

**KAJI ULANG PERBANDINGAN ANALISIS FONDASI TIANG PANCANG  
BERDASARKAN DATA SONDIR, DATA SPT DAN AKTUALISASI LAPANGAN  
(Studi Kasus Proyek Pembangunan Asrama BLKI Kota Tangerang Selatan)**

**Euis Amelia<sup>1</sup>, Nur Hidayanti<sup>2</sup> dan Mohamad Mahrus<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Banten Jaya, Jl. Raya Ciwaru II No.73 Kota Serang, Banten

<sup>2</sup>Program Teknik Informatika, Universitas Banten Jaya, Jl. Raya Ciwaru II No.73 Kota Serang, Banten

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Banten Jaya, Jl. Raya Ciwaru II No.73 Kota Serang, Banten

**ABSTRACT**

*The foundation is one part of the structural building that plays an important role in building security. A strength and construction method secure foundation and appropriate building type is desirable in planning. The main function of the foundation is to pass the work load from the superstructure to the substructure. The selection of appropriate foundations and in accordance with the type of building and soil conditions must be carefully calculated. Along with the development and advancement of technology, pile foundation and bored pile is widely used for the construction of high-rise buildings, flyovers, bridges and other constructions with different functions. Therefore the determination of the type of foundation is very important in terms of distribution of styles to be channeled, settlement, method of implementation and financing.*

**Key Word: Pile Foundation Safety Factor and Construction Method**

**PENDAHULUAN**

Fondasi merupakan salah satu bagian dari bangunan struktural yang memegang peranan penting dalam keamanan bangunan. Fondasi yang kuat dan aman serta sesuai dengan jenis bangunan sangat diharapkan dalam perencanaan. Fungsi utama dari fondasi adalah meneruskan beban yang bekerja dari bangunan yang ada di atasnya (*superstructure*) ke bagian bangunan bawah (*substructure*) tanpa terjadi keruntuhan (*failure*) dan penurunan (*settlement*) yang berlebihan. Idealnya dalam pemasangan fondasi harus sampai pada tanah keras, sehingga fondasi akan kokoh dan stabil. Pemilihan fondasi yang tepat dan sesuai dengan jenis bangunan serta kondisi tanah harus diperhitungkan dengan cermat. Banyak macam dan jenis fondasi yang dapat digunakan sesuai dengan pertimbangan-pertimbangan yang ada, baik pertimbangan terhadap keamanan, pelaksanaan di lapangan maupun terhadap nilai ekonomis dari penggunaan fondasi tersebut

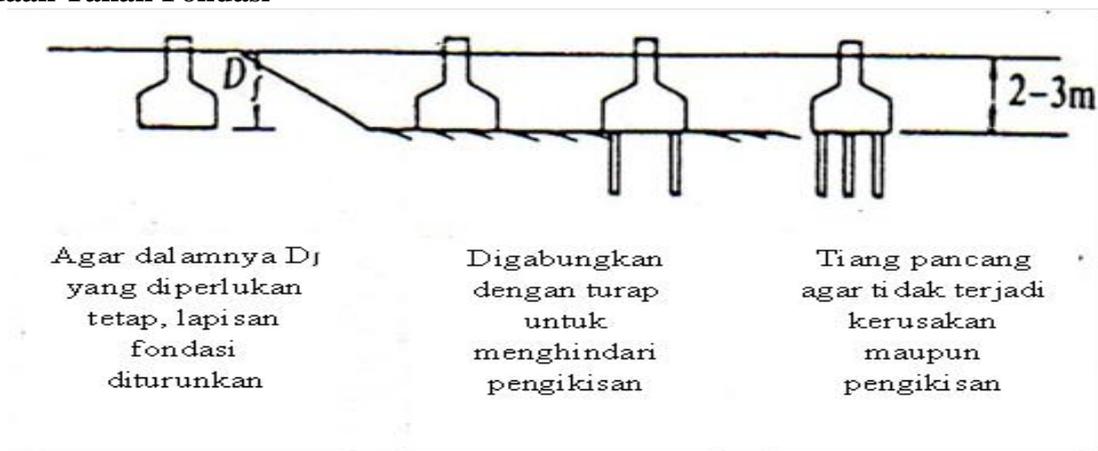
Seiring dengan perkembangan dan kemajuan teknologi khususnya teknologi dalam bidang konstruksi, fondasi tiang pancang dan *bored pile* banyak digunakan untuk konstruksi bangunan-bangunan tingkat tinggi, jalan layang, jembatan dan konstruksi lainnya dengan fungsi yang berbeda-beda. Oleh karena itu penentuan jenis fondasi sangat perlu diperhatikan baik dari segi penyaluran gaya-gaya yang harus disalurkan, penurunan (*settlement*), metode pelaksanaan maupun pembiayaan. Hal inilah yang melatar belakangi penulis untuk mengambil judul Kaji Ulang Perbandingan Analisis Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data Sondir, Data SPT dan Aktualisasi Lapangan (Studi Kasus Proyek Pembangunan Asrama BLKI Kota Tangerang Selatan).

Dari latar belakang maka masalah dapat diidentifikasi sebagai berikut, Menentukan daya dukung berdasarkan data sondir, Menentukan daya dukung berdasarkan data SPT, Menentukan penurunan yang terjadi akibat beban yang bekerja di atasnya, Membandingkan daya dukung dan

penurunan yang terjadi pada fondasi tiang pancang berdasarkan data sondir, data SPT dan aktualisasi lapangan, Menarik kesimpulan, sehingga dapat menjawab apakah fondasi tiang pancang tersebut memiliki daya dukung yang kuat dan aman.

