

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Konstruksi bangunan pada umumnya dibedakan menjadi 2, yaitu: struktur atas (upper) dan struktur bawah (lower). Struktur bagian atas, seperti kolom, balok, plat, tangga terletak di atas lapisan tanah. Namun, yang dimaksud dengan "struktur bawah" adalah pondasi dan struktur lainnya yang berada di bawah permukaan tanah. Di dalam sebuah struktur, masing-masing komponen melakukan peran yang berbeda. Struktur bawah memikul beban yang diterima dari struktur atas, Beban hidup (LL), beban mati (DL), beban gempa (E), dan beban angin adalah beberapa contoh beban (Pamungkas & Harianti, 2013).

suatu konstruksi harus memiliki dasar yang kuat dan memikul beban yang diterima bangunan di atasnya. Konstruksi pondasi sangat penting karena pondasi bertujuan memikul dan menahan beban yang disalurkan dari atas. Perencanaan pondasi sangat penting karena tekanan tanah yang melebihi batas dapat menyebabkan terjadinya penurunan atau settlement yang signifikan, bahkan juga bisa terjadi keruntuhan. Oleh sebab itu, pemilihan tipe pondasi yang sesuai dengan keadaan saat ini diperlukan. Dalam menentukan jenis pondasi yang akan digunakan, hal-hal dibawah ini harus diperhatikan:

a) Jenis tanah

Pondasi berhubungan langsung dengan tanah karena posisinya di paling bawah struktur. Jadi, jenis pondasi yang dipilih sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah. Jenis tanah, kedalaman tanah keras, dan daya dukung tanah adalah salah satu faktor tanah yang harus dipertimbangkan saat memilih pondasi.

b) Waktu Kerja dan Pengeluaran Biaya

Waktu dan juga biaya jadi suatu bahan perencanaan karena merupakan komponen yang juga tidak dapat dikesampingkan dan sangat penting untuk manajemen konstruksi untuk mencapai kondisi yang tepat dan ekonomis.

c) Stuktur atas Konstruksi

beban struktur atas mencakup berat beban struktur atas, sifat dinamis struktur, penyebaran beban, dan arah gaya beban. Perencanaan pembangunan harus mempertimbangkan lingkungan sekitar agar pembangunan tidak mengganggu bangunan lama.

## 2.2 Definisi Pondasi

Definisi pondasi ialah struktur bagian yang terletak paling bawah pada suatu bangunan, seperti jembatan, dinding penahan tanah, tanggul, jalan raya, gedung, terowongan, menara, dan lain sebagainya. Fungsinya adalah mentransfer beban vertikal dari kolom atau struktur atas lainnya ke tanah (Pamungkas & Harianti, 2013).

## 2.3 Jenis Pondasi

Terdapat dua jenis pondasi yaitu pondasi tipe dangkal (shallow foundation) dan juga pondasi tipe dalam (deep foundation). Pondasi yang mendukung beban vertical yang diterima secara langsung, contohnya pondasi memanjang, telapak, dan rakit, disebut pondasi dangkal. pondasi yang membawa beban dari struktur atas ke tanah keras yang relatif terletak jauh dari permukaan disebut pondasi dalam.

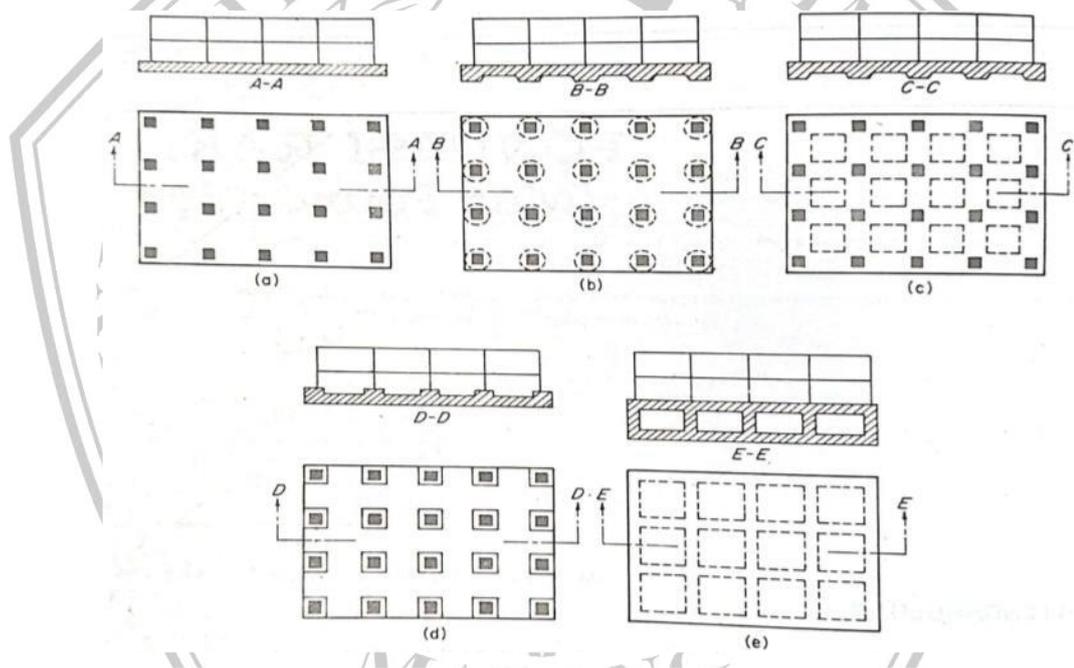
### 2.3.1 Pondasi Dangkal ( Shallow Foundation )

