

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Pondasi**

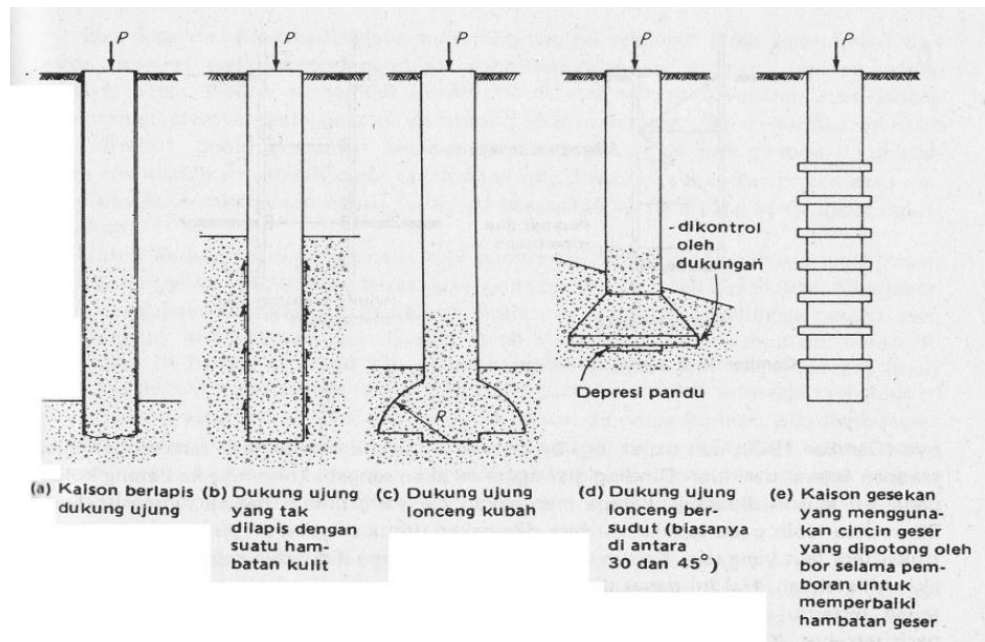
Yang dimaksud disini adalah suatu jenis konstruksi yang menjadi dasar suatu bangunan pondasi ini berfungsi sebagai penopang bangunan yang ada di atasnya dan ini diteruskan secara bertahap dan merata ke dalam lapisan tanah. Pengertian lain dari pondasi yaitu pondasi adalah konstruksi yang telah diperhitungkan sebaik mungkin sehingga hal ini dapat menjamin keseimbangan dan kestabilan bangunan terhadap berat yang akan dibebankan pada pondasi tersebut. Setelah kita mengetahui pengertian dari pondasi tersebut, mari kita lihat Jenis-jenis Pondasi yang perlu diketahui seperti pondasi dangkal dan pondasi dalam. Macam macam pondasi sesuai jenis nya sebagai berikut :

- Pondasi Dangkal
  1. Pondasi Batu Kali
  2. Pondasi Telapak
  3. Pondasi Rakit
  4. Pondasi Batu Bata
- Pondasi Dalam
  1. Pondasi Tiang Pancang
  2. Pondasi Sumuran

## **2.2 Pengertian Pondasi Sumuran**

Pondasi sumuran adalah suatu bentuk peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang. Pondasi ini digunakan apabila tanah dasar terletak pada kedalaman yang relatif dalam. Jenis pondasi dalam yang dicor ditempat dengan menggunakan komponen beton dan batu belah sebagai pengisinya. Pada umumnya pondasi sumuran ini terbuat dari beton bertulang atau beton pracetak, yang umum digunakan pada pekerjaan jembatan di Indonesia adalah dari silinder beton bertulang dengan diameter 250 cm, 300 cm, 350 cm, dan 400 cm.

Pondasi sumuran adalah pondasi yang dibangun dengan menggali cerobong tanah berpenampang lingkaran dan dicor dengan beton atau campuran batu dan mortar. Pondasi sumuran diklasifikasikan sebagai bentuk peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi dalam, digunakan apabila tanah dasar terletak pada kedalaman yang relatif dalam dengan persyaratan perbandingan kedalaman tertanam terhadap diameter lebih kecil atau sama dengan 4. Jika nilai perbandingan tersebut lebih besar dari 4 maka pondasi tersebut harus direncanakan sebagai pondasi tiang.



