

TUGAS AKHIR

**ANALISIS FUNDASI TIANG PANCANG DAN FUNDASI BORE PILE
PADA PEMBANGUNAN PONDOK PESANTREAN RAUDHA AL
LAWADZ'I DENGAN HASIL SONDIR**

Diajukan Kepada Sangga Buana YPKP Bandung Untuk Memenuhi

Persyaratan

Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil

Disusun Oleh :

VIKTOR IMAN PUTRA GULO

2112191045



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP

BANDUNG

2023

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
ANALISIS FUNDASI TIANG PANCANG DAN FUNDASI BORE PILE
PADA PEMBANGUNAN PONDOK PESANTREAN RAUDHA AL
LAWADZ'I DENGAN HASIL SONDIR

Disusun Oleh :

Viktor Iman Putra Gulo
2112191045

Naskah Tugas Akhir ini diperiksa dan disetujui sebagai kelengkapan persyaratan kelulusan, guna memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil pada program studi Teknik Sipil Fakultas Universitas Sangga Buana YPKP Bandung

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing

Chandra Afriade Siregar..ST..MT
432.200.167

Diketahui Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Slamet Risnanto. ST..M.KOM
NIK. 432 200 125

Muhammad Syukri. ST..MT
NIK.432 200 167

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa (TYME), karna segala berkat dan anugerahnya dan diberinya kesempatan dalam menyelesaikan tugas akhir saya dengan segala kekurangannya. Segala syukur saya ucapkan kepada Tuhan atas hadirnya orang-orang yang sangat berarti yang tanpa lelah memberikan dukungan tanpa pamrih. Sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Dengan ini saya persembahkan karya sederhana ini untuk :

- Untuk (Alm) Bapak Alisande selaku orang tua saya yang sudah meninggal ketika saya masih menempuh pendidikan SMP kelas VIII, Semoga beliau bangga dengan perjuangan anaknya. Dan juga (Alm) Ibu Misari selaku orang tua saya yang sudah meninggal ketika saya menempuh pendidikan SD kelas 1. Semoga Ibu bangga dengan anak nya yang hidup mandiri, I Love You.
- Untuk keluarga di Bandung, terkhusus Abang kandung saya David gulo, terimakasih support nya dari awal perkuliahan baik itu dukungan doa dan materi. Dan terimakasih juga untuk keluarga di Nias yang selalu memberi semangat untuk saya.
- Untuk dosen Pembimbing Bapak Candra Afriade Siregar,ST.,MT terimakasih atas waktu,bantuan dan nasehat yang di berikan secara tulus.
- Untuk seluruh teman dan sahabat saya,terimakasih dukungan nya selama bersama sama di kampus tercinta ini.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul “ANALISISIS FUNDASI TIANG PANCANG DAN FUNDASI BORE PILE PADA PEMBANGUNAN PONDOK PESANTREN RAUDHA AL-LAWDZI'I DENGAN DATA SONDIR” ini sepenuhnya merupakan karya sendiri bukan dari orang lain dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Februari 2023

Pembuat Pernyataan

Viktor Iman Putra Gulo

211219045

HALAMAN HAK CIPTA MAHASISWA S1

**ANALISIS FUNDASI TIANG PANCANG DAN FUNDASI BORE PILE
PADA PEMBANGUNAN PONDOK PESANTREAN RAUDHA AL
LAWADZ'I DENGAN HASIL SONDIR**

oleh :

Viktor Iman Putra Gulo

NPM.2112191045

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik

© Viktor Iman Putra Gulo

Universitas Sangga Buana – YPKP

2023

Hak Cipta dilindungi undang – undang
Skripsi ini tidak boleh di perbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, di fotocopy, atau cara lainnya tanpa seizin dari penulis

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis dengan nama lengkap Viktor Iman Putra Gulo, Lahir di Nias pada tanggal 09 Agustus 1998 dari pasangan suami istri Bapak Alisande Gulo dan Ibu Misari Gulo (ALM). Penulis merupakan anak ke Sembilan dari Sembilan bersaudara. Saat ini penulis bertempat tinggal di Jl.Sukarasa II Rt 2 Rw 11 No 54 Citeurep Kota Cimahi. Penulis memulai pendidikan formal di SD Negeri 076093 Hilisangawola Nias Barat 2005 sampai 2011. Lalu penulis melanjutkan SMP Swasta Kristen BNKP Kota Gunungsitoli pada tahun 2012 sampai 2014 dan penulis melanjutkan SMK Negeri 1 Ulu Moro'o pada tahun 2015 sampai 2017. Dan pada tahun 2019 penulis melanjutkan jenjang pendidikan di Universitas Sangga Buana YPKP Bandung, jurusan S1 Teknik Sipil.

HALAMAN MOTTO

Hidup itu seperti mengendarai sepeda.

Untuk menjaga keseimbangan, anda harus terus bergerak

(Albert Einstein)

Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apapun juga, tetapi nyatakanlah dalam segala hal keinginanmu kepada Allah dalam doa dan permohonan dengan ucapan syukur.

(Filipi 4:6)

Perjalanan seribu mil

Dimulai dengan satu langkah.

(Viktor Gulo)

ABSTRAK

Dalam pekerjaan suatu konstruksi, pekerjaan fondasi (struktur bawah) merupakan pekerjaan pertama yang dilaksanakan sebelum melaksanakan pekerjaan struktur atas. Pembangunan suatu fondasi sangat besar fungsinya pada suatu konstruksi. Secara umum fondasi didefinisikan sebagai bangunan bawah tanah yang meneruskan beban bangunan yang ada di atasnya baik itu beban bangunan itu sendiri maupun beban luar yang bekerja di sekitar bangunan ke tanah yang ada di sekitarnya.

Analisis kapasitas daya dukung fondasi tiang pancang dan fondasi bore pile ini di pekerjaan pembangunan pondok pesantren *raudhah al-lawadz'i* yang dilakukan berdasarkan dengan data sondir dengan menggunakan metode hitungan Aoki De Alencar.

Dari hasil analisis tiang pancang di S-4 hasil izin tiang di kedalaman 2 meter 67,748, di kedalaman 4 meter 229,134, di kedalaman 6 meter 535,782 dan di kedalaman 8 meter 962,589. Sedangkan hasil analisis bore pile di S-4 hasil izin tiang di kedalaman 2 meter 33,874, di kedalaman 4 meter 114,567, di kedalaman 6 meter 267,891, dan di kedalaman 8 meter 481,294.

Kapasitas daya dukung fondasi tiang pancang berdasarkan dengan data sondir memiliki nilai yang lebih besar dengan daya dukung fondasi bore pile dengan data sondir yang sama.

Kata kunci : *kapasitas daya dukung fondasi tiang pancang, kapasitas daya dukung bore pile, metode aoki de alencar.*

ABSTRACT

In the work of a construction, foundation work (under structure) is the first work carried out before carrying out work on the upper structure. The construction of a foundation has a very large function in a construction. In general, the foundation is defined as an underground structure that continues the load of the building above it, both the load of the building itself and the external loads that work around the building to the ground around it.

Analysis of the carrying capacity of the pile foundation and bore pile foundation in the construction work of the Raudhah al-lawadz'i Islamic boarding school was carried out based on sondir data using the Aoki De Alencar calculation method.

From the results of the analysis of the piles in S-4 the results of the permits for the piles at a depth of 2 meters are 67,748, at a depth of 4 meters 229,134, at a depth of 6 meters 535,782 and at a depth of 8 meters 962,589. While the results of the bore pile analysis at S-4 yielded permits for poles at a depth of 2 meters 33,874, at a depth of 4 meters 114,567, at a depth of 6 meters 267,891, and at a depth of 8 meters 481,294.

The bearing capacity of the pile foundation based on the Sondir data has a greater value than the bearing capacity of the bore pile foundation with the same Sondir data.

