

PERHITUNGAN DAYA DUKUNG RENCANA PONDASI BORE PILE PADA PERENCANAAN PEMBANGUNAN KANTOR BALAI/POS PELAYANAN PENEGAKAN HUKUM DI JL SISINGAMANGARAJA MEDAN BERDASARKAN SONDIR, SPT DAN BORING

Preddy Pratama, Bangun Pasaribu, Ronal HT Simbolon

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik

Universitas Islam Sumatera Utara

Jl. Sisingamangaraja Medan

Preddypratama97@gmail.com; bangun@ft.uisu.ac.id; ronal.h.t.simbolon@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Pondasi adalah struktur bagian bawah dari konstruksi bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan merupakan suatu pekerjaan yang sangat penting dalam pekerjaan teknik sipil, karena pondasi inilah yang akan memikul dan menahan suatu beban yang bekerja di atasnya. Dalam perencanaan pondasi perlu diperhitungkan besar beban yang diterima dan daya dukung tanah setempat. Setiap pondasi harus mampu mendukung beban sampai batas keamanan yang telah ditentukan. Daya dukung pondasi bore pile, dimana kapasitas daya dukung pondasi dihitung berdasarkan data Sondir, Standart Penetration Test (SPT) dan Boring dengan menggunakan Metode Mayerhoff. Lokasi penelitian merupakan Perencanaan Pembangunan Balai/Pos Pelayanan Penegakan Hukum. Hasil perhitungan daya dukung ultimate pondasi terdapat perbedaan nilai disetiap data, terlihat dari data Sondir nilai daya dukung ultimate pada titik 1 (S-1) sebesar 304,657 Ton, pada titik 1 (S-2) sebesar 287,088 Ton, pada titik 1 (S-3) sebesar 337,409 Ton, pada titik 1 (S-4) sebesar 305,816 Ton. Berdasarkan data SPT nilai daya dukung ultimate nya sebesar 237,093 Ton. Sedangkan untuk data Boring nilai daya dukung ultimate nya sebesar 49,1892 Ton.

Kata Kunci : Bore Pile, Pondasi, Daya Dukung Tanah.

I. PENDAHULUAN

Pemilihan dan pemakaian pondasi pada suatu bangunan haruslah terlebih dahulu mempertimbangkan beberapa hal antara lain jenis bangunan, lokasi, keadaan tanah, dana yang tersedia serta peralatan pendukung yang ada. Pondasi berfungsi sebagai wadah penerima beban dari struktur atas dan kemudian meneruskannya ke dasar tanah. Pondasi dibagi menjadi dua bagian pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal adalah pondasi dimana lebar pondasi lebih besar dengan kedalaman pondasi dari permukaan tanah, sedangkan pondasi dalam adalah pondasi dimana lebar pondasi lebih kecil dengan kedalaman pondasi dari permukaan tanah. Salah satu jenis pondasi tiang ini adalah pondasi tiang pancang. Tiang pancang (*pile*) adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan mentransfer beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu. Tiang pancang biasanya berbentuk persegi panjang, lingkaran dan segitiga dengan cara pemasangan yang berbeda-beda seperti dipukul, dibor, atau di dongkrak ke dalam tanah.

Dilihat berdasarkan material, tiang pancang (*pile*) biasanya terbagi kedalam tiga jenis yaitu: Tiang Pancang Kayu (*Timber Pile*), Tiang Pancang Baja (*Steel Pile*), Tiang Pancang Beton (*Concrete Pile*). Analisa daya dukung tiang pancang dihitung berdasarkan parameter-parameter tanah hasil dari penyelidikan tanah (*soil investigation*). Penyelidikan

dapat dilakukan dengan metode sondir, spt dan boring. Ketiga metode ini dapat memberikan nilai daya dukung yang berbeda.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah merupakan suatu tahapan awal yang dilakukan sebelum proses pemancangan pondasi, diperlukan suatu pondasi yang baik untuk mendapatkan suatu konstruksi bangunan yang kokoh. Penyelidikan tanah dilakukan dilapangan dan laboratorium guna mengetahui kondisi tanah secara menyeluruh dengan detail dan terperinci. Sehingga akan mempermudah perhitungan desain pondasi yang benar, aman dan ekonomis. Ada beberapa aspek yang didapat dari penyelidikan tanah atau soil investigation adalah sebagai berikut:

