

ANALISA DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG PADA PROYEK PEMBANGUNAN PONDASI TISSUE BLOCK 5 & 6

Husnah

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Abdurrah

Jalan Riau Ujung No.73 Pekanbaru-Riau

Email : husna_ftfw@yahoo.com

Abstrak

Pondasi tiang atau disebut juga pondasi dalam dipergunakan untuk konstruksi beban berat (*high rise building*). Sebelum melaksanakan suatu pembangunan konstruksi yang pertama-tama dilaksanakan dan dikerjakan dilapangan 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. Tujuan dari Penelitian ini untuk menghitung daya dukung tiang pancang dan bored pile dari hasil sondir dan Standar Penetrasi Test (SPT), membandingkan hasil daya dukung tiang pancang dan penurunan yang terjadi hanya pada tiang pancang.

Metodologi pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan observasi, pengambilan data dari pihak proyek serta melakukan Penelitian keperustakaan. Pada perhitungan daya dukung tiang pancang dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, untuk data sondir dengan metode Aoki De Alencar dan metode langsung, dan untuk data SPT dengan metode Mayerhof.

Berdasarkan data sondir dan SPT yang diperoleh dan dihitung dengan beberapa metode diperoleh hasil perhitungan untuk tiang pancang, yaitu data sondir dengan menggunakan metode Aoki De Alencar titik-1 Qult = 396,81 ton dan titik-2 Qult = 428,22 ton, dengan metode langsung titik-1 Qult = 366,595 ton dan titik-2 Qult = 401,842 ton. Untuk data SPT menggunakan metode Mayerhof diperoleh titik-1 Qult = 577,237 ton dan titik-2 Qult = 543,743 ton. Untuk penurunan tiang tunggal dihitung menggunakan metode Poulus dan Davis sebesar 8,15 mm. Hasil perhitungan daya dukung pondasi terdapat perbedaan nilai, baik dilihat dari penggunaan metode perhitungan maupun lokasi titik yang ditinjau. Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan daya dukung pondasi yang paling baik digunakan adalah daya dukung tiang pancang dari data sondir.

Abstract

Pile or also called deep foundation used for the construction of a heavy load (high rise building). Before carrying out a construction that is first implemented and carried out in the field is the work of the foundation (bottom structure). The foundation is a very important work in a civil engineering for jobs, because this is the foundation that bears and withstand a load acting thereon which construction loads above. The purpose of this study was to calculate the carrying capacity of the pile and bored pile of results sondir and Standard Penetration Test (SPT), comparing the results of the carrying capacity of the pile and the decline that occurred only at the stake.

Methodology The data collection is done by making observations, collecting data from the project and conduct research keperustakaan. In the calculation of the carrying capacity of the pile is done by using several methods, for data sondir with Aoki De Alencar method and direct method, and for SPT data with methods Mayerhof.

Based on data obtained sondir and SPT and calculated by some method of calculation results obtained for the stake, namely the data sondir using Aoki De Alencar point-1 Qult = 396.81 tons and point-2 Qult = 428.22 tons, the method direct point-1 Qult = 366.595 tons and point-2 Qult = 401.842 tons. For SPT data using point-1 Mayerhof obtained Qult = 577.237 tons and point-2 Qult = 543.743 tons. To decrease the single pole is calculated using the method Poulus and Davis amounted to 8.15 mm. Results of the foundation bearing capacity calculations are differences in values, in terms of the use of the method of calculation as well as the location of points of interest. From the results of calculations can be concluded that the carrying capacity of the foundation is best used is the carrying capacity of the data sondir pile.

