

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pondasi

Pondasi adalah salah satu dari konstruksi bangunan yang terletak dibagian bawah sebuah konstruksi, pondasi mempunyai peran penting terhadap sebuah bangunan, dimana pondasi menanggung semua beban konstruksi bagian atas kelapisan tanah yang berada di bagian bawahnya. Tegangan-tegangan tanah yang dihasilkan kecuali pada permukaan tanah merupakan tambahan kepada beban-beban yang sudah ada dalam massa tanah dari bobot sendiri.

(Sumber: HS, Sardjono.1988. Pondasi Tiang Pancang Jilid 1. Surabaya: Sinar Wijaya)

2.2 Tipe Pondasi

Yang dimaksud dengan pondasi sendiri ialah bagian dari sebuah bangunan yang terletak berada dibawah bangunan itu sendiri, atau bisa disebut (*sub structure*) dimana pondasi tersebut yang menerima sebuah beban dan juga mampu meneruskan beban tersebut yang bekerja diatas pondasi tersebut, contohnya seperti beban angin, beban tidak tetap, beban gempa, lalu suara yang kemudian diterima oleh satu lapisan tanah sehingga diharapkan bangunan dalam keadaan aman. Banyak faktor yang menentukan dalam pemilihan jenis pondasi.

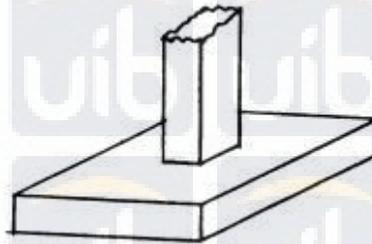
(Sumber: HS, Sardjono.1988. Pondasi Tiang Pancang Jilid 1. Surabaya: Sinar Wijaya)

2.2.1 Pondasi dangkal (*Shallow Foundation*)

Terdapat beberapa pondasi dangkal, yaitu:

1.1 Pondasi tapak setempat (*Individual Footing*)

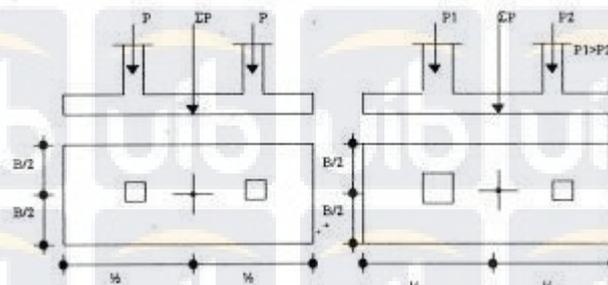
Pondasi jenis ini banyak digunakan di beberapa contoh pembangunan, sebut saja untuk pembangunan sebuah *workshop*, atau pun rumah, dengan syarat bahwa kondisi tanah yang ditopang tidak menunjukkan penurunan yang signifikan, atau pun jenis tanah yang berbeda-beda sekalipun, pondasi ini dapat digunakan.



Gambar 2.1 Pondasi Tapak, Sumber: Gunawan, Rudy. 1983. Pengantar Teknik Fondasi. Yogyakarta: Kanisius

1.2 Pondasi tapak gabungan (*combine Footing*)

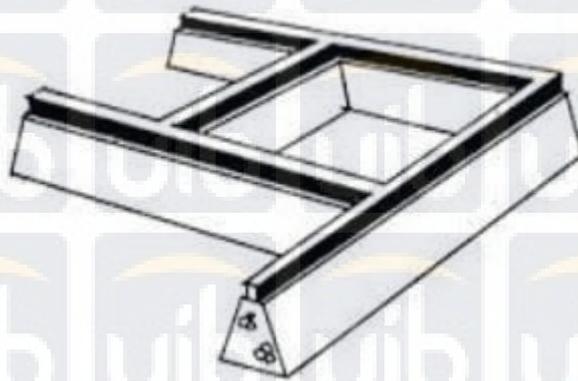
Pondasi jenis ini juga bersifat hampir sama dengan pondasi jenis tapak lainnya, hanya saja pondasi jenis ini menggabungkan antara pondasi satu ke pondasi lainnya dengan meneruskan secara vertikal pada struktur bawahnya.



