

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di dalam suatu proyek konstruksi, hal yang paling penting salah satunya adalah pondasi. Pondasi sendiri berfungsi untuk meneruskan beban struktur yang ada di atasnya ke lapisan tanah di bawahnya dan dihitung daya dukungnya agar tidak terjadi geser tanah, penurunan tanah dan keruntuhan. Ditinjau dari segi pelaksanaan, ada beberapa keadaan dimana kondisi lingkungan tidak memungkinkan adanya pekerjaan yang baik dan sesuai dengan kondisi yang diasumsikan dalam perencanaan yang memadai, serta struktur pondasi yang telah dipilih itu dilengkapi dengan pertimbangan mengenai kondisi tanah pondasi dan batasan-batasan struktur.

Setiap pondasi harus mampu mendukung beban sampai batas keamanan yang telah ditentukan, termasuk mendukung beban maksimum yang mungkin terjadi. Jenis pondasi yang sesuai dengan tanah pendukung yang terletak pada kedalaman 10 meter di bawah permukaan tanah adalah pondasi tiang. (*Suyono Sosrodarsono dan Kazuto Nakazawa, 1990*).

Dalam perencanaan pondasi untuk suatu konstruksi dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi. Pemilihan tipe pondasi ini berdasarkan pada :

- Fungsi bangunan atas (*upper structure*) yang akan dipikul oleh pondasi tersebut.
- Besarnya beban dan beratnya bangunan atas.
- Keadaan tanah dimana bangunan tersebut akan didirikan.
- Biaya pondasi dibandingkan bangunan atas.

Tanah selalu mempunyai peranan penting dalam suatu pekerjaan konstruksi. Tanah adalah sebagai dasar pendukung suatu bangunan atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri. Pada umumnya semua bangunan dibuat diatas dan dibawah permukaan tanah, maka diperlukan suatu sistem pondasi yang menyalurkan beban dari bangunan ke tanah. Untuk menentukan dan mengklasifikasi tanah diperlukan suatu pengamatan di lapangan. Tetapi jika mengandalkan pengamatan di lapangan, maka kesalahan-kesalahan yang

disebabkan oleh perbedaan pengamatan perorangan akan menjadi sangat besar. Untuk memperoleh hasil klasifikasi yang objektif, biasanya tanah itu secara sepiantas dibagi dalam tanah berbutir kasar dan berbutir halus berdasarkan suatu hasil analisa mekanis. Selanjutnya tahap klasifikasi tanah berbutir halus diadakan percobaan konsistensi. (*Suyono Sosrodarsono dan Kazuto Nakazawa, 1990*).

Untuk merencanakan pondasi dalam, harus dilakukan analisa desain dengan mencoba pada suatu kedalaman tertentu dan diameter tertentu hingga mencapai daya dukung yang dibutuhkan mampu dalam menahan beban yang akan didistribusikan pada setiap pondasi. Analisis dilakukan dengan metode statis untuk mengetahui kapasitas dukung tiang pancang dan penurunan yang terjadi. Kapasitas dukung tiang pancang beton dengan metode semi empirik dihitung berdasarkan data uji sondir dan bore log.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini, adalah :

1. Berapa nilai daya dukung pondasi *bored pile* berdasarkan perhitungan manual 4 metode yaitu *Reese & Wright, metode Mayerhoff, metode Decourt*, dan *metode Thomlinson*, dan serta menggunakan program *All Pile* ?
2. Berapa besarnya nilai penurunan (*settlement*) pondasi tiang pancang berdasarkan perhitungan manual dan program *All Pile* ?
3. Berapa perbandingan penurunan yang dihitung manual dengan program *All Pile* ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dalam Tugas Akhir ini, adalah :

1. Mengetahui kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan perhitungan manual dengan 4 metode yaitu *Reese & Wright, metode Mayerhoff, metode Decourt*, dan *metode Thomlinson* dan serta menggunakan program *All Pile* ?

