

ANALISA PELAKSANAAN PONDASI TIANG BOR PADA TANAH BERMASALAH (DIFFICULT SOIL)

Ilman Abe Surya¹⁾, Iftikhaar Julian Purwanantha¹⁾, Rahmat Setiyadi¹⁾

1) Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Indonesia

E-mail: ilmanabe@gmail.com, iftikhaarjp@gmail.com, setyadi.rs2@gmail.com

Abstrak

Struktur bawah (substructure) dalam konstruksi bangunan sipil berperan penting dalam menjaga kestabilan dan keamanan struktur atas. Pondasi berfungsi menyalurkan beban bangunan ke tanah dasar sehingga mampu mencegah penurunan diferensial maupun kegagalan daya dukung tanah. Pemilihan jenis pondasi sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah di lokasi proyek. Pada tanah bermasalah (difficult soil), seperti tanah lempung lunak, tanah gambut, atau tanah ekspansif, daya dukung tanah kecil dan deformasi tanah besar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui metode pelaksanaan dan kebutuhan alat serta material pondasi bored pile atau tiang bor pada tanah bermasalah (difficult soil). Metode penelitian ini berdasarkan data primer dan data sekunder. Dapat disimpulkan bahwa pondasi yang digunakan ialah pondasi tiang bor (bored pile), dengan end bearing pondasi tiang bor pada kedalaman -14 m. Pada kedalaman 0.0 sampai -3.5 m, metode pengeboran dilakukan dengan metode casing disebabkan pada lapisan ini ditemukan lapisan lempung lunak yang mudah runtuh.

Kata Kunci: Tanah Bermasalah, Pelaksanaan Pondasi, Struktur Bawah, Metode Pelaksanaan.

Pendahuluan

Struktur bawah (*Sub Structure*) dalam konstruksi bangunan sipil berperan penting dalam menjaga kestabilan dan keamanan struktur atas. Pondasi berfungsi menyalurkan beban bangunan ke tanah dasar sehingga mampu mencegah penurunan diferensial maupun kegagalan geser tanah. Pemilihan jenis pondasi sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah di lokasi proyek. Pada tanah bermasalah (*difficult soil*), seperti tanah lempung lunak, tanah gambut, atau tanah ekspansif, daya dukung cenderung rendah dan sifat deformasi tinggi, sehingga pondasi dangkal sering kali tidak memadai.

Sejalan dengan hal tersebut, penulis ingin mengetahui bagaimana pelaksanaan pekerjaan pondasi pada tanah bermasalah (*difficult soil*), khususnya pada proyek ini yang menggunakan metode bored pile dengan casing. Dengan meninjau secara langsung proses pekerjaan di lapangan dan membandingkannya dengan teori maupun standar pelaksanaan, penulis berharap dapat memperoleh gambaran menyeluruh mengenai efektivitas metode tersebut dalam menghadapi kondisi tanah sulit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pelaksanaan pondasi tiang bor pada kondisi tanah bermasalah, meliputi metode kerja, kebutuhan material dan peralatan, serta kendala teknis yang muncul di lapangan. Dengan adanya analisa ini, diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh terkait solusi pelaksanaan pondasi bored pile pada kondisi tanah sulit, sekaligus menjadi referensi bagi proyek konstruksi serupa di masa mendatang.

Struktur bawah khususnya pondasi memiliki peranan penting yaitu memikul seluruh beban bangunan dari struktur atas kedalam tanah serta meneruskannya sampai kedalaman tertentu. Pondasi berinteraksi dengan tanah memiliki peran dalam memberikan keamanan bagi struktur bagian atas, dirancang untuk menahan berbagai beban yang diterima oleh kolom, lalu disalurkan ke struktur bawah sampai ke tanah dasar. Pondasi memiliki beberapa jenis yang disesuaikan dengan penggunaan bangunan gedung di atasnya dan jenis tanah bangunan tersebut. Pada proyek ini menggunakan pondasi bored pile dengan panjang efektif 14 m, diameter 600 mm, mutu beton f_c' 30 Mpa, nilai slump 18 ± 2 cm, mutu besi BJTS 420 B pada 625 titik Bored Pile. Lokasi proyek ini berada pada Kalideres, Jakarta Barat.

Adapun tujuan dilakukannya studi tentang Analisa Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor Pada Tanah Bermasalah (*Difficult Soil*), antara lain:

1. Mengetahui metode pelaksanaan pekerjaan pondasi tiang bor pada tanah bermasalah (*difficult soil*) pada Proyek X.

2. Mengetahui kebutuhan alat dan material pekerjaan pondasi tiang bor pada tanah bermasalah (*difficult soil*) pada Proyek X.

