

BAB V

PELAKSANAAN PEKERJAAN DAN PENGUJIAN PONDASI

5.1 URAIAN UMUM

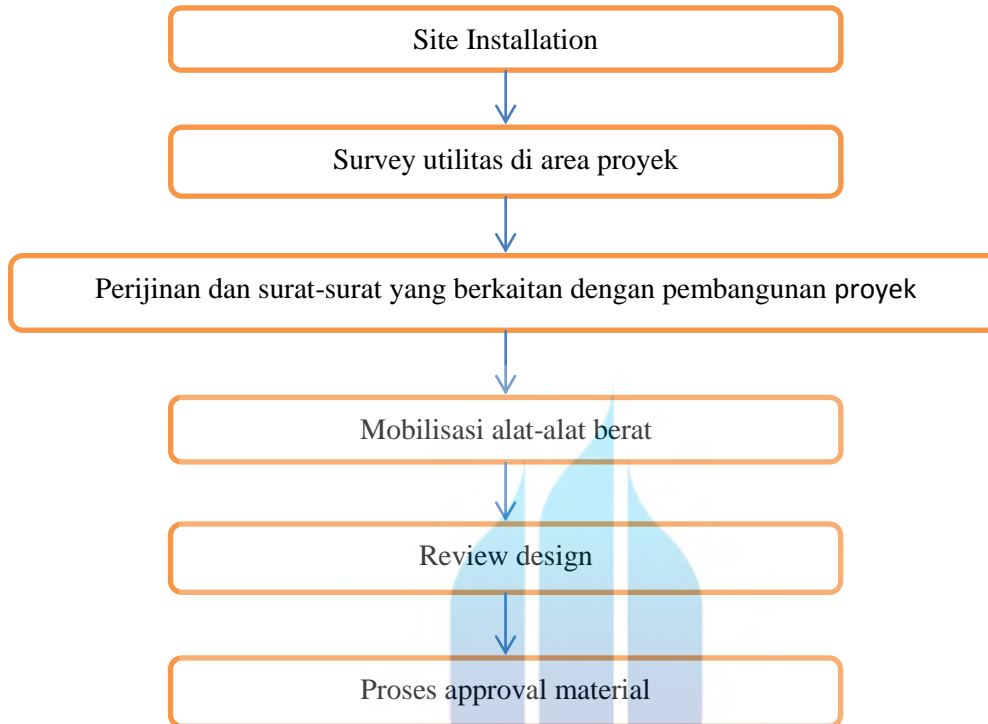
Tahap pelaksanaan pekerjaan adalah tahapan dimana suatu kegiatan yang dijalankan untuk menyelesaikan sebuah proyek dan merupakan tahapan yang sangat menentukan berhasil tidaknya suatu proyek. Dalam menjalankan tahapan proyek diperlukan pengawasan pekerjaan yang baik dan sesuai ketentuan yang sudah di tuangkan dalam bestek pekerjaan, sehingga dapat diperoleh hasil yang baik, tepat waktu, dan sesuai dengan apa yang sudah direncanakan dari awal. Oleh sebab itu, perlu dipersiapkan rencana kerja, alat penunjang pekerjaan, material, dan tenaga professional yang sudah ahli dalam bidangnya masing-masing sehingga apabila terjadi permasalahan dilapangan dapat langsung mengambil keputusan untuk menyelesaikan masalah dilapangan dengan metode yang efisien dan tidak merubah hasil dari rencana pekerjaan tersebut.

Metode pelaksanaan harus dipilih sesuai dengan kondisi lapangan, jenis pekerjaan, waktu yang tersedia, volume pekerjaan, serta biaya. Sebagai langkah awal dalam pelaksanaan, kontraktor harus memiliki dokumen awal pelaksanaan, seperti berita acara, gambar-gambar detail (DED), RKS, dan dokumen lainnya. Selanjutnya kontraktor membuat shop drawing sebagai gambar detail pelaksanaan dan as built drawing sebagai laporan akhir gambar-gambar yang sesuai dengan pelaksanaan.

