

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

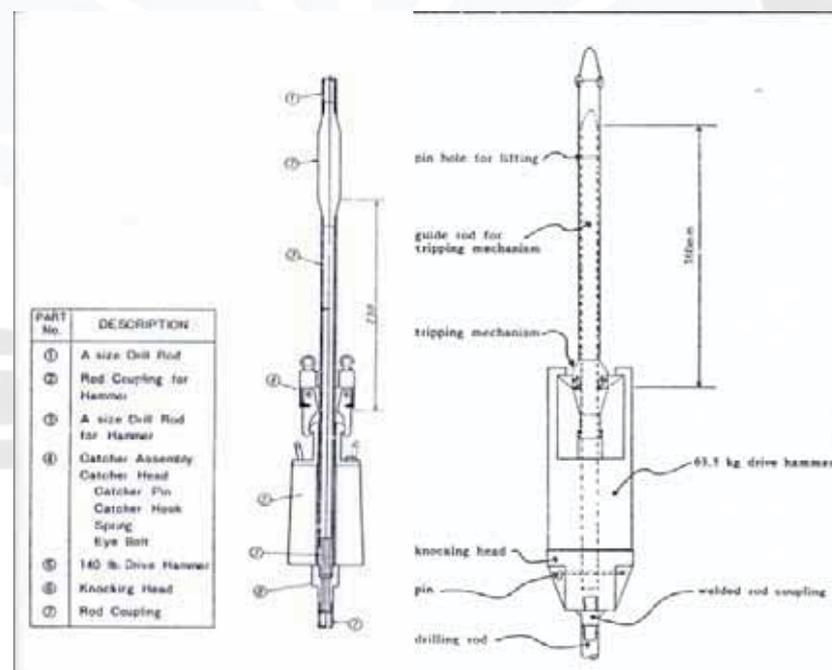
2.1. Umum

Hal yang sangat diperhitungkan dalam pembangunan sebuah bangunan konstruksi adalah daya dukung tanah. Analisis daya dukung langsung dengan data lapangan adalah perhitungan daya dukung tanpa melakukan korelasi parameter-parameter metode statis seperti *Total stress Analysis* (TSA) atau *Effective stress analysis* (ESA). Braja M. Das mengungkapkan keuntungan dari pengujian langsung yaitu daya dukung dapat langsung diketahui setelah pengujian dilapangan. Pengujian langsung di lapangan yang banyak digunakan dan tersebar di Indonesia adalah : *Standart Penetration Test* (SPT), *Cone Penetration Test* (CPT) atau banyak dikenal dengan Sondir, uji baling-baling (*Vane Shear Test*) dan Uji Presumeter (PMT). Di Indonesia, metode yang lazim dilakukan adalah SPT dan Sondir.

2.2. *Standart Penetration Test* (SPT)

Joseph E. Bowles mengungkapkan bahwa *Standart Penetration Test* (SPT) merupakan pengujian penembusan tanah yang paling ekonomis dan populer untuk mendapatkan informasi di bawah permukaan tanah. *Standart Penetration Test* (SPT) juga merupakan salah satu pengujian lapangan yang cukup populer di Indonesia. Pertama kali digunakan pada tahun 1927, setelah itu alat ini rutin digunakan dilapangan. Pengujian SPT ini dilakukan dengan cukup sederhana dan mudah sehingga tidak memerlukan keterampilan khusus dalam pengoperasiannya.

I.S Dunn, L.R. Andersom, F.W. Kiefer dalam bukunya yang diterjemahkan dalam Bahasa Indonesia “Dasar-Dasar Analisis Geoteknik” mengungkapkan bahwa pengujian penetrasi standar paling sering digunakan untuk mengukur kepadatan relatif tanah-tanah granular. Meskipun pengujian ini kadang-kadang digunakan ukuran kuat geser tanah-tanah kohesif, tetapi korelasinya tidak begitu meyakinkan untuk tanah-tanah kohesif. Berbagai faktor dapat mempengaruhi hitungan pukulan yang diperoleh, sehingga perlu sangat berhati-hati dalam mengevaluasi hasil pengujian. Berikut ini gambar dari alat uji SPT.



