

# KAJIAN KEMAMPUAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG PADA ABUTMENT JEMBATAN BERDASAR BEDAH BUKU BOWLES

Riza Aulia<sup>1</sup>, Supardin<sup>2</sup>, Gusrizal<sup>3</sup>

- 1) Mahasiswa, Diploma 4 Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Buketrata, email: [auliariza61@gmail.com](mailto:auliariza61@gmail.com)
- 2) Dosen, Diploma 4 Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Buketrata, email: [pardin1965@gmail.com](mailto:pardin1965@gmail.com)
- 3) Dosen, Diploma 4 Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Buketrata, email: [gusrizal76@gmail.com](mailto:gusrizal76@gmail.com)

## ABSTRAK

Tujuan kajian ini adalah untuk mendapatkan informasi tentang kemampuan daya dukung pondasi dalam pada abutment jembatan. Jembatan Alue Batee adalah jembatan kelas C dengan lebar lantai kendaraan 4,5 meter dengan panjang total jembatan 25,8 meter. Tiang pancang yang digunakan adalah beton bertulang dengan berdiameter 50 cm dan panjang 17,2 m. Data yang diperoleh dalam kajian ini adalah berupa data sekunder dan studi perpustakaan. Berdasarkan data-data yang telah didapat maka dilakukan analisa pembebanan dan analisa kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang. Dari analisa pembebanan di dapat kombinasi beban yang terbesar adalah 1275,35 ton dan dari analisa daya dukung diperoleh hasil bahwa daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan Bowles sebesar 271,14 ton(10 tiang), dibandingkan dengan metode Bagemen dan metode Trofimankove sebesar 268 ton dan 262,34 ton . Terjadi selisih daya dukung oleh Bowles, Bagemen dan Trofimankove sebesar 271,14 ton > 265,17ton artinya Bowles dalam perhitungan daya dukung lebih konservatif tetapi dalam segi volume lebih boros yaitu 2,71% > 2,65%, dari analisa stabilitas terjadi penurunan sebesar 1,49cm < 2,5cm berarti aman dan dari segi penggulingan sebesar 1,46 < 1,5 dari kajian ini dianggap tidak aman.

**Kata kunci:** daya dukung, stabilitas, penurunan

## I. PENDAHULUAN

Pondasi merupakan suatu bagian konstruksi bangunan yang berfungsi meneruskan beban bangunan di atasnya (termasuk beban sendiri), kepada tanah tempat pondasi tersebut berpijak, tanpa mengakibatkan terjadinya penurunan bangunan di luar batas toleransinya. Sehingga dalam Perencanaan pondasi harus dilakukan dengan teliti dan secermat mungkin, setiap pondasi harus dapat memikul beban yang telah ditentukan atau bahkan beban maksimum yang mungkin terjadi. Oleh karena itu, dengan melihat komparasi dari ketiga metode yang akan disajikan berikut, maka perencana diharapkan akan membandingkan daya dukung dari setiap metode tersebut. Mengevaluasi dan membandingkan besarnya kapasitas daya dukung pada abutment jembatan dengan menggunakan metode Bowles, metode Bagemen dan metode Trofimankove. Menganalisa seberapa jauh selisih kapasitas daya dukung dari ketiga metode tersebut. Pengumpulan data yang dilakukan dengan memakai data penelitian yang diperoleh dari suatu proyek pembangunan yaitu hasil dari *Standard Penetration Test* (SPT).

## II. METODOLOGI

Ada beberapa metode yang dihitung pada daya dukung diantaranya metode Bowles, Bagemen dan Trofimankove.

### A. Metode Bowles

1. Dengan memberikan  $C=S_u$  dan  $\phi=0$  harga-harga  $N_q'=1$  maka kapasitas titik tiang pancang akhir sebagai berikut:

$$P_{pu} = A_p (9 S_u) \dots\dots\dots(1)$$

2. Metode  $\lambda$

$$f_s = \gamma (q + 2 S_u) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

$\alpha$  = koefisien

$c$  = kohesi rata-rata ( $S_u$ )

Tabel 1. Nilai-nilai faktor adesi untuk tiang pancang

Kasus	Kondisi Tanah	Perbandingan Penetrasi	Faktor Adesi
1	Pasir atau kerikil berpasir yang terletak di atas tanah kohesif mulai dari yang kekuatan sampai dengan yang sangat kaku	<20 >20	1,25
2	Lempung lembek atas lumpur yang terletak diatas tanah kohesif mulai dari yang keras sampai dengan yang sangat keras	8 < PR ≤ 20 >20	0,4
3	Tanah-tanah kohesif dari yang keras sampai dengan yang sangat keras tanp lapisan di atasnya	8 < PR ≤ 20 >20	0,4