Dalam bab ini, penulis akan menguraikan beberapa metode umum yang digunakan oleh kontraktor untuk menyelesaikan beberapa unit pekerjaan yang berkaitan dengan pekerjaan struktur bawah.

5.2 PEKERJAAN PERSIAPAN

Secara umum pekerjaan persiapan dapat digambarkan seperti pada flowchart berikut



ini :

Gambar 5.1 Flow chart pada penkerjaan persiapan

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)

Pekerjaan persiapan antara lain terdiri dari:

a. Pelaksanaan identifikasi elemen struktur berdasarkan :

1. Volume
2. Waktu Pelaksanaan
3. Model Struktur
4. Aspek pendukung pelaksanaan (kondisi site)

b. Perencanaan urutan pelaksanaan pekerjaan dan zoning kerja, dengan berbagai pertimbangan yang ada sehingga diperoleh target kerja yang efektif dan efisien.

Pertimbangan dapat dilihat dari volume pemancangan dan disesuaikan dengan schedule pelaksanaan dengan detail perhitungan dapat dilihat pada metode struktur.

- c. Penentuan jumlah material per zone (jumlah tiang yang akan di pancang) berdasarkan metode dan zone kerja yang telah dibagi.
- d. Pelaksanaan pekerjaan pengukuran untuk menentukan titik dengan bantuan alat theodolite dan waterpas.
- e. Pekerjaan koordinasi dan perijinan tidak dapat ditinggalkan dalam proses pelaksanaan pada tahap persiapan sebab proses ini sangat vital dalam hal legalitas pelaksanaan proyek sehingga dalam pelaksanaan pembangunannya proyek tidak akan terganggu.

Setelah pekerjaan pengukuran lalu dilanjutkan dengan pekerjaan pemancangan sesuai gambar yang telah di tentukan oleh perencana.

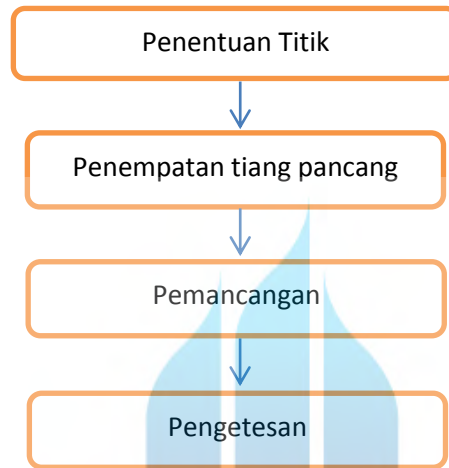
Adapun proses pekerjaan yang akan di lakukan adalah :

1. Pekerjaan Penempatan material (menata tempat agar lokasi kerja tidak penuh dengan tumpukan material, dan juga tidak terlalu jauh dari titik pemancangan).
2. Pekerjaan Pemancangan sendiri.
3. Pekerjaan pengelasan sambungan antar tiang.
4. Pekerjaan dan pemotongan tiang apabila tiang pancang masih muncul dari tanah existing. Supaya alat bisa berjalan ke titik-titik selanjutnya.

5.3 PEKERJAAN PEMANCANGAN

Pekerjaan pemancangan merupakan proses dari pekerjaan stuktur bawah (Pondasi). Tiang pancang termasuk ke dalam pondasi dalam yang mengandalkan daya dukung ujung

tiang. Material yang di gunakan adalah tiang pancang (square pile) 45x45 mm dengan panjang 10 m dan 14 m. Dari hasil pengukuran tanah (soil investigation) pada proyek stasiun tanjung barat ini di dapat kedalaman rata-rata tanah keras di 20 m dan 30 m. Maka digunakan tiang pancang dengan konfigurasi 10+10 m dan 14+14 m. Berikut gambar flowchart urutan dalam pekerjaan pemancangan :



Gambar 5.2 Flowchart pada pengerjaan Pemancangan

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)