A. PENDAHULUAN

Adanya latar belakang ini adalah untuk membandingkan hasil penyelidikan lapangan dari sondir, hasil penyelidikan lapangan dari SPT dalam menghitung daya dukung pondasi tiang dari hasil kedua jenis alat uji tersebut, hasil dari perhitungan tersebut akan dibandingkan, sehingga akan diperoleh perbedaan dan juga diharapkan akan diperoleh daya dukung pondasi tiang yang paling aman serta menguntungkan dari masing-masing penyelidikan lapangan tersebut sehingga dapat diperoleh daya dukung yang baik dimana hasilnya dipakai untuk mendesain pondasi yang aman dan ekonomis.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Dari Hasil Sondir

Diantara perbedaan tes dilapangan, sondir atau *cone penetration test* (CPT) seringkali sangat dipertimbangkan berperanan 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 geser sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*) dari tiang pancang sebelum pembangunan dimulai, guna menentukan kapasitas ultimit dari tiang pancang. Kapasitas daya dukung ultimit ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_u = Q_b + Q_s = q_b A_b + f A_s \quad (1)$$

Keterangan :

Q_u = Kapasitas daya dukung aksial ultimit tiang pancang

Q_b = Kapasitas tahanan di ujung tiang

Q_s = Kapasitas tahanan kulit

q_b = Kapasitas daya dukung di ujung tiang persatuan luas

A_b = Luas di ujung tiang

f = Satuan tahanan kulit persatuan luas

A_s = Luas kulit tiang pancang

Perencanaan pondasi tiang pancang dengan Sondir diklasifikasikan atas beberapa metode diantaranya :

a. Metode Aoki dan De Alencar

Aoki dan Alencar mengusulkan untuk memperkirakan kapasitas dukung ultimit dari data Sondir. Kapasitas dukung ujung persatuan luas (q_b) diperoleh sebagai berikut :

$$q_b = \frac{q_{ca}(base)}{F_b} \quad (2)$$

Keterangan :

$q_{ca} = (base)$ = Perlawanan konus rata-rata 1,5D diatas ujung tiang, 1,5D dibawah ujung tiang dan F_b adalah faktor *empiric* tahanan tiang tergantung pada tipe tiang.

Tahanan kulit persatuan luas (f) diprediksi sebagai berikut :

$$F = qc(side) \frac{a_s}{F_s} \quad (3)$$

Keterangan :

q_c (*side*) = Perlawanan konus rata-rata pada masing lapisan sepanjang tiang

F_s = Faktor *empiric* tahanan kulit yang tergantung pada tipe tiang

F_b = Faktor *empiric* tahan ujung tiang yang tergantung pada tipe tiang

Tabel 1. Faktor empiric F_b dan F_s

Tipe Tiang Pancang	F_b	F_s
Tiang Bor	3,5	7,0
Baja	1,75	3,5
Beton Pratekan	1,75	3,5

(Sumber : Titi & Farsakh, 1999)

Nilai faktor *empiric* untuk tipe tanah (Titi & Farsakh, 1999) Pada umumnya nilai F_s untuk pasir = 1,4 persen, nilai F_s untuk lanau = 3,0 persen dan nilai F_s untuk lempung = 1,4 persen.

b. Metode Langsung

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

$$Q_u = q_c \times A_p + JHL \times K_t \quad (4)$$

Keterangan :

Q_u = Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang

q_c = Tahanan ujung Sondir (Perlawanan penetrasi konus pada kedalaman yang ditinjau)

Dapat digunakan factor koreksi Meyerhoff :

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 :

$$Q_u \text{ Ijin} = \frac{q_c \times A_p}{3} + \frac{JHL \times K_t}{5} \quad (5)$$

Keterangan :

$Q_u \text{ Ijin}$ = Kapasitas daya dukung ijin tiang pancang.

q_c = Tahanan ujung sondir dengan memakai factor koreksi Begemann

JHL = Jumlah hambatan lekat (*total friction*)

K_t = Keliling tiang

A_p = Luas penampang tiang

3 = Faktor keamanan untuk daya dukung tiang

5 = Faktor keamanan untuk gesekan pada selimut 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

diujung tiang kurang tepat. Suatu rentang disekitar ujung perlu dipertimbangkan dalam menentukan daya dukungnya.

