

Evaluasi Proyek Pembangunan Ruang Inap Kelas III Rumah Sakit Umum Dr. Pirngadi Medan

Robinson Sidjabat¹, Mahadianto², Idaman Halawa³, Jelfriansa Zagoto⁴

Program Study Teknik Sipil, Universitas Darma Agung, Medan

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 10 Maret 2023

Revised: 10 Maret 2023

Accepted: 25 Maret 2023

Keywords:

Daya Dukung

Pondasi Tiang Pancang

Published by

Impression : Jurnal Teknologi dan Informasi
Copyright © 2023 by the Author(s) | This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

Setiap pondasi harus mampu mendukung beban sampai batas keamanan yang telah ditentukan, termasuk mendukung beban maksimum yang mungkin terjadi. Jenis pondasi yang sesuai dengan tanah pendukung yang terletak pada kedalaman 10 meter di bawah permukaan tanah adalah pondasi tiang Pancang. Setelah memperhatikan alasan - alasan tertentu seperti karakteristik tanah, beban struktur atas, lingkungan sekitar proyek maka pada Pembangunan Ruang Inap Kelas III RSU. Dr. Pirngadi Medan ini digunakan pondasi tiang pancang. Pembuatan pondasi tiang pancang di lakukan dipabrik, kemudian dibawa kelokasi proyek. Pondasi tiang pancang terdiri dari beberapa tiang dalam satu kelompok yang disatukan dengan *pile cap*, karena momen lentur struktur atas dan beban aksial yang akan didukung pondasi cukup besar. *Pile cap* dipakai untuk mendistribusikan beban ke seluruh tiang.

Pada Pembangunan Ruang Inap Kelas III RSU. Dr. Pirngadi Medan ini, penyelidikan geoteknik yang dilakukan adalah penyelidikan lapangan (*InSituTest*) yang terdiri dari Penyelidikan Tanah (Soil Investigation) dan *Standart Penetration Test* (SPT) dan uji laboratorium. Dari hasil Laboratorium yang dilakukan pada Sepuluh Titik data Sondir dan Tiga Data Bore hole (bor mesin) dapat dijelaskan bahwa sistem pelapisan tanah dilokasi tersebut hampir seragam, baik dari jenis tanah maupun kekuatan tanah pada setiap lapisan.

Corresponding Author:

Author

Program Study Teknik Sipil, Universitas Darma Agung, Medan, Indonesia

Jl. DR. TD. Pardede No 21 Kecamatan Medan Baru, Kota Medan Sumatera Utara

Email: robinsonsidjabat@gmail.com

PENDAHULUAN

Pondasi adalah bagian dari suatu struktur yang meneruskan beban dibagian atas bangunan terhadap tanah pendasar. Secara umum pondasi dapat dibedakan atas dua macam, yakni: pondasi dangkal dan pondasi dalam. Menurut Terzaghi, suatu pondasi tergolong pondasi dangkal apabila kedalamannya lebih kecil atau sama dengan lebarnya.

Sedangkan suatu pondasi tergolong pondasi dalam apabila kedalamannya lebih besar dari lebarnya. Pondasi dalam ini terbagi lagi atas dua macam, yakni: pondasi tiang dan pondasi caisson (pondasi sumuran).

Pondasi tiang adalah elemen dari system pondasi dalam, berbentuk suatu batang pancang terbuat dari batang kayu, baja, beton pra-tegang maupun beton bertulang yang dicetak terlebih dahulu. Tujuan penelitian penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas daya dukung dan penurunan pondasi tiang pancang terhadap gaya horizontal, aksial dan momen saat terjadi gempa dan akibat beban yang timbul serta kondisi pondasi tiang pancang vertikal yang seluruh batangnya terbeban dalam tanah, akibat defleksi sloof dan reaksi tanah.

URAIAN TEORI

Pengambilan Data Tanah Untuk Parameter Perencanaan Pondasi

Pekerjaan dengan bor mesin (*Mechanical Boring / Core Drilling Mechanical*) pada umumnya dilaksanakan untuk bor dalam (*Deep Boring*).

Untuk pelaksanaan penyelidikan tanah (*Soil Investigation Work*), dengan mechanical boring, secara umum ada 2 (dua) metode pelaksanaan yang dapat dilaksanakan, yaitu:

1. Penyelidikan Lapangan (*Field Investigation Work*).
2. Penyelidikan Laboratorium (*Laboratory Investigation Work*). terhadap sample yang diperoleh dari lobang bor.

Kedua metode diatas adalah merupakan suatu kesatuan teknis yang saling terkait satu dengan yang lain, sehingga akan dapat memberikan suatu gambaran atau pun data-data tentang jenis / type atau kondisi kekuatan tanah dimana bangunan akan didirikan (*Soil Condition of Proposed Site Plan*).

