

PERBANDINGAN PEKERJAAN PONDASI TIANG PANCANG DENGAN ALAT HSPD 80 TON DAN 120 TON

Maulina Saputri 23-849

Proyek Rehab Total Gedung Sekolah Paket 2

PT. Brantas Abipraya (Persero), Jakarta, Indonesia

Abstract. Pondasi merupakan elemen struktur bawah bangunan dan bagian terendah dari sebuah bangunan, maka pondasi langsung berhubungan dengan tanah. Pemilihan jenis metode dalam pengerjaan pondasi dapat disesuaikan dengan spesifikasi, fungsi, dan ukuran bangunan itu sendiri untuk mendapatkan kualitas yang tepat mutu, biaya dan waktu. Fungsi dari pondasi adalah untuk meneruskan beban dari bagian atas struktur bangunan ke lapisan tanah yang berada di bagian bawahnya tanpa mengakibatkan keruntuhan geser tanah, dan penurunan (settlement) tanah/ Pondasi yang berlebihan.

Kata Kunci: Pondasi, keruntuhan geser tanah

PENDAHULUAN

Proyek Rehab Total Gedung Sekolah Paket 2 merupakan paket pekerjaan dengan 9 titik lokasi yang berada di kawasan padat penduduk dimana setiap lokasi memiliki karakteristik lokasi yang berbeda beda. Dari lokasi jalan yang sempit, *peak hour* pada lokasi dekat pasar, dan resiko yang timbul dari proyek ini nantinya. Salah satu *challenge* dalam paket pekerjaan ini adalah waktu yang dilakukan dalam kontrak ini adalah 142 hari (25 Agustus 2023 s.d 20 Desember 2023). Proses pengadaan yang cepat adalah salah satu cara agar proses pekerjaan dilapangan dapat segera berlangsung dan selesai sesuai schedule rencana. Salah satu pekerjaan yang sangat berpengaruh dalam proses percepatan ini adalah Pemilihan Pekerjaan Pondasi.

Beberapa titik lokasi memiliki karakteristik tanah yang berbeda, ditinjau dari data soil investigation maka pemilihan metode Pekerjaan Pondasi sangat menentukan keefektifan pekerjaan dilapangan, beberapa lokasi pada proyek tersebut diputuskan menggunakan Metode Pemancangan Tiang Pancang.



Gambar 1.1 Pekerjaan Pemancangan

LATAR BELAKANG

1.1 Pemancangan Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang adalah salah satu elemen bangunan yang berfungsi memindahkan beban struktur dan beban bangunan ke tanah. Umumnya tiang pancang digunakan atau dipilih apabila kondisi tanah relatif stabil dan kedalaman tanah keras masih terjangkau atau tidak terletak jauh di bawah permukaan tanah. Jenis pondasi tiang pancang tidak dapat digunakan pada kondisi tanah yang berisi batu-batuan. Pondasi tiang pancang dapat terbuat dari kayu keras, beton dan baja (pipa atau profil).

1. Pondasi tiang pancang kayu terbuat dari pohon kayu keras yaitu kayu ulin atau kayu besi dari Kalimantan, kayu hitam dari Sulawesi, dan kayu Merbau dari Sumatera. Namun karena alasan pelestarian lingkungan, diameter kayu yang terbatas (rata-rata 20 cm) dan panjangnya kayu yang terbatas (12 meter sampai 15 meter), juga daya dukung pondasi tiang kayu menjadi sangat terbatas, maka saat ini pondasi tiang kayu sudah jarang digunakan. Kecuali di daerah-daerah pinggir kota jenis pondasi kayu ini masih digunakan. Supaya tiang pancang kayu awet, maka sebelum dipancang tiang/batang kayu ini harus diulas ‘ter’ terlebih dahulu dan pemasangan tiang kayu ini juga harus berada di bawah air tanah.
2. Pondasi tiang pancang dari baja lebih cepat pemasangannya dan waktu pelaksanaannya di lapangan. Namun pondasi tiang pancang baja memiliki kendala apabila dipancang di daerah yang lembab tanahnya atau dekat area pantai, karena pondasi tiang dari baja dapat mudah terkena karat.
3. Pondasi tiang pancang beton memiliki kelebihan dibandingkan dengan pondasi tiang pancang kayu dan pondasi tiang pancang baja yaitu lebih awet, tahan terhadap kelembaban, kekuatan beton mudah disesuaikan dengan kebutuhan, dan pengadaannya melalui prefabrikasi.