Menurut Meyerhoff:

$$q_p = q_c \longrightarrow \text{Untuk keperluan praktis.}$$

$$q_p = (2/3 - 3/2) q_c \quad (6)$$

Keterangan :

q_p = Tahanan ujung ultimate

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

2. Kapasitas daya dukung tiang pancang dari hasil SPT

Daya dukung ujung pondasi tiang pancang pada tanah kohesif dan non-kohesif dengan data SPT

a. Daya dukung ujung tanah pada tanah non-kohesif

$$Q_p = 40 \cdot N \cdot \text{SPT} \cdot L_b / D \cdot A_p = 400 \cdot N \cdot \text{SPT} \cdot A_p \quad (7)$$

Keterangan :

Q_p = Tahanan ujung ultimate (kN)

A_p = Luas penampang tiang pancang (m²)

b. Daya geser selimut tiang pancang pada tanah non-kohesif

$$Q_s = 2 \cdot N \cdot \text{SPT} \cdot p \cdot L_i \quad (8)$$

Keterangan :

L_i = Panjang lapisan tanah (m)

p = Keliling tiang (m)

c. Daya dukung ujung tiang pada tanah kohesif c_u Untuk tiang pancang dan tiang bor

$$Q_p = 9 \cdot c_u \cdot A_p \quad (9)$$

Keterangan :

A_p = Luas penampang tiang (m²)

c_u = Kohesi undrained (kN/m²)

$$= N \cdot \text{SPT} \cdot 2/3 \cdot 10$$

d. Tahanan geser selimut tiang pada tanah kohesif c_u

$$Q_s = \alpha \cdot c_u \cdot p \cdot L_i \quad (10)$$

Keterangan :

α = Koefisien adhesi antara tanah dan tiang.

c_u = Kohesi undrained (kN/m²)

$$= N \cdot \text{SPT} \cdot 2/3 \cdot 10$$

P = Keliling tiang (m)

L_i = Panjang lapisan tanah (m)

C. DATA DAN ANALISIS DATA

1. Data Teknis

Data ini diperoleh dari lapangan menurut perhitungan dari pihak konsultan, dengan data sebagai berikut ;

- a. Panjang Tiang Pancang : 26 m
- b. Diameter Tiang Pancang : Ø 500 mm
- c. Mutu Beton Tiang Pancang : K – 500

2. Metode Pengumpulan Data

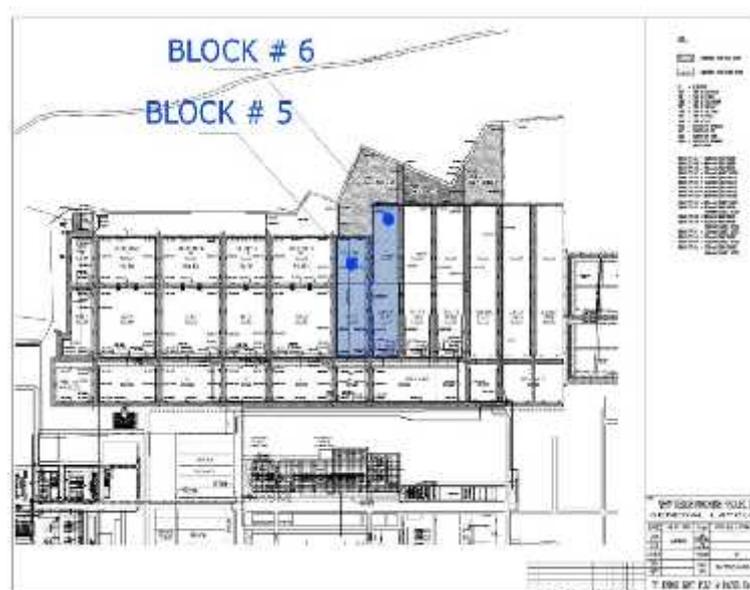
Untuk mencapai maksud dan tujuan studi ini, dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu dan secara garis besar diuraikan sebagai berikut :