Secara umum ada 4 (empat) jenis pelaksanaan pekerjaan lapangan (*Field Work*) yang umum dilaksanakan, untuk pekerjaan Mechanical Boring, yaitu:

1. Pekerjaan Pengeboran (*Core Drilling Works*)
2. Pengambilan Sample (*Sampling*)
3. Pengujian Penetrasi Standar (*Standard Penetration Test*)
4. Pengamatan Muka Air Tanah (*Ground Water Level Observation*)

Pekerjaan pengeboran (*Core Drilling Work*) dilaksanakan dengan menggunakan jenis peralatan bor mesin (*Drilling Machine*) dan hanya dilaksanakan untuk pengeboran inti (*Core Drilling*). Penyelidikan dengan pengeboran (*Core Drilling Work*) ini bertujuan :

- Untuk mengevaluasi keadaan tanah (*Soil Type Analysis*) secara visual dan terperinci
- Untuk mengambil sample (*Sampling*) layer demi layer sampai kedalaman di inginkan untuk didePenelitian.
- Untuk keperluan pengujian penetrasi standar (*Standard penetration Test*).
- Untuk mengambil sample tak terganggu (*Undisturbed*) dan sample terganggu (*Disturbed*) untuk diselidiki dilaboratorium (*Penyelidikan Index-Engineering Properties*).
- Untuk keperluan pengamatan muka air tanah (*Ground Water Level Observation*) sering juga disebut M.A.T.

Uraian Umum Pondasi Dalam

Pondasi dalam (*pile or caisson foundation*) dipergunakan bila mana lapisan-lapisan bagian atas dari pada tanah begitu lembek, sehingga tidak cukup kuat untuk memikul bangunan dengan memakai pondasi langsung (*Shallow Foundation*) atau pondasi plat (*Raft/Mat Foundation*).

Adapun beberapa cara yang dapat dipergunakan untuk memasang tiang. Cara yang paling sering dipakai adalah dengan membuat tiang dahulu, kemudian memasukkannya kedalam tanah dengan memakai mesin pemancangan (*pile driving machine*). Tiang semacam ini biasanya disebut tiang pancang. Cara lain adalah dengan membuat lubang lebih dahulu. Kemudian lubang tersebut diisi dengan beton dan besi sebagai tulangnya. Tiang semacam ini disini biasanya disebut tiang Straus.

Daya Dukung Pondasi Tiang

Rumusan umum untuk menghitung daya dukung total tiang (*Total Soil Bearing Capacity of Pile*) adalah sebagai berikut:

$$Q_{ult} = q_p \times A_b + q_{fsi} \times A_{si} \quad , \text{ton}$$

Static Formula:

$$\begin{aligned} q_{pu} &= c \times N_c + q_t \times N_q \quad , \text{t/m}^2 \\ q_{fsi} &= c_i \times c_i + q_{avi} \times K \times \tan \delta \quad , \text{t/m}^2 \\ C_a &= c_i \times c_i \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_t &= \sum q_i \\
 q_i &= \gamma_i \times h_i, \text{ t/m}^2 \\
 q_{avi} &= \text{Area of } q_i \text{ diagram, t/m}^2 \\
 A_b &= B \times B, \text{ (for square)} \\
 A_b &= 0,25 \times \pi \times D^2, \text{ m}^2 \text{ (for circular)} \\
 A_{si} &= p \times h_i, \text{ m}^2 \\
 p &= \pi \times D, \text{ m (for circular)} \\
 p &= 4B, \text{ m (for square)}
 \end{aligned}$$

dimana:

$$\begin{aligned}
 q_p &= \text{The ultimate point/end bearing capacity per unit area} \\
 q_{fsi} &= \text{Unit skin resistance/friction or peripheral shear or} \\
 &\quad \text{adhesion between soil and pile surface.} \\
 N_c, V_q &= \text{Bearing capacity factor for depth foundation} \\
 K &= \text{Lateral pressure coefficient expressing the ratio of } \delta \text{ h to } \delta v_a. \\
 \tan \delta &= \text{Coefficient of friction between sand and the pile surface} \\
 \delta &= \text{Angle of wall friction} \\
 q_t &= \text{Total bearing pressure of soil at pile tip or base of pile of effective} \\
 &\quad \text{vertical pressure acting at pile tip depth or average overburden} \\
 &\quad \text{pressure, t/m}^2 \\
 p &= \text{Perimeter of pile or pile circumference, m} \\
 \gamma_i &= \text{Unit weight of soil layer } i, \text{ t/m}^2 \\
 C_a &= \text{Adhesion, which is independent of the normal pressure acting on the} \\
 &\quad \text{contact area } (a_i \times c_i) \\
 A_b &= A_{tip} = \text{End area of pile tip, m}^2 \\
 A_{si} &= \text{Peripheral Area of pile, m}^2.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap teoritis dan aplikasi perhitungan daya dukung tiang pancang dapat diambil beberapa kesimpulan seperti berikut:

- 1) Untuk perencanaan pondasi dalam harus ada data penyelidikan tanah seperti:
 - (a) Penyelidikan tanah dengan alat praduga penetrasi pondasi atau tiang dibuat Biconus Sounding. Dari hasil penyelidikan dapat diperoleh :
 - Perlawanan ujung konis (Cone Resistance Symbol q_c atau C_r) dalam satuan kg/cm^2
 - Total hambatan lekat (Total Friction T_f) dalam satuan kg/cm
 - (b) Penyelidikan tanah dengan alat SPT atau uji penetrasi standar (Standard Penetration Test) yang di uji dilubang bor dari hasil penyelidikan SPT diperoleh N-Value = $N_2 + N_3$ dalam satuan blows/ft
 - (c) Alat pembuat lobang bor adalah mesin bor dalam penyelidikan tanah terhadap sample tanah yang diperoleh dari lobang bor. Alat membuat lobang bor adalah mesin bor dalam. Penyelidikan sample tanah dilakukan dilaboratorium mekanika tanah. Jenis pengujian terdiri dari dua bagian besar, yaitu :
 - Sifat-sifat plastis tanah (index Properties) seperti :
 - Berat isi (Unit Weight) Test
 - Berat jenis (Specific Gravity) Test
 - Kadar air (Moisture Content) Test
 - Analisa saringan (Sieve Analysis) Test
 - Hidrometer (Hydrometer) Test
 - Batas cair/batas plastis (Atterberg Limit) Test
 - Sifat-sifat teknis (Engineering Properties) seperti :
 - Kekuatan geser langsung (Direct Shear) Test
 - Tekanan Bebas (Unconfined Compression) Test
 - Konsolidasi (Consolidation) Test
- 2) Perhitungan daya dukung tanah untuk pondasi dalam dapat dipergunakan;

- 1) Data Sondir
- 2) Data SPT
- 3) Data parameter tanah hasil percobaan laboratorium terhadap sample.
- 3) Ada kalanya kasus penurunan pondasi dapat terjadi apabila kekuatan daya dukung tanah untuk pondasi dalam tidak dapat mendukung beban hanya yang bekerja pada pondasi dan kasus penurunan pondasi dapat terjadi apabila lapisan tanah pendukung dibawah ujung pondasi dalam memiliki tingkat tingkat kekerasan tanah dengan kategori lunak (Soft) untuk tanah lempung dengan kategori lepas (Loose) untuk tanah pasir.
- 4) Pondasi tiang harus diletakkan minimal pada lapisan tanah yang memiliki tingkat kekerasan tanah minimal sedang dan lebih baik pada tanah yang memiliki tingkat kekerasan tanah kategori keras atau padat dan pengamanan pada lapisan tanah sangat keras (Very Hard) atau sangat padat (Very Dense)
- 5) Berdasarkan hasil evaluasi terhadap pondasi tiang pancang pada gedung ruang rawat inap kelas III R. S. U. Dr. Pringadi Medan yang dilaksanakan, yaitu 9 titik V-Pile dengan kedalaman masing-masing 12 m.

METODE PENELITIAN

Data yang dipakai adalah data yang berkaitan dengan “Proyek Pembangunan Ruang Inap Kelas III RSUD. Dr. Pirngadi Medan”, diperoleh dari konsultan perencana. Analisis struktur bangunan atas Tiang pancang yang digunakan adalah beton presstytred Dabrikasi tampang segi tiga ukuran 28cm x 28cm x 28 cm dan panjang tiang @ 6 meter, K 400 – K 600 (Pabricated).

Data Geoteknik yang digunakan adalah hasil penyelidikan tanah lokasi proyek Pembangunan Penambahan Ruang Inap Kelas III RSUD. Dr. Pirngadi Medan

Metode analisis kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang menggunakan metode statis (Static Formula), atau menggunakan data parameter tanah dari hasil penelitian di laboratorium.

Tabel 1. Ukuran Butir Dari Berbagai Jenis Material

NO	MATERIAL	UKURAN BUTIR (mm)
1.	Kerikil (Gravels)	4.75 – 75
2.	Pasir (Sand)	0.075 – 4.75
	- Kasar (Coarse)	2.000 – 4.75
	- Sedang (Median)	1.425 – 2.00
	- Halus (Fine)	0.075 – 1.425
3.	Lanau (Silts)	0.005 – 0.075
4.	Lempung (Clays)	0.001 – 0.005
5.	Koloid (Colloids)	< 0.001

HASIL PENELITIAN

Sesuai dengan judul Penelitian “ Evaluasai Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Pembangunan Ruang Rawat Inap Kelas III R. S. U. Dr. Prinmgadi Medan” maka uraian selanjutnya disusunlah dengan judul Penelitian ini.