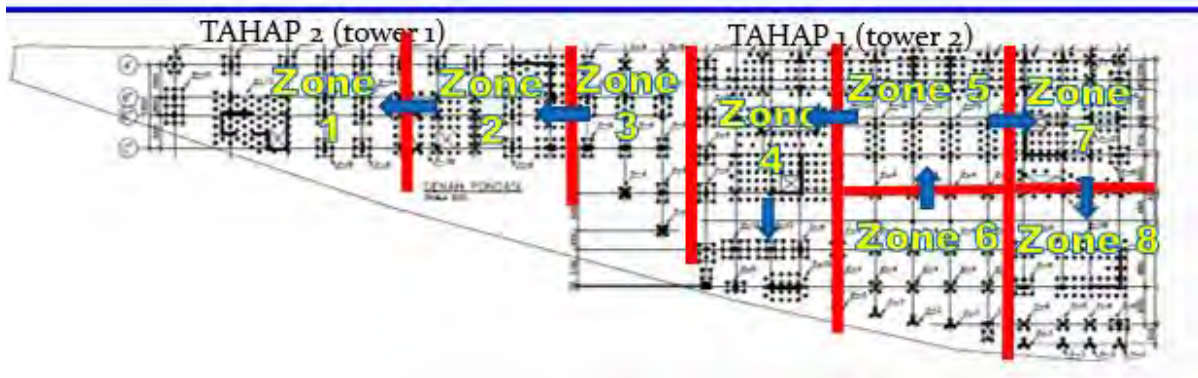
5.3.1 PENENTUAN TITIK

Penentuan titik atau pengukuran ini dilakukan untuk menentukan titik yang akan di pancang sesuai dengan gambar shop drawing. Hal ini dilakukan agar posisi pancang sesuai dengan yang telah di tentukan pada gambar. Penentuan titik ini bisa menggunakan coordinate dan alat Total Station atau manula dengan menarik garis dari As Grid dan diukur sesuai gambar.

5.3.2 PENEMPATAN TIANG PANCANG

Untuk memudahkan saat pemancangan maka penempatan material pancang (Square pile) harus di tempatkan dekat dengan area pemancangan, namun juga jangan sampai mengganggu dari

kinerja mesin alat pancang (saat bermanufer atau saat perpindahan alat dari titik 1 ke titik yang lain. Berikut siklus arah (alur) pemancangan :



Gambar 5.3 Gambar alur pekerjaan pemancangan

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)

Dengan memperhatikan alur pemancangan maka penempatan material tiang pancang dapat di atur berdekatan dengan titik pemancangan. Karena material pancang itu memakan tempat yang luas maka pengaturan pengiriman juga berpengaruh pada pekerjaan pemancangan ini. Di proyek tanjung barat ini mengambil material tiang panjang dari PT. Abipraya Beton yang tempat produksinya berada di subang. Jadi untuk pengiriman biasanya di lakukan malam hari dan paginya sudah sampai di proyek. Untuk bongkar muatan pancang bisa menggunakan alat pancang itu sendiri atau bisa juga menggunakan TC (Tower Crane).



Gambar 5.4 Gambar penurunan dan penempatan tiang pancang

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)

5.3.3 PEMANCANGAN

Berikut adalah Proses pekerjaan pemancang tiang square pile 450 x 450 mm dengan konfigurasi 10 x 10 x 10 m untuk kedalaman 30 m dan 10 x 10 untuk kedalaman 20 m dari tanah existing :

1. Pemancangan ini dimulai dari pemilihan material yang telah lolos cek QC (*Quality Control*) karena apabila belum ada pengecekan dari pihak QC maka pemancangan tidak bisa dilakukan. Hal ini dilakukan agar ada control terhadap mutu dari tiang pancang dan juga saat pemancangan berlangsung.
2. Setelah alat titik ditentukan dan ditandai oleh surveyor maka alat akan berpindah ketempat yang telah di tentukan sekaligus memposisikan material yang telah lolos QC agar dapat di jangkau ketika alat sedang dalam posisi memancang.
3. Posisikan alat HSPD pada titik yang akan di pancang kemudian angkat tiang square pile tipe bottom.



