

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Analisis Daya Dukung dengan SPT

Persamaan umum yang diterapkan pada analisis daya dukung tiang berdasarkan data SPT adalah sebagai berikut:

$$Q_{ult} = \mu_b \times N_b \times A_b + \mu_s \times N \times A_s \text{ (Ton)}$$

Keterangan :

- N_b : harga SPT pada ujung tiang
- $\mu_{b,s}$: harga koefisien perlawanan ujung dan selimut tiang
- N : harga rerata SPT sepanjang tiang
- Q_{ult} : daya dukung aksial ultimit tiang pancang
- A_s : luas kulit tiang pancang

Pada penerapannya di dalam perencanaan, nilai N biasanya dilakukan koreksi sebagai berikut:

Koreksi ujung tiang :

$$N_b = 0,5 (N_1 + N_2) < 40$$

Keterangan :

- N_1 : nilai SPT pada ujung tiang
- N_2 : nilai SPT rerata dari ujung tiang hingga 4D diatas ujung tiang

Untuk tanah pasir yang sangat halus (*fine sand*) atau tanah pasir kelanauan (*silty sand*) yang terletak di bawah muka air tanah, nilai SPT cenderung lebih tinggi disebabkan oleh rendahnya permeabilitas. Oleh sebab itu, nilai N SPT dikoreksi sebagai berikut :

$$N^* = 15 + (N - 15)/2 \dots N > 15$$

Keterangan:

N^* : nilai SPT terkoreksi
 N : nilai asli di lapangan

Beberapa peneliti merekomendasikan besarnya harga koefisien gesek untuk terutama persamaan sebagai berikut :

Tabel 3.1 Koefisien μ_b dan μ_s

Peneliti	Jenis tanah	Jenis tiang	μ_b	μ_s	Batasan
Meyerhof(1976)	Pasir	Berlaku umum (utk semua jenis tiang)	40	0,20	
	Lempung		10	0,50	
Okahara (1992)	Pasir	Tiang pancang	40	0,20	< 10 t/m ²
		Cor ditempat	12	0,50	< 20 t/m ²
	Kohesif	Tiang pancang	---	1	< 15 t/m ²
		Cor ditempat	---	1	< 15 t/m ²
Takahashi (1992)	Pasir	Tiang pancang	30	0,2	

Tabel 3.2 Nilai gesekan untuk perencanaan tiang pancang

Jenis tanah	Keterangan	Gesekan selimut (kgr/cm ²)	Tahanan ujung (kgr/cm ²)
Pasir bersih (utk N>60, diambil N = 60)	GW,GP,GM,SW,SP,SM	0,019 N	3,2 N
Lempung kelanauan bercampur pasir, pasir kelanauan, lanau	GC, SC, ML, CL	0,04 N (dianjurkan direduksi utk lempung kaku dan lempung kepasiran)	1,6 N
Lempung plastis	CH, OH	0,05N (dianjurkan direduksi utk lempung kaku dan lempung kepasiran)	0,7 N
Batu gamping rapuh, pasir berkarang		0,01 N	3,6N

Sumber : *Schmertmann* (1967)

Disamping metode-metode tersebut di atas, berikut adalah metode yang secara umum dikembangkan oleh para peneliti terdahulu. Prinsip persamaan yang diturunkan sama bahwa :

$$Q_{ult} = f_s \times A_s + f_b \times A_b \dots$$

Dimana : $f_s = A + B \times N$, dan $f_b = C \times N$. A, B dan C dapat dilihat pada tabel 3. 3 berikut ini.

Tabel 3.3 Hubungan antara gesekan selimut, f_s , dengan nilai N-SPT

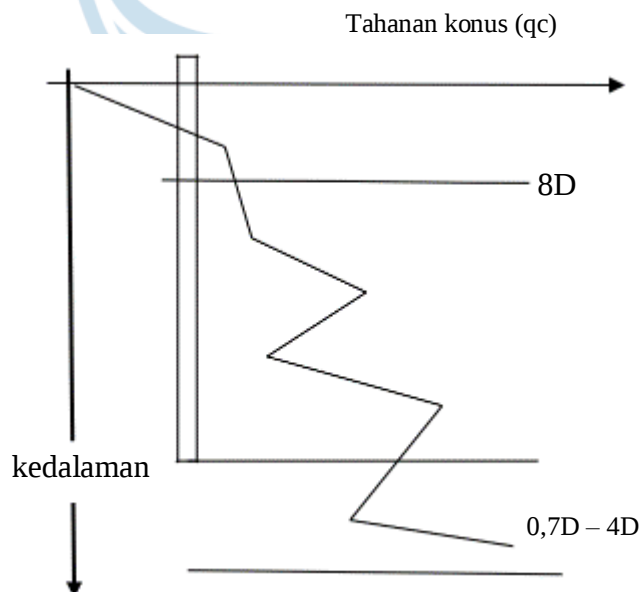
Jenis tiang	Jenis tanah	A	B	Catatan	Referensi
Tiang Pancang	Berbutir kasar	0	2,0	f_s : harga rerata sepanjang tiang. N : harga SPT rerata sepanjang tiang	Meyerhof(1956) Shioi&Fukui(1982)
	Berbutir kasar+ berbutir halus	10	3,3	Jenis tiang tidak spesifik $3 < N < 50$, $f_s < 170$ kPa	Decourt (1982)
	Berbutir halus	0	10	---	Shioi &Fukui(1982)
Cetak/cor ditempat	Berbutir kasar	30	2,0	$f_s < 200$ kPa	Yamasitha, et.al. (1987)
		0	5,0		Shioi&Fukui (1982)
	Berbutir halus	0	5,0	$f_s < 150$ kPa	Yamasitha(1982)
		0	10,0		Shioi&Fukui(1982)

