

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN DAN METODE PELAKSANAAN  
PONDASI BORE PILE PROYEK PEMBANGUNAN  
BUTIK GUNUNG LANGIT MANADO**

**Diajukan Sebagai Persyaratan Untk Menyelesaikan Studi Pada Program Studi  
Diploma IV Konsentrasi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil**

**Disusun Oleh:**

LEONARDO . MANDAK

NIM. 12 012 054

**Dosen Pembimbing**

**Sudarno,ST . MT**  
NIP. 19650116 199003 1 002

**Dr. Debby Wilar, ST, M.Eng.S**  
NIP.19670315 199502 1 001



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN  
TINGGI POLITEKNIK NEGERI MANADO JURUSAN TEKNIK  
SIPIL TAHUN 2016**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pondasi adalah konstruksi struktur bawah yang memikul seluruh beban dari bangunan untuk diteruskan ke tanah. Cara penerusan beban oleh pondasi ke tanah ada yang berdasarkan daya dukung tanah. Kegagalan di pekerjaan pondasi akan menyebabkan kegagalan diseluruh konstruksi bangunan. Untuk itu diperlukan pemahaman gambar dan spesifikasi dengan baik.

Pekerjaan pondasi pada umumnya merupakan pekerjaan awal dari suatu proyek konstruksi. Pada proses ini sebaiknya dilakukan dengan hati-hati karena sangat menentukan struktur atas nantinya.

Fungsi dari pondasi *borepile* sama dengan pondasi tiang pancang, tapi memiliki perbedaan pada proses pengerjaannya yaitu dimulai dengan pelubangan tanah sampai pada kedalaman yang sudah direncanakan, kemudian pemasangan tulangan besi yang dilanjutkan dengan pengecoran beton.

*Bored pile* adalah alternatif lain apabila dalam pelaksanaan pembuatan pondasi tidak memungkinkan untuk menggunakan tiang pancang (*spoon pile*), dikarenakan dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan sekitar (getaran, kebisingan, dan lain-lain), lokasi yang sempit dan kondisi lain yang dapat mengganggu atau mempengaruhi pekerjaan aktifitas disekitar proyek pembangunan.

Pada perhitungan pondasi bor pile ini direncanakan menggunakan pondasi bor pile dengan diameter 0,3m. Karakteristik berdasarkan data uji N-SPT yang didapat dari hasil penyelidikan tanah. Didapat tanah keras  $> 20m$ .

Dalam pembangunan Gedung Butik di Kawasan Taman Kesatuan Bangsa (TKB) Manado Sulawesi Utara, Pada pekerjaan pondasi *bored pile* dibuat dengan memakai metode *wet boring* (bor basah).

Perencanaan pondasi *bore pile* mencakup rangkaian kegiatan yang dilaksanakan dengan berbagai tahapan yang meliputi studi kelayakan

dan perencanaan teknis. Semua itu dilakukan supaya menjamin hasil akhir suatu konstruksi yang kuat, aman serta ekonomis.

Harapan dari pekerjaan pondasi *bored pile* ini adalah tidak mengganggu aktifitas disekitar proyek pembangunan antara lain : getaran, kebisingan, dan lain-lain), lokasi yang sempit dan kondisi lain yang dapat mengganggu atau mempengaruhi pekerjaan aktifitas disekitar proyek pembangunan butik gunung langit tersebut.

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

1. Adapun maksud dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :
  - a) Menrencanakan kembali dimensi pondasi *bored pile* butik gunung langit, untuk mengetahui apakah mampu memikul beban yang bekerja di atasnya atau tidak.
2. Adapun tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :
  - a) Menghitung daya dukung pondasi *bore pile* dari hasil standar penetrasi test (SPT).
  - b) Menghitung Tulangan
  - c) Metode pelaksanaan pekerjaan pondasi *bored pile*

## **1.3 Pembatasan Masalah**

Untuk menyelesaikan tulisan ini, penulis membatasi masalah sebagai berikut :

1. Pada proyek Butik Gunung Langit Manado Sulawesi Utara.
2. Menghitung daya dukung pondasi *bore pile* dari hasil standar penetrasi test (SPT).
3. Metode pelaksanaan pekerjaan pondasi *bored pile*.

## **1.4 Metodologi Penelitian**

Dalam penulisan Tugas Akhir ini dilakukan beberapa cara untuk dapat mengumpulkan data yang mendukung agar Tugas Akhir ini diselesaikan dengan baik, beberapa cara yang dilakukan antar lain :

#### 1. Metode Observasi

Untuk memperoleh data yang berhubungan dengan data teknis pondasi *bored pile* diperoleh langsung dari hasil survei Proyek Butik Gunung Langit Manado Sulawesi utara.

#### 2. Pengambilan Data

Pengambilan data yang diperlukan dalam perencanaan diperoleh dari Gunung Langit Manado Sulawesi utara selaku kontraktor berupa hasil data SPT dan Sondir.