Gambar 2.1. Alat uji *Standart Penetration Test*

Alat uji SPT merupakan sebuah tabung yang dapat dibelah (*split tube*, *split spoon*) yang dilengkapi dengan *driving shoe* agar tidak mudah rusak pada saat penetrasi. *Driving Shoe* ini bisa dilepas dan diganti. Pada bagian ujung dilengkapi dengan pengambilan contoh (*sampler insert*) yang dipasang dibagian untuk mengambil contoh tanah. Prosedur pengujian SPT adalah sebagai berikut :

1. Lubang Bor disiapkan sampai kedalaman uji yang diinginkan.
2. Memasukkan alat *split sampler* secara tegak lurus.
3. Menumbuk dengan pemukul (berat = 63,5 kgr/140 Ibs, tinggi jatuh = 760 mm) dan mencatat jumlah tumbukan setiap penetrasi 15 cm. hal ini dilakukan 3 kali (I : 0 – 15 cm jumlah pukulan No, II : 15 – 30 cm jumlah pukulan N1, III : 30 – 45 cm jumlah pukulan N2). Nilai N-SPT merupakan jumlah pukulan ke II dan ke III, sehingga $N = N1 + N2$.
4. *Spilt sampler* diangkat keatas kemudian dibuka. Perlu diperhatikan bahwa sampel yang diperoleh dengan ini dalam keadaan terganggu.
5. Sampel yang diperoleh dimasukkan kedalam plastik untuk diuji dilaboratorium. Pada plastik tersebut harus dicantumkan : nama proyek dan lokasi, kedalaman, dan nilai N.

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

$$Q_{ult} = \mu_b \times N_b \times A_b + \mu_s \times N \times A_s \text{ (Ton)} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana

A_b : Luas penampang ujung tiang

A_s : Luas selimut tiang

N_b : Harga SPT pada ujung tiang.

$\mu_{b,s}$: Harga koefisien perlawanan ujung dan selimut tiang.

N : Harga rerata SPT sepanjang tiang.

Pada penerapannya didalam perencanaan, nilai N biasanya dikoreksi sebagai berikut :

$$N_b = 0,5(N_1 + N_2) \dots \dots \dots (2.2)$$

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 dibawah muka air tanah, nilai SPT cenderung lebih tinggi disebabkan oleh rendahnya permeabilitas. Oleh sebab itu, nilai N SPT dikoreksi sebagai berikut :

$$N^* = 15 + \frac{1}{2} (N - 15) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

N^* : Nilai SPT terkoreksi

N : Nilai SPT asli dilapangan

Beberapa peneliti merekomendasikan besarnya harga koefisien gesek untuk persamaan 2.1 dapat kita lihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Koefisien μ_b dan μ_s

Peneliti	Jenis Tanah	Jenis Tiang	μ_b	μ_s	Batasan
Meyerhof (1976)	Pasir	Berlaku umum	40	0,2	-
	Lempung		-	0,5	-
Okahara (1992)	Pasir	Tiang Pancang	40	0,2	$<10 \text{ t/m}^2$
		Cor ditempat	12	0,5	$<20 \text{ t/m}^2$
	Kohesif	Tiang pacang	-	1	$<15 \text{ t/m}^2$
		Cor ditempat	-	1	$<15 \text{ t/m}^2$
Takahashi (1992)	Pasir	Tiang pacang	30	0,2	-

Sumber : *Schemertmann (1967)*

Disamping itu, Schmertmann (1967) menggunakan nilai N-SPT dengan tahanan konus untuk menentukan daya dukung ujung dan tahanan selimut tiang.

