

ANALISA DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG BETON PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT DI KABUPATEN DELI SERDANG

Winarti, Kartika Indah Sari

¹⁾Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan

²⁾Dosen Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Komputer
Universitas Harapan Medan Jl. H. M. Joni No.70c Kec.Medan Kota
winbocantik@gmail.com

Abstrak

A building structure consists of an upper structure and a lower structure. The superstructure includes beams, plates, columns, as well as the roof and the lower structure is the foundation. Before carrying out a construction, the first thing that is carried out and carried out in the field is the work of the sub-base foundation, which is a foundation construction between the foundation and the pile foundation. Pile foundations are relatively long and slender rods used to support loads on soil layers with low bearing capacity. The purpose of this study is to determine the depth and strength of the soil layer strength. To determine the cone penetration (penetration of the cone tip expressed in the unit area force). To determine the amount of soil adhesive resistance (soil resistance or soil friction against the biconus sheath expressed in the unit length force). The results obtained from the results of this manual calculation, the authors found that the largest bearing capacity of the foundation was 78.73 t/m². So it can be concluded from the results obtained from this calculation which means that the greater the cross-sectional area or diameter of this pile, the greater the bearing capacity that the foundation can withstand and the longer the pile, the greater the bearing capacity that can be endured. from that foundation.

Keywords: Pile Foundation, Foundation Bearing Capacity

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Struktur bangunan gedung terdiri dari struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas meliputi balok, plat, kolom, serta atap dan struktur bawah adalah pondasi. Sebelum melaksanakan suatu pembangunan konstruksi yang pertama - tama dilaksanakan dan dikerjakan di lapangan adalah pekerjaan pondasi (struktur bawah). Pondasi merupakan suatu pekerjaan yang sangat penting dalam suatu pekerjaan teknik sipil, karena pondasi inilah yang memikul dan menahan suatu beban yang bekerja di atasnya yaitu beban konstruksi atas. Pondasi ini akan menyalurkan tegangan-tegangan yang terjadi pada beban struktur atas kedalam lapisan tanah yang keras yang dapat memikul beban konstruksi tersebut.

Secara umum permasalahan pondasi dalam lebih rumit dari pondasi dangkal. Untuk hal ini penulis mencoba mengkonsentrasikan Tugas Akhir ini pada perencanaan pondasi dalam, yaitu pondasi tiang pancang beton. Pondasi tiang pancang beton dipakai apabila tanah dasar yang kokoh yang mempunyai daya dukung besar terletak sangat dalam, yaitu kurang lebih 10 meter. Daya dukung pondasi tiang pancang beton diperoleh dari daya dukung ujung (*end bearing capacity*) yang diperoleh dari tekanan ujung tiang dan daya dukung geser atau selimut (*friction bearing capacity*) yang diperoleh dari daya dukung gesek atau gaya adhesi antara pondasi tiang pancang beton dan tanah disekelilingnya. Pondasi tiang pancang beton berinteraksi dengan tanah untuk menghasilkan daya dukung yang mampu memikul dan memberikan

keamanan pada struktur atas. Untuk menghasilkan daya dukung yang akurat, maka diperlukan suatu penyelidikan tanah yang akurat juga. Ada dua metode yang biasa digunakan dalam penentuan kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang beton yaitu dengan menggunakan metode statis dan metode dinamis. Perencanaan pondasi tiang pancang beton mencakup rangkaian kegiatan yang dilaksanakan dengan berbagai tahapan yang meliputi studi kelayakan dan perencanaan teknis. Semua itu dilakukan supaya menjamin hasil akhir suatu konstruksi yang kuat, aman dan ekonomis.

1.2 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah :

- Menghitung daya dukung pondasi tiang pancang beton dari hasil pembebanan, sondir dan parameter tanah yang ada dengan jenis pondasi tiang pancang beton yang digunakan berdasarkan kualitas dan ukuran pondasi yang digunakan.
- Menghitung kelompok tiang
- Membandingkan perhitungan hasil daya dukung pondasi tiang pancang dengan hasil perencanaan.

