

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tanah**

##### **2.1.1 Pengertian Tanah**

Tanah adalah hasil alam yang terdiri dari campuran butiran-butiran mineral dengan ada atau tanpa kandungan bahan organik di dalamnya. Asal mulanya tanah berasal dari pelapukan batuan, yang prosesnya dapat secara fisik maupun kimia.

##### **2.1.2 Proses Pembentukan Tanah**

Proses pembentukan tanah di pengaruhi oleh beberapa factor, namun umumnya pembentukan tanah terbagi menjadi 4 tahapan sebagai berikut :

###### **1. Proses Pelapukan Batuan**

Pelapukan batuan merupakan proses hancurnya massa bebatuan baik secara fisik, biologi, maupun kimiawi. Pelapukan bebetuan terjadi dalam jangka waktu yang lama, tergantung dari cuaca dan iklim di sekitarnya.

Pelapukan kimiawi di sebabkan karna adanya hujan asam, hujan asam yang terjadi terus menerus mengakibatkan terjadinya pelapukan batuan.

Pelapukan fisik terjadi karena di pengaruhi oleh perbedaan temperatur dan iklim secara drastic, sehingga membuat bebatuan mengalami pemecahan.

Pelapukan biologi terjadi karena adanya kegiatan atau campurtangan makluk hidup, proses ini di katakana sebagai penyempurna pembentukan tanah.

## 2. Proses Pelunakan Struktur Batuan

Pelunakan struktur batuan merupan proses rempahan batuan yang terbentuk dari proses pelapukan yang akan mengalami pelunakan.

Dimana air dan udara adalah komponen utama nya.

## 3. Proses Tumbuhnya Tumbuhan Perintis

Setelah melewati proses pelunakan struktur batuan, berikutnya akan di lanjutkan oleh proses tumbuhnya berbagai tumbuhan yang besar maupun kecil.

## 4. Proses Penyuburan

Proses penyuburan adalah proses terakhir dari pembentukan tanah, dalam proses ini tanah akan mengalami proses pengayahan

bahan – bahan organik, sehingga pada mulanya tanah hanya mengandung mineral akan menjadi subur karna adanya proses ini.

### 2.1.3 Jenis Tanah

Tanah di klasifikasikan dalam 3 jenis berdasarkan sifat lekatan nya, yaitu tanah kohesif, tanah non kohesif, dan tanah organik. Di bawah ini akan di jelaskan jenis – jenis tanah ini :

#### 1. Tanah Kohesif



Tanah kohesif merupakan tanah yang memiliki sifat lekatan antara butir – butirnya (tanah yang mengandung lempung yang banyak).

## 2. Tanah Non Kohesif

Tanah non kohesif merupakan tanah yang tidak memiliki atau sedikit lekatan antara butir – butirnya.(hampi tidak mengandung lempung yaitu pasir)

## 3. Tanah organik

Tanah organic merupakan tanah yang cukup banyak mengandung bahan – bahan organik.

Secara umum, tanah telah diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu tanah berbutir halus dan kasar. Tanah berbutir kasar yang diameter butirannya lebih besar dari 2 mm, diklasifikasikan sebagai kerikil. Jika butirannya dapat terlihat oleh mata, tetapi kurang dari 2 mm tanah ini disebut pasir. Tanah pasir juga disebut pasir kasar jika diameter butirannya tanahnya berkisar antara 2 - 0,6 mm, disebut pasir sedang jika diameter butirannya antara 0,6 - 0,2 mm, dan disebut pasir halus bila diameter butirannya antara 0,2 – 0,06 mm (Hary Christady Hardiyatmo, 2006)

### **Kohesif (Berbutir Halus)**

Lempung (*Clay*) = <0,002 mm

### **Non Kohesif (Berbutir Kasar)**

Lanau (*Silt*) = 0,06 - 0,002 mm

Pasir (*Sand*) = 2-0,06 mm

Kerikil (*Gravel*) = >2 mm

Kerakal (*Cobble*) = >75 mm

Batuan (*Boulder*) = >200 mm

#### 2.1.4 Sifat – Sifat Tanah

Sifat – sifat tanah secara umum adalah sebagai berikut :

1. Permeabilitas

Permeabilitas adalah kecepatan merembesnya air pada pori – pori tanah.