1. Kedalaman tanah keras atau hard/dense soil dan daya dukungnya.
2. Mengamati level atau letak muka air tanah.
3. Mengetahui secara detail dan terperinci profil lapisan tanah dan deskripsi tanah
4. Mendapatkan nilai SPT (Standart Penetration Test)
5. Analisa teknis yang menghasilkan daya dukung setiap lapisan tanah, sebagai dasar dalam mendesain pondasi.

Perlu diketahui kedalaman muka air tanah dengan teliti agar dapat memudahkan pelaksanaan

pembangunan pondasi dan dapat menganalisis dengan tepat stabilitasnya.

2.2 Data Sondir (Sondering Test)

Sondir adalah suatu alat berbentuk silindris dengan ujungnya berupa suatu konus. Dalam uji sondir, alat ini ditekan ke dalam tanah dan kemudian perlawanan tanah terhadap ujung sondir (tanah ujung) dan gesekan pada selimut silinder diukur.

Uji sondir saat ini merupakan salah satu uji lapangan yang telah diterima oleh para praktisi dan pakar geoteknik. Uji sondir ini telah menunjukkan manfaat untuk pendugaan profil atau pelapisan (stratifikasi) tanah karena jenis perilaku tanah telah dapat diidentifikasi dari kombinasi hasil pembacaan tahanan ujung dan gesekan selimutnya (Rahardjo, 2000).

Alat ini telah lama populer di Indonesia dan telah digunakan hampir pada setiap penyelidikan tanah pada pekerjaan-pekerjaan sipil karena relatif mudah pemakaiannya, cepat dan sangat ekonomis. Menurut Bowles (1997), pengujian ini tidak diterapkan pada tanah berkerikil dan lempung kaku/keras. Pengujian ini dilakukan dengan mendorong kerucut baku (menurut ASTM D 3441 mempunyai ujung 60° dan diameter dasar = 35,7 mm dengan luas irisan lintang 10 cm²) ke dalam tanah dengan kecepatan 10 sampai 20 mm/detik.

Dewasa ini terdapat paling sedikit lima bentuk kerucut yang dipakai:

1. Mekanis, jenis paling dini dinamakan “kerucut belanda” karena berasal dari negeri Belanda.
2. Gesekan listrik, modifikasi pertama memakai pengukur regangan untuk mengukur q_c dan q_s.
3. Piezo listrik, suatu modifikasi atas kerucut gesek untuk memungkinkan pengukuran tekanan air pori pada ujung kerucut.
4. Piezo/gesek listrik, modifikasi lanjutan untuk mengukur gesekan selongsong tahanan ujung dan tekanan pori.
5. Kerucut seismic, sebuah modifikasi tambahan baru-baru ini untuk mencakup pengambilan getaran agar memperoleh data guna menghitung kecepatan gelombang geser dari suatu kejut permukaan sehingga modulus geser dinamikanya dapat diukur.

Penggunaan uji sondir yang makin luas terutama disebabkan oleh beberapa faktor:

1. Cukup ekonomis dan dapat dilakukan ulang dengan hasil yang konsisten.
2. Korelasi empirik semakin andal.
3. Perkembangan yang semakin meningkat khususnya dengan ada penambahan sensor pada sondir listrik seperti batu pori dan stress cell untuk mengukur respon tekanan lateral tanah.
4. Kebutuhan untuk pengujian di lapangan (*insitu test*) dimana sampel tanah tidak dapat diambil (tanah lembek dan pasir).
5. Dapat digunakan untuk menentukan daya dukung tanah dengan baik (Rahardjo, 2000).