- a. Tahapan pertama adalah melakukan review dan studi keperustakaan terhadap text book dan jurnal-jurnal terkait dengan pondasi tiang, permasalahan pada pondasi tiang, dengan disain dan pelaksanaan pemancangan tiang.
- b. Tahapan kedua adalah meninjau langsung ke lokasi penelitian dan menentukan lokasi pengambilan data yang dianggap perlu.
- c. Tahapan ketiga adalah pelaksanaan pengumpulan data-data pihak kontraktor yaitu PT. Mitrabangun Adigraha.
Data yang diperoleh adalah :
 - 1) Data hasil sondir pada dua titik yang ditinjau
 - 2) Data hasil SPT
- d. Tahap keempat adalah mengadakan analisis data dengan menggunakan data-data diatas berdasarkan formula yang ada.
- e. Tahapan kelima adalah mengadakan analisis terhadap hasil perhitungan yang dilakukan dan membuat kesimpulan.

3. Kondisi Umum Lokasi Studi

Lokasi studi adalah Indah Kiat Pulp & Paper Tbk Perawang. Data yang diperoleh pada lokasi ini adalah sebagai berikut :

- a. Data sondir tanah asli sebanyak 2 titik
- b. Data SPT tanah timbunan sebanyak 2 titik



Gambar 1. Denah Lokasi Penelitian

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan di titik S-1 diperoleh data sondir yaitu :

Data tiang pancang :

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter tiang (D)} &= 50 \text{ cm} \\
 \text{Keliling tiang pancang (K)} &= \pi \times 50 \text{ cm} \\
 &= 157 \text{ cm} \\
 \text{Luas tiang pancang (Ap)} &= 0.25 \times \pi \times D^2 \\
 &= 0.25 \times \pi \times 50^2 \\
 &= 1962.5 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

a. Perhitungan kapasitas dukung ujung tiang (q_b)

	Kedalaman (meter)	Perlawanan Konus (kg/cm ²)
	25.25	125
	25.40	170
	25.60	202
	25.80	243
	26.00	285
	26.20	285
	26.60	285
	26.75	285

Gambar 2. Perkiraan nilai q_{ca} (base)

Nilai q_{ca} diambil rata-rata seperti dalam gambar 2 :

$$q_{ca} = \frac{125+170+202+243+285+285+285+285}{9}$$

$$q_{ca} = 240.556 \text{ kg/cm}^2$$

Dari persamaan (2.2), kapasitas dukung ujung persatuan luas (q_b) :

(Nilai F_b dari Tabel 1, beton precast = 1.75) *Sumber : Titi & Farsakh, 1999*

$$q_b = \frac{q_{ca} \text{ (base)}}{F_b}$$

$$q_b = \frac{240.556}{1.75} = 137.460 \text{ kg/cm}^2$$

b. Kapasitas ujung tiang pancang (Q_b) :

$$Q_b = q_b \times A_p$$

$$Q_b = 137.460 \times 1962.5$$

$$Q_b = 269765.9 \text{ kg}$$

$$Q_b = 269.765 \text{ ton}$$

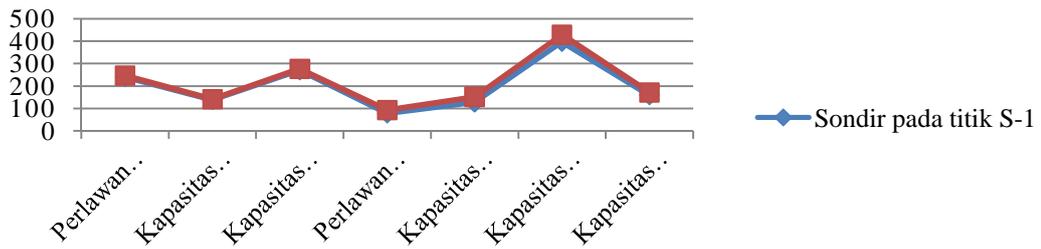
c. Perhitungan daya dukung kulit (Q_s)

