

Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Menggunakan Data Sondir Dan SPT Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga Pada Pembangunan Sekolah Teologi Anugerah Misi Kabupaten Nias Barat

Andrey Muhammad Nasution

Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Sumatera Utara

Darlina Tanjung

Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Sumatera Utara

Jupriah Sarifah

Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Sumatera Utara

Jl. Sisingamaraja Teladan, Kelurahan Teladan Barat, Kec. Medan Kota, Indonesia

Corresponding author : andreymhd29@gmail.com

Abstract : *The foundation is a substructure which functions to support the loads and forces caused by the superstructure (superstructure) to the soil layer which will carry these loads and forces. Deep foundations are usually used to obtain a large enough soil bearing capacity and if the depth of the hard soil is far below the ground surface. The aim of this task is to analyze the bearing capacity of pile foundations using sondir data, standard penetration test (SPT) data, as well as the finite element method using the plaxis program. The method used in this final assignment is by studying literature, then collecting the necessary data, and after that carrying out calculation analysis using existing methods. From the results of the calculations carried out, different results were obtained. Where for sondir data at point S1 obtained $Q_u = 115.80$ tons; at point S2 obtained $Q_u = 104.80$ tons; at point S3 obtained $Q_u = 105.50$ tons. Meanwhile, based on SPT data at point BH-01, $Q_u = 398.23$ tons, and using the plaxis program $Q_u = 425$ tons.*

Keywords: *Ultimate carrying capacity, sondir, SPT, plaxis*

Abstrak: Pondasi merupakan bangunan bawah (*sub structure*) yang berfungsi untuk beban maupun gaya yang disebabkan oleh bangunan atas (*upper structure*) ke lapisan tanah yang akan memikul beban dan gaya tersebut. Pondasi dalam biasanya digunakan untuk mendapatkan daya dukung tanah yang cukup besar dan apabila kedalaman tanah keras terletak jauh dibawah muka tanah. Tujuan dari tugas ini adalah untuk menganalisis daya dukung ultimate pondasi tiang pancang dengan menggunakan data sondir, data standard penetration test (SPT), serta metode elemen hingga menggunakan program plaxis. Adapun metode yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah dengan cara studi literatur, lalu mengumpulkan data – data yang diperlukan, dan setelah itu dilakukan analisis perhitungan dengan metode – metode yang ada. Dari hasil perhitungan yang dilakukan, diperoleh hasil yang berbeda – beda. Dimana untuk data sondir pada titik S1 diperoleh $Q_u = 115,80$ ton; pada titik S2 diperoleh $Q_u = 104,80$ ton; pada titik S3 diperoleh $Q_u = 105,50$ ton. Sedangkan berdasarkan data SPT pada titik BH-01, didapat $Q_u = 398,23$ ton, dan dengan menggunakan program *plaxis* dihasilkan $Q_u = 425$ ton.

Kata kunci : Daya dukung ultimate, sondir, SPT, *Plaxis*

LATAR BELAKANG

Rumah susun sekolah merupakan tempat untuk melaksanakan aktifitas yang selalu digunakan. Pekerjaan yang utama dalam rumah susun sekolah adalah dalam kegiatan mengajar dan lainnya. Hal tersebut yang menjadi pembaruan rumah susun sekolah yang baru untuk menampung anak - anak yang lebih banyak. Oleh karena itu dalam merencanakan rumah susun

sekolah perlu adanya desain yang matang ditinjau dari segi kekuatan struktur, arsitektur, dan yang terpenting dalam pembangunan rumah susun sekolah tersebut ialah pondasi.

Pada proyek ini akan dilakukan pembangunan rumah susun sekolah 3 lantai yang berlokasi di Kabupaten Nias Barat Kecamatan Mandrehe. Dalam perancangan struktur gedung, keamanan merupakan faktor utama yang harus diperhatikan dan harus di perhitungkan agar struktur memiliki ketahanan terhadap gaya-gaya. Dalam merencanakan gedung, analisis astruktur sangat diperlukan untuk memperkirakan gaya yang di timbulkan apabila suatu struktur bangunan dikenai gaya itu.