Diantara perbedaan tes dilapangan, sondir atau *cone penetration test* (CPT) seringkali sangat dipertimbangkan berperanan, ekonomis dan tes tersebut dapat dipercaya dilapangan dengan pengukuran terus-menerus dari permukaan tanahdasar. CPT atau sondir ini dapat juga mengklasifikasikan lapisan tanah dan dapat memperkirakan kekuatan dan karakteristik dari tanah. Didalam perencanaan pondasi bore pile data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*) dari tiangsebelum pembangunan dimulai, guna menentukan kapasitas daya dukung ultimit dari tiang bor. Untuk menghitung daya dukung bore pile berdasarkan data hasil pengujian sondir dapat dilakukan dengan menggunakan metode Meyerhof. Daya dukung batas pondasi tiang dinyatakan dengan rumus:

$$Q_{ult} = (Q_c \cdot A_b) + (q_f \cdot o) \quad (2.1)$$

Dimana:

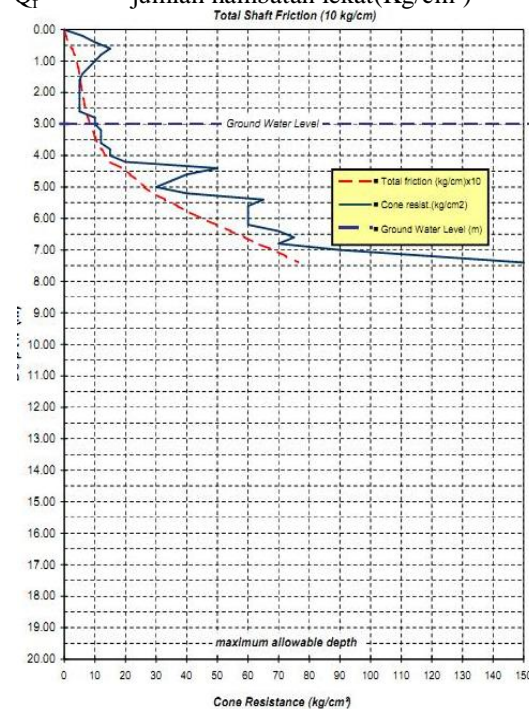
- Q_{ult} = kapasitas daya dukung ultimit (Ton)
- Q_c = Perlawanan ujung konustiang (Kg/cm²)
- A_b = luas penampang tiang (cm²)
- Q_f = jumlah hambatan lekat (Kg/cm)
- O = keliling tiang (cm)

Daya dukung ijin pondasi dinyatakan dengan rumus (Anugrah dan Erny, 2010:43).

$$Q_{ijin} = \frac{q_c \cdot A_b}{3} + \frac{q_f \cdot o}{5} \quad (2.2)$$

Dimana:

- Q_{ijin} = kapasitas daya dukung ijin pondasi (Ton)
- Q_c = kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal (Kg/cm²)
- A_b = luas penampang tiang (cm²)
- Q_f = jumlah hambatan lekat (Kg/cm²)



Gambar 1. Contoh grafik CPT

Sumber <https://untungsuprayitno.wordpress.com/2011/05/18/pengolahan-data-sondir/>

2.3 Standard Penetration Test (SPT)

Standart Penetration Test (SPT) telah memperoleh popularitas dimana-mana sejak tahun 1927 dan telah diterima sebagai uji tanah rutin di lapangan . SPT dapat dilakukan dengan cara yang relatif mudah sehingga tidak membutuhkan keterampilan khusus dari pemakainnya.

Metode pengujian tanah dengan SPT termasuk cara yang cukup ekonomis untuk memperoleh informasi mengenai kondisi di bawah permukaan tanah dan diperkirakan 80% dari desain pondasi untuk gedung bertingkat menggunakan cara ini. Karena banyaknya data SPT, korelasi empiris telah banyak memperoleh kemajuan.

Alat uji ini terdiri dari beberapa komponen yang sederhana, mudah ditransportasikan, dipasang dan mudah memeliharanya. Pandangan para ahli masih sama yaitu bahwa alat ini akan terus dipakai untuk penyelidikan tanah rutin karena relative masih ekonomis dan dapat diandalkan (Rahardjo, 2000).