Keywords: *bearing capacity of pile foundation, bearing capacity of bore pile, aoki de alencar method.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat yang telah diberikan-Nya sehingga laporan Tugas Akhir (TA) ini dapat diselesaikan. Laporan Tugas Akhir dengan judul "ANALISIS FUNDASI TIANG PANCANG DAN FUNDASI BORE PILE PADA PEMBANGUNAN PONDOK PESANTREN RAUDHA AL-LAWDZI'I DENGAN DATA SONDIR" ini ditujukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana YPKP Bandung. Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan pengalaman nyata dalam melakukan penelitian di dunia kerja, selain itu mahasiswa Teknik Sipil dapat menerapkan bekal ilmu dan keahlian yang sudah didapat saat perkuliahan dengan berbagai permasalahan teknis dan non teknis yang terjadi di lapangan.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu selama proses pengerjaan laporan tugas akhir ini, yaitu kepada:

1. Tuhan yang telah memberikan limpahan karunia dan kekuatan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik.
2. Dr. Didin Saepudin, S.E., M.Si ; selaku Rektor Universitas Sangga Buana Yayasan Pendidikan Keuangan dan Perbankan.
3. Dr. Teguh Nurhadi Suharsono, ST., M.T ; Selaku wakil Rektor I Universitas Sangga Buana Yayasan Pendidikan Keuangan dan Perbankan.
4. Bambang Susanto, SE., M.Si; Selaku wakil Rektor II Universitas Sangga Buana Yayasan Pendidikan Keuangan dan Perbankan.
5. Nurhaeni Sikki, S. AP., M.AP; Selaku wakil Rektor III Universitas Sangga Buana Yayasan Pendidikan Keuangan dan Perbankan.
6. Slamet Risrtanto ST. M. Kom; Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana Yayasan Pendidikan keuangan dan Perbankan.
7. Muhammad Syukri, ST.,MT; Selaku Ketua program studi Teknik Sipil.
8. Chandra Afriade Siregar, ST., MT; selaku Dosen pembimbing penulis.

9. Bapak/Ibu Dosen di Fakultas Teknik Sipil Universitas Sangga Buana yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis.
 10. Bapak, Ibu dan seluruh keluarga tercinta atas doa, waktu dan kasih sayang yang tidak pernah putus.
 11. Teman - teman Teknik Sipil 2019 terima kasih atas dorongan dan bantuannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
 12. Semua pihak yang penulis tidak bisa sebutkan satu - persatu yang telah memberikan bantuan maupun dukungan
- Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan tugas akhir ini sehingga kritik dan saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Bandung, 2023

Viktor Iman Putra Gulo

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Maksud dan Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Umum.....	5
2.2. Defenisi Tanah	5
2.2.1. Karakteristik Tanah.....	7
2.2.2. Tanah Kohesif dan Non Kohesif.....	8
2.3. Klasifikasi Tanah.....	9
2.3.1. Sistem Klasifikasi <i>Unified system</i> (USCS)	9
2.3.2. Sistem Klasifikasi American Association of State Highway and Transportation Official (AASTHO).....	11
2.4. Penyelidikan Tanah di Lapangan	14
2.4.1. Penyelidikan Lapangan Dengan SPT (Standard Penetration Test). 14	
2.4.2. Sondir / CPT.....	16
2.5. Penyelidikan Tanah di Laboratorium	17

2.6.	Fundasi Dangkal.....	21
2.7.	Fundasi Dalam.....	22
2.7.1.	Fundasi Sumuran.....	24
2.7.2.	Fundasi Bored pile	25
2.7.3.	Fundasi Tiang Pancang	26
2.7.4.	Pemancangan Tiang Pancang.....	32
2.8.	Kapasitas Daya Dukung Tanah	33
2.8.1.	Kapasitas dan Analisa Daya Dukung Terzaghi.....	33
2.8.2.	Kapasitas dan Analisa Daya Dukung Meyerhoff.....	34
2.8.3.	Kapasitas dan Daya Dukung Brinch Hansen	36
BAB III		
	METODOLOGI PENELITIAN.....	38
3.1.	Bagan Alir Penelitian	38
3.2.	Tinjauan Pustaka	39
3.3.	Tahap Pengumpulan Data.....	39
3.4.	Analisis Daya Dukung Fundasi Tiang Pancang	40
3.5.	Analisis Daya Dukung Fundasi Bore Pile	41
BAB IV		
	DATA DAN ANALISIS.....	43
4.1	Peta Lokasi Penyelidikan Tanah	43
4.2	Data Cone Penetration Test (CPT)	43
4.3	Analisis Fundasi	44
4.4	Dimensi Fundasi Tiang	44
4.5	Kapasitas Daya Dukung Fundasi Tiang Pancang Berdasarkan Data Sondir Dengan Metode Hitungan Aoki De Alencar	44
4.6	Kapasitas Daya Dukung Fundasi Bore Pile Berdasarkan Data Sondir Dengan Metode Hitungan Aoki De Alencar	53

4.7 Analisis Kapasitas Daya Dukung Fundasi Tiang Pancang Dengan Kapasitas Daya Dukung Fundasi Bore Pile Dengan Metode Aoki De Alencar	60
BAB V	
KESIMPULAN DAN SARAN.....	67
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 gambar sistem klasifikasi unifed system (USCS)	12
Gambar 2. 2 Rentang (range) dari batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk tanah dalam kelompok A-2,A-3,A-4,A-5,A-6, dan A-7	13
Gambar 2. 3 Fundasi Dangkal.....	22
Gambar 2. 4 Fundasi Sumuran.....	25
Gambar 2. 5 Fundasi Bored Pile	26
Gambar 2. 6 Fundasi tiang pancang kayu	29
Gambar 2. 7 Tiang pancang beton	29
Gambar 2. 8 Tiang Pancang Baja.....	31
Gambar 2. 9 Tiang Pancang Komposit	32
Gambar 4. 1 Peta Penyelidikan Tanah	43
Gambar 4. 2 Nilai qc(side) kedalaman 2 meter.....	47
Gambar 4. 3 Nilai qc(side) kedalaman 4 meter.....	48
Gambar 4. 4 Nilai qc(side) kedalaman 6 meter.....	49
Gambar 4. 5 Nilai qc(side) kedalaman 8 meter.....	50
Gambar 4. 6 Nilai qc(side) kedalaman 2 meter.....	53
Gambar 4. 7 Nilai qc(side) kedalaman 4 meter.....	54
Gambar 4. 8 Nilai qc(side) kedalaman 6 meter.....	55
Gambar 4. 9 Nilai qc(side) kedalaman 8 meter.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 klasifikasi tanah untuk lapisan tanah berbutir (sistem AASTHO).....	12
Tabel 2. 2 klasifikasi tanah untuk lapisan lempung-lempung (sistem AAHSTO)	13
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Hasil Uji Sondir	45
Tabel 4. 2 Hasil Uji Sondir S-4.....	46
Tabel 4. 3 Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Metode Aoki De Alencar Dengan Variasi Kedalaman 2,4,6 dan 8 Meter.....	51
Tabel 4. 4 Kapasitas daya dukung Bore Pile Berdasarkan Metode Aoki De Alencar Dengan Variasi Kedalaman 2,4,6 dan 8 Meter	58
Tabel 4. 5 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 01)	60
Tabel 4. 6 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 02)	60
Tabel 4. 7 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 03)	60
Tabel 4. 8 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 04)	61
Tabel 4. 9 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung tiang Pancang dan Fundasi BorePile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 05).....	61
Tabel 4. 10 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 06).....	61
Tabel 4. 11 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 07).....	61
Tabel 4. 12 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 08).....	62
Tabel 4. 13 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 09).....	62
Tabel 4. 14 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 10).....	62

Tabel 4. 15 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 11).....	62
Tabel 4. 16 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 12).....	63
Tabel 4. 17 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 13).....	63
Tabel 4. 18 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 14).....	63
Tabel 4. 19 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 15).....	63
Tabel 4. 20 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 16).....	64
Tabel 4. 21 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 17).....	64
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Hasil Analisis Fundasi Tiang Pancang dan Bore Pile..	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah merupakan salah satu komponen penting dalam segala aspek kehidupan khususnya dalam bidang ilmu teknik sipil. Dimana tanah sebagai salah satu dasar berdiri satu konstruksi bangunan. Selain itu tanah juga merupakan media yang paling ideal bagi penerus gaya yang bekerja di atasnya. Berdasarkan letak geografi suatu tempat, jenis tanah, karakteristik dan sifat tanah, tidak semua sama sehingga belum tentu tanah tersebut baik digunakan untuk pendukung kekuatan struktur. Kita bahkan melihat naik atau turunnya tanah pada fundasi bangunan ataupun jalan raya yang diakibatkan oleh keruntuhan geser tanah (shear failure). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian sebelum mendirikan suatu bangunan di atasnya untuk mencegah kegagalan struktur.