Karena kelemahan dan keterbatasan jenis pondasi tiang pancang kayu dan tiang pancang baja, maka saat ini masyarakat lebih banyak menggunakan pondasi tiang pancang beton untuk pembangunan rumah tinggal atau proyek-proyek pembangunan gedung lainnya. Kajian pondasi tiang pancang kali ini juga lebih fokus pada jenis pondasi tiang pancang dari beton.

1.2 Soil Investigation

Soil investigation adalah metode penentuan stratigrafi dan sifat fisik tanah yang akan menjadi tempat dibangunnya konstruksi. Tujuan dari prosedur ini untuk menentukan apakah tanah tersebut sudah cukup kokoh untuk tempat mendirikan bangunan. Sebelum sampel tanah dianalisis, konstruksi proyek tidak boleh dimulai. Penyelidikan tanah bisa melibatkan beragam metode dan ini juga menjadi bagian penting dari proses persiapan bangunan. Hasil dari investigasi ini bisa mempengaruhi perkembangan proyek konstruksi. Manfaat soil investigation dalam proyek konstruksi :

1. Meminimalisir kerusakan

Jasa seorang ahli geoteknik diperlukan untuk memeriksa tanah di sekitar lokasi bangunan, sebelum fondasi dirancang. Mereka akan membantu mengidentifikasi apa saja resiko pembangunan dan memberikan solusi yang terbaik untuk mengatasinya. Misalnya, menggunakan desain, bahan atau perawatan tertentu, atau justru mencari lokasi lain yang lebih cocok.

2. Menghemat biaya

Pengolahan tanah sebelum fondasi bangunan dibuat akan membantu menghemat uang, dibandingkan dengan harus membayar kerugian jika ada masalah dengan bangunan di kemudian hari. Selain itu juga akan menghemat biaya perawatan akibat fondasi yang lemah.

3. Membantu dalam pemilihan material bangunan yang cocok

Soil investigation juga bermanfaat dalam membantu Anda menentukan bahan yang paling cocok untuk digunakan dalam konstruksi. Beberapa material mungkin tidak akan tahan lama pada kondisi tanah tertentu. Sehingga nantinya bisa saja terjadi retakan pada dinding atau bahkan lantai setelah konstruksi selesai. Oleh karena itu, soil investigation bermanfaat dalam memutuskan material terbaik untuk konstruksi. Seorang insinyur akan membantu Anda untuk menentukan material bangunan yang tepat ketika hasil uji tanah telah diperoleh.

4. Meningkatkan keselamatan proyek

Salah satu alasan terpenting mengapa soil investigation harus dilakukan yaitu membantu menentukan seberapa aman proyek untuk dilanjutkan. Pembangunan yang dilakukan di atas tanah tertentu bisa menimbulkan ancaman bahaya bagi pekerja dan bangunan yang ada di sekitarnya. Agar terhindar dari implikasi hukum, sebaiknya lakukan soil investigation dengan benar. Soil investigation membantu untuk menentukan berbagai aspek proyek yang meliputi penurunan biaya dan peningkatan keselamatan kerja.

5. Memberikan informasi tambahan dalam perhitungan anggaran

Soil investigation di bawah permukaan dapat memberikan rekomendasi tambahan yang berhubungan dengan penilaian lokasi dan drainase, sistem lantai (khususnya pelat yang langsung ditempatkan di atas tanah), drainase pondasi, pekerjaan soil dan operasi penggalian, dan lain sebagainya.