Standart Penetration Test (SPT) adalah sejenis percobaan dinamis dengan memasukan suatu alat yang dinamakan split spoon ke dalam tanah. Dengan percobaan ini akan diperoleh kepadatan relative (*relative density*), sudut geser tanah (θ) berdasarkan nilai jumlah pukulan (N). Perkiraan kapasitas daya dukung pondasi bore pile pada tanah pasir dan silt didasarkan pada data uji lapangan SPT, ditentukan dengan perumusan Meyerhoff.

Data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*) dari tiang sebelum pembangunan dimulai. Tahanan ujung ultimit tiang (Qb) dihitung dengan persamaan:

$$Q_b = A_b \cdot f_b \quad (2.3)$$

Tahanan gesek dinding tiang (Qs) dihitung dengan persamaan:

$$Q_s = A_s \cdot f_s \quad (2.4)$$

Kapasitas daya dukung ultimit tiang (Qu) adalah jumlah dari tahanan ujung ultimit tiang (Qb) dan tahanan gesek dinding tiang (Qs) antara sisi tiang dan tanah di sekitarnya dinyatakan dalam persamaan berikut ini (Hardiyatmo, 2010):

$$Q_u = Q_b + Q_s = A_b \cdot f_b + A_s \cdot f_s \quad (2.5)$$

Dimana:

Qb = Tahanan ujung ultimit tiang

Qs = Tahanan gesek dinding tiang

Ab = Luas ujung tiang bawah

As = Luas selimut tiang

fb = Tahanan ujung satuang tiang

fs = Tahanan gesek satuan tiang

1. Berdasarkan Metode Meyerhooff:

Kapasitas dukung ultimit tiang dapat dihitung secara empiris dari nilai N hasil uji SPT.

- a. Tahanan ujung tiang berdasarkan data pengujian SPT dihitung dengan persamaan Meyerhoff (Bowles, 1993), yaitu:

$$Q_b = 40 \cdot N_b \cdot A_b \quad (2.6)$$

Dimana:

Nb = Nilai rata-rata statistik dari bilangan-bilangan SPT dalam daerah kira-kira 8B di atas sampai dengan 4B di bawah titik tiang.

Ab = Luas penampang pile.

- b. Tahanan gesek selimut tiang berdasarkan data pengujian SPT dihitung dengan persamaan Meyerhoff (Bowles, 1993), yaitu:

$$Q_s = f \cdot L \cdot p \quad (2.7)$$

Dimana:

f = 0,2 untuk bore pile

L = Panjang lapisan tanah (m)

P = Keliling tiang (m)

2. Berdasarkan Metode Reese & Wright:

Kapasitas daya dukung pondasi tiang pada tanah pasir dan silt didasarkan pada data SPT, ditentukan dengan perumusan berikut :

- a. Daya dukung ujung tiang (end bearing), (Reese & Wright, 1977)

$$Q_p = q_p \cdot A_p \quad (2.8)$$

Dimana:

A_p = Luas penampang tiang bor (m²)

q_p = Tahanan ujung per satuan luas, (ton/

m²)

Q_p = Daya dukung ujung tiang (ton)

Untuk tanah kohesif:

$$q_p = 9 \cdot C_u \quad (2.9)$$

Untuk tanah non-kohesif:

Untuk N ≤ 60 maka,

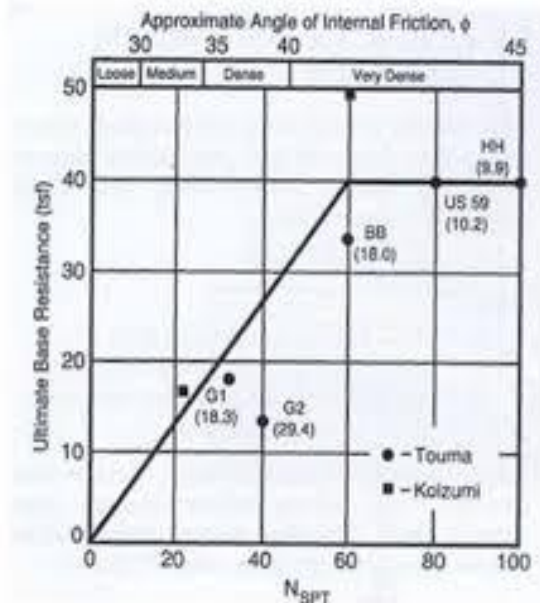
$$q_p = 7N \text{ (t/m}^2\text{)} < 400 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