Gambar 5.5 Gambar Pengangkatan tiang pancang

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)

4. Masukan ke penjepit alat HSPD dan posisikan ujung tiang pada titik yang telah ditentukan.



Gambar 5.6 Gambar pemasukan tiang pancang pada penjepit

Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat

5. Tekan tiang pancang menggunakan alat HSPD ujung tiang sudah tidak dapat di jepit oleh alat dan masih muncul sekitar 2 m.



Gambar 5.7 Gambar Pemancangan

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)

6. Angkat tiang selanjutnya yaitu bagian middle kemudian masukan ke mesin penjepit.



Gambar 5.8 Gambar pengangkatan tiang berikutnya

Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat

7. Tekan sampai ketinggian bottom 1 m dari tanah.



Gambar 5.9 Gambar sambungan tiang

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)

8. Antara joint plate bottom dan middle di las keliling setebal 8 mm



Gambar 5.10 Gambar pengelasan tiang

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)

9. Setelah selesai pengelasan kemudian diberi cat zincromate.



Gambar 5.11 Gambar pengecatan zincromate

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)

10. Lalu tekan lagi sampai ketinggian muncul dari tanah 2 m.



Gambar 5.12 Gambar penekanan tiang

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)

11. Angkat tiang pancang bagian upper kemudian masukan ke penjepit dan ditekan sampai middle muncul 1 m dan di las kembali antara joint plate middle dan upper
12. Tekan kembali sampai final set tekanan sebesar 19 Mpa.
13. Jika sampai upper tidak bisa di jepit namun belum final set maka gunakan dolli dengan cara angkat dan masukan dolli ke penjepit alat HSPD tekan sampai final set 19 Mpa.



Gambar 5.13 Gambar pemakaian doli

Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat

14. Kedalaman yang di capai rata-rata di 20 m dan 30 m sesuai dengan hasil soil tes.
15. Kemudian dilanjutkan dengan titik-titik berikutnya dengan metode yang sama.

5.3.3 PEKERJAAN PENGETESAN

A. Pengetesan Aksial

Pondasi tiang adalah bagian-bagian konstruksi yang dapat dibuat dari beton, kayu, atau baja, yang digunakan untuk meneruskan beban-beban permukaan lapisan tanah yang lebih dalam. Pengetesan Aksial (*Loading test*) adalah salah cara yang dilakukan untuk mengetahui daya dukung suatu pondasi dalam.

Dalam metode pengujian ini, digunakan beban mati berupa beban dari *Jacking* yang berfungsi sebagai beban pada tiang yang akan di uji. Pemberian beban dilakukan secara bertahap menggunakan dongkrak hidrolis dengan mengontrol tekanan oli hidrolis yang di salurkan melalui pompa hidrolis. Posisi Alat *Jacking* diatur sedemikian rupa sehingga jarak muka tanah dan Alat *Jacking* cukup leluasa bagi pekerja untuk melakukan pengujian dan memonitor hasil pengujian tersebut. Balok primer (*Main Beam*) ini di pasang melintang

dibawah Alat Jacking. Balok primer ini akan mendistribusikan gaya dari dongkrak hidrolis ke balok sekunder.

Tahapan pengujian aksial

1. Letakan alat hidrolis dan *pressure gauge* diatas tiang pancang dan dibawah alat HSPD, karena yang digunakan sebagai beban pengujian adalah alat pemancangan yaitu alat HSPD. Beban untuk percobaan didapat dari reaksi kentledge melalui jack hydraulics yang besarnya melebihi dari beban percobaan dan ditempatkan pada platform sebagaimana harusnya.



Gambar 5.14 Penempatan Hidrolik jack diatas tiang uji

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)



Gambar 5.15 Alat *pressure gauge*

Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat

2. Beban kentledge menggunakan beban alat HSPD.



Gambar 5.16 Alat HSPD sebagai beban pengetesan

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)

3. Baja profil (beam) dengan ketebalan yang cukup untuk menerima beban, ditempatkan secara sentris diatas pile cap untuk dapat menyalurkan beban percobaan secara sempurna kepada tiang.



