

EFEK PREBORING TERHADAP DAYA DUKUNG SELIMUT PADA PONDASI TIANG PANCANG

Oleh:

Rasdinanta Tarigan ¹⁾,
Budi Sarbarita Damanik ²⁾
Politeknik Negeri Medan ^{1,2)}

E-mail:

rasdinantatarigan@polmed.ac.id ¹⁾
budisarbarita@polmed.ac.id ²⁾

ABSTRACT

Buildings, standing on soft soil, usually use pile foundations. Pile foundations, commonly used, are pile foundations. Occasionally finding a thin layer of hard soil (soil lens) is not very deep. This results in the piling of the layer being impenetrable to the pile. So that the pile foundation is not as planned, which has an impact on the pile not being the planned load. To overcome this, it can be done by drilling until the soil lens is penetrated, then driving is carried out. This method is often referred to as preboring. The effect of this preboring is a decrease in the bearing capacity of the blanket (skin friction) on the pile foundation for a certain time. From the soil investigation, it was found that the type of soil at the research point was granular soil. With a ground water level of 0.0 meters. In this study, it was also known that the decrease in the bearing capacity of the blanket due to preboring was 197.87 tons, at 7 days of erection. With a decrease in the percentage of blanket carrying capacity of 93.88%. Thus, the implementation of the upper structure can be planned properly. This can prevent the failure of the building structure during implementation in the field.

Keywords: *Pile Foundation, Skin Friction Capacity*

ABSTRAK

Bangunan yang berdiri di atas tanah lunak biasanya menggunakan pondasi tiang. Pondasi tiang yang umum digunakan adalah pondasi tiang pancang. Adakalanya ditemukan lapisan tanah keras yang tipis (lensa tanah) yang tidak terlalu dalam. Hal ini berakibat pada saat pemancangan lapisan tersebut tidak dapat ditembus tiang pancang. Sehingga kedalaman pondasi tiang pancang tidak sesuai dengan yang direncanakan, yang berakibat pondasi tiang pancang tidak memikul beban yang direncanakan. Untuk mengatasinya dapat dilakukan dengan melakukan pengeboran sampai lensa tanah tersebut ditembus, kemudian dilakukan pemancangan. Metode ini sering disebut dengan preboring. Efek dari preboring ini adalah menurunnya daya dukung selimut (*skin friction*) pada pondasi tiang pancang dalam waktu tertentu. Dari penyelidikan tanah diperoleh bahwa jenis tanah yang ada pada titik penelitian merupakan tanah pasir (*granular soil*). Dengan muka air tanah (*ground water level*) sebesar 0,0 meter. Dalam penelitian ini juga diketahui bahwa penurunan nilai daya dukung selimut (*skin friction*) akibat preboring sebesar 197,87 ton, pada umur pemancangan 7 hari. Dengan prosentase penurunan daya dukung selimut sebesar 93,88%. Dengan demikian, maka pelaksanaan struktur atasnya dapat direncanakan dengan baik. Hal ini dapat mencegah kegagalan struktur bangunan pada saat pelaksanaan di lapangan.

Kata kunci: *Pondasi Tiang Pancang, Daya Dukung Selimut (Skin Friction)*

1. PENDAHULUAN

Pondasi berfungsi meneruskan beban bangunan ke tanah dasar. Pondasi tiang pancang merupakan jenis pondasi dalam (*deep foundation*) yang digunakan lapisan tanah kuat (keras) terletak sangat dalam. Ada kalanya ditemukan lapisan tanah keras tipis (sering disebut lensa tanah) di kedalaman yang dangkal. Hal ini mengakibatkan pada saat pemancangan lapisan lensa tanah tersebut tidak dapat ditembus oleh pondasi tiang pancang. Untuk mengatasinya maka digunakan metode preboring, yaitu dilakukan pengeboran sampai kedalaman lapisan lensa tanah tersebut. Efeknya akan terjadi penurunan daya dukung selimut (*skin friction*) pondasi tiang pancang pada periode waktu tertentu. Oleh karena itu, maka permasalahan tersebut perlu diteliti sehingga diketahui berapa besar penurunan daya dukung selimut (*skin friction*) tiang pancang tersebut akibat preboring.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah harus dilakukan sebelum menyiapkan desain pekerjaan teknik sipil. Penyelidikan dapat mencakup pemeriksaan sederhana pada permukaan tanah, dengan atau tanpa beberapa lubang percobaan yang dangkal, hingga studi rinci tentang kondisi tanah dan air tanah untuk kedalaman yang cukup di bawah permukaan tanah melalui lubang bor dan uji laboratorium pada tanah yang ditemukan.