1.3 Manfaat Penulisan

Penulisan ini diharapkan bermanfaat bagi yang membacanya:

- Penyusun berharap dapat memberikan pemahaman mengenai kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang beton.

- b. Sebagai bahan referensi bagi siapa saja yang membacanya khususnya bagi mahasiswa yang menghadapi masalah yang sama.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghasilkan pemahaman dalam masalah ini maka diperlukan adanya batasan-batasan masalah.

- a. Hanya ditinjau untuk pondasi tiang pancang beton pada konstruksi Proyek Pembangunan Gedung Rumah Sakit di Kabupaten Deli Serdang.
- b. Hanya ditinjau untuk menghitung stabilitas daya dukung pondasi tiang pancang beton tunggal untuk pondasi tiang pancang beton tegak lurus tanpa akibat gaya horizontal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pondasi

Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan suatu bagian dari konstruksi yang berfungsi menahan gaya beban di atasnya. Pondasi dibuat menjadi satu kesatuan dasar bangunan yang kuat yang terdapat dibawah konstruksi. Pondasi dapat didefinisikan sebagai bagian paling bawah dari suatu konstruksi yang kuat dan stabil (*solid*).

Dalam perencanaan pondasi untuk suatu struktur dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi. Pemilihan pondasi berdasarkan fungsi bangunan atas (*upper structure*) yang akan dipikul oleh pondasi tersebut, besarnya beban dan beratnya bangunan atas, keadaan tanah dimana bangunan tersebut didirikan dan berdasarkan tinjauan dari segi ekonomi.

Semua konstruksi yang direncanakan, keberadaan pondasi sangat penting mengingat pondasi merupakan bagian terbawah dari bangunan yang berfungsi mendukung bangunan serta seluruh beban bangunan tersebut dan meneruskan beban bangunan itu, baik beban mati, beban hidup dan beban gempa ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya. Bentuk pondasi tergantung dari macam bangunan yang akan dibangun dan keadaan tanah tempat pondasi tersebut akan diletakkan, biasanya pondasi diletakkan pada tanah yang keras

2.2 Macam-macam Pondasi

Pondasi bangunan biasanya dibedakan atas dua bagian yaitu pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*), tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman dengan lebar pondasi. Pondasi dangkal kedalamannya kurang atau sama dengan lebar pondasi ($D \leq B$) dan dapat digunakan jika lapisan tanah kerasnya terletak dekat dengan permukaan tanah. Sedangkan pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah keras berada jauh dari permukaan tanah.

Pondasi dapat digolongkan berdasarkan kemungkinan besar beban yang harus dipikul oleh pondasi :

2.2.1. Pondasi dangkal

Pondasi dangkal disebut juga pondasi langsung, pondasi ini digunakan apabila lapisan tanah pada dasar pondasi yang mampu mendukung beban yang dilimpahkan terletak tidak dalam (berada relatif dekat dengan permukaan tanah). Pondasi dangkal adalah pondasi yang mendukung beban secara langsung.

2.2.2. Pondasi telapak

Pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom atau pondasi yang mendukung bangunan secara langsung pada tanah bilamana terdapat lapisan tanah yang cukup tebal dengan kualitas baik yang mampu mendukung bangunan itu pada permukaan tanah atau sedikit dibawah permukaan tanah.

2.2.3. Pondasi memanjang

Pondasi yang digunakan untuk mendukung sederetan kolom yang berjarak dekat sehingga bila dipakai pondasi telapak sisinya akan terhimpit satu sama lainnya.

2.3 Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah didefinisikan sebagai kekuatan maksimum tanah menahan tekanan dengan baik tanpa menyebabkan terjadinya failure. Sedangkan failure pada tanah adalah penurunan (*sattlement*) yang berlebihan atau ketidakmampuan tanah melawan gaya geser dan untuk meneruskan beban pada tanah. (*Bowles J.E, 1992*).