KAJIAN TEORITIS

Pondasi adalah bagian paling bawah dari suatu bangunan yang meneruskan beban bangunan bagian atas kelapisan tanah atau batuan yang berada dibawahnya.

Pondasi tiang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton dan atau baja, yang digunakan untuk meneruskan (*mentransmisikan*) beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah di dalam masa tanah (*Bowles, 1991*).

Kapasitas dukung tiang adalah kemampuan atau kapasitas tiang dalam mendukung beban. Jika dalam kapasitas dukung pondasi dangkal satuannya adalah satuan tekanan (kPa) maka dalam kapasitas dukung tiang pancang satuannya adalah satuan gaya (kN).

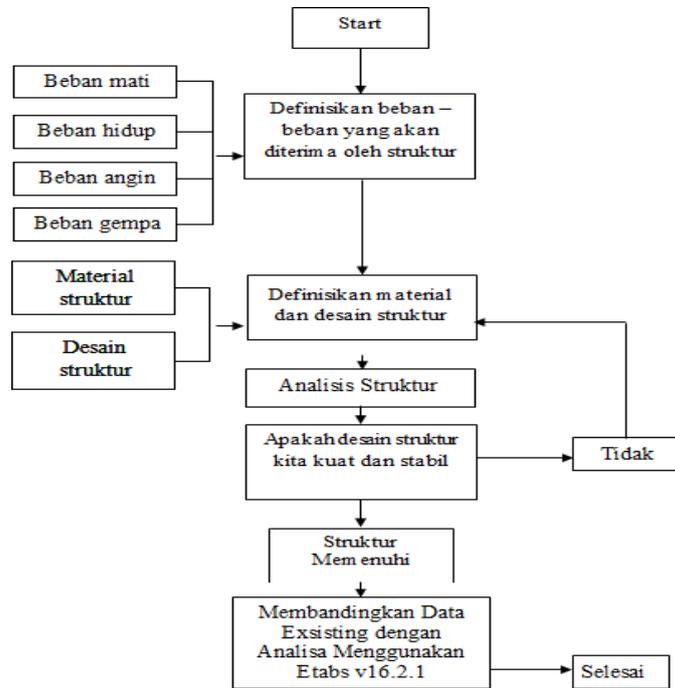
CPT atau sondir ini tes yang sangat cepat, sederhana, ekonomis dan test tersebut dapat dipercaya dilapangan dengan pengukur terus- menerus dari permukaan tanah- tanah dasar. CPT atau sondir ini dapat juga mengklarifikasi lapisan tanah dan dapat memperkirakan kekuatan dan karakteristik dari tanah.

Untuk melakukan pengujian SPT ini dibutuhkan sebuah alat utama yang disebut standard split barrel sampler atau tabung belah standard. Alat ini dimasukkan kedalam *Bore Hole* setelah di bor terlebih dahulu dengan alat bor.

Metode elemen hingga banyak dipergunakan untuk mendapatkan penyelesaian pendekatan dari masalah-masalah fisik, khususnya yang berhubungan dengan suatu kontinum. Sebagai contoh adalah masalah perambatan panas (*heat transfer*), mekanika fluida (*fluid mechanics*) dan mekanika benda padat (*solid mechanics*).

METODE PENELITIAN

Berikut adalah bagan alir (flow chart) pada penelitian ini:



Pada penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer berupa Data umum dari proyek Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang dengan Data Sondir, SPT dan Elemen Hingga untuk Pembangunan Rumah Susun Sekolah Teologi Anugerah Misi Kabupaten Nias Barat adalah sebagai berikut :

1. Nama Proyek : Pembangunan Rumah Susun Sekolah Teologi Anugerah Misi Kabupaten Nias Barat.
2. Lokasi Proyek: Kabupaten Nias Barat, Kecamatan Mandrehe, Provinsi Sumatera Utara.
3. Kontraktor : PT. Medan Geoteknik Dan Struktur Konsultan.