Secara umum penyelidikan tanah yang dilaksanakan terdiri dari dua tahap yaitu pengujian lapangan dan laboratorium. Pengujian dilaksanakan sesuai standar pengujian *American Society for Testing Material* (ASTM) dan Standard Nasional Indonesia (SNI). Dalam penelitian ini pengujian tanah yang dilakukan hanya pengujian lapangan yang mencakup, penyelidikan lapisan tanah (stratigrafi) dengan bor mesin dan pengujian SPT (*Standard Penetration Test*).

Pondasi Tiang

Beban struktural dapat dipindahkan ke lapisan kokoh yang lebih dalam dengan

menggunakan pondasi tiang. Pondasi tiang yang pemasangannya dengan cara didorong disebut tiang pancang, sedangkan pondasi tiang yang pemasangannya dengan cara dibor terlebih dahulu kemudian di cor disebut bore pile atau cast-in-situ.

Jenis pondasi dalam yang pertama adalah pondasi tiang pancang, yang terdiri dari pondasi panjang, ramping, struktural yang prefabrikasi dan pemasangannya dengan cara didorong atau dimasukkan ke dalam tanah.

Penggolongan Pondasi Tiang Menurut Komposisinya

Pondasi tiang dapat dibagi menjadi 3 jenis berdasarkan komposisinya, yaitu antara lain:

1. Pondasi tiang kayu

Pondasi tiang kayu terbuat dari batang pohon dengan cabang-cabang yang dipangkas. Pondasi tiang seperti itu harus berkualitas dan bebas dari cacat. Panjang tiang bisa mencapai 15 m atau lebih. Jika lebih panjang diperlukan, tiang kayu tersebut dapat disambung. Diameter tiang di ujung atas dapat bervariasi dari 30 hingga 40 cm. Diameter ujung bawah tidak boleh kurang dari 15 cm.

2. Pondasi tiang beton

Pondasi tiang beton adalah tiang pracetak atau tiang tuang di tempat. Pondasi tiang beton pracetak adalah dicetak dan dirawat di tempat pengecoran dan kemudian diangkut ke lokasi kerja untuk dipancangkan.

3. Pondasi tiang baja

Pondasi tiang baja biasanya berbentuk profil H atau tiang pancang pipa. Tiang profil H tahan terhadap beban benturan *hammer* yang besar selama pemancangan. Kisaran beban optimal pada tiang baja adalah 400 sampai 1.200 KN.

Penggolongan Pondasi Tiang Menurut Pemasangannya

Berdasarkan cara pemasangannya pondasi tiang dibagi menjadi tiga jenis tiang pancang, yaitu antara lain:

1. Tiang pancang

Tiang pancang dapat dibuat dari

kayu, baja atau beton. Jika tiang pancang terbuat dari beton, maka harus dibuat pracetak. Tiang pancang tersebut dapat dipancangkan secara vertikal atau dengan sudut kemiringan tertentu. Tiang pancang tersebut dipancangkan dengan cara penumbukan dengan menggunakan hammer.

2. Pondasi tiang cor di tempat (*cast-in-situ*)

Pondasi tiang tipe ini adalah pondasi yang dicetak di tempat, dengan cara membuat lubang terlebih dahulu dalam tanah. Pembuatan lubang dilakukan dengan cara mengebor tanah, seperti pada pengeboran tanah pada waktu penyelidikan tanah. Pondasi tipe ini sering disebut dengan *bore pile*.