3.2. Analisis Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data Sondir

a. Metode *Schmertmann* dan *Nottingham*

Schmertmann dan *Nottingham* (1975) mengembangkan metode ini dengan alasan bahwa pada cara statik membutuhkan parameter-parameter tanah yang pada umumnya tidak tersedia secara *continue* dan konsisten sepanjang tiang. Hal ini beresiko akibat menggunakan parameter untuk mewakili suatu lapisan tanah yang memiliki kuat geser dengan suatu rentang harga tertentu. Metoda berdasarkan data lapangan, sondir sebagai contoh, dapat memperoleh data yang kontinyu sepanjang tiang.

Metode yang dikembangkan oleh *Schmetmann* dan *Nottingham* ini hanya berlaku untuk pondasi tiang pancang. Daya dukung ujung tiang (Q_b) diambil dari nilai rerata perlawanan konus (q_c), $8D$ (D : diameter/lebar tiang) di atas ujung tiang dan $0,7D$ s.d. $4D$ di bawah ujung tiang.



Gambar 3.1. Analisis daya dukung ujung tiang (*Schmertmann*, 1978)

Tahanan ujung tiang :

$$Q_b = \frac{qc_1 + qc_2}{2} \times A_b$$

Keterangan :

Q_b = tahanan ujung tiang

qc_1 = nilai rerata qc dari 0,7D s.d. 4D dibawah ujung tiang

qc_2 = nilai rerata qc 8D diatas ujung tiang

A_b = luas penampang tiang

Jika tanah di bawah ujung tiang dalam keadaan lembek antara 4D sampai dengan 10D, maka perlu dilakukan koreksi pada nilai rerata tersebut. Pada umumnya perlawanan konus (qc) diambil tidak lebih dari 100 kg/cm² untuk tanah pasir dan tidak lebih 75 kg/cm² untuk tanah pasir kelanauan.

Ks dan Kc adalah faktor reduksi yang tergantung pada kedalaman dan nilai gesekan selimut. Jika tanah disekeliling tiang terdiri atas berbagai lapisan tanah pasir dan lempung, dianjurkan untuk menghitung ketahanan setiap lapisan secara terpisah. Namun demikian nilai faktor reduksi K pada persamaan 3.15 diatas dihitung atas dasar total kedalaman tiang.

Tabel 3.4 Hubungan antara Kc dengan fs

Fs (kg/cm ²)	Kc	
	Tiang baja	Tiang beton
0,20	1,20	1,20
0,40	0,80	0,80
0,60	0,55	0,70
0,80	0,40	0,55
1,00	0,30	0,50
1,20	0,28	0,45
1,40	0,26	0,44
1,60	0,24	0,43
1,80	0,22	0,41
2,00	0,20	0,40

Tabel 3.5 Hubungan antara Ks dengan (D/B)

(D/B)	Ks			
	Begemen		Fugro	
	T. Baja	T. Beton	T. Baja	T. Beton
0	-	-	-	-
5	1,40	0,80	1,50	2,40
10	0,60	0,60	1,20	1,70
15	0,48	0,48	0,80	0,80
20	0,42	0,46	0,70	0,75
25	0,40	0,45	0,70	0,60

3.3. Faktor Keamanan (Safety Factor, SF)

Untuk memperoleh kapasitas ijin tiang, diperoleh melalui kapasitas ultimit dibagi dengan faktor aman tertentu. Faktor aman perlu diberikan dengan maksud :

- Memberi keamanan atas ketidakpastian metode hitungan yang digunakan.
- Memberikan keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompresibilitas tanah.
- Meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja.
- Meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok masih tetap dalam batas-batas toleransi.
- 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*).

Tabel 3.6 Faktor aman (*Reese dan O'Neill*, 1989 dalam Hardiyatmo, 2010)

Klasifikasi Struktur	Faktor aman (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	2,0	2,3	2,8