2. Mengetahui besarnya penurunan (*settlement*) yang terjadi pada pondasi tiang pancang berdasarkan perhitungan manual dan program *All Pile*.
3. Mengetahui perbandingan penurunan yang dihitung dengan manual dan program *All Pile*.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini, adalah

1. Perhitungan beban dari struktur atas yang akan disalurkan pondasi ke dalam tanah menggunakan program SAP2000.
2. Menghitung daya dukung pondasi *bored pile* dengan perhitungan manual 4 metode yaitu *Reese & Wright*, *metode Mayerhoff*, *metode Decourt*, dan *metode Thomlinson* dan serta menggunakan program *All Pile* yang menggunakan data tanah N-SPT dari Proyek Transmart Majapahit Semarang.
3. Menghitung penurunan (*settlement*) pondasi tiang pancang, dengan menggunakan perhitungan manual dan analisa menggunakan program *All Pile*.
4. Membandingkan penurunan yang terjadi yang dihitung menggunakan metode manual dan *All Pile*.

1.5. Manfaat Penelitian

Tugas Akhir ini diharapkan bermanfaat untuk :

1. Menambah wawasan dan ilmu pengetahuan.
2. Membantu mahasiswa dalam mencari referensi atau tugas dengan pembahasan topik yang sama.
3. Teman-teman yang membutuhkan informasi dan ingin mempelajari topik yang dibahas dalam laporan Tugas Akhir ini.

1.6. Metode Pengumpulan Data

1. Studi Literatur

Mempelajari materi-materi dalam bentuk buku maupun jurnal ilmiah yang berhubungan dengan Tugas Akhir ini.

2. Pengumpulan Data

Subjek pada penulisan Tugas Akhir ini adalah Proyek Transmart Majapahit Semarang. Data yang diperlukan untuk penulisan Tugas Akhir ini didapatkan dari PT. Wijaya Karya Gedung. Adapun data-data yang dibutuhkan adalah data bore log.

3. Analisis Data

Melakukan pengolahan data dan melakukan analisis terhadap kasus dengan teori-teori yang dikumpulkan pada studi literature.

1.7. Sistematika Penulisan

Rencana sistematika penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari 5 (lima) bab, yang diuraikan sebagai berikut :

BAB – I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang penulisan, tujuan, manfaat, perumusan masalah, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB – II STUDI PUSTAKA

Berisi dasar teori, rumus, dan segala sesuatu yang digunakan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang diperoleh dari buku literatur, tulisan ilmiah, website, dan hasil penulisan sebelumnya.

BAB – III METODOLOGI

Berisi metodologi penulisan Tugas Akhir berupa pengumpulan data dan metode analisis yang digunakan.

BAB – IV ANALISIS DAN PERHITUNGAN

Berisi perhitungan kapasitas daya dukung dan penurunan pondasi Tiang Pancang dengan mengolah data-data yang diperoleh.

BAB – V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari hasil analisis dan saran berdasarkan kajian yang telah di kumpulkan pada Tugas Akhir ini.

BAB II STUDI PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Tanah secara umum adalah kumpulan dari bagian yang padat dan terikat antara satu dengan yang lain material tersebut berisi udara dan air (*Verhoef, 1994*).

Tanah adalah material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral dari bahan organik yang telah melapuk yang berpartikel padat disertai zat cair juga gas yang mengisi ruang kosong antar partikel-partikel padat tersebut (*Das, 1995*).

Dalam bidang teknik sipil tanah (soil) merupakan sisa tanah yang dibawa dari pelapukan batuan akibat proses geologi yang digali tanpa menggunakan peledak dan bisa ditembus dengan alat pengambilan. Contoh (sampling) pada saat pengeboran (*Hendarsin, 2000*).

Secara umum tanah ada 2 yaitu berkohesif dan tidak berkohesif. Tanah berkohesif merupakan tanah jika karakteristik fisik terdapat pembasahan dan pengeringan yang tersusun dari butiran tanah yang menyatu sehingga gaya berfungsi untuk memisahkan dalam keadaan kering. Contoh tanah lempung (*Bowles, 1991:72*)

Dalam perencanaan memerlukan pengertian dan pemahaman karakteristik tanah dengan paham dan jelas. Parameter tanah berpengaruh untuk karakteristik tanah sebagai pendukung pondasi berupa ukuran dari butiran tanah, berat jenis tanah, kadar air tanah, kerapatan, angka pori, serta sudut geser pada tanah.