6. Memenuhi peraturan atau kewajiban

Proyek konstruksi bisa saja tidak diizinkan untuk dilanjutkan sebelum Anda selesai melakukan soil investigation, termasuk melakukan pengeboran. Hal ini mungkin disebabkan adanya peraturan atau kewajiban dari pemerintah setempat, sebelum mereka mengeluarkan izin. Bisa juga ini menjadi peraturan dari perusahaan rekayasa geoteknik sebelum mengembangkan desain.

7. Memberikan informasi yang diperlukan dalam desain fondasi

Salah satu tujuan utama soil investigation adalah memberikan parameter desain pondasi kepada insinyur bangunan. Tanpa adanya parameter ini, insinyur tidak bisa menyelesaikan desain fondasi untuk bangunan. Meskipun fondasi bisa dirancang berdasarkan parameter desain awal, namun parameter tersebut harus diverifikasi dengan meminta ahli geoteknik untuk melakukan pengamatan terhadap penggalian. Jika parameter desain akhir berbeda dengan parameter awal maka fondasi harus direvisi. Hal ini biasanya membutuhkan biaya yang sangat banyak.



Gambar 1.2 Pelaksanaan Pekerjaan Sondir

1.3 Jenis Pemancangan

Selain dari jenis material pancang yang digunakan, pemilihan alat berat untuk pemancangan juga disesuaikan dengan kondisi pada lapangan, beberapa jenis alat pancang yang biasa digunakan adalah:

1. Drop Hammer

Alat pemancang drop hammer merupakan palu raksasa yang diletakkan pada ketinggian tertentu di atas tiang. Palu kemudian dilepaskan dan jatuh mengenai bagian atas / kepala tiang. Perlu diperhatikan, tiang jangan sampai rusak akibat tumbukan tersebut. Karena itu, di bagian kepala tiang bisa dipasang cap (dari kayu) untuk menahan energi dari palu. Palu berukuran 250 – 1.500 kg ini dijatuhkan sepanjang alurnya, pada ketinggian 1,5 hingga 7 meter, tergantung jenis bahan dasar pondasi. Di bagian atas palu terdapat kabel, untuk menahan palu agar tak jatuh terlalu jauh.

1. Diesel Hammer

Bentuk diesel hammer paling sederhana dibandingkan dengan jenis alat pemancang lainnya. Diesel hammer memiliki satu silinder dengan dua mesin diesel, piston / ram, tangki bahan bakar, tangki pelumas, pompa bahan bakar, injector, dan mesin

pelumas. Alat ini mendapatkan energinya dari berat ram yang menekan udara di dalam silinder. Ada dua tipe diesel hammer, yakni terbuka dan tertutup:

- Alat yang bagian ujungnya terbuka mampu melakukan 40-50 blow per menit.
- Alat yang bagian ujungnya tertutup mampu melakukan 75-85 blow per menit.

2. Hydraulic Hammer

Sesuai dengan namanya, cara kerja hydraulic hammer berdasarkan perbedaan tekanan pada cairan hidrolik. Kekuatannya luar biasa, sebab tekanan terhadap pondasi bisa mencapai 140 ton. Alat ini sering digunakan untuk pemancangan pondasi tiang baja “H”, serta pondasi lempengan baja, dengan cara dicengkeram, didorong, dan ditarik. Meski kekuatannya luar biasa, hydraulic hammer justru tidak banyak menimbulkan getaran maupun polusi suara. Bangunan-bangunan di sekitar lokasi pemancangan pun relatif aman dari kemungkinan kerusakan. Tetapi, alat ini hanya cocok dipakai untuk pemancangan tiang pendek. Untuk memperpanjang tiang, harus dilakukan penyambungan pada ujung-ujungnya.

3. Vibratory Pile Driver

Alat pemancang vibrator pile driver bekerja dengan sistem getaran, dan cocok digunakan pada tanah lembab. Apabila material di lokasi pemancangan berupa pasir kering, pekerjaan menjadi lebih sulit. Sebab material seperti itu tak terpengaruh oleh getaran yang dihasilkan alat ini. Vibrator pile driver memiliki beberapa batang horisontal dengan beban eksentris. Ketika pasangan batang berputar dengan arah berlawanan, maka berat yang disebabkan beban eksentris itu akan menghasilkan getaran pada alat. Getaran yang dihasilkan menyebabkan material di sekitar pondasi yang terikat pada alat ikut bergetar.

