

PERBANDINGAN DAYA DUKUNG AKSIAL TIANG PANCANG TUNGGAL BERDASARKAN DATA SONDIR DAN DATA STANDARD PENETRATION TEST

Oleh:

Immanuel Panusunan Tua Panggabean¹⁾

¹⁾Universitas Quality, Jl. Ring Road No.18 Ngumban Surbakti Medan

Email : nuelgabe@yahoo.com

Abstrak

Daya dukung aksial tiang pancang dapat diperoleh dengan menggunakan data dari sondir data atau data dari Standard Penetration Test (SPT). Perhitungan dengan menggunakan metode langsung untuk sondir dan Meyerhof metode data dan metode α data dari Standard Penetration Test (SPT), banyak yang dilakukan untuk menentukan daya dukung aksial tiang pancang. Pemilihan daya dukung aksial tiang digunakan hasil perhitungan tersebut menjadi seni tersendiri bagi para perencana untuk menentukan dimensi pondasi yang digunakan

Kata kunci: sondir, uji penetrasi standar, metode langsung, metode Meyerhof, metode α

Abstract

Axial bearing capacity of piles can be obtained by using the data from the data Sondir or data from Standard Penetration Test (SPT). Calculation using the Direct Method for data Sondir and Meyerhof method and α method to data from Standard Penetration Test (SPT), a lot is done to determine the axial bearing capacity of piles. Selection of axial bearing capacity of piles used results of these calculations into a separate art for planners to determine the dimensions of the foundation are used

Keywords: *sondir, standard penetration test, direct method, Meyerhof method, α method.*

1. Pendahuluan

Perencana akan membuat perencanaan dengan menggunakan tiang bila lapisan tanah di permukaan tidak mampu lagi memikul beban-beban yang diberikan, maka tugas pondasi tiang yang meneruskan beban tersebut ke lapisan tanah keras atau batuan di bawahnya. Beban-beban aksial struktur yang dipikul oleh tiang pancang dipikul oleh selimut tiang dan dipikul oleh ujung tiang (Vesic 1977).

Klasifikasi tiang pancang menurut Tomlinson, MJ (1977), dibagi atas tiang pancang dengan *Large Displacement*, yaitu jenis tiang pancang yang menggunakan tiang berpenampang

padat atau berongga dengan ujung tertutup sehingga pada saat tiang dipukul tanah di sekitarnya bergeser dan tiang pancang jenis *Small Displacement* yang menggunakan tiang berpenampang padat atau berrongga dengan ujung terbuka sehingga memungkinkan tanah mengikuti pergerakan tiang.

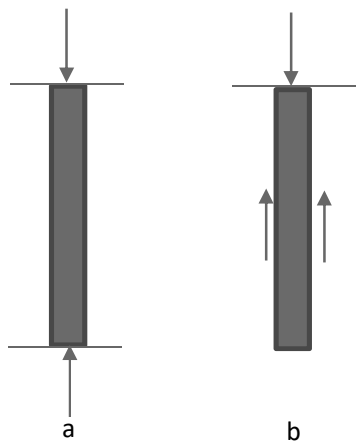
Mekanisme pemindahan beban pada tanah oleh tiang pancang didasarkan oleh hal berikut ini (Braja M. Das):

- Tiang pancang dengan daya dukung ujung disebut jika dari data tanah yang diperoleh terdapat lapisan batuan atau tanah keras.
- Tiang pancang dengan daya dukung selimut jika dari data tanah yang

- diperoleh tidak ditemukan adanya lapisan batuan
- atau tanah keras, sehingga daya dukung dipikul oleh selimut tiang.
 - Dalam kondisi tertentu tiang yang dipancang digunakan sebagai bahan perbaikan tanah dengan fungsi untuk memadatkan tanah sampai batas yang direncanakan.

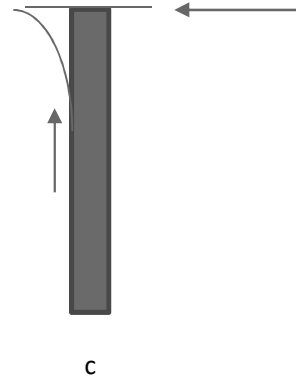
Menurut Vesic (1977),

- a. Bila Lapisan atas tanah mengalami tekanan dan tanah terlalu lemah untuk memikul beban struktur dari atas, maka tiang digunakan untuk meneruskan ke lapisan yang keras di bawahnya (gambar a). Dan ketika lapisan keras pada kedalaman tertentu tidak dapat memikul beban struktur, maka tiang akan memindahkan beban ke tanah melalui tahanan lekat antara tanah dan permukaan tiang (gambar b)



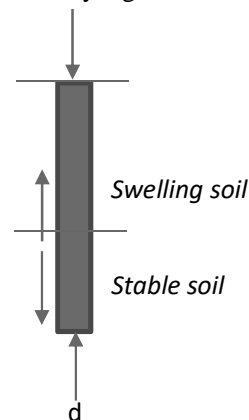
Gambar 1.1. a dan b. Diagram pembebanan vertikal

- b. Bila mengalami gaya horizontal, pondasi tiang akan membengkok dan masih dapat memikul beban dari struktur atas. (contoh: struktur penahan tanah, pondasi bangunan tinggi yang memikul angin dan atau gempa bumi) (gambar c.)