Gambar 2.2 Pondasi Tapak Menerus, Sumber: Gunawan, Rudy. 1983. Pengantar Teknik Fondasi. Yogyakarta: Kanisius

1.3 Pondasi Menerus

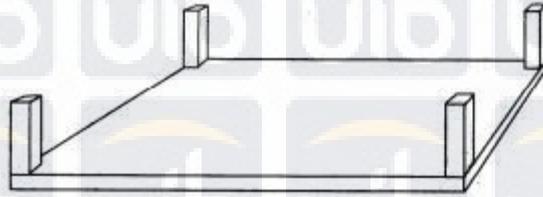
Pondasi jenis ini merupakan bagian dari pondasi dangkal, dan pondasi jenis ini biasanya juga digunakan untuk rumah tinggal atau bangunan yang tidak terlalu besar dan memiliki daya dukung tanah yang kecil juga, jenis pondasi ini bersifat meneruskan beban yang di topang oleh pondasi, dan meneruskan beban nya kesegala penjuru pondasi, maka asumsi pondasi ini menopang berat atau beban yang merata.



Gambar 2.3 Pondasi Menerus, Sumber: Gunawan, Rudy. 1983. Pengantar Teknik Fondasi. Yogyakarta: Kanisius

1.4 Pondasi lantai (*Raft Foundation*)

Pondasi lantai akan sering dijumpai pada jenis bangunan yang luas dan digunakan untuk pekerjaan dengan jenis tanah yang tidak kuat, atau daya dukungnya kecil dan beban yang ditopang dari bangunan tersebut cukup besar, jika kondisi bangunan diatas nya sangat luas, sehingga tidak bisa ditopang oleh pondasi individu, lebih praktis jika menggunakan pondasi lantai ini.



Gambar 2.4 Pondasi Lantai, Sumber: Gunawan, Rudy. 1983. Pengantar Teknik Fondasi. Yogyakarta: Kanisius

Untuk menentukan kedalaman pada pondasi dangkal ini pada umumnya dirumuskan dengan perbandingan $D < B$, dimana D adalah kedalaman pondasi, dan B adalah lebar pondasi

Dalam penentuan stabilitas pondasi, ada 3 hal yang penting yang harus diperhatikan, yaitu sebagai berikut:

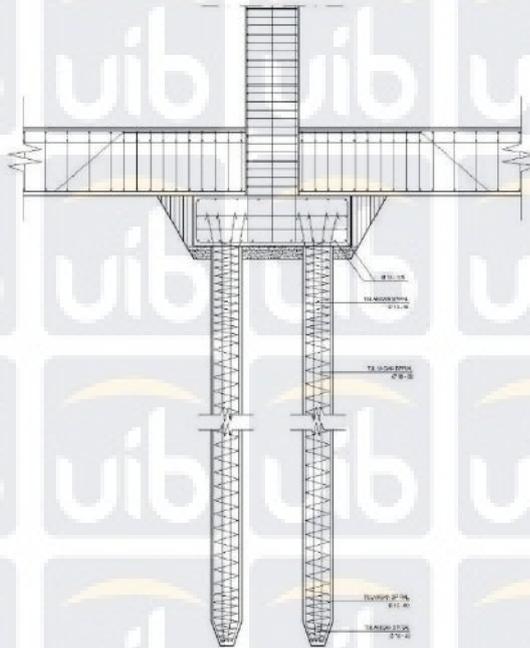
- a. Penurunan yang akan terjadi (*settlement*), ini tergantung dari jenis tanah tempat dimana akan didirikannya pondasi tersebut. Biasanya penurunan pada pondasi disebabkan oleh kemampuan dari lapisan tanah akibat dari beban yang bekerja secara vertikal pada konstruksi tersebut.
- b. Pergeseran (*shear failure*) dan tentu saja hal ini tergantung pada kekuatan geser tanah.
- c. Daya dukung tanah, yaitu apakah tanah yang bersangkutan cukup kuat untuk menahan beban-beban yang bekerja pada pondasi tanpa terjadi keruntuhan. (Sumber: Gunawan, Rudy. 1983. Pengantar Teknik Fondasi. Yogyakarta: Kanisius)

2.2.2 Pondasi Dalam (*Deep Foundation*)

Pondasi dalam digunakan apabila tanah dasar sebagai tempat perletakan pondasi tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk menahan beban yang bekerja di atas, atau apabila tanah dasar tersebut letaknya sangat dalam. Ada beberapa jenis pondasi dalam, di antaranya yaitu :