2.1.1 Parameter Tanah

Elemen tanah mempunyai 3 (tiga) fase, yaitu butiran padat, air, dan udara. Pemahaman mengenai komposisi tanah untuk memutuskan dalam memperoleh parameter tanah serta hubungan antar volume dengan berat. Dibawah ini parameter tanah yang digunakan untuk mendeskripsikan sifat dan karakteristik pada tanah yaitu:

a. Modulus Young

Nilai modulus *Young* menunjukkan nilai elastisitas tanah yang merupakan perbandingan antara tegangan yang terjadi terhadap regangan. Nilai ini bisa didapatkan dari Triaxial Test. Suatu Nilai Modulus Elastisitas (E_s) secara empiris dapat ditentukan melalui data sondir dan jenis tanah seperti pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Nilai Perkiraan Modulus Young (*Bowles, 1977*)

Macam Tanah	E (Kg/cm ²)
LEMPUNG	
• Sangat Lunak	3 – 30
• Lunak	20 – 40
• Sedang	45 – 90
• Berpasir	300 – 425
PASIR	
• Berlanau	50 – 200
• Tidak Padat	100 – 250
• Padat	500 – 1000
PASIR DAN KERIKIL	
• Padat	800 – 2000
• Tidak Padat	500 – 1400
LANAU	20 – 200
LOSES	150 – 600
CADAS	1400 - 14000

(*Sumber Bowles, 1997*)

b. Possion Ratio

Nilai *passion ratio* ditentukan sebagai kompresi poros terhadap regangan permukaan lateral. Nilai *passion ratio* dapat ditentukan melalui jenis tanah seperti pada Tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 Hubungan Antara Jenis Tanah dan *Possion Ratio*

Jenis Tanah	Poisson Ratio (μ)
Lempung jenuh	0,4 – 0,5
Lempung tak jenuh	0,1 – 0,3
Lempung berpasir	0,2 – 0,3
Lanau	0,3 – 0,35
Pasir	0,1 – 1,0
Batuan	0,1 – 0,4
Umum dipakai untuk tanah	0,3 – 0,4

(Sumber : *Braja M Das, 2011*)

c. Sudut Geser Dalam (\emptyset)

Nilai sudut geser dalam dan kohesi menentukan ketahanan tanah akibat tegangan yang bekerja berupa tekanan lateral tanah. Nilai tersebut juga dapat diperoleh melalui pengukuran Direct Shear Test. Hubungan antara sudut geser dalam dan jernih tanah dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dan Jenis Tanah

Jenis Tanah	Sudut Geser Dalam (\emptyset)
Kerikil kepasiran	35° – 40°
Kerikil kerakal	35° – 40°
Pasir padat	35° – 40°
Pasir lepas	30°
Lempung kelanauan	25° – 30°
Lempung	20° – 25°

(Sumber : *Braja M Das, 2011*)

d. Kohesi (c)

Kohesi adalah gaya tarik antar butiran tanah. Dalam waktu bersamaan kohesi dengan sudut geser tanah dari kuat geser tanah untuk menentukan ketahanan tanah terhadap deformasi akibat regangan yang bekerja pada tanah. Deformasi terjadi dengan adanya perpaduan dalam keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan

geser. Nilai ini didapat dari hasil Uji Direct Shear Test. Nilai ini ditentukan dari data sondir (q_c) sebagai berikut :

$$\text{Koheksi (c)} = q_c/20 \text{ kg/cm}^2$$

2.2 Penyelidikan Tanah (*Soil Investigation*)

Penyelidikan tanah dilakukan untuk sifat dan karakteristik tanah yang diselidiki. Pada penyelidikan ini sangat berpengaruh terhadap daya dukung dan jenis pondasi yang akan digunakan dalam perencanaan. Penyelidikan tanah dibagi menjadi 2 yaitu penyelidikan tanah yang dilakukan dilapangan seperti pengujian sondir, *Standart Penetration Test* dan penyelidikan tanah yang dilakukan dilaboratorium mekanika tanah.