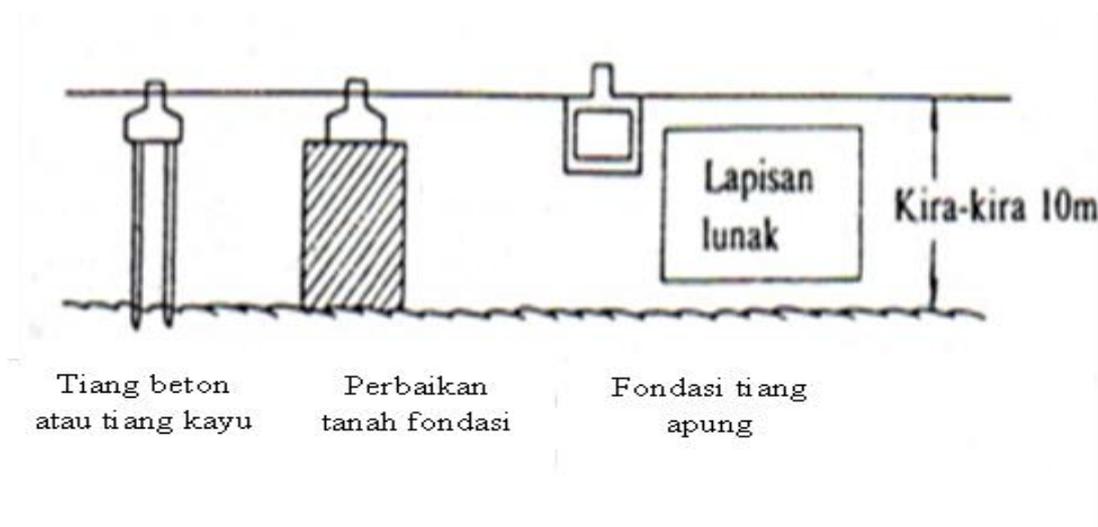
Fondasi adalah suatu bangunan yang struktural pada bagian dasar bangunan, yang meneruskan beban yang bekerja ke dalam lapisan tanah pendukung, yang harus memenuhi syarat aman dan stabil sehingga bangunan yang didukungnya dapat berdiri dengan kokoh, serta dapat menjamin keselamatan bagi pemakai bangunan tersebut.

**Keadaan Tanah Fondasi**



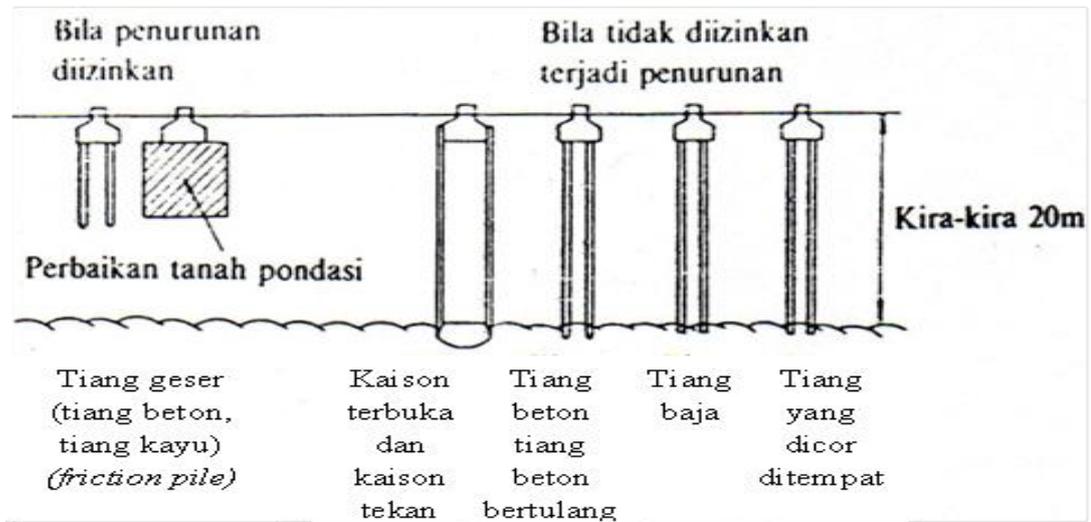
Sumber : Suyono S & Kazuto N, Mekanika Tanah dan Teknik Fondasi, 76:1994

**Gambar 1** Contoh fondasi jika lapisan pendukung fondasi cukup dangkal, dapat digunakan fondasi dangkal jika  $D < B$ , dengan  $D$  = Kedalaman fondasi,  $B$  = lebar dasar fondasi.



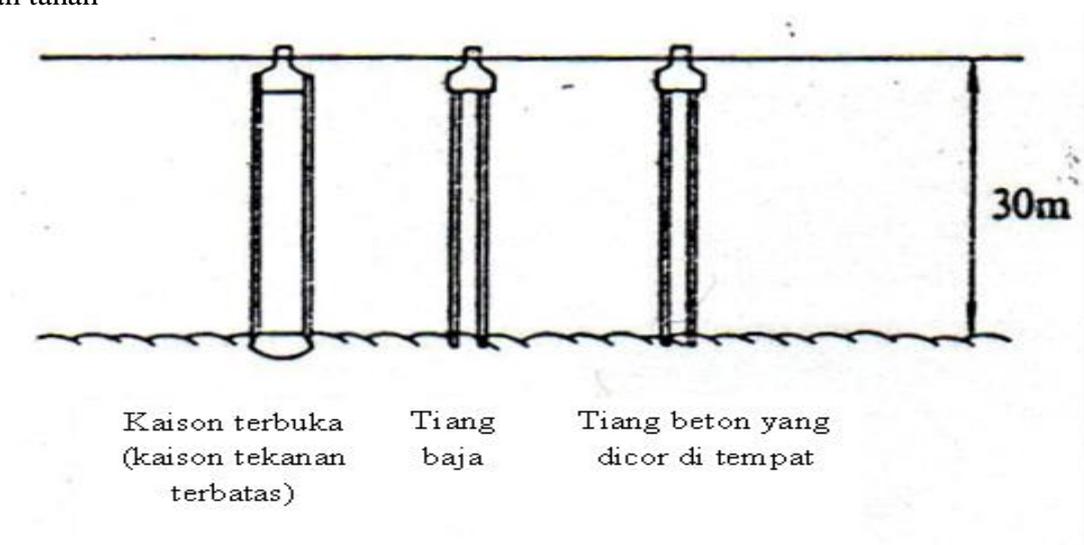
Sumber : Suyono S & Kazuto N, Mekanika Tanah dan Teknik Fondasi, 76:1994