Gambar 1.1. c. Diagram pembebanan arah horizontal

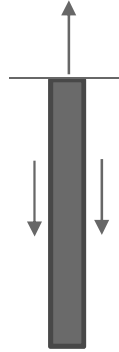
- c. Jika digunakan pondasi dangkal pada lapisan tanah yang ekspansif, mengembang dan susut akibat perubahan kadar air, akan mengakibatkan struktur rusak bila kadar air naik dan akan menyebabkan penurunan yang besar bila kadar air turun, maka pondasi tiang digunakan sampai lapisan tanah yang stabil.



Gambar 1.d. Diagram pembebanan arah horizontal di tanah swelling stabil

- d. Jenis pondasi untuk menara transmisi, bangunan lepas pantai atau pondasi bawah tanah yg

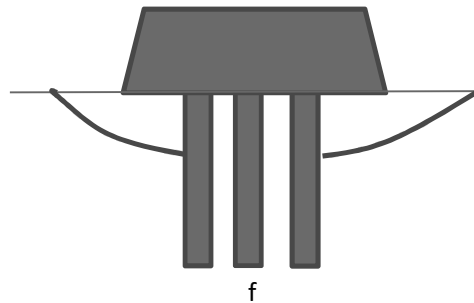
letaknya di bawah m.a.t akan mengalami gaya uplift. Tiang digunakan sebagai pondasi untuk menahan gaya uplift ini.



e

Gambar 1.e. Diagram pembebanan uplift

e. Abutmen atau pier biasanya dibangun di atas tiang untuk menghindari kemungkinan hilangnya daya dukung akibat tergerusnya tanah permukaan



f

Gambar 1.f. Diagram tergerusnya daerah abutmen

2. Metode Penelitian

Metode Penelitian menggunakan metode analitis dari data-data laporan hasil penyelidikan tanah di lapangan. Metode Analitis yang digunakan menggunakan metode

- a. Metode Langsung
- b. Metode Meyerhof
- c. Metode α

Analisis dari metode-metode tersebut di atas diuraikan sebagai berikut:

a. Metode Langsung

Rumus yang digunakan untuk menghitung daya dukung aksial tiang pancang dari data sondir berdasarkan metode langsung sebagai berikut :

$$Q_{ult} = ppk (qc) \times Ap + JHL \times K \quad (1)$$

$$Q_{all} = \frac{(ppk (qc) \times Ap)}{3} + \frac{(JHL \times K)}{5} \quad (2)$$

dengan

$$Ap = \pi d^2/4 \quad (3)$$

$$K = \pi d \quad (4)$$

$$qc = (qc1+qc2)/2 \quad (5)$$

dimana

Q_{ult} = Daya dukung ultimit

PPK = Perlawanan Penetrasi Konus (qc)

A_p = Luas Penampang Tiang

JHL = Jumlah Hambatan Lekat

K = Keliling

d = diameter tiang

qc = tahanan ujung sondir

qc1 = rata-rata PPK (qc di atas titik) 8D

qc2 = rata-rata PPK (qc di bawah titik) 4D

b. Metode Meyerhof

Meyerhof membagi rumus atas jenis tanah dan mekanisme pemindahan beban ke tanah, rumus yang digunakan untuk menghitung daya dukung aksial tiang pancang dari data Standard Penetration Test (SPT) berdasarkan metode Meyerhof (1976) sebagai berikut :

Rumus daya dukung ujung tiang untuk tanah pasir (non kohesif):

$$Q_p = A_p \cdot q_p \quad (6)$$

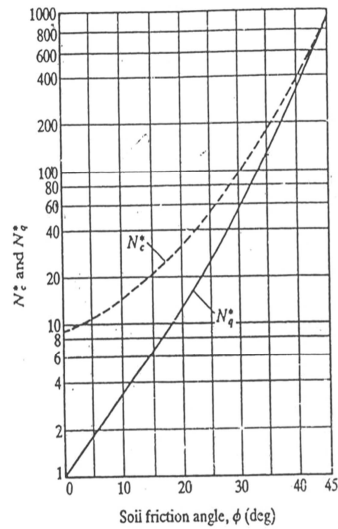
$$Q_p(kN/m^2) = 40N_{corr} L/D \leq 400 \quad (7)$$

dimana

A_p = luas ujung tiang

N_{corr} = rata-rata nilai N_{spt}

N_1 adalah nilai $N_{rata-rata}$ 10D di atas titik tinjau



Gambar.2. Grafik N_c^* (Braja M.Das)