Nilai q_c (side) diambil perlawanan konus rata-rata

$$q_c = 77.81 \text{ kg/cm}^2$$

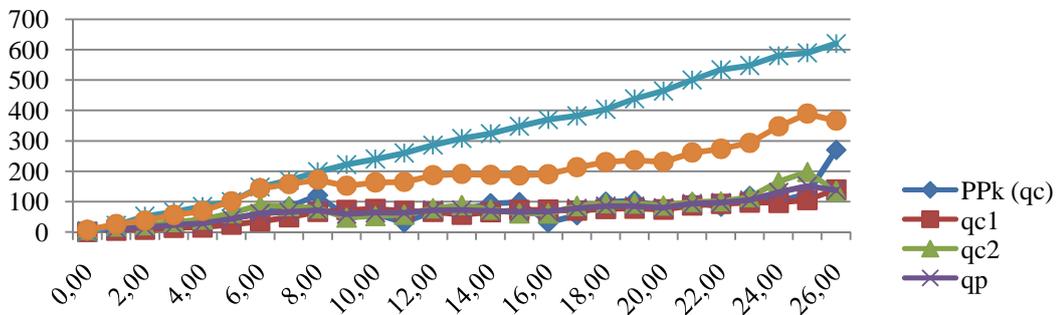
Tabel 2. Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang pada titik S-1 & S-2 dengan Metode Aoki dan De Alencer

No	Uraian	Satuan	Sondir pada titik S-1	Sondir pada titik S-2
1	Perlawanan konus rata-rata q_{ca} (base)	kg/cm ²	240,556	246,444
2	Kapasitas daya dukung ujung tiang (q_b)	kg/cm ²	137,46	140,825
3	Kapasitas tahanan diujung tiang (Q_b)	ton	269,765	276,369
4	Perlawanan konus rata-rata q_c (side)	kg/cm ²	77,81	93
5	Kapasitas Tahanan Kulit (Q_s)	ton	127,044	151,85
6	Kapasitas daya dukung aksial ultimit (Q_u)	ton	396,81	428,22
7	Kapasitas ijin tiang (Q_a)	ton	158,724	171,288



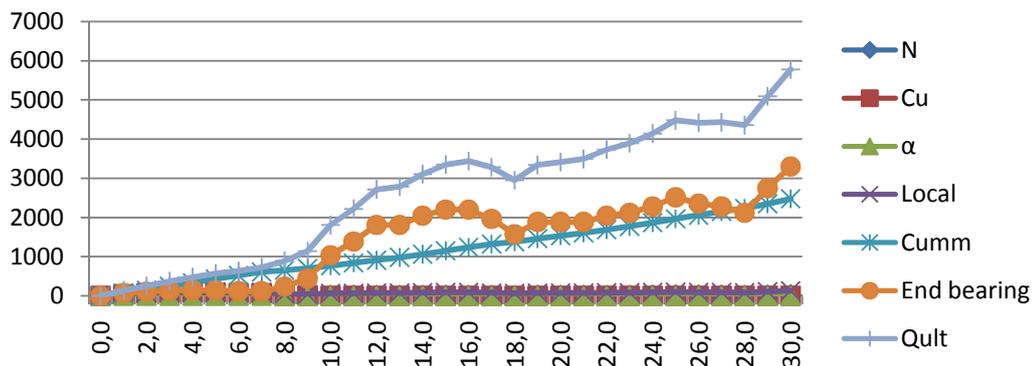
Gambar 3. Grafik hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang pada titik S-1 & S-2 dengan Metode Aoki dan De Alencer

Perhitungan daya dukung tiang pancang dengan data sondir menggunakan metode Aoki dan De Alencer. Daya dukung pada titik S-2 lebih besar daripada S-1, hal ini disebabkan nilai perlawanan konus pada titik S-2 lebih besar.