2.1 Pondasi tiang pancang (*Pile Foundation*)

Pondasi Tiang pancang adalah jenis pondasi dalam yang biasa dijumpai pada konstruksi darat maupun laut, jenis pondasi ini digunakan apabila jenis strukturnya bersentuhan langsung dengan rawa, air, dan juga tanah yang memiliki daya dukung yang rendah pula, pondasi ini bertujuan menopang beban di atasnya lalu meneruskan beban tersebut melalui tiang pancang tersebut, berdasarkan jenis perpindahan bebannya, ada yang meneruskan beban dengan tahanan ujung (*end bearing*), ada juga meneruskan beban melalui kulit dari tiang pancang itu sendiri (*friction pile*)

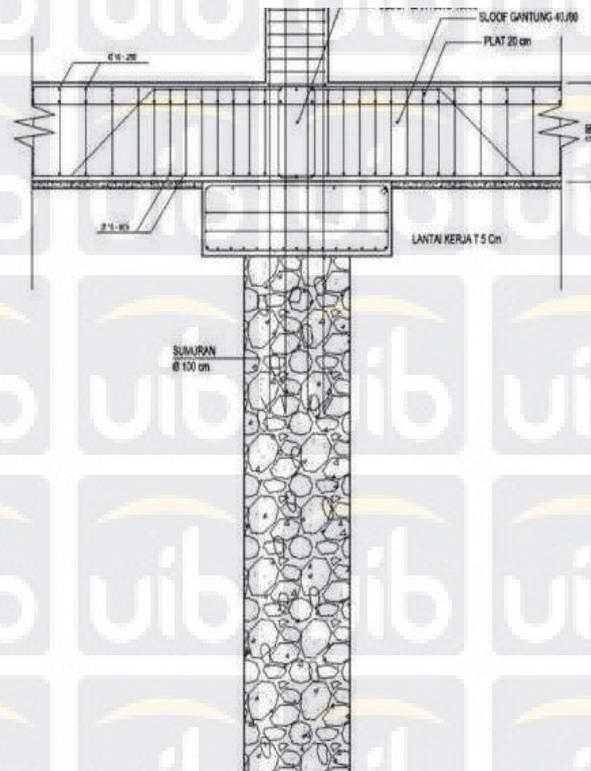


Gambar 2.5 Pondasi Tiang Pancang, Sumber: HS, Sardjono. 1988. Pondasi Tiang Pancang Jilid 1. Surabaya: Sinar Wijaya

2.2 Bored Pile

Bored pile atau juga disebut pondasi sumuran, sering juga digunakan pada konstruksi besar maupun perumahan yang mempunyai daya dukung tanah keras berada pada kedalaman yang cukup jauh di atas permukaan tanah, sehingga tidak dimungkinkan untuk menggali atau menggunakan jenis pondasi dangkal, pondasi

sumuran atau boredpile ini berbeda dengan tiang pancang, dimana pondasi ini dibantu oleh beton yang di masukkan kedalam casing ataupun kedalam tanah yang telah dibor. (Sumber: HS, Sardjono. 1988. Pondasi Tiang Pancang Jilid 1. Surabaya: Sinar Wijaya)



Gambar 2.6 Pondasi Sumuran, Sumber: HS, Sardjono. 1988. Pondasi Tiang Pancang Jilid 1. Surabaya: Sinar Wijaya

2.3 Klasifikasi Pondasi Tiang Pancang

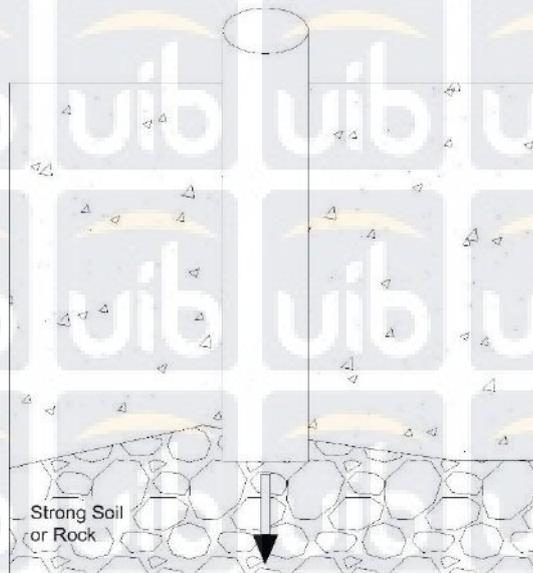
Pondasi tiang pancang merupakan pondasi yang terbuat dari baja, kayu, beton maupun komposit, yang digunakan untuk meneruskan atau mentransmisikan beban-beban yang ada di permukaan ke tingkat permukaan yang lebih rendah, hal ini bisa disebut sebagai distribusi vertikal dimana poros nya sesuai dengan tinggi tiang pancang tersebut, pondasi tiang pancang dapat diklasifikasikan berdasarkan cara pemindahan beban.