2.4 Penyelidikan lapangan dengan Dutch Cone Penetrometer Test (DCPT, Sondir)

Penyondiran adalah suatu proses memasukkan alat sondir secara tegak lurus kedalam tanah untuk mengetahui besarnya perlawanan penetrasi tanah terhadap kedalaman lapisan tanah yang ditembus alat sondir tersebut.

Alat sondir adalah suatu alat yang berbentuk silinder dengan ujungnya berupa suatu konus. Dimana pada pengujian sondir, alat ini ditekan kedalam tanah untuk mengukur perlawanan tanah pada ujung sondir (tahanan ujung) dan gesekan pada selimut sondir (hambatan lekat atau gesekan selimut). Standarisasi alat sondir di Indonesia belum dilakukan hingga saat ini. Standar alat sondir yang umum digunakan dan telah diterima secara luas tercantum dalam ASTM D 3441-75T yaitu : sondir yang mempunyai luas proyeksi ujung konus sebesar 10 cm² dan luas selimutnya sebesar 150 cm², penetrasi yang dilakukan dengan manual atau hidrolik dengan kecepatan tidak lebih dari 2 cm/det.

Alat sondir terdiri dari konus atau bikonus yang dihubungkan dengan batang dalam penyanggah (*casing*). Kemudian alat sondir ini

ditekan kedalam tanah dengan bantuan mesin sondir hidraulik yang digerakkan secara manual

Kegunaan uji sondir adalah :

- a. Untuk menentukan profil dan karakteristik tanah
- b. Merupakan pelengkapan bagi informasi dari pengeboran tanah
- c. Menentukan daya dukung pondasi
- d. Untuk mengetahui kedalaman lapisan tanah keras serta daya dukung maupun daya lekat setiap kedalaman
- e. Untuk memeberikan gambaran jenis tanah secara kontinu
- f. Untuk mengevaluasi (meninjau kembali) karakteristik teknis tanah.

Tujuan uji sondir adalah :

- Tujuan praktis : untuk mengetahui kedalaman dan kekuatan lapisan – lapisan tanah.
- Tujuan teoritis :
 - a. Untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus (penetrasi terhadap ujung konus yang dinyatakan dalam gaya persatuan luas).
 - b. Untuk mengetahui jumlah hambatan lekat tanah (perlawanan geser atau friction tanah terhadap selubung bikonus yang dinyatakan dalam gaya persatuan panjang).

2.5 Cara pelaporan hasil uji sondir

Cara pelaporan hasil uji sondir biasanya dilakukan dengan menggambarkan variasi tahanan ujung (qc) dengan gesekan selimut (fs) terhadap kedalamannya. Bila hasil sondir diperlukan untuk mendapatkan daya dukung tiang, maka diperlukan harga komulatif gesekan (jumlah hambatan lekat), yaitu dengan menjumlahkan harga gesekan selimut terhadap kedalaman, sehingga pada kedalaman yang ditinjau dapat diperoleh gesekan total yang dapat digunakan untuk menghitung gesekan pada kulit tiang.

2.6 Pondasi Tiang Pancang

Tiang pancang adalah bagian dari suatu konstruksi pondasi yang terbuat dari kayu, beton dan baja yang berbentuk langsing yang dipancang hingga tertanam dalam tanah pada kedalaman tertentu berfungsi untuk menyalurkan atau mentransmisikan beban dari struktur atas melewati tanah lunak ke lapisan tanah yang keras. Hal ini merupakan distribusi vertikal dari beban sepanjang poros tiang pancang atau pemakaian beban secara langsung terhadap lapisan yang lebih rendah melalui ujung tiang pancang. Distribusi muatan vertical dibuat dengan menggunakan gesekan, atau tiang pancang apung. Kebanyakan tiang pancang dipancangkan kedalam tanah, akan tetapi ada beberapa tipe yang dicor setempat dengan cara dibuatkan lubang terlebih dahulu dengan mengebor tanah.