3. Tiang pancang dan cor di tempat

Prosedur pemasangan tiang pancang yang dipancangkan dan cor di tempat terdiri dari dua acara pemasangan, yaitu:

a. Tipe dengan cangkang

Sebuah pipa baja dipancangkan ke tanah dengan bantuan mandrel yang dimasukkan ke dalam cangkang. Kemudian mandrel ditarik dan pipa baja tersebut dicor dengan beton. beton ditempatkan di cangkang. Pipa baj ini terbuat dari baja lembaran tipis (*mono-tube piles*). Tiang pancang jenis ini disebut jenis cangkang.

b. Tipe tanpa cangkang

Cangkang atau pipa baja yang telah dipancangkan kemudian dicor beton, sering dengan beton dicor pipa baja tersebut ditarik sehingga hanya menyisakan betonnya.

Metode Pemancangan Pondasi Tiang Pancang

Kebanyakan pondasi tiang pancang didorong ke tanah dengan menggunakan palu atau dengan cara penggetaran. Secara khusus dalam keadaan tertentu, tiang pancang juga dapat dimasukkan dengan pengaliran atau pengeboran sebagian (*jetting or partial augering*).

Tiang pancang dapat dibagi menjadi dua kategori berdasarkan sifat penempatannya: tiang pancang

perpindahan (*displacement piles*) dan tiang pancang non-perpindahan (*non displacement piles*). Tiang pancang yang digerakkan adalah tiang pemindahan, karena mereka memindahkan sebagian tanah secara lateral; oleh karena itu, ada kecenderungan pemampatan tanah di sekeliling tiang pancang tersebut.



Gambar 1. Sebuah pemancangan tiang pancang di lapangan (Atas izin E. C. Shin, Universitas dari Incheon, Korea)

Pada saat ini ada cara pemancangan tiang pancang tanpa menimbulkan suara, tanpa getaran dan dilakukan tanpa pukulan hammer. Metode pemancangan ini sering disebut *hydraulic jacking foundation system*.



Gambar 2. Alat Pemancangan Hydraulic Jack

Cara kerja system ini yaitu dengan menekan kepala tiang pancang yang ditempatkan pada plat penekan. Dan tiang telah dipegang oleh suatu mekanisme pemegang (*grip*) tiang. Sehingga dengan

system ini pondasi tiang pancang akan tertekan secara kontinu ke dalam tanah.

Metode pemancangan lainnya yang sering digunakan adalah preboring. Metode preboring dilakukan jika hasil penyelidikan tanah menunjukkan bahwa ditemukan lapisan lensa tanah. Lapisan lensa tanah merupakan suatu lapisan tanah yang tipis tetapi nilai NSPT lapisan tanah tersebut >50, artinya lapisan tanah tersebut dapat dikatakan lapisan tanah keras. Lapisan tanah yang memiliki nilai NSPT >50 tidak akan dapat ditembus pada saat pemancangan. Sehingga kedalaman tiang pancang yang direncanakan tidak tercapai. Agar kedalaman tiang pancang sesuai dengan yang direncanakan, maka dilakukan preboring.



Gambar 3. Pemancangan Yang Didahului Dengan Preboring

Metode ini dilakukan dengan cara pengeboran hingga lapisan lensa tanah tersebut sudah ditembus mata bor. Diameter pengeboran paling tidak sama dengan diameter tiang pancang atau idealnya diameternya pengeboran lebih kecil dari diameter tiang pancang, sehingga daya dukung selimut (*skin friction*) pondasi tiang pancang diperoleh maksimal.

Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Pancang

Daya dukung aksial tiang pancang adalah kemampuan pondasi tiang pancang dalam memikul beban aksial.

