

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Pondasi

Menurut Adriani, Rien Novia (2013), Pondasi adalah suatu konstruksi bagian dasar bangunan yang berfungsi meneruskan beban dari struktur atas ke lapisan tanah di bawahnya. Penyaluran beban oleh tiang pancang ini dapat dilakukan melalui lekatan antara sisi tiang dengan tanah tempat tiang dipancang (tahanan samping), dukungan tiang oleh ujung tiang (*end bearing*). Besar kapasitas tahanan ujung dan tahanan samping akan bergantung dari:

1. Kondisi pelapisan tanah dasar pendukung tempat pondasi bertumpu beserta parameter tiap lapisan tanahnya masing-masing.
2. Bentuk geometri pondasi: bentuk, dimensi, dan elevasi
3. Beban Pondasi

Tahap awal dari suatu pembangunan adalah pondasi. Pondasi adalah struktur bagian bawah dari suatu bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah. Pondasi merupakan bagian paling awal dari suatu konstruksi dimana pondasi berfungsi untuk memikul beban-beban pada bangunan di atasnya. Adapun prinsip dasar pada pembangunan pondasi, sebagai berikut:

1. Pembangunan pondasi harus sampai ke tanah keras
2. Jika tidak ada tanah keras, maka perlu adanya pemadatan ataupun perbaikan tanah

Perhitungan pondasi wajib berdasarkan kondisi tanah di lapangan, dan untuk mengetahui kondisi tanah tersebut dilakukan pengecekan dengan

menggunakan alat bernama sondir maupun SPT. Persyaratan umum yang harus dipenuhi oleh pondasi antara lain :

- a. Terhadap tanah dasar, pondasi harus mempunyai ukuran, bentuk dan struktur sedemikian rupa sehingga tanah dasar mampu memikul gaya-gaya yang bekerja dan penurunan yang terjadi tidak boleh melebihi peraturan konstruksi, jika terjadi itu akan membahayakan bagi bangunan yang ada di atas pondasi tersebut.
- b. Terhadap struktur pondasi sendiri, struktur pondasi harus cukup kuat sehingga tidak pecah akibat gaya yang bekerja. Pemilihan jenis pondasi yang akan digunakan sebagai struktur bawah (*Sub structure*) dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain kondisi tanah dasar, beban yang diterima pondasi, peraturan yang berlaku, biaya, kemudahan pelaksanaannya dan sebagainya.

2.2 Jenis-Jenis Pondasi

2.2.1 Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal digunakan apabila tanah keras tidak berjarak jauh dari permukaan tanah, dimana memiliki kedalaman $< 3\text{m}$. Jarak pondasi ini bukan sebuah aturan melainkan dijadikan sebagai pedoman.

Pondasi dangkal biasa digunakan pada tanah keras yang dekat dengan permukaan tanah dimana struktur bagian atas yang akan dibangun tidak terlalu tinggi dan daya tahannya tidak terlalu kuat.

2.2.2 Pondasi Dalam

Pondasi dalam merupakan pondasi yang didirikan permukaan tanah dengan kedalaman tertentu dimana daya dukung dasar pondasi dipengaruhi oleh

beban struktural dan kondisi permukaan tanah. Pondasi dalam digunakan apabila terjadi permukaan tanah yang jelek pada kedalaman dangkalnya. Teknik pondasi dalam juga digunakan pada bangunan yang memiliki daya kuat tahanan terhadap bangunan tinggi.

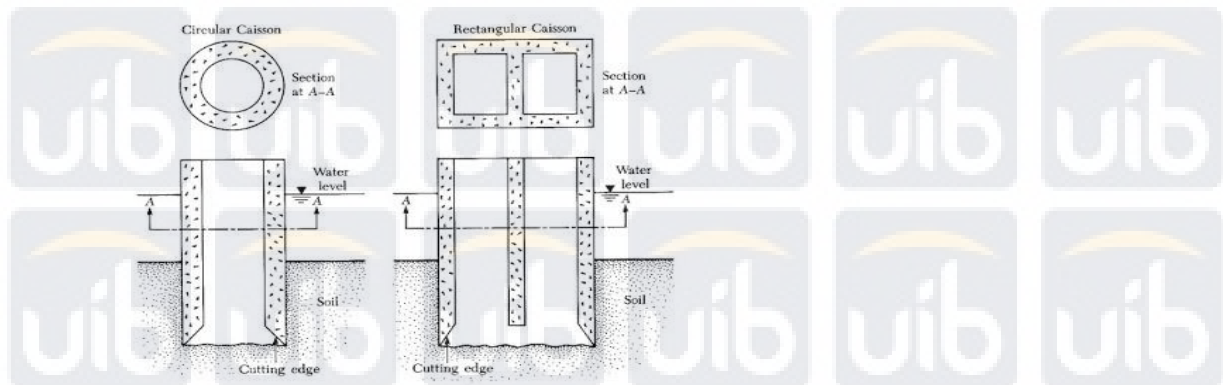
Pondasi dalam dibagi menjadi beberapa jenis, antara lain :

- a. Pondasi *caisson*
- b. Pondasi tiang pancang
- c. Pondasi tiang bor (*boredpile*)

A. Pondasi Caisson

Pondasi caisson merupakan pondasi yang berfungsi sebagai penopang, penumpu suatu konstruksi atau beban yang ada di atasnya agar konstruksi tersebut posisinya tetap stabil dan tidak mengalami kerusakan. Pondasi *caisson* ini dibuat dari bahan beton dengan konstruksi tulangan di dalamnya.