2.3.1 Menurut Cara Perpindahan Beban

Menurut cara perpindahan beban, pondasi tiang pancang dibagi 2 bagian yaitu:

A. *Point Bearing Pile (End Bearing)*

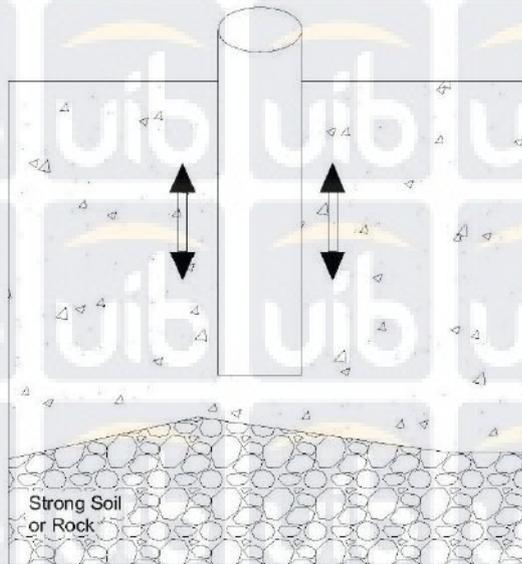
Point Bearing Pile atau tiang pancang dengan tahanan ujung merupakan tiang pancang yang meneruskan bebannya langsung menuju titik ujung tiang pancang yang berada permukaan bawah, yang langsung didistribusikan ke lapisan tanah terkeras, lapisan tanah keras ini dapat merupakan lapisan lempung keras sampai pada batu-batuan.



Gambar 2.7 *End Bearing Pile*, Sumber: Suandri, A. 2019. File Pribadi

B. *Friction Pile*

Friction Pile atau Jepit atau bisa juga disebut *compaction pile*, karena pada prinsipnya *Friction Pile* ini meneruskan bebannya melalui gesekan kulit atau gesekan permukaan terluar tiang pancang, dan pemancangan pada *friction pile* biasanya dilakukan berkelompok dengan jarak yang berdekatan, sehingga ketika tiang pancang ditancapkan, maka kepadatan tanah sekitar akan berubah drastis menjadi padat, sehingga butir-butir halus dari tanah tersebut menjadi padat.



Gambar 2.8 Friction Pile, Sumber: Suandri, A. 2019. File Pribadi

2.3.2 Menurut Bahan Yang Digunakan

Menurut bahan yang digunakan, tiang pancang terbagi menjadi beberapa yaitu :

A. Tiang Pancang Kayu

Tiang pancang kayu merupakan tiang pancang yang berbahan kayu, yang biasanya dapat diambil di hutan dan kualitas yang bagus pula, biasanya kayu akan diberi pengawet agar tidak mudah lapuk lalu ujungnya akan diruncingkan, agar ketika dipancang, dapat dengan mudah menembus lapisan tanah, dan ada pula yang memberikan sepatu pada pancang ini agar ketika bertemu dengan bebatuan yang keras, pancang ini masih bisa menembus bebatuan tersebut.

B. Tiang Pancang Beton

Tiang pancang ini berbahan beton dan biasanya tiang pancang ini sudah dalam kondisi jadi, dimana kondisi awalnya di cor di tempat sentral, lalu di kirimkan ketempat konstruksi, biasanya tiang pancang *pra* cetak ini dibuat menggunakan penguatan biasanya dibuat untuk tagangan lentur selama proses distribusi.

Ada juga tiang pancang beton *Precast reinforced concrete pile*, dimana tiang pancang dari beton bertulang yang dicetak dalam bekisting. Tiang pancang ini dapat memikul beban yang cukup besar untuk setiap tiang nya tergantung berapa besar dimensi yang digunakan, dalam perencanaan panjang tiang harus diukur secara teliti, agar tidak terjadi kekurangan panjang tiang pancang pada saat proses instalasi. Pondasi tiang pancang beton ini biasanya digunakan untuk kondisi tanah yang tidak memungkinkan melakukan pengecoran di tempat.