**Gambar 2** Contoh fondasi bila lapisan pendukung fondasi berada sekitar 10 meter di bawah permukaan tanah, dapat digunakan fondasi tiang atau fondasi dalam jika  $D > 3B$



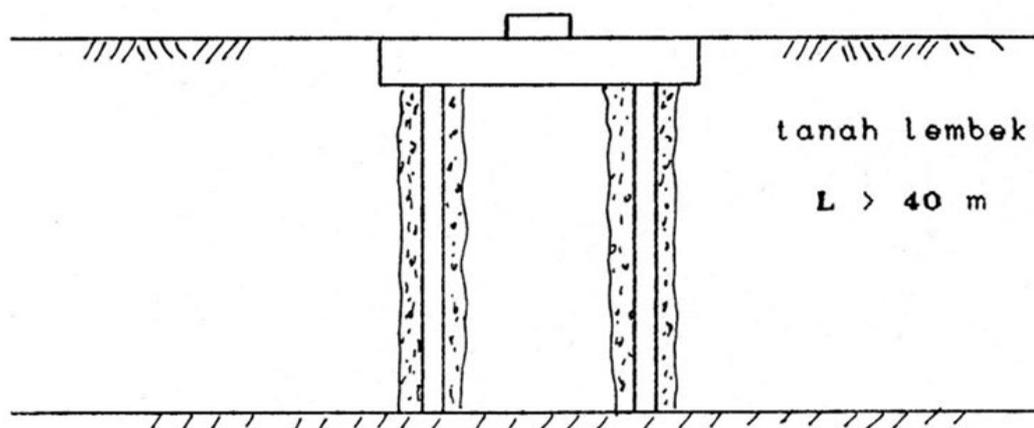
Sumber : Suyono S & Kazuto N, *Mekanika Tanah dan Teknik Fondasi*, 76:1994

**Gambar 3** Contoh fondasi bila lapisan pendukung fondasi berada sekitar 20 meter di bawah permukaan tanah



Sumber : Suyono S & Kazuto N, *Mekanika Tanah dan Teknik Fondasi*, 76:1994

**Gambar 4** Contoh fondasi bila lapisan pendukung fondasi berada sekitar 30 meter di bawah permukaan tanah

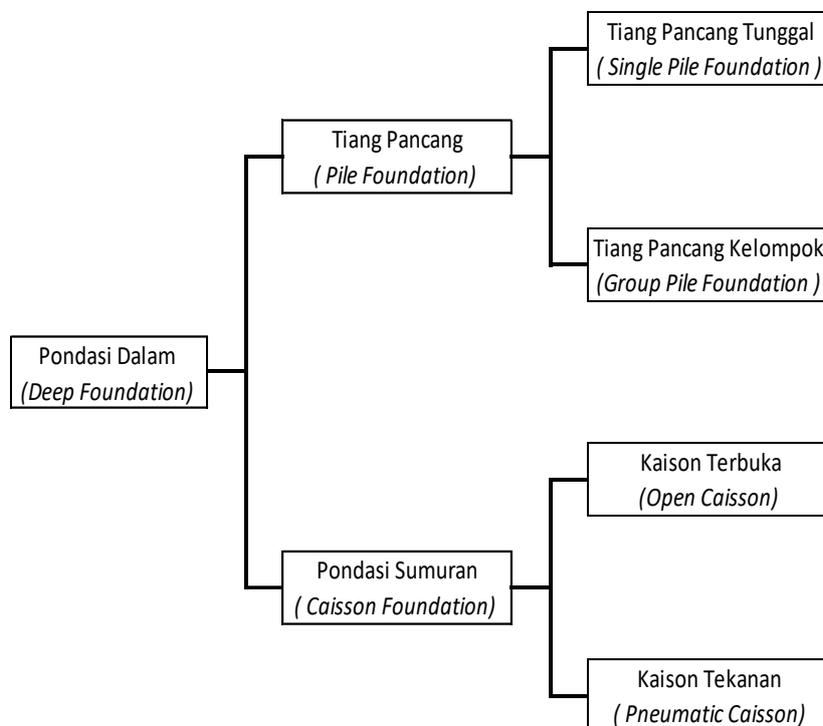


Sumber : Suyono S & Kazuto N, *Mekanika Tanah dan Teknik Fondasi*, 76:1994

**Gambar 5** Contoh fondasi bila lapisan pendukung fondasi berada sekitar 40 meter di bawah permukaan tanah

**Fondasi Dalam ( Deep Foundation )**

Fondasi dalam sering juga dinamakan fondasi tak langsung, alasan dikatakan fondasi tak langsung karena beban-beban yang diteruskan ke lapisan tanah yang memikul letaknya dalam dari permukaan tanah setempat, sehingga terlebih dahulu harus disalurkan melewati suatu konstruksi penerus yang disebut fondasi, baik fondasi tiang ( pile foundation ) atau fondasi sumuran ( caisson foundation ). Untuk lebih jelasnya tentang pembagian fondasi dalam ( deep foundation ) dapat dilihat pada bagan di bawah ini :



Sumber : Cahyadi, *Efek Konfigurasi Kelompok Pondasi Tiang Terhadap Daya Dukung, Settlement dan Tegangan Tanah*, 5:1996

