type of foundation that is commonly used, which foundation to distribute the load of hard soil layers that have a high carrying capacity which is deep enough in the ground. Each foundation must be able to support the load up to a predetermined safety limit, including supporting the maximum load that occurs. The problem is the location of the Buton village Mengkapan, Siak road section with a bridge span of 16 meters and width 7,6 meters and a dead load of the upper structure is obtained, namely 457,15 tons. Large tonnage cars carrying land and palm oil continuously cross the Buton road every day, with the condition of the old and narrow bridge, is it feared that it will make the under-bridge condition worse and more damaged*

*From the calculation, the single pile bearing capacity is 62,691 tons and the group pile bearing capacity is 892,804 tons. Then calculate the elastic drop of piles that occurs, as well as calculate the efficiency of the bearing capacity of the pile group based on the load on the pile group foundation so that it is safe to carry the load on it.*

*Keywords : carrying capacity, meyerhoff and vesic 1969 method*

### 1. PENDAHULUAN

Jembatan berfungsi sebagai penghubung antara satu daerah dengan daerah lainnya. Fungsi lain dari jembatan dapat mempersingkat waktu tempuh dan mengurangi biaya transportasi yang diakibatkan karena adanya rintangan-rintangan seperti sungai, lembah yang dalam, saluran irigasi, jalan kereta api dan lain-lain. Sehubungan saat ini mobil-mobil bertonase besar yang membawa tanah timbunan dan sawit beruntun terus setiap harinya melintasi ruas jalan simpang lango-simpang buatan-Siak-Mengkapan (Tj.Buton) dengan keadaan jembatan lama di Sungai Pinang menyempit dan dengan keadaan jembatan yang sering macet saat menaiki jembatan tersebut dikhawatirkan akan mengakibatkan kondisi bawah jembatan semakin parah dan rusak, jembatan itu juga merupakan alternatif warga setempat yang setiap harinya melewati jembatan tersebut yang berlawanan arah. Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah yang mempunyai fungsi memikul beban bagian bangunan lain di atasnya. Pondasi dengan tiang pancang (*Spun Pile*) digunakan sebagai tiang pondasi (paku bumi). Desain pondasi hanya berdasarkan pembelajaran yang didapat waktu perkuliahan saja, sehingga penulis menganggap hal ini perlu penelitian karena pondasi menjadi landasan terpenting dari keberhasilan dalam bangunan sipil.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan tersebut di atas, maka perlu perencanaan untuk struktur bawah jembatan tersebut dengan judul “Perencanaan Struktur Bawah Jembatan Sungai Pinang (Studi Kasus : Proyek Pergantian Jembatan Sei Busuk CS)”.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA



Adapun prosedur atau tahapan yang harus dilaksanakan dalam melakukan dalam penelitian ini antara lain: Sungai Pinang, diruas jalan simpang lago-simpang buatan-siak-mengkapan (Tj.Buton), Kecamatan Mempura, Kabupaten Siak Sri Indrapura.

- a. Tahapan persiapan, tahapan persiapan ini yakni menyiapkan materi yang berhubungan dengan topik penelitian yang berkaitan dengan perencanaan struktur bawah jembatan Menentukan latar belakang, ruang lingkup dan batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian. Menyusun studi literatur yang berkaitan dengan tujuan penelitian.
- b. Penentuan lokasi, penentuan lokasi sebagai aspek penting agar diperoleh data yang dibutuhkan merupakan hal yang perlu dipertimbangkan. Lokasi penelitian terletak dijalan.
- c. Pengumpulan data, adapun data yang dikumpulkan merupakan data primer, data primer adalah data yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian, dalam hal ini didapat dengan melakukan survei langsung di lapangan. Adapun data-data yang diperoleh dari lapangan yaitu data eksisting jembatan.
- d. Tahap perencanaan, pada tahap ini merupakan tahap yang dilakukan untuk mengetahui perhitungan kapasitas dukung aman yang seharusnya dan rencana anggaran biaya yang diperlukan.
- e. Tahap kesimpulan, pada tahap ini merupakan tahap mendapatkan hasil perhitungan pondasi tiang pancang dengan metode vesic dan meyerhoff.

