

# KAJIAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG BOR PADA TANAH BERBATU KERAS DI JEMBATAN TAYAN

*Leni<sup>1)</sup>, Marsudi<sup>2)</sup>, Ahmad Faisal<sup>2)</sup>*

## Abstrak

Seiring dengan berkembangnya pembangunan diberbagai sektor khususnya pembangunan transportasi jalan raya dan jembatan Pemerintah Daerah Provinsi Kalimantan Barat merencanakan pembangunan jembatan Tayan di Kabupaten Sanggau. Proyek jembatan Tayan merupakan proyek strategis yang merupakan bagian dari program lintasan transportasi darat Trans Kalimantan yang menghubungkan Kalimantan Barat dengan Kalimantan Tengah sebagai koridor utama Kalimantan. Dalam perancangan konstruksi jembatan Tayan pada konstruksi bawah direncanakan menggunakan sistem pondasi dalam yaitu pondasi tiang bor, pemilihan tiang bor sebagai pondasi mengingat jenis pondasi ini dapat digunakan untuk menahan struktur berat seperti bangunan tingkat tinggi dan jembatan, dan juga digunakan karena ditemukan adanya lapisan batuan di dekat permukaan tanah. Hasil perhitungan dan analisa yang dilakukan didapat bahwa pondasi tiang bor mampu menahan beban yang bekerja di atasnya memberikan daya dukung yang sangat besar serta aman dari keruntuhan materialnya.

Kata kunci : lapisan batuan keras, tiang bor, daya dukung ultimit.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Proyek Jembatan Tayan merupakan proyek strategis yang merupakan program lintasan transportasi Trans Kalimantan yang menghubungkan Kalimantan Barat dengan Kalimantan Tengah. Jembatan tayan terdiri dari dari 2 jembatan

yaitu jembatan 1 yang menghubungkan sisi utara di Desa Kawat dengan Pulau Tayan dan Jembatan 2 yang menghubungkan Pulau Tayan dengan sisi selatan di Desa Piasak, pulau Tayan sendiri adalah pulau yang terletak di tengah sungai Kapuas Kecamatan Tayan Hilir

1. Alumni Prodi Teknik Sipil FT UNTAN
2. Dosen Prodi Teknik Sipil FT UNTAN

Kabupaten Sanggau. Berdasarkan fakta dari penyelidikan tanah yang dilakukan pada Jembatan 1 didapat bahwa pada tanah tempat dudukan tiang bor pada Pier 1, Pier 2, Pier 3 terdapat lapisan batuan yang keras pada elevasi yang relative dangkal. Berdasarkan kondisi tersebut maka perlu dilakukan perhitungan daya dukung pondasi tiang bor pada Pier 1, Pier 2, Pier 3 yang terdapat lapisan batuan yang keras.

#### 1.2 Pembatasan Masalah

Pada pelaksanaan proyek Jembatan Tayan di Kabupaten Sanggau terdapat beberapa masalah yang ditinjau dan dibahas, maka didalam penulisan ini perlu kiranya diadakan suatu pembatasan masalah yang bertujuan menghindari kekaburan serta penyimpangan dari masalah yang dikemukakan sehingga semua sesuatu yang dipaparkan

tidak menyimpang dari tujuan semula. Adapun permasalahan pada penulisan laporan ini hanya dibatasi pada :

- a) Pondasi tiang bor yang ujung bawahnya masuk kedalam batuan keras.

#### 1.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang didapat dari proyek pembangunan Jembatan Tayan di Kabupaten Sanggau Provinsi Kalimantan Barat yaitu data sekunder yang bersifat data kualitatif berupa data hasil penyelidikan tanah seperti SPT (Standart Penetrasi Test), boring. Data lain yaitu berupa data kekerasan batuan yang diperoleh dari hasil test Uji Tekan Batuan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Batuan

Secara umum pengertian batuan adalah campuran dari satu atau lebih mineral yang

berbeda yang terbentuk secara alami melalui proses tertentu yang terdapat pada kulit bumi (sifatnya massif/terkonsolidasi dan tidak homogeny). Batuan terbagi dalam 3 jenis batuan yaitu batuan beku, batuan sedimen, batuan metamorf.

## 2.2 Pondasi Tiang

Pondasi tiang digunakan untuk mendukung pondasi bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam. Pondasi jenis ini dapat juga digunakan untuk mendukung bangunan yang menahan gaya angkat keatas, terutama pada bangunan-bangunan tingkat yang dipengaruhi oleh gaya-gaya penggulingan akibat gaya angin.

## 2.3 Pondasi Tiang Bor

Karena kedalaman dan diameter dari tiang bor dapat divariasikan dengan mudah, maka jenis pondasi ini dapat dipakai baik untuk beban ringan maupun untuk struktur berat seperti bangunan tingkat tinggi

dan jembatan. Tiang pondasi bor dipasang kedalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi tulangan dan dicor beton.