Data-data untuk mengevaluasi diambil dari konsultan perencana PT. Cipta Rasa Karsa.

Dari data-data yang diperlukan dibuat dalam lampiran Penelitian ini dan sebagian data yang diperlukan dibuat kembali untuk memperjelas arah dari judul Penelitian ini.

Data hasil penyelidikan tanah

Hasil pengeboran dan dari pengujian tanah lapangan dan jenis tanah dituangkan dalam boring log dalam hal ini diambil boring log BH-3 (lebih lemah dari BH-2) sebagai data untuk analisa daya dukung. Data diambil dari Final Report Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Dr. Pirngadi tahap - II Jalan HM. Yamin No. 47 Medan Sumatera Utara Oleh Konsultan Perencana PT. Cipta Rasa Karsa.

Analisa Boring Log Untuk Peletakan Pondasi

Secara teoritis pondasi harus diletakkan pada kedalaman tanah keras untuk tanah lempung dan tanah padat untuk tanah pasir, yaitu minimal pada N-Value SPT ≥ 30 Blows/Foot

Dalam tulisan ini, penulis menganalisa boring log BH-2 dan BH-3 karena kedalaman pengeborannya sampai 40 m. Sedangkan Boring Log BH-1 hanya 20 m saja.

Tabel Pile Cap terletak pada kedalam 1 m, dan pile diletakkan dibawah pile cap

No Bor	Kedalaman yang ditinjau	Jenis tanah	N-value SPT	Tingkat Kekerasan tanah	Tingkat kekerasan tanah setelah 40 = 120 cm dibawah ujung tiang
BH-2	13 m	Tanah Pasir	15	Sedang	N<10, Lepas
BH-3	13 m	Tanah Pasir	20	Sedang	N<10, Lepas
BH-2	16 m	Tanah Pasir	26	Sedang	N=26-28 Sedang
BH-3	16 m	Tanah Pasir	12	Sedang	N=12-13 Sedang
BH-2	18 m	Tanah Pasir	28	Sedang	N=28-26 Sedang
BH-3	18 m	Tanah Pasir	12	Sedang	N=12-15 Sedang
BH-2	20 m	Tanah Pasir	24	Sedang	N=24-25 Sedang
BH-3	20 m	Tanah Pasir	20	Sedang	N=20-21 Sedang
BH-2	24 m	Tanah Pasir	28	Sedang	N=28 Sedang
BH-3	24 m	Tanah Pasir	18	Sedang	N=18-19 Sedang
BH-2	28 m	Tanah Pasir	16	Sedang	N=16-17 Sedang
BH-3	28 m	Tanah Pasir	26	Sedang	N=26-28 Sedang
BH-2	32 m	Tanah Pasir	33	Keras	N=33-34 Keras
BH-3	32 m	Tanah Pasir	28	Sedang	N=29-32 Keras
BH-2	34 m	Tanah Pasir	39	Keras (Padat)	N>30 Keras
BH-3	34 m	Tanah Pasir	>50	Sangat keras (Sangat Padat)	N>50 Sangat keras
BH-2	36 m	Tanah Pasir	>50	Sangat keras (Sangat Padat)	N>50 Sangat keras
BH-3	36 m	Tanah Pasir	> 50	Sangat keras (Sangat Padat)	N>50 Sangat keras

Catatan :

Lapisan pendukung dibawah ujung tiang harus ada tanah dengan kekuatan sedang yaitu N-Value antara 20-29 setebal 4 kali diameter tiang untuk mencegah terjadinya kasus penurunan tanah pondasi dalam tetapi lebih baik lapisan pendukung setelah 4 kali diameter tiang terdiri dari lapisan tanah keras.

Berdasarkan analisa tingkat kekerasan dengan jenis tanah pada tabel diatas.