Gambar 5.17 Penempatan baja profil (beam)

Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat

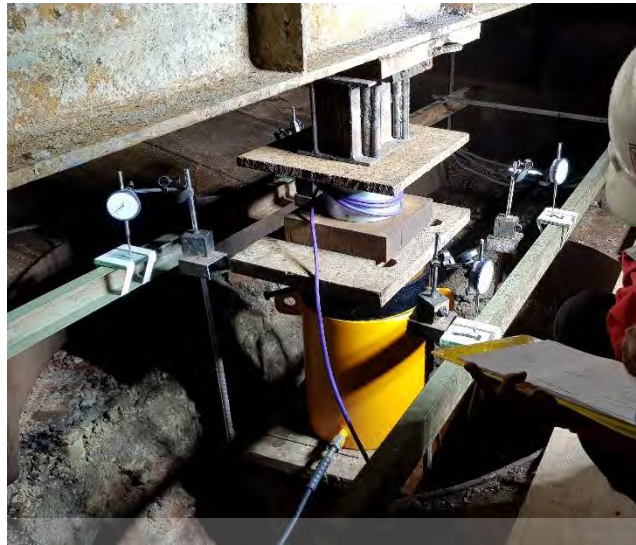
4. Jack hidraulic harus ditempatkan sentris pada tiang pancang.



Gambar 5.18 Penempatan Hidrolik jack

Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat

5. Letakan dial indikator di 4 sisi tiang.



Gambar 5.19 Peletakan Dial Gauge

Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat

6. Ukuran dari plat baja tidak boleh lebih kecil dari ukuran pile cap dan juga tidak boleh lebih kecil dari ukuran Jack yang digunakan.
7. Jack dan alat lainnya termasuk hydraulic ram, hydraulic pump dan pressure gauge harus dikalibrasikan sebelum percobaan dilakukan.

Prosedur pembebanan dan pembacaan tes beban adalah sebagai berikut:

1. Daya dukung tekan tiang dengan beban tekan sebesar 2 x dari beban rencana (130 ton) = 260 ton yang mengacu pada ASTM D-1143.81 (Standard Test Method for Piles (Reapproved 1987) Under Static Axial Compressive Load).
2. Pembebanan tes dilakukan dalam 7 kali kenaikan yaitu : 0,5; 0,75; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2 kali beban kerja.

3. Pembacaan penurunan dan "rebound" harus dicatat sampai 0,30 mm untuk tiap kenaikan atau penurunan beban, dimulai dari beban yang diperkirakan telah bekerja dan untuk tiap kenaikan setelah itu. Beban tes harus tetap bekerja sampai tidak terjadi penurunan dalam periode 2 jam.
4. Beban total tes harus tetap bekerja sampai penurunan tidak lebih dari 25 mm dalam 36 jam.
5. Beban total harus diturunkan berturut-turut sebesar tidak lebih dari 1/4 kali beban total dan pada interval tidak kurang dari 1 jam.
6. "Rebound" harus dicatat pada setiap penurunan beban, dan "rebound" terakhir harus dicatat setelah seluruh beban tes sudah dipindahkan.
7. Beban maksimum tiang yang di ijinakan adalah 0,5 dari beban tes pada titik leleh.
8. Titik leleh didefinisikan sebagai titik dimana kenaikan beban menyebabkan penambahan "settlement" yang tidak proporsional.
9. Selama loading test tidak diperbolehkan adanya kegiatan pengeboran maupun pemancangan.
10. Di dalam pekerjaan loading test, tidak boleh menggunakan tiang pancang disampingnya sebagai anker.

Prosedur loading test

- a. Schedule pembebanan "Cyclic-Loading" (ASTM D.1143-81 Ssction 5.2)

Tabel 5.1 Schedule pembebanan "Cyclic-Loading" (ASTM D.1143-81 Section 5.2)

Penambahan / Beban (dalam %	Pengurangan beban (%)	Lama pembebanan beban rencana)
0	0	A
25	25 Cycle 1	A
25	50	1 jam
25	25	20 menit
25	0	1 jam
50	50	20 menit
25	75	A
25	100 Cycle 2	1 jam
25	75	20 menit
25	50	20 menit
50	0	1 jam
50	50	20 menit
50	100	20 menit
25	125	A
25	150 Cycle 3	1 jam
25	125	20 menit
25	100	20 menit
50	50	20 menit
50	0	1 jam
50	50	20 menit
50	100	20 menit
50	150	20 menit
25	175	A
25	200 Cycle 4	B
25	175	20 menit
25	150	20 menit
50	100	20 menit
50	50	20 menit
50	0	