Untuk mengetahui seberapa besar daya dukung tanah yang akan menompang sebuah konstruksi bangunan, perlu dilakukan beberapa analisa daya dukung tanah dari data yang diperoleh. Untuk memperoleh data tanah yang diinginkan maka sebelumnya diketahui terlebih dahulu daya dukungnya dengan melakukan penyelidikan tanah seperti sondir, SPT (borlog) dan lain lain.

Untuk merencanakan suatu bangunan konstruksi yang baik maka harus diketahui kondisi dari tanah yang memikul semua beban, meliputi beban konstruksi. Setelah diketahui sifat, jenis dan kemampuan daya dukung tanah maka pekerjaan pekerjaan dapat dilakukan.

Untuk mengetahui sebesar daya dukung tanah maka dilakukan penyelidikan tanah salah satunya adalah uji sondir. Sondir adalah suatu metode uji penekanan yang dilakukan untuk menganalisa daya dukung tanah dan mengukur kedalaman tanah keras atau pendukung yang biasa disebut tanah sondir. Dengan mengetahui kedalaman tanah keras (sondir) yang akan dijadikan pinjakan untuk tiang panjang atau pile maka kontraktor dapat membuat desain fundasi yang sesuai dengan standar keamanan untuk menyokong bangunan struktur. Sehingga fundasi tetap kuat

menahan bebas beban bangunan yang ada di atasnya dan tidak mengalami penurunan (settlement) karena dapat membahayakan keselamatan penghuni dan kestabilan struktur bangunan. Uji sondir termasuk kedalam pengujian (soil test). Banyak kasus kegagalan struktur karena kontur tanah yang labil akibat sebelum pembangunan tidak dilakukan pengujian sondir, efeknya fondasi tidak stabil dan bangunan jadi ambruk.

Selanjutnya ada SPT (standar penetration test), adalah satu uji tanah yang sering digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah selain CPT. SPT dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui baik perlawanan dinamik tanah merupakan pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan. Uji SPT terdiri dari atas uji pemukulan tabung belah dinding tebal kedalaman tanah dan disertai pengukuran jumlah pukulan untuk memasukan tabung belah sedalam 300 mm (1 ft) vertikal. Dilakukan dengan memukul sebuah tabung standar kedalaman lubang bor sedalam 450 mm menggunakan palu 63,5 kg yang jatuh bebas dari ketinggian 760 mm, yang dihitung adalah jumlah pukulan untuk melakukan penetrasi sedalam 150 mm. Jumlah pukulan yang dilakukan adalah penetrasi sedalam 300 mm terakhir. Sewaktu melakukan pengeboran telah mencapai lapisan tanah yang akan di uji, maka bor di lepas dan diganti dengan alat yang disebut tabung belah standar (standar spilt barrel sampler). Setelah tabung ini dipasang bersama sama dengan pipa bor, alat diturunkan sampai ujungnya menumpu lapisan tanah dasar dan kemudian dipukul dari atas.

Beranjak dari hal tersebut di atas maka peneliti tertarik untuk mengadakan penelitian dengan judul “**Analisis Fondasi Tiang Pancang dan fundasi Bore Pile Pada Pembangunan Pondok Pesantren Raudha Al-Lawadzi’I Dengan Data Sondir**”

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan dalam tugas ini sebagai berikut :

1. Berapa besar kapasitas daya dukung fundasi tiang pancang berdasarkan data sondir ?
2. Berapa besar daya dukung fundasi bore pile berdasarkan data sondir ?
3. Bagaimana perbandingan fundasi tiang pancang dengan fundasi bore pile dengan metode hitungan Aoki De Alencar ?

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui besar daya dukung fundasi tiang pancang berdasarkan data sondir.
2. Mengetahui besar daya dukung fundasi Bore Pile berdasarkan data sondir.
3. Mengetahui perbandingan daya dukung fundasi tiang pancang dengan fundasi Bore Pile dengan Metode Hitungan Aoki De Alencar.

1.4. Batasan Masalah

Peneliti ini dibatasi dengan batasan masalah sebagai berikut :

1. Lokasi penyelidikan analisis berada dilokasi di JL. Pasir Panjang , Jogjogan Kec. Cisarua Bogor.
2. Lokasi pengambilan sample S.01-S.17.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk memahami jelas laporan ini, maka materi yang tertera pada laporan topic khusus ini dikelompokkan menjadi beberapa sub bab dengan sistematika penyampaian sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori berupa pengertian dan defenisi yang di ambil dari kutipan buku yang berkaitan dengan penyusun laporan tugas akhir serta beberapa literature review yang berhubungan dengan penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisikan tentang penelitian yang akan di pakai, langkah-langkah untuk melaksanakan pengujian berdasarkan standar yang di akui.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

Studi pustaka adalah suatu pembahasan yang berdasarkan pada bahan-bahan, buku referensi yang bertujuan untuk memperkuat materi pembahasan maupun sebagai dasar untuk menggunakan rumus-rumus tertentu dalam mendesain sesuatu.

2.2. Definisi Tanah

Menurut Das (1985), tanah di alam terdiri dari campuran butiran-butiran mineral dengan atau tanpa kandungan organik. Butiran-butiran tersebut dengan mudah di pisahkan satu sama lain dengan campuran air yang di kocok. Material ini berasal dari pelapukan batuan, baik secara fisik maupun kimia. Sifat-sifat teknis tanah, kecuali oleh sifat batuan induk yang merupakan material asal, juga di pengaruhi oleh kandungan-kandungan bagian luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan tersebut. Istilah-istilah seperti kerikil, pasir, lanau, dan lempungan di gunakan dalam teknik sipil untuk membedakan jenis-jenis tanah. Pada kondisi alam, tanah terdiri dari dua atau lebih campuran jenis-jenis tanah. Pada kondisi alam, tanah terdiri dari dua atau lebih campuran jenis-jenis tanah dan kadang terdapat pula kandungan bahan organik. Material campurannya kemudian dipakai sebagai nama tambahan di belakang material unsur utamanya. Sebagai contoh, lempung bernau adalah lempung tanah lempung yang mengandung lanau dengan material utamanya adalah lempung dan sebagainya. Tanah terdiri dari 3 komponen yaitu, udara, air, dan bahan padat. Ruang diantara butiran-butiran, sebagai atau seluruhnya dapat terisi oleh air atau udara. Bila rongga terisi air seluruhnya, tanah dikatakan dalam kondisi jenuh. Bila rongga terisi udara dan air, tanah dalam kondisi jenuh sebagian (*partially saturated*). Tanah kering adalah tanah yang tidak mengandung air sama sekali atau kada airnya nol.

Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak bersementasi satu sama lain dan dari bahan-bahan organik

yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut.

Tanah merupakan material yang selalu berkaitan dengan konstruksi dan mempunyai pengaruh sangat besar terhadap perencanaan suatu konstruksi harus dilakukan penyelidikan terhadap karakteristik dan kekuatan tanah terutama sifat-sifat tanah yang mempengaruhi kekuatan dukung tanah dalam menahan beban konstruksi yang ada di atasnya disebut juga dengan daya dukung.

Menurut Terzaghi “tanah terdiri dari butiran-butiran hasil pelapukan masa bantuan massive, dimana ukuran tiap butirnya dapat sebesar kerikil, pasir, lanau, lempung dan kontak antara butir tidak tersementasi termasuk bahan organik”. Tanah terdiri dari 3 (tiga) fase elemen yaitu : butiran pada (solid) air dan udara.

Sedangkan tanah (soil) menurut teknik sipil dapat di definisikan sebagai sisa atau produk yang di bawa dari pelapukan batuan dalam proses geologi yang dapat digali tanpa peledakan dan dapat di tembus dengan peralatan pengambilan contoh (sampling) pada saat pemboran (hendarsin,2000).

Tanah menurut bowles (1989) adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut :

1. Berangkal (boulders), merupakan potongan batu besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. untuk kisaran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan disebut kerakal (cobbles)
2. Kerikil (gravel), partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm
3. Pasir (sand), partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, berkisar dari kasar (3-5 mm) sampai halus (kurang dari 1 mm).
4. Lanau (silt), partikel bantuan berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm. lanau dan lempung dalam jumlah besar ditemukan dalam depeosit yang di sendimentasikan ke dalam danau atau dekat garis pantai pada muara sungai.
5. Lempung (clay), partikel mineral berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
6. Koloid (colloids), partikel mineral yang diam yang berukuran lebih kecil dari 0,01 mm.

