

ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI *BORE PILE* BERDASARKAN DATA SONDIR PADA PROYEK PEMBANGUNAN INSTALASI IBU KOTA KECAMATAN (IKK) PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM (PDAM) KABUPATEN TANAH LAUT

FIRMAN AL HAKIM

Prodi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari

Email: firman_al_hakim@yahoo.com

ABSTRAK

Pekerjaan penyelidikan geoteknik dan mekanika tanah merupakan salah satu pekerjaan yang menghasilkan data - data penunjang dalam pekerjaan perencanaan suatu bangunan. Didalam kegiatan perencanaan, penyelidikan geoteknik dan mekanika tanah harus dilakukan secara baik sehingga dihasilkan gambaran yang jelas mengenai *index properties* dan *engineering properties* dari tanah. Analisis geoteknik dilakukan untuk dapat mengetahui stabilitas dan daya dukung tanah dalam menerima beban struktur di atasnya, termasuk di dalamnya mengidentifikasi perilaku dan sifat teknis tanah sebelum pembangunan juga memprediksi perubahan perilaku dan sifat teknis tanah setelah pembangunan.

Untuk mengetahui struktur tanah dan daya dukung tanah di lokasi perencanaan proyek pembangunan Instalasi Ibu Kota Kecamatan (IKK) Pelaihari Perusahaan Daerah Air Minum Kabupaten Tanah Laut maka dilakukan analisis perhitungan daya dukung tanah menggunakan data sondir dari dua titik sondir dengan menggunakan tiga metode yaitu metode Van Der Ween, metode Philipponant, dan metode Mayerhoff.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai daya dukung pondasi *bore pile* dengan menggunakan tiga metode dihasilkan nilai daya dukung yang berbeda - beda. Untuk perhitungan menggunakan metode Van Der Ween hasil nilai daya dukung ultimit (Q_{ult}) 213.20 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 71.06 ton untuk titik sondir S.02 dan 193.52 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 64,50 ton untuk titik sondir S.03. Perhitungan menggunakan metode Philipponant hasil nilai daya dukung ultimit (Q_{ult}) 136.51 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 45,50 ton untuk titik sondir S.02 dan 135,06 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 45,02 ton untuk titik sondir S.03. Dan untuk perhitungan metode Mayerhoff hasil nilai daya dukung ultimit (Q_{ult}) 654.37 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 218,12 ton untuk titik sondir S.02 dan 702.73 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 234,24 ton untuk titik sondir S.03.

Kata kunci: Analisa Geoteknik, Pengujian Sondir, Daya Dukung Tanah.

ABSTRACT

Geotechnical investigation work and soil mechanics is one of the jobs that produces supporting data in planning a building work. In planning activities, geotechnical and soil mechanics investigations must be carried out properly so as to produce a clear picture of the index property and engineering properties of the soil. Geotechnical analysis is carried out to be able to see the stability and bearing capacity of the soil in accepting structural loads above it, including the behavioral identity and technical properties of the soil before construction as well as predicting changes in behavior and technical properties of the soil after construction.

To see the structure of the soil and the carrying capacity of the soil at the location of the Pelaihari Regional Capital City Water Supply Company (IKK) development project in Tanah Laut Regency, an analysis of the calculation of the carrying capacity of the soil was carried out using sondir data from two sondir points using three methods, namely the Van Der method. Ween, the Philipponant method, and the Mayerhoff method.

Based on the calculation of the bearing capacity value of the bore pile foundation using three methods, the resulting bearing capacity values are different. To calculate using the Van Der Ween method the results of the ultimate carrying capacity (Q_{ult}) 213.20 tonnes with the carrying capacity of the permit (Q_{izin}) 71.06 tonnes for sondir points S.02 and 193.52 tonnes with permit carrying capacity (Q_{izin}) 64, 50 tons for the sondir point S 0.03. The calculation using the Philipponant method results in the ultimate carrying capacity (Q_{ult}) of 136.51 tonnes with the carrying capacity of the permit (Q_{izin}) 45.50 tonnes for the sondir point S.02 and 135.06 tonnes with the permit carrying capacity (Q_{izin}) of 45.02 tonnes for the sondir point S.03. And for the calculation of the Mayerhoff method the results of the ultimate carrying capacity (Q_{ult}) of 654.37 tonnes with the carrying capacity of the permit (Q_{izin}) 218.12 tonnes for sondir points S.02 and 702.73 tonnes with permit carrying capacity (Q_{izin}) 234.24 tonnes for the sondir point S 0.03.

Key words: Geotechnical Analysis, Sondir Testing, Soil Bearing Capacity.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pekerjaan penyelidikan tanah merupakan salah satu pekerjaan yang menghasilkan data - data penunjang dalam pekerjaan perencanaan suatu bangunan. Didalam kegiatan perencanaan, penyelidikan tanah harus dilakukan secara baik sehingga dihasilkan gambaran yang jelas mengenai *index properties* dan *engineering properties* dari tanah.