2.7 Berdasarkan cara penyaluran beban yang diterima tiang ke dalam tanah

Berdasarkan cara penyaluran bebannya ke tanah, pondasi tiang dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

- a. Pondasi tiang dengan tahanan ujung (*End Bearing Pile*)
- b. Tiang ini akan meneruskan beban melalui tahanan ujung tiang ke lapisan tanah pendukung.
- c. Tiang pancang dengan tahanan gesekan (*Friction Pile*)

Jenis tiang pancang ini akan meneruskan beban ke tanah melalui gesekan antara tiang dengan tanah di sekelilingnya. Bila butiran tanah sangat halus tidak menyebabkan tanah di antara tiang - tiang menjadi padat, sedangkan bila butiran tanah kasar maka tanah di antara tiang akan semakin padat.

1. Tiang pancang dengan tahanan lekatan (*Adhesive Pile*)

Bila tiang dipancangkan pada dasar tanah pondasi yang memiliki nilai kohesi tinggi, maka beban yang diterima oleh tiang akan ditahan oleh lekatan antara tanah disekitar dan permukaan tiang.

2.8 Pemancangan Tiang Pancang

Pemancangan tiang pancang adalah usaha yang dilakukan untuk menempatkan tiang pancang di dalam tanah sehingga berfungsi sesuai perencanaan. Pada umumnya pelaksanaan pemancangan dapat dibagi dalam tiga tahap, tahap pertama adalah pengaturan posisi tiang pancang, yang meliputi kegiatan mengangkat dan mendirikan tiang pada pemandu rangka pancang, membawa tiang pada titik pemancangan, mengatur arah dan kemiringan tiang dan kemudian percobaan pemancangan.

Setelah selesai, tahap kedua adalah pemancangan tiang hingga mencapai kedalaman yang direncanakan. Pada tahap ini didalam pencatatan data pemancangan, yaitu jumlah pukulan pada tiap penurunan tiang sebesar 0, 25 m atau 0, 5 m. Hal ini dimaksudkan untuk memperkirakan apakah tiang telah mencapai tanah keras seperti yang telah direncanakan. Tahap terakhir biasa dikenal dengan setting, yaitu pengukuran penurunan tiang pancang per - pukulan pada akhir pemancangan. Harga penurunan ini kemudian digunakan untuk menentukan kapasitas dukung tiang tersebut.

2.9 Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data Lapangan

Diantara perbedaaan tes dilapangan, sondir atau *cone penetration test* (CPT) seringkali sangat dipertimbangkan berperan dari geoteknik. CPT atau sondir ini tes yang sangat cepat, sederhana, ekonomis dan tes tersebut dapat dipercaya dilapangan dengan pengukuran terus- menerus dari

permukaan tanah-tanah dasar. CPT atau sondir ini dapat juga mengklasifikasi lapisan tanah dan dapat memperkirakan kekuatan dan karakteristik dari tanah. Didalam perencanaan pondasi tiang pancang (*pile*), data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*) dari tiang pancang sebelum pembangunan dimulai, guna menentukan kapasitas daya dukung ultimit dari tiang pancang.

2.10 Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang

Berdasarkan Data Laboratorium.

1. Daya dukung ujung pondasi tiang pancang (*end bearing*).

Untuk tanah kohesif :

$$Q_p = A_p \cdot c_u \cdot N_c^*$$

dimana :

- Q_p = Tahanan ujung per satuan luas, ton.
- A_p = Luas penampang tiang pancang, m².
- c_u = *Undrained cohesion*, ton/m²
- N_c^* = Faktor daya dukung tanah, untuk pondasi tiang pancang nilai
- $N_c^* = 9$ (*Whitaker and Cooke, 1966*).

2. Daya dukung selimut tiang pancang (*skin friction*).

$$Q_s = f_i \cdot L_i \cdot p$$

dimana :

- f_i = Tahanan satuan skin friction, ton/m².
- L_i = Panjang lapisan tanah, m.
- p = Keliling tiang, m.
- Q_s = Daya dukung selimut tiang, ton.