Istilah tanah dalam bidang mekanik tanah dapat digunakan mencakup semua bahan seperti lempung, pasir, kerikil, dan batu batu besar. Metode yang dipakai dalam teknik sipil untuk membedakan dan menyatakan berbagai tanah, sebenarnya sangat berbeda di bandingkan dengan metode yang dipakai dalam bidang geologi atau ilmu tanah. Sistem klasifikasi yang digunakan dalam mekanik tanah dimaksud untuk memberikan keterangan sifat sifat teknis dari bahan-bahan itu dengan cara yang sama, seperti halnya pernyataan-pernyataan secara geologis dimaksud untuk memberi keterangan mengenai asal geologis dari tanah.

2.2.1 Karakteristik Tanah

Dalam merencanakan struktur bawah diperlukan data data mengenai karakteristik tanah tempat struktur tersebut berada dan beban struktur bawah meliputi jenis lapisan tanah dipermukaan tanah, kadar air, tinggi muka air tanah.

Beban struktur yang bekerja tergantung dari jenis material yang digunakan, jumlah tingkat bangunan, jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur tersebut. Jenis fundasi ditentukan dengan memperhatikan kondisi lingkungan tempat berdirinya bangunan dan mempertimbangkan hasil dsri penyelidikan tanah yang di antaranya :

1. Kondisi tanah dasar yang menjelaskan jenis lapisan jenis tanah pada beberapa lapisan kedalaman.
2. Analisa daya dukung tanah.
3. Besar nilai SPT (Standart Penetration Test) dari beberapa titik bor.
4. Besar tahanan ujung konus dan jumlah hambatan pelekatan dari beberapa titik sondir.
5. Hasil test laboratorium tanah untuk mengetahui berat jenis tanah, dan lainnya.
6. Analisa daya dukung tiang fundasi berdasarkan data-data tanah.

Karakteristik tanah dapat diketahui dengan di adakannya penyelidikan tanah yang pada akhirnya akan menerangkan tentang kondisi tanah dan jenis lapisannya. Penyelidikan tanah dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti :

1. Sondir, yang di lakukan dengan menggunakan alat sondir yang dapat mengukur nilai perlawanan konus (*Cone Resistance*) dan hambatan lekat (*local friction*) secara langsung di lapangan. Hasil penyondiran disajikan dalam bentuk

diagram sondir yang memperhatikan hubungan antara kedalaman sondir di bawa muka tanah dan besarnya nilai perlawanan konus (q_c) serta jumlah hambatan pelekat (JHL).

2. Deep Boring, dilaksanakan dengan menggunakan mesin bor untuk mendapatkan contoh tanah. Pekerjaan standar penetration test juga dilakukan pada pekerjaan boring.
3. Standart penetration test, dilaksanakan pada lubang bor setelah pengembalian contoh tanah pada setiap beberapa interval kedalam. Cara uji di lakukan untuk memperoleh parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan. Parameter tersebut di peroleh dari jumlah pukulan terhadap penetrasi stik, yang dapat dipergunakan untuk mengidentifikasi pelampisan tanah dan hasil SPT disajikan dalam bentuk diagram pada boring log.

2.2.2. Tanah Kohesif dan Non Kohesif

Tanah disebut kohesif apabila karakteristik fisiknya yang selalu melekat antara butiran tanah sewaktu pembiasaan dan / pengeringan. Butiran-butiran tanah bersatu selamanya, sehingga sesuatu gaya akan diperlukan untuk memisalkannya dalam keadaan kering. Sedangkan tanah non kohesif merupakan butiran tanah terpisah-pisah sesudah dikeringkan dan melekat hanya apabila berada dalam keadaan basah akibat gaya tarik permukaan di dalam air misalnya pasir.

Pangungkas dan Harianti (2013) menyatakan bahwa seseorang structure engineering harus bisa menentukan jenis fundasi yang tepat untuk digunakan pada bangunan yang di rancang. Jenis fundasi ditentukan dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan tempat berdirinya bangunan dan usulan jenis fundasi secara karakteristik tanah yang di laporkan oleh soil engineering.

2.3. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa kedalam kelompok-kelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci.

Jenis klasifikasi tanah yang sangat bervariasi ditentukan oleh perbandingan banyak fraksi-fraksi (kerikil, pasir, lanau dan lempung), sifat plastis butir halus. Klasifikasi bertujuan untuk membagi tanah menjadi beberapa golongan tanah dengan kondisi dan sifat yang serupa diberi symbol nama yang sama.

Sebagai besar sistem klasifikasi tanah yang telah di kembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastic. Ada dua buah sistem klasifikasi tanah yang biasa digunakan yaitu, sistem *unified soil Classification system* (USCS) dan sistem klasifikasi *American association of State Highway and Transportation Official* (AASHTO). Kedua sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butiran dan batas-batas *Atterberg*.

2.3.1. Sistem Klasifikasi *Unified system* (USCS)

Sistem klasifikasi yang biasa digunakan oleh para ahli geoteknik untuk keperluan analisis adalah sistem klasifikasi *Unified* diperkenalkan oleh pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh *The Army Corps of Engineering* selama perang dunia ke II. Dalam rangka kerja sama dengan *United States Bureau of Reclamation* tahun 1952, sistem ini disempurnakan (Das, 1995).

Kemudian American Society For Testing and Materials (ASTM) memakai USCS sebagai metode standart untuk mengklasifikasi tanah. Dalam bentuk sekarang, sistem ini banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan geoteknik. Sistem klasifikasi USCS mengklasifikasikan tanah ke dalam dua kategori yaitu :

1. Tanah butiran kasar (*course grained soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No.200. symbol dari kelompok ini dimulai dari huruf awal G atau S.G adalah kerikil (gravel) atau

tanah berkerikil, dan S adalah pasir (*sand*) atau tanah berpasir. Selain itu juga dinyatakan gradasi tanah dengan symbol W untuk tanah bergradasi baik P untuk tanah bergradasi buruk.

2. Tanah berbutir halus (*fine grained soil*), yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan no.200. simbol dari kelompok ini dimulai dari huruf M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*Clay*) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik. Symbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), muck, dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi. Plastisitas dinyatakan dengan L untuk plastisitas rendah dan h untuk plastisitas tinggi.

Symbol-simbol yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah:

1. W = Well graded (tanah dengan gradasi baik)
2. P = poorly graded (tanah dengan gradasi buruk)
3. L = low platicity (plastisitas rendah, LL, <50)
4. H = hight plasticity (plastisitas tinggi, LL>50)

Tanah berbutir kasar ditandai dengan symbol kelompok seperti GW,GP,GM,GC,SW,SM. Dan SC. Untuk klasifikasi yang benar, faktor-faktor berikut ini perlu diperhatikan :

1. Presentase butiran yang lolos ayakan no.200 (ini adalah fraksi halus)
2. Presentase fraksi kasar yang lolos ayakan no.40.
3. Koefisien keseragaman (*uniformity coefficient*, Cu) dan koefisien gradasi (*gradation coefficient*, Cc) untuk tanah dimana 0%-12% lolos ayakan no. 200
4. Batas cair (LL) dan indeksi plastisitas (PI) bagian tanah yang lolos no 40 (untuk tanah dimana 5% atau lolos ayakan no 200).

2.3.2. Sistem Klasifikasi American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO)

AASHTO (*American Association of Highway and Transportation Official*) di kembangkan pada tahun 1945, dan di pergunakan pada tahun 1929 dan mengalami beberapa kali revisi hingga tahun 1945 dan dipergunakan hingga sekarang, yang diajukan oleh *commite on Classification of Material for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board* (ASTM standar No. D-3283, AASHTO MODEL M145). Sistem klasifikasi ini bertujuan untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*subgrade*). Sistem ini didasarkan pada kriteria sebagai berikut :

1 Ukuran butir

Kerikil : bagian tanah yang lolos saringan dengan diameter 75 mm dan tertahan pada saringan diameter 2 mm no 10.

Pasir : bagian tanah yang lolos saringan dengan diameter 2 mm dan tertahan pada saringan diameter 0,0075 mm (No.200).