Sistem pekerjaan dari pondasi *caisson* adalah dengan cara mengebor ataupun menggali tanah sampai kedalaman tertentu sampai menemukan tanah keras yang diijinkan untuk menumpu beban, kemudian dimasukan konstruksi beton bertulang didalamnya, pondasi *caisson* yang paling sering digunakan adalah yang berbentuk tabung ataupun kotak dimana terdapat ruang didalamnya yang bisa dimanfaatkan dan ruang ini kedalamannya berada di bawah air. Konstruksi *caisson* banyak digunakan pada bangunan atau konstruksi yang berada di atas laut, pantai danau ataupun tanah rawa seperti dermaga, bangunan diatas laut, jembatan dan menara.



Gambar 2.1 Pondasi caisson, sumber ;

<http://tukangbata.blogspot.co.id/2013/01/pondasi-definisi-jenisnya-dalam.html>

B. Pondasi Tiang Pancang

Menurut Annizaar.R.et.al.(2015) pondasi tiang pancang digunakan untuk mendukung struktur bangunan bila lapisan kuat terletak sangat dalam. Pondasi tiang pancang adalah pondasi yang mampu menahan gaya orthogonal kesumbu tiang dengan jalan menyerap lenturan. Pondasi tiang pancang adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan mentransfer (menyalurkan) beban dari struktur atas ke tanah penunjang (tanah keras) yang terletak pada kedalaman tertentu. Pondasi tiang pancang ini terbuat dari kayu, baja (*steel*), dan beton. Sama seperti pondasi umumnya, fungsi dari pondasi tiang pancang ini adalah untuk menyalurkan beban pondasi menuju tanah keras, dan menahan beban vertikal, lateral, dan *uplift*.

Pondasi tiang pancang banyak digunakan pada pondasi bangunan seperti jembatan, gedung bertingkat, pabrik , gedung-gedung industri, menara, dermaga. Pondasi ini memiliki kelebihan dimana biayanya yang murah dan menghasilkan kekuatan yang diinginkan, pelaksanaannya juga lebih mudah dan tidak sulit untuk didapatkan serta menghemat waktu.

Sistem pekerjaan pondasi ini dilakukan dengan cara memancang tegak lurus terhadap permukaan tanah, tetapi ada juga dipancang dalam posisi miring (*battle pile*) untuk dapat menahan gaya-gaya horizontal yang bekerja. Hal seperti ini sering terjadi pada proyek dermaga dimana terdapat tekanan arah samping dari kapal dan perahu. Sudut kemiringan yang dapat dicapai oleh tiang tergantung dari alat yang dipergunakan serta disesuaikan pula dengan perencanaannya.

Berdasarkan bahan pembentuk tiang pancangnya. Pondasi tiang pancang dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Pondasi Tiang Pancang Kayu



Gambar 2.2 Pondasi tiang pancang kayu , sumber :

<https://proyeksipil.blogspot.co.id/2013/05/jenis-dan-bahan-untuk-pondasi-tiang.html>

2. Pondasi Tiang Pancang Beton



Gambar 2.3 Pondasi tiang pancang beton , sumber :

<https://proyeksipil.blogspot.co.id/2013/05/jenis-dan-bahan-untuk-pondasi-tiang.html>

3. Pondasi Tiang Pancang Baja



Gambar 2.4 Pondasi tiang pancang baja , sumber :

<https://proyeksipil.blogspot.co.id/2013/05/jenis-dan-bahan-untuk-pondasi-tiang.html>

C. Pondasi Tiang Bor

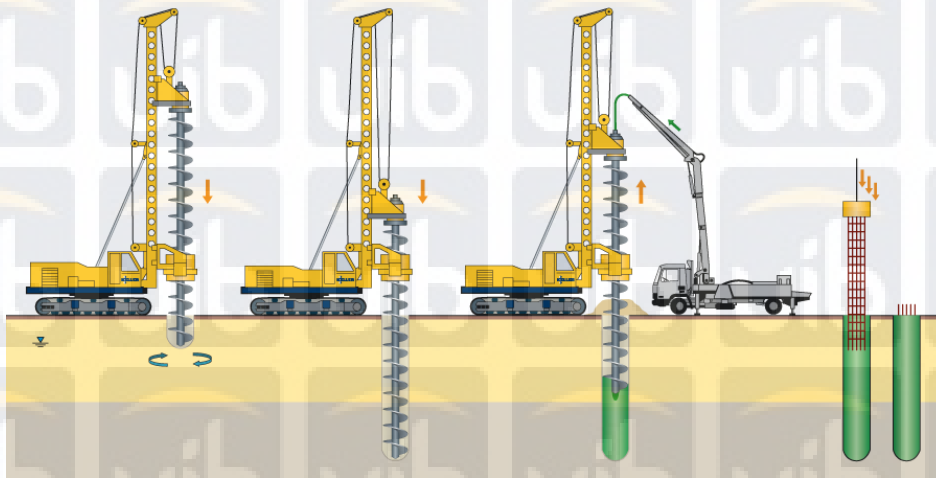
Menurut Harsanto.C.et.al(2015) Pondasi *boredpile* merupakan pondasi tiang yang pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah pada awal pengerjaannya. Pondasi tiang bor dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi tulangan dan dicor beton.

Pondasi tiang bor (*Boredpile*) adalah jenis pondasi dalam yang berbentuk tabung memanjang yang terdiri dari campuran beton dan besi bertulang dengan diameter tertentu yang ditanamkan ke dalam tanah dengan metode pengeboran.