Gambar 4. Grafik hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang pada titik S-1 dengan data sondir menggunakan metode Langsung

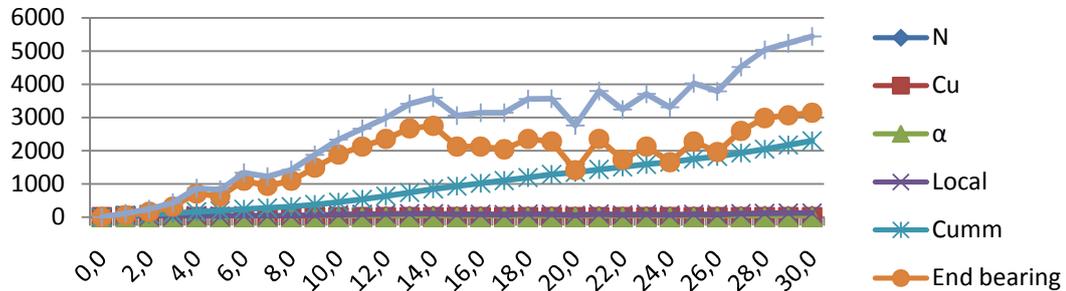
Perhitungan daya dukung tiang pancang dengan data sondir menggunakan metode Langsung pada titik S-1. Metode ini dikemukakan oleh beberapa ahli diantaranya : Mayerhoff, Tomlinson dan Begeman. Metode ini menggunakan faktor koreksi rata-rata PPK 8D diatas ujung tiang dan 4D dibawah ujung tiang.



Gambar 5. Grafik hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang pada titik BH-1 dengan data SPT menggunakan metode Mayerhoff

Perhitungan daya dukung tiang pancang dengan data SPT menggunakan metode Mayerhoff pada titik BH-1. Pada metode ini jumlah pukulan pada tiang bor tiap

kedalaman 1 meter sangat berpengaruh besar terhadap besarnya nilai daya dukung tiang pancang. Semakin banyak jumlah pukulan semakin besar nilai daya dukung dan sebaliknya semakin sedikit jumlah pukulan semakin kecil nilai daya dukung.



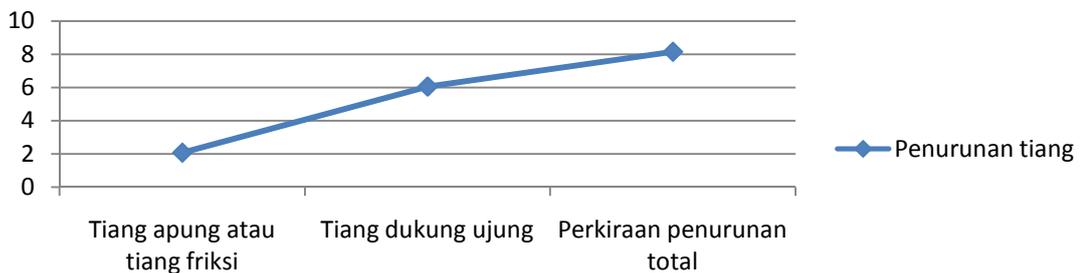
Gambar 6. Grafik hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang pada titik BH-2 dengan data SPT menggunakan metode Mayerhoff

Perhitungan daya dukung tiang pancang dengan data SPT menggunakan metode Mayerhoff pada titik BH-2. Pada metode ini jumlah pukulan pada tiang bor tiap kedalaman 1 meter sangat berpengaruh besar terhadap besarnya nilai daya dukung tiang pancang. Semakin banyak jumlah pukulan semakin besar nilai daya dukung dan sebaliknya semakin sedikit jumlah pukulan semakin kecil nilai daya dukung. Hasil perhitungan perkiraan penurunan tiang tunggal dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Perkiraan penurunan tiang tunggal