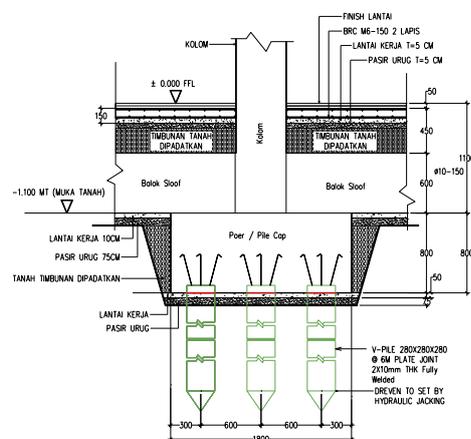
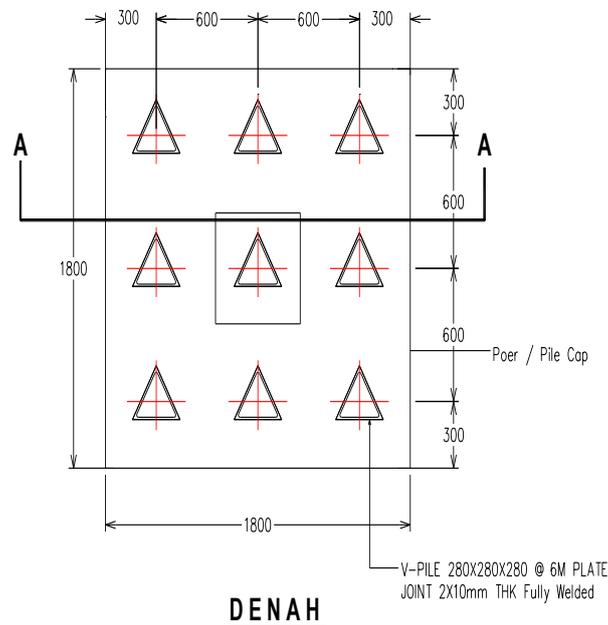
- 1) Pemilihan kedalam pondasi pada kedalam 13 m kurang tepat, karena ketebalan lapisan pendukung setebal 40≈120 cm masih kategori lepas (lunak)
- 2) Pemilihan kedalam pondasi pada kedalamam 16 m dapat dilakukan namun harus memperhatikan beban kerja yang bertumpuan pada pondasi yang direncanakan karena pada lapisan tanah dengan tingkat kekerasan kategori sedang diperkirakan masih dapat terjadi kasus penurunan tanah pondasi
- 3) Pemilihan kedalam pondasi pada kedalam 34 m sangat tepat karena tingkat kekerasan tanah pada ujung pondasi dan ketebalan lapisan pendukung ujung pondasi dikategorikan keras – sangat keras. Jika pondasi

terletak pada lapisan pendukung kategori tanah keras – sangat keras, maka kasus penurunan tanah pondasi relatif kecil bahkan tidak terjadi.

Jadi sesuai dengan teori tingkat kekerasan tanah berdasarkan nilai N-Value SPT dengan jenis tanah, dan dikaitkan dengan kasus penurunan tanah (Settlement Case) pemilihan kedalaman pondasi diambil pada kedalaman 16 m untuk kondisi sedang dan kedalam 34 m untuk kondisi tanah keras.

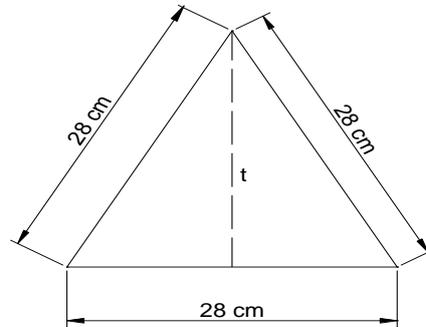
Data Hasil Perencanaan Pembangunan Ruang Rawat Inap Kelas III RSUD. Dr. Pirngadi Medan

Berdasarkan denah pondasi bahwa pondasi yang terpasang adalah 5 (lima) type pile cap dan pondasi yang dipasang adalah tiang pancang V-Pile ukuran 28x28x28 cm. untuk sebagai analisa pondasi, penulis mengambil pondasi type P-9 dengan jumlah V-Pile per pile cap adalah 9 titik dengan kedalaman tiang 12 m, untuk jelasnya denah pondasi dibuat pada lampiran. Dengan bentuk dan ukuran pondasi P-9 adalah seperti berikut:



Perhitungan Daya Dukung Pondasi berdasarkan rumus statis (Static Formula)
Besarnya daya dukung pondasi tiang V-Pile adalah seperti berikut :

- Ukuran V-Pile 28x28x28cm



$$\text{Keliling tiang (Pf)} = 3 d = 3 \times 28 \text{ cm} \\ = 84 \text{ cm}$$

$$t = (d^2 - (d/2)^2)^{1/2} \\ t = (28^2 - (28/2)^2)^{1/2} \\ t = 24,25 \text{ cm}$$

$$\text{Luas potongan tiang (AF)} = \frac{1}{2} d \times t \\ = \frac{1}{2} (28) \times (24,25) = 339,5 \text{ cm}^2$$

h_i = tebal tiang persegi yang ditinjau

c_i = kohesi lapisan tanah lempung, t/m^2

α_i = adhesi lapisan tanah lempung, t/m^2

Diambil dari grafik atau table, lihat table 4.3 tergantung kekuatan sudut lempung dan bahan pondasi tiang.