Pada pondasi tiang bor ini, tanah yang disiapkan harus rata karena ditujukan untuk dudukan alat-alat bor. Sistem pekerjaan dari pondasi tiang bor ini adalah dengan cara melakukan pengeboran terlebih dahulu atau menggali tanah sampai suatu kedalaman yang telah ditentukan, kemudian pemasangan *casing*, pada saat *casing* dipasang, dilakukan pembersihan dengan cara memasukan air ke dalam casing tersebut, kemudian pemasangan besi tulangan yang telah dirakit dan juga pemasangan pipa *tremie* setelah pemasangan besi tulangan selesai, setelah itu dilakukan pengecoran *readymix* ke dalam pipa *tremie*. Setelah langkah pengecoran selesai, dilakukan pengangkatan pipa *tremie* dan *casing* yang telah dipasang tadinya.

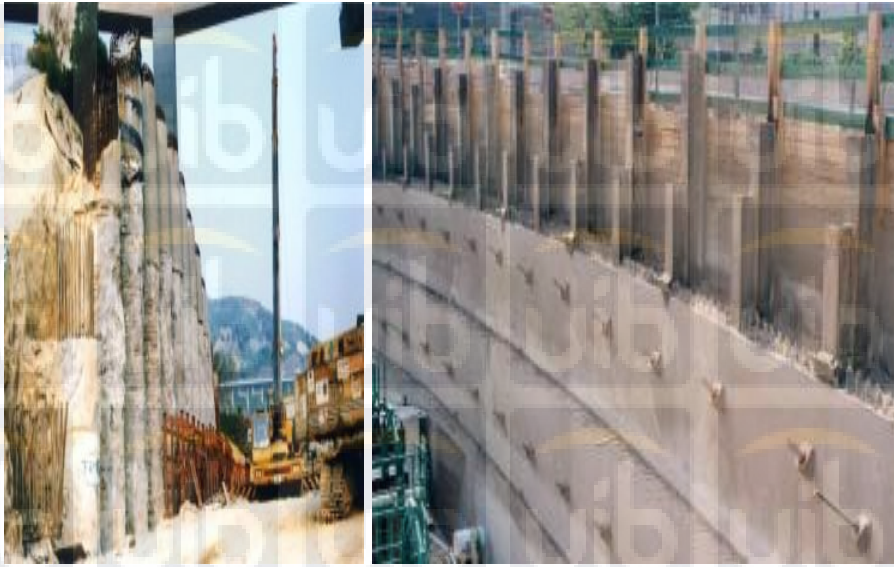
Kelebihan dari pondasi tiang bor adalah proses pengeboran ini tidak menimbulkan suara dan getaran yang membahayakan bangunan sekitarnya, dan pondasi tiang bor ini dapat mengurangi kebutuhan beton dan tulangan dowrel pada plat penutup tiang (*pile cap*), serta kolom dapat secara langsung diletakkan diatas *boredpile*. Kedalaman tiang bor ini dapat bervariasi dan tanah dapat dilakukan pemeriksaan dengan laboratorium, serta jenis tiang bor ini dapat dipasang menembus batuan serta tidak ada resiko kenaikan muka tanah.

Kekurangan dari pondasi tiang bor adalah proses pengecoran sangat dipengaruhi oleh cuaca karena akan sangat sulit untuk melakukan pengecoran jika dipengaruhi oleh air disebabkan karena mutu beton yang sangat sulit untuk dikontrol dengan baik, mutu beton hasil pengecoran juga tidak terjamin keseragamannya karena disepanjang badan *boredpile* mengurangi kapasitas dukungnya terutama apabila tiang bornya cukup dalam.



Gambar 2.5 Pondasi tiang bor , sumber : <http://testingindonesia.com/fungsi-piezometer-dalam-pembangunan-bore-pile-tiang-pancang-102>

Boredpile yang tersusun dalam suatu rangkai/barisan dengan difungsikan sebagai suatu penahan tanah dan gaya atau beban horizontal yang ditimbulkan dari tekanan tanah maupun air yang ditahannya serta bangunan yang ada disebelahnya disebut *Soldier Pile*. *Soldier Pile* adalah dinding penahan pada suatu galian yang dapat digunakan hampir semua jenis tanah dan segala jenis lapangan. Dalam lahan yang padat dan ramai, *soldier pile* sangat cocok digunakan karena tidak menimbulkan kebisingan dalam pelaksanaannya.



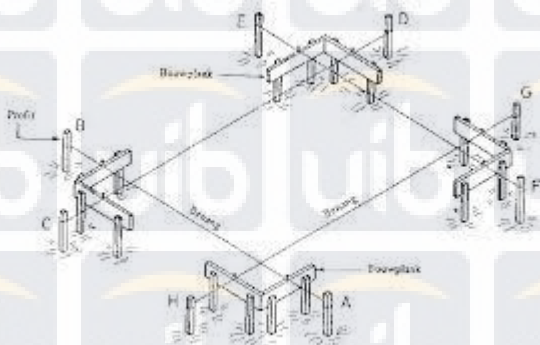
Gambar 2.6 Soldier pile , sumber :

<https://ronymedia.wordpress.com/2010/07/07/dinding-penahan-tanah-basement/>

2.3 Cara Pekerjaan Pondasi

Dalam pekerjaan pondasi, teknis/ langkah kerja *dalam* pelaksanaan pembangunan pondasi bangunan perlu diterapkan agar tidak terjadi kesalahan baik dalam hal peletakan maupun kualitas mutunya. Langkah kerjanya adalah sebagai berikut :

1. Dilakukan pengukuran melalui *Bouwplank* untuk mengetahui ketinggian muka tanah masing-masing tempat kemudian pasang benang agar pondasi bisa tegak lurus sesuai titik yang ditentukan.



Gambar 2.7 Bowplank, sumber : http://sipilfull.blogspot.com/2012/01/cara-membuat-dan-langkah-kerja_25.html

2. penggalian tanah dengan kedalaman sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan dalam gambar kerja baik menggunakan tenaga manual maupun alat berat seperti *bored pile*, maupun *pilling* (dengan mengetuk ke permukaan tanah) dan lain – lain.



