

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data Sondir

Pemeriksaan sondir dimaksudkan untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah yang merupakan indikasi dari kekuatan tanahnya, dan juga dapat menentukan dalamnya berbagai lapisan yang berbeda. Perlawanan penetasi konus adalah perlawanan terhadap ujung konus yang dinyatakan dalam gaya persatuan luas. Hasil sondir digambarkan dalam bentuk grafik yang menyatakan hubungan antara kedalaman setiap lapisan tanah dengan besarnya nilai sondir yaitu perlawanan penetrasi konus (SNI 03-2827-2008).

Dalam perencanaan pondasi tiang pancang (*pile*), data tanah geser sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*) dari tiang pancang sebelum pembangunan dimulai, guna menentukan kapasitas ultimit dari tiang pancang. Kapasitas daya dukung ultimit ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_{ult} = Q_b + Q_s = q_b \cdot A_b + f \cdot A_s \quad (3-1)$$

dimana : Q_{ult} = Daya dukung ultimate tiang (ton)

Q_b = Daya dukung di ujung tiang (ton)

Q_s = Daya dukung selimut tiang (ton)

q_b = Daya dukung ujung tiang persatuan luas

A_b = Luas di ujung tiang

f = Satuan daya dukung selimut tiang persatuan luas

A_s = Luas kulit tiang pancang

Aoki dan De Alencar (1975) mengusulkan untuk memperkirakan daya dukung ultimit dari data sondir. Daya dukung ujung persatuan luas (q_b) dirumuskan sebagai berikut:

$$q_b = \frac{q_{ca}(base)}{F_b} \quad (3-2)$$

dimana : q_{ca} = Perlawanan konus rata-rata 1,5D diatas ujung tiang, 1,5D dibawah ujung tiang

F_b = Faktor empirik, tergantung pada tipe tiang

Daya dukung selimut persatuan luas (f) diprediksi sebagai berikut:

$$f = q_c(side) \frac{\alpha_s}{F_s} \quad (3-3)$$

dimana : q_c = Perlawanan konus rata-rata sepanjang tiang

F_s = Faktor empirik tahanan kulit, tergantung pada tipe tiang

Tabel 3.1 Faktor empirik F_b dan F_s (Titi & Farsakh, 1999)

Tipe Tiang Pancang	F_b	F_s
Tiang Bor	3,5	7,0
Baja	1,75	3,5
Beton Pratekan	1,75	3,5

Nilai faktor empirik untuk tipe tanah (Titi & Farsakh, 1999) pada umumnya nilai α_s untuk pasir = 1,4 persen, nilai α_s untuk lanau = 3,0 persen, dan nilai α_s untuk lempung = 1,4 persen.

Untuk memperoleh daya dukung ijin tiang, didapat dengan cara daya dukung ultimate tiang dibagi faktor keamanan tertentu.

- Untuk dasar tiang yang dibesarkan $d < 2$ m

$$Q_a = \frac{Q_u}{2,5} \quad (3-4)$$

- Untuk dasar tiang tanpa pembesaran dibagian bawah:

$$Q_a = \frac{Q_u}{2} \quad (3-5)$$

3.2. Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data SPT

Standar Penetration Test (SPT) adalah sejenis percobaan dinamis dengan memasukan suatu alat yang dinamakan *split spoon* kedalam tanah. Dengan percobaan ini akan diperoleh kerapatan relatif (*relative density*), sudut geser tanah (ϕ) berdasarkan nilai jumlah pukulan (N).

Dalam perhitungan daya dukung aksial tiang pancang ini, metode yang akan digunakan yaitu metode Meyerhof (1956).