**Gambar 6** Bagan fondasi dalam

**Fondasi Tiang Pancang**

Fondasi tiang pancang merupakan bagian dari fondasi dalam. Fondasi tersebut digunakan apabila tanah dasar di bawah bangunan tersebut mempunyai daya dukung yang baik pada kedalaman yang sangat dalam. Fondasi tiang adalah suatu konstruksi yang mampu menahan gaya ortogonal ke sumbu tiang dengan jalan menyerap lenturan. Fondasi tiang dibuat menjadi satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang pancang yang terdapat di bawah konstruksi dengan tumpuan fondasi. Perencanaan jenis tiang yang akan dipakai ditentukan persamaan berikut :

a. 
$$\text{Tiang Panjang} = L \sqrt[4]{\frac{kD}{4EI}} > 3 \dots\dots\dots (1)$$

b. Tiang Pendek =  $1 < L \sqrt[4]{\frac{kD}{4EI}} \leq 3$  ..... (2)

c. Kaison =  $L \sqrt[4]{\frac{kD}{4EI}} \leq 1$  ..... (3)

Sumber : Sarjono, HS, Pondasi Tiang Pancang Jilid II, 1:1988

dengan :

L = Panjang tubuh fondasi yang tertanam di dalam tanah (cm)

K = Koefisien reaksi tanah dalam arah melintang (kg/cm<sup>3</sup>)

D = Diameter atau lebar tubuh fondasi (cm)

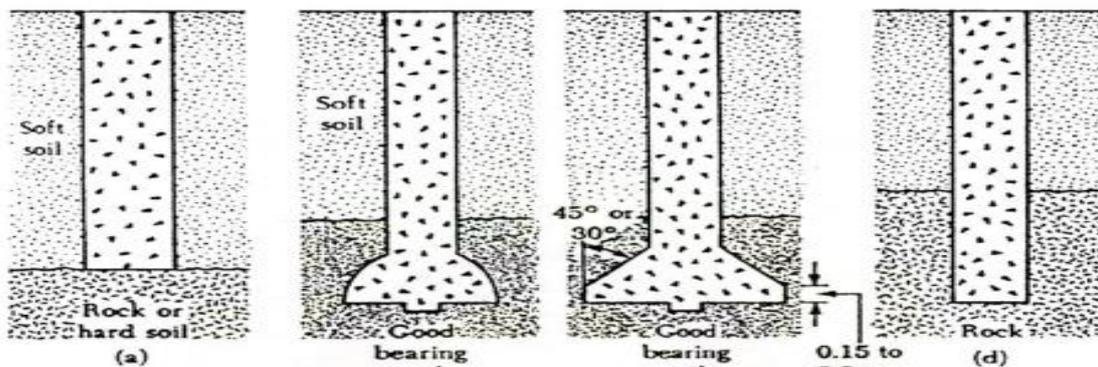
EI = Kekakuan lentur tubuh fondasi

**Fondasi Tiang Bor (Bored Pile)**

Fondasi berfungsi untuk meneruskan/mendistribusikan beban dari super struktur ke tanah agar keseluruhan bangunan dapat berdiri kokoh di atas tanah. Sedangkan fondasi *bored pile* digunakan untuk menjaga kesetabilan lereng dinding penahan tanah termasuk pada fondasi bangunan ringan yang dibangun di atas tanah lunak serta struktur yang membutuhkan gaya lateral yang cukup besar. Fondasi *bored pile* digunakan apabila tanah dasar yang kokoh yang mempunyai daya dukung besar terletak sangat dalam, yaitu kurang lebih 15 m. Fondasi tiang suatu konstruksi yang mampu menahan gaya *orthogonal* ke sumbu tiang dengan cara menyerap lenturan. Fondasi tiang dibuat dengan satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang yang terdapat di bawah konstruksi, dengan tumpuan fondasi (Nakazawa. K, 1983). Perencanaan fondasi *bored pile* mencakup rangkaian kegiatan yang dilaksanakan dengan berbagai tahap yang meliputi studi kelayakan dan perencanaan teknis, semua itu dilakukan supaya menjamin hasil akhir suatu konstruksi yang kuat, aman serta ekonomis. *Bored pile* berinteraksi dengan tanah untuk menghasilkan daya dukung yang mampu memikul dan memberikan keamanan pada struktur atas. Untuk menghasilkan daya dukung yang akurat maka diperlukan suatu penyeledikan tanah yang akurat juga.

Ada berbagai jenis fondasi bored pile yaitu:

1. *Bored pile* lurus untuk tanah keras;
2. *Bored pile* yang ujungnya diperbesar berbentuk bel;
3. *Bored pile* yang ujungnya diperbesar berbentuk trapesium;
4. *Bored pile* lurus untuk tanah berbatu-batuan.