#### **4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

##### **Data SPT**

Data SPT pada penelitian didapat dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional II Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah II Provinsi Riau.

Tabel 1. Data Awal SPT

No	Elevasi	N Value	No	Elevasi	N Value
0	0		25	24	7
1	0		26	25	
2	1		27	26	11
3	2	0	28	27	
4	3		29	28	10
5	4	1	30	29	
6	5		31	30	10
7	6	1	32	31	
8	7		33	32	44
9	8	1	34	33	
10	9		35	34	52
11	10	2	36	35	
12	11		37	36	49
13	12	2	38	37	
14	13		39	38	50
15	14	2	40	39	
16	15		41	40	51
17	16	3	42	41	
18	17		43	42	55
19	18	3	44	43	
20	19		45	44	60
21	20	3	46	45	
22	21		47	46	60
23	22	6	48	47	
24	23		49	48	60

**Pembebanan dan Kontrol Abutment**

Beban-beban yang terjadi pada abutment terdiri dari beban vertikal dan beban horizontal. Dapat dilihat Tabel 2 dibawah ini :

Tabel 2. Data perencanaan struktur atas, 2019

URAIAN DIMENSI	NOTASI	DIMENSI	SATUAN
Lebar jalan (jalur lalu lintas)	b1	8,00	m
Lebar trotoar (pejalan kaki)	b2	1,00	m
Lebar total jembatan	b	10,00	m
Tebal slab lantai jembatan	ts	0,20	m
Tebal lapisan aspal + overlay	ta	0,100	m
Tebal trotoar	tt	0,300	m
Tebal genangan air hujan	th	0,050	m
Tinggi girder	h	1,100	m
Tinggi bidang samping jembatan	ha	2,30	m
Jarak antar balok	s	1,900	m
Jumlah T-Girder	n	5,000	bh
Panjang bentang jembatan	L	16,000	m
Specific Gravity	NOTASI	BESAR	SATUAN
Berat beton bertulang	wc	25,00	kN/m <sup>3</sup>
Berat beton tidak bertulang (beton rabat)	w'c	24,00	kN/m <sup>3</sup>
Berat aspal	wa	22,00	kN/m <sup>3</sup>
Berat jenis air	ww	9,80	kN/m <sup>3</sup>

**Data Struktur Bawah**

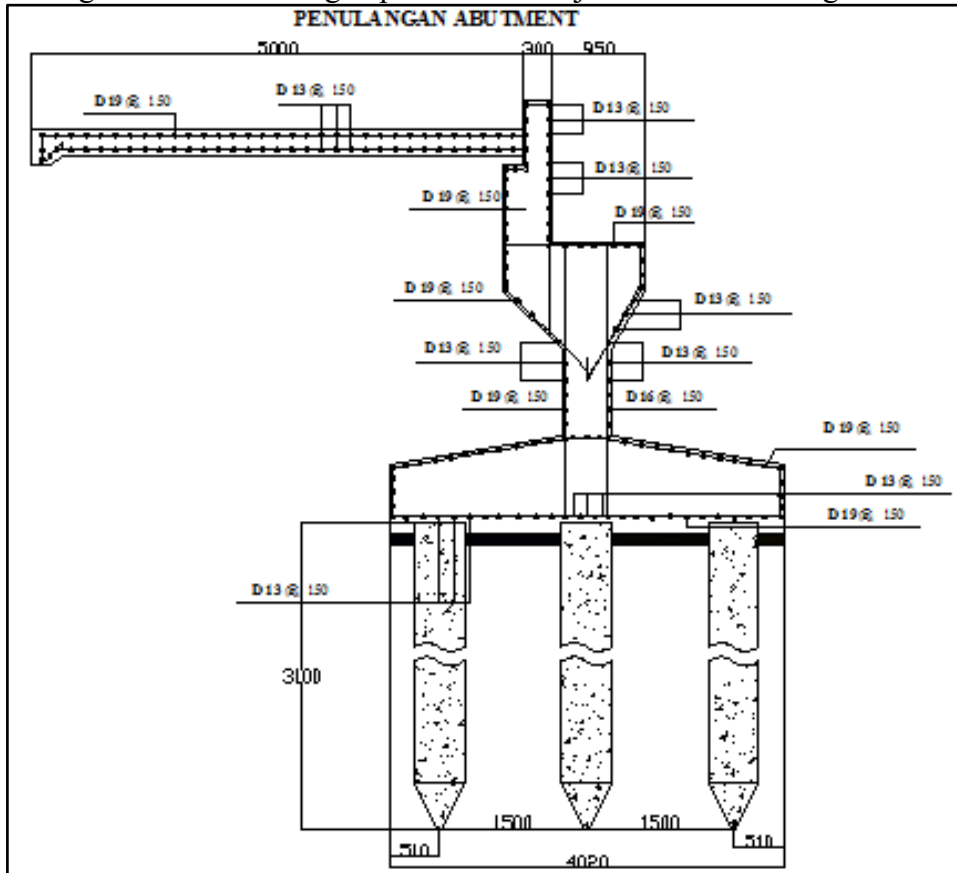
Berikut merupakan nilai data struktur bawah jembatan :