B. Metode Bagemen

$$P_{ult} = \frac{q_c \times A}{3} + \frac{JPH \times U}{5} \dots\dots\dots(3)$$

C. Metode Trafimankove

$$P_{all} = \frac{k_b \times q_c \times A \times \left(\frac{JPH}{D}\right) \times O}{F_k} \dots\dots\dots(4)$$

Penurunan kelompok tiang pancang dihitung brdasarkan tahanan ujung tiang dan tahanan geser tiang. untuk kelompok tiang yang daya dukungnya didasarkan atas geseran antara tiang dengan tanah, tegangan pada tanah akibat berat bangunan dan beban dapat diperhitungkan merata pada kedalaman  $\frac{2}{3} L_p$ , dimana  $L_p$  adalah panjang tiang, dan disebarkan dengan sudut penyebar  $30^\circ$ .

$$S = \frac{H_b}{C_a} \log \left( \frac{P_1}{P_0} \right) \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

$S$  = penurunan kelompok tiang pancang (m)

$H_b$  = tebal lapisan tanah yang ditinjau (m)

- $C_a$  = index of compressibility
- $P_1$  = tegangan tanah setelah bangunan selesai ( $\text{ton/m}^2$ )
- $P_0$  = tegangan tanah setelah bangunan ada ( $\text{ton/m}^2$ )

### III. HASIL DAN PEMBAHSAN

#### A. Daya Dukung Tanah

Berdasarkan perhitungan daya dukung dengan menggunakan metode Bowles, Bagemen dan Trafimankove didapat hasil seperti pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Nilai daya dukung tiang pancang

Metode Perhitungan	Daya Dukung Pondasi (ton)
Metode Bowles	$P_a = 271,14$
Metode Bagemen	$P_{ult} = 268,00$
Metode Trafimankove	$P_{all} = 262,34$

#### B. Penurunan Kelompok Tiang

Untuk kelompok tiang pancang yang daya dukungnya didasarkan atas geseran antara tiang pancang dengan tanah (*friction pile*) perlu diadakan perhitungan terhadap kemungkinan adanya penurunan *settlement*. Tegangan pada tanah akibat berat bangunan dan muatannya dapat diperhitungkan merata dalam kedalaman  $2/3 L_p$  dan disebarkan dengan sudut penyebaran  $30^\circ$  dengan beban  $P = 567,49$  ton.

1. pada kedalaman 0–11,47 meter, jenis tanah adalah pasir padat, berat jenis tanah adalah  $2.05 \text{ t/m}^3$ ,
2. pada kedalaman 11,47-13 meter, jenis tanah adalah pasir padat, berat jenis tanah adalah  $2.05 \text{ t/m}^3$ ,
3. pada kedalaman 13-15 meter, jenis tanah adalah pasir berlanau maka berat jenis tanah adalah  $2.05 \text{ t/m}^3$ , dan
4. pada kedalaman 15–17,2 meter, jenis tanah adalah pasir padat, maka berat jenis tanah adalah  $2.05 \text{ t/m}^3$ .

Maka besar tegangan tanah semua dapat dihitung dengan menggunakan persamaan-persamaan seperti pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Nilai tegangan tanah

Kedalaman	$\Sigma v \text{ (t/m}^2\text{)}$	$\Sigma v \text{ (t/m}^2\text{)}$
0	0	0
11,47	$2,05 \times 11,47$	23,51
13	$20,5 + ( 1,54 \times 2,05 )$	23,66
15	$26,65 + ( 2 \times 2,05 )$	30,75
17,2	$30,75 + ( 2,2 \times 2,05 )$	34,85

Sebelum dilakukan pemancangan tiang pada abutmen Jembatan Alue Batee tersebut, kondisi eksisting tegangan tanah  $P_0 = 34,85 \text{ ton/m}^2$ . Sedangkan setelah dilakukan pembebanan, tegangan yang timbul  $q = 28,98 \text{ ton/m}^2$ . Hasil hitungan terhadap tegangan tanah vertikal efektif  $\Delta P = 7,06 \text{ kg/cm}^2$ . Berdasarkan hasil hitungan tersebut, maka didapatkan nilai tegangan setelah selesainya pembangunan pondasi tiang pancang pada abutmen Jembatan Alue Batee ini adalah  $P_1 = 10,55 \text{ kg/cm}^2$ .

Harga *index of compressibility* didaat dengan anggapan bahwa nilai  $P$  yang diperoleh diambil berdasarkan nilai  $q_c$ . Nilai  $q_c$  rata-rata adalah 150 yang diambil pada kedalaman

17,2 meter. Sehingga didapatkan harga *index of compressibility*  $C$  adalah sebesar 64,47 kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan nilai tersebut maka didapatkan penurunan kelompok tiang  $S$  sebesar 1,49 cm. Nilai ini lebih rendah dari syarat yang diijinkan yaitu 2,5 cm.