Korelasi daya dukung tiang dengan hasil uji SPT yang diusulkan oleh Meyerhof berdasarkan penyelidikan yang dilakukan pada pondasi tiang pancang yang tertanam pada tanah lempung berpasir.

$$Q_u = m \cdot N_p \cdot A_p + n \cdot \tilde{N} \cdot A_s \quad (3-6)$$

Meyerhof menganjurkan nilai $m = 40$ untuk koefisien perlawanan ujung tiang dan nilai $n = 0,2$ untuk koefisien perlawanan gesek tiang pada tanah lempung kepasiran sedangkan $n = 0,5$ pada tanah kelanauan.

Sehingga daya dukung ujung menjadi :

$$Q_p = 40 \cdot N_p \cdot A_p \quad (3-7)$$

$$\tilde{N}_p = (N_1 + N_2) / 2 \quad (3-8)$$

dan daya dukung selimut tiang menjadi :

$$Q_s = 0,2 \cdot \tilde{N} \cdot A_s \quad (3-9)$$

Dimana,

m = koefisien perlawanan ujung tiang

N_1 = nilai NSPT pada ujung tiang yaitu nilai NSPT rata-rata 1D dibawah dasar tiang

N_2 = nilai rata-rata NSPT sepanjang 4D diatas dasar tiang.

A_p = luas penampang pada dasar tiang

n = koefisien perlawanan gesek tiang

\tilde{N} = nilai rata-rata NSPT sepanjang tiang

A_s = luas selimut tiang

3.3. **Faktor Keamanan (*Safety Factor, SF*)**

Untuk memperoleh daya ujung tiang, diperoleh melalui daya dukung ultimit dibagi dengan faktor aman tertentu. Faktor aman perlu diberikan dengan maksud:

- a) Memberi keamanan atas ketidakpastian metode hitungan yang digunakan.
- b) Memberi keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompresibilitas tanah.
- c) Meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja.
- d) Meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok masih tetap dalam batas-batas toleransi.
- e) Meyakinkan bahwa penurunan tidak seragam diantara tiang-tiang masih dalam batas toleransi.

Sehubungan dengan alasan butir (d), dari hasil banyak pengujian beban tiang, baik tiang pancang maupun tiang bor yang berdiameter kecil sampai sedang (600 mm), penurunan akibat beban bekerja (*working load*) yang terjadi lebih kecil dari 10 mm untuk faktor aman yang tidak kurang dari 2,5 (Thomlinson, 1977).

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah memikul tekanan, atau tekanan maksimum yang diijinkan yang bekerja pada tanah diatas pondasi. Daya dukung terfaktor adalah kemampuan tanah memikul tekanan atau tekanan maksimum pada batas runtuh (Anugrah & Erny, 2013, *Desain Pondasi Tahan Gempa Sesuai SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-2847-2002*).

Rumusny adalah:

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \quad (3-11)$$

dimana:

- SF = safety factor
- = 3 untuk beban normal
- = 2 untuk beban darurat

Daya dukung tanah ditentukan dan dibatasi oleh:

- 1) Aman terhadap runtuhnya tanah (Q_u / SF).
- 2) Aman terhadap penurunan akibat konsolidasi tanah sehingga penurunan total tidak terlalu besar.

Daya dukung terfaktor dipengaruhi oleh:

- 1) Nilai parameter tanah
- 2) Kedalaman pondasi
- 3) Ukuran dan bentuk pondasi

4) Sifat tanah terhadap penurunan

5) Kedalaman muka air tanah

Variasi faktor aman yang telah banyak digunakan untuk perancangan pondasi tiang pancang, sebagai berikut:

$$Q_a = \frac{Q_u}{2,5} \quad (3-12)$$

Tabel 3.2 Faktor Aman yang Disarankan (*Reese & O'Neill, 1989*)

Klasifikasi Struktur	Faktor Keamanan (F)			
	Kontrol Baik	Kontrol Normal	Kontrol Jelek	Kontrol Sangat Jelek
Monumental	2,3	3	3,5	4
Permanen	2	2,5	2,8	3,4
Sementara	1,4	2	2,3	2,8

(*Teknik pondasi 2, Hardiyatmo, 1996*)