#### 3. Melakukan Studi Keperpustakaan

Membaca buku-buku yang berhubungan dengan masalah yang ditinjau untuk penulisan Tugas Akhir ini.

#### 4. Pengambilan data dari literatur

Yaitu dengan cara mengumpulkan data dari buku-buku literatur yang berhubungan dengan pokok pembahasan, serta pengambilan data-data pendukung dan teori dasar melalui media elektronik.

#### 5. Konsultasi langsung dengan dosen pembimbing serta pihak-pihak yang terkait dengan penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

### 1.5 Sistematika Penulisan

Rancangan sistematika penulisan secara keseluruhan pada tugas akhir ini terdiri dari 4 (Empat) bab, uraian masing-masing bab adalah sebagai berikut:

#### BAB I                      PENDAHULUAN

Bab ini merupakan pengantar sebelum masuk pada pembahasan. Pada bab ini dijelaskan tentang Latar Belakang, Maksud dan Tujuan, Pembatasan Masalah, Metodologi Penelitian serta Sistematika Penulisan.

**BAB II DASAR TEORI**

Bab ini berisi landasan teori tentang pondasi *bored pile* beserta metode pelaksanaan pondasi *bored pile*

**BAB III PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang perhitungan Struktur pondasi *bored pile* dan metode pelaksanaan pekerjaan pondasi *bored pile*.

**BAB IV PENUTUP**

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penulis tugas akhir mengenai perhitungan Pondasi pada pembangunan proyek gedung Butik Gunung Langit.

**DAFTAR PUSTAKA****LAMPIRAN**

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Umum**

Pondasi tiang adalah suatu konstruksi yang mampu menahan gaya *orthogonal* (tegak lurus) ke sumbu tiang dengan cara menyerap lenturan. Pondasi tiang dibuat menjadi satu kesatuan yang *monolit* (kokoh) dengan menyatukan pangkal tiang yang terdapat di bawah konstruksi, dengan tumpuan pondasi (Sosrodarsono dan K.Nakazaw, dalam Zahra 2013).

Pondasi tiang digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam. Pondasi jenis ini dapat juga digunakan untuk mendukung bangunan yang menahan gaya angkat ke atas, terutama pada bangunan-bangunan tingkat yang dipengaruhi oleh gaya-gaya guling akibat beban.

Pondasi tiang digunakan untuk beberapa maksud, antara lain:

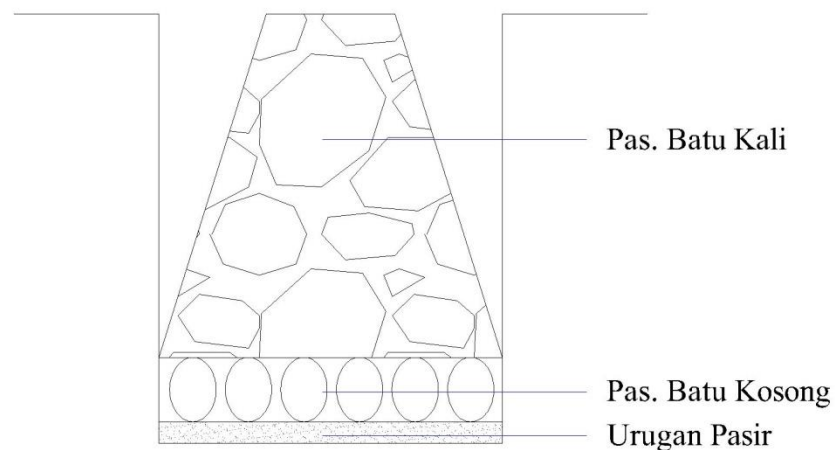
1. Untuk meneruskan beban bangunan yang terletak di atas air atau tanah lunak, ke tanah pendukung yang kuat.
2. Untuk meneruskan beban ke tanah yang relatif lunak sampai kedalaman tertentu sehingga bangunan mampu memberikan dukungan yang cukup untuk mendukung beban tersebut oleh gesekan dinding tiang dengan tanah disekitarnya.
3. Untuk mengangker bangunan yang dipengaruhi oleh gaya angkat ke atas akibat tekanan hidrostatis atau momen penggulingan
4. Untuk menahan gaya-gaya horizontal dan gaya yang arahnya miring.
5. Untuk memadatkan tanah pasir, sehingga kapasitas dukung tanah tersebut bertambah.
6. Untuk mendukung pondasi bangunan yang permukaan tanahnya mudah tergerus air (H. C. Hardiyatmo dalam Aprili 2012).

## 2.2 Pondasi Dangkal

### 2.2.1 Pondasi Batu Kali

Pondasi batu kali biasanya hanya dipakai untuk konstruksi yang tidak berat, seperti pagar, rumah tinggal sederhana yang tidak bertingkat. Pondasi batu kali biasanya ditempatkan menerus untuk pondasi dinding. Seluruh beban atap/ beban bangunan umumnya dipikul oleh kolom dan dinding, di teruskan ke tanah melalui pondasi menerus sepanjang dinding bangunan.