ϕ_i = sudut geser pada lapisan pasir

$N_{ci} = N_{qi}$ = faktor daya dukung berdasarkan sudut geser tanah pasir pada ujung tiang lihat table 4.2.

$\tan \delta_i = 0,45 - 0,95$, atau sering dihitung berdasarkan persamaan

$$\tan \delta_i = \tan \frac{2}{3} \phi_i$$

ϕ = sudut geser lapisan pasir dimana ujung pondasi diletakkan.

$\tan \delta_i$ = koefisien geser antara lapisan pasir dengan bahan pondasi tiang.

K = koefisien gaya lateral pada lapisan pasir diambil antara 0.75 - 4 atau dapat dihitung

$$K = 1.2 (1 - \sin \phi)$$

Rumus dan urutan perhitungan

- Tentukan tebal masing - masing lapisan, h_i
- Letak muka air tanah (Ground Water Level/ GWL)
- Tebal lapisan tanah diatas GWL
- Tebal lapisan tanah dibawah GWL
- γ digunakan pada lapisan tanah diatas GWL
- γ_{sub} digunakan pada lapisan tanah dibawah GWL
- Tekanan tanah efektif (σ_{vi}) atau q_i dan tekanan tanah efektif rata-rata pada lapisan pasir (ova) atau q_{ai}

$$\sigma_{vi} = \sum q_i, t/m^2$$

$$q_i = \gamma_i \times h_i + \gamma_{subi} \times h_i, t/m^2$$

$$ova = \text{harga rata - rata } q_i \text{ pada lapisan pasir}$$

$$ova = 0,5 q \rightarrow \text{bentuk diagram tekanan segitiga}$$

$$ova = 0,5 (q_1 + q_2) \rightarrow \text{bentuk diagram tekanan trapesium}$$
- Kapasitas daya dukung dan daya tiang pada lapisan pasir dan lempung
$$Q_f = [\sum K \times ova_i \times \tan \delta \times h_i + \sum \alpha_i \cdot c_i \cdot h_i] Pf, \text{ ton}$$
- Kapasitas daya dukung ujung tiang pada lapisan pasir dan lempung

$$Q_E = (c_u \times N_c + \sigma_{vit} \times N_q) \text{ AF, ton}$$

- Total daya dukung (Q_{ult})

Q_{ult} = daya dukung batas/ultimate

Q_{all} = daya dukung izin / allowable

$$Q_{ult} = Q_F + Q_E$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF}$$

SF = angka keamanan (safety factor)

$$SF = 2-3$$

Contoh Perhitungan : data pelaksanaan yang dilaksanakan

Ditinjau data BH-2

Lapisan yang ditinjau:

Kedalaman pondasi yang terlaksana (AF) = 12 m dengan jenis tanah Blackish darkn grey, clay sam silt dan kekuatan sedang setebal = 1 mm.

Data-data tiang

Jenis tiang pondasi yang digunakan ukuran tiang V-Pile = 28x28x28 cm, Panjang tiang (DF) = 6 m,

Keliling tiang (Pf) = 0,84 m,

Luas segment tiang (AF) = 33,95 m.

Data - data tanah:

Lapisan - 1, jenis tanah Grey, silt clay little fine sand, tebal = 2 m

dias GWL

ϕ	c	γ	γ_{sub}
13.80	2.70	1.72	0.787

$$q_1 = h_1 \times \gamma_1$$

$$= 1,1 \times 1,72 = 1,892$$

$$\sigma_{vai} = 0,5 q_1 = 0,5 \times 1,892 = 0,946$$

$$Q_F = [\sum K \times \sigma_{vai} \times \tan \delta \times h_i + \sum \alpha_i \cdot c_i \cdot h_i] P_f, \text{ ton}$$

$$Q_F = [0,90 \times 0,946 \times 0,45 \times 1,1 + \sum 0,95 \cdot 2,70 \cdot 1,1] 0,84 \text{ ton}$$

$$Q_F = 2,724 \text{ ton}$$

$$Q_E = 0$$

$$Q_{ult} = Q_F + Q_E = 2,724 \text{ ton}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} = \frac{2.724}{2} = 1,362 \text{ ton}$$