Studi Pustaka

Tanah bermasalah (*difficult soil*) adalah tanah yang memiliki sifat fisik atau mekanis yang tidak stabil, seperti daya dukung rendah, kompresibilitas tinggi, ekspansivitas, atau keruntuhan di bawah beban, sehingga menghambat atau menyulitkan proses desain dan konstruksi bangunan atau struktur jalan. Contoh tanah bermasalah meliputi tanah lempung lunak (*soft soil*), tanah gambut (*peat soil*), tanah lempung ekspansif (*swelling soil*), tanah runtuh (*collapsible soil*) dan tanah rentan likuifikasi.

Pondasi merupakan struktur bagian bawah (*Sub Structure*) yang berada dibawah permukaan tanah yang berfungsi menopang berat pondasi sendiri dan beban struktur yang berada di atas (*Upper Structure*) yang kemudian beban tersebut diteruskan kedalam tanah atau batuan yang ada dibawahnya tanpa mengakibatkan keruntuhan geser tanah, penurunan (Settlement) tanah atau pondasi, sehingga batas ambang daya dukung tanah tidak terlampaui. [2]. Dalam perencanaan pondasi untuk suatu konstruksi dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi. Pemilihan tipe pondasi menurut (Sardjono, 1988) didasarkan atas:

1. Fungsi bangunan atas (*upper structure*) yang akan dipikul oleh pondasi tersebut.
2. Besarnya beban dan beratnya bangunan atas.
3. Keadaan tanah dimana bangunan tersebut akan didirikan.
4. Biaya pondasi dibandingkan dengan bangunan atas.

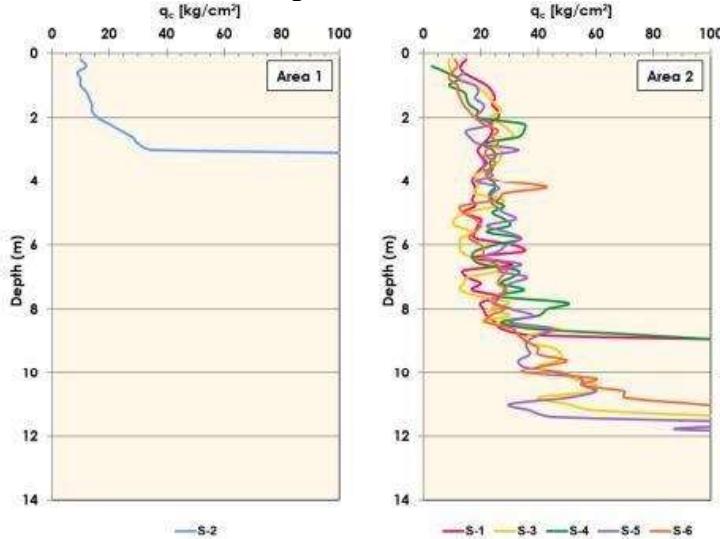
Metodologi Penelitian

Metode Penelitian ini menggunakan data yang terdiri dari data primer dan sekunder, di mana (1) data primer didapatkan berdasarkan hasil penelitian langsung dengan terjun ke lapangan, untuk mengidentifikasi data teknis serta memahami proses pelaksanaan pekerjaan, kemudian dilakukan pula wawancara dengan pihak terkait untuk menggali informasi yang tidak terdokumentasi, serta dokumentasi sebagai bukti pengamatan selama kegiatan berlangsung, selanjutnya (2) data sekunder didapatkan berdasarkan studi literatur dengan perbandingan kondisi teori dan juga lapangan atau penelitian sebelumnya sebagai bahan referensi dalam pemecahan permasalahan, serta dokumen proyek seperti gambar kerja, rencana, dan metode pelaksanaan yang diperoleh dari pihak pelaksana diperlukan sebagai acuan teknis penyusunan metode konstruksi, sehingga kombinasi data primer dan data sekunder tersebut dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai proses pelaksanaan proyek dan mendukung analisis yang telah dilakukan.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian Tanah