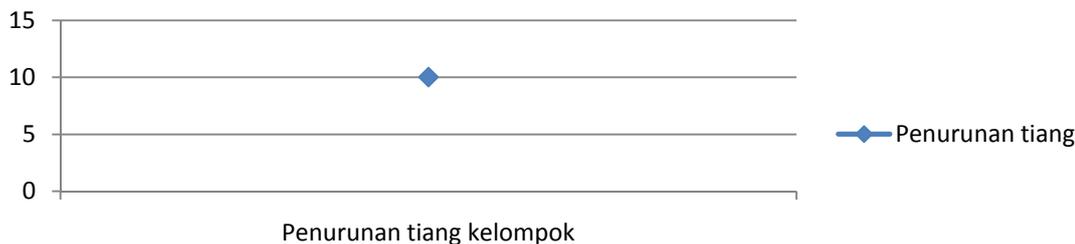
No	Bentuk Penurunan	Penurunan Tiang (S)
1	Untuk tiang apung atau tiang friksi	2.09 mm
2	Untuk tiang dukung ujung	6.06 mm
3	Perkiraan penurunan total	8.15 mm

Penurunan tiang tunggal



Gambar 7. Grafik hasil perhitungan perkiraan penurunan tiang tunggal

Penurunan tiang kelompok



Gambar 8. Grafik hasil perhitungan perkiraan penurunan tiang kelompok

E. KESIMPULAN

- a. Hasil perhitungan daya dukung tiang tunggal berdasarkan data sondir dan SPT pada saat pemancangan terlihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan daya dukung ultimit tiang pancang

Titik	Data Sondir Aoki dan De Alencar (ton)	Data Sondir Metode Langsung (ton)	Data SPT Metode Mayerhof (ton)
1	396,81	366,595	577,237
2	428,22	401,842	543,743

- b. Dari hasil perhitungan didapat kapasitas kelompok ijin tiang sebesar 628,83 ton. Perhitungan ini didapat berdasarkan data sondir dengan metode Aoki De Alencar.
- c. Hasil perhitungan penurunan tiang tunggal dan kelompok tiang (pile group) terlihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil perhitungan penurunan pada tiang pancang

Penurunan Tiang Tunggal (mm)	Penurunan Kelompok Tiang (mm)	Penurunan Ijin (mm)
8,15	10,01	50

Dari hasil perhitungan penurunan diatas untuk penurunan tiang tunggal dan kelompok lebih kecil dari penurunan ijin sehingga dapat disimpulkan penurunan tersebut aman dan memenuhi syarat.

- d. Dari data sondir dan SPT daya dukung tiang pancang yang sebaiknya digunakan adalah berdasarkan data Sondir.
- e. Hasil perhitungan kapasitas daya dukung bored pile berdasarkan data sondir dan SPT pada saat pemancangan (tabel 6).

Tabel 6. Hasil perhitungan kapasitas daya dukung bored pile

Titik	Data Sondir Aoki dan De Alencar (ton)	Data SPT Metode Reese & Wright (ton)
1	925,98	507,221
2	947,46	537,7

- f. Dari data sondir dan SPT daya dukung bored pile yang sebaiknya digunakan adalah berdasarkan data SPT.
- g. Perbedaan daya dukung dapat disebabkan karena jenis dan sifat tanah yang berbeda pada jarak yang terdekat sekalipun pada lokasi penelitian bisa yang menyebabkan perbedaan kepadatan tanah sehingga mempengaruhi daya dukung tiang.

Daftar Pustaka

- Bowles J.E., 1991, **Analisa dan Desain Pondasi**, Edisi keempat Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Girsang P., 2009. **Analisa Daya Dukung Pondasi Bor Pile Pada Proyek Gedung Crystal Square Jalan Imam Bonjol no 6 Medan**. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Hardiyatmo H.C., 1996, **Teknik Pondasi 1**, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo H.C., 2002, **Teknik Pondasi 2**, Edisi Kedua, Beta Offset, Yogyakarta
- Poulos H.G. & Davis E.H., 1968, **The Settlement Behaviour of Single Axially Loaded**.
- 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.
- Sihotang Sulastri I.E., 2009. **Skripsi: Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Gedung Kanwil DJP Dan KPP Sumbagut I Jalan Suka Mulia Medan**. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Titi H.H. & Farsakh M.A.Y., 1999, **Evaluation of Bearing Capacity of Piles From Cone Penetration Test**, Louisiana Transportation Research Center.