Pondasi batu kali hanya mempertimbangkan berat beban yang bekerja tanpa mempertimbangkan beban momen yang terjadi, yang oleh karena itu kurang tepat apabila dipakai pada konstruksi bangunan yang berat/bertingkat tinggi.

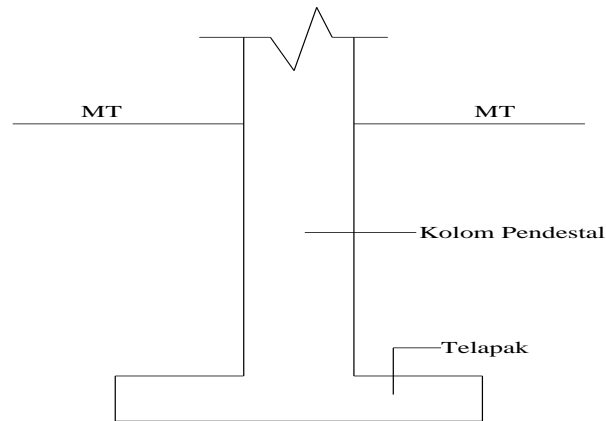


**Gambar 2.1.** Pondasi Batu Kali

### 2.2.2 Pondasi Telapak

Pondasi telapak dibuat dari beton bertulang, dengan kedalaman tanah kuat mencapai 2,00 m dibawah permukaan tanah. Bentuk pondasi telapak dapat dilihat pada gambar 2.2. pondasi telapak harus dirancang untuk menahan beban terfaktor

dan reaksi tanah diakibatkannya, sesuai dengan ketentuan perencanaan yang berlaku dalam tata cara ini dan seperti yang tercantum dalam pasal 17 (SNI 03-2847-2002).



**Gambar 2.2.** Pondasi Telapak

## 2.3 Pondasi Dalam

### 2.3.1. Pondasi *Bored Pile*

Bore pile dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi tulangan dan dicor beton. Tiang ini biasanya, dipakai pada tanah yang stabil dan kaku, sehingga memungkinkan untuk membentuk lubang yang stabil dengan alat bor. Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan kemudian pipa ini ditarik keatas pada waktu pengecoran beton. (Girsang,2009)

Pada tanah yang keras atau batuan lunak, dasar tiang dapat dibesarkan untuk menahan tahanan dukung ujung tiang.

Ada berbagai jenis pondasi bore pile yaitu:

1. Bore pile lurus untuk tanah keras
2. Bore pile yang ujungnya diperbesar berbentuk bel
3. Bored pile yang ujungnya diperbesar berbentuk trapesium
4. Bore pile lurus untuk tanah berbatu



Ada beberapa alasan digunakannya pondasi bore pile dalam konstruksi :

1. Bore pile tunggal dapat digunakan pada tiang kelompok atau pile cap
2. Kedalaman tiang dapat divariasikan
3. Bore pile dapat didirikan sebelum penyelesaian tahapan selanjtnya
4. Ketika proses pemancangan dilakukan, getaran tanah akan mengakibatkan kerusakan pada bangunan yang ada didekatnya, tetapi dengan penggunaan pondasi bore pile hal ini dapat dicegah
5. Pada pondasi tiang pancang, proses pemancangan pada tanah lempung akan membuat tanah bergelombang dan menyebabkan tiang pancang seblumnya bergerak ke samping. Hal ini tidak terjadi pada konstruksi pondasi borepile.
6. Selama pelaksanaan pondasi bore pile tidak ada suara yang ditimbulkan oleh alat pancang seperti yang terjadi pada pelaksanaan pondasi tiang pancang.
7. Karena dasar dari pondasi bore pile dapat diperbesar, hal ini memberikan ketahanan yang besar untuk gaya keatas.
8. Permukaan diatas dimana dasar bore pile didirikan dapat diperiksa secara langsung.
9. Pondasi bore pile mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap beban lateral.

Beberapa kelemahan dari pondasi bore pile :

1. Keadaan cuaca yang buruk dapat mempersulit pengeboran dan pengecoran, dapat diatasi dengan cara menunda pengeboran dan pengecoran sampai keadaan cuaca memungkinkan.
2. Pengeboran dapat mengakibatkan gangguan kepadatan, bila tanah berupa pasir atau tanah berkerikil maka menggunakan bentonite sebagai penahan longsor.
3. Pengecoran beton sulit bila dipengaruhi air tanah karena mutu beton tidak dapat dikontrol dengan baik, maka diatasi dengan cara ujung pipa tremie berjarak 25-50 cm dari dasar lubang pondasi.
4. Air yang mengalir kedalam lubang bor dapat mengakibatkan gangguan tanah, sehingga mengurangi kapasitas dukung tanah terhadap tiang, maka air yang mengalir langsung dihisap dan dibuang kembali kedalam kolam air.
5. Akan terjadi tanah runtuh jika tindakan pencegahan tidak dilakukan, maka dipasang casing untuk mencegah kelongsoran.