Gambar 2.9 Tiang Pancang Beton, Sumber: Proyek Pembangunan Dermaga Kabil

C. Tiang Pancang Baja

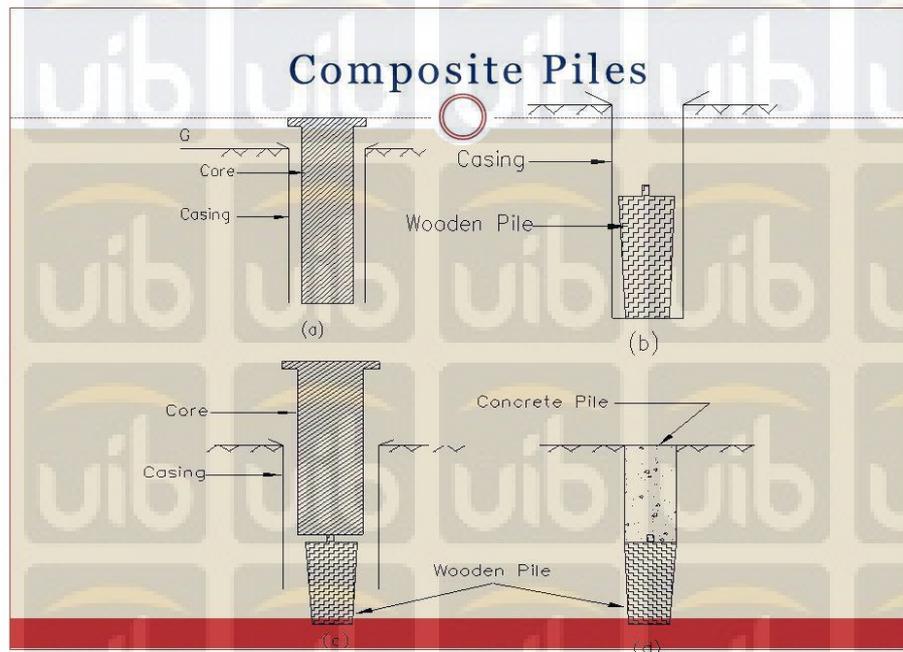
Selain kayu dan beton ada juga tiang pancang berbahan baja, dimana tiang pancang ini sangat cocok digunakan pada pondasi atau tanah keras di kedalaman tertentu, tiang pancang baja biasanya berbentuk kotak dan ada juga yang berbentuk pipa, namun biasanya digunakan dalam bentuk pipa, dan juga tiang pancang baja ini juga dapat menahan benturan akibat proses pemancangan itu sendiri, dan pada tiang pancang ini proses penyambungan juga terbilang cukup mudah.



Gambar 2.10 Tiang pancang Baja, Sumber : Proyek Pembangunan Dermaga Kabil

D. Tiang Pancang Komposit

Tiang pancang ini merupakan tiang pancang tipe terakhir, dimana tiang pancang ini memadukan antara tiang pancang berbahan kayu, beton dan baja, contohnya ialah material kayu atau beton berada permukaan atas, dan material baja diletakkan pada permukaan bawah pondasi, seiring berjalannya waktu, tiang pancang jenis ini mulai ditinggalkan dikarenakan biayanya yang terbilang cukup mahal.



Gambar 2.11 Tiang Pancang Komposit, Sumber: Construction C. 2017. Tiang Pancang Komposit

2.4 Penyelidikan Tanah

Penyelidikan kondisi bawah tanah merupakan persyaratan bagi perancangan pondasi struktur bangunan. Tidak dilakukannya penyelidikan tanah yang biasanya berkisar 0,5 sampai 1 persen dari biaya total, lalu kemudian mengetahui ternyata pondasi tersebut harus diubah merupakan pertimbangan ekonomi yang salah, hampir tidak ada proyek besar yang dilakukan tanpa pertimbangan penyelidikan tanah, karena itu penyelidikan tanah sangat penting untuk mengetahui jenis tanah yang nantinya dapat ditentukan jenis sebuah pondasi yang digunakan.