Penyelidikan tanah dari suatu daerah dapat dilakukan dengan baik apabila mengikuti prosedur yang baik dan benar sehingga data - data yang diperoleh dari hasil penyelidikan geoteknik merupakan data - data yang akurat dan dapat dipercaya. Dari data - data ini nantinya didapat suatu analisa teknis yang tepat mengenai tipe dan metode pelaksanaan yang paling cocok untuk suatu bangunan sipil yang akan didirikan pada daerah tersebut. Dalam hal ini, rencana pembangunan gedung merupakan salah satu bangunan sipil yang sangat memerlukan penyelidikan tanah didalam kegiatan perencanaan.

Analisis daya dukung dilakukan untuk dapat mengetahui nilai daya dukung dalam menerima beban struktur di atasnya, daya dukung tanah penting bagi bangunan di atasnya. Salah satu parameter daya dukung dapat dilihat berdasarkan perhitungan menggunakan data uji sondir. Termasuk di dalamnya mengidentifikasi perilaku dan sifat teknis tanah sebelum pembangunan juga memprediksi perubahan perilaku dan sifat teknis tanah setelah pembangunan. Setiap kegiatan pembangunan yang dilakukan di atas permukaan tanah akan menimbulkan reaksi dari tanah tempat bangunan - bangunan tersebut ditempatkan.

Pondasi merupakan struktur bawah bangunan yang berfungsi sebagai penyalur beban di atasnya kelapisan tanah pendukung. Daya dukung pondasi didapatkan dari hasil penyelidikan tanah yang berupa tes sondir. Teknik sondir merupakan teknik penduga lapisan dalam tanah untuk menentukan jenis pondasi yang nanti akan digunakan seperti pondasi *bore pile*. Untuk mengetahui struktur tanah dan daya dukung pondasi *bore pile* di lokasi perencanaan proyek pembangunan Instalasi Ibu Kota Kecamatan (IKK) Pelaihari maka dilakukan analisis daya dukung tanah menggunakan data sondir menggunakan tiga metode yaitu metode Van Der Ween, metode Philipponant, dan metode Mayerhoff.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil pengujian sondir yang dilakukan pada proyek perencanaan pembangunan Instalasi Ibu Kota Kecamatan (IKK) Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kab. Tanah Laut ?
2. Berapa nilai daya dukung pondasi *bore pile* pada proyek perencanaan pembangunan Instalasi Ibu Kota Kecamatan (IKK) Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kab. Tanah Laut ?

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui hasil pengujian sondir pada proyek perencanaan pembangunan Instalasi Ibu Kota Kecamatan (IKK) Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kab. Tanah Laut.
2. Untuk mengetahui nilai daya dukung tanah pada proyek perencanaan pembangunan Instalasi Ibu Kota Kecamatan (IKK) Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kab. Tanah Laut.

Batasan Masalah

Untuk memperjelas ruang lingkup permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini dan untuk memudahkan penulis dalam menganalisa maka dibuat batasan - batasan masalah yang meliputi:

1. Data - data yang digunakan untuk melakukan analisis didapat dari data - data Soil Investigation yang diperoleh dari Proyek Pembuatan DED/RAB Pembangunan Instalasi Ibu Kota Kecamatan (IKK) Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kab. Tanah Laut.
2. Nilai - nilai atau koefisien yang tidak terdapat pada data - data diperoleh berdasarkan referensi - referensi dan sumber - sumber yang ada.

Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat antara lain:

1. Sebagai bahan penelitian untuk menambah pengetahuan, pemahaman, dan referensi, baik bagi penulis maupun bagi para pembaca terhadap ilmu pengetahuan tentang geoteknik.
2. Sebagai masukan dan bahan pertimbangan bagi perencana, pelaksana, dan pengawas yang menangani proyek pembangunan.

KAJIAN PUSTAKA

Dalam pembangunan konstruksi sipil, tanah mempunyai peranan yang sangat penting. Dalam hal ini, tanah berfungsi sebagai penahan beban akibat konstruksi di atas tanah yang harus bisa memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya yang turut diperhitungkan, kemudian dapat meneruskan ke dalam tanah sampai kelapisan atau kedalaman tertentu. Untuk mencapai suatu kondisi tanah yang memungkinkan untuk menahan beban akibat konstruksi di atasnya, maka diperlukan perencanaan yang matang.

Penyelidikan Tanah (*Soil Investigation*)

Penyelidikan tanah merupakan fase awal dalam desain konstruksi sipil, seperti contohnya dalam perencanaan pondasi, pemadatan timbunan, bendungan maupun kestabilan lereng. Secara umum maksud dari pekerjaan penyelidikan tanah adalah untuk mendapatkan data teknis atau parameter tanah yang dapat mewakili kondisi tanah setempat untuk digunakan sebagai parameter desain.