2. Konsolidasi

Konsolidasi adalah sebuah proses berkurangnya volume atau rongga pori.

3. Tegangan geser

Analisa tegangan geser adalah bertujuan untuk menentukan kemampuan tanah dalam menghadapi tegangan-tegangan.

#### 2.1.5 Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah bertujuan untuk data perancangan pondasi bangunan – bangunan, seperti : bangunan gedung, dinding penahan tanah, bendungan, jalan, dermaga, dan lain – lain. Penyelidikan dapat dilakukan dengan cara – cara menggali lubang uji (*test-pit*), pengeboran, dan uji secara langsung di lapangan (*in-situ test*).ada 3 penyelidikan tanah yaitu sebagai berikut :

1. Pengeboran lubang uji

Pengeboran lubang uji dapat di lakukan dengan beberapa metode di bawah ini :

- a) Bor Tangan (*Hand Auger*)



Cara ini adalah cara yang sederhana dalam pembuatan lubang dalam tanah dengan menggunakan alat bor secara manual, menggunakan kekuatan tangan manusia untuk memutar nya.

Metode ini hanya dapat di gunakan bila tanah mempunyai kohesi yang cukup.

b) Bor Cuci (*Wash Boring*)

Pada cara ini pengeboran di lakukan dengan cara menyemprotkan air sambil memutar – mutar pipa selubung (*casing*) untuk mempermudah penetrasi ujung mata bor. Metode ini tidak dapat di gunakan jika tanah mengandung batu – batu besar.

c) Penyelidikan Dengan Pencucian (*Wash Probing*)

*Wash probing* di gunakan untuk mengetahui kedalaman pertemuan antara tanah lunak dan tanah keras atau padat. Cara ini di lakukan untuk penyelidikan tanah di bawah dasar sungai dan di pelabuhan, yang di maksudkan untuk mengetahui kedalaman pasir atau lanau yang terletak di atas lapisan keras atau batu.

d) Bor Putar (*Rotary Drill*)

Penyelidikan tanah menggunakan bor mesin, dapat di lakukan di semua jenis tanah. Alat bor yang di gunakan dapat sampai menembus lapisan tanah keras atau batu sampai kedalaman lebih dari 40 meter.

## 2. Pengambilan sampel

Pengambilan sampel tanah dapat dilakukan dengan 3 cara :

### a) Uji Penetrasi Standar atau *Standart Penetration Test (SPT)*

Pengujian penetrasi standar adalah, salah satu dari banyak jenis uji tanah yang sering dilakukan untuk mengetahui daya dukung tanah. Pengujian ini dilakukan menggunakan alat *Standart Split Barrel Sampler* atau tabung belah standar. Alat ini dimasukkan kedalam lubang bor setelah dibor terlebih dulu dengan alat bor. Alat ini diturunkan bersamaan dengan pipa bor hingga ujungnya menumpu ketanah dasar, setelah itu lalu dipukul menggunakan palu seberat 63,5kg dari atas yang dijatuhkan secara berulang dengan tinggi 0,76m. Pengujian dibagi atas 3 tahap, yaitu berturut - turut setebal 150mm untuk masing -masing tahap. Tahap yang paling pertama di catat sebagai dudukan, lalu untuk tahap kedua dan tahap ketiga dijumlahkan untuk mengetahui nilai pukulan (N) atau perlawanan SPT.

### b) Uji Tahanan Kerucut Sondir Tanah atau *Cone Penetration Test (CPT)*

Uji tahanan kerucut sondir atau yang sering disebut sondir test adalah satu contoh dari pengujian tanah untuk mengetahui karakteristik sebuah tanah pada suatu area konstruksi. Sondir terbagi menjadi 2 jenis, pertama adalah sondir ringan dengan kapasitas 0-250kg/cm<sup>2</sup> dan yang kedua adalah sondir berat



dengan kapasitas 0-600kg/cm<sup>2</sup>. Uji CPT biasanya dilakukan pada tanah lempung.