Gambar 2.8 Galian tanah manual, sumber : [http:// sipilfull. blogspot. com/ 2012/ 01/ cara-membuat-dan-langkah kerja_25.html](http://sipilfull.blogspot.com/2012/01/cara-membuat-dan-langkah-kerja_25.html)

3. Pemasangan *bekisting/ frame work* dengan menggunakan kayu atau pipa *tremie (bored pile)* pada titik pondasi yang telah ditentukan agar dalam proses pengecoran tidak tumpah ke bagian luar dan merubah bentuk/ kualitasnya.



Gambar 2.9 Galian tanah *bored pile* , sumber : gambar lapangan

4. Merakit besi utama dan cincin sesuai dengan ukuran, jarak yang telah ditetapkan dalam gambar kerja.



Gambar 2.10 Pekerjaan pembesian, sumber : gambar lapangan

5. Melakukan pengecoran dengan menggunakan *ready mix* maupun *site mix* sesuai dengan kualitas mutu beton yang di tentukan/ spesifikasi bangunan tersebut.



Gambar 2.11 Pekerjaan pengecoran, sumber : gambar lapangan

6. Pekerjaan urugan tanah kembali dengan menimbun pondasi tersebut sampai ketinggian muka tanah.

Untuk pelaksanaan pondasi tiang pancang, tahap-tahap pembuatannya dibagi menjadi 3 tahap, yaitu :

A. Pekerjaan Pondasi *Pilling*

a. Tahap Persiapan

1. Membubuhi tanda, setiap tiang pancang harus dibubuhi tanda serta tanggal saat tiang tersebut dicor. Titik angkat yang tercantum pada gambar harus dibubuhi tanda dengan jelas pada tiang pancang. Untuk mempermudah perkiraan, maka tiang pancang diberi tanda setiap 1 meter.
2. Pemindahan/Pengangkatan, tiang pancang harus dipindahkan/diangkat dengan hati-hati agar dapat menghindari retak maupun kerusakan lain yang tidak diinginkan.

3. Rencanakan *final set* tiang, untuk menentukan titik kedalaman suatu tiang pancang dapat dihentikan, berdasarkan data tanah dan data jumlah pukulan terakhir (*final set*).
4. Rencanakan urutan pemancangan, dengan pertimbangan kemudahan manuver alat. Lokasi stok material diletakkan dekat dengan lokasi pemancangan.
5. Tentukan titik pancang dengan theodolit dan tandai dengan patok.
6. Dapat dilakukan penyambungan dengan menghentikan sementara proses pemancangan apabila tinggi kepala tiang telah mencapai tinggi muka tanah sedangkan tinggi tanah keras yang diharapkan belum tercapai.

Proses penyambungan tiang :

- Tiang diangkat dan kepala tiang dipasang pada *helmet* seperti yang dilakukan pada batang pertama.
 - Ujung bawah tiang didudukkan diatas kepala tiang yang pertama sedemikian sehingga sisi-sisi pelat sambung kedua tiang telah berhimpit dan menempel menjadi satu.
 - Sambungan las dilapisi dengan anti karat
 - Tempat sambungan las dilapisi dengan anti karat.
7. Setelah penyambungan, dapat dilanjutkan pemancangan dengan cara yang dilakukan seperti yang dilakukan pada batang pertama. Penyambungan dapat diulangi sampai mencapai kedalaman tanah keras yang ditentukan.
 8. Pemancangan tiang dapat dihentikan bila ujung bawah tiang telah mencapai lapisan tanah keras/ *final set* yang ditentukan.
 9. Pemotongan tiang pancang pada *cut off level* yang telah ditentukan.

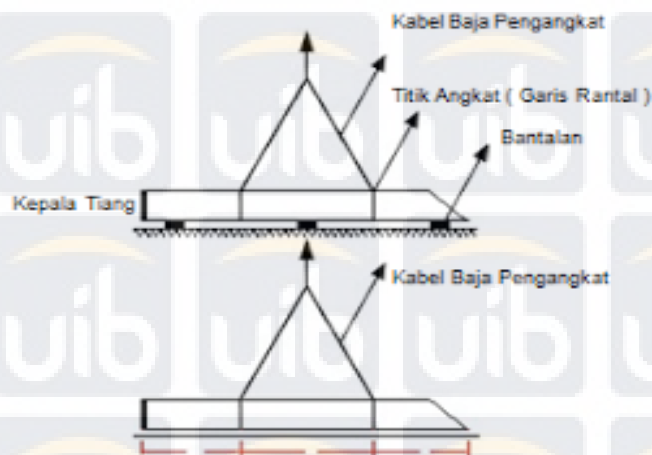
b. Tahap Pengangkatan

1. Pengangkatan tiang untuk disusun (dengan dua tumpuan)

Metode pengangkatan dengan dua tumpuan ini biasanya pada saat penyusunan tiang beton, baik itu dari pabrik ke trailer maupun dari trailer ke penyusunan lapangan.

Persyaratan dari metode ini adalah jarak titik angkat dari kepala tiang adalah $1/5 L$. Untuk memperoleh jarak harus diperhatikan momen maksimum pada bentangan, haruslah sama dengan momen minimum pada titik angkat tiang sehingga dihasilkan momen yang sama.

Pada prinsipnya pengangkatan dengan dua tumpuan untuk tiang beton adalah dalam tanda pengangkatan dimana tiang beton pada titik angkat berupa kawat yang terdapat pada tiang beton yang telah ditentukan dan untuk lebih jelas dapat dilihat oleh gambar.