Penyelidikan tanah (*soil investigation*) adalah proses pengambilan contoh (*sample*) tanah yang bertujuan untuk menyelidiki karakteristik tanah tersebut. Dalam mendesain pondasi, penting bagi para *engineer* untuk mengetahui sifat setiap lapisan tanah (seperti berat isi tanah, daya dukung, ataupun daya rembes) dan juga ketinggian muka air tanah. Oleh sebab itu, *soil investigation* adalah pekerjaan awal yang harus dilakukan sebelum memutuskan akan menggunakan jenis pondasi dangkal atau pondasi dalam.

Aspek - aspek yang ingin diketahui dan didapatkan dari penyelidikan tanah antara lain:

1. Jenis dan profil lapisan tanah atau batuan secara visual dan terperinci.
2. Kedalaman tanah keras (*hard/dense soil*) dan daya dukungnya.
3. Level muka air tanah (*ground water level*).
4. Data *Index Properties* dan *Engineering Properties*.
5. Analisa teknis yang menghasilkan rekomendasi desain untuk jenis pondasi yang akan digunakan, termasuk daya dukung pondasi dangkal, daya dukung pondasi dalam dan penurunan.
6. Menentukan besarnya tekanan tanah terhadap dinding penahan tanah atau pangkal jembatan (*abutment*).
7. Analisis teknis yang menghasilkan rekomendasi desain pemadatan/penimbunan.
8. Menyelidiki keamanan suatu struktur bila penyelidikan dilakukan pada bangunan yang telah ada sebelumnya.
9. Pada konstruksi jalan raya dan irigasi, penyelidikan tanah berguna untuk menentukan letak-letak saluran, gorong-gorong, penentuan lokasi dan macam bahan timbunan.

Pondasi *Bore Pile*

Pondasi *bore pile* adalah pondasi tiang yang pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah lebih dahulu (Hary Christady Hardiyatmo, 2002). Pemasangan pondasi *bored pile* ke dalam tanah dilakukan dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, yang kemudian diisi tulangan yang telah dirangkai dan dicor beton. Apabila tanah mengandung air, maka dibutuhkan pipa besi atau yang biasa disebut dengan *temporary casing* untuk menahan dinding lubang agar tidak terjadi kelongsoran, dan pipa ini akan dikeluarkan pada waktu pengecoran beton.

Daya dukung *bored pile* 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 *bore pile* dan tanah disekelilingnya. *Bore pile* berinteraksi dengan tanah untuk menghasilkan daya dukung yang mampu memikul dan memberikan keamanan pada struktur atas.

Ada berbagai jenis pondasi *bore pile* yaitu:

1. *Bore pile* lurus untuk tanah keras.
2. *Bore pile* yang ujungnya diperbesar berbentuk bel.
3. *Bore pile* yang ujungnya diperbesar berbentuk trapezium.
4. *Bore pile* lurus untuk tanah berbatu-batuan.

Ada beberapa keuntungan dalam pemakaian pondasi *bore pile* jika dibandingkan dengan tiang pancang, yaitu:

1. Pemasangan tidak menimbulkan gangguan suara dan getaran yang membahayakan bangunan sekitarnya.
2. Mengurangi kebutuhan beton dan tulangan dowel pada pelat penutup tiang (*pile cap*). Kolom dapat secara langsung diletakkan di puncak *bore pile*.
3. Kedalaman tiang dapat divariasikan.
4. Tanah dapat diperiksa dan dicocokkan dengan data laboratorium.
5. *Bore pile* dapat dipasang menembus batuan, sedang tiang pancang akan kesulitan bila pemancangan menembus lapisan batuan.
6. Diameter tiang memungkinkan dibuat besar, bila perlu ujung bawah tiang dapat dibuat lebih besar guna mempertinggi kapasitas dukungnya.
7. Tidak ada risiko kenaikan muka tanah.

Kerugian menggunakan pondasi *bore pile* yaitu:

1. Pengecoran *bore pile* dipengaruhi kondisi cuaca.
2. Pengecoran beton agak sulit bila dipengaruhi air tanah karena mutu beton tidak dapat dikontrol dengan baik.
3. Mutu beton hasil pengecoran bila tidak terjamin keseragamannya di sepanjang badan *bore pile* mengurangi kapasitas dukung *bore pile*, terutama bila *bore pile* cukup dalam.

4. Pengeboran dapat mengakibatkan gangguan kepadatan, bila tanah berupa pasir atau tanah yang berkerikil.
5. Air yang mengalir ke dalam lubang bor dapat mengakibatkan gangguan tanah, sehingga mengurangi kapasitas dukung tiang.
6. Akan terjadi tanah runtuh jika tindakan pencegahan tidak dilakukan, maka dipasang *temporary casing* untuk mencegah terjadinya kelongsoran.