Gambar 2.1 Pondasi Sumuran

Ada beberapa alasan digunakannya pondasi sumuran dalam konstruksi :

1. Kedalaman tiang dapat divariasikan.
2. Selama pelaksanaan pondasi sumuran tidak ada suara yang ditimbulkan oleh alat pancang seperti yang terjadi pada pelaksanaan pondasi tiang pancang.
3. Ketika proses pemancangan dilakukan, getaran tanah akan mengakibatkan kerusakan pada bangunan yang ada di dekatnya, tetapi dengan menggunakan pondasi sumuran hal ini dapat dicegah.
4. Karena dasar dari pondasi sumuran dapat diperbesar, hal ini memberikan ketahanan yang besar untuk gaya keatas.
5. Pada pondasi tiang pancang, proses pemancangan pada tanah lempung akan membuat tanah bergelombang dan menyebabkan tiang pancang sebelumnya bergerak ke samping. Hal ini tidak terjadi pada konstruksi pondasi sumuran.
6. Pondasi sumuran mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap beban lateral.

7. Permukaan di atas di mana dasar pondasi sumuran didirikan diperiksa secara langsung.

Beberapa kelemahan dari pondasi sumuran :

1. Pengeboran dapat mengakibatkan gangguan kepadatan, bila tanah berupa pasir atau tanah berkerikil maka menggunakan bentonite sebagai penahan longsor.
2. Air yang mengalir ke dalam lubang bor dapat mengakibatkan gangguan tanah, sehingga mengurangi kapasitas daya dukung tanah terhadap tiang, maka air yang mengalir langsung dihisap dan dibuang kembali kedalam kolam air.
3. Keadaan cuaca yang buruk dapat mempersulit pengeboran dan pengecoran, dapat diatasi dengan cara menunda pengeboran dan pengecoran sampai keadaan cuaca memungkinkan atau memasang tenda sebagai penutup.
4. Akan terjadi tanah runtuh (ground loss) jika tindakan pencegahan tidak dilakukan, maka dipasang casing untuk mencegah kelongsoran.
5. Karena diameter tiang cukup besar dan memerlukan banyak beton dan material, untuk pekerjaan kecil mengakibatkan biaya meningkat maka ukuran tiang pondasi sumuran disesuaikan dengan beban yang dibutuhkan.
6. Walaupun penetersai sampai ke tanah pendukung pondasi dianggap telah terpenuhi, kadang-kadang terjadi bahwa tiang pendukung kurang sempurna karena adanya lumpur yang tertimbun didasar, maka dipasang pipa paralon pada tulangan pondasi untuk pekerjaan base grouting.

### **2.3 Unsur Unsur Pondasi Sumuran**

### **2.3.1 Tanah**

Pekerjaan tanah merupakan salah satu bagian yang sangat vital. Pekerjaan tanah di sini meliputi pekerjaan galian, timbunan, pengangkutan, dan pemadatan tanah. Pada umumnya pekerjaan tanah dikerjakan dengan bantuan alat berat. Perilaku setiap pondasi sangat tergantung pada karakteristik tanah atau batuan dibawahnya. Istilah batuan dan tanah menunjukkan perbedaan yang sangat jelas antara dua macam material pondasi. Batuan dianggap sebagai suatu agregat alam dari butiran mineral yang dilekatkan oleh gaya kohesif yang kuat dan permanen. Sedangkan tanah dianggap sebagai suatu agregat alam dari butiran mineral, dengan atau tanpa organik, yang dapat dipisahkan dengan cara mekanis ringan seperti pengadukan dalam air. Walaupun demikian, kenyataan tidak ada perbedaan yang mencolok antara batuan dan tanah. Batuan yang paling kuat dan keras dapat dilemahkan melalui proses pelapukan oleh cuaca, dan beberapa tanah yang mengalami pengerasan dapat mempunyai kekuatan setara dengan batuan yang mengalami pelapukan.