Sedangkan untuk data Sekundernya berupa data sondir, SPT dan elemen hingga dan gambar denah pondasi yang akan digunakan untuk menganalisis perbandingan daya dukung pondasi dan penyelidikan tanah hasil sondir serta Untuk mendapatkan landasan teori dan kriteria yang diperlukan dapat diambil dari sumber literatur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Dan Perhitungan Data Sondir Secara Analistis

1 Analisa Data Sondir dengan Metode Aoki dan De Alencar

Data tiang pancang :

$$\begin{aligned} \text{Diameter tiang pancang (D)} &= \pi \times D \\ \text{Keliling tiang pancang (A}_s\text{)} &= 3,14 \times 30 \\ &= 94,2 \text{ cm} \\ \text{Luas penampang tiang pancang (A}_p\text{)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 30^2 \\ &= 706,5 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Titik S_01

Perhitungan kapasitas daya dukung ujung tiang (qb)

Kedalaman tiang pancang = 9,6 m

Nilai qca diambil rata-ratanya yaitu sebesar :

$$\begin{aligned} qca &= (136+175+196+207+207+207+207+207)/8 \\ &= 1542/8 = 192,75 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Kapasitas daya dukung ujung (qb) adalah

$$\begin{aligned} qb &= qb = qca/Fb \text{ (base)} \\ &= 192,75/1,75 = 110,14 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Maka, kapasitas daya dukung ujung tiang adalah

$$\begin{aligned} Qb &= qb \times Ab \\ &= 110,14 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2 \\ &= 77.813,9 \text{ kg} \\ &= 77,8 \text{ ton} \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas daya dukung kulit

$$\begin{aligned} (Qs) f &= qc \text{ (side)} \alpha_s/Fs \\ &= 60,90 \times 0,024/3,5 \\ &= 0,42 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Maka, kapasitas daya dukung kulit adalah

$$\begin{aligned} Qs &= f \cdot A_s \\ &= 0,42 \times 94,2 \times 960 \\ &= 37.981,4 \text{ kg} \\ &= 38,0 \text{ ton} \end{aligned}$$

kapasitas daya dukung ultimit adalah

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_b + Q_s \\ &= 77,8 \text{ ton} + 38,0 \text{ ton} \\ &= 115,8 \text{ ton} \text{ Kapasitas ijin tiang } (Q_a) \quad Q_a = Q_u/SF \\ &= 115,8/2,5 \\ &= 46,3 \text{ ton} \end{aligned}$$

Titik S_02

Perhitungan kapasitas daya dukung ujung tiang (q_b)

Kedalaman tiang pancang = 7,8 m

Nilai q_{ca} diambil rata-ratanya yaitu sebesar :

$$\begin{aligned} q_{ca} &= (117+186+196+205+205+205+205+205)/8 \\ &= 1524/8 = 190,5 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

kapasitas daya dukung ujung (q_b) adalah $q_b = q_{ca}/F_b$ (base)

(nilai F_b diambil dari Tabel 2.5 ; $F_b = 1,75$) $q_b = 190,5/1,75 = 108,86 \text{ kg/cm}^2$

Maka, kapasitas daya dukung ujung tiang adalah : $Q_b = q_b \times A_b$

$$\begin{aligned} &= 108,86 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2 \\ &= 76.909,6 \text{ kg} \\ &= 76,9 \text{ ton} \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas daya dukung kulit (Q_s) $f = q_c$ (side) α_s/F_s