2.5 Merencanakan Penyelidikan Tanah

Tujuan dari penyelidikan tanah adalah menentukan karakteristik tanah, kondisi geologi serta dapat mengetahui sifat dari tanah tersebut. Untuk mengetahui pondasi apa yang cocok digunakan pada sebuah struktur bangunan, maka perlu adanya penyelidikan tanah, terdapat beberapa contoh penyelidikan tanah yang biasa digunakan di lapangan :

1. *Standard Penetration Test*

Standard Penetration Test atau juga di sebut pengujian penetrasi dinamis, biasanya pengujian ini banyak dilakukan di Amerika Serikat, prinsip kerja dari *Standard Penetration Test* ini ialah dimana tabung silinder dari alat ini akan di masukkan ketanah, lalu tabung tersebut akan ditumbuk dengan alat penumbuk seberat 63,5 kilogram dan alat penumpuk dijatuhkan dari ketinggian 76 cm dari atas tabung silinder hingga tabung silinder itu mencapai 1 *feet*, berapa banyak pukulan yang diperlukan untuk mencapai 1 *feet* (30,5cm) itu yang disebut dengan nilai N.

Pada *Standard Penetration Test* sendiri ada beberapa metode dalam perhitungannya yaitu dengan beberapa referensi seperti perhitungan menggunakan referensi dari *M.J Tomlinson*

A. Metode *M.J Tomlinson*

Metode Ini dapat digunakan dalam menghitung daya dukung tanah *ultimate* beserta tahanan gesek tiang dengan persamaan sebagai Berikut ini :

$$Q_u = Q_b + Q_s \dots\dots\dots (1)$$

$$= A_b \cdot q_b + A_s \cdot F_s \text{ total} \dots\dots\dots (2)$$

$$Q_{all} = Q/S_f \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

Q_u = Daya dukung ultimit (ton)

Q_{all} = Daya dukung ijin (ton)

q_b = Daya dukung dasar tanah (t/m²)

Q_s = Daya dukung selimut (t/m')

A_b = Luas Penampang (m²)

A_s = Keliling selimut (m')

$F_s \text{ total}$ = Friksi (t/m')

SF = *Safety Factor* (2.5)

(Sumber: Tomlinson, M.J. 1977. *Pile design and construction practice*. London : Cement and Concrete Assosiation)

2. *Cone Penetration Test*

Cone Penetration test atau bisa disebut dengan sondir atau disebut juga dengan *Dutch Static Penetrometer*, dan umumnya digunakan di Indonesia dikarenakan jenis tanah Indonesia yang kebanyakan bersifat lapisan tanah pasir/lempung, umumnya pengujian CPT atau Sondir ini lebih akurat digunakan di Indonesia dibanding menggunakan metode dari SPT, sama seperti namanya, penetrasi ini berbentuk *cone* diujung bornya, yang memungkinkan untuk menembus lapisan tanah yang akan dilakukan pengetesan

3. **Laboratorium**

Pengujian dengan laboratorium juga biasa dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan sifat dari tanah itu sendiri, biasanya pengujian ini juga di korelasikan dengan uji lapangan, sehingga didapatlah berapa besar dimensi pondasi yang efisien dan aman tersebut.

2.6 **Pemboran Tanah**

Pemboran tanah digunakan untuk mengambil sampel tanah yang akan diuji di laboratorium yang nantinya diteliti dan dapat dideskripsikan lapisan apa saja yang terdapat didalam tanah itu, terdapat cara untuk melakukan pemboran tanah ini dan biasanya pemboran tanah ini dilakukan menggunakan cara manual maupun

cara yang lebih praktis lagi, pada pemboran ini adalah pekerjaan paling umum dan paling akurat untuk pekerjaan geoteknik, ada beberapa tujuan untuk melakukan pemboran tanah ini, ada beberapa contoh alat yang digunakan untuk pemboran tanah :

A. Wash Drilling

Mengacu kepada namanya, pemboran ini dilakukan dengan dibantu air, dan pemboran ini adalah pemboran paling lama dibanding pemboran yang lainnya, prinsip kerja dari *wash drilling* adalah.