Tes Sondir (*Cone Penetration Test*)

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

Tes sondir merupakan salah satu tes dalam bidang teknik sipil yang berfungsi untuk mengetahui letak kedalaman tanah keras, yang nantinya dapat diperkirakan seberapa kuat tanah tersebut dalam menahan beban yang didirikan di atasnya. Tes ini biasa dilakukan sebelum membangun pondasi tiang pancang, atau pondasi-pondasi dalam lainnya. Data yang didapatkan dari tes ini nantinya berupa besaran gaya perlawanan dari tanah terhadap konus, serta hambatan pekat dari tanah yang dimaksud. Hambatan pekat adalah perlawanan geser dari tanah tersebut yang bekerja pada selubung bikonus alat sondir dalam gaya per satuan panjang.

Hasil dari tes sondir ini dipakai untuk:

- a. Menentukan tipe atau jenis pondasi apa yang mau dipakai
- b. Menghitung daya dukung tanah asli
- c. Menentukan seberapa dalam pondasi harus diletakkan nantinya

Metoda sondir terdiri dari penekanan suatu tiang pancang

Perhitungan:

- a. Hambatan Lekat (HL)

$$HL = (JP-PK) \times A/B \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

HL = Hambatan Lekat

Analisis Daya Dukung Pondasi *Bore Pile* Berdasarkan Hasil Sondir

Di antara perbedaan tes di lapangan, sondir atau *cone penetration test* (CPT) seringkali sangat dipertimbangkan berperan dalam perencanaan geoteknik. CPT atau sondir ini tes yang sangat cepat, sederhana, ekonomis dan tes tersebut dapat dipercaya di lapangan dengan pengukuran terus menerus dari permukaan tanah dasar. CPT atau sondir ini dapat juga mengklasifikasi lapisan tanah dan dapat memperkirakan kekuatan dan karakteristik dari tanah. Di dalam perencanaan pondasi *bore pile*, data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*) dari pondasi sebelum pembangunan dimulai, guna

JP = Jumlah Perlawanan Konus dan Hambatan Lekat (px2)

PK = Perlawanan Penetrasi Konus (px1)

A = Interval Pembacaan 20 cm

B = Faktor Alat = L Konus/L torak= 10 cm

b. Jumlah Hambatan Lekat

$$JHLi = Z HL \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

JHL = Jumlah Hambatan Lekat

i = Kedalaman Lapisan Yang Ditinjau

Z = Zigma

HL = Hambatan Lekat

Daya Dukung Tanah

Dalam perencanaan konstruksi bangunan sipil, daya dukung tanah mempunyai peranan yang sangat penting. Daya dukung tanah merupakan kemampuan tanah untuk menahan beban pondasi tanpa mengalami keruntuhan akibat geser yang juga ditentukan oleh kekuatan geser tanah. Tanah mempunyai sifat untuk meningkatkan kepadatan dan kekuatan gesernya apabila menerima tekanan. Apabila beban yang bekerja pada tanah pondasi telah melampaui daya dukung batasnya, tegangan geser yang ditimbulkan dalam tanah pondasi melampaui kekuatan geser tanah maka akan mengakibatkan keruntuhan geser tanah tersebut.

Daya dukung yang aman terhadap keruntuhan tidak berarti bahwa penurunan pondasi akan berada dalam batas - batas yang diizinkan. Oleh karena itu, analisis penurunan harus dilakukan karena umumnya bangunan peka terhadap penurunan yang berlebihan. Kapasitas nilai daya dukung dari suatu tanah didasarkan pada karakteristik tanah dasar dan dipertimbangkan terhadap kriteria penurunan dan stabilitas yang diisyaratkan, termasuk faktor aman terhadap keruntuhan. Secara umum analisis daya dukung tanah ditentukan dari daya dukung ultimate dibagi faktor aman yang sesuai dan dilakukan dengan cara pendekatan empiris untuk memudahkan perhitungan (Najoan, 2002).

menentukan kapasitas daya dukung ultimit dari pondasi *bore pile*. Kapasitas daya dukung ultimit ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_{ult} = Q_s + Q_p \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

Q_{ult} = Kapasitas daya dukung ultimit (ton)

Q_p = Daya dukung ujung tiang

Q_s = Daya dukung selimut

Analisa daya dukung pondasi dengan data sondir menggunakan tiga metode yaitu:

- a. Metode Van Der Ween

Mencari daya dukung ujung tiang (Q_p):

$$Q_p = \frac{qc}{3\alpha} \times Ap \quad (2.4)$$

Dimana:

- Q_p = daya dukung ujung
- qc = Harga rata-rata conus disepanjang 3.5B diatas dasar pondasi sampai 1B dibawah pondasi dasar
- 3 = Angka keamanan
- α = Koefisien tergantung pada jenis tanah dan tiang
- Ap = Luasan penampang tiang