Secara umum, telah diketahui bahwa tanah dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa golongan berdasarkan sifat - sifat teknik tertentu yang mirip. Oleh karena itu, mengklasifikasikan dengan tepat material bawah permukaan tanah merupakan langkah penting untuk setiap pekerjaan pondasi. Istilah - istilah utama yang dipakai untuk tanah adalah kerikil, pasir, lanau, dan lempung. Pada kondisi alam, tanah dapat terdiri dari dua atau lebih campuran jenis - jenis tanah dan kadang-kadang terdapat pula kandungan bahan organik. Material campurannya kemudian dipakai sebagai nama tambahan dibelakang material unsur utamanya.

Sebagai contoh, lempung berlanau adalah tanah lempung yang mengandung lanau dengan material utamanya adalah lempung dan sebagainya.

Tanah terdiri dari 3 komponen, yaitu udara, air dan bahan padat. Udara dianggap tidak mempunyai pengaruh teknis, sedangkan air sangat mempengaruhi sifat - sifat teknis tanah. Ruang diantara butiran - butiran, sebagian atau seluruhnya dapat terisi oleh air atau udara. Bila rongga tersebut terisi air seluruhnya, tanah dikatakan dalam kondisi jenuh. Bila rongga terisi udara dan air, tanah pada kondisi jenuh sebagian (partially saturated). Tanah kering adalah tanah yang tidak mengandung air sama sekali atau kadar airnya nol (Hardiyatmo, 1996).

### **2.3.2 Pengujian Tanah**

Tujuan penelitian tanah adalah untuk mengetahui kondisi geologi dan geoteknik tanah untuk berbagai keperluan seperti desain pondasi, pertambangan, kestabilan lereng, pembuatan jalan, dll. Jasa yang diberikan mencakup pekerjaan pengeboran coring dan non-coring, test in-situ seperti Standard Penetration Test (SPT), Cone Penetration Test (CPT/Sondir), Uji Baling-Baling, dan Test Permeabilitas. Sampel terganggu dan tidak-terganggu diambil dari lubang bor untuk dianalisa di laboratorium tanah kami untuk mengukur properti index dan sifat teknis seperti kadar air, kepadatan, distribusi ukuran partikel, Atterberg Limits, specific gravity, unconfined compression test, triaxial test, direct shear test, konsolidasi, dll.

#### **A. Pengujian Lapangan**

Pengambilan Sampel Tanah Dangkal yaitu :

- Hand Auger Boring

Pengeboran dilakukan dengan menggunakan bor ulir tangan atau dengan metode coring menerus menggunakan diameter inti 73 mm. Sampel tidak terganggu untuk pengujian laboratorium diambil dengan menggunakan thin wall shelby tube dengan diameter 70 mm dan panjang 70 cm.

- Standard Penetration Test (SPT)

SPT dilakukan dengan menggunakan prosedur dan peralatan sesuai ASTM D1586 - 84, "Standard Method for Penetration Test and Split Barrel Sampling of Soils". Besarnya tahanan tanah dalam test ini dinyatakan dengan nilai-N. Jumlah pukulan palu SPT pada ujung atas stang bor yang menyebabkan penurunan split spoon pada ujung bawah stang bor masuk ke dalam tanah sedalam 3 x 15cm dicatat. Jumlah pukulan 2 x 15cm terakhir disebut nilai N. Hasil test dicatat dalam boring log.

- Dutch Cone Penetration Test (CPT/Sondir)

Cone Penetration Test (CPT) yang kita kenal sebagai test Sondir digunakan untuk mengetahui profil ke dalam tanah secara menerus yang dinyatakan dengan nilai tahanan ujung konus dan tahanan selimut. Interpretasi yang tepat terhadap data ini dapat digunakan untuk mengestimasi profil tanah, kepadatan relatif (untuk pasir), kuat geser tanah, kekakuan tanah, permeabilitas tanah atau koefisien konsolidasi, kuat geser selimut tiang, dan kapasitas daya dukung ujung tiang.

- Pengeboran Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah tidak-terganggu dilakukan dengan mengikuti prosedur ASTM D 1587-83 "Standard Practice for Thin-Walled Tube Sampling of Soils". Sampel tanah tidak-terganggu diambil dari kedalaman tertentu sesuai spesifikasi dengan menggunakan shelby tube sampler (tabung sampel berdinding tipis). Sampel tanah yang telah diambil dari lubang pengeboran disimpan dan dilindungi terhadap benturan, getaran dan perubahan kelembaban air, dengan tujuan untuk menjaga struktur tanah dan komposisi fisik sesuai dengan kondisi aslinya sampai dikeluarkan dari tabung untuk ditest di laboratorium tanah kami. Kedalaman pengambilan sampel dicatat dalam boring log.