Untuk N > 60 maka,

$$q_p = 400 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

$$N = \text{Nilai Rata - Rata SPT} = \frac{N_1 + N_2}{2}$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$



Gambar 2. Daya Dukung Ujung Batas Tiang Bor Pada Tanah Pasiran

Sumber : (Reese & Wright, 1977)

b. Daya dukung selimut (skin friction), (Reese & Wright, 1977)

$$Q_s = f \cdot L \cdot P \quad (2.10)$$

Dimana:

f = Tahanan satuan skin friction, (ton/m²)

L = Panjang lapisan tanah (m)

p = Keliling tiang (m)

Q_s = Daya dukung selimut tiang (ton)

Pada tanah kohesif:

$$f = \alpha \cdot C_u \quad (2.11)$$

dimana:

α = faktor adhesi

(berdasarkan penelitian Reese & Wright (1977))

$$\alpha = 0,55$$

C_u = kohesi tanah (ton/m²)

Pada tanah non kohesif:

N < 53 maka,

$$f = 0,32 N \text{ (ton/m}^2\text{)}$$

N < 53 < N ≤ 100 maka,

$$f = \left(\frac{N-53}{450}\right) \times \left(\frac{1}{0,3048^2}\right)$$

$$C_u = \frac{2}{3} \cdot N_{SPT} \cdot 10.$$

2.5.3 Boring Test

Boring test dilakukan sesuai dengan standart ASTM designation. Hasil yang didapatkan dari bor mesin lebih teliti dibandingkan dengan DCPT karena dapat menembus lapisan tanah keras atau batu sampai kedalaman lebih dari 60 meter. Panjang contoh max yang didapat dari bor mesin adalah 1,5 meter. Untuk memperoleh contoh tanah yang maksimal maka mata bor harus sesering mungkin dicabut dan pada lapisan tanah kohesif dan mudah lepas lubang bornya harus dipasang casing agar contoh asli dapat diambil disetiap kedalaman tanah yang diinginkan serta disimpan di dalam peti contoh (core box). Pada boring test pengambilan contoh tanah dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Pengambilan contoh tanah terganggu (disturbed sample)

Tanah terganggu diambil tanpa adanya usaha-usaha yang dilakukan untuk melindungi struktur tanah asli. Tanah ini dipergunakan untuk percobaan properties index, yaitu : Atterberg Limit, Berat Jenis dan Analisa Saringan.

2. Pengambilan contoh tanah tidak terganggu (undisturbed sample)

Tanah asli adalah tanah yang masih menunjukkan sifat-sifat asli dari tanah yang ada dan tidak mengalami perubahan dalam strukturnya, kadar air dan susunan kimianya. Tanah ini dipergunakan untuk percobaan engineering properties, yaitu : permeabilitas, konsolidasi dan Direct Shear.

2.6 Daya Dukung

Analisa daya dukung mempelajari tanah dalam mendukung beban pondasi struktur yang terletak diatasnya. Daya dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan, yaitu tahanan geser yang dapat

dikerahkan oleh tanah disepanjang bidang-bidang gesernya. Perencanaan pondasi harus dipertimbangkan terhadap keruntuhan geser dan penurunan yang berlebihan. Untuk ini, perlu dipenuhi dua kriteria, yaitu kriteria stabilitas dan kriteria penurunan. Persyaratan yang harus dipenuhi dalam perancangan pondasi adalah:

1. Faktor aman terhadap keruntuhan akibat terlampauinya daya dukung harus dipenuhi. Dalam hitungan daya dukung, umumnya digunakan faktor aman 3.
2. Penurunan pondasi harus masih dalam batas-batas nilai yang ditoleransikan. Khusus nya penurunan yang tak seragam (differential settlement) harus tidak mengakibatkan kerusakan pada struktur. Untuk terjaminnya stabilitas jangka panjang, perhatian harus diberikan pada perletakan pondasi. Pondasi harus diletakkan pada kedalaman yang cukup untuk menanggulangi resiko erosi permukaan, gerusan, kembang susut tanah dan gangguan tanah disekitar pondasi lainnya. Analisis-analisis daya dukung, dilakukan dengan cara pendekatan untuk memudahkan hitungan. Analisisnya dilakukan dengan menganggap bahwa tanah berkelakuan sebagai bahan bersifat plastis. Konsep ini pertama kali diperkenalkan oleh Prandtl (1921), yang kemudian dikembangkan oleh Terzaghi (1943), Meyerhoff (1955), De Beer dan Vesic (1958).

2.7 Analisis Mayerhoff

Analisa daya dukung Meyerhoff mengasumsikan sudut baji antara bidang AD atau BD terhadap normal horisontal lebih besar dari sudut geser dalam tanah. Hal ini menyebabkan faktor daya dukung Meyerhoff lebih rendah daripada yang disarankan oleh Terzaghi. Akan tetapi Meyerhoff mempertimbangkan faktor pengaruh kedalaman pondasi, sehingga nilai daya dukung menjadi lebih besar.

Meyerhoff menganalisa daya dukung dengan mempertimbangkan bentuk pondasi, kemiringan beban, dan kuat geser tanah di atas pondasinya yang dinyatakan dengan persamaan berikut.

2.7.1 Analisis Mayerhoff dengan Data SPT

Penentuan daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan uji SPT menurut Mayerhoff. Mayerhoff (1956) menganjurkan formula daya dukung tiang pancang data SPT sebagai berikut:

$$Q_u = 40 N_b \cdot A_p + 0,2 \cdot N \cdot A_s$$

Dengan:

- Q_u = daya dukung ultimate pondasi tiang pancang (Ton)
- N_b = harga N-SPT pada elevasi dasar tiang
- A_p = luas penampang dasar tiang (m²)
- A_s = luas selimut tiang (m²)

- N = harga N-SPT rata-rata

Untuk tiang dengan desakan tanah yang kecil seperti tiang bor dan tiang baja, maka daya dukung selimut hanya diambil separuh dari formula di atas, sehingga menjadi:

$$Q_u = 40 N_b \cdot A_p + 0,1 \cdot N \cdot A_s$$

Harga batas untuk N_b adalah 40 dan harga batas untuk 0,2 N adalah 10 Ton/m².

2.7.2 Analisis Mayerhoff dengan Data Sondir

Metode ini dikemukakan oleh beberapa ahli diantaranya : Mayerhoff, Tomlinson, Begemann. Daya dukung pondasi tiang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$Q_u = q_c \cdot A_p + JHL \cdot K_t$$

Keterangan :

Q_u = Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang
 Q = Tahanan ujung sondir (perlawanan ujung konus pada tanah yang ditinjau)

Dapat digunakan faktor koreksi Mayerhoff :

q_{c1} = Rata-rata PPK (q_c) 8D diatas ujung tiang
 q_{c2} = Rata-rata PPK (q_c) 4D dibawah ujung tiang

JHL = Jumlah hambatan lekat

K_t = Keliling tiang

A_p = Luas penampang tiang

Daya dukung ijin pondasi tiang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$Q_u \text{ Ijin} = \frac{q_{c1} A_p}{3} + \frac{JHL x K_t}{5}$$

Keterangan :

Q_u Ijin = Kapasitas daya dukung ijin tiang pancang

q_c = Tahanan ujung sondir dengan memakai faktor koreksi Mayerhoff

JHL = Jumlah hambatan lekat (total friction)

K_t = Keliling tiang

A_p = Luas penampang tiang

Dari hasil uji sondir ditunjukkan bahwa tahanan ujung sondir (harga tekan konus) bervariasi terhadap kedalaman. Oleh sebab itu pengambilan harga q_c untuk daya dukung ujung tiang kurang tepat. Suatu rentang disekitar ujung perlu dipertimbangkan dalam menentukan daya dukungnya.