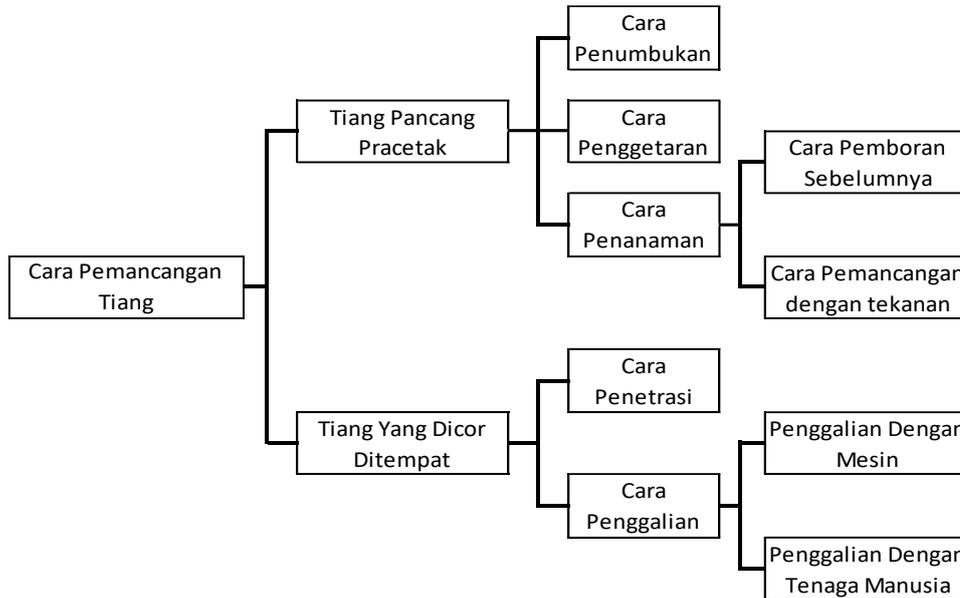


Sumber : Joseph E Bowles, Analisis dan Desain Fondasi, 383:1993

**Gambar 7** Jenis-jenis Bored Pile

### Fondasi Tiang Berdasarkan Teknik Pemasangan

Teknik pemasangan fondasi tiang dapat dilihat pada bagan di bawah ini :



Sumber : Suyono S & Kazuto N, *Mekanika Tanah dan Teknik Fondasi*, 93:1994

**Gambar 8** Bagan fondasi tiang berdasarkan teknik pemasangan

### Daya Dukung

Penentuan daya dukung merupakan hal yang sangat penting, penentuan daya dukung akan berpengaruh terhadap kesetabilan bangunan. Suatu bangunan bisa dianggap tidak aman secara teoritis, karena daya dukung tanah yang ada lebih kecil dari beban batas yang bekerja. Kesalahan di dalam menganalisis daya dukung akan berakibat besar pada bangunan tersebut, salah satunya adalah terjadinya penurunan atau *settlement*, jika beban yang mampu diterima oleh tanah lebih kecil dari beban yang terjadi. Daya dukung yang terjadi dapat berupa daya dukung ujung (*end bearing*) atau daya dukung geser (*friction pile*), hal ini tergantung pada kondisi tanah yang ada.

Jadi daya dukung adalah kemampuan lapisan tanah menerima beban yang bekerja, dimana pentransferan beban tersebut dapat melalui ujung tiang (*end bearing*) atau tubuh tiang (*friction*) atau melalui keduanya, yang diupayakan agar beban yang terjadi lebih kecil dari daya dukung tanah ijin, sehingga bangunan tersebut dapat berdiri dengan kokoh dan stabil.

Analisis daya dukung menurut metode Terzaghi, berdasarkan rumus tanah pada umumnya (c-Ø soil)

$$Q_{ult} = A_p \{ 1,3 c N_c + q N_q + \gamma B N_r \alpha_r \} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan :

- $A_p$  = Luas penampang tiang pancang
- $c$  = Kohesi, didapat dari undrained test yang terdapat pada ujung tiang
- $N_c$  = Faktor daya dukung akibat pengaruh kohesi di bawah ujung tiang
- $N_q$  = Faktor daya dukung akibat pengaruh beban
- $N_r$  = Faktor daya dukung akibat berat tanah
- $q$  = *Effective overburden pressure* =  $\sum \gamma h_i$
- $h$  = Dalamnya lapisan tanah
- $i$  = Banyaknya lapisan tanah
- $\gamma$  = Berat isi tanah

- B = Dimensi penampang tiang
- ar = Faktor penampang
- = Penampang bulat ar = 0,3
- = Penampang persegi ar = 0,4
- = Penampang persegi dan bulat ar = 1

Nq, Nc, Nr dapat dilihat pada grafik faktor daya dukung dari Terzaghi (lihat tabel 1)

**Tabel 1 Faktor daya dukung dari Terzaghi**

Ø	Nc	Nq	Nr	Nc'	Nq'	Nr'
0°	5,71	1,00	0,00	3,81	1,00	0,00
5°	7,32	1,64	0,00	4,48	1,39	0,00
10°	9,64	2,70	1,20	5,34	1,94	0,00
15°	12,8	4,44	2,40	6,46	2,73	1,20
20°	17,7	7,43	4,60	7,90	3,88	2,00
25°	25,1	12,7	9,20	9,86	5,60	3,30
30°	37,2	22,5	20,0	12,7	8,32	5,40
35°	57,8	41,4	44,0	16,8	12,8	9,60
40°	95,6	81,2	114,0	23,2	20,5	19,1
45°	172,3	173	320	34,1	35,1	27,0

Sumber : Suyono S & Kazuto N, Mekanika Tanah dan Teknik Fondasi, 32:1994

**Penurunan (Settlement)**

Jika lapisan tanah mengalami pembebanan, maka lapisan tanah akan mengalami penurunan (*settlement*) atau regangan. Regangan yang terjadi ini disebabkan oleh berubahnya susunan tanah maupun oleh pengurangan rongga pori/air di dalam tanah tersebut. Jumlah dari regangan sepanjang kedalaman lapisan, merupakan penurunan total tanahnya. Penurunan akibat beban adalah jumlah total dari penurunan segera dan konsolidasi. Penurunan yang terjadi pada tanah, dapat diakibatkan karena :

1. Kegagalan atau keruntuhan geser akibat terlampauinya daya dukung tanah
2. Kerusakan atau terjadinya defleksi yang besar pada fondasinya
3. Terjadinya distorsi geser dari tanah pendukungnya
4. Turunnya tanah akibat perubahan angka pori

