

Analisa Daya Dukung Tiang Pancang Fleksibel Tunggal Vertikal di Tanah Lempung Kepasiran Akibat Beban Lateral

Fabian J. Manoppo

ABSTRAK

Penelitian untuk analisa daya dukung tiang pancang tunggal vertikal di tanah lempung berpasir akibat beban lateral telah dilakukan. Model test dilaboratorium menggunakan tiang pancang dengan ukuran panjang tiang 28 cm dan diameter tiang 2cm, material tiang pancang terdiri dari baja dan akrilik. Tanah yang digunakan memiliki nilai $\phi = 28.75^\circ$ dan $C_u = 0.2 \text{ kg/cm}^2$. Untuk menganalisa daya dukung tiang pancang tunggal akibat beban lateral tiang pancang dibagi atas tiang pancang kaku (Rigid Pile) dan tiang pancang fleksibel (Flexible Pile) dimana menurut Meyerhof dan Yalcin 1984 tergantung nilai kekakuan relatif Kr jika $Kr > 0.1$ tiang pancang kaku sedangkan nilai $Kr < 0.01$ tiang pancang fleksibel. Hasil penelitian dilaboratorium daya dukung tiang pancang fleksibel tunggal vertikal ditanah lempung kepasiran yang menerima beban lateral dibandingkan dengan kombinasi teori Meyerhof et al. 1981, Meyerhof dan Yalcin 1984 serta Sastry dan Meyerhof 1994, teori Brinch Hansen 1961 dan Broms 1964 menunjukkan hasil yang berbeda dimana Q_h teori lebih besar dari Q_h teori Brinch Hansen dan $0.2 Q_h$ teori Broms.

Kata kunci: Beban lateral, daya dukung, tiang pancang tunggal, tanah lempung kepasiran, .

I. PENDAHULUAN

Pondasi tiang pancang adalah bagian konstruksi yang berfungsi untuk mentransmisikan beban-beban pada lapisan tanah yang berdaya dukung kecil ke lapisan tanah yang lebih dalam dengan daya dukung yang lebih besar. Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk menghitung daya dukung tiang pancang tunggal akibat beban lateral diberbagai lapisan tanah seperti, Koumoto, T. et al. (1988) Deflection behaviour of flexible piles in homogeneous soils subjected to horizontal loads, Manoppo F.J. and Koumoto T. (1998) Ultimate bearing capacity and deflection of flexible batter piles in clay under horizontal loads, Manoppo, F.J. and Koumoto, T. (1998) Fitting method for determining the ultimate bearing capacity of flexible batter piles in homogeneous sand under horizontal loads, Manoppo, F.J. and Koumoto, T. (1998). Fitting method for determining the ultimate bearing capacity of flexible batter piles in clay under lateral loads, Meyerhof, G.G et al (1981) lateral resistance and deflection of rigid walls and piles in layered soils, Sastry dan Meyerhof (1994) Behaviour of flexible piles in layered sands under eccentric and inclined loads, Sastry et al (1994) Bearing capacity and deflection of laterally loaded flexible piles, Meyerhof dan Yalcin (1994) Pile capacity for eccentric inclined loads, Sastry et al (1996) Deflection of flexible piles in sand under horizontal loads. Berdasarkan penelitian – penelitian tersebut diatas maka penelitian mengenai tiang pancang tunggal vertikal ditanah lempung kepasiran yang masih kurang akan diteliti dilaboratorium untuk tiang pancang fleksibel hasilnya akan dibandingkan dengan kombinasi rumus Meyerhof et al. 1981, Meyerhof dan Yalcin 1984 serta

Sastry dan Meyerhof 1994 juga dibandingkan dengan teori dari Broms 1964 dan Brinch Hansen 1961.

II. LANDASAN TEORI

Untuk menganalisa daya dukung tiang pancang fleksibel tunggal vertikal akibat beban lateral digunakan gabungan teori sebagai berikut :

Daya dukung tiang pancang tunggal vertikal akibat beban lateral ditanah lempung dan pasir menurut Meyerhof dan Yalcin 1984 adalah sebagai berikut : Untuk tanah pasir,

$$Q_{h1} = 0.125 \gamma B L_{eu}^2 K_b \quad (1)$$

dimana,

Q_h = Daya dukung tiang pancang tunggal vertikal

γ = Berat isi tanah pasir

B = diameter tiang pancang

K_b = Koefisien Tekanan Tanah Pasir (Meyerhof et.al 1981)

L_{eu} = Kedalaman efektif tiang pancang

Menurut Sastry dan Meyerhof 1984 L_{eu} untuk tanah pasir sbb :

$$L_{eu} = 1.65 L Kr^{0.12} \quad (2)$$

Kr = $E_p / E_s L^4$

E_p = Modulus Elastisitas Tiang Pancang

I_p = Momen Inersia Tiang Pancang

E_s = Modulus Elastis Tanah

Untuk tanah lempung,

$$Q_{h2} = 0.4 C_u B L_{eu} K_c \quad (3)$$

K_c = Koefisien Tekanan Tanah Lempung (Meyerhof et.al 1981)