6. Karena diameter tiang cukup besar dan memerlukan banyak beton dan material, untuk pekerjaan kecil mengakibatkan biayanya sangat melonjak maka ukuran tiang bore pile disesuaikan dengan beban yang dibutuhkan.
7. Walaupun penetrasi 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 bore pile untuk pekerjaan base grouting.

Menurut *Dr.ir.L.D.Wesley* dalam bukunya *Mekanika Tanah 1*, pondasi dalam seringkali diidentikkan sebagai pondasi tiang yaitu suatu struktur pondasi yang mampu menahan gaya *orthogonal* ke sumbu tiang dengan menyerap lenturan. Pondasi tiang di buat menjadi satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang yang terdapat dibawah konstruksi dengan tumpuan pondasi. Untuk keperluan perencanaan, tiang dapat dibagi menjadi dua golongan:

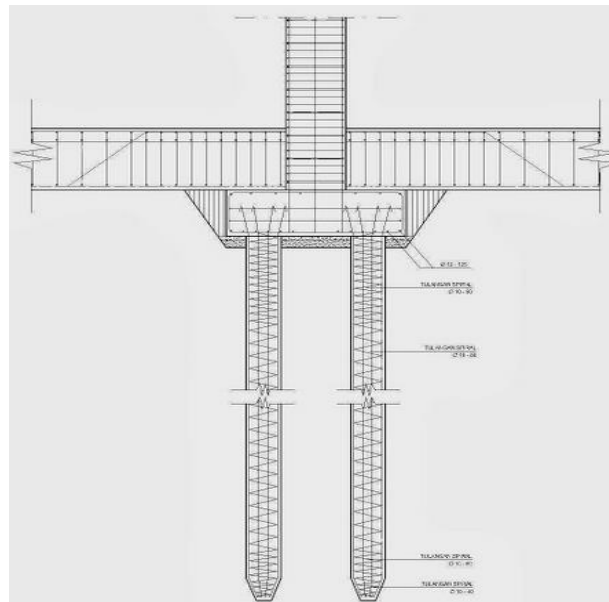
- a. Tiang yang tertahan pada ujung (*end bearing pile* atau *point bearing pile*).  
Tiang semacam ini dimasukkan sampai lapisan tanah keras, sehingga daya dukung tanah untuk pondasi ini lebih ditekankan pada tahanan ujungnya. Untuk tiang tipe ini harus diperhatikan bahwa ujung tiang harus terletak pada lapisan keras. Lapisan keras ini boleh dari bahan apapun, meliputi lempung keras sampai batuan keras.
- b. Tiang yang tertahan oleh peletakan antara tiang dengan tanah (*friction pile*) kadang - kadang ditemukan keadaan tanah dimana lapisan keras sangat dalam sehingga pembuatan tiang sampai lapisan tersebut sukar dilaksanakan. Maka untuk menahan beban yang diterima tiang, mobilisasi tahanan sebagian besar ditimbulkan oleh gesekan antara tiang dengan tanah (*skin friction*). Tiang semacam ini disebut *friction pile* atau juga sering disebut sebagai tiang terapung (*floating piles*). Pondasi dalam sering dibuat dalam bentuk tiang pancang maupun kaisan ( $D/B \geq 4$ ).

Menurut Nakazawa (2000) bentuk datar dari kaisan adalah lingkaran, bulat telur atau segi empat. Bentuk ini ditentukan oleh bentuk dan ukuran bangunan dan skala beban, tetapi umumnya dianggap sebanding dengan bentuk dasar bangunan.

Pondasi dalam adalah pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak jauh dari permukaan dengan kedalaman  $Df/B$ , seperti:

- a. Pondasi sumuran (*pier foundation*) yaitu pondasi yang merupakan peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang, digunakan bila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman yang relatif dalam, dimana pondasi sumuran nilai kedalaman ( $Df$ ) dibagi lebarnya ( $B$ ) lebih besar 4 sedangkan pondasi dangkal  $Df/B \leq 1$ .
- b. Pondasi tiang (*pile foundation*), digunakan bila tanah pondasi pada kedalaman yang normal tidak mampu mendukung bebannya dan tanah kerasnya terletak pada kedalaman yang sangat dalam. Pondasi tiang umumnya berdiameter lebih kecil dan lebih panjang dibanding dengan pondasi sumuran.