Mencari daya dukung selimut (Q_s):

$$Q_s = \frac{1}{2} P \times JHP \quad (2.5)$$

Dimana:

- Q_s = Daya dukung selimut
- P = Keliling tiang
- JHP = Jumlah hambatan pelekat
- Mencari daya dukung ultimit pondasi *bore pile* (Q_s):

$$Q_{ult} = Q_s + Q_p \quad (2.6)$$

Dimana:

- Q_{ult} = Kapasitas daya dukung ultimit (ton)
- Q_p = Daya dukung ujung tiang
- Q_s = Daya dukung selimut

b. Metode Philipponant

Mencari daya dukung ujung tiang (Q_p):

$$Q_p = \frac{qp \times Ap}{3} \quad (2.7)$$

$$qp = \alpha p \cdot Rp \quad (2.8)$$

Dimana:

- Q_p = Daya dukung ujung tiang
- Rp = nilai conus rata-rata sepanjang 3D diatas tiang dan 3D dibawah tiang

Faktor Keamanan

Untuk memperoleh kapasitas izin daya dukung, maka diperlukan untuk membagi kapasitas ultimit dengan faktor aman tertentu. Faktor aman ini perlu diberikan dengan maksud antara lain:

1. Untuk memberikan keamanan terhadap ketidakpastian metode hitungan yang digunakan.
2. Untuk memberikan keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompresibilitas tanah.
3. Untuk myakinkan bahwa pondasi cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja.
4. Untuk meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok masih tetap dalam batas-batas toleransi.

Ap = Luas penampang tiang

3 = Angka keamanan

αp = Koefisien

B = Diameter tiang

Tabel 2 Harga koefisien αp

| Jenis Tanah | αp |
|-------------------|------------|
| Lempung dan kapur | 0.5 |
| Lanau | 0.45 |
| Pasir | 0.40 |
| Kerikil | 0.35 |

Sumber: Herman, 1999

Mencari daya dukung selimut (Q_s):

$$Q_s = \frac{P}{3} \times JHP \quad (2.9)$$

Dimana:

- P = Keliling tiang
- 3 = Angka keamanan
- JHP = Jumlah hambatan pelekat

Mencari daya dukung ultimit pondasi *bore pile* (Q_s):

$$Q_{ult} = Q_s + Q_p \quad (2.10)$$

Dimana:

- Q_{ult} = Kapasitas daya dukung ultimit (ton)
- Q_p = Daya dukung ujung tiang
- Q_s = Daya dukung selimut

c. Metode Mayerhoff

Mencari daya dukung ultimit (Q_{ult}):

$$Q_{ult} = (qc \times Ap) + (JHL \times K11) \quad (2.11)$$

Dimana:

- Q_{ult} = Daya dukung ultimit
- qc = Tahanan ujung sondir
- Ap = Luas penampang tiang
- JHL = Jumlah hambatan lekat
- K11 = Keliling tiang

5. Untuk meyakinkan bahwa penurunan tidak seragam diantara tiang-tiang masih dalam batas normal.

Besarnya beban bekerja (*working load*) atau kapasitas izin (Q_{izin}) dengan memperhatikan keamanan terhadap keruntuhan adalah nilai daya dukung ultimit (Q_{ult}) dibagi dengan faktor aman (SF) yang sesuai (Terzaghi, 1993). Variasi besarnya faktor aman yang telah banyak digunakan untuk perancangan pondasi, sebagai berikut:

$$Q_{izin} = \frac{Q_{ult}}{SF} \quad (2.12)$$

Dimana:

- Q_{izin} = Daya dukung izin
- Q_{ult} = Daya dukung ultimit
- SF = Faktor keamanan biasanya nilainya diambil 3

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat Pelaksanaan Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Kantor PDAM Kab. Tanah Laut. Alasan peneliti memilih lokasi ini adalah karena berbagai alasan, diantaranya adalah lebih dekat dengan tempat tinggal, mudah dijangkau, dan ekonomis.