Sumber: ASTM D.1143-81 Ssection 5.2

b. Beban ditahan tetap selama 1 jam dan sampai mencapai penurunan 0,25 mm/jam atau maksimum 2 jam

c. Beban ditahan selama 12 jam dan sampai mencapai penurunan 0,25 mm/jam atau maksimum 24 jam

Prosedur pembacaan, pembacaan loading test dilakukan sebagai berikut :

- Sesudah dan sebelum penambahan beban
- Sesudah dan sebelum penurunan beban
- Setiap 10 menit

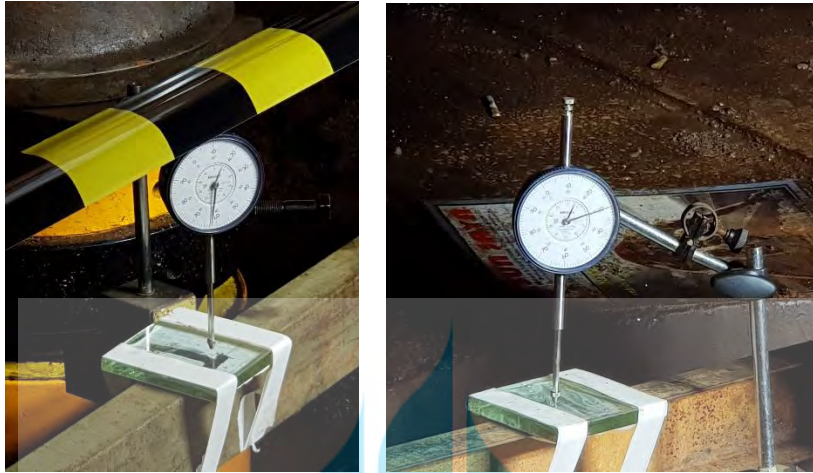


Gambar 5.20 Pembacaan Dial Gauge

Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat

Pada pembebanan 200% beban rencana, pembacaan dilakukan sebagai berikut:

- Setiap 10 menit selama 2 jam pertama
- Selanjutnya setiap 1/2 jam



Gambar 5.21 Pembacaan Dial Gauge

Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat

Kriteria dari loading test meliputi :

- Penurunan permanen tidak melampui 25 mm.
- Loading test tidak boleh diteruskan jika terjadi ketidakstabilan kentledge, kerusakan dari pile cap atau tiang pancang ataupun kerusakan lainnya yang dapat memberikan hasil yang tidak sebenarnya.

B. Tes PDA (*Pile Driving Analyzer*)

Pile Driving Analyzer (PDA) adalah sistem yang paling banyak digunakan di dunia untuk pengujian beban secara dinamik dan pengawasan pemancangan. Tes ini dapat menilai kapasitas beberapa tiang dalam satu hari. PDA juga mengevaluasi keutuhan tiang dan menyelidiki tegangan dan energi palu selama instalasi tiang.

Palu pemancangan sendiri digunakan untuk melakukan tes PDA, pada tiang pertama atau produksi. Jika diperlukan, dapat dilaksanakan tes ulang PDA bahkan setelah palu pemancangan tidak lagi ada di lokasi, dengan menggunakan tumbukan berat palu ke pondasi. Program PDA menghitung hasil dari sinyal kecepatan dan gaya yang diperoleh *accelerometers* dan *strain transducer* yang terpasang pada tiang uji. Mungkin sensor pintar (mengirim data menggunakan *Wireless Transmitter*) atau tradisional (mengirim data melalui kabel). Program CAPW AP® analisis dari data PDA sangat penting.