(Nilai α_s dan F_s diambil dari Tabel 2.5 dan 2.6)

$$\begin{aligned} &= 55,98 \cdot 0,024/3,5 \\ &= 0,38 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Maka, kapasitas daya dukung kulit adalah : $Q_s = f \cdot A_s$

$$\begin{aligned} &= 0,38 \times 94,2 \times 780 \\ &= 27.920,9 \text{ kg} \\ &= 27,9 \text{ ton} \end{aligned}$$

Untuk kapasitas daya dukung ultimit adalah : $Q_u = Q_b + Q_s$

$$\begin{aligned} &= 76,9 \text{ ton} + 27,9 \text{ ton} \\ &= 104,8 \text{ ton} \text{ Kapasitas ijin tiang } (Q_a) \quad Q_a = Q_u/SF \\ &= 104,8/2,5 = 88,06 \text{ ton} \end{aligned}$$

Titik S_03

Perhitungan kapasitas daya dukung ujung tiang (q_b)

Kedalaman tiang pancang = 9,4 m

Nilai q_{ca} diambil rata-ratanya yaitu sebesar :

$$q_{ca} = (118+166+180+200+200+200+200)/8$$

$$= 1468/8 = 183 \text{ kg/cm}^2$$

Kapasitas daya dukung ujung (q_b) adalah : $q_b = q_{ca}/F_b$ (base)

$$(\text{nilai } F_b \text{ diambil dari Tabel 2.5 ; } F_b = 1,75) \quad q_b = 183/1,75 = 104,57 \text{ kg/cm}^2$$

Maka, kapasitas daya dukung ujung tiang adalah :

$$Q_b = q_b \times A_b$$

$$= 104,57 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2$$

$$= 73.879,7 \text{ kg}$$

$$= 73,88 \text{ ton}$$

Perhitungan kapasitas daya dukung kulit (Q_s)

$$f = q_c \text{ (side) } \alpha_s / F_s$$

(Nilai α_s dan F_s diambil dari Tabel 2.5 dan 2.6)

$$= 52,10 \cdot 0,024 / 3,5$$

$$= 0,36 \text{ kg/cm}^2$$

Maka, kapasitas daya dukung kulit adalah : $Q_s = f \cdot A_s$

$$= 0,36 \times 94,2 \times 940$$

$$= 31.634,4 \text{ kg}$$

$$= 31,6 \text{ ton}$$

Untuk kapasitas daya dukung ultimit adalah : $Q_u = Q_b + Q_s$

$$= 73,88 \text{ ton} + 31,6 \text{ ton}$$

$$= 105,5 \text{ ton}$$

Kapasitas ijin tiang (Q_a) $Q_a = Q_u / SF$

$$= 105,5 / 2,5 = 42,2 \text{ ton}$$

Data sondir dengan Metode Mayerhoff

Titik S_01

Kedalaman 1 m

Perlawanan penetrasi konus q_c : 22 kg/cm²

Jumlah hambatan lekat (JHL) : 72 kg/cm Maka, Kapasitas daya dukung tiang Q_{ult} adalah :

$$Q_u = q_c \times A_p + JHL \times A_s$$

$$= 22 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2 + 72 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm}$$

$$= 15.543 \text{ kg} + 6.782,4 \text{ kg}$$

$$= 22.325 \text{ kg}$$

$$= 22,3 \text{ ton}$$

Untuk kapasitas daya dukung ijin (Qijin) adalah :

$$\begin{aligned} Q_{ijin} &= (q_c \times A_p)/3 + (JHL \times A_s)/5 \\ &= (22 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2)/3 + (72 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm})/5 \\ &= (15.543 \text{ kg})/3 + (6.782 \text{ kg})/5 \\ &= 5.181 \text{ kg} + 1.356 \text{ kg} \\ &= 6.537 \text{ kg} \\ &= 6,54 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung terhadap kekuatan tanah untuk tiang tarik adalah :

$$\begin{aligned} T_{ult} &= JHL \times A_s \\ &= 72 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm} \\ &= 6.782,4 \text{ kg} \\ &= 6,78 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung ijin tarik :

$$\begin{aligned} Q_{all} &= T_{ult}/3 \\ &= (6,78 \text{ ton})/3 \\ &= 2,26 \text{ ton} \end{aligned}$$