## 2.4 Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Bor

### 2.4.1 Daya Dukung Ujung

- Metode O'Neill & Reese (1999)

Penulisan tugas akhir ini perhitungan unit tahanan ujung ultimit berdasarkan kondisi material batuan. Kondisi material batuan ini termasuk dalam kategori material *Kohesif Intermediate Geomaterials* (IGM). Jika nilai RQD material antara 70-100% dan seluruh joint tidak terisi material lunak serta  $q_u \geq 0,5$  Mpa maka digunakan persamaan :

$$q_{max} = 4,83 (q_u)^{0,51} \text{ (Mpa)}$$

- Carter & Kulhawy

Tahanan ujung tiang bor pada material jointed rock dan kohesif IGM yang

diusulkan oleh Carter & Kulhawy (1988) dinyatakan dengan persamaan :  $q_{max} = (\sqrt{s} + \sqrt{m\sqrt{s} + s}) q_u$

- The Canadian Foundation Engineering Manual (Canadian Geotechnical Society, 1992).

Metode lain yang dapat digunakan untuk menghitung tahanan ujung tiang bor dinyatakan dengan persamaan :

$$q_{max} = 3 K_{sp} d q_u$$

Daya dukung ultimit pada ujung tiang bor dinyatakan dalam runus sebagai berikut :

$$Q_p = q_p \cdot A$$

#### 2.4.2 Daya Dukung Selimut

- O'Neill & Reese (1999)  
Perilaku material IGM juga sangat tergantung dengan kondisi lubang yang halus dan kasar pada pengeboran. Nilai pendekatan ultimit tahanan selimut untuk

dinding halus dinyatakan dengan persamaan :

$$f_a = q_w/2$$

$$f_{aa} = f_a \cdot f_{ad}/f_a$$

Daya dukung ultimit pada selimut tiang bor dinyatakan dalam runus sebagai berikut :  $Q_s = f_s \cdot L \cdot P$

#### 2.4.3 Daya Dukung Ijin Pondasi Tiang Bor

Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

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

#### 2.4.4 Daya Dukung Berdasarkan Kekuatan Materialnya

Persamaan yang digunakan adalah sbagai berikut :

$$\sigma_b = 0,33 \cdot f'c$$

$$P_{tiang} = \sigma_b \cdot A_{tiang}$$

### 3. PEMBAHASAN

Analisa dalam penulisan tugas akhir ini digunakan tiang bor dengan Ø100 cm, dalamnya penanaman tiang bor yang masuk ke dalam batuan adalah 200 cm,

adapun panjang dari masing-masing pondasi tiang bor bervariasi tergantung kebutuhan dan kondisi dilapangan dimana tiap-tiap pier diletakkan untuk Pier 1 panjangnya 10 m, untuk Pier 2 panjangnya 6 m, untuk Pier panjangnya 10 m.

### 3.1 Analisa Daya Dukung Ujung Pondasi Tiang Bor

Tabel 3.1 Perhitungan Daya Dukung Ujung Pondasi Tiang Bor

No	Metode	Kode	Q <sub>p</sub> (ton)
1	O'Neill & Resse (1999)	Pier I	<b>3655</b>
2		Pier II	<b>3642</b>
3		Pier III	<b>3663</b>
4	Carter & Kulhawy (1988)	Pier I	<b>6125</b>
5		Pier II	<b>6083</b>
6		Pier III	<b>6153</b>
7	Canadian Geotechnical Society, 1992)	Pier I	<b>16488</b>
8		Pier II	<b>16374</b>
9		Pier III	<b>16562</b>

(Sumber : Analisa 2014)

### 3.2 Analisa Daya Dukung Selimut Pondasi Tiang Bor

Tabel 3.2 Perhitungan Daya Dukung Selimut Pondasi Tiang Bor

No	Metode	Kode	Q <sub>s</sub> (ton)
1	O'Neill & Resse (1999)	Pier I	<b>144,72</b>
2		Pier II	<b>42,64</b>
3		Pier III	<b>115,26</b>

(Sumber : Analisa 2014)

### 3.3 Analisa Daya Dukung Ulimit Pondasi Tiang Bor

Tabel 3.3 Perhitungan Daya Dukung Ultimit Pondasi Tiang Bor

No	Metode	Kode	Q <sub>u</sub> (ton)
1	O'Neill & Resse (1999)	Pier I	<b>3780,87</b>
2		Pier II	<b>3673,34</b>
3		Pier III	<b>3759,41</b>
4	Carter & Kulhawy (1988)	Pier I	<b>6257,87</b>
5		Pier II	<b>6114,34</b>
6		Pier III	<b>6249,41</b>
7	Canadian Geotechnical Society, 1992)	Pier I	<b>16613,87</b>
8		Pier II	<b>16405,34</b>
9		Pier III	<b>16658,41</b>

(Sumber : Analisa 2014)

### 3.4 Analisa Daya Dukung Kekuatan Material

Kemudian dari sisi daya dukung berdasarkan kekuatan material, material yang digunakan untuk pembuatan tiang bor ini adalah material beton dgn f'c 25 Mpa atau sama dengan 250 kg/cm<sup>2</sup>, Ø<sub>tiang</sub> = 100 cm, A<sub>tiang</sub> = 7854 cm<sup>2</sup> Tegangan beton yang diijinkan yaitu :

$$\sigma_b = 0,33 \times f'_c$$

$$\sigma_b = 0,33 \times 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_b = 82,5 \text{ kg/cm}^2$$