Karena kesederhanaan dan efisiensinya, uji CPT adalah metode pengujian yang paling banyak diterima dan digunakan dalam geoteknik pengujian in-situ diseluruh dunia.

### 3. Uji laboratorium

Pengujian tanah dilaboratorium dilakukan terhadap semua contoh tanah yang diambil dilapangan. Tujuan dari pengujian di laboratorium adalah untuk mengetahui kadar air tanah, berat jenis tanah, densitas tanah, dan lain-lain.

## 2.2 Pondasi

### 2.2.1 Pengertian Pondasi

Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang ada di bawah nya. Pondasi adalah factor yang utama dalam mendirikan bangunan, jika pondasi di bawah kuat maka bangunan di atas nya akan kokoh dan tidak mengakibatkan penurunan.

### 2.2.2 Klasifikasi Pondasi

Dalam mendirikan bangunan terdapat beberapa klasifikasi teknis pondasi apa yang cocok di gunakan di area yang akan di bangun nya bangunan tersebut. Terdapat dua klasifikasi pondasi, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam.

### 2.2.3 Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal di definisikan sebagai pondasi yang mendukung bebannya secara langsung, seperti : pondasi telapak, pondasi memanjang, dan pondasi rakit.

### 2.2.4 Pondasi Dalam

Pondasi dalam di definisikan sebagai pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batuan yang terletak relatif jauh dari permukaan. Seperti : pondasi sumuran dan pondasi tiang.

## 2.3 Pondasi *Bored Pile*

### 2.3.1 Pengertian Pondasi *Bored Pile*

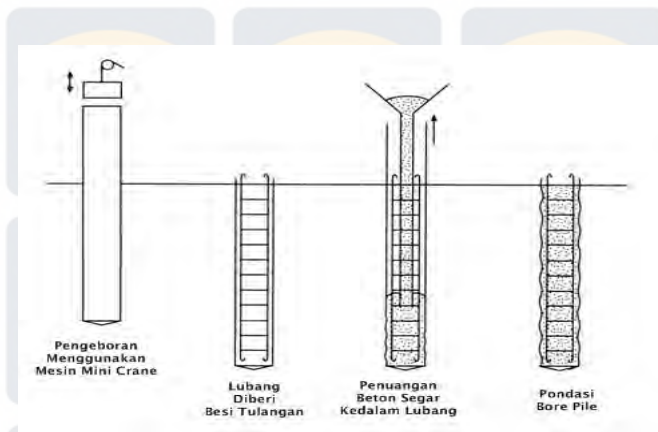
Pondasi *bored pile* adalah pondasi yang berbentuk silinder yang digunakan untuk meneruskan beban di atasnya lalu diteruskan ke dasar tanah yang keras di bawahnya. Pondasi ini menggunakan metode pengeboran dan pengecoran dengan pemasangan tulangan besi di dalamnya.

### 2.3.2 Jenis Pondasi *Bored Pile*

Pada dasar tiang dapat di modifikasi dan diperbesar sesuai daya dukungnya masing – masing. Ada beberapa jenis *bored pile* yaitu sebagai berikut :

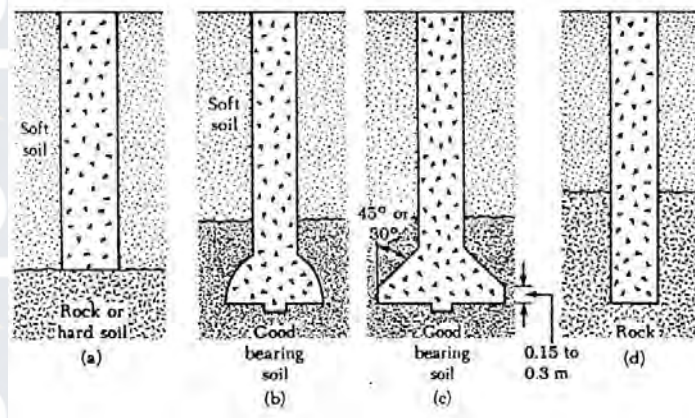
1. *Bored pile* lurus yang biasanya digunakan di area yang mempunyai jenis tanah yang cenderung padat dan berbatu.