2.2.1 Pengujian dengan Pengeboran

Pengeboran adalah jenis penyelidikan tanah yang dilakukan dilapangan dengan bertujuan sebagai berikut :

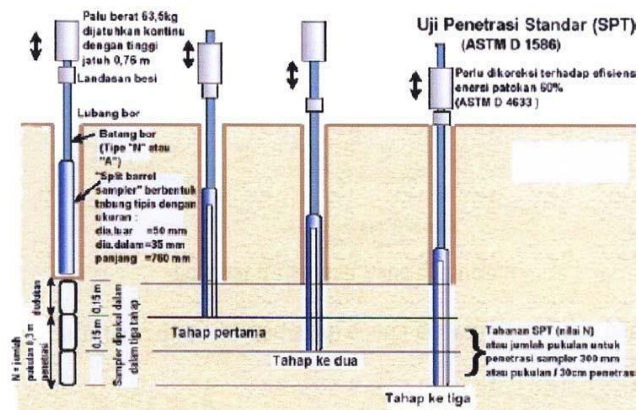
- 1 Untuk mengetahui sifat fisis tiap lapisan tanah yang dilakukan pengeboran berupa jenis tanah dari tiap lapisan dalam masing – masing kedalaman dan warna pada tanah tersebut.
- 2 Untuk mengetahui sampel pada tanah dari tiap – tiap kedalaman yang akan digunakan pada pengujian laboratorium dimana sampel dibedakan menjadi 2 yaitu (*undisturbed sampel*) adalah sampel tanah dengan mempertahankan karakteristik tanah sesuai dengan keadaan aslinya dilapangan. Sedangkan (*disturbed sampel*) adalah pengambilan yang dilakukan dengan tidak mempertahankan sifat asli pada tanah yang berada dilapangan. Pada masing – masing pemeriksaan Laboratorium Mekanika Tanah, memiliki syarat pada pengambilan dengan pengambilan contoh tanah terganggu serta tidak terganggu (*Bowles, 1998*)
- 3 Pada pelaksanaan *standart penetrasi test (SPT)* digunakan untuk memperkirakan kepadatan tanah dilapangan dan kedalaman tanah keras dilapangan untuk menghitung daya dukung pondasi rencana.

2.2.2 Pengujian *Standart Penetration Test (SPT)*

Standart Penetration test (SPT) merupakan percobaan yang

dilakukan dilapangan guna untuk memasukkan alat *split spoon* dalam tanah yang bertujuan untuk mendapatkan kepadatan relative D_r (*Relative Density*). Sudut geser pada tanah (ϕ) dan jumlah pukulan nilai N dari tanah ini (Hardiyatmo, 2011)

Metode SPT (*Standart Penetration test*) dilakukan dalam peraturan ASTM D 1586 sejak tahun 1958 pada proses penyelidikan tanah dilapangan secara langsung, metode percobaan SPT (*Standart Penetration test*) dengan cara memasukkan tabung sampel (*split spoon*) masuk ke dalam tanah sepanjang 305 mm. hasil tersebut ditulis dalam bentuk jumlah N pada pukulan palu.



Gambar 2.1 Skema Uji SPT (*Standart Penetration test*)
(ASTMD 1586)

Adapun prosedur atau tahap – tahapan dalam melakukan pengujian SPT (*Standart Penetration test*) adalah sebagai berikut :

- 1 Peralatan yang dibutuhkan dalam pengujian SPT berdasarkan SNI 4153 : 2008, yaitu :
 - a Peralatan mesin pengebor tanah beserta kelengkapannya
 - b Peralatan pompa air beserta kelengkapannya
 - c Tabung belah atau (*split barrel sampler*)
 - d Pemukul (*hammer*) yang mempunyai berat 63,5 kg.
 - e Alat penahan (*tripod*)

- f Perlatan penyipat datar (*waterpass*)
- g Alat ukur rol meter
- h Katrol
- i Perlengkapan alat tulis

2 Persiapan yang perlu dilakukan Obeng

- a Tali untuk menarik dan menahan palu pemukul
- b Bahan bakar minyak
- c Bahan pelumas (*vaselin*)
- d Kantong plastic secukupnya

Formulir untuk mencatat pengujian dalam melaksanakan pengujian SPT (*Standart Penetration test*) menurut SNI 4153:2008, yaitu :