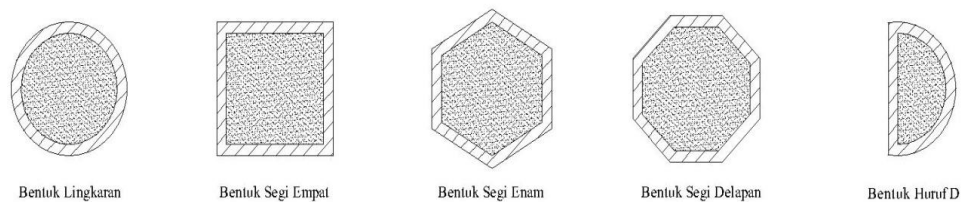
Menurut, Hardiyatmo (2002), jika tiang pancang dipasang dengan cara dipukul ke dalam tanah, tiang bor dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian dimasukkan tulangan yang telah dirangkai ke dalam lubang bor dan kemudian dicor beton. Untuk memperoleh tahanan ujung yang tinggi, kadang-kadang tiang bor diperbesar pada ujungnya.



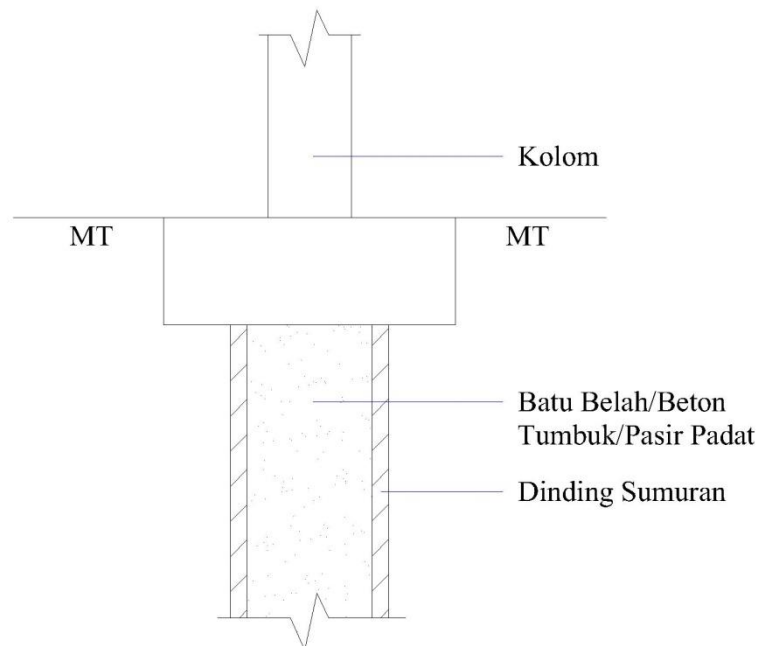
**Gambar 2.3.** Pondasi Bore Pile

### 2.3.2. Pondasi Sumuran

Pondasi sumuran adalah suatu bentuk pondasi yang dapat dikatakan sebagai peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi dalam (pondasi tiang). Pondasi sumuran digunakan apabila tanah dasar terletak pada kedalaman yang relatif dalam. Pondasi sumuran merupakan jenis pondasi dalam yang dibuat ditempat dengan menggunakan komponen beton dan batu belah sebagai pengisinya. Pada umumnya pondasi sumuran ini dibuat dari beton bertulang atau beton pracetak. Pondasi sumuran juga disebut dengan *caisson* (Prancis) atau *well foundation* (Inggris, Amerika), banyak digunakan apabila  $4 < DF/B < 10$  dengan DF adalah kedalaman pondasi, dan B adalah lebar atau diameter pondasi (K basah S, 1994).



**Gambar 2.4.** Bentuk Pondasi Sumuran



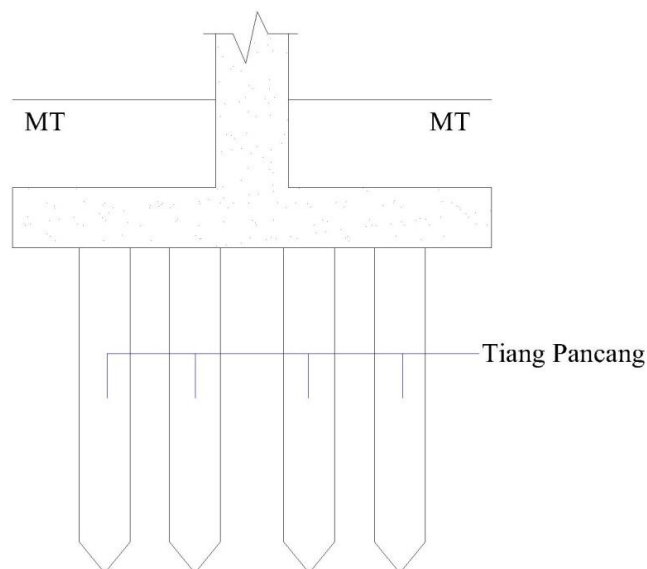
**Gambar 2.5.** Potongan Pondasi Sumuran