Tabel 3. Data perencanaan abutment

<b>Abutmen</b>			
DATA	(m)	DATA	(m)
h1	0,6	b1	0,5
h2	0,6	b2	0,9
h3	0,5	b3	1,7
h4	0,4	b4	0,45
h5	0,4	b5	0,45
h6	2,8	b6	0,8
h7	0,3	b7	1,30
h8	0,3	b8	1,30
h9	0,7	b9	1,30
h10	0,7	b10	1,30

### Penulangan Abutment

Berikut gambar detail tulangan pada abutment jembatan Sei Pinang dibawah ini :



Gambar 2. Penulangan Abutment

### Perhitungan Back Wall Bawah

Abutment terdiri dari beberapa bagian yaitu Dinding Belakang (back wall) pondasi inti yang berada dibagian tengah jembatan, fungsinya sebagai penahan jembatan dan menyalurkan beban ke tanah.

Tabel 4. Kombinasi beban Back wall bawah

No	Kombinasi Beban	Vu (kN)	Mu (kNm)
1	KUAT 1	227,52	133,53
2	EKSTREM 1	2177,75	11390,88
3	LAYAN 1	162,51	95,38

### Perhitungan Back Wall Atas

Merupakan konstruksi dinding yang berfungsi sebagai pembatas antara gelagar dengan tanah belakang abutment.

Tabel 5. Kombinasi beban back wall atas

No	Kombinasi Beban	Vu (kN)	Mu (kNm)
1	KUAT 1	72,43	20,78
2	EKSTREM 1	313,80	100,57
3	LAYAN 1	51,74	14,85

**Perhitungan Wing Wall**

Wing wall berfungsi untuk melindungi bagian belakang abutment dari tekanan tanah yang bekerja.

Tabel 6. Kombinasi beban wing wall

No	Kombinasi Beban	My (kNm)	Mx (kNm)	Vu
1	KUAT 1	800,46	1448,46	965,64
2	EKSTREM 1	1449,45	2128,41	1418,94
3	LAYAN 1	571,76	1034,61	689,74

**Pile cap**

Pile cap merupakan suatu cara untuk mengikat pondasi sebelum didirikan kolom dibagian atasnya.

**Daya Dukung Tanah**

Menentukan daya dukung tanah dengan diameter 40 cm, panjang jembatan 16 m, dan lebar 8 meter, dengan Vstruktur atas 463,95 ton, Mx sebesar 383,4 ton, My sebesar 298,4 ton. Kemudian dengan SF 2,5

Kapasitas ujung tiang (Qb)

$$\begin{aligned}
 Q_b &= C_n \times A_b & C_n &= 40 \times N \text{ rata-rata} \dots\dots\dots 4.1 \\
 &= 581,30 \times 0,126 & &= 40 \times 14,533 \\
 &= 73,049 & &= 581,30
 \end{aligned}$$

Kapasitas dukung selimut pile (Qs)