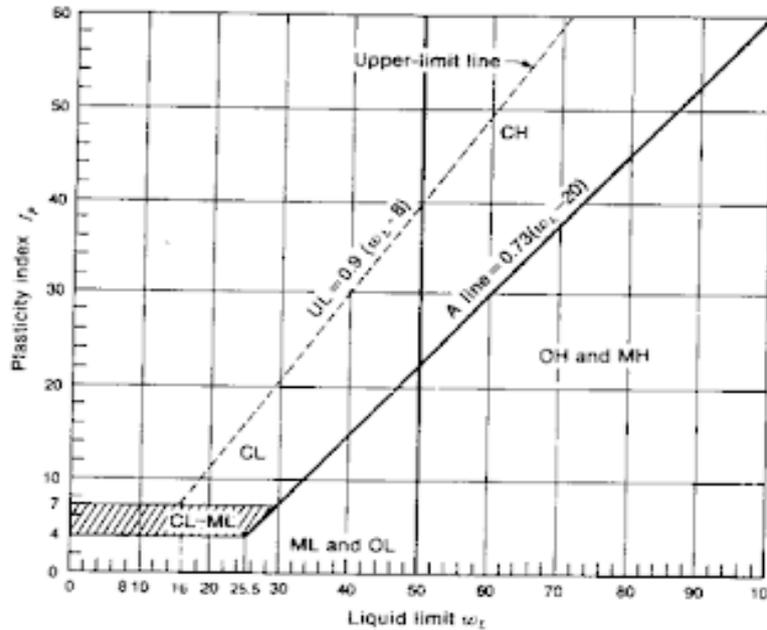
2 Plastisitas

Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas (IP) sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 11 atau lebih.

3 Apabila ditemukan batuan (ukuran lebih besar 75 mm) dalam contoh tanah yang akan diuji maka bantuan harus dikeluarkan tersebut harus di catat.

Sistem klasifikasi AASHTO membagi 7 kelompok utama yaitu A-1 sampai A-7. Tanah berbutir yang 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200 diklasifikasikan kedalam kelompok A-1, A-2, DAN A-3. Tanah berbutir yang lebih 35% butiran tanah tersebut lolos ayakan No.200 diklasifikasikan kedalam kelompok A-4 sampai denagn A-7 tersebut 7sebagai besar adalah lanau dan lempung. Untuk mengklasifikasikantanah, maka data yang dipakai dari pengujian dilaboratorium dicocokkan dengan angka-angka yang diberikan dalam table 2.2 dan table 2.3 kelompok tanah dari sebelah kiri adalah

kelompok tanah baik dalam beban roda, juga baik untuk lampisan dasar tanah jalan. Sedangkan semakin ke kanan kulitsanya semakin berkurang.



Gambar 2. 1 gambar sistem klasifikasi unifed system (USCS)

Tabel 2. 1 klasifikasi tanah untuk lapisan tanah berbutir (sistem AASTHO)

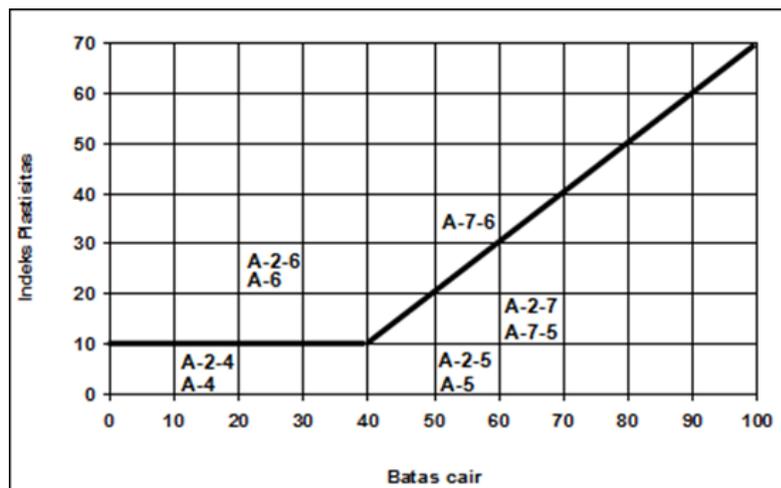
Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						
	A-1		A-3	A-2-4	A-2		
	A-1-a	A-1-b			A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisa ayakan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos Ayakan No. 40 Batas cair (LL) Indeks plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Maks 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek						

Tabel 2. 2 klasifikasi tanah untuk lapisan lempung-lempung (sistem AAHSTO)

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						
	A-1		A-3	A-2-4	A-2		
	A-1-a	A-1-b			A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisa ayakan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos Ayakan No. 40 Batas cair (<i>LL</i>) Indeks plastisitas (<i>PI</i>)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Maks 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek						

- Untuk A-7-5, $PI \leq LL - 30$
- Untuk A-7-6, $PI \geq LL - 30$

Hubungan batas cair dan indeks plastisitas untuk tanah yang masuk kedalam kelompok A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, dan A-7 dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2. 2 Rentang (range) dari batas cair (*LL*) dan indeks plastisitas (*PI*) untuk tanah dalam kelompok A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, dan A-7

2.4. Penyelidikan Tanah di Lapangan

Penyelidikan tanah merupakan hal mutlak dilakukan sebelum pembuatan fundasi dalam karena memiliki persen yang sangat penting untuk menentukan jenis fundasi apa yang akan dipakai untuk membangun sebuah bangunan bertingkat.

Tidak hanya itu, penyelidikan tanah berfungsi untuk mengetahui kedalaman muka air tanah sekaligus membuat perkiraan ukuran ukuran besar penurunan yang mungkin terjadi. Tanah yang akan dijadikan landasan fundasi haruslah tanah yang mendukung agar beban bangunan tetap terjaga.

Pengujian dan penyelidikan tanah harus dilakukan dengan sangat teliti, terutama pada penentuan muka air tanah. Dari hasil penyelidikan tanah tersebut dapat dilakukan penggambaran rencana untuk pembuatan yang cocok dengan jenis tanah tersebut.

2.4.1. Penyelidikan Lapangan Dengan SPT (Standard Penetration Test)

Menurut SNI-4153-2008 SPT adalah metode uji yang dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui, baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan. Metode SPT merupakan metode pemancangan batang (yang memiliki ujung memiliki ujung pemancang) ke dalam tanah dengan menggunakan pukulan palu dengan mengukur jumlah pukulan perkedalaman pentrasi. Pemancangan biasanya dilakukan dengan beban 140 Ibs ($\pm 63,5\text{kg}$) yang dijatuhkan dari ketinggian 30'' atau ± 75 cm.

Adapun keutugan dan kekurangan dari penggunaan test ini adalah menurut Hardiyatmo, H.C 2002. Dalam Girsang. P, 2009.

Keutugannya :

- Dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis tanah secara visual,
- Dapat di gunakan untuk mendapatkan parameter secara kualitatif melalui korelasi empiris,
- Test ini dapat di lakukan dengan cepat dan operasionalnya sederhana.,
- Prosedur pengujian sederhana dapat dilakukan secara manual
- Dapat digunakan di sembarang jenis tanah dan batuan lunak,

- Sampel tanah terganggu dapat diperoleh untuk mengidentifikasi jenis tanah,
- Uji SPT pada pasir, hasilnya dapat langsung digunakan untuk memprediksi kerapatan relative dan kapasitas daya dukung tanah.

Kekurangan menurut hardiyatmo, H.C. 2002. Dalam Girsang, P. 2009 :

- Profil kekuatan tidak menerus,
- Perlu ketelitian dalam pelaksanaan test ini,
- Hasil yang di dapat merupakan contoh tanah terganggu,
- Interpretasi hasil SPT bersifat empiris,
- Ketergantungan pada operator dalam menghitung.

Pengamatan dan perhitungan dilakukan sebagai berikut.

- Mula-mula tabung tabung SPT dipukul kedalam tanah sedalam 45 CM yaitu kedalaman yang di perkirakan akan terganggu oleh pengeboran.
- Kemudian untuk setiap kedalam 15 cm di catat jumlah pukulan yang dibutuhkan untuk memasukannya. Jumlah pukulan untuk memasukan split spoon 15 cm di catat sebagai N1, jumlah pukulan untuk memasukan split spoon 15 cm ketiga adalah N3. Jadi total kedalaman setelah pengujian SPT adalah 45 cm dan menghasilkan N1, N2, dan N3.
- Angka SPT ditetapkan dengan menjumlahkan 2 angka pukulan terakhir (N2 + N3) pada setiap interval pengujian dan di catat pada lembaran drilling log.
- Setelah selesai pengujian, tabung SPT diangkat dari lubang bor ke permukaan tanah untuk diambil contoh tanahnya dan dimasukan kedalam kantong plastic untuk diamati di laboratorium.