Pada tanah kohesif :

$$f = \alpha_i^* \cdot c_u$$

dimana :

- α_i^* = Faktor adhesi, 0,55 (*Reese & Wright, 1977*).
- c_u = *Undrained cohesion*, ton/m².

Pada tanah non-kohesif :

$$f = K_0 \cdot \sigma_v' \cdot \tan \delta$$

dimana :

- K_0 = Koefisien tekanan tanah $K_0 = 1 - \sin \phi$
- σ_v' = Tegangan vertikal efektif tanah, ton/m².
- $\sigma_v' = \gamma \cdot L'$
- $L' = 15D$
- D = Diameter
- $\delta = 0,8 \cdot \phi$

2.11 Tiang Pancang Kelompok (*PileGroup*)

Pada keadaan sebenarnya jarang sekali didapatkan tiang pancang yang berdiri sendiri (*Single Pile*), akan tetapi kita sering mendapatkan pondasi tiang pancang dalam bentuk kelompok (*Pile Group*).

Untuk mempersatukan tiang-tiang pancang tersebut dalam satu kelompok tiang biasanya di atas tiang tersebut diberi poer (*footing*). Dalam perhitungan poer dianggap/dibuat kaku sempurna, sehingga :

1. Bila beban-beban yang bekerja pada kelompok tiang tersebut menimbulkan penurunan, maka setelah penurunan bidang poer tetap merupakan bidang datar.
2. Gaya yang bekerja pada tiang berbanding lurus dengan penurunannya.
3. Penurunan Tiang
4. Dalam bidang teknik sipil ada dua hal yang perlu diketahui mengenai penurunan, yaitu
5. a. Besarnya penurunan yang akan terjadi
6. b. Kecepatan penurunan.
7. Istilah penurunan (*settlement*) digunakan untuk menunjukkan gerakan titik tertentu pada bangunan terhadap titik referensi yang tetap. Umumnya, penurunan yang tidak seragam lebih membahayakan bangunan dari pada penurunan totalnya.

Faktor Keamanan

Untuk memperoleh kapasitas ujung tiang, maka diperlukan suatu angka pembagi kapasitas ultimate yang disebut dengan faktor aman (keamanan) tertentu. Faktor keamanan ini perlu diberikan dengan maksud :

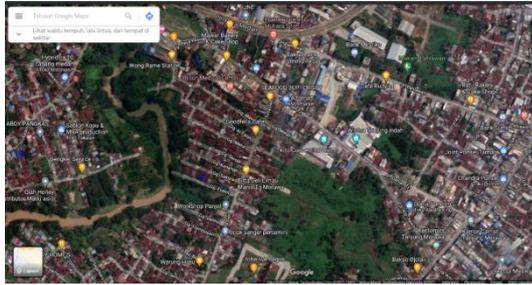
1. Untuk memberikan keamanan terhadap ketidakpastian metode hitungan yang digunakan;
2. Untuk memberikan keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompresibilitas tanah;
3. Untuk meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja; Sehubungan dengan alasan butir (d) dari hasil banyak pengujian - pengujian beban tiang, baik tiang pancang maupun tiang bor yang berdiameter kecil sampai sedang (600 mm), penurunan akibat beban kerja (*working load*) yang terjadi lebih kecil dari 10 mm untuk faktor aman yang tidak kurang dari 2,5. Reese dan O'Neill (1989) menyarankan pemilihan faktor aman (F) untuk perancangan pondasi tiang (Tabel II.5), yang dipertimbangkan faktor - faktor sebagai berikut :
 1. Tipe dan kepentingan daristruktur;
 2. Variabilitas tanah (tanah tidak *uniform*);
 3. Ketelitian penyelidikan tanah;
 4. Tipe dan jumlah uji tanah yang dilakukan;
 5. Pengawasan/kontrol kualitas dilapangan;
 6. Kemungkinan beban desain aktual yang terjadi selama beban layanan struktural.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penyusunan

- 1) Pengumpulan data untuk keperluan analisa
 - Data penyelidikan tanah
 - Gambar Teknis
 - Analisa daya dukung izin pondasi tiang dari data data sondir

- 2) Pengumpulan data perencanaan
- 3) Lokasi
- 4) Perencanaan yang menjadi studi kasus pada tugas akhir ini terletak pada Rencana Pbangunan Gedung Rumah Sakit di Kabupaten Deli Serdang.