Kedalaman 2 m

Perlawanan penetrasi konus q_c : 23 kg/cm² Jumlah hambatan lekat JHL : 152 kg/cm²

Maka, Kapasitas daya dukung tiang Q_{ult} adalah :

$$\begin{aligned} Q_u &= q_c \times A_p + JHL \times A_s \\ &= 23 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2 + 152 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm} \\ &= 16.249 \text{ kg} + 14.318 \text{ kg} \\ &= 30.567 \text{ kg} \\ &= 30,57 \text{ ton} \end{aligned}$$

Untuk kapasitas daya dukung ijin (Qijin) adalah :

$$\begin{aligned} Q_{ijin} &= (q_c \times A_p)/3 + (JHL \times A_s)/5 \\ &= (23 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2)/3 + (152 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm})/5 \\ &= (16.249 \text{ kg})/3 + (14.318 \text{ kg})/5 \\ &= 5.416 \text{ kg} + 2.864 \text{ kg} \\ &= 8.280 \text{ kg} \\ &= 8,28 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung terhadap kekuatan tanah untuk tiang tarik adalah :

$$\begin{aligned} T_{ult} &= JHL \times A_s \\ &= 152 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$= 14.318 \text{ kg}$$

$$= 14,3 \text{ ton}$$

Daya dukung ijin tarik :

$$Q_{all} = T_{ult}/3$$

$$= (14,3 \text{ ton})/3 = 4,77 \text{ ton.}$$

2. Data Standard Penetration Test (SPT)

Titik S_02

Kedalaman 1 m

Perlawanan penetrasi konus qc : 33 kg/cm²

Jumlah hambatan lekat JHL : 74 kg/cm

Maka, Kapasitas daya dukung tiang Q_{ult} adalah :

$$\begin{aligned} Q_u &= q_c \times A_p + JHL \times A_s \\ &= 33 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2 + 74 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm} \\ &= 23.314 \text{ kg} + 6.970,8 \text{ kg} \\ &= 30.285 \text{ kg} \\ &= 30,3 \text{ ton} \end{aligned}$$

Untuk kapasitas daya dukung ijin (Q_{ijin}) adalah :

$$\begin{aligned} Q_{ijin} &= (q_c \times A_p)/3 + (JHL \times A_s)/5 \\ &= (33 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2)/3 + (74 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm})/5 \\ &= (23.314,5 \text{ kg})/3 + (6.970,8 \text{ kg})/5 \\ &= 7.771,5 \text{ kg} + 1.394,2 \text{ kg} \\ &= 9.165,7 \text{ kg} \\ &= 9,17 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung terhadap kekuatan tanah untuk tiang tarik adalah :

$$\begin{aligned} T_{ult} &= JHL \times A_s \\ &= 74 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm} \\ &= 6.970,8 \text{ kg} \\ &= 6,97 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung ijin tarik :

$$\begin{aligned} Q_{all} &= T_{ult}/3 \\ &= (6,97 \text{ ton})/3 = 2,32 \text{ ton} \end{aligned}$$

Kedalaman 2 m

Perlawanan penetrasi konus qc : 24 kg/cm²

Jumlah hambatan lekat JHL : 154 kg/cm² Maka, Kapasitas daya dukung tiang Qult adalah:

$$\begin{aligned} Q_u &= q_c \times A_p + JHL \times A_s \\ &= 24 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2 + 154 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm} \\ &= 16.956 \text{ kg} + 14.506,8 \text{ kg} \\ &= 31.462,8 \text{ kg} \\ &= 31,5 \text{ ton} \end{aligned}$$