- a. Pasang terlebih dahulu balok penyokong pada pipa bor
- b. Berilah penanda pada ketinggian 75 cm pada pipa bor
- c. Lubang bekas pengeboran dilakukan pembersihan dari tanah – tanah sisa pengeboran tanah.
- d. Pasanglah (*split barrel sampel*) pada tempat yang disediakan
- e. Kemudian peralatan pengujian SPT (*Standart Penetration test*) dimasukkan ke dalam dasar tanah yang akan dilakukan pengujian dengan kedalaman yang direncanakan.
- f. Berilah tanda batang bor dari elevasi tanah dasar sampai ketinggian 15, 30, serta 45 cm.

3 Struktur prosedur yang harus perlu dilakukan dalam melaksanakan pengujian SPT (*Standart Penetration test*) yang mengacu pada SNI 4153 : 2008, yaitu :

- a Pengujian SPT (*Standart Penetration test*) dilakukan dengan cara masing – masing lapisan struktur tanah dengan interval perlapisan berkisar 1,5 hingga 2,00 m sesuai rencana
- b Melakukan penarikan palu pemukul (*split spoon*) dengan tinggi jatuh setinggi 75 cm
- c Setelah itu lepaskan penarikan agar palu pemukul tersebut jatuh secara gravitasi dan menimpa penahan (*split spoon*)
- d Lakukanlah berulang – ulang dan hitung berapa jumlah N, pada langkah (b) dan (c)
- e Kemudian catat pada formulir yang disediakan jumlah N pukulan setelah masuk 15 cm
- f Lakukanlah langkah (b), (c), (d), serta (e) setiap *split spoon* masuk kedalam tanah sedalam 15cm
- g Apabila dalam pengujian terjadi nilai N lebih besar dari 50 pukulan palu maka pengujian dapat dihentikan pada titik tersebut. Jangan lupa untuk melakukan pencatatan pada penetrasi 5 cm pada tipe tang batuan dan untuk hasil pengujian SPT (*Standart Penetration test*) dilapangan berdasarkan (SNI 4153 : 2008) disajikan pada (*borlog*).

2.3 Pondasi

Pondasi merupakan bagian terendah dari suatu bangunan yang berfungsi untuk menyalurkan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya (*Setyanto, 1999*). Pondasi adalah suatu bagian dari konstruksi bangunan yang memiliki fungsi untuk meletakkan bangunan dan meneruskan beban bangunan atas (*upper structure*) ke dasar tanah yang cukup kuat daya dukungnya (*Gunawan, 1990*).

Pondasi adalah bagian suatu konstruksi yang berada dipaling bawah yang

fungsinya untuk meneruskan beban bangunan dan memikul beban sendiri di atasnya pondasi ke lapisan tanah keras yang berada dibawah pondasi. Perencanaan struktur pondasi ini berpedoman bahwa daya dukung pondasi yang diijinkan harus lebih besar dari beban yang diteruskan oleh pondasi tersebut. Apabila kekuatan tanah melampaui dari daya dukung pondasi maka akan terjadi penurunan yang berlebihan (*Das, 1998*)

Diambil kesimpulan bahwa pondasi merupakan bagian dari konstruksi bangunan yang berada dipaling bawah (*Lower Structure*) yang berfungsi menyalurkan beban bangunan di atasnya ke lapisan tanah yang berada dibawah pondasi tersebut tanpa mengalami penurunan pada pondasi. Pondasi sendiri terdapat pedoman bahwa daya dukung tanah yang diijinkan harus lebih besar dari beban yang diteruskan pondasi ke dalam tanah.