Penyelidikan tanah adalah kegiatan untuk mengetahui daya dukung dan karakteristik tanah serta kondisi geologi, seperti mengetahui susunan lapisan tanah atau sifat tanah, mengetahui kekuatan lapisan tanah dalam rangka penyelidikan tanah dasar untuk keperluan pondasi bangunan, jalan dan lainnya. Tujuan dari penyelidikan tanah adalah untuk memberi informasi kepada pihak-pihak yang berkepentingan dengan proyek agar desain pondasi dapat dilakukan secara ekonomis dan aman. Untuk hasil pengujian sondir secara umum terbagi menjadi dua area, berdasarkan kedalaman akhir pengujian pengelompokan terbagi menjadi Area 1 (S-2) dan Area 2 (S-1, S-3, S-4, S-5 dan S-6). Hasil pengujian sondir dapat dilihat pada **Gambar 1 Hasil Pengujian Sondir Mekanis**.

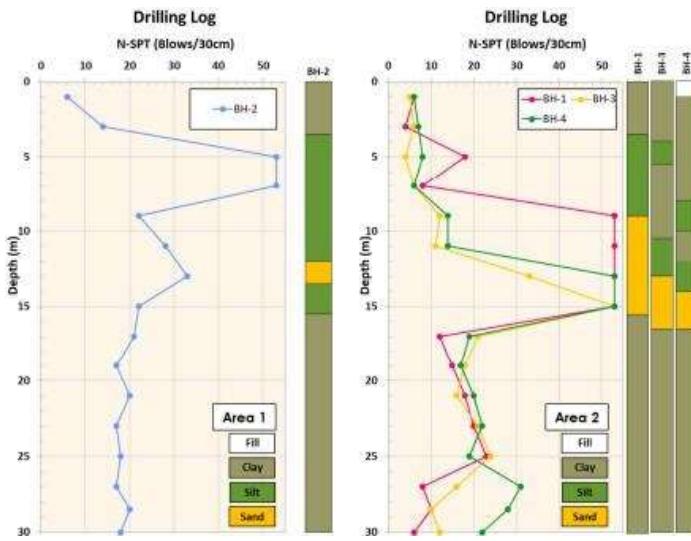


Gambar 1. Hasil pengujian sondir mekanis

Sumber: Dokumen Proyek X

Bilamana dikorelasikan dengan hasil pemboran, pengujian sondir pada area 1 terhenti akibat tidak dapat menembus lapisan tanah keras atau lensa pasir padat hingga sangat padat, sedangkan pada area 2 ditemukan tanah keras pada kedalaman 12 meter dan diambil untuk desain rencana pada kedalaman 14 meter sebagai *end bearing*, ditemukan pula dari 6 data tersebut terdapat tanah yang bermasalah pada kedalaman 0 sampai 3,5 meter sehingga dibutuhkan *temporary casing* sehingga tidak terjadi tanah runtuh.

Sementara untuk pengujian bor dan SPT dilakukan dengan metode coring, disertai dengan pengujian SPT menggunakan *automatic drop hammer*. Kedalaman yang dilaporkan adalah kedalaman relatif dari permukaan tanah eksisting saat pemboran dilaksanakan. Hasil pemboran terbagi menjadi dua area berdasarkan kemiripan data dan kesesuaian dengan hasil pengujian sondir, berikut merupakan hasil N-SPT versus kedalaman pada **Gambar 2 Profil NSPT Versus Kedalaman**.