Lapisan - 2, jenis tanah Grey, clay some silt little fine gravel, tebal = 2 m

dibawah GWL

ϕ	C	γ	γ_{sub}
13.80	2.70	1.72	0.787

$$q_2 = h_2 \times \gamma_{sub}$$

$$= 2,9 \times 0,787 = 2,2823$$

$$\sigma_{vai} = 0,5 q_2 = 0,5 \times 2,2823 = 1,1411$$

$$QF = [\sum K \times \sigma_{vai} \times \tan \delta \times h_i + \sum c_i \cdot c_i \cdot h_i] Pf, \text{ ton}$$

$$QF = [\sum 0,90 \times 1,1411 \times 0,45 \times 2,9 + \sum 0,95 \cdot 2,70 \cdot 2,9] 0,84 \text{ ton}$$

$$QF = 7,0229 \text{ ton}$$

$$QE = 0$$

$$Q_{ult} = QF + QE = 7.022 \text{ ton}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} = \frac{7,022}{2} = 3,511 \text{ ton}$$

Lapisan - 3, jenis tanah Brown clay some silt little mouldy wood, tebal = 1,5 m dibawah GWL

ϕ	C	γ	γ_{sub}
13.80	2.70	1.72	0.787

$$q_3 = h_3 \times \gamma_{sub}$$

$$= 1,5 \times 0,787 = 1,1805$$

$$\sigma_{vai} = 0,5 q_3 = 0,5 \times 1,1805 = 0,5902$$

$$QF = [\sum K \times \sigma_{vai} \times \tan \delta \times h_i + \sum c_i \cdot c_i \cdot h_i] Pf, \text{ ton}$$

$$QF = [\sum 0,90 \times 0,5902 \times 0,45 \times 1,5 + \sum 0,95 \cdot 2,70 \cdot 1,5] 0,84 \text{ ton}$$

$$QF = 3,533 \text{ ton}$$

$$QE = 0$$

$$Q_{ult} = QF + QE = 3,533 \text{ ton}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} = \frac{3,533}{2} = 1,7665 \text{ ton}$$

Lapisan - 4, jenis tanah Dark grey, clay some silt, tebal = 1,5 m dibawah GWL

ϕ	c	γ	γ_{sub}
29.10	1,30	1.80	0.852

$$q_4 = h_4 \times \gamma_{sub}$$

$$= 1,5 \times 0,852 = 1,278$$

$$\sigma_{vai} = 0,5 q_2 = 0,5 \times 1,278 = 0,639$$

$$QF = [\sum K \times \sigma_{vai} \times \tan \delta \times h_i + \sum c_i \cdot c_i \cdot h_i] Pf, \text{ ton}$$

$$QF = [\sum 0,90 \times 0,639 \times 0,45 \times 1,5 + \sum 0,95 \cdot 1,30 \cdot 1,5] 0,84 \text{ ton}$$

$$QF = 1,882 \text{ ton}$$

$$QE = 0$$

$$Q_{ult} = QF + QE = 1,882 \text{ ton}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} = \frac{1,882}{2} = 0,941 \text{ ton}$$

Lapisan - 5, jenis tanah Dark brown, fine sand little clay, tebal = 1,0 m dibawah GWL

ϕ	c	γ	γ_{sub}
29.10	1,30	1.80	0.852

$$q_5 = h_5 \times \gamma_{sub}$$

$$= 1,0 \times 0,852 = 0,852$$

$$\sigma_{vai} = 0,5 q_2 = 0,5 \times 0,852 = 0,426$$

$$QF = [\sum K \times \sigma_{vai} \times \tan \delta \times h_i + \sum c_i \cdot c_i \cdot h_i] Pf, \text{ ton}$$

$$QF = [\sum 0,90 \times 0,426 \times 0,45 \times 1,0 + \sum 0,95 \cdot 1,30 \cdot 1,0] 0,84 \text{ ton}$$

$$QF = 1,182 \text{ ton}$$

$$QE = 0$$

$$Q_{ult} = QF + QE = 1,182 \text{ ton}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} = \frac{1,182}{2} = 0,591 \text{ ton}$$

Lapisan - 6, jenis tanah Dark grey, clay some silt little fine sand, tebal = 4,5 m dibawah GWL

ϕ	c	γ	γ_{sub}
29,10	1,30	1,80	0,852

$$q_6 = h_6 \times \gamma_{sub}$$

$$= 4,5 \times 0,852 = 3,834$$

$$\sigma_{vai} = 0,5 q_2 = 0,5 \times 3,834 = 1,917$$

$$QF = [\sum K \times \sigma_{vai} \times \tan \delta \times h_i + \sum c_i \cdot c_i \cdot h_i] Pf, \text{ ton}$$

$$QF = [\sum 0,90 \times 1,917 \times 0,45 \times 4,5 + \sum 0,95 \cdot 1,30 \cdot 4,5] 0,84 \text{ ton}$$

$$QF = 7,603 \text{ ton}$$

$$QE = 0$$

$$Q_{ult} = QF + QE = 7,603 \text{ ton}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} = \frac{7,603}{2} = 3,8015 \text{ ton}$$