- a. Pengeboran ini ditancapkan sedalam 4-5 *feet* dari permukaan tanah, pada kedalaman tersebut, air dimasukkan melalui pompa yang sudah disediakan oleh alat tersebut.
- b. Selagi pemboran berjalan, air akan terus masuk dan pembor harus mengamati perubahan air tanah yang terjadi, jika perubahan air tanah terjadi, maka air dan tanah tersebut diangkat dan dilakukan pengujian secara laboratorium

B. Rotary Drilling

Rotary drilling atau pengeboran secara berputar merupakan pengeboran yang biasa digunakan untuk instalasi pondasi tiang pancang maupun *borepile* di darat atau di laut, cara kerja mesin ini ialah berputar sesuai poros yang sudah ditentukan, dan memiliki tabung untuk menampung tanah yang sudah dibor tadi, *Rotary drilling* juga dapat digunakan diberbagai diameter, mulai dari 0,6-2,5 Meter, dan juga dapat mencapai kedalaman lebih dari 80 Meter.

C. Auger Drilling

Auger Drilling merupakan salah satu alat pemboran yang biasanya digunakan untuk pemboran yang dangkal, cara kerja dari alat ini tidaklah rumit, *auger* dibenamkan saja tak seberapa dalam, lalu *auger* ditarik ke permukaan lagi, tanah yang menempel pada *auger*, itulah tanah yang akan kita uji nantinya, namun jika pada saat penyelidikan tanah dilakukan tapi *auger* tidak bisa terbuka, dikarenakan

sekeliling tanah runtuh, maka diperlukan *casing* untuk melindungi *auger* dari reruntuhan tersebut.

2.7 Pengambilan Contoh Tanah

Pada tahapan pengambilan contoh tanah ini pun dilakukan untuk mendapatkan 2 Tipe tanah yaitu Tanah Terusik dan Tanah Tidak Terusik

A. Tanah Terusik

Tanah Terusik adalah jenis tanah yang pernah digunakan atau pernah dilakukan kegiatan lain, dan biasanya tanah ini berada pada pinggir jalan pinggir parit, atau bekas tambang, untuk tanah terusik ini biasanya digunakan untuk pengukuran kadar lengas, tekstur, tetapan *attenberg*,

B. Tanah Tidak Terusik

Untuk Tanah Tidak Terusik ialah kebalikan dari tanah terusik, dimana tanah ini tidak pernah digunakan dalam hal apapun, artinya masih alami dan masih menunjukkan sifat asli dari tanah tersebut, tanah ini bertujuan untuk pengukuran permeabilitas, ukuran pori dan berat volume.

2.8 Pondasi Berdasarkan Metode Pelaksanaannya

Ada beberapa metode pelaksanaan dalam instalasi jenis pondasi diantaranya ialah:

A. Drilling

Drilling atau pengeboran biasa dilakukan untuk membuat pondasi jenis *bore pile*, ada beberapa kelebihan ketika menggunakan metode *drilling* ini:

- a. Pengeboran jenis ini tidak memiliki efek yang terlalu besar pada kebisingan, karena metode ini tidak menciptakan kebisingan maupun kegaduhan di sekitar proyek
- b. Metode ini juga sangat cocok dan sesuai jika menginginkan jenis pondasi yang memerlukan diameter yang besar

B. *Piling*

Piling atau pemancangan itu sendiri dilakukan dengan cara memukul ujung pipa menggunakan beberapa cara, ialah *vibro* dan *hammer*, adapun beberapa kelebihan dari metode ini ialah :

- a. *Piling* ini dibuat tersendiri atau dilakukannya pabrikasi, sehingga tidak perlu memikirkan mutu, karena ketika pabrikasi sudah adanya standarisasi dari pabrik tersebut
- b. Pada metode pemancangan ini kita tidak perlu takut akan penurunan jumlah mutu, karena pada metode ini tidak berlaku karena tidak akan terpengaruhi oleh air, lumpur, sehingga untuk mutunya sendiri akan tetap terjaga.

Kekurangannya adalah :

- a. Biasanya metode ini berakibat pada kebisingan yang diciptakan oleh alat pancang itu sendiri, dan adanya getaran yang membuat kegaduhan dan dapat membuat retakan disekeliling lokasi proyek
- b. Jika metode ini dilakukan dengan cara yang salah, maka akan banyak terjadi kefatalan.
- c. Apabila tiang atau bahan yang akan di pancang kurang panjang, memerlukan penyambungan lagi untuk mencapai set yang diinginkan

(Sumber: Bowless JE. 1982. Analisis dan Desain Pondasi Jilid 1. Jakarta: Penerbit Erlangga)