Untuk kapasitas daya dukung ijin (Qijin) adalah :

$$\begin{aligned} Q_{ijin} &= (q_c \times A_p) / 3 + (JHL \times A_s) / 5 \\ &= (24 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2) / 3 + (154 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm}) / 5 \\ &= (16.956 \text{ kg}) / 3 + (14.506,8 \text{ kg}) / 5 \\ &= 5.652 \text{ kg} + 2.901,4 \text{ kg} \\ &= 8.553,4 \text{ kg} \\ &= 8,55 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung terhadap kekuatan tanah untuk tiang tarik adalah :

$$\begin{aligned} T_{ult} &= JHL \times A_s \\ &= 154 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm} \\ &= 14.506,8 \text{ kg} \\ &= 14,5 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung ijin tarik :

$$\begin{aligned} Q_{all} &= T_{ult} / 3 \\ &= (14,5 \text{ ton}) / 3 \\ &= 4,83 \text{ ton} \end{aligned}$$

Titik S_03

Kedalaman 1 m

Perlawanan penetrasi konus q_c : 18 kg/cm²

Jumlah hambatan lekat TSF : 88 kg/cm

Maka, Kapasitas daya dukung tiang Qult adalah :

$$\begin{aligned} Q_u &= q_c \times A_p + JHL \times A_s \\ &= 18 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2 + 88 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm} \\ &= 12.717 \text{ kg} + 8.289,6 \text{ kg} \\ &= 21.006,6 \text{ kg} \\ &= 21,0 \text{ ton} \end{aligned}$$

Untuk kapasitas daya dukung ijin (Qijin) adalah :

$$\begin{aligned}
 Q_{ijin} &= (q_c \times A_p)/3 + (JHL \times A_s)/5 \\
 &= (18 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2)/3 + (88 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm})/5 \\
 &= (12.717 \text{ kg})/3 + (8.289,6 \text{ kg})/5 \\
 &= 4.239 \text{ kg} + 1.657,9 \text{ kg} \\
 &= 5.896,9 \text{ kg} \\
 &= 5,9 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Daya dukung terhadap kekuatan tanah untuk tiang tarik adalah :

$$\begin{aligned}
 T_{ult} &= JHL \times A_s \\
 &= 88 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm} \\
 &= 8.289,6 \text{ kg} \\
 &= 8,3 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Daya dukung ijin tarik :

$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= T_{ult}/3 \\
 &= (14,5 \text{ ton})/3 \\
 &= 4,83 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Kedalaman 2 m

Perlawanan penetrasi konus q_c : 44 kg/cm²

Jumlah hambatan lekat JHL : 180 kg/cm² Maka, Kapasitas daya dukung tiang Q_{ult} adalah:

$$\begin{aligned}
 Q_u &= q_c \times A_p + JHL \times A_s \\
 &= 44 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2 + 180 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm} \\
 &= 31.086 \text{ kg} + 16.956 \text{ kg} \\
 &= 48.042 \text{ kg} \\
 &= 48,0 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Untuk kapasitas daya dukung ijin (Q_{ijin}) adalah :

$$\begin{aligned}
 Q_{ijin} &= (q_c \times A_p)/3 + (JHL \times A_s)/5 \\
 &= (44 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2)/3 + (180 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm})/5 \\
 &= (31.086 \text{ kg})/3 + (16.956 \text{ kg})/5 \\
 &= 10.362 \text{ kg} + 3.391,2 \text{ kg} \\
 &= 13.753 \text{ kg} \\
 &= 13,8 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Daya dukung terhadap kekuatan tanah untuk tiang tarik adalah :

$$\begin{aligned}
 T_{ult} &= JHL \times A_s \\
 &= 180 \text{ kg/cm} \times 94,2 \text{ cm} \\
 &= 16.956 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$= 17,0 \text{ ton}$$

Daya dukung ijin tarik :

$$\begin{aligned} Q_{all} &= T_{ult}/3 \\ &= (17,0 \text{ ton})/3 = 5,67 \text{ ton} \end{aligned}$$