Lapisan - 7, jenis tanah Blackish darkn grey, clay some silt, tebal = 2,0 m dibawah GWL

ϕ	c	γ	γ_{sub}
28,50	1,20	1,87	0,889

$$q_7 = h_7 \times \gamma_{sub}$$

$$= 2 \times 0,889 = 1,778$$

$$\sigma_{vai} = 0,5 q_2 = 0,5 \times 1,778 = 0,889$$

$$QF = [\sum K \times \sigma_{vai} \times \tan \delta \times h_i + \sum c_i \cdot c_i \cdot h_i] Pf, \text{ ton}$$

$$QF = [\sum 0,90 \times 0,889 \times 0,45 \times 2 + \sum 0,95 \cdot 1,20 \cdot 2] 0,84 \text{ ton}$$

$$QF = 2,52 \text{ ton}$$

$$QE = 0$$

$$Q_{ult} = QF + QE = 2,52 \text{ ton}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} = \frac{2,52}{2} = 1,26 \text{ ton}$$

PENUTUP

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap pondasi tiang pancang pada gedung ruang rawat inap kelas III RSUD Pringadi Medan yang dilaksanakan, yaitu 9 titik V-Pile dengan kedalaman masing-masing 12 m.

Untuk perencanaan pondasi dalam harus ada data penyelidikan tanah seperti:

Penyelidikan tanah dengan alat praduga penetrasi pondasi atau tiang dibuat Biconus Sounding. Dari hasil penyelidikan dapat diperoleh :

- Perlawanan ujung konis (Cone Resistance Symbol q_c atau C_r) dalam satuan kg/cm^2
- Total hambatan lekat (Total Friction T_f) dalam satuan kg/cm

Penyelidikan tanah dengan alat SPT atau uji penetrasi standar (Standard Penetration Test) yang di uji dilubang bor dari hasil penyelidikan SPT diperoleh $N\text{-Value} = N_2 + N_3$ dalam satuan blows/ft

Alat pembuat lobang bor adalah mesin bor dalam penyelidikan tanah terhadap sample tanah yang diperoleh dari lobang bor. Alat membuat lobang bor adalah mesin bor dalam. Penyelidikan sample tanah dilakukan dilaboratorium mekanika tanah. Jenis pengujian terdiri dari dua bagian besar

Saran – saran

Setelah mempelajari sedikit tentang parameter tanah dan aplikasinya dalam perencanaan pondasi dalam disarankan:

1. Sebelum perencanaan detail khususnya perencanaan pondasi ada baiknya dilaksanakan pengujian tanah dengan alat bor mesin lengkap dengan pengujian SPT dan pengujian sample di laboratorium.
2. Dalam perencanaan pondasi tiang pancang ada baiknya ujung tiang diletakkan minimal pada lapisan tanah dengan kekuatan sedang dengan ketebalan lapisan 4 kali diameter tiang.

REFERENSI

- Bowles, Joseph (translated by Sinaban Pantur), (1999), "*Analisis dan Disain Pondasi*" edisi ketiga jilid 2. Jakarta. Penerbit Erlangga
- Das, Braja M (translated by Mochtar. N. E and Mochtar I.B.), (1995), "*Mekanika Tanah (Prinsipprinsip Rekayasa Geoteknis)*" Jilid 2, Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Das, Braja M, (1990), "*Principles Of Foundation Engineering, second edition*", Boston, Pws-kent Publishing Company.
- Das, Braja M., (1984), "*Fundamentals of Soil Dynamics*", Elsevier Science Publishing Co. Inc., New York.
- Guy Sangrelat, Gilbert Olivari dan Bernard Cambou (1989), *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Bagian I & II*, Airlangga.
- James K.Mitchell (2002), *Fundamentals of Soil Behavior*, University of California, Berkeley, Jhon Wiley & Sons, Inc.
- Joseph E Bowles dan Johan K.Hainim (1989), *Sifat – Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Cetakan II, Erlangga.
- Ir.G.Djarmiko Soedarno (1993), *Mekanika Tanah 2*, Kanisius, Yogyakarta.
- Ir. Sunggono Kh (1982), *Mekanika Tanah*, Penerbit Nova Bandung.
- L.D. Wesley (1973), *Mekanika Tanah terjemahan* : Ir.A.M.Luthfi, Pekerjaan Umum, Jakarta
- Mario Paz, „*Dinamika Struktur, Teori dan Perhitungan*“, Penerbit Erlangga Jakarta, Edisi Kedua
- R.F.Craig (1989), Budi Susilo.S, *Mekanika Tanah*, Edisi IV, Erlangga.
- Silitonga, P.H. dan Kastowo, 1995, "*Peta Geologi Sumatera*", Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.
- D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward A unified View. *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*, 27(3), 425–478.