Menurut (Pamungkas & Harianti, 2013) Pondasi jenis dangkal dekat dengan permukaan tanah dan memiliki kedalaman yang relatif rendah kurang dari

3 m sehingga diklasifikasikan sebagai pondasi dangkal. Sebaliknya, menurut (Hardiyatmo, 1996), pondasi dangkal adalah jenis pondasi yang secara langsung menahan beban vertikalnya, yang mencakup:

### A. Pondasi Rakit

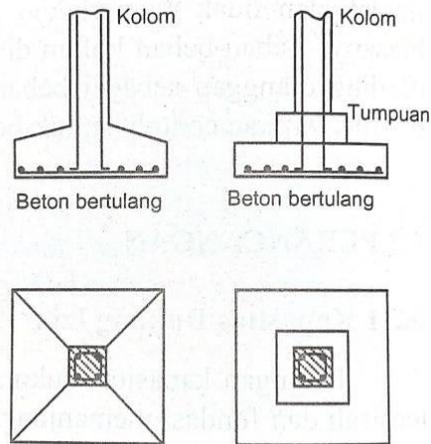
Pondasi rakit (raft foundation), didefinisikan bagian bawah rakit yang mencakup seluruh bagian dasar dari bangunan. mengalihkan beban dari struktur bangunan ke tanah di bawahnya. Pondasi rakit digunakan apabila lapisan tanah di bawahnya tidak memiliki daya dukung yang cukup. Jenis pondasi ini membutuhkan area yang hampir memenuhi bagian bawah bangunan (Hardiyatmo, 1996).



Gambar 2.1 Macam-Macam Pondasi Rakit

### B. Pondasi Telapak

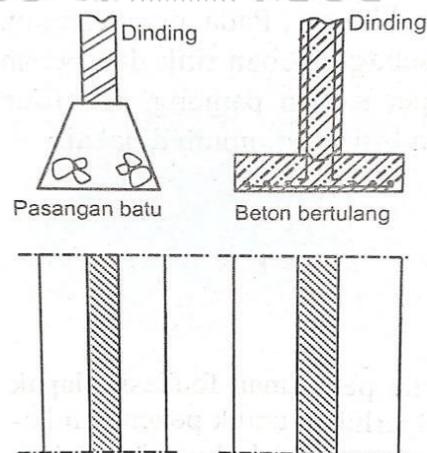
pondasi telapak dipakai untuk membangun konstruksi dengan dua atau tiga lantai dan kedalaman kurang lebih 1 sampai 2 m. akan tetapi, kedalaman harus mencapai hingga mencapai tanah keras. Pondasi tipe telapak dibuat dengan beton bertulang dan diletakkan tepat dibawah struktur kolom (Hardiyatmo, 1996).



Gambar 2. 2 Pondasi Telapak (Hardiyatmo, 1996)

### C. Pondasi Memanjang

Pondasi dangkal yang berbentuk memanjang disebut pondasi memanjang atau pondasi menerus. Pondasi ini bisa digunakan untuk mendukung beban garis dan beban memanjang, seperti dinding dan kolom yang berdekatan. (Hardiyatmo, 1996).