### 2.3.3. Pondasi Tiang Pancang

Penggunaan pondasi tiang pancang didasarkan pada perhitungan adanya beban yang besar akan diterima pondasi sehingga penggunaan pondasi langsung tidak efektif lagi, dan juga berdasarkan pada jenis tanah pada lokasi pondasi akan dibangun kondisi relatif lunak sehingga penggunaan pondasi langsung tidak ekonomis. Bila dilihat dari segi pembuatannya, pondasi tiang pancang mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan pondasi lain. Adapun keuntungannya adalah sebagai berikut:

1. Biaya pembuatan kemungkinan bisa besar, akan tetapi dapat lebih murah bila dikonversikan dengan kekuatan yang dapat dihasilkan.
2. Pelaksanaan lebih mudah
3. Peralatan yang didapat mudah didapat
4. Para pekerja di Indonesia sudah cukup terampil untuk melaksanakan bangunan yang mempergunakan pondasi tiang pancang.
5. Waktu pelaksanaannya relatif lebih cepat

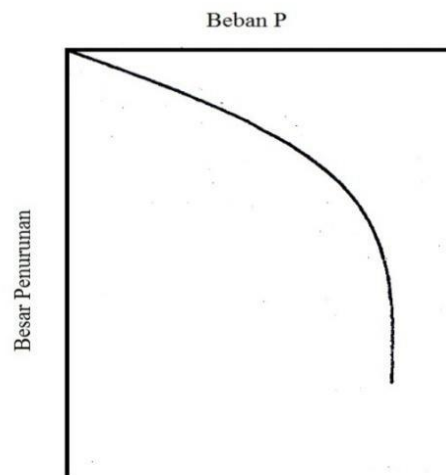
Secara umum pemakaian pondasi tiang pancang dipergunakan apabila tanah dasar di bawah bangunan tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan, dan juga letak tanah kerasyang memiliki daya dukung yang cukup untuk memikul berat dari beban bangunan terletak pada posisi yang sangat dalam.



**Gambar 2.6.** Pondasi Tiang Pancang

## 2.4 Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah didefinisikan sebagai kekuatan maksimum tanah menahan tekanan dengan baik tanpa menyebabkan terjadinya failure. Sedangkan failure pada tanah adalah penurunan (*sattlement*) yang berlebihan atau ketidakmampuan tanah melawan gaya geser dan untuk meneruskan beban pada tanah. (*Bowles J.E, 1993* dalam Diglib Unila, 11/2011).



**Gambar 2.7.** Daya Dukung Batas Dari Tanah Pondasi

Gambar diatas menunjukkan bahwa apabila beban bekerja pada tanah pondasi dinaikkan maka penurunan akan meningkat dengan cepat setelah gaya telah mencapai gaya tertentu dan kemudian penurunan akan terus berlanjut, meskipun beban tidak ditambah lagi.

Pengelompokan tanah berdasarkan sifat lekatnya :

1. Tanah kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirnya (tanah lempung = mengandung lempung cukup banyak).
2. Tanah non kohesif adalah tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatan antara butir-butirnya (hampir tidak mengandung lempung misalnya pasir).
3. Tanah organik adalah tanah yang sifatnya sangat dipengaruhi oleh bahan-bahan organik (sifat tidak baik).

## 2.5 Pembebanan

Besar dan macam beban yang bekerja pada struktur sangat tergantung dari jenis struktur. Berikut ini akan disajikan jenis-jenis beban, data beban serta faktor-faktor dan kombinasi pembebanan sebagai dasar acuan bagi perhitungan struktur.

### 2.5.1 Beban Mati (*Dead Load*)

Beban mati adalah beban yang berasal dari material yang digunakan pada struktur dan beban mati tambahan yang bekerja pada struktur.

Beban mati tambahan adalah beban yang berasal dari finishing lantai (keramik dan plesteran), beban dinding dan beban tambahan lainnya. Sebagai contoh berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983):

1.	Beban Finishing (Keramik)	= 24 kg/m <sup>2</sup>
2.	Plesteran 2.5 cm (2.5 x 21 kg/m <sup>2</sup> )	= 53 kg/m <sup>2</sup>
3.	Beban <i>Mechanical Electrical (ME)</i>	= 25 kg/m <sup>2</sup>
4.	Beban plafond dan penggantung	= 18 kg/m <sup>2</sup>
5.	Beban dinding	= 250 kg/m <sup>2</sup>
6.	Baja	= 7850 kg/m <sup>3</sup>
7.	Batu alam	= 2600 kg/m <sup>3</sup>
8.	Pasangan bata merah	= 1700 kg/m <sup>3</sup>

### 2.5.2 Beban Hidup (*Live Load*)

Di dalam peraturan pembebanan telah ditetapkan bahwa fungsi suatu ruangan di dalam gedung akan membuat beban yang berbeda dengan kata lain beban hidup terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan di dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat dipindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan gedung tersebut. Misal beban untuk gedung parkir tentu berbeda dengan beban untuk perkantoran dan lainnya.