Gambar 2.1 Pondasi *Bored Pile*, Sumber: *Google Images*

2. *Bored pile* dengan ujung yang berbentuk lonceng dan berbentuk trapesium biasanya di gunakan di area yang tanahnya cenderung lunak.



Gambar 2.2 Pondasi *Bored Pile*, Sumber: *Google Images*

### 2.3.3 Kelebihan Dan Kekurangan Pondasi *Bored Pile*

1. Kelebihan dari pondasi ini adalah sebagai berikut :
  - a. Pengerjaan nya tidak menimbulkan suara yang cukup besar
  - b. Diameter tiang nya dapat di atur
  - c. Tidak beresiko terjadinya kenaikan muka tanah
  - d. Kedalaman bervariasi sesuai data yang ada

e. pondasi ini dapat di pakai walaupun di area tersebut padat penduduk

2. Kekurangan pondasi ini adalah sebagai berikut :

- a. Mutu beton tidak dapat di control dengan baik
- b. Pondasi ini sedikit memakan waktu lama
- c. Cuaca juga cukup mempengaruhi dalam kegiatan pengecoran
- d. Biasanya sering terjadi kelongsoran jika pencegahan tidak di lakukan.

#### 2.3.4 Metode Pelaksanaan Pondasi *Bored Pile*

Metode kerja lapangan menerangkan bagaimana cara pelaksanaan *bored pile* di lapangan, sehingga penjelasan yang di jabarkan dapat dipahami. Untuk langkah – langkah pelaksanaan *bored pile* antara lain :

1. Persiapan lahan

Menyiapkan lahan dalam artian membuat akses jalan di lokasi bor dan membuat tanah di sekitaran lokai bor agar datar, sehingga alat bor dapat berdiri diatas lahan yang disiapkan. Alat yang digunakan untuk membantu meratakan tanah adalah *excavator*.

2. Pemasangan atau menata lembaran *plat* dengan ukuran tebal 1.2 mm, lebar

1.20 m dan panjang 2.40 m. plat ini di tata berjejer di posisi belakang titik stake out bore pile dengan jarak  $\pm 1.50$  meter. Alat yang digunakan untuk mengangkat plat ini menggunakan *Crane* 150 t. Tujuan dari pemasangan plat ini agar pada saat *crane bore* berada diatas *plat*. Maka *plat* dapat menahan beban *crane bore*. Sehingga tidak terjadi amblas atau penurunan tanah yg signifikan yang dapat membahayakan *crane bore* seperti *crane bore* miring atau bahkan tumbang.

3. Persiapan alat *crane bore* ke lokasi yang sudah disiapkan dan dipasang plat sebagai dudukan *crane bore* atau posisi *crane bore*.