Daya dukung dibedakan atas daya dukung ujung dan daya dukung selimut (*skin friction*). Apabila daya dukung keduanya dimobilisasikan akan didapatkan:

a. Daya dukung ujung

Berdasarkan metode *Based on N-SPT*, perhitungan daya dukung ujung tiang pancang secara umum dirumuskan seperti

berikut:

$$Q_p = q_b \cdot A_p \quad (2.1)$$

Dimana:

Q_p = daya dukung ujung (*end bearing capacity*) (ton)

q_b = unit *end bearing* (ton/m²)

A_p = luas penampang tiang pancang (*Section area of pile*) (m²)

• Untuk tanah berbutir halus atau clay soil (c-soil)

Untuk tanah berbutir halus (*clay soil*), secara umum q_b dirumuskan sebagai berikut:

$$q_b = N_c \cdot C_u \quad (2.2)$$

dimana:

$N_c = 9$

C_u = undrained shear strength of clay on base of end bearing pile

• Untuk tanah berbutir kasar atau pasir

Untuk tanah berbutir kasar atau pasir, secara umum q_b dirumuskan sebagai berikut:

$$q_b = 40 \cdot N\text{-SPT}_{av} \quad (2.3)$$

dimana:

q_b = unit *end bearing* (ton/m²)

$N\text{-SPT}_{av} = (N_1 + N_2)/2$

N_1 = nilai N-SPT rata-rata dari dasar ke

10D ke atas

N_2 = nilai N-SPT rata-rata dari dasar ke

4D ke bawah

b. Daya dukung selimut/gesek (*skin friction*)

Berdasarkan metode *Based on N-SPT*, perhitungan daya dukung selimut/gesek tiang pancang secara umum dirumuskan seperti berikut:

$$Q_s = \sum f_s \cdot p \cdot \Delta L \quad (2.4)$$

dimana:

Q_s = daya dukung selimut tiang pancang (ton)

f_s = tahanan selimut tiang pancang (ton/m²)

p = keliling penampang tiang pancang (m)

ΔL = panjang unit tiang pancang (m)

- Untuk tanah berbutir halus atau clay soil

Untuk tanah berbutir halus (*clay soil*), secara umum f_s dirumuskan sebagai berikut:

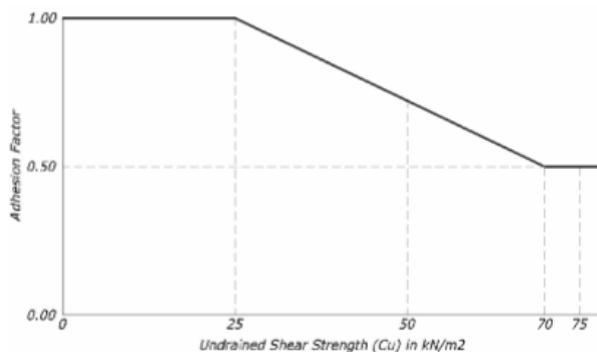
$$f_s = \alpha \cdot C_u \quad (2.5)$$

dimana:

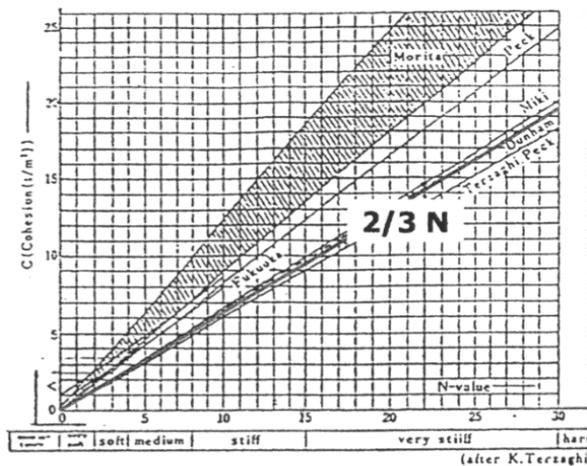
α = faktor adhesi (*adhesion factor*)

C_u = undrained shear strength = $2/3 \cdot N$ -SPT

(ton/m^2) (gambar 4)



Gambar 4. Hubungan Antara undrained shear strength (C_u) dan faktor adhesi (α)



Gambar 5. Hubungan Antara Kohesi Dan Nilai N-SPT Untuk Tanah Kohesif (Sumber; Irsyam, Masyhur, 2009)

3. METODE PELAKSANAAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan secara kuantitatif, yaitu pendekatan yang memungkinkan dilakukan pencatatan dan analisis data hasil penelitian secara eksak. Data dihimpun (teknik pengumpulan data) melalui pengujian langsung di lapangan

dan kemudian dianalisis dengan suatu software.