Pemilihan alat pemancangan akan disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi eksisting lingkungan sekitar. Area pemancangan diupayakan memiliki ruang bebas untuk memudahkan pemancangan tiang pancang. Setelah dipancang, tahapan pekerjaan selanjutnya adalah: (1) tiang pancang disambung dengan cara dilas di antara kedua pelat besi; (2) final set dilakukan untuk memastikan dan menjamin tiang pancang sudah mencapai tanah keras, serta mengecek kembali hasil pemancangan untuk memenuhi standar ketepatan pemancangan. tapak yang akan dibangun.

1.4 PDA Test

Untuk menentukan kedalaman tanah keras dalam perencanaan pondasi pada umumnya akan berawal dari data sondir, Conus Penetration Test (CPT) dan Standard Penetration Test (SPT). Perhitungan kedalaman tiang pancang yang akan dibutuhkan atau dipesan ke pabrik precast ditentukan dari data ini. Pile Dynamic Analyzer (PDA) Test sudah cukup lama dikenal di Indonesia, akan tetapi belum terlalu banyak yang mengenal betul dasar tentang teori PDA test. PDA Test termasuk salah satu jenis pengujian dinamik dengan menggunakan metoda wave analysis dan sering disebut dengan re-strike test sesuai dengan sifat pengujiannya yang melakukan re-strike atau pemukulan ulang pondasi tiang yang diuji. Untuk lebih mudah memahami apa itu PDA test, maka pembahasan yang dimaksud disini adalah untuk tiang pondasi dalam beton. Karena kita tahu, PDA test sebenarnya bukan hanya untuk tiang pondasi beton, tetapi bisa juga untuk pondasi besi (steel) dan kayu.

Setelah kedalaman tanah keras diketahui dan telah memperhitungkan kekuatan friksi maka akan didapat kebutuhan panjang pondasi yang akan dipancang. Misalkan dalam suatu proyek dari data sondir, kebutuhan panjang pondasi dalam adalah 10 m. Maka kemudian pihak kontraktor akan memesan tiang pancang ke supplier tiang pancang precast dengan panjang 10 meter. Tiang pancang yang akan dipesan ini bisa saja mini pile, Spun pile atau jenis tiang pancang beton pondasi dalam lainnya. Tiang precast yang sudah dipesan sepanjang 10 m tersebut akan dipancang di lapangan dan dilaksanakan oleh kontraktor. Lalu pada saat akan mencapai kedalaman 10 meter atau pada saat akan mencapai 10 pukulan terakhir akan dilakukan pengujian kalendering. Sebelum dilaksanakan kalendering biasanya juga dilakukan monitoring pemukulan saat pemancangan yaitu untuk mengetahui jumlah pukulan tiap meter dan total sebagai salah satu bentuk data yang dilampirkan beserta hitungan kalendering. Untuk itu sebelumnya tiang pancang yang akan dipancang diberikan skala terlebih dahulu tiap meternya menggunakan penanda misalnya cat semprot / philox.

Untuk mengitungnya disediakan terlebih dahulu counter agar mudah dalam menghitung jumlah pukulan tiap meter dan totalnya. Dari data kalendering maka akan diketahui daya dukung pondasi. Kapasitas daya dukung tiang pancang dapat diperkirakan dengan menggunakan rumus dinamis (Hiley). Sebenarnya dalam hitungan kalendering bisa digunakan rumus lain. Untuk idealnya, data kapasitas daya dukung dari kalendering ini harus di komparasikan dan di dukung dari data hasil PDA test.

Mengetahui nilai daya dukung pondasi tiang tunggal integritas atau keutuhan tiang dan joint (sambungan pada tiang pancang) efisiensi dari transfer energi hammer ke tiang pancang dan sebagainya dari hasil analisa output. Pengujian dinamis dilaksanakan untuk memperkirakan daya dukung aksial tiang. Karena itu, pemasangan instrumen dilakukan sedemikian rupa sehingga pengaruh lentur selama pengujian dapat dihilangkan sebanyak mungkin. Untuk itu yang harus dilakukan pada pemasangan instrumen adalah strain transducer harus dipasang pada garis netral dan accelerometer pada lokasi berlawanan secara diametral serta posisi dari palu pancang harus tegak lurus terhadap garis strain transducer.