4. Pemasangan *casing driver*, *casing driver* dengan diameter luar 900 mm dan panjang 5.00 m ini dipasang diawal pengeboran. *Casing driver* ini dipasang dengan tujuan agar proses pengeboran tidak terjadi kelongsoran. Cara pemasangan *casing driver* ini dengan cara menekan dan memutar ke dalam tanah dengan *crane bore*. *Casing driver* ini dipasang sampai casing tersisa  $\pm 80$  cm dari tanah existing dan  $\pm 4.20$  m didalam tanah. Penyisahan *casing driver*  $\pm 80$  cm diatas tanah ini ditujukan untuk penyambungan *casing driver* yang kedua.
5. Jika *casing driver* sudah terpasang untuk section pertama, maka proses pengeboran dilakukan menggunakan mata bor *auger* sedalam *casing driver* yang tertanam  $\pm 4.20$  meter. Auger digunakan untuk tanah bor kering. Biasanya pada proyek *bored pile tower 5*, pada kedalaman  $\pm 7$  meter kondisi tanah kering. Jika ditemui tanah lembek atau tanah yg diperkirakan rawan longsor maka akan digunakan mata *bor bucket*.
6. Pemasangan casing driver section kedua. Pemasangan *casing driver* ini di sambung menggunakan sistem baut yang dapat dipasang dan lepas kembali. Jika section 1 dan 2 sudah tersambung maka *crane bore* akan memasukkannya kembali sampai sisa  $\pm 80$  cm dari tanah *existing*.
7. Pengeboran menggunakan mata bor *auger* dilakukan kembali sampai kedalaman *casing driver* yang dipasang. Jika ditemui kondisi tanah basah atau mudah longsor. Maka pengeboran akan menggunakan mata bor bucket dan dengan system lubang bor di isi air.
8. Pemasangan *casing driver* section tiga, karena ditemukan tanah yang mudah longsor. Jika *casing driver* section tiga sudah terpasang. Maka lubang bor akan diisi dengan air. Fungsi air adalah untuk memudahkan bucket dalam mengangkat tanah dan berfungsi sebagai pembersih lubang bor.
9. Untuk proses pemasangan *casing driver* akan dihentikan jika sudah menemui lapisan tanah keras atau tanah yang tidak mudah longsor. Tetapi untuk pengeboran tetap menggunakan mata bor *bucket* sampai *end bore*. Pada proyek ini sampai kedalaman bor  $\pm 30$  meter dari tanah *existing*

10. Jika proses pengeboran sudah selesai. Proses selanjutnya adalah pemasangan besi tulangan. Pemasangan besi tulangan mengacu pada kedalaman bor dan untuk formasi besi mengikuti *shop drawing* detail pembesian . Jika kedalaman bor lebih pendek dari yang direncanakan. Maka akan dilakukan pemotongan besi pada section paling bawah, dan jika kedalaman bor melebihi dari yg direncanakan maka akan diperpanjang di formasi besi terbawah.
11. Pemasangan pipa *tremie*, pipa tremi dengan diameter 20 cm dan panjang 4.00 m per section. Pipa *treimi* dipasang sepanjang lubang bor yang akan di cor. System penyambungan menggunakan system drat yang dapat disambung dan lepas kembali sesuai kebutuhan berdasarkan panjang lubang bor. Untuk section paling atas sambungan kepala *treimi* menggunakan bucket *treimi*. Untuk semua pemasangan dan pengangkatan dibantu dengan alat *services crane*.
12. Pengecoran  
Pengecoran dilakukan dengan cara menuangkan cor beton dari mobil *concrete mixer* ke dalam *bucket treimi*. Dalam proses ini *treimi* belum langsung boleh diangkat atau di kocok naik turun oleh *services crane*. Sebelum *treimi* terisi penuh oleh cor beton. Hal ini dimaksudkan agar cor beton tidak tercampur dengan lumpur bercampur air yang ada di bawah lubang. Jika sudah terisi penuh baru boleh diangkat pelan dengan tujuan saat cor beton keluar dari ujung *treimi*. Cor beton dapat mengangkat lumpur ke atas. Karena masa cor beton lebih berat dari pada masa lumpur dan air. Pengecoran dilakukan sampai *elevasi cut off level bore pile Plus 1 m* diatas COL. Dengan tujuan cor beton saat kering pada posisi *cut off level* kondisi beton diharapkan baik.
13. Pengangkatan pipa *treimi* dari lubang bor, dengan cara membuka drat sambungan per section.
14. Mengangkat kembali casing driver *Crane servise* atau *crane bore* sampai semua casing driver terangkat. Dengan cara membuka baut sambungan dari semua *casing driver*.