$q_p = q_c$ Untuk keperluan praktis

$$q_p = (2/3 - 3/2) q_c$$

Keterangan :

q_p = Tahanan ujung ultimate

q_c = Harga rata-rata tahanan ujung konus dalam daerah 2D dibawah ujung tiang.

2.7.3 Analisis Mayerhoff dengan Data Laboratorium

Untuk menentukan kekuatan daya dukung ujung tiang menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_p = q' \cdot N_q \cdot A_p$$

Keterangan:

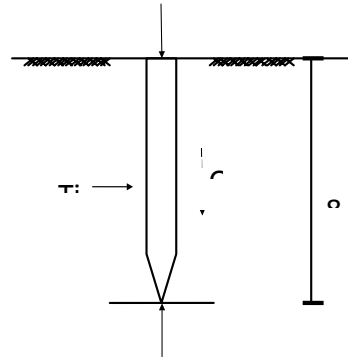
Q_p = Daya dukung ujung tiang

q' = Tekanan vertikal efektif (ton/m²)

N_q = faktor daya dukung tanah

A_p = Luas penampang tiang pancang (cm²)

III. HASIL PENELITIAN



Gambar 3. Tiang pancang

Perhitungan kapasitas daya dukung bored pile dari data Sondir dengan menggunakan metode Mayerhoff

Perhitungan kapasitas daya dukung ultimate pada titik 1:

Data Bore pile:

Diameter Tiang (D) = 60 cm

Keliling Tiang (p) = $\pi \times D$
 = 3,14 x 60
 = 188,5 cm

Luas Tiang (A_p) = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$
 = $\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 60^2$
 = 2827,43 cm²
 = 0,2827 m²

1. Perhitungan kapasitas dukung ujung tiang (Q_p)

Berdasarkan data sondir titik 1 (S-1) sebesar:

$$q_c = \frac{q_{c1} + q_{c2}}{2} = \frac{13,76 + 161,5}{2} = 87,63 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_p = q_p \times A_p = 87,63 \times 2827 = 247730 \text{ kg} = 247,73 \text{ Ton}$$

a. Perhitungan kapasitas daya dukung kulit (Q_s)

$$Q_s = JHL \times p = 302 \times 188,5 = 56927 \text{ kg} = 56,927 \text{ Ton}$$

b. Kapasitas daya dukung ultimate

$$Q_u = Q_p + Q_s = 247,73 + 56,927 = 304,657 \text{ Ton}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5} = \frac{247,73}{3} + \frac{56,927}{5} = 93,96 \text{ Ton}$$

2. Perhitungan kapasitas dukung ujung tiang (Q_p)
Berdasarkan data sondir titik 1 (S-2) sebesar:

$$q_c = \frac{q_{c1} + q_{c2}}{2}$$

$$= \frac{11,53 + 158,5}{2}$$

$$= 85,015 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_p = q_p \times A_p$$

$$= 85,015 \times 2827$$

$$= 240337,405 \text{ kg}$$

$$= 240,34 \text{ Ton}$$

a. Perhitungan kapasitas daya dukung kulit (Q_s)

$$Q_s = JHL \times p$$

$$= 248 \times 188,5$$

$$= 46748 \text{ kg}$$

$$= 46,748 \text{ Ton}$$

b. Kapasitas daya dukung ultimate

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$= 240,34 + 46,748$$

$$= 287,088 \text{ Ton}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5}$$

$$= \frac{240,34}{3} + \frac{46,478}{5}$$

$$= 89,46 \text{ Ton}$$

3. Perhitungan kapasitas dukung ujung tiang (Q_p)
Berdasarkan data sondir titik 1 (S-3) sebesar:

$$q_c = \frac{q_{c1} + q_{c2}}{2}$$

$$= \frac{15,70 + 175,8}{2}$$

$$= 95,75 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_p = q_p \times A_p$$

$$= 95,75 \times 2827$$

$$= 270685,25 \text{ kg}$$

$$= 270,68 \text{ Ton}$$

a. Perhitungan kapasitas daya dukung kulit (Q_s)