### C. Kestabilan Terhadap Guling

Momen guling (Mg) dapat disebabkan oleh adanya gempa bumi, gaya rem oleh kendaraan yang melalui jembatan, gaya gesek antara jembatan dan kendaraan di atasnya dan tekanan tanah akibat terjadinya gempa bumi. Momen guling yang bekerja pada arah memanjang Jembatan Alue Batee ditunjukkan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Nilai momen guling

No	Momen	Besarnya Momen (ton.m)
1	Akibat gempa bumi	280,72
2	Akibat gaya rem	68,50
3	Akibat gesekan	236,32
4	Tekanan tanah akibat gempa bumi	116,98
	<b>Total</b>	<b>702,52</b>

Momen guling tahanan (Mt) bersumber dari berat mati jembatan, beban hidup di atas jembatan, abutmen dan adanya tanah di atas poer. Momen guling yang bekerja pada arah vertikal Jembatan Alue Batee ditunjukkan pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Nilai momen guling tahanan

No	Momen	Besarnya Momen (ton.m)
1	Jembatan + beban hidup	637,82
2	Abutment	170,175
3	Tanah di atas poer	219,791
	<b>Total</b>	<b>1027,79</b>

Dari perencanaan diperoleh hasil bahwa daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan Bowles sebesar 271,14 ton, dibandingkan dengan metode Bagemen dan metode Trofimankove sebesar 268 ton dan 262,34 ton. Terjadi selisih daya dukung oleh Bowles, Bagemen dan Trofimankove sebesar 271,14 > 265,17 ton.

Hasil tersebut mengindikasikan bahwa untuk perhitungan daya dukung Jembatan Alue Batee, metode Bowles menghasilkan nilai daya dukung lebih optimis jika dibandingkan terhadap metode Bagemen dan Trofimankove. Akan tetapi jika ditinjau berdasarkan nilai volume, metode ini menghasilkan nilai yang lebih boros.

Pada hitungan penurunan kelompok tiang, terjadi penurunan sebesar 1,49 cm yang mana nilai ini masih lebih kecil dari batas ijin penurunan yang diakibatkan oleh pembangunan jembatan yaitu sebesar 2,5 cm. Hal ini berarti dalam penurunan kelompok tiang dinyatakan aman. Sedangkan ada perhitungan stabilitas guling didapatkan nilai 1,46 yang lebih rendah dari  $F_k = 1,5$  yang disyaratkan. Nilai ini mengindikasikan bahwa tiang pancang untuk abutmen Jembatan Alue Batee ini masih dianggap belum aman dari segi gaya guling.

### III. KESIMPULAN

Dalam merencanakan daya dukung pondasi tiang pancang menggunakan beberapa metode diantara metode  $\lambda$  yang diusulkan oleh *Vijayvergia dan Focht* dengan daya dukung

sebesar 271,14 ton, Metode *Bagemen* dengan daya dukung sebesar 268 ton dan Metode *Trofimankove* dengan daya dukung sebesar 262,34 ton.

Hasil perhitungan terhadap daya dukung dengan menggunakan metode  $\lambda$  sebesar 271,14 ton, kelebihan dari metode  $\lambda$  adalah hasil perhitungan daya dukung lebih besar dari pada metode-metode yang lainnya, kurang dari metode  $\lambda$  yaitu pada nilai NK tidak ditentukan secara langsung tetapi hanya ditentukan secara berkisar.

Hasil perhitungan terhadap jumlah tiang menyatakan bahwa tiang pancang terdapat 10 tiang. Penurunan kelompok tiang sebesar 1,49 cm < 2,5 cm berarti dalam penurunan kelompok tiang dinyatakan aman. Perhitungan guling mendapat hasil  $F_k = 1,46$  yaitu < 1,5 berarti dalam segi guling dianggap tidak aman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowles. J. E., 1988, *Analisa Dan Desain Pondasi II*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Bowles. J. E., 1991, *Analisa Dan Desain Pondasi I*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M, 1994, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Fuad, 2013, *Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Pada Abutment Jembatan Pracetak*. Politeknik Negeri Lhokseumawe, Tugas Akhir .
- Hardiyatmo, H.C, 2003, *Teknik Fondasi II* (edisi II), Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Hardiyatmo, H.C, 2002, *Mekanika Tanah I* (edisi III), Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Peraturan Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya*, 1987. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Sardjono, HS. 1991. *Pondasi Tiang Pancang Jilid I*, Penerbit Sinar Jaya Wijaya, Surabaya.
- Sardjono, HS, 1991. *Pondasi Tiang Pancang Jilid II*, Penerbit Sinar Jaya Wijaya, Surabaya.
- Yusra, C.L, 2012, *Kajian Kemampuan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang dan Pondasi Bore Pile pada Pilar Jembatan Ulee Lheue Banda Aceh*, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Tugas Akhir.