Contoh beban hidup berdasarkan fungsi ruangan dari tabel 2.1 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983):

Tabel 1 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung

1.	Parkir	= 400 kg/m <sup>2</sup>
2.	Parkir lantai bawah	= 800 kg/m <sup>2</sup>
3.	Lantai kantor	= 250 kg/m <sup>2</sup>
4.	Lantai sekolah	= 250 kg/m <sup>2</sup>
5.	Ruang pertemuan	= 400 kg/m <sup>2</sup>
6.	Ruang dansa	= 500 kg/m <sup>2</sup>
7.	Lantai olahraga	= 400 kg/m <sup>2</sup>

Sumber : Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983)

Selain itu untuk lebih jelasnya (Sunggono, 1995) dan pada tabel Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPRG 1987) hal 12 dapat dilihat contoh beban hidup pada lantai gedung.

Tabel 2 Beban hidup pada lantai Gedung

No	Lantai Gedung	Berat Beban
1.	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana gudang-gudang tidak penting yang bukan took, pabrik atau bengkel berat	125 kg/m <sup>2</sup>
2.	Lantai dan tangga rumah tinggal selain yang disebutkan pada butir 1.	200 kg/m <sup>2</sup>
3.	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, pertokoan, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit.	250 kg/m <sup>2</sup>
4.	Tangga, bordes dan selain yang di sebutkan pada butir 3.	300 kg/m <sup>2</sup>
5.	Lantai ruang olahraga	400 kg/m <sup>2</sup>
6.	Lantai ruang dansa	500 kg/m <sup>2</sup>
7.	Lantai dan balkon interior ruang pertemuan selain yang disebut dibutir 1 sampai 6 seperti masjid, gereja, auditorium, ruang rapat, panggung penonton dengan tempat duduk menetap	400 kg/m <sup>2</sup>



8.	Tangga, bordes dan selain yang disebut dalam butir 5,6,7.	500 kg/m <sup>2</sup>
9.	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap, atau penonton berdiri.	500 kg/m <sup>2</sup>
10.	Ruang pelengkap untuk butir 3,5,6 dan 7.	250 kg/m <sup>2</sup>

Sumber : Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983

## 2.6 Kapasitas Daya Dukung Pondasi *Bored Pile* dari Hasil SPT

Kapasitas daya dukung dari data SPT, (Meyerhof)

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

Keterangan:

$Q_u$  = Daya dukung ultimit tiang

$Q_b$  = Daya dukung ujung tiang

$Q_s$  = Daya dukung selimut tiang

perhitungan daya dukung ujung tiang ( $Q_b$ )

perhitungan daya dukung ujung tiang berdasarkan data N-SPT menggunakan rumus.

$$Q_b = A_b \times (38N_{\bar{}}) \times L_b/d \leq A_b \times (380N_{\bar{}})$$

Dimana :

$Q_b$  = daya dukung ultimit ujung tiang (KN)

$A_b$  = luas penampang ujung tiang bor (m<sup>2</sup>)

$N_{\bar{}}$  = rata-rata nilai N-SPT dari daerah antara 8D di atas ujung tiang dan 4D dibawah ujung tiang.

D = diameter pondasi

$L_b$  = kedalaman penetrasi tiang pada lapisan ujung tahanan.

Perhitungan harus sudah dikalikan factor sensifitas CN 0, sampai 1,0.

## 2.7 Kapasitas Ijin Tiang

Untuk memperoleh kapasitas ijin tiang, maka kapasitas ultimit tiang dibagi dengan faktor aman tertentu. Fungsi factor aman adalah :

1. Untuk memberikan keamanan terhadap ketidakpastian dari nilai kuat geser dan kompresibilitas yang mewakili kondisi lapisan tanah.
2. Untuk meyakinkan bahwa penurunan tidak seragam diantara tiang-tiang masih dalam batas-batas toleransi.
3. Untuk meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja.
4. Untuk meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok tiang masih dalam batasbatas toleransi.
5. Untuk mengantisipasi adanya ketidakpastian metode hitungan yang digunakan.

Sehubungan dengan butir dari hasil banyak pengujian-pengujian beban tiang, baik tiang pancang maupun tiang bor yang berdiameter kecil sampai sedang (600 mm), penurunan akibat beban kerja (*working load*) yang terjadi lebih kecil dari 10 mm untuk faktor aman yang tidak kurang dari 2,5 Tomlinson, 1977 (dalam Hardiyatmo, 2011). Besarnya beban kerja (*working load*) atau kapasitas dukung tiang ijin ( $Q_a$ ) dengan memperhatikan keamanan terhadap keruntuhan adalah nilai kapasitas ultimit ( $Q_u$ ) dibagi dengan factor aman (F) yang sesuai. Variasi besarnya faktor aman yang telah banyak digunakan untuk perancangan pondasi :

$$Qa = \frac{Qu}{2,5}$$

dengan,

$a Q$  = kapasitas dukung tiang ijin

$Qu$  = kapasitas ultimit

2,5 = Nilai faktor aman yang disarankan

Tomlinson, (1977).