Pehitungan daya dukung pondasi tiang pancang dari data Standard Penetration Test (SPT) dengan menggunakan metode Meyerhoff pada titik BH_01 Dari kedalaman 2 m, diperoleh data – data sebagai berikut :

Jenis tanah : Lempung berpasir N-SPT 9

Luas penampang tiang (A_p): 0,07 m² Keliling tiang (A_s): 0,942 m

Daya dukung ujung tiang pancang pada tanah kohesif $Q_p = 9 \times c_u \times A_p$

Sedangkan, Kohesi undrained (C_u), adalah

$$\begin{aligned} C_u &= NSPT \times 2/3 \\ &= 9 \times 2/3 \\ &= 18/3 = 6 \text{ ton/m}^2 \text{ Sehingga,} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_p &= 9 \times c_u \times A_p \\ &= 9 \times 6 \text{ ton/m}^2 \times 0,07 \text{ m}^2 \\ &= 3,78 \text{ ton} \end{aligned}$$

Tahanan selimut tiang pancang pada tanah kohesif

$$\begin{aligned} Q_s &= \alpha \times c_u \times A_s \times L_i \\ \alpha &= \text{Faktor adhesi} = 0,55 \text{ (Reese \& Wright, 1977)} \\ A_s &= \text{Keliling tiang} = 1,884 \text{ m} \\ L_i &= \text{Panjang lapisan tanah} = 2 \text{ m} \\ Q_s &= \alpha \times c_u \times A_s \times L_i \\ &= 0,55 \times 6 \text{ ton/m}^2 \times 0,942 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\ &= 6,22 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung ultimate dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_p + Q_s \\ &= 3,78 \text{ ton} + 6,22 \text{ ton} \\ &= 10,0 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung ijin tiang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_{all} &= Q_{ult}/SF \\ &= 10,0/3 = 3,33 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dari kedalaman 4 m, diperoleh data - data sebagai berikut :

Jenis tanah : Lempung berpasir N-SPT 12

Luas penampang tiang (A_p): 0,07 m² Keliling tiang (A_s): 0,942 m

Daya dukung ujung tiang pancang pada tanah kohesif $Q_p = 9 \times c_u \times A_p$

Sedangkan, Kohesi undrained (C_u), adalah

$$\begin{aligned} C_u &= \text{NSPT} \times 2/3 \\ &= 12 \times 2/3 \\ &= 24/3 = 8 \text{ ton/m}^2 \text{ Sehingga,} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_p &= 9 \times c_u \times A_p \\ &= 9 \times 8 \text{ ton/m}^2 \times 0,07 \text{ m}^2 \\ &= 5,04 \text{ ton} \end{aligned}$$

Tahanan selimut tiang pancang pada tanah kohesif

$$\begin{aligned} Q_s &= \alpha \times c_u \times A_s \times L_i \\ A &= \text{Faktor adhesi} = 0,55 \text{ (Reese \& Wright, 1977)} \\ K &= \text{Keliling tiang} = 1,884 \text{ m} \\ L_i &= \text{Panjang lapisan tanah} = 2 \text{ m} \\ Q_s &= \alpha \times c_u \times A_s \times L_i \\ &= 0,55 \times 8 \text{ ton/m}^2 \times 0,942 \text{ m} \times 4 \text{ m} \\ &= 16,6 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung ultimate dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_p + Q_s \\ &= 5,04 \text{ ton} + 16,6 \text{ ton} \\ &= 21,6 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung izin tiang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_{all} &= Q_{ult}/SF \\ &= 21,6/3 \\ &= 7,2 \text{ ton} \end{aligned}$$