Tabel 2.2 menunjukkan nilai gesekan untuk desain tiang pancang.

Tabel 2.2 Nilai gesekan untuk perencanaan tiang pancang

Jenis Tanah	Keterangan	Gesekan selimut (Kgr/cm ²)	Tahanan ujung (Kgr/cm ²)
Pasir bersih (untuk 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 untuk lempung kaku dan lempung kepasiran)	1,6 N
Lempung plastis	CH, OH	0,05 N (dianjurkan direduksi untuk lempung kaku dan lempung kepasiran)	0,7 N
Batu gamping rapuh, pasir berkarang			3,6 N

Sumber : *Schemertmann (1967)*

2.3. *Cone Penetration Test (CPT)*

Percobaan Sondir atau *Cone Penetration Test (CPT)* adalah suatu pengujian tanah yang cukup banyak digunakan di Indonesia. Metode pengujian ini dikembangkan oleh para insinyur Belanda dan digunakan pertama kali tahun 1935. Bagian utama alat ini adalah sebuah kerucut terbalik atau konus yang terbuat dari logam dengan ujung bersudut 60° luas dasar 10 cm^2 . Prinsip kerjanya adalah alat ini didorong masuk ke dalam tanah dengan kecepatan konstan, gaya perlawanan tanah terhadap gerakan konus dicatat pada interval kedalaman tertentu. Nilai tahanan konus (q_c) sama dengan gaya perlawanan dibagi dengan luas dasar konus (10 cm^2). Dari pengujian akan didapat profil nilai tahanan konus q_c terhadap kedalaman. Data ini sangat berguna untuk menentukan pelapisan tanah, dan kompresibilitas, kedalaman tanah untuk mendukung pondasi.



Gambar 2.2. Alat uji *Cone Penetration Test*

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

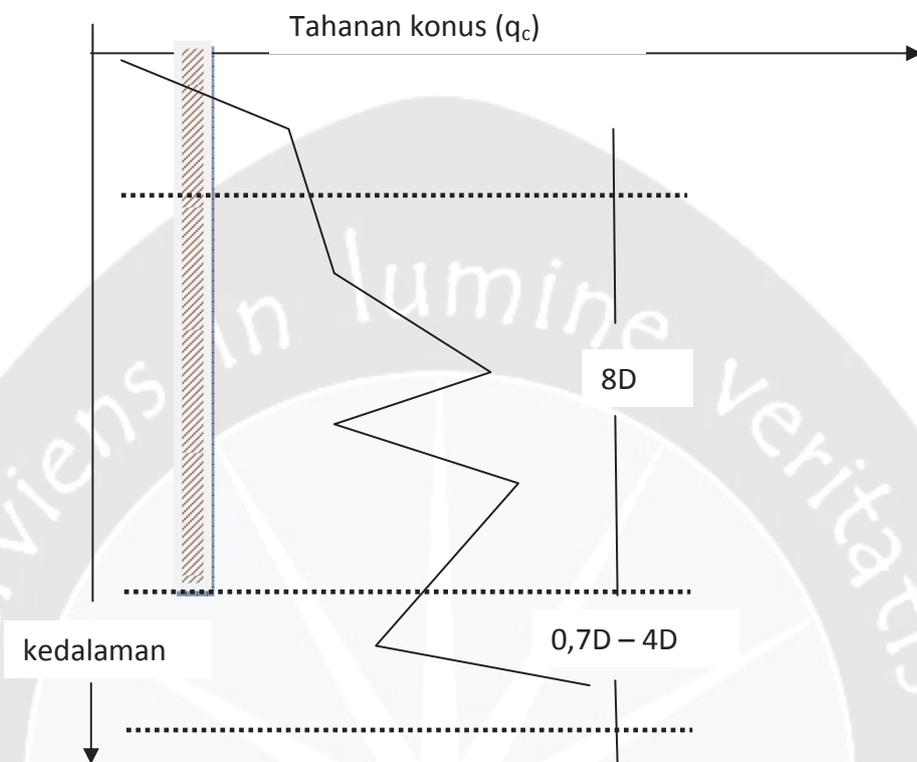
Kegunaan dari data sondir ini salah satunya untuk menganalisis daya dukung tiang. Bentuk alat sondir ini mirip dengan tiang sehingga pola keruntuhan tanah pada saat alat sondir ini menembus tanah serupa dengan pola keruntuhan tanah akibat pemancangan tiang. Sampai sekarang masih diakui bahwa analisis daya dukung tiang pancang dengan menggunakan data sondir ini masih merupakan metode yang terbaik disbanding metode-metode lain. . Prosedur pengujian CPT adalah sebagai berikut :