Gambar 2. 3 Pondasi Memanjang (Hardiyatmo, 1996)

### 2.3.2 Pondasi Dalam (Deep Foundation)

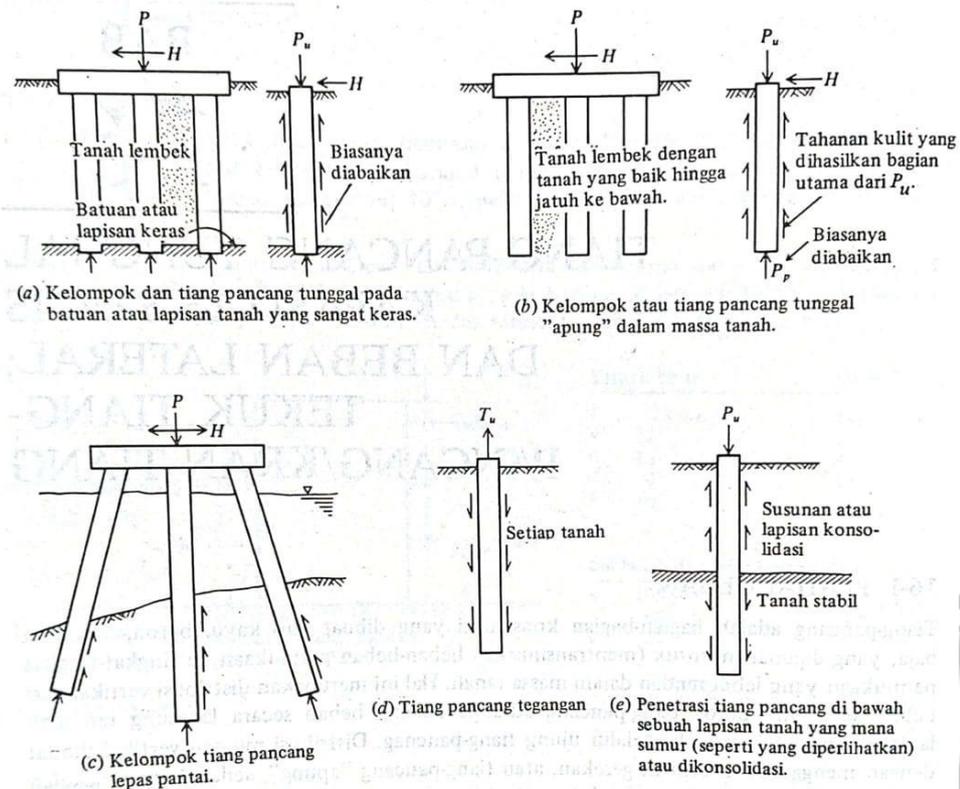
Pondasi yang mentransfer beban dari struktur atas ke tanah keras atau batuan yang terletak jauh dari permukaan disebut pondasi dalam atau pondasi dalam. (Hardiyatmo, 1996), seperti termasuk:

#### A. Pondasi Tiang Pancang

komponen struktural bangunan yang membagi tekanan gravitasi secara merata pada massa tanah adalah pengertian dari pondasi tiang pancang. Jenis pondasi tiang pancang digunakan untuk memindahkan beban dari bangunan di atasnya ke lapisan tanah keras yang sangat dalam. Tiang pancang ini biasanya terbuat dari kayu, baja, atau beton. Secara umum, prosedur pelaksanaannya dimulai dengan tiang yang dipukul ke dalam tanah dan kemudian dihubungkan dengan pile cap. Pondasi jenis ini digunakan ketika tanah pada kedalaman dangkal tidak stabil dan tidak kuat untuk menahan beban struktur di atasnya dan tanah kerasnya terlalu dalam. Bergantung pada jenis tanah, tiang pancang memiliki berbagai bentuk dan jenis, diantaranya :

- a) Kelompok dan tiang pancang tunggal pada batuan atau lapisan tanah yang sangat keras.
- b) Kelompok atau tiang pancang tunggal “apung” dalam massa tanah.
- c) Kelompok tiang pancang pada lepas pantai.
- d) Tegangan tiang pancang.

e) Penetrasi tiang pancang di bawah sebuah lapisan tanah konsolidasi.