Gambar 1. Lokasi Pembangunan

- Nama Bangunan: Rumah Sakit di Deli Serdang
- Lokasi : di Kabupaten Deli Serdang
- Tinggi Gedung : 16 meter
- Banyak Lantai : 4 lantai
- Pondasi yang dipakai : Tiang beton (tiang pancang)

3.1 Metode Pengumpulan Data

Dalam proses perencanaan, diperlukan analisis yang teliti, semakin rumit permasalahan yang dihadapi maka semakin kompleks pula analisis yang akan dilakukan. Untuk dapat melakukan analisis yang baik, diperlukan data/informasi, teori konsep dasar dan alat bantu memadai, sehingga kebutuhan data sangat mutlak diperlukan. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara :

1.1.1. Metode Literatur

Yaitu dengan mengumpulkan, mengidentifikasi, mengolah data tertulis dan metode kerja yang digunakan sebagai input proses perencanaan.

1.1.2. Metode Observasi

Yaitu dengan melakukan pengamatan langsung ke lokasi untuk mengetahui kondisi sebenarnya dilapangan. Adapun jenis – jenis data yang digunakan adalah :

1) Data Primer, Merupakan data yang didapat dari survey lapangan melalui pengamatan dan pengukuran secara langsung, yaitu foto-foto kondisi proyek, data sondir tanah.

Data Sekunder, merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait atau literatur yang berhubungan dengan penelitian ini. Peta lokasi menggambarkan situasi di lapangan dan data tanah digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah, jenis tanah, sehingga dapat menentukan jenis dan kedalaman pondasi yang akan dipakai

3.2 Data Analisa Tanah

1. Hasil Pengujian Dengan Alat Sondir

Berdasarkan hasil pengujian penetrasi sondir yaitu dari data perlawanan konus (cone resistant)

dengan symbol CR, tingkat kepadatan relatif darilapisant tanah dapatdiketahuiyaitu :

- CR (kg/cm²) : 0 - 16 Sangat Lepas
- CR (kg/cm²) : 16 - 40 Lepas
- CR (kg/cm²) : 40 - 120 Sedang
- CR (kg/cm²) : 120 - 200 Padat
- CR (kg/cm²) : > 200 Sangat Padat.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sondir (CPT)

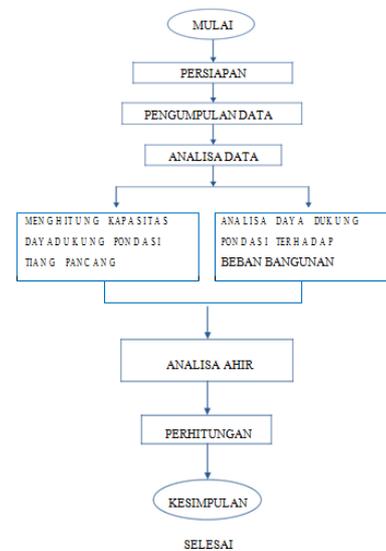
| Test No | Kedalaman (m) | Perlawanan Konus CR (Kg / cm ²) | Jumlah Hambatan lekat TSF (Kg / cm) |
|---------|-----------------|---|-------------------------------------|
| S. 1 | 10.00 | 204 | 430 |
| S. 2 | 11.40 | 204 | 584 |

Dari Tabel 1. di atas, pada kedalaman tersebut untuk titik Sondir dijumpai tanah kepadatan rendah sampai sedang .