**Penurunan Seketika ( Immediately Settlement )**

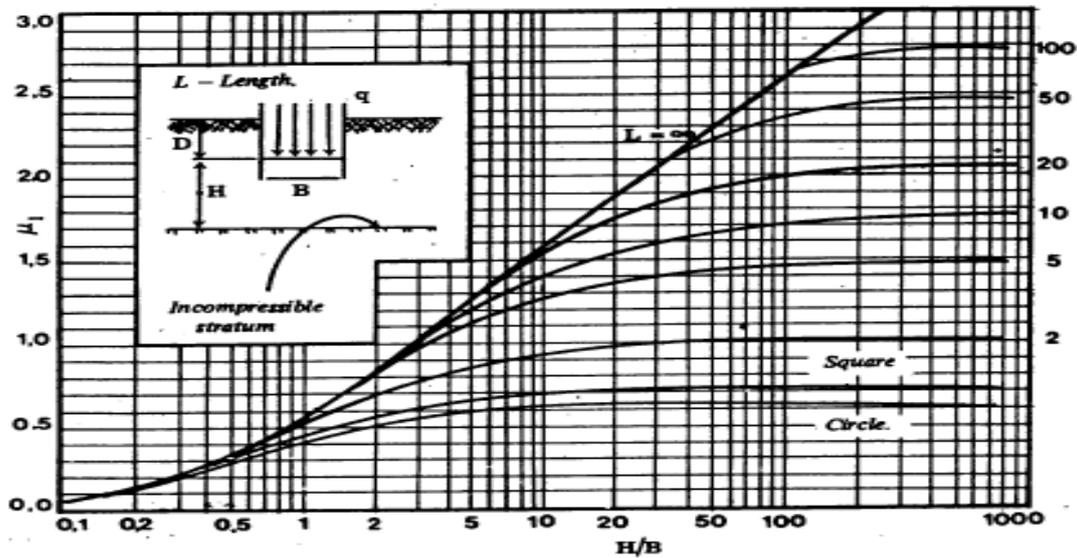
Rumus umum untuk menghitung penurunan seketika yang diberikan oleh Janbu, Bjerum dan Kjaernski adalah dalam bentuk penurunan rata-rata ( *average settlement* ) adalah sebagai berikut :

$$Si\alpha = ( \varphi_1 \varphi_0 qn B' ) / Eu \dots\dots\dots (5)$$

dengan :

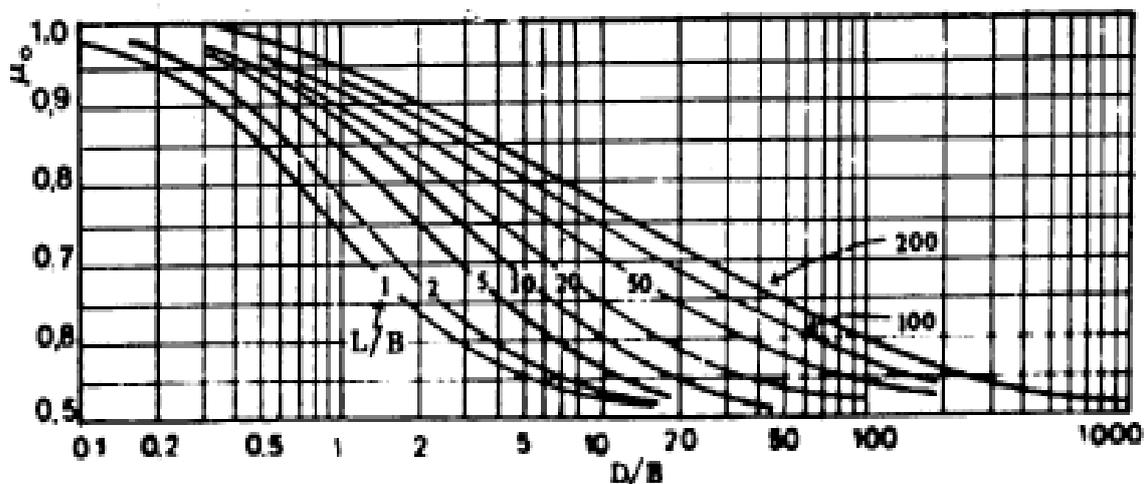
- Siα = besarnya penurunan seketika rata-rata
- φ1 = Fungsi H/B dan L/B (lihat gambar 2.21)
- φ0 = Fungsi dari D/B dan L/B (lihat gambar 2.22)
- qn = Tambahan tegangan neto
- B' = Lebar beban terbagi rata untuk luas segi empat

= Diameter lingkaran untuk beban terbagi rata berbentuk lingkaran  
 $E_u = E_s$  = Modulus deformasi untuk keadaan undrained



Sumber : Sardjono Hs, *Fondasi Tiang Pancang Jilid II*, 105: 1991

Gambar 9 Nilai  $\phi_1$



Gambar 10 Nilai  $\phi_0$

### Faktor Keamanan (Safety Factor, SF)

Untuk memperoleh kapasitas izin tiang, diperoleh melalui kapasitas ultimit dengan faktor aman tertentu. Faktor aman perlu diberikan dengan maksud:

- Memberi keamanan atas ketidakpastian metode yang dihitung
- Memberi keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompresibilitas tanah.
- Meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja.
- Meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok masih tetap dalam batasan toleransi
- Meyakinkan bahwa penurunan tidak seragam di antara tiang-tiang masih dalam batas toleransi.

Dari banyaknya pengujian beban tiang, baik tiang pancang maupun tiang bor yang berdiameter kecil sampai sedang (600 mm), penurunan akibat beban yang bekerja yang terjadi lebih kecil dari 10 mm untuk faktor aman kurang dari 2.5 (Thomilson, 1977). Beban yang bekerja (*working load*) atau kapasitas ultimit ( $Q_u$ ) dengan memperhatikan keamanan terhadap keruntuhan adalah nilai kapasitas ultimit ( $Q_u$ ) dibagi dengan faktor aman ( $SF$ ) yang sesuai. Variasi faktor aman yang telah banyak digunakan untuk tiang pancang, sebagai berikut:

$$Q_a = \frac{Q_u}{2,5} \dots \dots \dots (6)$$

**Tabel 2** Faktor aman yang disarankan ( Reese & O'Neill, 1989)

Klasifikasi Struktur	Faktor Keamanan (SF)			
	Kontrol Baik	Kontrol Normal	Kontrol Jelek	Kontrol sangat jelek
Monumental	2.3	3	3.75	4
Permanen	2	2.5	2.8	3.4
Sementara	1.4	2	2.3	2.8