N_2 adalah nilai rata-rata 4D di bawah titik tinjau. Rumus daya dukung ujung tiang untuk tanah lempung (kohesif) :

$$Q_p = N_c^* \cdot c_u \cdot A_p = 9c_u \cdot A_p \quad (8)$$

dimana N_c^* (Gambar 1).
Rumus daya dukung selimut tiang untuk tanah pasir (non kohesif):

$$Q_s = f_{av} \cdot p \cdot L_i \quad (9)$$

$$f_{av} \text{ (kN/m}^2\text{)} = 2 N_{corr} \quad (10)$$

(untuk tiang pancang dengan high displacement).

$$f_{av} \text{ (kN/m}^2\text{)} = N_{corr} \quad (11)$$

(untuk tiang pancang dengan low displacement).

Q_p = Tahanan ujung ultimit (kN)

A_p = Luas penampang tiang pancang (m²)

N_{corr} = Jumlah pukulan yang diperlukan dari percobaan SPT memakai
 $N_{corr} = (N_1 + N_2) / 2$

N_1 adalah nilai N rata-rata 10D di atas titik tinjau.

N_2 adalah nilai N rata-rata 4D di bawah titik tinjau.

L_b = Tebal lapisan tanah kumulatif (m)

D = Diameter tiang pancang (m)

L_i = Tebal lapisan tanah ke-i (m)

p = Keliling tiang (m)

c. Metode α

Rumus daya dukung selimut tiang untuk tanah lempung (kohesif) yang menggunakan data Standard Penetration Test (SPT) berdasarkan metode α :

$$Q_s = f \cdot p \cdot L_i \quad (12)$$

$$f = \alpha C_u \quad (13)$$

dimana:

Q_s = Tahanan selimut ultimit (kN)

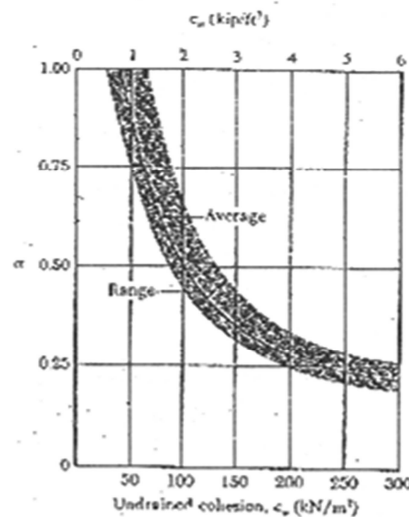
L_i = Tebal lapisan tanah ke-i (m)

p = Keliling tiang (m)

α = Koefisien adhesi antara tanah dan tiang

C_u = Kohesi undrained (kN/ m²) =

$N_{corr} \times 2/3 \times 10$ dengan nilai α seperti pada Gambar 3 di bawah ini



Gambar 3. Grafik α (Braja M. Das)

d. Data Tanah

Pengambilan Data Sondir S-1 berada dekat dengan lokasi pada pengambilan data SPT BH-1, Sumber data diambil dari (Tugas Akhir : Analisa Daya Dukung Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Gedung Kanwil DJP dan KPP Sumbagut I Jl. Suka Mulia Medan I.E Sulastris Sihotang –Repository USU)

Tabel 2.1 Data Sondir S-1

Kedalaman (m)	PPk (qc) (kg/cm ²)	JHL (kg/cm)
0	0	0
1	6	80
2	10	250
3	20	354
4	92	538
5	140	766
6	30	890
7	51	974
8	55	1076
9	90	1252
10	15	1352
11	61	1424
12	100	1566
13	260	1686