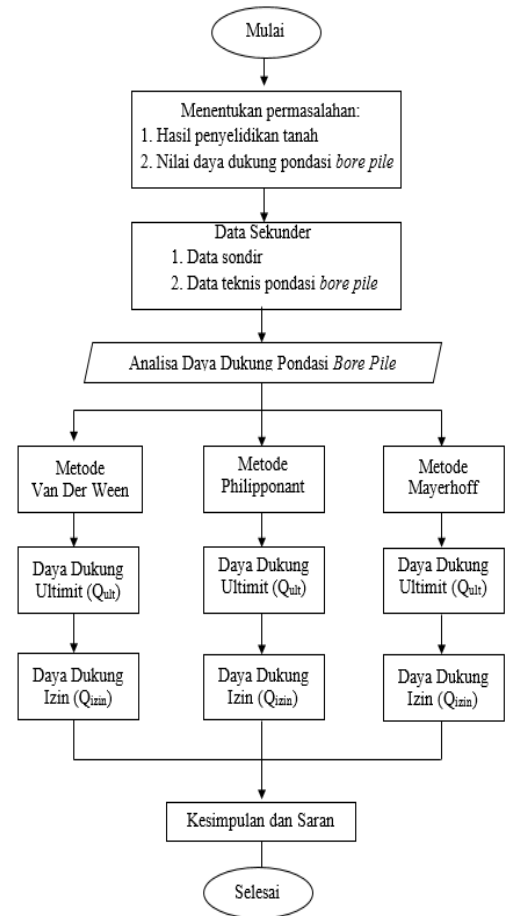
Alat dan Bahan

1. Alat
 - a. Mesin sondir.
 - b. Satu set batang sondir lengkap dengan stang dalam yang panjangnya 1 meter.
 - c. Manometer 2 buah. Kapasitas 0-50 kg/cm² dan 0-250 kg/cm².
 - d. Satu buah biconus dan satu buah paten conus.
 - e. Pelat persegi dua batang.
 - f. Satu set (2) buah angker.
2. Bahan
 - a. Minyak hidrolik.
 - b. Tanah.
3. Langkah Kerja:
 - a. Menentukan lokasi yang permukaannya datar
 - b. Memasang empat buah angker ke dalam tanah dengan memutarnya menggunakan kunci pemutar angker (kunci T), kemudian memasang 2 pelat persegi yang memanjang di samping angker. Jarak antar angker dan jarak kedua pelat disesuaikan dengan ukuran mesin sondir.
 - c. Memasang mesin sondir tegak lurus dan perlengkapannya pada lokasi pengujian, yang diperkuat dengan pelat besi pendek untuk menjepit mesin dan diperkuat dengan mor pengunci angker yang dipasang ke dalam tanah.
 - d. Memasang traker, tekan stang dalam. Pada penekanan pertama ujung konus akan bergerak ke bawah sedalam 4 cm, kemudian manometer dibaca yang menyatakan perlawanan ujung. Pada penekanan berikutnya konus dan mantelnya bergerak 4cm. Nilai pada manometer yang terbaca adalah nilai tekanan ujung dan perlawanan lekat.
 - e. Menekan stang luar sampai kedalaman baru, penekanan stang dilakukan sampai setiap kedalaman tambahan sebanyak 20 cm.

- f. Melakukan hal yang sama dengan langkah kerja di atas sampai pembacaan manometer tiga kali berturut-turut menunjukkan nilai ≥ 250 kg/cm² dan jika penekanan mesin sondir sudah mencapai maksimalnya atau dirasa telah mencapai tanah keras, maka pengujian ini dapat dihentikan.

Bagan Alir Penelitian

Tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir pada gambar sebagai berikut:



Gambar Bagan Alir

PEMBAHASAN

Hasil Penyelidikan Tanah (*Soil Investigation*)

Dalam penelitian ini, uji penyelidikan tanah menggunakan uji sondir. Sondir yang dilakukan pada lokasi penelitian ada tiga titik. Namun dalam penelitian hanya menggunakan dua titik yaitu titik sondir kedua dan ketiga. Alasan tidak menggunakan titik sondir pertama karena berbeda lokasi dengan titik kedua dan ketiga. Berdasarkan data sondir, dapat diketahui profil jenis tanah dilokasi sebagai berikut:

| Kedalaman (meter) | Jenis Tanah |
|-------------------|--|
| 00.00 – 01.50 | Lempung atau lempung kelanauan kenyal |
| 01.50 – 02.60 | Kerikil kepasiran lepas |
| 02.60 – 05.00 | Lempung atau lempung kelanauan |
| 05.00 – 07.00 | Pasir lepas |
| 07.00 – 08.60 | Lempung atau lempung kelanauan |
| 08.60 – 11.00 | Lempung atau lempung kelanauan kenyal |
| 11.00 – 13.40 | Pasir padat, pasir kelanauan atau lempung padat dan kerikil kelempungan. |
| 13.40 – 13.80 | Pasir padat, pasir kerikilan padat |
| 13.80 kebawah | Tanah keras |

Sumber: *Report On Soil Investigation*

Tebal lapisan lempung ± 11.00 meter dan tanah keras dengan $q_c > 250 \text{ kg/cm}^2$ ditemukan sampai pada kedalaman > 13.80 meter dari titik lokasi sondir (asumsi bertemu dengan lapisan tanah keras).