1.5 Permasalahan

Pelaksanaan pekerjaan pada proyek Rehab Totatl Gedung Sekolah Paket 2 ini memiliki beberapa permasalahan seperti singkatnya masa pelaksanaan dan lokasi proyek yang berada di area padat penduduk dengan jalur yang sempit, Oleh karena itu pada tulisan ini difokuskan pada kajian terhadap pemilihan metode pemancangan tiang pancang pada lokasi padat penduduk.

METODE

Metode yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah:

- a. Sampling lokasi pekerjaan yang dipilih adalah SDN Cipinnag Cempedak dan SDN Utan Kayu.
- b. Pengumpulan data yang didapat adalah dari hasil monitoring pekerjaan pemancangan dilapangan.
- c. Pengolahan data untuk mengetahui perbandingan produktifitas dan efektifitas alat berat pada kedua lokasi.

HASIL PEMBAHASAN

3.1 Pemilihan Metode Pelaksanaan

Pada Pekerjaan Pemancangan Tiang Pancang metode pelaksanaan yang dipilih adalah Hydraulic static pile driver (HSPD) dimana sesuai dengan namanya alat tersebut bekerja dalam kondisi statis dan menggunakan system tekan hidrolis, sehingga tidak menghasilkan getaran, suara dan polusi, sehingga banyak digunakan di daerah perkotaan dan industri.

Kelebihan teknologi Hydraulic Static Pile Driver (HSPD):

- a. tidak menimbulkan getaran terhadap lingkungan.
- b. tidak menimbulkan kebisingan di lingkungan.
- c. lebih bersih dan tidak menimbulkan polusi asap pada lingkungan sehingga cenderung lebih ramah lingkungan.
- d. memiliki kinerja lebih cepat 1:2,5 kali dibandingkan teknologi sistem hammer.
- e. tiang pancang lebih presisi dan mampu diaplikasikan pada tempat yang sempit dengan jarak 65 cm dari dinding bangunan eksisting.
- f. pondasi tiang pancang yang terpasang lebih efektif, efisien dan bisa diandalkan kekuatan daya dukung pondasinya.

Cara kerja teknologi Hydraulic Static Pile Driver (HSPD):

- a. menjepit di bagian tengah pile lalu ditekan secara hidrolis
- b. cukup praktis untuk memancang tiang hingga panjang 17 meter;
- c. mampu membenamkan pile hingga 9 meter dibawah permukaan tanah, dengan bantuan dolly yang bisa dicabut kembali secara mudah.

3.2 Pelaksanaan Pekerjaan pada lokasi SDN Cipinang Cempedak

- **Waktu Pelaksanaan**

Alat HSPD 80 Ton bekerja dari jam 08.00 am – 17.00 pm

Alat	Waktu Pekerjaan (Hari)	Jumlah titik	Jumlah Panjang terpancang (m')	Produktifitas terhadap jumlah titik (titik/hari)	Produktifitas terhadap kedalaman (m'/hari)
Alat 1 (HSPD 90 TON)	14	91	633	7	45,21
Alat 2 (HSPD 90 TON)	13	82	559,5	6	43,04
TOTAL		173	1192,5	13	88,25

*Alat pertama dimulai tanggal 28 Oktober 2023 s.d 11 November 2023

*Alat pertama dimulai tanggal 29 Oktober 2023 s.d 11 November 2023

- **Biaya**

1. Pekerjaan Pemancangan

Uraian	Volume	Satuan	Harsat	Total Harga
Mob Demob HSPD 80 TON	2	Ls	27.000.000	54.000.000
Jasa Pemancangan 25x25 (termasuk pengelasan, bobok, dolly, handling)	1362	M'	53.000	72.186.000
Total				126.186.000