Program ini menyediakan distribusi tanah sepanjang tahanan pondasi dan mensimulasikan tes beban statis. Korelasi antara program CAPW AP simulasi dan aktual tes beban statis telah membuktikan keandalan dari metode ini dalam menentukan kapasitas tiang.

a. Persiapan

Mempersiapkan tiang untuk PDA minimal 1,5 m atau 3D (tiga kali diameter tiang), kemudian dihitung panjang tiang sesuai dengan yang direncanakan. Kepala tiang harus rata dan bebas dari material yang dapat mengganggu pengujian PDA. (Besi stran tiang uji harus dipotong dan permukaan kepala digrouting jika perlu).



Gambar 5.22 Persiapan tiang uji

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)

Penggalian tanah di sekeliling tiang uji selebar 1.0-1.5 m² dan sedalam 2,5D tiang untuk pengeboran dan posisi sensor.

Bor sampai dengan total 16 lubang baut di kedua sisi atau 4 sisi tiang, seperti yang diarahkan oleh Konsultan PDA atau *Engineer*, dengan perkiraan jarak sama dengan 3 kali diameter tiang di bawah kepala tumpukan.

Setelah persiapan tiang selesai dilaksanakan, lanjutkan dengan persiapan pengujian. Pada dasarnya untuk semua jenis tiang dalam hal persiapan pengujian cara kerjanya sama yaitu pasang sensor pada permukaan tiang yang telah dipersiapkan sebelumnya. Berikut gambar yang menunjukkan beberapa step pemasangan sensor.



Gambar 5.23 Pemasangan sensor pada tiang pancang

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)

Setelah sensor terpasang di tiang, sambungkan dengan main cable dan dihubungkan dengan komputer PDA-W model PAX. Pengujian siap dilaksanakan.

Persiapan *Hammer*

Hammer yang digunakan pada PDA TEST yang memiliki berat sesuai dengan kapasitas kebutuhan ultimit load tiang uji. *Hammer* yang dibutuhkan minimal 1%-2% dari kapasitas ultimit load tiang uji.

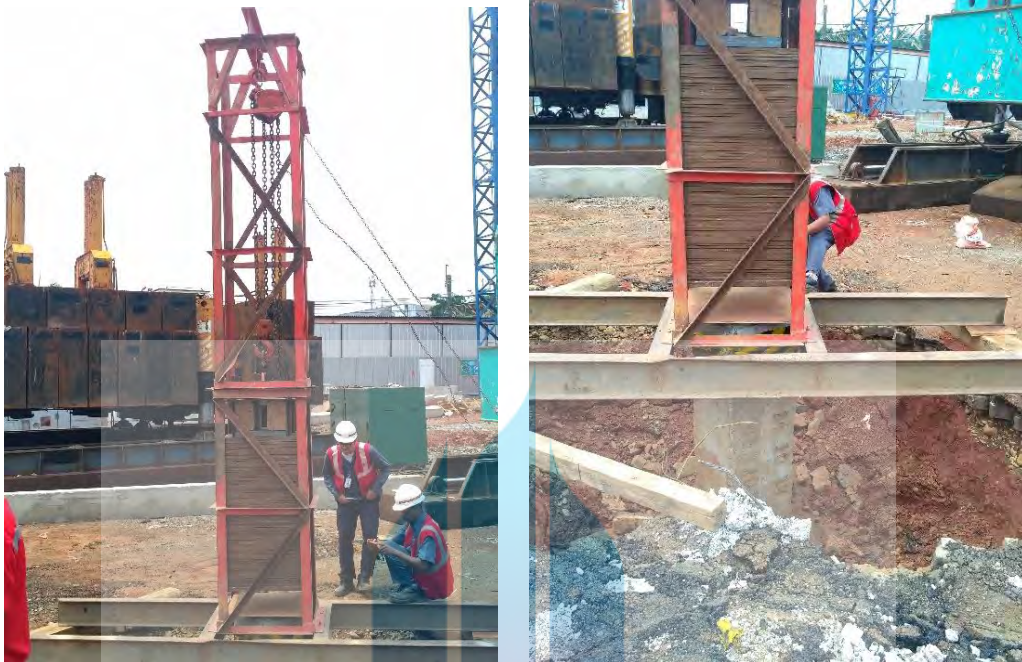
Contoh:

- Beban Ultimit $= 60 \times 2.5 = 150 \text{ ton}$
- Kebutuhan Berat *Hammer* min. $= 1\% \times 150 \text{ ton} = 1.5 \text{ ton}$

Jadi, kebutuhan berat hammer minimal adalah 1.5 ton

Pelaksanaan pengujian tes PDA

1. Proses pelaksanaan PDA test dimulai dengan meletakkan *hammer* dengan posisi tegak lurus dengan tiang uji.



Gambar 5.24 Alat Hammer

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)

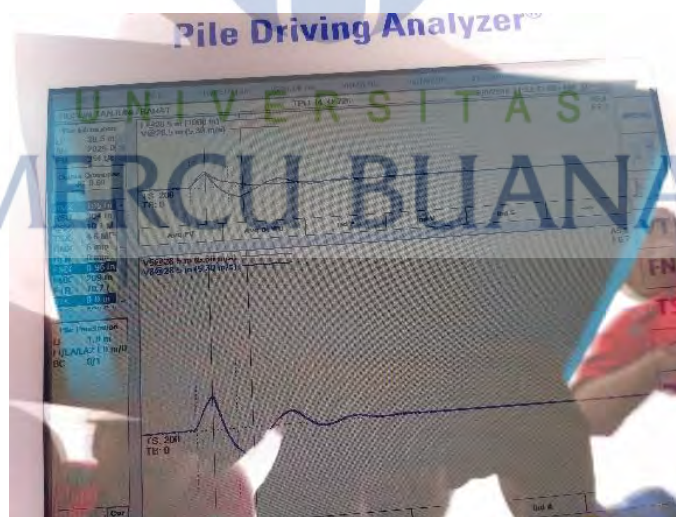
2. Kemudian angkat *hammer* dengan ketinggian awal 0,5 meter, lalu pasang tripleks/plat setebal 1 s/d 2 cm, lalu jatuhkan hammer tersebut dan cek hasil bacaan awal pada komputer PDA. (Cek RMX = *Resistence Maks* = Daya Dukung maks.)



Gambar 5.25 Pengangkatan beban hammer

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)

3. Jika hasil bacaan pada komputer PDA sudah proposional namun belum mencapai daya dukung yang dibutuhkan, angkat hammer secara bertahap dengan ketinggian 0,75 meter sampai dengan 1,0 meter.



Gambar 5.26 Pembacaan hasil PDA

(Sumber : Proyek Rusun Stasiun Tanjung Barat)

4. Setiap pemukulan *hammer*, lakukan pengecekan kondisi tiang, apabila terjadi retak atau

kerusakan namun daya dukung belum tercapai lebih baik lakukan perbaikan kepala tiang sebelum dipukul kembali agar tidak membahayakan sensor.

5. Jika kondisi tiang masih bagus, lanjutkan pengetesan.
6. Penumbukan dihentikan setelah diperoleh kualitas data yang cukup baik dan energi pukulan relatif yang cukup tinggi.
7. Monitor secara menerus. Penumbukan tiang sampai dengan daya dukung yang diperlukan dan evaluasi ujung tiang yang ditentukan seperti yang di tunjukkan pada rencana atau seperti yang diarahkan oleh konsultan PDA/insinyur. Selama melakukan penumbukan, PDA akan digunakan untuk mengevaluasi data, termasuk pada: kinerja palu, daya dukung, distribusi tahanan tiang, tekanan maksimum dari tiang, transfer energi, keutuhan tiang dan berbagai parameter tanah.
8. Monitor pekerjaan pukulan bila disuruh ulang. Ketika diarahkan oleh *Engineer*, pasang kembali instrumen PDA dan pukul ulang tiang. Dapatkan stroke diperlukan dan penetrasi (setidaknya 150 mm) atau sebagaimana diarahkan oleh Operator PDA atau Insinyur. PDA operator atau *Engineer* akan mencatat pengukuran dinamis selama pemukulan ulang. Insinyur mungkin memerlukan pemukulan ulang lebih dari sekali pada tiang yang sama. Insinyur atau operator PDA akan menentukan kapan tes PDA telah selesai.