| Kedalaman (meter) | Jenis Tanah |
|-------------------|---|
| 00.00 – 02.80 | Lempung atau lempung kelanauan |
| 02.80 – 03.20 | Pasir padat, pasir kelanauan atau lempung padat dan kerikil kelempungan |
| 03.20 – 05.00 | Lempung atau lempung kelanauan |
| 05.00 – 07.00 | Pasir lepas |
| 07.00 – 09.60 | Lempung atau lempung kelanauan |
| 09.60 – 10.60 | Lempung agak kenyal |
| 10.60 – 13.00 | Lempung atau lempung kelanauan kenyal |
| 13.00 – 14.80 | Pasir padat, pasir kelanauan atau lempung padat dan kerikil kelempungan |
| 14.80 – 15.20 | Pasir padat, pasir kerikilan padat |
| 15.20 kebawah | Tanah keras |

Sumber: *Report On Soil Investigation*

Tebal lapisan lempung ± 13.00 meter dan tanah keras dengan $q_c > 250 \text{ kg/cm}^2$ ditemukan sampai pada

kedalaman > 15.20 meter dari titik lokasi sondir (asumsi bertemu dengan lapisan tanah keras).

Spesifikasi Pondasi *Bore Pile*

Denah pondasi *bore pile* dapat dilihat pada lampiran 2. Sedangkan data teknis menurut *Detail Engineering Design* dari pihak konsultan adalah sebagai berikut:

Diameter *bore pile* : Ø50 cm
 Panjang *bore pile* : 14 m
 Mutu beton *bore pile* : f'c 25 MPa
 Tulangan pokok: 9Ø16
 Rink spiral : Ø10 - 200

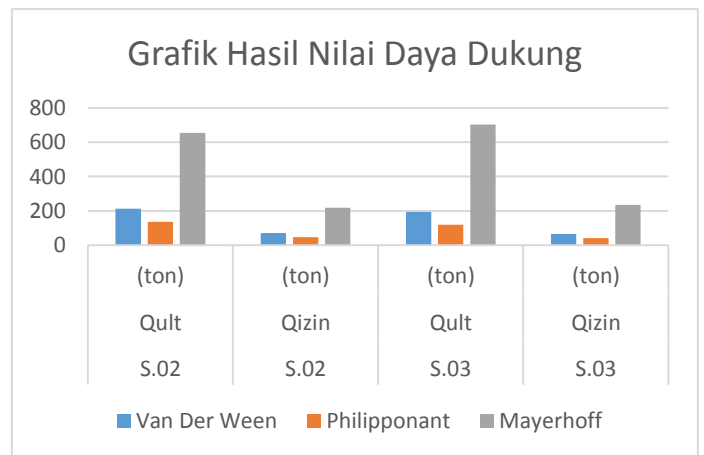
Tabel Hasil Nilai Daya Dukung Pondasi *Bore Pile* Berdasarkan

Data Sondir Mengguakan Tiga Metode.

| Metode | S.02 Qult (ton) | S.02 Qizin (ton) | S.03 Qult (ton) | S.03 Qizin (ton) |
|--------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| Van Der Ween | 213,20 | 71,06 | 193,52 | 64,50 |
| Philipponant | 136,51 | 45,50 | 135,06 | 45,02 |
| Mayerhoff | 654,37 | 218,12 | 702,73 | 234,24 |

Sumber: Hasil Perhitungan

Grafik 4.1 Hasil Nilai Daya Dukung Berbagai Metode



Sumber: Hasil Pengolahan Data

Jadi, berdasarkan hasil perhitungan nilai daya dukung pondasi *bore pile* dengan menggunakan tiga metode dihasilkan nilai daya dukung yang berbeda – beda. Untuk perhitungan menggunakan metode Van Der Ween hasil nilai daya dukung ultimit (Q_{ult}) 213.20 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 71.06 ton untuk titik sondir S.02 dan 193.52 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 64,50 ton untuk titik sondir S.03. Perhitungan menggunakan metode Philipponant hasil nilai daya dukung ultimit (Q_{ult}) 136.51 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 45,50 ton untuk titik sondir S.02 dan 135, 06

ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 45,02 ton untuk titik sondir S.03. Dan untuk perhitungan metode Mayerhoff hasil nilai daya dukung ultimit (Q_{ult}) 654,37 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 218,12 ton untuk titik sondir S.02 dan 702,73 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 234,24 ton untuk titik sondir S.03.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari analisis yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian sondir pada proyek perencanaan pembangunan Instalasi Ibu Kota Kecamatan (IKK) Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kab. Tanah Laut maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:
 - a. Tebal lapisan lempung \pm 11.00 meter dan tanah keras dengan $q_c > 250 \text{ kg/cm}^2$ ditemukan sampai pada kedalaman > 13.80 meter dari titik lokasi sondir kedua (S02) (asumsi bertemu dengan lapisan tanah keras).
 - b. Tebal lapisan lempung \pm 13.00 meter dan tanah keras dengan $q_c > 250 \text{ kg/cm}^2$ ditemukan sampai pada kedalaman > 15.20 meter dari titik lokasi sondir ketiga (S03) (asumsi bertemu dengan lapisan tanah keras).
2. Berdasarkan hasil perhitungan dari tiga metode analisis daya dukung pondasi dan berdasarkan data sondir dapat disimpulkan:
 - a. Daya dukung ultimit (Q_{ult}) pondasi *bore pile* dengan metode Van Der Ween adalah 213,20 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 71,06 ton untuk titik kedua (S02) dan 193,52 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 64,50 ton untuk titik ketiga (S03).
 - b. Daya dukung ultimit (Q_{ult}) pondasi *bore pile* dengan metode Philipponant adalah 136,51 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 45,50 ton untuk titik kedua (S02) dan 135,06 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 45,02 ton untuk titik ketiga (S03).
 - c. Daya dukung ultimit (Q_{ult}) pondasi *bore pile* dengan metode Mayerhoff adalah 654,37 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 218,12 ton untuk titik kedua (S02) dan 702,73 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 234,24 ton untuk titik ketiga (S03).