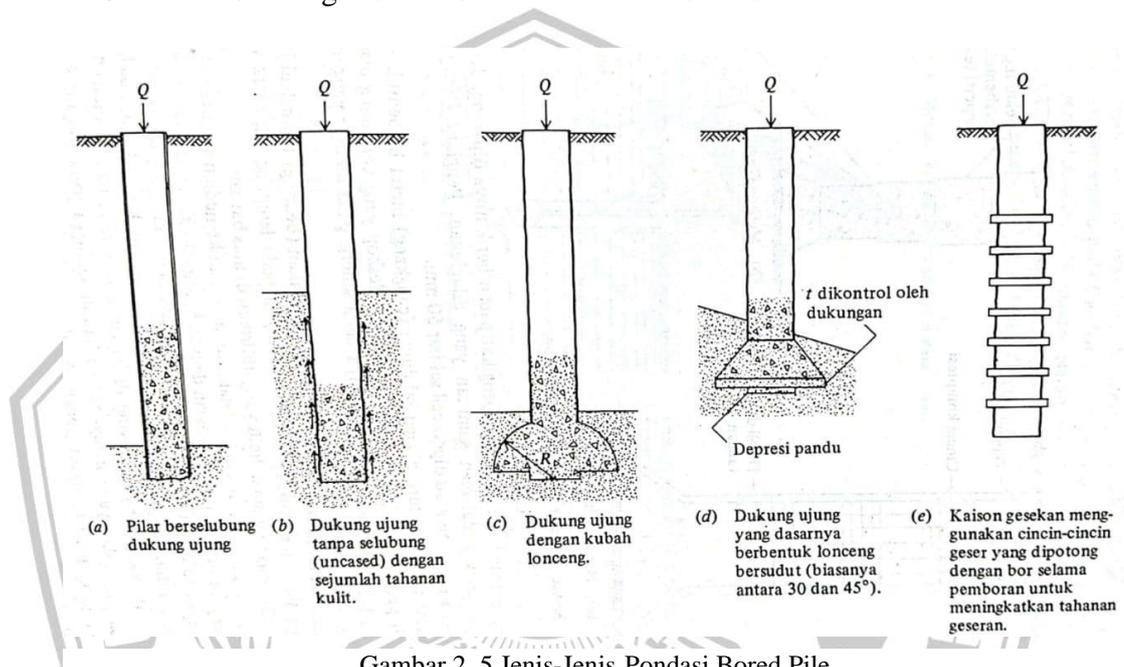
Gambar 2. 4 Pondasi Tiang Pancang

## B. Pondasi Tiang Bor ( Bore Pile )

Pondasi tiang bor, juga dikenal sebagai pondasi bore pile, dibangun dengan mengebor ke dalam tanah dengan diameter tertentu, kemudian diberikan suatu tulangan yang telah dirakit dan dicor di lokasi tersebut. Ini adalah pondasi yang ramah lingkungan karena konstruksinya tidak menyebabkan polusi suara, tidak seperti pondasi tiang pancang yang menyebabkan kebisingan, sesuai untuk digunakan di sekitar bangunan yang padat. Namun, ketika pembuatan pondasi ini dilakukan, diperlukan peralatan yang cukup besar dan cuaca memengaruhi pengecorannya. (Hardiyatmo, 1996).

Dalam penjelasannya ada berbagai jenis dari pondasi bore pile, yaitu :

1. Pondasi Tiang Bor lurus untuk tanah keras dengan selubung/casing.
2. Pondasi Tiang Bor lurus untuk tanah keras tanpa selubung/uncased.
3. Pondasi Tiang Bor yang ujungnya diperbesar berbentuk bel.
4. Pondasi Tiang Bor yang ujungnya diperbesar berbentuk trapesium.
5. Pondasi Tiang Bor lurus untuk tanah berbatu-batuan.



Gambar 2. 5 Jenis-Jenis Pondasi Bored Pile

Seperti yang dinyatakan oleh Hardiyatmo (1996), ada beberapa alasan mengapa pondasi bored pile digunakan dalam konstruksi, diantaranya :

- a. Pondasi bore pile tunggal dapat juga digunakan pada pile cap.
- b. Kedalaman tiang dapat disesuaikan jika diperlukan.
- c. Ketika pemasangan pondasi tiang pancang dilaksanakan, Getaran tanah akan menyebabkan kerusakan pada struktur di dekatnya , Namun, hal ini dapat dicegah dengan menggunakan pondasi bore pile.
- d. Di bagian bawah tiang pancang, Pada tanah lempung, proses pemancangan membuat tiang pancang sebelumnya bergerak ke samping, menyebabkan

tanah bergelombang. hal ini dapat dicegah dengan menggunakan pondasi bore pile.

- e. Selama proses pelaksanaan pondasi bore pile tidak ada polusi suara yang dihasilkan oleh alat pancang seperti pada saat proses pelaksanaan tiang pancang.
- f. dikarenakan dasar pondasi bored pile yang dapat diperbesar, Hal ini meningkatkan ketahanan untuk gaya vertikal.
- g. Lapisan atas pondasi tiang bor dapat diperiksa secara langsung.
- h. Pondasi bore pile memiliki ketahanan tinggi melawan beban lateral atau beban samping.