Sumber: Teknik Fondasi 2, Hardiyatmo, 1996

**Penurunan Konsolidasi ( Consolidation Settlement ) Pada Kelompok Fondasi Tiang**

Rumus penurunan grup tiang dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$S_c = \frac{\Delta e}{1+e_o} h \dots \dots \dots (7)$$

dengan :

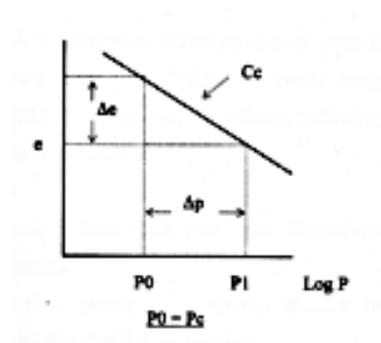
- $\Delta e$  = Perubahan angka pori  
=  $e_o - e_i$
- $e_o$  = Void ratio awal
- $e_i$  = Void ratio pada kedalaman yang ditinjau
- $h$  = Tebal lapisan tanah yang ditinjau
- $S_c$  = Penurunan konsolidasi

Besarnya perubahan angka pori ( $\Delta e$ ) dapat ditentukan berdasarkan rumus di bawah ini :

- Untuk lempung konsolidasi normal (*Normally consolidated*)

$$\Delta e = C_c \text{ Log } (P_o + \Delta P)/P_o$$

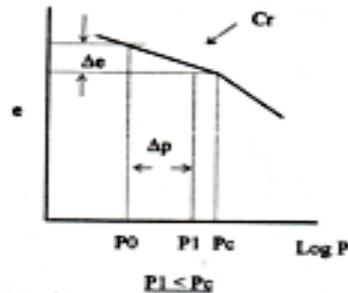
$$P_1 = P_o + \Delta P$$



- Untuk lempung konsolidasi berlebihan ( *Overconsolidated* )

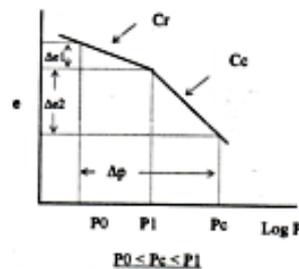
\*) Jika  $P_1 < P_c$ , maka

$$\Delta e = C_r \text{ Log } (P_o + \Delta P) / P_o$$



\*) Jika  $P_o < P_c < P_1$ , maka

$$\Delta e = C_r \text{ Log } (P_c / P_o) + C_c \text{ Log } (P_o + \Delta P) / P_c$$



Pada penurunan konsolidasi untuk tanah yang berlapis, biasanya beban dihitung pada tengah-tengah lapis yang dicari penurunannya, demikian juga *effective overburden pressure*nya.

## METODE PENELITIAN

### a. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan cara mengumpulkan data primer, data sekunder, observasi dan literatur-literatur/buku referensi.

### b. Analisis Data

Penelitian dilakukan secara langsung di lokasi poyek.

### c. Data Teknis Lapangan

Data teknis di lapangan pada Pembangunan Gedung Asrama BLKI Kota Tangerang Selatan adalah sebagai berikut :

## Hasil Uji Penyelidikan Tanah

Pada pembangunan ini, penyelidikan tanah yang dilakukan adalah penyelidikan lapangan (*In Situ Test*) yang terdiri dari *Cone Penetration Test (CPT)* dengan *Standard Penetration Test (SPT)* dan uji laboratorium dengan menggunakan metode Terzaghi, Tomlinson dan Meyerhof. Penyelidikan tanah dilakukan dengan memilih 3 (tiga) titik penyelidikan tanah pada lokasi tersebut yang dianggap mewakili. Adapun data hasil penyelidikan tanah terlampir.

### **Dimensi Tiang Pancang**

Dimensi atau ukuran tiang pancang yang dipakai adalah 25 x 25 cm dengan penampang persegi yang diproduksi / disediakan oleh pabrikan dengan mutu beton K-500 atau  $f_c' = 45$  MPa.

### **d. Analisa Data Dengan Test Laboratorium**

#### **Metode Terzaghi**

Dalam menganalisis daya dukung fondasi tiang pancang dengan menggunakan metode Terzaghi, yang harus diketahui terlebih dahulu adalah data tanah dan dimensi tiang pancang yang digunakan. Daya dukung fondasi tiang umumnya didapat dari tahanan ujung (*end bearing*) dan tahanan geser (*skin friction*). Analisis daya dukung dapat dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

#### **Metode Tomlinson**

Sama halnya dalam menganalisis daya dukung fondasi tiang pancang dengan menggunakan metode Terzaghi, data-data yang harus diketahui terlebih dahulu untuk menggunakan metode Tomlinson adalah data hasil penyelidikan tanah dan dimensi tiang pancang yang akan digunakan. Daya dukung fondasi tiang umumnya didapat dari tahanan ujung (*end bearing*) dan tahanan geser (*skin friction*). Dalam menganalisis daya dukung dengan menggunakan metode Tomlinson dapat dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus dan tabel yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

#### **Metode Meyerhof**

Tidak jauh dengan metode-metode sebelumnya, dalam menganalisis daya dukung fondasi tiang pancang dengan menggunakan metode Meyerhof, data-data yang harus diketahui terlebih dahulu untuk menggunakan metode ini adalah data tanah dan dimensi tiangnya. Daya dukung fondasi tiang umumnya didapat dari tahanan ujung (*end bearing*) dan tahanan geser (*skin friction*). Dalam menganalisis daya dukung dengan menggunakan metode Tomlinson dapat dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus dan tabel yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