Analisa Dan Perhitungan

1 Analisa Dan Perhitungan Balok

Daya Dukung Tiang Pancang berdasarkan data Sondir

- Titik S_01 pada kedalaman (m) 9,60 dengan metode aoki dan de alencar pada $Q_u = 115,90$ dan $Q_{ijin} = 46,30$ pada metode mayerhoff pada $Q_u = 225,00$ dan $Q_{ijin} = 64,50$
- Titik S_02 pada kedalaman (m) 7,80 dengan metode aoki dan de alencar pada $Q_u = 104,80$ dan $Q_{ijin} = 41,92$ pada metode mayerhoff pada $Q_u = 207,19$ dan $Q_{ijin} = 60,75$
- Titik S_03 pada kedalaman (m) 9,40 dengan metode aoki dan de alencar pada $Q_u = 105,50$ dan $Q_{ijin} = 42,20$ pada metode mayerhoff pada $Q_u = 228,91$ dan $Q_{ijin} = 64,62$

2 Pancang berdasarkan data SPT dengan Metode Elemen

- Titik BH-01 pada kedalaman (m) 18 m pada data SPT $Q_u = 398,23$ dan elemen hingga $Q_u = 425$

Dari hasil perhitungan daya dukung tiang pancang baik secara analitis maupun metode elemen hingga, diperoleh hasil yang berbeda – beda. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu titik/lokasi pengujian yang berbeda, sifat dan karakteristik tanah yang tidak sama, perbedaan parameter di setiap metode perhitungan, hingga kesalahan manusia (*human error*) pada pelaksanaan penyelidikan tanah (*soil investigation*).

Adapun perbedaan nilai data sondir dan SPT, namun untuk menghitung perbedaan besarnya nilai data sondir dan SPT menggunakan metode elemen hingga maka dari sini kita dapat melihat dan menilai yang lebih besar adalah menggunakan data SPT dengan menggunakan metode elemen hingga melalui program *plaxis*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Jika ingin menghitung besarnya daya dukung pada suatu pondasi tiang pancang, sebaiknya kita memiliki data teknis dan data laboratorium (parameter tanah) yang lengkap. Kelengkapan data akan sangat membantu untuk mendapatkan analisis perhitungan yang lebih akurat. Dalam pelaksanaan pengujian di lapangan, hendaknya dilakukan pengawasan yang lebih teliti baik dalam penggunaan peralatan maupun pembacaan hasil yang tertera pada alat uji hingga pengolahan data agar hasil yang diperoleh semakin akurat. Agar diperoleh hasil yang akurat dalam analisis daya dukung tiang pancang dengan menggunakan program *Plaxis*, perlu diperhatikan bahwa parameter – parameter pada tanah yang akan dimasukkan sebagai input program *Plaxis*, harus sesuai dengan kondisi yang sebenarnya di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E., 1991, Analisa dan Desain Pondasi, Edisi keempat Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J. E., 1993, Analisa dan Desain Pondasi, Edisi keempat Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Das, M. B., 1984, Principles of Foundatio Engineering Fourth Edition, Library of Congress Cataloging in Publication Data.
- Gouw Tji-Liong, Ir., M.Eng, ChFC, 2012, The Application og Finite Element Method in Geothecnic, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 1996, Teknik Pondasi 1, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2002, Teknik Pondasi 2, Edisi Kedua, Beta offset, Yogyakarta.

Novril, Ahmad Rival, 2015, Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Menggunakan Data Sondir, SPT Menggunakan Metode Elemen Hingga, Medan.

Sosrodarsono, S. dan Nakazawa, K., 1983, Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, PT Pradnya Paramita, Jakarta

Sardjono, H.S, 1988, Pondasi Tiang Pancang, Jilid 1, penerbit Sinar Jaya Wijaya, Surabaya.

Sardjono, H.S, 1988, Pondasi Tiang Pancang Jilid 2, penerbit Sinar Jaya Wijaya, Surabaya.

Titi, H. H. and Farsakh. M. A. Y. 1999, Evaluation of Bearing of Piles from Cone