## 2.4 Kapasitas Daya dukung Pondasi dari Hasil Sondir

Sondir atau *cone penetration test* (CPT) ini adalah tes uji yang cepat, yang sederhana dan ekonomis. Tes ini dapat di percaya di lapangan dengan pengukuran terus -menerus dari permukaan. Tes ini dapat mengelompokan lapisan tanah dan juga dapat memperkirakan kekuatan dan sifat karakter tanah tersebut, sehingga didapatkan data uji tanah yang sangat diperlukan untuk merencanakan daya dukung atau (*bearing capacity*) dari pondasi sebelum proyek dimulai. Untuk menghitung daya dukung pondasi berdasarkan hasil pengujian sondir dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Meyerhoff*, dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_{ult} = (q_c \times A_p) + (JHL \times K_{11}) \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

$Q_{ult}$  = Kapasitas daya dukung tiang pancang

$q_c$  = Tahanan ujung sondir

$A_p$  = Luas penampang tiang

JHL = Jumlah hambatan lekat

$K_{11}$  = Keliling tiang

Daya dukung ijin pondasi dinyatakan dengan rumus:

$$Q_{ijin} = \frac{q_c \times A_c}{3} + \frac{JHL \times K_{11}}{5} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

$Q_{ijin}$  = Kapasitas daya dukung ijin pondasi

$q_c$  = Tahanan ujung sondir

$A_p$  = Luas penampang tiang

JHL = Jumlah hambatan lekat

$K_{11}$  = Keliling tiang

Untuk menghitung daya dukung bored pile hasil dari sondir dapat menggunakan metode Aoki dan De Alencar. Daya dukung ultimit pondasi bored pile dinyatakan dengan rumus:

$$Q_{ult} = (q_b \times A_p) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

$Q_{ult}$  = Kapasitas daya dukung tiang pancang

$q_c$  = Tahanan ujung sondir

$A_p$  = Luas penampang tiang

Aoki dan Alencar mengusulkan untuk memperkirakan kapasitas dukung ultimit dari data sondir. Kapasitas dukung ujung persatuan luas ( $q_b$ ) diperoleh sebagai berikut:

$$Q_b = \frac{q_{ca}(\text{base})}{F_b} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

$Q_{ca}(\text{base})$  = perlawanan konus rata-rata 1,5 D diatas ujung tiang dan 1,5 dibawah ujung tiang.

$F_b$  = Faktor empiric tergantung pada tipe tanah.

**Tipe Tiang Pancang**

**$F_b$**

Bored Pile

3,5



Baja	1,75
Beton Pratekan	1,75

## 25 Kapasitas Daya Dukung Pondasi Berdasarkan Data SPT

*Standard Penetration Test* (SPT) adalah sejenis percobaan dinamis dengan memasukan alat yang dinamakan *split spoon* kedalam tanah. Data tanah sangat di butuhkan untuk merencanakan sebuah pondasi.

Tahanan ujung ultimit tiang ( $Q_b$ ) dihitung dengan persamaan:

$$Q_b = A_b \cdot f_b \dots \dots \dots (2.5)$$

Tahanan gesek dinding tiang ( $Q_s$ ) dihitung dengan persamaan:

$$Q_s = A_s \cdot f_s \dots \dots \dots (2.6)$$

Kapasitas daya dukung ultimit tiang ( $Q_{ult}$ ) adalah jumlah dari dari tahanan ujung ultimit tiang ( $Q_b$ ) dan tahanan gesek dinding tiang ( $Q_s$ ) antara sisi tiang dan tanah disekitarnya dinyatakan dalam persamaan berikut ini (*Hardiyatmo, 2010*):

$$Q_{ult} = Q_b + Q_s = A_b \cdot f_b + A_s \cdot f_s \dots \dots \dots (2.7)$$

Ket :  $Q_b$  = Tahanan ujung ultimit tiang

$Q_s$  = Tahanan gesek dinding tiang

$A_b$  = Luas ujung tiang bawah

$A_s$  = Luas selimut tiang

$f_b$  = Tahanan ujung satuan tiang

$f_s$  = Tahanan gesek satuan tiang