### **e. Analisis Data Dengan Tes Langsung di Lapangan**

#### **Cone Penetration Test (CPT)**

Untuk menentukan daya dukung dengan menggunakan CPT pertama-tama adalah dengan menentukan terlebih dahulu nilai  $q_c$  (tahanan konus rata-rata) dengan  $Q_f$  (jumlah tahanan lekat) selanjutnya kita dapat menghitung dengan rumus-rumus yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

#### **Standar Penetration Test (SPT)**

Untuk menentukan daya dukung dengan menggunakan SPT, yang pertama kali harus dilakukan adalah dengan menentukan terlebih dahulu panjang ekuivalennya karena nilai tersebut adalah untuk mencari nilai  $q_d$  (daya dukung terpusat tiang), selanjutnya dapat dihitung dengan rumus-rumus yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis daya dukung beberapa metode disajikan dalam tabel berikut :

**Tabel 3** Hasil Analisis kapasitas daya dukung tiang pancang berdasarkan data sifat mekanis tanah, CPT dan SPT

No	Jenis Fondasi	Data	Metode Analisis	Kapasitas Dukung (ton)	Keterangan
1	Tiang Pancang	Laboratorium	Terzaghi	115,94	S-1
				117,77	S-2
				127,12	S-3
2	Tiang Pancang	CPT	Aoki dan De Alencer	132,98	S-1
				132,74	S-2
				152,22	S-3
3	Tiang Pancang	SPT	Analitis	164,01	S-1
				165,59	S-2
				191,44	S-3

Dari hasil analisis yang dilakukan maka kapasitas daya dukung fondasi tiang grup dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4** Perbandingan hasil analisis kapasitas daya dukung tiang pancang antara rencana, hasil analisis dan aktual lapangan.

Lokasi	Analisis	Daya Dukung				
		End Bearing (ton)	Friksi (ton)	Efisiensi Grup	SF	End Bearing + Friksi (ton)
Rencana	Sanspro	55		0,9		99,00
S-1	Lab.	178,66	14,58	0,9	3	115,94
	CPT	54,24	167,40	0,9	3	132,98
	SPT	132,35	141,00	0,9	3	164,01
S-2	Lab.	181,57	14,72	0,9	3	117,77
	CPT	50,34	170,89	0,9	3	132,74
	SPT	132,98	143,00	0,9	3	165,59
S-3	Lab.	196,09	15,78	0,9	3	127,12
	CPT	51,91	201,80	0,9	3	152,22
	SPT	136,06	183,00	0,9	3	191,44

Sedangkan untuk penurunan tiang, berdasarkan hasil analisis penurunan yang terjadi pada fondasi tiang pancang grup sebesar 0,0092 m atau 9,2 mm.

## KESIMPULAN

Dari uraian analisis perhitungan daya dukung tiang pancang berdasarkan beberapa metode dapat kami sajikan pada tabel berikut :

Lokasi	Analisis	Daya Dukung				
		End Bearing (ton)	Friksi (ton)	Efisiensi Grup	SF	End Bearing + Friksi (ton)
Rencana	Sanspro	55		0,9		99,00
S-1	Lab.	178,66	14,58	0,9	3	115,94
	CPT	54,24	167,40	0,9	3	132,98
	SPT	132,35	141,00	0,9	3	164,01
S-2	Lab.	181,57	14,72	0,9	3	117,77
	CPT	50,34	170,89	0,9	3	132,74
	SPT	132,98	143,00	0,9	3	165,59
S-3	Lab.	196,09	15,78	0,9	3	127,12
	CPT	51,91	201,80	0,9	3	152,22
	SPT	136,06	183,00	0,9	3	191,44
Aktual	Manometer	-	-	-	-	125,00

Dan berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisis daya dukung tiang yang paling besar menerima beban adalah analisis berdasarkan data SPT.
2. Berdasarkan analisis daya dukung tiang yang paling kecil menerima beban adalah analisis berdasarkan data laboratorium.
3. Penurunan yang terjadi berdasarkan analisis adalah 0,0092 m.
4. Daya dukung fondasi yang teraplikasi di lapangan berdasarkan analisis dinyatakan aman untuk menahan beban yang bekerja.

## DAFTAR PUSTAKA

Asiyanto, *Metode Konstruksi Gedung Bertingkat*, UI Press, Jakarta, 2008.

Badan Standar Nasional Indonesia, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SKSNI T-15-1991-03*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung, 1991.

Bowles, Joseph E, *Analisa dan Desain Fondasi Jilid I dan II*, Erlangga, Jakarta, 1993

Cahyadi, *Efek Kelompok Fondasi Tiang Terhadap Daya Dukung, Settlement dan Tegangan Tanah*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional, Bandung, 1996.

Kusuma, Gideon, *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03*, Erlangga, 1993.

Liu.Cheng and Evert, Jack B, *Soil and Foundation*, Prenticehall, New Jersey, 1981.

- Pradoto, Suhardjito, Book & Monograph Teknik Fondasi, *Laboratorium Geoteknik Pusat Antar Universitas Ilmu Rekayasa ITB, Bandung, 1988.*
- Pradoto, Suhardjito, *Teknik Fundasi, PAU-Teknik Sipil ITB, Bandung, 2000.*
- Sarjono HS, *Pondasi Tiang Pancang Jilid II Untuk Universitas dan Umum, Sinar Wijaya, Surabaya, 1988.*
- Sarjono HS, *Fondasi Tiang Pancang Untuk Universitas dan Umum, Sinar Wijaya, Surabaya, 1991.*
- Soedarsono, *Bahan Ajar Struktur Baja I, Teknik Sipil, FT-UNBAJA, Serang, 2013*
- Sudarmanto, *Analisa Fondasi, Puslitbang Jalan, Bandung, 1977.*
- Suyono S dan Kazuto Nakazawa, *Mekanika Tanah dan Teknik Fondasi, Pradnya Paramita, Jakarta, 1994.*