Hasil dari pekerjaan Bor dan SPT kemudian dituangkan dalam drilling log yang berisi :

- 1 Deskripsi tanah meliputi : jenis tanah, warna tanah, tingkat plastistas dan ketebalan lapisan tanah masing-masing
- 2 Pengambilan contoh tanah asli/ Undisturbed sample (USD)
- 3 Pengujian standart penetration Test (SPT)
- 4 Muka air tanah
- 5 Tanggal pekerjaan dan berakhirnyapekerjaan.

Jumlah N pukulan memberikan pertunjukan tentang kerapatan relatif dilapangan khususnya tanah pasir atau kerikil dan hambatan jenis tanah terhadap penetrasi. Uji ini biasanya digunakan untuk tanah yang keras.

Kegunaan hasil SPT, yaitu :

1. Menentukan kedalaman dan tebal masing-masing lapisan tanah tersebut.
2. Alat dan cara opsionalnya relatif sederhana.
3. Contoh tanah terganggu dapat diperoleh untuk indentifikasi jenis diperkirakan dengan baik.

2.4.2. Sondir / CPT

Sondir adalah suatu tindakan pengujian penetrasi yang mempunyai tujuan untuk mengetahui daya dukung tanah pada setiap lapisan dan mengetahui kedalaman lapisan pendukun (lapisan tanah keras).

Hal tersebut bertujuan supaya dalam mendesain Pondasi yang akan digunakan sebagai penyangga kolom bangunan yang berada diatas mempunyai faktor Keamanan yang tinggi, maka bangunan tersebut tetap kokoh dan tidak mengalami penurunan yang bisa saja membahayakan dari sisi keselamatan akan bangunan dan penghuni didalamnya

Kini banyak kejadian kegagalan struktur yang menyebabkan bangunan roboh, hal tersebut karena tidak memperhatikan pentingnya Pengujian Soil test ini, untuk itu sebelum mendirikan bangunan, sangat di sarankan untuk melakukan pengujian tanah, sehingga dapat didesain jenis pondasi yang aman dan efektif sesuai dengan karakteristik tanah dari bangunan yang akan dibangun.

Tujuan sondir tanah adalah Kita dapat mengetahui kedalaman lapisan tanah keras serta dalam setiap kedalaman kita juga bisa mengetahui sifat daya dukung maupun daya lekat tanah tersebut. Disamping itu, Pengujian sondir bermaksud untuk mengetahui perlawanan geser tanah dan penetrasi konus atau perlawanan dari bawah. Sedangkan perlawanan geser tanah sendiri merupakan perlawanan geser

tanah terhadap selubung bikonus dengan satuan gaya persatuan panjang. persamaan perhitungan sondir tanah sebagai berikut:

- Untuk sondir ringan pada waktu tekanan manometer tiga kali berturut-turut melebihi 150 kg/cm² atau kedalaman maksimal 30 meter.
- Untuk sondir berat pada waktu tekanan manometer tiga kali berturut-turut melebihi 500 kg/cm² atau kedalaman maksimal 50 meter.
- Hambatan lekat dihitung dengan rumus:

$$HL = (JP - JK) \times (A/B)$$

A = tahap pembacaan = 20 cm

B = faktor alat LUAS KONUS/LUAS TORAK = 10

Jumlah hambatan lekat tanah:

$$JHL \cdot i = HL$$

i = kedalaman yang dapat dicapai konus.

2.5. Penyelidikan Tanah di Laboratorium

Sifat-sifat tanah dapat dipelajari dari hasil uji laboratorium pada contoh-contoh tanah yang di ambil dari pengeboran. Hasil-hasil pengujian yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung kapasitas dukung dan penurunan. Kecuali itu, data laboratorium dapat pula memberikan informasi mengenai besarnya debit air yang mengalir kedalam lubang galian fundasi, perilaku tanah dalam mengalami tekanan, dan kemungkinan penaggulangan air pada penggalian tanah fundasi.

Perlu diingat bahwa kondisi lapisan tanah lapangan bervariasi. Karena itu, jumlah contoh tanah yang terlalu sedikit akan memberikan analisa data yang hasilnya meragukan. Secara umum, pengujian di laboratorium yang sering dilakukan untuk perancangan fundasi adalah :

A. Pengujian Dari Pengamatan Langsung

Pengujian ini dilakukan mencatat warna, bau, konsistensi dari contoh tanah terganggu yang diperoleh dari lapangan.

B. Kadar Air

Pada pengujian ini menggunakan standar SNI 1965 : 208 dan ASTM D-2216-98 yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar kadar air yang terkandung didalam tanah tersebut. Pengujian ini menggunakan 3 wadah kontainer dengan

ditimbang beratnya masing-masing. Kemudian dimasukkan sampel tanah undisturb kedalam wadah kontainer tersebut dan ditimbang beratnya. Setelah itu dimasukkan kedalam oven dengan suhu $\pm 110^{\circ}$ C selama 24 jam. Kemudian tanah yang sudah kering oven dimasukkan kedalam desikator ± 1 jam. Sampel tanah yang sudah dingin ini kemudian ditimbang lagi dan didapatkan berat kering tanah tersebut untuk mengetahui berapa besarnya kadar air tanah asli yang terkandung.

C. Analisis Butiran

Uji analisis butiran tanah dilakukan untuk keperluan klasifikasi. Pengujian dilakukan melalui analisis saringan dan sedimentasi atau analisis hydrometer, untuk memperoleh kurva gradasinya.

D. Batas Plastik Dan Batas Cair

Metode yang digunakan dalam pengujian ini diambil dari standar ASTM, yaitu ASTM D-4318-00. Pengujian ini dilakukan pada tanah kohesif untuk maksud klasifikasi dan untuk estimasi sifat-sifat teknisnya. Grafik plastisitas dari casagrande dapat digunakan untuk memperkirakan kompresibilitas, perlu diketahui apakah tanah berupa tanah organik atau anorganik, yang biasanya dapat diketahui apakah dari warnanya yang gelap dan baunya seperti tanaman yang busuk bila tanahnya organik. Bila terdapat keragu-raguan mengenai tanah organik ini, uji batas cair dilakukan pada contoh tanah yang telah dipanaskan dalam oven. Jika setelah pengeringan, nilai batas cair tereduksi sampai 30% atau lebih, maka tanah adalah tanah organik.

Prosedur yang umumnya dipakai adalah melakukan uji batas plastis dan batas cair pada contoh yang dipilih (yang jumlahnya tidak begitu banyak) dari tiap-tiap macam tanah yang mewakili, yang diperoleh dari lubang bor. Dengan membandingkan hasil-hasilnya dan mengupload hasil-hasil tersebut ke dalam grafik plastisitas, variasi macam tanah dapat diklasifikasikan. Dari sini, secara kasar dapat diketahui sifat kompresibilitasnya, dan kemudian, pada contoh-contoh tanah yang dipilih, dilakukan percobaan konsolidasi jika dibutuhkan.

E. Uji Triaksial

Dalam perencanaan fundasi, Metode yang digunakan dalam pengujian ini diambil dari standar ASTM, yaitu ASTM D-2850. Uji triaksial terbatas hanya dilakukan pada tanah-tanah lempung, lanau, dan bantuan lunak. Umumnya, pengujian ini tidak dilakukan pada tanah berpasir dan kerikil, karena sulitnya memperoleh contoh tanah tak terganggu. Walaupun pengambilan contoh tanah pasir sudah di usahakan sangat hati-hati, namun pada pelepasan contoh tanah dari dalam tabung, tanah akan berubah atau terganggu dari kondisi aslinya.

Hal terbaik yang dapat dilakukan hanyalah dengan mengukur berat volumenya, yaitu dengan cara menimbang contoh pasir dalam tabung lalu diukur berat volumenya, yaitu dengan cara menimbang contoh pasir dalam berat volumenya. Kemudian, pengujian geser dilakukan pada contoh tanah yang dibuat mempunyai berat volume yang sama. Pada tanah pasir, lebih baik jika sudut gesek dalam (ϕ) secara empiris diukur dari uji lapangan, seperti uji SPT atau uji penetrasi kerucut statis (sondir).

F. Uji Tekan Bebas

Pengujian ini di ambil dari ASTM D 2166-13 berguna menentukan kuat geser tak terdrainasi pada tanah lempung jenuh yang tidak mengandung butiran kasar, yang akan digunakan dalam hitungan kapasitas daya dukung.