Gambar 2.12 Pengangkatan tiang dengan 2 tumpuan, sumber :

<http://rizaldyberbagidata.blogspot.com/2012/06/pondasi-tiang-pancang-pile-foundation.html>

2. Pengangkatan dengan satu tumpuan

Metode pengangkatan ini biasanya digunakan pada saat tiang sudah siap akan dipancang oleh mesin pemancangan sesuai dengan titik pemancangan yang telah ditentukan di lapangan.

Adapun persyaratan utama dari metode pengangkatan satu tumpuan ini adalah jarak antara kepala tiang dengan titik angker berjarak $L/3$. Untuk mendapatkan jarak ini, haruslah diperhatikan bahwa momen maksimum pada tempat pengikatan tiang sehingga dihasilkan nilai momen yang sama.



Gambar 2.13 Pengangkatan dengan 1 tumpuan, sumber :

<http://rizaldyberbagidata.blogspot.com/2012/06/pondasi-tiang-pancang-pile-foundation.html>

c. Tahap Pemancangan

1. Alat pancang ditempatkan sedemikian rupa sehingga as *hammer* jatuh pada patok titik pancang yang telah ditentukan.
2. Tiang diangkat pada titik angkat yang telah disediakan pada setiap lubang.

3. Tiang didirikan disamping *driving lead* dan kepala tiang dipasang pada *helmet* yang telah dilapisi kayu sebagai pelindung dan pegangan kepala tiang.
4. Ujung bawah tiang didudukkan secara cermat diatas patok pancang yang telah ditentukan.
5. Penyetelan vertikal tiang dilakukan dengan mengatur panjang *backstay* sambil diperiksa dengan waterpass sehingga diperoleh posisi yang betul-betul vertikal. Sebelum pemancangan dimulai, bagian bawah tiang diklem dengan *center gate* pada dasar *driving lead* agar posisi tiang tidak bergeser selama pemancangan, terutama untuk tiang batang pertama.
6. Pemancangan dimulai dengan mengangkat dan menjatuhkan *hammer* secara berlanjut ke atas *helmet* yang terpasang diatas kepala tiang.

B. Pekerjaan *Pile Cap*

1 Pekerjaan Penggalan dan Urugan Tanah

Setelah pekerjaan *pilling* selesai dilaksanakan, maka dilanjutkan dengan pekerjaan galian. Pekerjaan galian tanah ini dilakukan untuk membuat tempat peletakan *pile cap* di atas pondasi *pailling* tersebut. Setelah galian tersebut selesai, maka dilanjutkan lagi dengan pekerjaan urugan tanah untuk mendapatkan elevasi yang telah ditentukan dalam gambar kerja.

2 Pekerjaan Pembobokan

Setelah urugan tanah selesai, maka pekerjaan selanjutnya adalah pembobokan pondasi untuk mendapatkan tulagan besi dari pondasi *pailling* yang akan dijadikan stek pondasi/ pengikat bagi *pile cap*. Pembobokan yang dilakukan menggunakan mesin bobok yang ada seperti *jack hammer*, dan lain-lain.

3 Pekerjaan Lantai Kerja

Setelah selesai pembobokan, maka tahap selanjutnya adalah pembuatan lantai kerja untuk peletakan *pile cap* dengan ketebalan sesuai dengan gambar kerja.

4 Pekerjaan Pembesian *Pile Cap*

Tahap berikut setelah pembuatan lantai kerja adalah pembesian *pile cap*.

Dalam tahap ini, pekerjaan pembesian meliputi pembesian tulangan utama atas dan bawah, persiapan stek pondasi, pemasangan kaki ayam, beton *decking* dan pemasangan stek *pile cap* sebagai penghubung menuju kolom. Tulangan yang dirakit berbentuk seperti pondasi cakar ayam dengan detail pembesian ditentukan dalam gambar kerja.

5 Pekerjaan Bekesting *Pile Cap*

Setelah selesai dalam pekerjaan pembesian, maka dilanjutkan dengan pekerjaan *bekesting pile cap* menggunakan papan kayu, scaffolding, dan kombinasi berbagai ukuran kayu untuk menahan pengecoran *pile cap* tersebut.

6 Pekerjaan Pengecoran *Pile Cap*

Pekerjaan pengecoran dilakukan setelah pekerjaan *bekesting* selesai.

Dalam pekerjaan pengecoran tersebut, beton yang dipakai adalah *ready mix* dengan menggunakan *concrete bucket* atau gerobak dorong untuk memindahkan cor beton tersebut. Kemudian cor beton tersebut diratakan menggunakan alat *concrete vibrator* yang berfungsi untuk meratakan beton ke segala arah dan mencegah adanya rongga udara saat pengecoran tersebut.

7 Pekerjaan Urugan Tanah Kembali

Setelah selesai proses pengecoran, maka *pile cap* tersebut ditutup kembali dengan tanah sampai dengan elevasi yang ditentukan dalam gambar kerja.