- b. Dalam perencanaan konstruksi, beban yang diteruskan ke pondasi tidak boleh melebihi nilai daya dukung pondasi karena mengakibatkan penurunan dan kerusakan pada konstruksi di atasnya.
- c. Dalam perencanaan selanjutnya agar menggunakan metode perhitungan lain untuk membandingkan hasil dari metode – metode yang digunakan dalam perencanaan pondasi *bore pile*.

Saran

Dari hasil kesimpulan diatas, saran yang dapat diberikan untuk hasil yang lebih baik adalah sebagai berikut:

- a. Pengambilan data tanah diharapkan pada titik dimana diperkirakan akan menerima beban paling besar, sehingga akan menentukan keakuratan dalam perencanaan suatu bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agril, F. Analisa Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dibandingkan Dengan Daya Dukung *Hydraulik Jacking System* Dan *Pile Driving Analyzer (PDA) Test* Pada Proyek Pembangunan Gedung Perpustakaan Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri Kediri. Universitas Negeri Surabaya.
- Andi, Y. 2014. Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Diverifikasi Dengan Hasil Uji Pile Driving Analyzer Test DAN Capwap. Universitas Bangka Belitung.
- Bowles, J.E. dan Hainim, J.K. 1991. Sifat-Sifat Fisik Dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Badan Standarisasi Nasional. Cara Uji Penetrasi Lapangan Dengan Alat Sondir. SNI 2827 - 2008
- Banta C. 2013. Analisa Daya Dukung Pondasi Dengan Moetoda SPT, CPT, Dan Mayerhof Pada Lokasi Rencana Konstruksi PLTU Nagan Raya Provinsi Aceh. Universitas Syiah Kuala.
- Bowles, J.E. (1997). Analisis dan Desain Fondasi I, Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.
- Daftar Standar Dan Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan Dan Rekayasa Sipil. 2018. Badan Penelitian Dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- David A. Analisa Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dengan Beban Vertikal Pada Proyek Pembangunan Gedung Dinas Prasarana Jalan, Tata Ruang, dan Permukiman Sumatera Barat, Universitas Bung Hatta.
- Eko, S. 2015. Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Dengan Menggunakan Metode Statik Dan Calendering. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Geo Inti Perkasa, PT. 2020. *Report On Soil Investigation*. Banjarnaru.
- Hardiyatmo, Hary Cristadi. 2002. Mekanika Tanah II. Erlangga. Jakarta.
- Hendry, T.W. 2014. Analisis Pengujian Sondir Untuk Mengetahui Peningkatan Kekuatan Tanah Sangat Lunak Di Lokasi Gate House Dalam Pekerjaan “Grouting At Semarang Pumping Station And Retarding Pond”
- Jesron, P. 2017. Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Perhotelan, Apartemen, Kondominium di Jalan Ring Road Medan. Universitas Medan Area. Indonesia.
- Lilik, GA. 2016. Analisa Daya Dukung Tiang Pancang Menggunakan Data Insitu Test, Parameter Laboratorium Terhadap Loading Test Kantledge. Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Muhammad S. 2017. Perbandingan Daya Dukung Ultimit Tiang Pancang Antara Metode Teoritis Dan Metode Aktual Dengan Konfigurasi Tiang Dan Kedalaman. Politeknik Negri Banjarmasin. Bnjarmasin.
- Najoan. 2002. Interpretasi Hasil Uji dan Penyusunan Laporan Penyelidikan Geoteknik. Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum.
- Renaldi, C. 2019. Analisis Daya Dukung Pondasi Enlarged Base Berdasarkan DATA N-SPT Dengan Program Microsoft Excel. Universitas Tarumanagara.
- Sosrodarsono, Suyono dan Kazuto Nakazawa. 2000. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Terzaghi, Karl dan Ralph B Peek. 1993. Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa Jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Wahyudi, Herman. 1999. Daya Dukung Pondasi Dalam. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.