G. Uji Geser Kipas

Uji geser lebih banyak dilakukan dilapangan dari pada di labotratorium. Namun, uji geser kipas di laboratorium sangat berguna bila tanah sangat sensitif dan lunak yang menyulitkan dalam pemasangan contoh tanah pada waktu di lakukan uji tekan bebas.

H. Uji Konsolidasi

Pengujian ini di ambil dari ASTM D 2435-70 hanya di lakukan dengan jenis tanah berbutir halus seperti lempung dan lanau dan di gunakan untuk mengukur besar penurunan konsolidasi dan kecepatan penurunan. Pengujian dilakukan pada alat pedometer atau konsolidometer. Dari nilai koefisien konsolidasi (C_v) yang di dihasilkan, dapat di tentukan kecepatan penurunan diperoleh dari penggambaran grafik tekan terhadap angka pori. Dari sini dapat diperoleh dari

koefisien perubahan volume (m_v) atau indeks pemampatan (C_c), yang selanjutnya digunakan untuk menghitung estimasi penurunan akibat beban bangunan.

Uji konsolidasi bisa tidak dilakukan bila tanahnya berupa lempung terkonsolidasi sangat berlebihan (*heavily overconsolidated*). Karena pada jenis tanah lempung tersebut, sepanjang beban yang diterapkan tidak sangat berlebihan, penurunan yang terjadi sangat kecil sehingga dapat diabaikan.

I. Uji Permeabilitas

Metode pengujian ini menggunakan standar ASTM D 2434-68. Uji permeabilitas dilakukan pada tanah tak terganggu. Hal ini dilakukan untuk mengetahui banyaknya air yang harus di pompa pada penggalian tanah fondasi.

J. Analisa Bahan Kimia

Analisa bahan kimia dilakukan mengetahui kemungkinan kandungan bahan kimia dari air tanah yang berupa merusak fondasi beton, turap baja, atau tiang panjang naja. Bial fondasi beruap bahan baja, biasanya cuup dengan menentukan nilai PH dan kandungan klorida pada tanah dan air tanahnya. Untuk fondasi beton, umumnya perlu ditentukan kandungan sulfatnya dan bila tanah mengandung banyak bahan organik, disarankan untuk menambahkan uji pH dan penentu presentase kandungan bahan organiknya.

K. Berat Jenis

Metode yang digunakan dalam pengujian ini diambil dari standar ASTM, yaitu ASTM D-854-02 Erlenmeyer. Pengujian berat jenis ini bertujuan untuk mencari nilai berat jenis sampel. Berat jenis tanah digunakan pada hubungan fungsional antara fase udara, air, dan butiran dalam tanah dan oleh karenanya diperlukan untuk perhitungan-perhitungan parameter indeks tanah (*index properties*).

L. Atterberg Limit

Atterberg Limit diciptakan oleh Albert Atterberg seorang kimiawan Swedia, yang kemudian diperbaharui oleh Arthur Casagrande. Limit ini adalah Perhitungan dasar dari tanah butir halus. Apabila tanah butir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat di remas-remas (*remolded*) tanpa menimbulkan retakan. Sifat kohesif ini disebabkan karena adanya air yang terserap di sekeliling permukaannya.

Atterberg mengembangkan metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah butir halus pada kadar air yang bervariasi. Berdasarkan pada jumlah air pada tanah, tanah dapat dipisahkan dalam 4 keadaan dasar : solid, semi-solid, plastis, dan cair. Setiap tingkat mempunyai kepadatan dan tingkah laku tanah berbeda-beda dan begitu juga properti teknisnya. Batas perbedaan antara setiap bentuk dapat ditentukan berdasarkan perubahan kebiasaan tanah tersebut. Atterberg dapat digunakan antara silt dan clay, yang dapat dibedakan lagi menjadi beberapa bagian pada setiap jenisnya.

2.6. Fundasi Dangkal

Secara umum, yang dinamakan fundasi dangkal yang mempunyai perbandingan $D_f/B < 4$ (antara kedalaman lebar sekitar kurang dari empat). Apabila perbandingan antara kedalaman dengan lebar pondasi lebih besar dari empat, pondasi tersebut diklasifikasikan sebagai fundasi dalam. Pendapat Terzaghi tentang fundasi dangkal antara lain :

- a. Fundasi dalam adalah konstruksi yang di letakan pada tanah dengan perbandingan antara fundasi dan lehernya lebih kecil atau sama ($D_r \leq B$).
- b. Fundasi dangkal adalah fundasi yang memberikan penyebaran tegangan pada struktur fundasi ke tanah di bawahnya yang berupa lapisan penyangga (*bearing stratum*) yang kuat lebih kecil atau sama dengan lebar fundasi.

Secara fisik fundasi dangkal dapat dilihat dari bentuk konstruksi fundasinya seperti bentuk empat persegi panjang atau bujur sangkar. Untuk kedua bentuk tersebut dapat juga disebut fundasi tapak. Fundasi tapak juga dapat berupa fundasi tapak menerus atau fundasi tapak setempat (linkaran/bulat).

Dalam menentukan perencanaan pondasi suatu bangunan, Daya dukung tanah yang diizinkan menjadi salah satu hal yang harus diperhatikan pada tanah bagian bawah pondasi dasarnya.

Faktor diatas menentukan stabilitas bangunan yang berdiri. Tegangan akibat adanya bangunan diatas harus mampu dipikul oleh lapisan tanah dibawah pondasi dan harus aman dari keruntuhan. Dalam hitungan daya dukung umumnya digunakan faktor aman (Safe Factor = 3) dengan persamaan sebagai berikut :

$$q_{ult} = C.N_c + \gamma_b.N_q.D_f + 0,5.\gamma_b.B.N_\gamma \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

q_{ult} = Daya Dukung Ultimit Pondasi

C = Kohesi Tanah

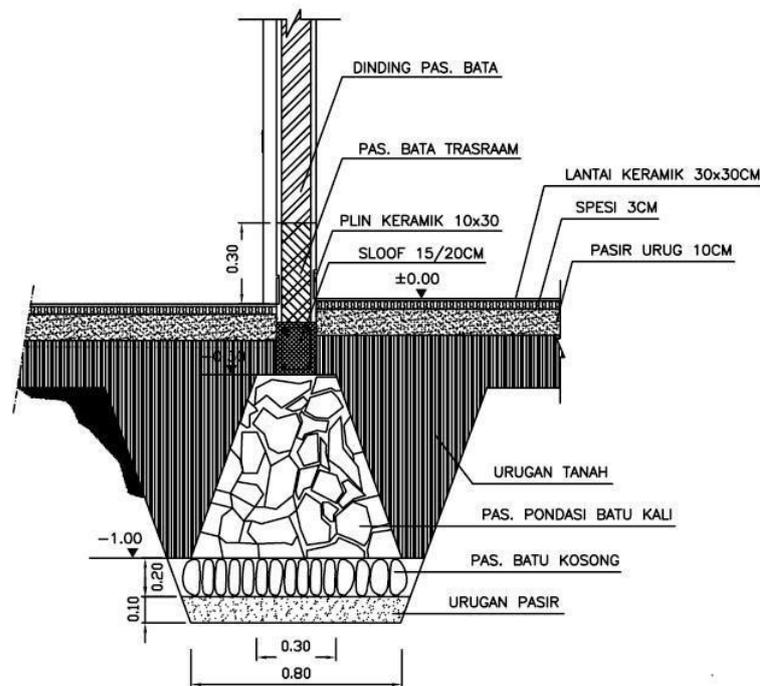
γ_b = Berat Volume Tanah

D_f = Kedalaman Dasar Pondasi

B = Lebar Pondasi dianggap 1,00 meter

N_c, N_q, N_γ = Faktor daya dukung Terzaghi oleh besar sudut geser untuk (General shear failure)

N_c', N_q', N_γ' = Faktor daya dukung Terzaghi oleh besar sudut geser untuk (Local shear failure)



Gambar 2. 3 Fundasi Dangkal

2.7. Fundasi Dalam

Fundasi dalam di defenisikan sebagai fundasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang relative jauh dari permukaan, fundasi tiang pancang dan fundasi sumuran merupakan fundasi dalam yang umum digunakan di lapangan, kecuali proses mobilisasi kendaraan dengan medan yang cukup sulit, penggunaan bore pile sebagai alternatif penggunaan fundasi dalam. Fundasi dalam

digunakan jika lapisan tanah keras atau lapisan tanah yang cukup dalam dari permukaan dan pada lapisan tanah atas berupa tanah lunak, sehingga mengharuskan fondasi dipancangkan mencapai tanah keras tersebut.