$$Q_s = JHL \times p$$

$$= 354 \times 188,5$$

$$= 66729 \text{ kg}$$

$$= 66,729 \text{ Ton}$$

b. Kapasitas daya dukung ultimate

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$= 270,68 + 66,729$$

$$= 337,409 \text{ Ton}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5}$$

$$= \frac{270,68}{3} + \frac{66,729}{5}$$

$$= 103,57 \text{ Ton}$$

4. Perhitungan kapasitas dukung ujung tiang (Q_p)
Berdasarkan data sondir titik 1 (S-4) sebesar:

$$q_c = \frac{q_{c1} + q_{c2}}{2}$$

$$= \frac{14,28 + 154,6}{2}$$

$$= 84,44 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_p = q_p \times A_p$$

$$= 84,44 \times 2827$$

$$= 238711,88 \text{ kg}$$

$$= 238,71 \text{ Ton}$$

a. Perhitungan kapasitas daya dukung kulit (Q_s)

$$Q_s = JHL \times p$$

$$= 356 \times 188,5$$

$$= 67106 \text{ kg}$$

$$= 67,106 \text{ Ton}$$

b. Kapasitas daya dukung ultimate

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$= 238,71 + 67,106$$

$$= 305,816 \text{ Ton}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5}$$

$$= \frac{238,71}{3} + \frac{67,106}{5}$$

$$= 92,9912 \text{ Ton}$$



Gambar 4. Grafik daya dukung ultimate pada data Sondir

Sumber : Hasil perhitungan data Sondir

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan penelitian pada Perencanaan Pembangunan Kantor Balai/Pos Pelayanan Penegakan Hukum maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya dukung ultimit pada bored pile data SPT adalah sebesar 237,093 Ton.
2. Daya dukung ultimit pada bored pile data Sondir:
Dari hasil perhitungan data sondir daya dukung ultimit terbesar terdapat pada titik 1 (S-3) kedalaman 8 meter sebesar 337,409 Ton, sedangkan daya dukung ultimit terkecil terdapat pada titik 1 (S-2) kedalaman 8 meter sebesar 287,088 Ton.
3. Daya dukung tanah yang diizinkan pada bored pile data Boring (Laboratorium) adalah sebesar 49,1892 Ton.
4. Dari ketiga data tersebut daya dukung ultimit terbesar yaitu data sondir dengan nilai sebesar 337,409 Ton, sedangkan data terkecil yaitu data boring dengan nilai sebesar 49,1892 Ton.

4.2 Saran

Dari hasil perhitungan dan kesimpulan di atas, Penulis memberi saran sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan analisis yang akurat, data yang dimiliki harus benar-benar valid dan lengkap sehingga dalam perhitungan tidak terjadi kesalahan.
2. Sebaiknya mencoba perhitungan dengan metode-metode yang lainnya supaya mendapat hasil perhitungan yang lebih akurat.
3. Teliti dalam mengolah data dan pembacaan hasil pengujian karena dapat mempengaruhi perhitungan.
4. Meninjau lokasi proyek yang akan dibangun, penulis menyarankan untuk menggunakan pondasi Bored Pile karena tidak memungkinkan untuk melakukan pemancangan di area lokasi yang akan dibangun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bowles, 1991. *Analisis Dan Desain Pondasi* Edisi Ketiga Jilid 2. Erlangga, Jakarta.
- [2]. Hardiyatmo, H.C., 2015. *Perancangan Perkerasa Jalan Dan Penyelidikan Tanah*, Cetakan Ke-2, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [3]. Mayerhof, G.G. 1956. *Penetration Test and Bearing Capacity of Cohesi on less Soil.*? Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division. American Society of Civil Engineers. Vol. 82. No. SM-1, pp.1-19.
- [4]. Rahardjo, 2000. *Pengembangan Wilayah Konsep dan Teori*. Yogyakarta.: Garaha Ilmu.
- [5]. Terzaghi, Karl. Ralph. Peck, *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa Jilid 1*, Erlangga, Jakarta, 1987.