2.4 Alat dan Material dalam Pekerjaan Pondasi

2.4.1 Material

2.4.1.1 Beton Readymix

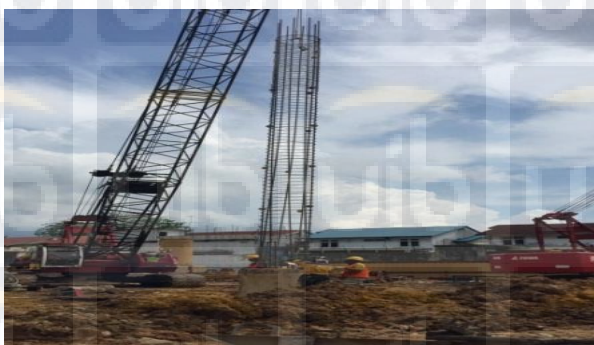
Beton merupakan material menyerupai batu dalam suatu konstruksi yang dibentuk dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air dan zat kimia kedalam suatu cetakan sesuai dengan dimensi bentuk yang diinginkan. Beton *readymix* belum mengalami proses pengikatan dan perkerasan yang diproduksi di *batching plant* dan diolah sesuai mutu yang diinginkan dari konsumen untuk keperluan pengecoran. penggunaan beton *readymix* ini membuat efisiensi kerja meningkat sehingga waktu penyelesaian pekerjaan menjadi lebih cepat. Di samping itu, dengan beton *readymix*, terdapat adanya jaminan dari pihak pengusaha beton *readymix* terhadap mutu beton yang diproduksi. beton *readymix* biasanya diantar ke lokasi proyek menggunakan truk *mixer* yang berkapasitas 1 truk berisi 5m³ atau 5,5m³.



Gambar 2.14 Beton readymix , sumber : gambar lapangan

2.4.1.2 Besi Tulangan

Besi tulangan merupakan besi berbentuk batang berpenampang bundar yang digunakan sebagai tulangan pada konstruksi beton bertulang dan merupakan bahan utama yang diperhitungkan untuk memikul kekuatan tarik pada konstruksi beton bertulang



Gambar 2.15 besi tulangan , sumber : gambar lapangan

2.4.1.3 Kayu/ Papan Triplek

Kayu yang dimaksud adalah balok-balok kayu dan papan multiplex. Kayu digunakan sebagai bahan utama dalam membuat perancah dan *bekisting* untuk mencetak dan membentuk struktur beton yang diinginkan. Kayu yang digunakan harus lurus, kering, dan bebas dari cacat sehingga syarat kekuatan dan kekakuan kayu masih dalam batas-batas yang diijinkan. Untuk pembuatan bekisting serta penguat acuan untuk kolom dan balok harus diperhatikan penguat datar dan silang agar tidak bergeser dan terjadi tumpahan/keluarnya adukan beton segar. Pada proses pembongkaran *bekisting*, hendaknya dibersihkan dan dipelihara sehingga dapat dipergunakan lagi (daur ulang) pada pekerjaan selanjutnya.



Gambar 2.16 Kayu/ papan triplek , sumber : gambar lapangan

2.4.1.4 Besi Hollow

Besi *hollow* adalah besi berbentuk pipa kotak dengan lubang pada bagian tengahnya. Besi *hollow* ini biasanya terbuat dari besi galvanis dan galvalum. Pada mulanya bahan baku yang digunakan untuk pembuatan besi *hollow* ini terbuat dari campuran zinc dan aluminium yang sudah banyak digunakan di negara-negara maju karena kemampuannya yang tahan karat dan juga termasuk reflektor panas

yang baik. Penggunaan besi hollow ini beragam– ragam, seperti dapat digunakan sebagai rangka dalam pembentukan plafond maupun atap, pagar dalam bangunan, maupun sebagai pengikat dalam *bekisting*.



Gambar 2.17 Besi hollow. sumber : gambar lapangan

2.4.1.5 Beton Decking

Beton *Decking* sering disebut dengan tahu beton. Beton decking adalah bantalan tulangan yang terbuat dari mortar berbentuk petak 50 mm x 50 mm dan tebal 20 mm. Pemasangan tahu beton berfungsi untuk membuat jarak antara tulangan dengan permukaan bekisting sehingga diperoleh selimut beton yang diinginkan. Mutu tahu beton minimal harus sama dengan mutu beton yang akan dicor.



Gambar 2.18 Beton decking , sumber : gambar lapangan

2.4.2 Alat/ mesin

2.4.2.1 Bar cutter

Bar cutter adalah alat yang berfungsi untuk memotong baja tulangan sehingga diperoleh ukuran panjang baja tulangan yang dibutuhkan. Pemotongan baja tulangan dilakukan secara manual dengan tenaga manusia atau dengan tenaga listrik untuk baja tulangan diameter 16mm atau lebih besar.



Gambar 2.19 Bar cutter, sumber : www.ilmusipil.com › alat berat

2.4.2.2 Bar Bender

Bar bender adalah alat yang berfungsi untuk membengkokkan baja tulangan dalam berbagai macam sudut sesuai dengan perencanaan. *Bar bender* dapat mengatur sudut pembengkokkan tulangan dengan mudah dan rapi.



Gambar 2.20 Bar bender, sumber : www.ilmusipil.com › alat berat

2.4.2.3 Gerobak Sorong

Pada proyek pembangunan ini, gerobak sorong digunakan untuk mengangkut bahan material seperti mortar, celcon, batu bata, beton segar, dan bahan bangunan lainnya secara horizontal. Penggunaan gerobak sorong cukup efisien untuk pemindahan material dalam jarak yang dekat.



Gambar 2.21 Gerobak sorong ,sumber : gambar lapangan

2.4.2.4 Scaffolding

Scaffolding adalah sejenis perancah dari kerangka baja yang berfungsi untuk menyangga bekisting dan juga digunakan sebagai kerangka penyangga sementara pada pekerjaan yang terletak dilokasi yang cukup tinggi.



Gambar 2.22 Scaffolding , sumber : gambar lapangan

2.4.2.5 Waterpass

Waterpass merupakan alat yang digunakan untuk mengukur atau menentukan sebuah garis dalam posisi rata baik pengukuran secara vertikal maupun horizontal.