L_{eu} = Kedalaman efektif tiang pancang

Menurut Sastry dan Meyerhof 1984 L_{eu} untuk tanah lempung sbb :

$$L_{eu} = 1.5 L Kr^{0.12} \quad (4)$$

C_u = Kuat geser tanah undrained

Daya dukung total untuk lempung dan pasir dijumlahkan sbb :

$$Q_h = Q_{h1} + Q_{h2} \quad (5)$$

Daya dukung tiang pancang tunggal vertikal ditanah lempung kepasiran akibat beban lateral menurut Brinch Hansen 1961 adalah sebagai berikut :

$$P_u = q K_q + c K_c \quad (6)$$

P_u = Daya dukung tiang pancang tunggal vertikal

q = γL_w

K_q dan K_c adalah faktor yang tergantung dari nilai ϕ dan L/B

c = Kuat geser tanah

Daya dukung tiang pancang tunggal vertikal dengan menggunakan grafik Broms 1964

Untuk tanah pasir adalah sebagai berikut,

$$H_{u1} = K C_u B^2 \quad (7)$$

H_{u1} = Daya dukung tiang pancang tunggal vertikal

K = Nilai yang diperoleh dari grafik Broms tergantung dari L/B dan e/L .

$$K_p = \tan^2(45 + \phi/2)$$

Untuk tanah lempung adalah sebagai berikut,

$$H_{u2} = K C_u B^2 \quad (8)$$

Daya dukung total,

$$H_u = H_{u1} + H_{u2} \quad (9)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium mekanika tanah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado. Penentuan jenis tanah menggunakan standart ASTM. Dari hasil pemeriksaan analisa saringan jumlah lolos #200 = 51.8%, Atterberg test diperoleh LL=58%, PL=16.2 dan IP=41.9% maka diperoleh jenis tanah lempung berpasir dengan kadar air tanah $W = 40\%$, nilai kuat geser tanah dari hasil pengujian dengan alat Triaxial adalah $C_u = 0.2 \text{ kg/cm}^2$ dan $\phi = 28.75^\circ$. Jenis tiang pancang yang digunakan terbuat dari baja dengan nilai modulus elastisitas $E_p = 2.1 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ dan Akrilik $E_p = 3.4 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$, diameter tiang baja 1.5 cm, tiang akrilik 2 cm dan panjang tiang 32 cm.

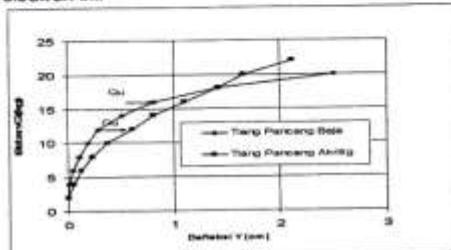
Mekanisme kerja percobaan dilaboratorium dapat dijelaskan sebagai berikut : Material lempung kepasiran dimasukkan kedalam kotak percobaan $50 \times 50 \times 50 \text{ cm}$ seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1 sebagai berikut,



Gambar 1. Kotak percobaan dan frame beban

dengan cara setiap 10 cm lapis tanah dilakukan pemadatan secara merata sampai kotak percobaan terisi penuh. Sebelum mulai percobaan diambil

sample tanah untuk melakukan pengujian Kadar Air dan Kuat Geser Tanah (C_u dan ϕ). Tiang pancang di masukkan dengan cara di dorong (driven pile) dengan tangan secara perlahan sampai pada kedalaman yang dinginkan. Frame beban digantung bersamaan dengan pemasangan dial gauge. Pembebanan dilakukan dimulai dengan beban 1kg, 2kg dst dengan selisih waktu 30 menit untuk masing masing penambahan beban dan dilakukan pembacaan defleksi pada dial. Setelah mencapai keruntuhannya maka dilakukan pengambilan sample tanah untuk dilakukan pengujian kadar air dan kuat geser tanah. Selanjutnya dilakukan pengujian yang sama untuk tiang yang berbeda. Hasil uji pembebanan di laboratorium yaitu beban dan defleksi dibuat dalam bentuk grafik dan untuk mendapatkan daya dukung maksimum diperoleh dengan metode P-Y curve. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Hubungan antara beban Q dan defleksi Y

IV. HASIL PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan daya dukung tiang pancang ($Q_{h,teori}$) dari percobaan dilaboratorium dan daya dukung tiang pancang ($Q_{h,lab}$) dari perhitungan dengan menggunakan kombinasi teori dari Meyerhof et al 1981, Meyerhof dan Yalcin 1984, Sastry dan Meyerhof 1994 serta dibandingkan dengan teori Broms 1964 dan Brinch Hansen 1961 yang dapat dilihat dalam table 1 dibawah ini :