Gambar 2. Profil NSPT versus kedalaman

Sumber: Dokumen Proyek X

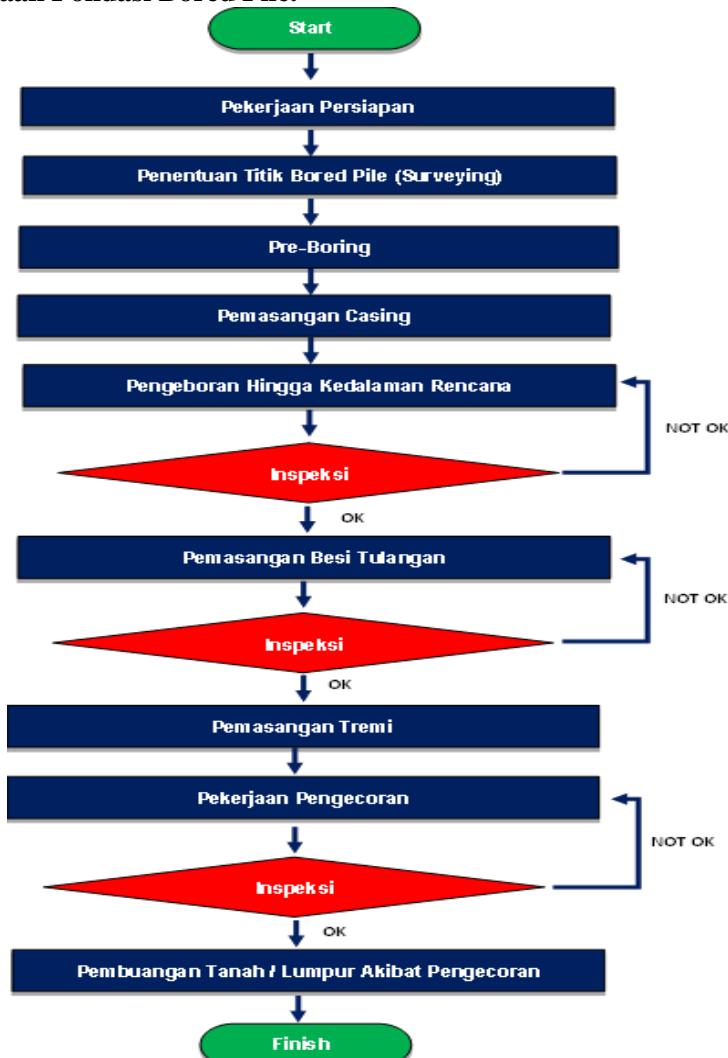
Dapat dilihat dari grafik borlog N-SPT dijumpai pada kedua area dari permukaan tanah hingga kedalaman tanah sekitar 3,5 m dijumpai lapisan lempung konsistensi sedang hingga teguh. Selanjutnya hingga kedalaman 15,5m secara umum dijumpai lanau konsistensi sangat teguh hingga

keras, namun dijumpai lensa pasir padat pada kedalaman sekitar 12 m. Setelah itu hingga kedalaman akhir pemboran lapisan didominasi oleh tanah kohesif sangat teguh. Dari data berikut dapat disimpulkan bahwa pada kedalaman 0.0 sampai - 3,5 m ditemukan lapisan lempung lunak yang mudah runtuh sehingga diperlukan metode casing, maka dari itu dipilih kedalaman pondasi tiang bor pada kedalaman end bearing yaitu -14 meter dari kepala tiang.

Flowchart Pekerjaan Pondasi Bored Pile

Lingkup pekerjaan pondasi bored pile mencakup pekerjaan persiapan, pengukuran, pengeboran, pembesian dan pengecoran pondasi bored pile sesuai dengan gambar dan spesifikasi pekerjaan. Flowchart Pekerjaan Pondasi Bored Pile pada Proyek X dapat dilihat pada **Gambar 3**

Flowchart Pekerjaan Pondasi Bored Pile.



Gambar 3. Flowchart pekerjaan pondasi bored pile

Sumber: Dokumen Proyek X

Pembagian Zona Pekerjaan Pondasi Bored Pile

Demi tercapainya produktivitas yang optimal dalam pemanfaatan keterbatasan lahan lintas alat dan keselamatan pada proses pelaksanaan, dalam Proyek X menetapkan 4 zona pada pekerjaan pondasi bored pile. Pembagian Zona Pekerjaan Pondasi Bored Pile dapat dilihat pada **Gambar 4**

Pembagian Zona Pondasi Bored Pile.



Gambar 4. Pembagian zona pondasi bored pile

Sumber: Dokumen Proyek X

Pelaksanaan Pondasi Bored Pile

Pada proyek X digunakan pondasi bored pile dengan metode casing. Metode casing biasa digunakan pada kondisi tanah yang memiliki sifat tanah lepas dan sangat lepas ($NSPT < 10$) pada tanah tak berkohesi dan konsistensi sangat lunak dan lunak pada tanah berkohesi ($NSPT < 8$). Berdasarkan hasil data hasil pengujian Borlog pada Proyek X, diketahui pada Area 1 dielevasi 0 sampai -3.5 m merupakan tanah dengan nilai ($NSPT 0-14$), dan diketahui pada Area 2 di elevasi 0 sampai -3.5 m merupakan tanah dengan nilai ($NSPT 0-18$) sehingga pada kedalaman tersebut dibutuhkan temporary casing. Berikut pelaksanaan pondasi bored pile, diantaranya:

Pekerjaan Pengukuran

Tim surveyor mengukur dan menentukan posisi titik koordinat pondasi Bored pile dengan menggunakan alat *theodolite* atau *waterpass*. Setelah titik bor telah ditentukan, diberi tanda atau patok pada lokasi rencana bored pile. Proses ini bertujuan untuk menentukan posisi titik koordinat yang akan dibor, sehingga tidak terjadi kesalahan dalam pengeboran. Alat yang dibutuhkan diantaranya total station, prisma polygon, tripod, rambu ukur, jalon, rol meter, staf level, unting-unting.