Adapun lokasi penelitian yang dilakukan di Kelurahan Sumber Karya, Kecamatan Binjai Timur, Kota Binjai.



Gambar 6. Peta Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari 3 tahap, yaitu:

1. Persiapan

Ada 2 persiapan yang dilakukan, yaitu: persiapan personil dan peralatan.

2. Pengujian lapangan

Pengujian lapangan dilakukan dalam 2 tahap yaitu:

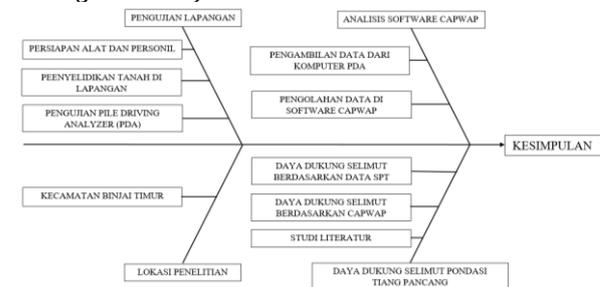
a. Penyelidikan tanah, dengan mengambil data N-SPT.

b. Setelah pemancangan tiang pancang (metode preboring), kemudian dilakukan pengujian PDA.

3. Pengolahan data dan analisis

Pengolahan data juga dilakukan dalam 2 tahap, yaitu: data pengujian N-SPT dan data pengujian PDA.

Rancangan penelitian yang akan dilaksanakan tersaji seperti diagram tulang ikan (*fish bone*) di bawah ini.



Gambar 7. Diagram Fish Bone Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ada 2 (dua) tahap yang dilakukan dalam mendapatkan hasil penelitian, yaitu: penyelidikan tanah dan pengujian PDA. Pada penyelidikan tanah data yang

diperoleh data stratigrafi tanah disajikan dalam bentuk borelog dan data N-SPT.

Penyelidikan Tanah

Diperoleh 2 (dua) data dari penyelidikan tanah, yaitu: data stratigrafi tanah data data N-SPT.

Tabel 1. Stratigrafi Tanah

No	Kedalaman (m)	Tebal Lapisan (m)	Deskripsi Tanah
1	0.00 – 2.40	2.40	Pasir berlempung, coklat kehitaman.
2	2.40 – 4.80	2.40	Pasir sedikit lempung, abu abu gelap
3	4.80 – 7.40	2.60	Pasir berlempung, abu-abu gelap.
4	7.40 – 10.40	3.00	Pasir sedikit lempung, warna abu-abu gelap.
5	10.40 – 13.30	2.90	Pasir halus bergravel, warna abu abu gelap.
6	13.30 – 23.60	10.30	Pasir halus, warna abu abu gelap.
7	23.60 – 36.00	12.40	Pasir halus, warna abu abu gelap.

Tabel 2. Nilai Standard Penetration Test

Depth (m)	Nilai N-SPT	Depth (m)	Nilai N-SPT
0	0	19	42
1	3	21	33
3	2	23	39
5	15	25	36
7	14	27	53
9	15	29	60
11	26	31	60
13	60	33	60
15	54	35	60
17	51		

Dari data penyelidikan tanah diperoleh bahwa lapisan tanah dari kedalaman 0,0 – 36,0 meter berjenis pasir berlempung dan pasir halus. Diperoleh bahwa lapisan tanah keras berada pada kedalaman 13 meter, tetapi relatif tipis. Kemudian tanah keras kembali diperoleh pada kedalaman 27 meter dengan lapisan tanah yang cukup tebal. Sehingga pondasi

tiang pancang didesain pada kedalaman 27 meter.