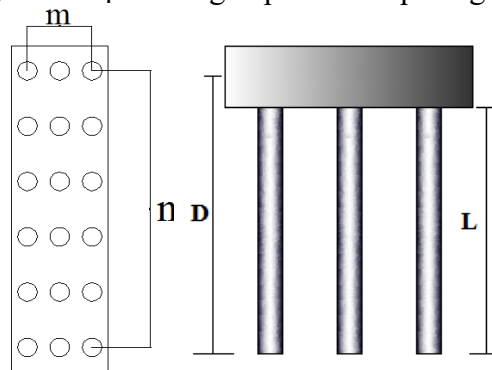
$$\begin{aligned}
 Q_s &= \sum c_{li} \times A_{si} \dots\dots\dots 4.2 \\
 &= 83,679 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Qult 1 tiang

$$\begin{aligned}
 &= Q_b + Q_s \dots\dots\dots 4.3 \\
 &= 73,049 + 83,679 \\
 &= 156,727 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

**Kapasitas Dukung Kelompok Tiang**

Untuk menghitung nilai kapasitas dukung kelompok tiang, ada beberapa hal yang harus diperhatikan terlebih dahulu, yaitu jumlah tiang dalam satu kelompok, jarak tiang, susunan tiang dan efisiensi kelompok tiang. Kelompok tiang dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 3 Tampak atas dan samping tiang pancang

Adapun rumus beban maksimum kelompok tiang sebagai berikut :

$$E_g = 1 - \left[ \theta \frac{(m-1) \times n + (n-1) \times m}{90 \times m \times n} \right] \dots\dots\dots 4.5$$

$$E_g = 1 - \left[ \theta \frac{(3-1) \times 6 + (6-1) \times 3}{90 \times 3 \times 6} \right]$$

$$E_g = 0,791$$

$$\theta = \tan^{-1} \left[ \frac{D}{S} \right] \dots\dots\dots 4.6$$

$$\theta = \tan^{-1} \left[ \frac{0,4}{1,8} \right]$$

$$\theta = 12,53$$

$$N = 18 \text{ bh}$$

$$\begin{aligned} \text{Qult grup} &= n \times E_g \times \text{Qult 1 tiang} \dots\dots\dots 4.7 \\ &= 18 \times 0,791 \times 156,727 \\ &= 2232,01 \text{ ton} \end{aligned}$$

**Kapasitas Dukung Aman**

Adapun beberapa perhitungan kapasitas dukung aman yaitu dibedakan antara tiang pancang yang berdiri sendiri (*single pile*) dengan tiang pancang yang bekerja secara kelompok (*pile group*).

1. Kapasitas Dukung aman Tiang Tunggal (*single pile*)

$$\begin{aligned} \text{Qall 1 pile} &= \frac{\text{Qult 1 Tiang}}{SF} \dots\dots\dots 4.8 \\ &= \frac{187,578}{2,5} \\ &= 62,691 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Kapasitas Dukung aman Kelompok Pile (*pileGroup*)

$$\begin{aligned} \text{Qall group} &= \frac{\text{Qult group}}{SF} \dots\dots\dots 4.9 \\ &= \frac{2671,36}{2,5} \\ &= 892,8 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{total}} = 858,04 \text{ ton}$$

$$\text{Faktor Efisiensi} = \frac{(892,8 - 858,04)}{892,8}$$

$$\text{Faktor Efisiensi} = 4\% < 5\% \dots\dots\dots \text{Aman}$$

**Menentukan Pmax**

Untuk mendapatkan nilai Pmax dapat diperoleh dari rumus sebagai berikut :

$$P_{\text{max}} = \frac{V_u}{n_p} \pm \frac{M_x \cdot Y_{\text{max}}}{n_x \cdot \Sigma Y^2} \pm \frac{M_y \cdot X_{\text{max}}}{n_y \cdot \Sigma X^2} \dots\dots\dots 4.10$$

$$P_{\text{max}} = \frac{457,15}{18} \pm \frac{91,429 \cdot 4,50}{3 \cdot 170,10} \pm \frac{45,7145 \cdot 1,80}{6 \cdot 38,88}$$

$$P_{\text{maks}} = 26,556 < \text{Qall 1 pile} = 156,73 \text{ ton (AMAN)}$$

$$X_1 = S = 1,80 \text{ m}$$

$$X_2 = S = 1,80 \text{ m}$$

$$Y_1 = \frac{1}{2} \times S = 0,90 \text{ m}$$

$$Y_2 = Y_1 + S = 2,70 \text{ m}$$

$$Y_3 = Y_2 + S = 4,50 \text{ m}$$

$$M_y = 45,7145 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_x = 91,429 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$n_p = 3 \text{ buah}$$

$$n_y = 6 \text{ buah}$$

**Mencari Nilai Penurunan**

Didapat nilai penurunan vesic 1969 sebesar 0,052 m dan penurunan meyerhoff sebesar 0,09 m dan  $Q_{total}$  sebesar 858,040 ton.