Pekerjaan Pengeboran

Pengeboran dilakukan dengan alat bor atau drilling rig pada lokasi pengeboran, kemudian dilakukan pengecekan tegak lurusnya (*verticality*) posisi *kellybar*. *Pre-boring* dilakukan sebelum menemukan muka air tanah, kemudian dilakukan pemasangan casing dengan *crane service* atau *crawler crane* pengeboran dilanjutkan hingga kedalaman rencana menggunakan *drilling bucket*. Pada proyek ini, pengeboran dilakukan dari tanah eksisting hingga kedalaman bored pile efektif di 14 m dibawah elevasi *bottom pilecap*.

Pekerjaan Pembesian

Untuk besi yang telah dirakit pada area fabrikasi besi kemudian dilakukan ceklist pembesian oleh pihak Kontraktor dengan pihak Konsultan MK. Setelah pengecekan selesai, kerangka besi dipindahkan ke dekat lubang bor dan diletakkan diatas sebuah tumpuan yang menjadikan kerangka besi tidak menyentuh tanah. Setelah itu dipasang hook untuk dikaitkan pada casing agar besi tidak jatuh. Alat yang diperlukan ialah *bar bender* dan *bar cutter*.

Pekerjaan Pengecoran

Slump test perlu dilakukan sebelum pengecoran dimulai, kemudian dilakukan pemasangan pipa tremie pada lubang bored pile, selama pengecoran ujung bawah pipa tremie harus

terbenam dalam beton di dalam lubang bor, pipa tremi harus masuk ke dalam adukan beton ± 2 m. Pengecoran dilakukan hingga beton mencapai cut off level (COL) dan meluap dari permukaan casing hingga tidak muncul lagi lumpur dari lubang bored pile. Setelah pengecoran selesai, dilakukan pencabutan *casing* sementara (*temporary casing*) dengan bantuan *crawler crane*.

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan penulis dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proyek X yang berlokasi di Kalideres, Jakarta Barat menggunakan pondasi tiang bor (*bored pile*) pada penyelidikan tanah menggunakan metode N-SPT, diketahui pada kedalaman 0.0 sampai - 3,5 m ditemukan lapisan lempung lunak yang bersifat mudah runtuh sehingga diperlukan *temporary casing* pada proses pelaksanaan, kemudian pada kedalaman -3,5 sampai 10 m ditemukan lapisan tanah lanau dengan Nilai N-SPT 10 sampai 20 yang bersifat tanah agak lunak, oleh karena itu dapat disimpulkan kedalaman pondasi tiang bor pada -14 meter dipilih berdasarkan titik end bearing.
2. Pelaksanaan pondasi bored pile terdiri dari pekerjaan pengukuran, pekerjaan pengeboran, pekerjaan pembesian dan pekerjaan pengecoran.
3. Alat yang dibutuhkan pada pelaksanaan bored pile terdiri dari bored pile machine, crawler crane, excavator, dump truck, concrete mixer, tremie, total station, bar cutter dan bar bender.

Daftar Pustaka

- [1] Hartono (2015). Perencanaan Pondasi Rakit dan Pondasi Tiang Dengan Memperhatikan Differential Settlement, Studi Kasus :Gedung Fasilitas Umum Pendidikan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya (UNTAG), ISSN: 2337-353. Surabaya : Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2] Surendo, D. B. (2015). Rekayasa Fondasi Teori dan Penyelesaian Soal . Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] Bangonang, R. D. (2018). Perencanaan Pondasi Bored Pile dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Manado: Politeknik Negeri Manado.
- [4] Hardiyatmo, & Cristiady, H. (2002). Teknik Pondasi I. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- [5] Girsang, P. (2009). Daya Dukung Pondasi Pondasi Bored Pile Tunggal Pada Proyek Pembangunan Gedung Crystal Square. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [6] Dokumen Proyek X, Tahun 2023
- [7] Surya, I. A. (2023). Laporan Kerja Praktek: Pelaksanaan Pondasi Pada Proyek X
- [8] Purwanantha, I.J. (2023). Laporan Kerja Praktek: Pelaksanaan Struktur Atas Pada Proyek X.