Daya dukung selimut tiang pancang berdasarkan data N-SPT dan PDA

Data N-SPT merupakan data yang diperoleh dari penyelidikan tanah yang dilakukan terlebih dahulu. Daya dukung selimut pondasi tiang pancang yang diperoleh berdasarkan data N-SPT merupakan daya dukung ideal tiang pancang, karena kondisi tanah relatif belum terganggu. Kedalaman tiang pancang yang tertanam di dalam tanah sepanjang 27 meter. Daya dukung selimut total tiang pancang yang diperoleh adalah 210,77 ton. Kemudian tiang pancang tersebut dipancang sedalam 27 meter, dimana sebelum pemancangan dilakukan pengeboran terlebih dahulu (preboring) dengan diameter lubang sama dengan diameter tiang pancang (40 cm). Setelah pemancangan pada umur 7 hari dilakukan pengujian daya dukung aksial tiang pancang dengan menggunakan pengujian PDA (*Pile Driving Analyzer*). Daya dukung selimut total yang diperoleh dari pengujian PDA (*Pile Driving Analyzer*) adalah sebesar 12,9 ton.

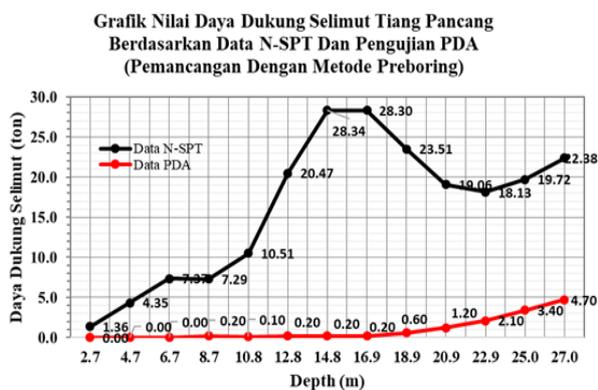
Tabel 3. Daya Dukung Selimut Tiang Pancang

Depth (m)	Daya Dukung Selimut, Qs Berdasarkan Data N-SPT (ton)	Daya Dukung Selimut, Rs Umur Pemancangan 7 Hari (ton)
2.7	1.36	0.00
4.7	4.35	0.00
6.7	7.37	0.00
8.7	7.29	0.20
10.8	10.51	0.10
12.8	20.47	0.20
14.8	28.34	0.20
16.9	28.30	0.20
18.9	23.51	0.60
20.9	19.06	1.20
22.9	18.13	2.10
25.0	19.72	3.40
27.0	22.38	4.70
	210.77	12.90

Data hasil pengujian akan dianalisis lebih lanjut, sehingga dapat diketahui berapa besar penurunan daya dukung

selimut pondasi tiang pancang akibat pemancangan dilakukan dengan pengeboran terlebih dahulu (preboring). Dari data penyelidikan tanah diketahui bahwa lapisan tanah pada titik penelitian berjenis tanah pasir (*granular soil*). Dimana lapisan lensa ditemukan pada kedalaman 13 meter dengan nilai N-SPT sebesar 60, kemudian nilai N-SPT lapisan di bawahnya berangsur-angsur mengecil. Dan tanah keras ditemukan kembali pada kedalaman 27 meter dengan nilai N-SPT sebesar 53. Lapisan tanah di bawah 27 meter sudah cukup stabil kekerasannya, karena memiliki nilai $N-SPT > 50$. Oleh karena itu pondasi tiang pancang didesain pada kedalaman 27 meter. Permasalahan yang diperoleh, pada saat pemancangan tiang pancang tidak dapat menembus pada kedalaman 13 meter.