Dasar Perhitungan

Dalam perhitungan perencanaan pembangunan ini menggunakan standar perhitungan yang didasarkan pada ketentuan yang berlaku di Indonesia antara lain:

- Pedoman Beton 1989.
- Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung,
- SK SNI T-15-1991-03.
- Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

IV. ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Teknis Pondasi tiang pancang beton dan Pile Cap

Pada proyek pembangunan Rumah Sakit ini menggunakan pondasi tiang pancang beton , detail Pondasi meliputi :

- 1) Detail Pondasi
- 2) Detail Pile Cap

Detail Pondasi *bored pile*

Pada setiap titik tiang kolom terdapat 1 (satu) pondasi tiang pancang beton dengan diameter tiang 0.45 meter dengan kedalaman 10.00 meter. Jumlah pondasi adalah 32 buah pondasi tiang pancang beton.

Data Analisa Tanah

Hasil Pengujian Dengan Alat Sondir

Berdasarkan hasil pengujian penetrasi sondir yaitu dari data perlawanan konus (cone resistant) dengan symbol CR, tingkat kepadatan relatif darilapisant tanah dapatdiketahuiyaitu :

- CR (kg/cm²) : 0 - 16 Sangat Lepas
- CR (kg/cm²) : 16 - 40 Lepas
- CR (kg/cm²) : 40 - 120 Sedang
- CR (kg/cm²) : 120 - 200 Padat
- CR (kg/cm²) : > 200 Sangat Padat.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sondir (CPT)

| Test No | Kedalaman (m) | Perlawanan Konus CR (Kg / cm ²) | Jumlah Hambatan lekat TSF (Kg / cm) |
|---------|-----------------|---|-------------------------------------|
| S. 1 | 10.00 | 204 | 430 |
| S. 2 | 11.40 | 204 | 584 |

4.2 Perhitungan Pondasi tiang pancang beton dan Pile Cap

Daya Dukung Pondasi tiang pancang beton

Dari hasil pengujian sondir daya dukung tanah pondasi tiang pancang beton dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_u &= Q_p + Q_s \\
 Q_p &= A_p \cdot CR-r \\
 Q_s &= TSF \cdot A_k \\
 Q_s &= \frac{Q_p}{FK1} + \frac{Q_s}{FK1}
 \end{aligned}$$

dimana :

- Q_u = Daya dukung ultimate tiang pancang (kg atau ton)
- Q_i = Daya dukung izin tiang (kg atau ton)
- Q_p = Daya dukung ujung tiang (kg atau ton)
- Q_s = Daya dukung lekat (friction) kg atau ton
- TSF = Jumlah hambatan lekat (total skin friction) kg/cm
- CR-r = Perlawanan konus (Cone Resistant) rata-rata 4 D keatas dan 4 D kebawah (D = diameter tiang)
- A_p = Luas penampang tiang (cm²)
- A_k = Keliling tiang (cm)
- FK1 = Faktor keamanan daya dukung ujung tiang (dipakai 3)
- FK2 = Faktor keamanan hambatan lekat tiang (dipakai 5)

Perhitungan daya dukung izin pondasi tiang φ 25 cm, 30 cm, 35 cm, 40 cm, 45 cm dan 50 cm

dengan rumus tersebut diatas dapat dilihat pada tabel serta grafik hubungan antara daya dukung izin dengan kedalaman.

Faktor daya dukung N_c, N_q dan N_γ diatas berlaku untuk pasir padat, kerikil dan lempung keras. Sedangkan untuk keadaan dimana tanah dasar pondasi adalah lempung lunak dan pasir lepas maka faktor daya dukung N_c' , N_q' dan N_γ' karena φ dan c pada keadaan ini lebih kecil.

Daya Dukung Pondasi tiang pancang beton dari nilai “n” hasil pengujian Standard Penetration Test (SPT).