Pengujian Tanah Dilapangan yang lain :

- a. Plate grade Modulus (K) CBR,
- b. Kepadatan Tanah (Curah & kering),
- c. Uji Baling-baling
- d. Test Permeabilitas

## **B. Uji Laboratorium Mekanika Tanah**



Pekerjaan di laboratorium tanah terdiri dari pengujian untuk sampel terganggu dan sampel tidak-terganggu yang diambil dari lapangan. Tujuan dari pekerjaan ini adalah untuk mengetahui sifat mekanis dan fisik tanah. Pengujian tanah di laboratorium dilaksanakan dengan mengikuti standar American Society Testing Materials (ASTM) atau American Association State Highway Transportation Officials (AASHTO), sedangkan klasifikasi tanah mengikuti standar Unified Soil Classification System (USCS). Pekerjaan laboratorium tanah mencakup,

Pengujian fisik tanah alami adalah sebagai berikut :

- Klasifikasi dan Index Properties
- Kadar kelembaban, Berat jenis (Kepadatan)
- Kepadatan Partikel (Specific Gravity)
- Distribusi ukuran partikel (Uji Saringan dan Hydrometer)
- Berat Jenis Kering dan Hubungan kadar kelembaban
- Atterberg Limits (Batas cair, Batas plastis, & Batas susut)

Pengujian sifat teknis tanah adalah sebagai berikut :

- Unconfined Compression (UC)
- Unconsolidated Undrained (UU) Triaxial Compression
- Consolidated Undrained (CU) Triaxial Compression
- Consolidated Drained (CD) Triaxial Compression
- Direct Shear (Undrained and Drained)
- California Bearing Ratio (CBR)

### **C. Pekerjaan Tanah**

Analisa tanah meliputi pengolahan data, analisa dan evaluasi sebagai dasar untuk memberikan rekomendasi adalah sebagai berikut :

- Rencana sistem pondasi
- Analisa kapasitas daya dukung pondasi
- Analisa penurunan
- Rekomendasi perbaikan tanah

### 2.3.3 Daya Dukung Tanah

Persamaan - persamaan daya dukung yang berkaitan dengan sifat - sifat tanah, umumnya dibagi menjadi dua klasifikasi tanah, yaitu:

- Tanah berbutir kasar (granular soil)

Contoh tanah berbutir kasar adalah tanah pasir. Salah satu parameter penting tanah pasir adalah sudut geser dalam,  $\phi$ . (internal friction)

- Tanah berbutir halus (cohesion soil)

Contoh tanah berbutir halus adalah tanah lempung (clay) dan tanah lanau (silt). Parameter penting yang ada pada tanah ini adalah nilai kohesi tanah, Asumsi Terzhagi dalam menganalisis daya dukung :

- a. Pondasi memanjang tak terhingga
- b. Tanah di dasar pondasi dianggap homogen
- c. Berat tanah di atas pondasi dapat diganti dengan beban terbagi rata sebesar  $q = D \times \gamma$ , dengan  $D$  adalah kedalaman dasar pondasi,  $\gamma$  adalah berat volume tanah di atas dasar pondasi.

- Tahanan geser tanah di atas dasar pondasi diabaikan

- Dasar pondasi kasar
- Bidang keruntuhan terdiri dari lengkung spiral logaritmis dan linier
- Baji tanah yang terbentuk di dasar pondasi dalam keadaan elastis dan bergerak bersama-sama dengan dasar pondasinya.
- Pertemuan antara sisi baji dengan dasar pondasi membentuk sudut sebesar sudut gesek dalam tanah  $\phi$ .
- Berlaku prinsip superposisi
- Pengaruh Bentuk Pondasi

Terzhagi memberikan pengaruh faktor bentuk terhadap daya dukung ultimit yang didasarkan pada analisis pondasi memanjang, yang diterapkan pada bentuk pondasi yang lain:

- Pondasi menerus

$$q_u = c.N_c + q.N_q + 0,4. \gamma.B.N_\gamma$$

- Pondasi bujur sangkar:

$$q_u = 1,3 c.N_c + q.N_q + 0,4. \gamma.B.N_\gamma$$

- Pondasi lingkaran:

$$q_u = 1,3 c.N_c + q.N_q + 0,3. \gamma.B.N_\gamma$$

- Pondasi empat persegi panjang:

$$q_u = c.N_c (1 + 0,3 B/L) + q.N_q + 0,5. \gamma.B.N_\gamma (1 - 0,2 B/L)$$

Keterangan :

$q_u$	: daya dukung ultimate
$c$	: kohesi tanah
$q$	: $\gamma \cdot D_f$ = tekanan overburden pada dasar pondasi
$\gamma$	: berat volume tanah
$D_f$	: kedalaman pondasi
$B$	: lebar/diameter pondasi
$L$	: panjang pondasi
$N_c, N_q, N_\gamma$	: faktor daya dukung pondasi

### 2.3.3 Struktur Pondasi Sumuran

Pada perhitungan sebelumnya dimensi penampang pondasi ditentukan oleh berapa besar beban aksial / berat bangunan yang dipikul masing masing kolom, maka penulangan pondasi ditentukan oleh gaya momen dan gaya geser yang bekerja pada pondasi. Perhitungannya adalah sebagai berikut :

- Menentukan momen nominal

$$M_n = M_u : \phi$$

Dimana :

$\phi$  : Faktor reduksi struktur pemikul beban aksial tulangan spiral 0,7

$M_n$  : Momen nominal yang bekerja (kgm)

$M_u$  : Momen maksimum yang bekerja pada tiang (kg m)

- Menghitung nilai  $p_{min}$ ,  $\rho$ ,  $p_{max}$

$$\rho_{\min} = 1,4 : f_y$$

Dimana :

$\rho_{\min}$  : rasio tulangan minimum

$f_y$  : kuat tarik tulangan baja (MPa)

Kemudian setelah itu hitung rasio tulangan maksimum. Sebelumnya kita harus menghitung rasio tulangan seimbang (*balance*)

$$\rho_b = (0,85 \cdot \beta \cdot f_c' : f_y) \times (600 : (600 + f_y))$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

Dimana :

$\rho_b$  : rasio tulangan seimbang (*balance*)

$\rho_{\max}$  : rasio tulangan maksimum

$f_c'$  : nilai kuat tekan beton (MPa)

Selanjutnya menghitung rasio tulangan yang digunakan ( $\rho$ ) dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$m = f_y : 0,85 \cdot f_c'$$

$$d = b - s - \frac{1}{2} \emptyset \quad (18)$$

$$R_n = M_n : b \cdot d^2$$

$$\rho = 1 : m \cdot 1 - 1 - 2m \cdot R_n f_y$$

Dimana :

$\rho$  : rasio tulangan yang digunakan

$b$  : lebar pondasi

$d$  : lebar efektif pondasi

$\emptyset$  : diameter tulangan

- Menghitung Luas Tulangan

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d \quad (21)$$

- Menghitung jumlah tulangan yang dibutuhkan

$$A_s \text{ tulangan} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d)^2 \quad (22)$$

$$n = A_s \text{ perlu} : A_s \text{ tulangan}$$

- Perhitungan Tulangan Geser

$$V_c = (1 + V_u : A_g) \cdot (f_c' : 6) \cdot (b_w \cdot d)$$

$$V_u < \phi V_c \quad (25)$$

$$V_u < 0,7 V_c$$

Dimana :

$V_c$  : Tegangan geser ijin beton (kg)

$A_g$  : Luas penampang pondasi (cm<sup>2</sup>)

$f_c'$  : Mutu beton yang digunakan (MPa)

$b_w$  : Diameter pondasi (cm)

$d$  : Lebar efektif

$V_u$  : Gaya geser yang bekerja (diambil dari ETABS) pondasi (cm)

## 2.4 Tinjauan Penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya

1. Gedung Laboratorium FPIK Universitas Diponegoro Dikerjakan oleh PT. Sinar Cerah Sempurna Tahun 2016, Semarang.
2. Gedung Progdil Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Oleh PT. Sinar Cerah Sempurna Tahun 2016, Semarang