Gambar 2.23 *Waterpass*, sumber : www.ilmusipil.com › ilmu ukur tanah

2.4.2.6 Concrete Vibrator

Concrete vibrator adalah alat yang berfungsi untuk menggetarkan beton pada saat pengecoran agar beton dapat mengisi seluruh ruangan dan tidak terdapat rongga-rongga udara di antara beton. Hal ini untuk menghindari adanya gelembung-gelembung udara yang terjadi pada saat pengecoran yang dapat menyebabkan pengeroposan pada beton sehingga mengurangi kekuatan struktur beton itu sendiri. *Concrete vibrator* digerakkan oleh mesin listrik dan mempunyai lengan sepanjang beberapa meter untuk dapat menggetarkan beton di tempat yang agak jauh.



Gambar 2.24 Concrete vibrator, sumber : gambar lapangan

2.4.2.7 Truk Mixer

Pengangkutan beton *readymix* ke lokasi proyek menggunakan truk *mixer* dengan kapasitas 5 sampai 7m³ tergantung dari permintaan konsumen. Truk *mixer* berfungsi untuk menjaga agar beton tidak mengalami pengerasan selama proses pengangkutan ke lokasi pekerjaan.

2.4.2.8 Concrete Bucket

Concrete bucket adalah wadah pengangkutan beton segar dari truk *mixer* sampai ke tempat pengecoran dengan bantuan mobil *crane*. Dalam pengerjaannya dibutuhkan satu orang sebagai *operator* yang bertugas membuka dan mengunci agar beton tidak tumpah pada saat dibawa ke lokasi pengecoran.



Gambar 2.25 Concrete bucket, sumber : gambar lapangan

2.4.2.9 Mobil Crane

Mobil *crane* adalah kendaraan berat yang dilengkapi dengan sebuah *crane* di belakangnya. Mobil *crane* berfungsi untuk mengangkat *concrete bucket* menuju lokasi pengecoran yang tinggi saat pengecoran serta mempermudah mobilisasi material berat seperti balok kayu, papan multiplex, atau baja tulangan ke lokasi pengerjaan.



Gambar 2.26 Mobil crane , sumber : gambar lapangan

2.5 Pile Test

2.5.1 Pile Driving Analyzer Test (PDA)

Pile Driving Analyzer test merupakan sistem yang digunakan untuk menguji beban secara dinamik dan pengawasan pemancangan di dunia. PDA test ini dapat menilai kapasitas beberapa tiang dalam satu hari serta dapat mengevaluasi keutuhan tiang dan menyelidiki tegangan dan energi *hammer* selama instalasi tiang.

Adapun hasil yang didapatkan melalui PDA test, antara lain;

1. Kapasitas daya dukung tiang
2. Nilai keutuhan tiang
3. Penurunan atau displacement tiang
4. Efisiensi dari energy pukulan *hammer* terhadap tiang.

Alat-alat yang digunakan untuk melaksanakan PDA test, sebagai berikut :

1. PDA-PAX model 8G
2. 2 buah wireless strain transducer
3. 2 buah wireless accelerometer
4. Kabel / pengirim sinyal tanpa kabel
5. Alat bor beton, angkur+baut dan kunci

2.5.1.1 Metode kerja PDA test

1. Tahap persiapan

Pada tahap persiapan, terdapat pekerjaan-pekerjaan sebagai berikut :

- Penggalian tanah sekeliling kepala tiang apabila kepala tiang rata dengan permukaan tanah
- Perapian kepala tiang agar rata, simetris dan tegak lurus.
- Pemasangan instrumen strain transducer dan accelerometer dengan cara dibor pada sisi tiang dan saling tegak lurus dengan jarak minimal $1,5 \times$ diameter kepala tiang.
- Persiapkan palu dan cushion pada kepala tiang.
- Masukkan nilai kalibrasi strain transducer dan accelerometer kemudian periksa koneksitas peralatan pengujian secara keseluruhan.
- Masukkan data tiang dan palu pada PDA-PAX. Data tiang seperti nomor identifikasi tiang, tanggal pemancangan tiang, luas penampang tiang, panjang tiang yang digunakan serta panjang tiang yang tertanam. Data palu adalah berat palu yang digunakan.

- Lakukan pengecekan ulang untuk memastikan pengujian telah siap dilakukan.

2. Tahap Pengujian

- Palu diangkat setinggi 1,5 - 2 m dengan menggunakan alat crane lalu dijatuhkan ke kepala tiang. Posisi palu saat dijatuhkan harus tegak lurus agar energy yang ditransferkan oleh palu ke tiang bisa maksimum.
- Setelah palu dijatuhkan ke kepala tiang, didapat variable tiang yang diuji seperti kapasitas daya dukung tiang (RMX), energy , displacement / penurunan maksimum tiang (DMX), dan nilai keutuhan tiang (BTA)
- Setelah pengujian dilaksanakan , dilakukan analisa lebih lanjut dengan Metode Case Pile Wave Analysis Program (CAPWAP) untuk memperoleh load transfer tiang, perilaku tanah di sekeliling tiang, kapasitas fraction (tahanan selimut), kapasitas end bearing (tahanan ujung), tegangan tekan maksimum (CSX), tegangan tarik maksimum (TSX) serta penurunan tiang.
- Hasil pengujian beban maksimum harus 200 % dari beban rencana/desain load.

2.5.2 Pile Loading Test

Pile loading test digunakan untuk memeriksa beban yang dapat didukung oleh suatu struktur pondasi serta untuk membuktikan akurasi perhitungan desain kapasitas daya dukung tiang di lapangan.