1. Titik sondir ditentukan letaknya berdekatan dengan titik SPT dan diusahakan letaknya bebas dari gangguan seperti pohon, tiang listrik, dan bangunan lainnya, serta lokasi sekitar sondir harus dibersihkan dari rumput-rumputan dan batuan, sehingga didapat permukaan yang rata.
2. Angker dipasang dan diatur agar mesin sondir vertical ditempat yang akan diperiksa, kemudian dipasang manometer.
3. Mesin sondir diisi dengan oli, diusahakan sampai bebas dari gelembung udara. Conus dipasang pada pipa sondir, kemudian diatur sedemikian rupa

pada mesin sondir lalu pipa sondir ditekan sampai conus masuk kurang lebih 10 cm ke tanah sambil menyiapkan alat pencatatan.

4. Kran penyalur tekanan dibuka pada manometer 0 – 60 kg/cm², dan kemudian mulailah penekanan.
5. Setelah mencapai kedalaman 20 cm, pasanglah kait friction sleeve kemudian lakukan pembacaan mula-mula untuk conus (q_c). Selanjutnya lanjutkan penekanan hingga +4 cm maka akan didapat pembacaan tekanan total (q_t) yaitu pada saat terjadi loncatan pada jarum manometer.
6. Lepaskan kait dan lakukan penekanan untuk kedalaman 20 cm berikutnya, kemudian ulangi lagi melakukan pembacaan tekanan *conus* dan pembacaan tekanan total.
7. Harus diperhatikan bila tanahnya makin keras dan pembacaan q_t mendekati 60 kg/cm², maka harus dilakukan penggantian manometer dengan membuka kran manometer 0 – 250 kg/cm².
8. Pembacaan dilakukan beturut-turut hingga q_t mencapai 450 kg/cm² atau sampai kedalaman 30 meter.

Dalam metode yang dikembangkan oleh Schmertmann dan Nottingham ini daya dukung tiang (Q_b) diambil dari nilai rerata perlawanan konus (q_c) $8D$ (D : diameter/lebar tiang = 2,5 cm) atau 20 cm dan $0,7D$ sampai dengan $4D$ atau 4 cm - 10 cm dibawah ujung tiang untuk q_t .



Gambar 2.3. Analisa daya dukung ujung tiang (Schmertmann, 1978)

Tahanan ujung tiang :

$$Q_b = \frac{q_c + q_t}{2} \times A_b \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

Q_b : Tahanan ujung tiang/ daya dukung tiang

q_c : Nilai tahanan konus

q_t : Nilai tahanan total

A_b : Luas penampang tiang

Simon dan Menzies (1977), juga mengusulkan perkiraan daya dukung tiang dengan menggunakan data sondir adalah sebagai berikut :

$$Q_{ult} = q_c \times A_b + \left(\frac{1}{200}\right) \times q_t \times A_b \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

Q_{ult} : Tahanan ujung tiang/ daya dukung tiang

q_c : Nilai tahanan konus

q_t : Nilai tahanan total

A_b : Luas penampang tiang

Dimana dalam persamaan ini nilai q_c dan q_t dinyatakan dalam kPa (kN/m^2).