### **Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Pada perencanaan jembatan berlokasi di Sungai Pinang, diruas jalan simpang lango-simpang buatan-siak-mengkapan (Tj.Buton), Kecamatan Mempura, Kabupaten Siak Sri Indrapura, didapat anggaran biaya sebesar Rp. 5.274.150.000,00

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Dari perencanaan struktur bawah jembatan sungai pinang dengan Panjang total jembatan dalam perencanaan jembatan ini adalah 16 m, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk hasil perhitungan struktur bawah diperoleh nilai  $Q_b = 73,049$  ton,  $Q_s = 83,679$  ton,  $Q_{ult\ 1\ tiang} = 156,727$  ton,  $Q_{ult\ Group} = 2232,01$  ton,  $Q_{all\ Group} = 892,8$  ton.
2. Penurunan dengan diameter 40 cm dengan metode Meyerhoff didapat sebesar 0,00941 m dan metode Vesic sebesar 0,052 m, jumlah tiang sebanyak 18 tiang dengan SF sebesar 2,5
3.  $P_{max}$  diperoleh sebesar 26,556
4. Berdasarkan Rencana Anggaran Biaya Struktur Bawah Sungai Pinang (studi kasus : Proyek Pergantian Jembatan Sei Busuk CS) Sebesar Rp. 5.274.150.000,00

### **Saran**

Dalam menganalisis struktur jembatan, banyak sekali kesulitan yang ditemukan, ada beberapa saran yang mungkin mempermudah perancangan struktur jembatan :

1. Dalam perancangan bagian-bagian struktur jembatan, perlu dipertimbangkan untuk kemudahan pelaksanaan di lapangan.
2. Harus mempertimbangkan bahan-bahan yang akan digunakan
3. Dan pertimbangan lainnya, yaitu terhadap penurunan tidak seragam yang akan merusak bangunan.

## **6. DAFTAR PUSTAKA**

- Fauzan .M (2019) *Perancangan Jembatan Struktur Beton Bertulang T-Girder Sungai Pinang (Studi Kasus : Proyek Penggantian Jembatan Sei Busuk CS)* Program Studi D4 Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bengkalis.
- Kurniadi dkk, (2015) *Desain Struktur slab on pile pada lokasi Jalan Sebelimbingan – Martadipura*
- Wicaksono dkk (2016) *Perencanaan Struktur Jembatan slab on pile Sungai Berantas Dengan Menggunakan Metode Pracetak Pada Proyek Tol Solo-Kertosono STA.176+050 – STA.176+375,*
- Huda (2015) *evaluasi kapasitas dukung pondasi tiang bor (studi kasus pada struktur pilar overpass Sta. 0+736, proyek jalan tol Solo-Semarang seksi Ungaran–Bawen).*
- Rizaldy, (2012) *Efisiensi Kelompok Tiang Pancang,* (<http://rizaldyberbagidata.blogspot.co.id/2012/05/efisiensi-kelompoktiangpancang.html>), Diakses 20 Oktober 2016.
- Rizaldy, (2012) *Pondasi Tiang Pancang,* (<http://rizaldyberbagidata.blogspot.co.id/2012/05/pondasitiangpancang.html>), Diakses 20 Oktober 2016.
- Nurmawaty, (2017) *Perencanaan Ulang Struktur Bawah Dengan Pondasi Bored pile,* Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

- Jusi, Ulfa, 2015, *Analisis Kuat Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (Cone dan N-Standard Penetration Test)*, Tugas Akhir, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, Riau
- Hardiyatmo, H.C., (2011) *Analisis dan Perancangan Fondasi I*, Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Untung, Djoko. (2012). *Bahan Ajar Rekayasa Pondasi dan Timbunan*. Surabaya : Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
- Das, Braja M. (2011) *Principles of Foundation Engineering 7th Edition*. USA:Cengage Learning.