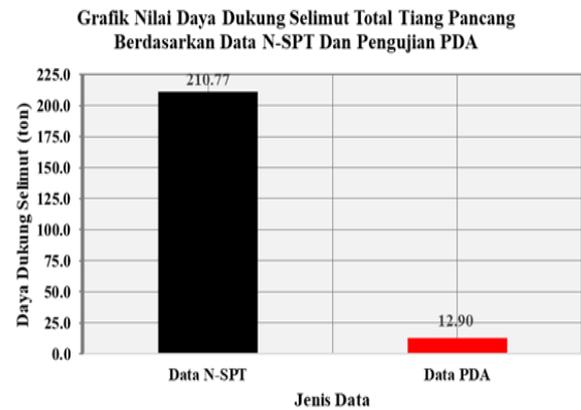
Pengeboran yang dilakukan dengan diameter yang sama dengan diameter tiang pancang (40 cm). Kedalaman pengeboran dilakukan sedalam 25 meter. Efek preboring ini menyebabkan penurunan daya dukung selimut pondasi tiang pancang dalam kurun waktu tertentu.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Nilai Daya Dukung Selimut Tiang Pancang Berdasarkan Data N-SPT Dan Pengujian PDA.

Pada penelitian ini pengujian daya dukung selimut tiang pancang menggunakan pengujian PDA. Pada umur 7 hari setelah pemancangan tiang pancang, dilakukan pengujian PDA. Daya dukung selimut pondasi tiang pancang yang diperoleh berdasarkan pengujian PDA

sebesar 12,90 ton. Sedangkan pada berdasarkan data N-SPT diperoleh daya dukung selimut tiang pancang sebesar 210,77 ton.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Nilai Daya Dukung Selimut Total Tiang Pancang Berdasarkan Data N-SPT Dan Pengujian PDA

Ada penurunan daya dukung selimut tiang pancang akibat preboring sebesar 197.87 ton. Penurunan ini terjadi dikarenakan friksi antara tanah dan selimut tiang pancang belum bekerja. Hal ini terjadi karena tanah efek preboring, dimana terjadi pemindahan volume tanah yang cukup besar pada saat preboring. Diketahui bahwa ada 93,88% pondasi tiang pancang kehilangan daya dukung selimut akibat metode preboring yang dilakukan. Tetapi sering dengan bertambahnya waktu, maka friksi antara tanah dan selimut tiang pancang akan kembali ke kondisi ideal. Oleh karena itu, sebaiknya pada saat mengerjakan struktur atas sebaiknya umur pemancangan harus lebih lama. Agar daya dukung pondasi tiang pancang kembali ke kondisi ideal.

5. SIMPULAN

Dari data dan analisis yang telah dilakukan, maka dibuat beberapa simpulan yaitu antara lain:

1. Tanah pada lokasi penelitian berjenis tanah berbutir (*granular soil*). Dengan muka air tanah (*ground water level*) sebesar 0,0 meter.
2. Pada saat pengujian PDA, umur pemancangan pondasi tiang pancang selama 7 hari.

3. Daya dukung selimut pondasi tiang pancang berdasarkan data N-SPT sebesar 210,77 ton, dan berdasarkan data pengujian PDA sebesar 12,90 ton.
4. Efek preboring mengakibatkan penurunan daya dukung selimut sebesar 197,77 ton.
5. Prosentase penurunan daya dukung selimut akibat preboring sebesar 93,88%.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book of ASTM Standards, 2008., Easton, MD, USA.
- Coduto Donald P., 2001., *"Foundation Design: Principles and Practices"*. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, USA.
- Das M. Braja, 2016., *"Principles of Foundation Engineering"*. Publisher Global Engineering, Boston, USA.
- Guo Gong Wei, 2013., *"Theory and Practice of Pile Foundations"*. CRC Press, Boca Raton.
- Hanafiah, H.Z., Muhammad Reza, Zairipan Jaya, 2019. *Rekayasa Pondasi Untuk Program Vokasi*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2002. *Teknik Pondasi 2*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kameswara Rao, N.S.V., 2011., *"Foundation Design Theory and Practice"*. Thomson Digital, Noida, India.
- Irsyam, Masyhur, 2009. *Rekayasa Pondasi*. Penerbit ITB, Bandung.
- Murthy, V.N.S., 2007., *"Advanced Foundation Engineering"*. CBS Publishers & Distributors, New Delhi, India
- Pile Dynamic, Inc. 2009., *"PDA-W Manual of Operation"*, Cleveland, Ohio 44128, USA.