Tabel 2.2. Data SPT BH-1

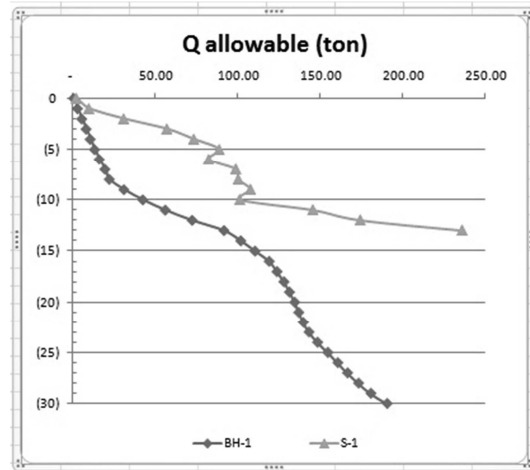
Kedalaman (m)	Layer	N corr
0	1	0
1	1	4
2	1	8
3	1	9
4	2	10
5	2	10
6	2	9
7	2	9
8	3	13
9	3	12
10	4	20
11	4	20
12	4	21
13	4	22
14	4	24
15	4	25
16	5	26
17	5	24
18	5	23
19	5	22
20	5	23
21	5	23
22	5	24
23	5	25
24	6	27
25	6	29
26	6	28
27	6	27
28	6	26
29	6	33
30	6	40

3. Hasil Analisa

Daya dukung aksial tiang pancang berdasarkan data sondir dan data SPT dengan menggunakan rumusan metode analitis di atas menggunakan material tiang pancang berdiameter 60 cm, dengan luas penampang 2827 cm² dan keliling 188.50 cm.

Faktor Keamanan yang digunakan untuk data sondir $FK = 3$ untuk daya dukung ujung tiang dan $FK = 5$ untuk daya dukung selimut.

Faktor Keamanan (FK) = 3 digunakan untuk menghitung daya dukung aksial dengan menggunakan data SPT.



Gambar 3.1 Grafik daya dukung ijin aksial tiang pancang berdasarkan data sondir (S-1) dan data SPT (BH-1)

Tabel 3.1 Daya Dukung Aksial Tiang berdasarkan data Sondir

Kedalaman (m)	PPk (qc) (kg/c)	JHL (kg/c)	Qall (ton)
0	0	0	2.51
1	6	80	10.08
2	10	250	31.10
3	20	354	57.17
4	92	538	73.50
5	140	766	88.85
6	30	890	82.44
7	51	974	98.89
8	55	1076	100.38
9	90	1252	107.77

10	15	1352	101.33
11	61	1424	145.45
12	100	1566	174.11
13	260	1686	235.66

Tabel 3.2 Daya Dukung Aksial Tiang berdasarkan data SPT

Kedalaman (m)	Layer	N SPT	Q all (ton)
0	1	0	0.98
1	1	4	3.25
2	1	8	5.84
3	1	9	8.48
4	2	10	10.96
5	2	10	13.59
6	2	9	16.40
7	2	9	19.87
8	3	13	22.47
9	3	12	31.36
10	4	20	42.80
11	4	20	56.31
12	4	21	72.56
13	4	22	91.83
14	4	24	102.03
15	4	25	110.63
16	5	26	119.16
17	5	24	123.88
18	5	23	128.11
19	5	22	131.45
20	5	23	134.62
21	5	23	137.05
22	5	24	139.84
23	5	25	143.27
24	6	27	148.47
25	6	29	154.68
26	6	28	160.71
27	6	27	166.55
28	6	26	173.22
29	6	33	180.69
30	6	40	190.52

4. Kesimpulan

1. Dari Gambar 3.1 perhitungan daya dukung aksial menggunakan sumber data yang ada menunjukkan

perbedaan yang cukup besar dalam daya dukung ijinnya.

2. Di kedalaman 13 m atau < 15 m, data sondir sudah menunjukkan daya dukung aksial tiang pancang tunggal sebesar 235 ton, sementara pada kedalaman yang sama data SPT menunjukkan daya dukung aksial tiang pancang tunggal hanya sebesar 91 ton.
3. Sebelum menggunakan hasil perhitungan yang akan digunakan dalam perencanaan terutama ketika terjadi hasil yang cukup signifikan perbedaannya, perencana atau tenaga ahli harus meyakinkan kembali bahwa:
4. Pengambilan data sudah dilakukan sesuai dengan tata cara yang disyaratkan dalam peraturan SNI
5. Pengambilan data didampingi selalu oleh tenaga ahli
6. Perencana meninjau kembali pada jenis lapisan tanah yang ada pada lokasi pengambilan data disebabkan perilaku pengambilan data SPT sangat baik pada kondisi tanah pasiran, sedangkan data sondir sangat sensitif terhadap lapisan tanah yang keras walaupun lapisan tersebut tipis.
7. Perencana atau tenaga ahli dapat menginterpretasi hasil perhitungan yang akan digunakan.

Daftar Pustaka

Braja M, Das. 1998. *Principles of Foundation Engineering*. PWS Publishing, USA.

Tomlinson, M.J., 1997, *Pile Design and Construction Practice*, 1st Edition, View Point Publishing, London.

Sihotang, IE Sulastri, 2009, *Analisa Daya Dukung Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Gedung Kanwil DJP dan KPP Sumbagut I Jl. Suka Mulia Medan*.