## 2.8 Perhitungan Tulangan Pondasi *Bor pile*

Tabel 3 Konversi Mutu Beton

2 MUTU BETON		K=fc/0,083	
Mpa		Kg/ cm <sup>2</sup>	
K	100	Fc,	8,30
K	125	Fc,	10,38
K	150	Fc,	12,45
K	175	Fc,	14,53
K	200	Fc,	16,60
K	225	Fc,	18,68
K	250	Fc,	20,75
K	275	Fc,	22,83
K	300	Fc,	24,90
K	325	Fc,	26,98
K	350	Fc,	29,05

Sumber : Mahdi W konvers mutu beton

Untuk menghitung tulangan pondasi dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan momen nominal ( $M_n$ )

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

Dimana,

$\phi$  = Faktor reduksi kekuatan tekan dengan tulangan spiral 0.70

$M_n$  = Momen nominal yang bekerja

$M_u$  = Momen maksimum yang bekerja pada tiang

2. Menghitung  $\rho_{min}$ ,  $\rho_b$  dan  $\rho_{max}$

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

$$\rho_b = \left( \frac{0,85 \cdot \beta \cdot f_c}{f_y} \right) \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

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

Dimana,

$\rho_{min}$  = Rasio tulangan minimum

$\rho_b$  = Rasio tulangan seimbang (*Balance*)

$\rho_{max}$  = Rasio tulangan maksimum

$\beta$  = Beta (0,85)

3. Menghitung  $\rho$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{(2 (m) \cdot R_n)}{f_y}} \right)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

Dimana,

$\rho$  = Rasio tulangan yang diperlukan

jika  $\rho$  lebih kecil dari  $\rho_{min}$  maka dipakai  $\rho_{min}$  dalam perhitungan tulangan.

4. Menghitung luas tulangan

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$A_{s \text{ tul.}} = \frac{1}{4} \cdot \pi (\text{diameter tulangan})^2$$

Dimana,

$A_s$  = Luas tulangan yang dipakai

$b$  = Diameter pondasi

$d$  =  $d = h - p - \phi_{\text{senggang}} - \frac{1}{2} \phi_{\text{tulangan}}$

$A_{s \text{ tul.}}$  = Luas tulangan

5. Menghitung jumlah tulangan

$$n = \frac{A_s}{A_s \text{ tul.}}$$

$n$  = Jumlah tulangan yang digunakan

#### 6. Menghitung tulangan geser

$$V_c = \left(1 + \frac{V_u}{A_p}\right) \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b_w \cdot d$$

$V_u$  = Gaya geser yang bekerja

$$V_u < \emptyset V_c$$

$$V_u < 0,7 \cdot V_c$$

Dimana,

$V_c$  = tegangan geser ijin beton

$A_p$  = luas penampang pondasi

$f'_c$  = mutu beton

$b_w$  = diameter pondasi

$d$  = lebar efektif pondasi

## 2.9 Metode Pelaksanaan Pondasi *Bored Pile*

Pada prinsipnya pekerjaan pembuatan pondasi tiang bor dalam dua tahapan, yaitu tahap pengeboran dan tahap pembuatan tiang yang pelaksanaannya harus dikelola secara terpadu sehingga dapat dihasilkan pondasi dengan mutu yang optimal. Selanjutnya akan dijelaskan prosedur pelaksanaan pondasi *bor pile*:

### 2.9.1. Pengeboran Sistem Basah

Pengeboran dengan Sistem Basah ini digunakan apabila diketahui level mata air tanah cukup tinggi sehingga untuk mengantisipasi keluarnya air di konstruksi lubang bor. Pelaksanaan pondasi tiang bor (*bored pile*) dengan Sistem Basah dapat dilaksanakan dengan beberapa sistem (cara) pengeboran yaitu :

1. Pengeboran Sistem Basah dengan menggunakan Temporary Casing

Casing digunakan jika jenis tanah di lapangan beresiko runtuh/ longsor di lubang hasil bor sehingga akan menutup lubang tersebut.

## 2. Pengeboran Sistem Basah tanpa Casing

Untuk jenis tanah yang cukup kuat dan padat dimana resiko longsor / runtuh bisa diabaikan, maka tidak diperlukan Casing.

### **2.9.2. Pengeboran Sistem Kering**

Pelaksanaan pondasi tiang bor (bored pile) dengan Sistem Kering dapat dilaksanakan dengan beberapa sistem (cara) pengeboran yaitu :

#### 1. Pengeboran Sistem Kering dengan menggunakan Temporary Casing

Casing digunakan jika jenis tanah di lapangan beresiko runtuh/ longsor di lubang hasil bor sehingga akan menutup lubang tersebut.

2. Pengeboran Sistem Kering tanpa Casing Untuk jenis tanah yang cukup kuat dan padat dimana resiko longsor / runtuh bisa diabaikan, maka tidak diperlukan Casing.