#### **2.4 Perencanaan Daya Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data SPT**

Menurut (Hardiyatmo, 1996), Karena sulit untuk mendapatkan contoh tanah yang tidak terganggu pada tanah granuler, pengujian penetrasi standar ini dilakukan. Sifat-sifat tanah dalam pengujian ini ditentukan melalui pengukuran kerapatan relatif langsung di lapangan. Sering digunakan, pengujian penetrasi standar, juga dikenal sebagai pengujian SPT(Standard Penetration Test), digunakan untuk mengetahui estimasi nilai kerapatan relative.

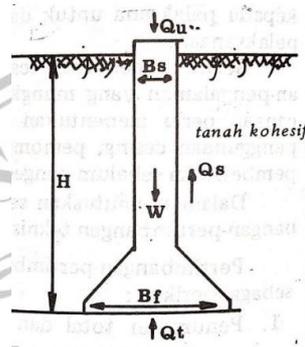
Namun, menurut (Bowles, 1986), SPT ataupun yang bisa juga disebut standard penetration test yaitu metode yang paling efektif untuk mengetahui kondisi tanah yang mendasar. Metode yang paling umum untuk mengumpulkan data di bawah permukaan lapisan tanah adalah pengujian penetrasi standar.

Berikut beberapa dari keuntungan dari Standard Penetration Test Menurut (Bowles, 1986) sebagai contoh berikut:

1. Sebagian besar peralatan yang digunakan cukup tahan lama dan awet.
2. Teknik Pengujian ini cukup ekonomis dari segi biaya.
3. Basis pengumpulan Data SPT yang signifikan terus berkembang.
4. Kenyataan bahwa metode alternatif mungkin digunakan dengan sangat mudah untuk mendukung metode SPT.

## 2.5 Daya Dukung Ijin Tiang

Menurut (Pamungkas & Harianti, 2013) bisa dilihat dari daya dukung ujung tiang berdasarkan kekuatan ijin tekan dan tarik. Akibatnya, dapat mempengaruhi kekuatan material tiang dan kondisi tanah yang berbeda.



Gambar 2. 6 Skema Daya Dukung Ijin Tiang (Sardjono HS, 1991)

### 2.5.1 Daya Dukung Ijin Tekan

Menurut Pamungkas, (2013) menggunakan analisis panjang ekuivalen dari penetrasi tiang untuk menilai daya dukung ijin tekan pada pondasi tiang terhadap kekuatan tanah berdasarkan data N-SPT metode Mayerhof.

- Panjang penetrasi ujung pileyang sama (I)  

$$I = 1/2 \cdot 4 \cdot D$$
- Harga N rata-rata pada panjang yang sama dengan ujung pile  

$$N \text{ rata-rata} = \frac{N1+N2}{2}$$
- Daya dukung pada ujung pile =  $\frac{q_d}{n}$   

$$Q = q_d \cdot A$$
- Gaya gesek maksimum pada dinding pile  

$$= \text{Keliling tiang (U)} \times \sum l_i f_i$$
- Daya dukung ultimit di pile Tunggal  

$$R_u = q_d \times A + U \cdot \sum l_i f_i$$

- Daya dukung yang diijinkan pada tiang Tunggal

$$R_a = \frac{q_d \times A}{3} + \frac{U \cdot \sum l_i f_i}{5}$$

Dimana:

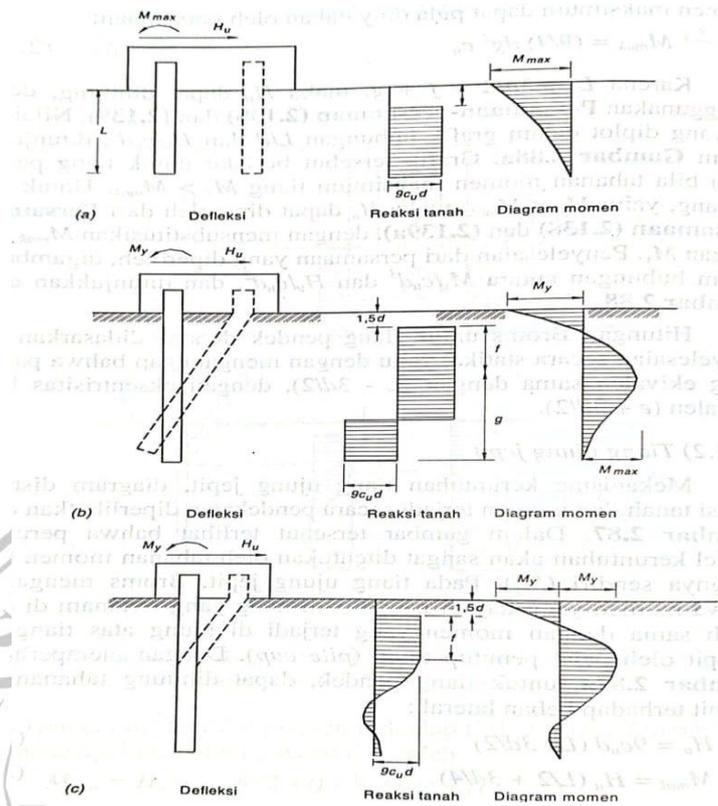
R <sub>u</sub>	= daya dukung ultimit
Q	= daya dukung pada ujung pile
Q <sub>c</sub>	= 20 N, untuk lempung = 40 N, untuk pasir
A <sub>p</sub>	= luas penampang pile
L <sub>i</sub>	= panjang segmen pile yang ditinjau
F <sub>i</sub>	= gaya geser pada selimut segmen pile = N maksimum 12 ton/m <sup>2</sup> , untuk lempung = N/5 maksimum 10 ton/m <sup>2</sup> , untuk pasir
A <sub>st</sub>	= keliling penampang pile
FK1, FK2	= safety factor 3 & 5

### 2.5.2 Daya Dukung Horizontal

Menurut (Pamungkas & Harianti, 2013) Dalam analisis gaya horizontal, tiang harus dibedakan berdasarkan model hubungannya dengan penutup tiang (pile cap). Oleh karena itu, pile dikategorikan menjadi 2 macam, diantaranya:

1. fixed end pile (Tiang ujung jepit)
2. free end pile (Tiang ujung bebas)

Pada studi oleh (Pamungkas & Harianti, 2013), mendefinisikan tiang ujung jepit sebagai tiang yang ujung atasnya paling sedikit tertanam (terjepit) pada pile cap sejauh 60 cm atau lebih. Oleh karena itu, tiang yang bagian atasnya tidak terjepit kurang dari 60 cm termasuk dalam tiang ujung bebas.



Gambar 2. 7 Fixed End Pile dalam tanah kohesif.

- nilai  $C_u$   
 $C_u = k \times N$
- daya dukung izin horizontal, kontrol  $M_{max} \geq M_y$ .

$$H_u = 9 \cdot C_u \cdot D \left( L_p - \frac{2,5 D}{2} \right)$$

$$M_{max} = H_u \left( \frac{L_p}{2} + \frac{3D}{2} \right)$$

- daya dukung izin untuk tiang Panjang, kontrol  $H_u \geq F_z$ .

$$F = \frac{H_u}{9 \times c_u \times D}$$

$$H_u = \frac{2 M_y}{\frac{3D}{2} + \frac{L}{2}}$$

Dimana:

$C_u$  = undrained strenght

$D$  = diameter tiang

$L_p$  = panjang tiang yang tertanam

### 2.5.3 Daya Dukung Ijin Tarik

Analisis daya dukung izin tarik pada pondasi tiang terhadap kekuatan tanah menggunakan data  $N$  -SPT metode Mayerhof (Pamungkas & Harianti, 2013).

$$A_{st} = 3,14 \times D$$

$$W_p = 2400 \text{ kg/m}^3 \times \text{luas alas} \times \text{kedalaman pondasi}$$

$$P_{ta} = \left( \frac{\sum l_i f_i \times A_{st} \times 0,70}{FK_2} \right) + W_p$$

Dimana  $P_{ta}$  = daya dukung ijin tarik tiang

$W_p$  = berat pondasi

### 2.6 Jumlah Pile yang Diperlukan

Menghitung jumlah tiang yang dibutuhkan pada suatu titik kolom dengan beban aksial dan kombinasi beban  $DL + LL$  (beban tak terfaktor). Nilai gaya aksial yang terjadi dengan daya dukung tiang dibagi dengan jumlah tiang yang diperlukan.

$$np = \frac{P}{P_{all}}$$

dimana:

$np$  = jumlah tiang

$P$  = gaya aksial yang terjadi

$P_{all}$  = daya dukung ijin tiang