Kekuatan pikul tiang yang diijinkan yaitu :

$$P_{\text{tiang}} = \sigma_b \times A_{\text{tiang}}$$

$$P_{\text{tiang}} = 82,5 \text{ kg/cm}^2 \times 7854 \text{ cm}^2$$

$$P_{\text{tiang}} = 647955 \text{ kg} = 647,955 \text{ ton}$$

## 4. KESIMPULAN & SARAN

### 4.1 Kesimpulan

1. Perhitungan daya dukung ujung dengan cara analitis berdasarkan data kekerasan batuan menggunakan metode The Canadian Foundation Engineering Manual (Canadian Geotechnical) pada masing-masing Pier I, Pier II, Pier III memberikan nilai daya dukung ujung (q<sub>max</sub>) lebih besar dibandingkan dengan nilai daya

- dukung ujung ( $q_{max}$ ) menggunakan metode O'Neill & Resse (1999), Carter & Kulhawy (1988).
- Daya dukung ujung tiang bor Pier 1 = 16497 ton
  - Daya dukung ujung tiang bor Pier 2 = 22784 ton
  - Daya dukung tiang bor ujung Pier 3 = 16571 ton
  - Daya dukung selimut tiang bor Pier 2 = 45,65 ton.
  - Daya dukung selimut tiang bor Pier 3 = 115,26 ton.
3. Perhitungan daya dukung ultimit dengan cara analitis berdasarkan data kekerasan yang telah dihitung baik perhitungan daya dukung ujung dan daya dukung selimut dengan metode O'Neill & Resse (1999), Carter & Kulhawy (1988), metode The Canadian Foundation Engineering Manual (Canadian Geotechnical).
  4. Setelah dilakukan perbandingan antara Daya Dukung Ultimit Tiang Bor dengan Faktor
  2. Perhitungan daya dukung selimut dengan cara analitis berdasarkan data kekerasan batuan hanya menggunakan metode O'Neill & Resse (1999) hasil yang diperoleh sangat kecil dibanding dengan hasil perhitungan daya dukung ujung.
    - Daya dukung selimut tiang bor Pier 1 = 144,72 ton.Keamanan hasil yang diperoleh daya dukung pondasi untuk Pier 1, Pier 2, Pier 3 aman terhadap beban yang bekerja pada pondasi tiang bor tersebut.
  5. Dari sisi daya dukung berdasarkan kekuatan materialnya Pier 1, Pier 2, dan Pier 3 ternyata sangat aman dari keruntuhan materialnya.
  6. Pondasi tiang bor dengan  $\varnothing 100$  cm dan Pier 1 panjangnya 10 m, Pier 2 panjangnya 6 m, Pier 3 panjangnya 10 m, serta dalamnya penanaman tiang bor yang masuk ke batuan adalah 200 cm ternyata memberikan daya dukung yang melebihi

untuk memikul beban yang bekerja di atasnya yaitu sebesar 300 ton untuk masing-masing bentang 40 m.

#### 4.2 Saran

Perlu dilakukannya uji pembebanan *Pile Driving Analyzer* (PDA) pada pondasi tiang bor untuk menentukan dan memeriksa daya dukung tanah dasar. Ini dilakukan untuk mempermudah analisa daya dukung batas yang terjadi dan penurunan yang terjadi.

### 5. DAFTAR PUSTAKA

Attewell, P.B. and Farmer, I.W. (1982), **Principles of Engineering Geology**, 1<sup>nd</sup> ede, Chapman and Hall, London.

Brady, B.H.G. and Brown, E.T. (1994), **Rock Mechanics for Underground Mining**, 2<sup>nd</sup> ed, Chapman & Hall, London.

Canadian Geotechnical Society, **“Canadian Foundation**

**Engineering Manual 3<sup>nd</sup> ed”**, Canadian Geotechnical Society 1992.

Geotechnical Engineering Centre, **“Manual pondasi Tiang 4<sup>nd</sup> ed**, Universitas Katholik Parahyangan, Bandung, 2000

Goodman, R.E (1989) **Introduction to Rock Mechanics**, 2<sup>nd</sup> ed, John Wiley & Sons, New York.

Made Astawa Rai, Dr. Ir., (1988), **Mekanika Batuan, Laboratorium Geoteknik Pusat antar University – Ilmu Rekayasa ITB**, Bandung

Moesdarjono Soetojo Ir. Msc, (2009), **Teknik Pondasi Pada Lapisan Batuan**, ITS Press, Surabaya.

Naval N.V. (1982), **Foundation Design Manual for Practicing Engineers and Civil Engineering Students**,



2<sup>nd</sup>, Dhanpat rai & Sons,  
Delhi.

O'Neill dkk, (1999), “ **Drilled  
Shafts : Construction  
Procedures & LRFD  
Design Methods.**

Sower B. George & Sowers F.  
George, (1970),

**Introductory Soil  
Mechanics and  
Foundating,** 3<sup>rd</sup> ed, Coiler  
Macmilian Publisher,  
London