*rekanan : PT Bangun Nusantara sejati

2. Material Tiang Pancang

Uraian	Volume	Satuan	Harsat	Total Harga
Tiang Pancang 25x25	1362	m'	180.000	245.160.000
Total				245.160.000

*rekanan : PT Artha Mulia Beton

3. Total Biaya = 126.186.000 + 254.160.000 = 380.346.000,00

Maka dapat dihitung biaya per-meter pekerjaan pemancangan adalah Rp. 272.647,58

3.3 Pelaksanaan Pekerjaan pada lokasi SDN Utan Kayu

- Waktu Pelaksanaan**

Alat HSPD 120 Ton bekerja dari jam 08.00 am – 17.00 pm

Alat	Waktu Pekerjaan (Hari)	Jumlah titik	Jumlah Panjang terpancang (m')	Produktifitas terhadap jumlah titik (titik/hari)	Produktifitas terhadap kedalaman (m'/hari)
Alat 1 (HSPD 120 TON)	13	172	3017,5	13	232,12

*Alat pertama dimulai tanggal 24 Oktober 2023 s.d 07 November 2023

*Ada 1 hari Dimana alat rusak dan tidak bisa melakukan produktifitas

- Biaya**

1. Pekerjaan Pemancangan

Uraian	Volume	Satuan	Harsat	Total Harga
Mob Demob HSPD 80 TON	1	Ls	23.500.000	23.500.000
Jasa Pemancangan 25x25	3175	m'	53.700	170.497.500
Dolly	94	m'	67.600	6.354.400
Handling	3175	m'	5.000	15.875.000
Pengelasan	270	Unit	41.500	11.205.000
Bobok Pancang	153	titik	52.000	7.956.000
Total				235.387.900

*Rekanan : PT Top Pondasi

2. Material Tiang Pancang

Uraian	Volume	Satuan	Harsat	Total Harga
Tiang Pancang 25x25	3175	m'	180.000	571.500.000
Total				571.500.000

*rekanan : PT Artha Mulia Beton

3. $\text{Total Biaya} = 235.387.900 + 571.500.00 = 806.887.900,00$

Maka dapat dihitung biaya per-meter pekerjaan pemancangan adalah Rp. 254.137,92

3.4 Hasil Perbandingan

1. Berdasarkan hasil Analisa monitoring lapangan produktifitas pemancangan pada SDN Cipinang Cempedak dengan 2 alat berat HSPD 80 TON adalah 88,25 m'/hari sedangkan pada SDN Utan Kayu dengan 1 alat berat HSPD 120 TON adalah 232,23 m'/hari.
2. Biaya yg ditimbulkan dari pemilihan pemancangan dengan Alat berat HSPD 80 TON adalah Rp 272.647,58 / m' dan HSPD 120 TON adalah Rp 254.137,92 / m'

KESIMPULAN

1. Berdasarkan Analisa lapangan pemilihan metode pelaksanaan pemancangan di lokasi SDN Cipinang Cempedak dan SDN Utan Kayu adalah dengan Pemancangan Alat HSPD 80 TON dan 120 TON.
2. Dari hasil perbandingan data pelaksanaan lapangan menggunakan HSPD 80 TON dan 120 TON didapat HSPD 120 TON memiliki efektifitas waktu 3x lebih baik dari pada HSPD 80 TON, sedangkan pada perbandingan biaya yang dikeluarkan lebih murah Rp 18.500,00 dibanding dengan pengadaan HSPD 80Ton untuk dapat menyelesaikan pekerjaan pemancangan dalam waktu yg sama.

REFERENSI

Bowles, J.E., 1986, Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah), edisi kedua, Erlangga, Jakarta, Indonesia.

Reza, Muhammad, 2020, Rekayasa Fondasi untuk Program Vokasi, edisi pertama, Jakarta, Indonesian

Adi Suryawan, Kadek, 2019, Manajemen Alat Berat, edisi pertama, Jakarta, Indonesia

Produktifitas Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang, rumah material.com, Oktober 2023.

Desember 2023, <https://www.rumahmaterial.com/2018/03/produktivitas-pekerjaan-pondasi-tiang-pancang>.