2.5.3.1 Pemakaian Uji Pembebanan

Uji pembebanan biasanya perlu dilakukan untuk kondisi-kondisi seperti berikut ini :

1. Perhitungan analitis tidak memungkinkan untuk dilakukan karena keterbatasan informasi mengenai detail dan geometri struktur.
2. Kinerja struktur yang sudah menurun karena adanya penurunan kualitas bahan, akibat serangan zat kimia, ataupun adanya kerusakan fisik yang dialami bagian-bagian struktur akibat kebakaran, gempa, pembebanan yang berlebihan dan lain-lain.
3. Tingkat keamanan struktur yang rendah akibat jeleknya kualitas pelaksanaan ataupun adanya kesalahan pada perencanaan yang sebelumnya tidak terdeteksi.
4. Struktur direncanakan dengan metode-metode yang non standard sehingga menimbulkan kekhawatiran mengenai tingkat keamanan struktur tersebut.
5. Perubahan fungsi struktur sehingga menimbulkan pembebanan tambahan yang belum diperhitungkan dalam perencanaan.
6. Diperlukannya pembuktian mengenai kinerja suatu struktur yang baru saja di renovasi.

2.5.3.2 Jenis Loading Test

Uji pembebanan dikategorikan dalam dua kelompok yaitu

1. Pengujian di tempat

Pengujian ini biasanya bersifat nondestruktif. Pengujian ini berfungsi untuk memperhatikan apakah perilaku suatu struktur pada saat diberi beban kerja (*working load*) memenuhi syarat bangunan yang ada pada dasarnya agar keamanan penghuni yang awalnya dibuat terjamin. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan tes tipe ini adalah sebagai berikut :

a. Persiapan dan tata cara pengujian

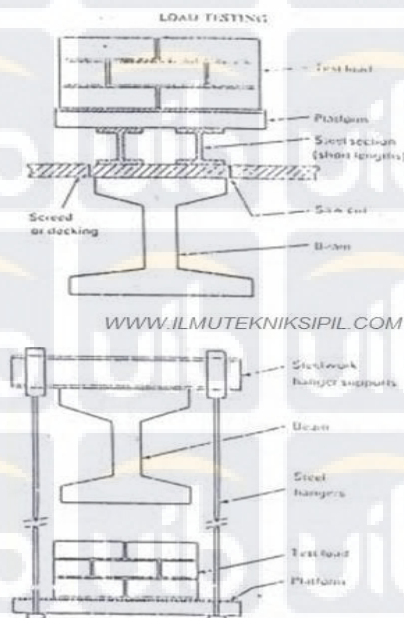
ACI-318'89 mensyaratkan bahwa uji pembebanan hanya bisa dilakukan jika struktur beton berumur lebih dari 56 hari. Pemilihan bagian struktur yang

akan diuji dilakukan perhitungan sebagai berikut :

- Permasalahan yang ada
- Tingkat keutamaan bagian struktur yang akan diuji
- Kemudahan pelaksanaan

b. Teknik pembebanan

Pembebanan harus dilakukan sedemikian rupa sehingga laju distribusi pembebanan dapat dikontrol. Beban yang bisa digunakan diantaranya air, bata / batako, kantong semen / pasir, pemberat baja dan lain-lain. Pemilihan beban yang akan digunakan tergantung dengan distribusi pembebanan yang diinginkan, besarnya total beban yang dibutuhkan dan kemudahan pemindahannya.

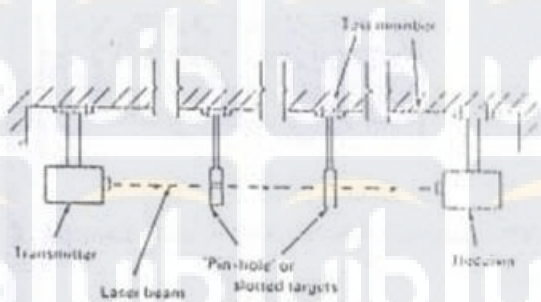
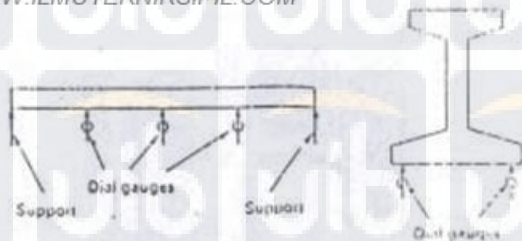


Gambar 2.27 Teknik pembebanan, sumber : <https://www.ilmutekniksipil.com/struktur-beton/metode-uji-pembebanan-load-test>

c. Teknik pengukuran

Teknik pengukuran dilakukan dengan membandingkan lebar retak yang terjadi lewat peneropongan dengan mikroskop dengan lebar garis-garis berskala tersebut. Pola retak-retak yang terjadi biasanya ditandai dengan menggambar garis-garis yang mengikuti pola retak yang ada dengan menggunakan spidol berwarna (diujung garis-garis tersebut dituliskan informasi mengenai tingkat pembebanan dan lebar retak yang sudah terjadi).

WWW.ILMUTEKNIKSIPI.COM



Gambar 2.28 Teknik pengukuran, sumber : <https://www.ilmutekniksipil.com/struktur-beton/metode-uji-pembebanan-load-test>

2. Uji merusak

Uji merusak dilakukan apabila uji ditempat tidak memungkinkan untuk dilakukan. Tujuan dari pelaksanaan uji merusak ini adalah untuk mengetahui kapasitas suatu bagian struktur yang nantinya akan dijadikan sebagai acuan dalam menilai bagian-bagian struktur lainnya yang identik dengan bagian yang diuji.

Pengujian merusak ini memiliki kekurangan dimana pengujian ini sangat memakan waktu dan biaya untuk melakukan pemindahan dan penggantian bagian struktur yang akan diuji dilaboratorium. Namun, pengujian ini juga memiliki kelebihan dimana hasilnya tergolong sangat akurat dan informatif. Uji merusak memiliki teknik-teknik pelaksanaan yang sama dengan pengujian ditempat yaitu persiapan dan tata cara pengujian, teknik pembebanan serta teknik pengukuran.