2.4 Klasifikasi Pondasi

Terdapat 3 jenis pondasi secara umum yang ada dipelaksanaan lapangan yaitu pondasi dangkal, pondasi sedang, dan pondasi dalam. Dibawah ini 3 jenis pondasi tersebut yaitu sebagai berikut :

2.4.1 Pondasi Dangkal

Pondasi Dangkal adalah pondasi dengan galian tanah tidak terlalu dalam sebab tanah dasar yang dihasilkan sudah cukup keras. Kekuatan pondasi dangkal berada pada alasnya, karena jenis pondasi ini memiliki fungsi menyalurkan beban ke lapisan tanah. Pondasi dangkal apabila memiliki kedalaman kurang atau sama dengan lebar pondasi ($D \leq B$) (*Terzaghi, 1940*). Pondasi Dangkal dibedakan menjadi 5 jenis pondasi, yaitu :

a Pondasi Setempat (*single footing*)

Pondasi ini digunakan dibagian bawah kolom struktur bangunan yang berada di daerah rawa – rawa pada konstruksi bangunan kayu.

b Pondasi Menerus (*Continous fouting*)

Pondasi menerus ini juga sering disebut pondasi batu

kali (batu belah) sebab digunakan pada bangunan satu lantai. Konstruksi pada pondasi ini memiliki fungsi sebagai penyalur beban bangunan pada dinding secara merata ke lapisan tanah.

c Pondasi Telapak

Pondasi ini digunakan untuk tanah dengan daya dukung yang berbeda dari beban titik individual seperti pada kolom struktur.

d Pondasi Rakit

Pondasi rakit ini digunakan untuk tanah lunak dengan susunan jarak kolom dari semua arah.

e Pondasi Sarang Laba – Laba

Pondasi dengan hasil perpaduan antara pondasi beton pipih yang diisi secara menerus dengan perbaikan tanah lunak sampai menghasilkan komposit dari konstruksi beton bertulang.

2.4.2 Pondasi Sedang

Pondasi sedang merupakan pondasi yang berfungsi menyalurkan beban bangunan ke dalam tanah keras atau batuan di kedalaman dangkal dan dalam. Pondasi sedang digunakan apabila pondasi tiang pancang tidak diperbolehkan untuk digunakan karena dalam proses pemancangan terdapat getaran yang bisa mengganggu kestabilan bangunan disampingnya. Berikut jenis pondasi sedang yaitu :

a. Pondasi Sumuran (*Strauss Pile*)

Pondasi Sumuran merupakan jenis pondasi yang berbentuk seperti sumuran yang dilakukan dengan cara pengeboran pada titik pondasi dengan kedalaman yang ditentukan. Nilai kedalaman pondasi yaitu (D_f).

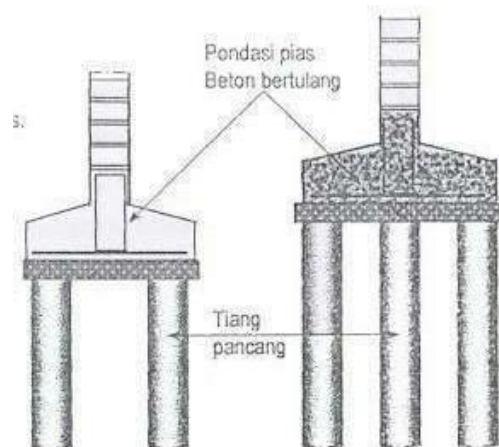
2.4.3 Pondasi Dalam

Pondasi Dalam merupakan pondasi yang dirancang apabila

letak tanah keras relative dalam yang dimulai dari atas permukaan tanah (*Hardiyatmo, 2002*). Secara umum kedalaman pondasi lebih besar dari lebar pondasi ($D > B$). pondasi ini digunakan untuk menyalurkan beban lapisan yang lebih dalam sampai didapat jenis tanah yang dapat memikul beban pondasi tersebut. Berikut jenis pondasi dalam yaitu :

a. Pondasi Tiang (*Pile foundation*)

Pondasi ini berfungsi untuk meneruskan beban vertical maupun horizontal ke tanah. Pondasi ini biasanya berdiameter lebih kecil dan lebih panjang daripada pondasi sumuran (*Bowles, 1991*). Jenis pondasi ini tanah pendukung yang terletak pada kedalaman 10 m dibawah permukaan tanah yaitu pondasi tiang (*Suyono Sosrodarsono dan Kazuto Nakazawa*).



Gambar 2.2 Pondasi Tiang

Klasifikasi tiang yang didasarkan pada metode pelaksanaannya yaitu antara lain sebagai berikut :

- a) Tiang pancang (*Driven Pile*), tiang ini dipasang dengan membuat bahan berbentuk bulat atau bujur sangkar secara