Tabel 1. Hasil perhitungan $Q_{h,lab}$ dan $Q_{h,teori}$

Tiang Pancang	Qu (kg)			
	Teori Meyerhof	Teori Brinch Hansen	Teori Broms	Laboratorium
Baja	55.39	8.817	22.506	16
Akrilik	43.30	7.790	27.571	12

Hasil penelitian menunjukkan masih terjadi perbedaan yang besar antara kapasitas dukung tiang pancang Q_h dari percobaan dilaboratorium dibandingkan dengan kapasitas dukung Q_h dari perhitungan beberapa teori yang ada diatas. Dengan demikian disarankan untuk menghitung daya dukung tiang pancang fleksibel tunggal vertikal di tanah lempung kepasiran akibat beban lateral dapat menggunakan teori Meyerhof dengan menggunakan faktor pengali 0.6 $Q_{h,teori} = 0.6 (Q_{h,lempung} + Q_{h,pasir})$, untuk

teori Brinch Hansen faktor pengalinya adalah 1.5 $Q_{\text{theori}} = 1.5 (q K_q + c K_c)$ dan untuk Broms faktor pengalinya adalah 0.2 $Q_{\text{theori}} = 0.2 (H_{u1} + H_{u2})$

V. KESIMPULAN

Hasil penelitian untuk menunjukkan bahwa daya dukung tiang pancang fleksibel tunggal vertical yang menerima beban lateral dapat menggunakan teori dari Meyerhof, Brinch Hansen dan Broms namun diperlukan faktor pengali yaitu untuk Modifikasi Meyerhof 0.6, Brinch Hansen 1.5 dan Broms 0.2.

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik maka penelitian lebih lanjut dengan full scale loading test dilapangan diperlukan untuk memperoleh hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Brinch Hansen, J. The ultimate resistance of rigid piles against transversal forces, Dansk Geotechnisk Institut, Copenhagen, Bulletin No.12, pp. 5-9, 1961
- Broms, B.B. Lateral resistance of piles in cohesionless soils. ASCE Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, 90(SM3), 123-156, 1964a
- Broms, B.B. Lateral resistance of piles in cohesive soils. ASCE Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, 90(SM2), 27-63, 1964b
- Koumoto T., Meyerhof G.G., Sastry V.V.R.N., Analisys of Bearing Capacity of Rigid Pile under Eccentric and Inclined Loads, Volume 23. Pages 127 – 131, Canadian Geotechnical Journal/Revue Canadienne de Geotechnique. National Research Council Canada, 1986
- Manoppo F.J., Koumoto T., Fitting Method for Determining the Ultimate Bearing Capacity of Flexible Batter Piles in Sand under Lateral Loads. Journal of The Japanese Society Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering (JSIDRE) No.195, pp 19-26, 1998
- Manoppo F.J., Koumoto T., Fitting Method for Determining the Ultimate Bearing Capacity of Flexible Batter Piles in Clay under Lateral Loads. Journal of The Japanese Society Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering (JSIDRE) No.197, pp 71-78, 1998
- Manoppo F.J., Koumoto T., Ultimate Bearing Capacity and Deflection of Flexible Batter Piles in Clay under Horizontal Loads., Proceedings of the International Symposium on Lowland Technology Institute of Lowland Technology Saga University Japan, pp 219-226, 1998
- McNulty, J.F., Thrust Loading on Piles, Proc. ASCE, 82. No. SM2, pp. 940-1-25
- Meyerhof, G.G., Mathur, S.K. and Valsangkar, A.J., Lateral Resistance and Deflection of Rigid Walls and Piles in Layered Soils, Canadian Geotechnical Journal, 18, 159-170, 1981
- Meyerhof, G.G. and Yalcin, A.S., Pile Capacity for Eccentric Inclined Load in Clay. Canadian Geotechnical Journal, 21, 389-396, 1984
- Sastry, V.V.R.N. and Meyerhof, G.G., Behaviour of Flexible Piles in Layered Sands under Eccentric and Inclined Loads, Canadian Geotechnical Journal, Vol.31, No. 4, 513-520, 1994
- Sastry, V.V.R.N., Koumoto, T. and Manoppo, F.J., Bearing Capacity and Deflection of Laterally Loaded Flexible Piles, Bulletin of the Faculty of Agriculture, Saga University, No.78, 1994
- Sastry, V.V.R.N., Koumoto, T. and Manoppo, F.J., Bearing Capacity and Bending Moment of Flexible Batter Piles in Homogeneous Soil under Horizontal Loads, Bulletin of the Faculty of Agriculture, Saga University, No.79, 1995
- Sastry,V.V.R.N., Koumoto, T. and Manoppo, F.J., Deflection of Flexible in Sand under Horizontal Loads, 49th Canadian Geotechnical Conference of Canadian Geotechnical Society, pp.231-238, 1996