Untuk menghitung daya dukung tiang dari nilai “N” hasil pengujian standard penetration test (SPT) dipakai persamaan “Mayerhoff” sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_u &= Q_p + Q_s \\
 Q_i &= \frac{Q_p}{FK1} + \frac{Q_s}{FK1} \\
 Q_p &= 40 N_r \cdot A_p \\
 Q_s &= (A_s \cdot N_k)/5 \\
 A_s &= A_k \cdot L_i
 \end{aligned}$$

dimana :

- Q_u = Daya dukung ultimate tiang (ton)
- Q_i = Daya dukung izin tiang (ton)
- N_r = Nilai “N” rata-rata 4 D keatas dan D kebawah
- D = diameter tiang
- A_p = Luas penampang tiang pancang/sheet pile (cm²)
- A_s = Luas permukaan/sisi tiang yang tertanam
- N_k = Nilai N rata-rata sepanjang tiang yang tertanam.
- A_k = Keliling tiang pancang (cm)
- L_i = Panjang tiang yang tertanam didalam tanah
- FK1 = Faktor keamanan daya dukung ujung tiang (dipakai 3)
- FK2 = Faktor keamanan hambatan lekat tiang (dipakai 5)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sesuai dengan tujuan dari penulisan ini maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Di dalam tugas akhir ini, direncanakan perhitungan daya dukung pondasi terhadap beban vertikal, daya dukung horizontal, dan perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang beton dan penulangan pada Pile Cap dengan menggunakan data tanah berdasarkan dari data hasil uji sondir, SPT dan data pembebanan diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan program Exel. .
2. Perhitungan kapasitas daya dukung pondasi bored pile akibat beban vertikal dengan banyak faktor-faktor beban yang mempengaruhinya dapat diselesaikan dengan hasil perhitungan manual.

3. Hasil yang di dapat dari hasil perhitungan manual ini, penulis mendapatkan bahwa kapasitas daya dukung pondasi yang terbesar yaitu 78.73 t/m^2 .
4. Jadi dapat di ambil kesimpulan dari hasil yang di dapat dari perhitungan ini yang brarti bahwa semakin besar luas penampang atau diameter tiang ini maka semakin besar pula daya dukung yang dapat di tahan oleh pondasi tersebut dan semakin panjang atau semakin dalam tiang tersebut maka semakin besar pula daya dukung yang dapat di tahan dari pondasi tersebut.
5. Dari perhitungan diatas berdasarkan desain pondasi tiang pancang betondari berbagai ukuran diameter dan kedalaman atau panjang pondasi sumuran dapat di ambil kesimpulan untuk pondasi sumuran yang efektif adalah cukup dengan kedalaman 11.00 m

5.2 Saran

Pada tulisan ini penulis juga bermaksud memberikan saran yang berkaitan dengan perencanaan pondasi tiang pancang beton pada pembangunan Rumah Sakit di Kabupaten Deli Serdang:

1. Perhitungan daya dukung pondasi lebih mudah dengan menggunakan perhitungan excel
2. Sebelum merencanakan suatu struktur bangunan hendaknya didahului dengan studi kelayakan agar pada perhitungan struktur nantinya dapat diperoleh hasil perencanaan yang memuaskan baik dari segi mutu, biaya, maupun waktu.
3. Perencana struktur hendaklah selalu mangikuti perkembangan peraturan dan pedoman – pedoman standar dalam perencanaan struktur, sehingga bangunan yang dihasilkan nantinya selalu memenuhi persyaratan

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bowles, J. E. 1991. *Analisa dan desain Pondasi : Edisi Keempat Jilid 1*. Erlangga, Jakarta.
- [2]. Bowles, J. E. 1993. *Analisa dan desain Pondasi : Edisi Keempat Jilid 2*. Erlangga, Jakarta.
- [3]. Dipohusodo, istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia pustaka utama, Jakarta.
- [4]. Hardiyatmo, H.C. 1996. *Teknik Pondasi 1*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
Hardiyatmo, H.C. 2006. *Teknik Pondasi 2 : Edisi Ketiga*. Beta Offset, Yogyakarta.
- [5]. Sosrodarsono, suyono.1994. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. PT Pradya Paramita, Jakarta.
- [6]. Sugianto, dkk. 2005. *Bahan Bangunan*. Universitas Lampung, Bandar Lampung