Perhitungan daya dukung dikaitkan dengan proses perencanaan harus memperhatikan kondisi tiang pada lapisan tanah, apakah tiang tersebut tertahan pada ujungnya (*point Bearing Pile*) saja atau tertahan oleh pelekatan antara tiang dan tanah (*friction pile*) dan tertahan pada ujungnya (*point Bearing Pile*) saja atau tertahan oleh pelekatan antara tiang dan tanah (*Friction pile*) dan tertahan pada ujungnya (*Point Bearing Pile*). Tiang jenis ini dimasukkan sampai tanah keras sehingga beban bangunan dipikul oleh lapisan ini. Lapisan tanah keras ini boleh terdiri dari bahan apa saja, meliputi lempung keras sampai batuan tetap.

Penentuan daya dukung dilakukan dengan melihat jenis tanah apa yang terdapat dalam lapisan tanah keras tersebut. Jika lapisan tanah keras merupakan batu keras, maka penentuan daya dukung menjadi mudah, yaitu menghitung kekuatan tiang sendiri atau dari tegangan yang diperoleh pada bahan tiang. Jika lapisan tanah kerasnya berupa lempung, keras atau pasir maka daya dukung tiang akan tergantung pada sifat-sifat lapisan tanah tersebut (terutama kepadatannya), dalam hal ini cara yang baik dan sederhana untuk maksud ini adalah dengan data sondir.

Dengan menggunakan alat sondir, dapat diketahui pada kedalamannya berapa tiang harus dimasukkan dan daya dukung pada kedalaman tersebut. Daya dukung dapat dihitung langsung dari nilai konus tertinggi dari hasil sondir melalui persamaan:

$$Q \text{ tiang} = A \text{ tiang} / SF \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

$Q \text{ tiang}$ = daya dukung keseimbangan (kg)

$A \text{ tiang}$ = luas permukaan tiang (cm²)

P = nilai konus hasil sondir (kg/cm²)

SF = faktor keamanan

2.7.1. Fundasi Sumuran

Fundasi sumuran merupakan peralihan antara fundasi dangkal dan fundasi tiang, digunakan bila tanah dasar yang terletak pada kedalaman yang relatif dalam, digunakan bila tanah dasar yang terletak pada kedalaman yang relative dalam, dimana fundasi sumuran nilai kedalaman (Df) dibagi lebarnya (B) lebih besar 4 sedangkan fundasi dangkal $Df/B \leq 1$. Fundasi sumuran adalah fundasi yang dibangun dengan menggali cerobong tanah berpenampang lingkaran dan di cor dengan beton atau campuran atau campuran batu dan mortar. Fundasi sumuran diklasifikasikan sebagai bentuk peralihan antara fundasi dangkal dan fundasi dalam, digunakan apabila tanah dasar terletak pada kedalam yang ralatif dalam dengan persyaratan perbandingan kedalaman tertanam terhadap diameter lebih kecil atau sama dengan empat. Jika nilai perbandingan tersebut lebih besar mak 4 fundasi harus direncanakan sebagai fundasi tiang. Persamaan Daya Dukung Pondasi Sumuran adalah sebagai berikut :

$$Q_b = A_h \times q_c \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana :

Q_b = Daya dukung ujung (kg)

A_h = Luas penampang (cm²)

q_c = Tekanan rata-rata (kg/cm²)

$$Q_s = A_s \times F_s \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana :

Q_s = Daya dukung kulit (kg)

A_s = Luas selimut (cm²)

F_s = Tahanan dinding (kg/cm²)

F_s dapat dicari dengan persamaan :

$$F_s = 0,012 \times q_c \dots \dots \dots (2.5)$$

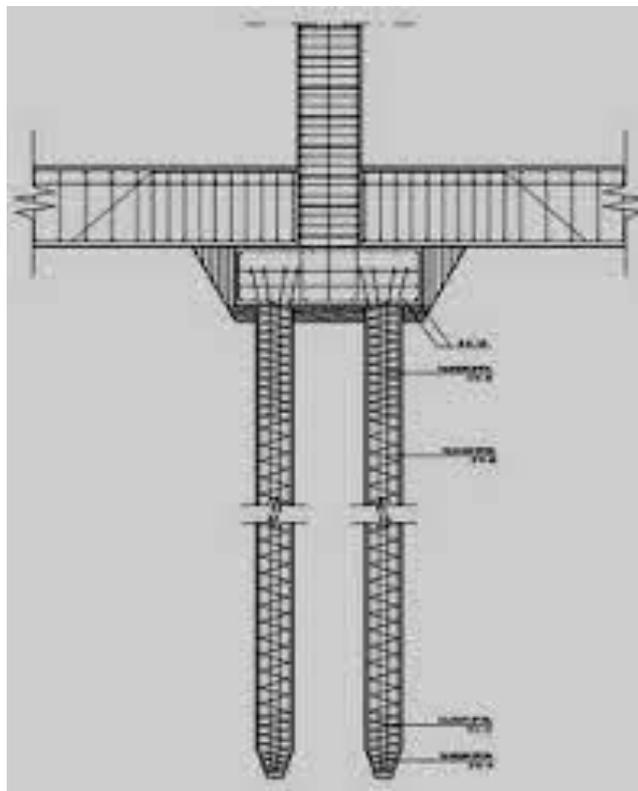
$$Q_{ult} = Q_b + Q_s$$

$$Q_{all} = Q_{ult}/S_f$$

Dimana :

Q_{ult} = Daya dukung batas (kg)

S_f = Angka keamanan



Gambar 2. 4 Fundasi Sumuran

2.7.2. Fundasi Bored pile

Fundasi bored pile adalah bentuk fundasi dalam yang dibangun didalam permukaan tanah dengan kedalaman tertentu. Fundasi ditempatkan sampai kedalam yang dibutuhkan dengan cara membuat lubang yang di bor dengan alat khusus. Setelah mencapai kedalam yang disyaratkan, kemudian dilakukan pemasangan kesing/begisting yang terbuat dari plat besi, kemudian dimasukan rangka besi fundasi yang telah dirakit sebelumnya, lalu dilakukan pengecoran

terhadap S lubang yang sudah di bor tersebut. Pekerjaan fundasi ini tentunya dibantu dengan alat khusus, untuk mengangkat kesing dan rangka besi. Setelah dilakukan pengecoran kesing tersebut dikeluarkan kembali.

Jenis fundasi ini cocok digunakan untuk lokasi pekerjaan yang disekitarnya rapat dengan bangunan orang lain, karena proses pembuatan fundasi ini tidak menimbulkan efek getar besar, seperti pembuatan fundasi tiang (Tiang Pancang) yang pemasangan dilakukan dengan cara pukulan memakai beban/hammer.



2.7.3. Fundasi Tiang Pancang

Digunakan bila tanah fundasi kedalam yang normal tidak mampu mendukung bebannya dan tanah kerasnya terletak pada kedalam yang sangat dalam. Fundasi tiang umumnya berdiameter lebih kecil dan lebih panjang di banding dengan fundasi sumuran (Bowles, 1991).

Tiang pancang bagian dari suatu kontruksi fundasi yang terbuat dari kayu, beton dan baja terbentuk yang di panjang higgs tertanam dalam tanah pada kedalam tertentu berfungsi untuk menyalurkan atau mentrasimisikan beban dari struktur atau melewati tanah lunak kelapisan tanah yang keras. Hal ini merupakan distribusi

verikal dari beban sepanjang poros tiang pancang atau pemakaian beban secara lansung terhadap lapisan yang lebih rendah melalui ujung tiang pancang. Distribusi muatan vertikal dibuat dengan menggunakan gesekan, atau tiang pancang apung, kebanyakan tiang pancang dipancangkan kedalam tanah, akan tetapi ada beberapa tipe yang dicor setempat dengan cara dibuatkan lubang terlebih dahulu dengan mengebor tanah.

Pada umumnya tiang panjang dipancangkan tegak lurus kedalam tanah, tetapi apabila diperlukan untuk dapat menahan gaya-gaya horizontal maka tiang pancang aka dipancang miring. Sudut kemiringn yang dicapai oleh tiang pancang tergantung dari pada alat panjang yang digunakan serta disesuaikan dengan perencanaanya.

Tiang pancang pada kontruksi fundasi mempunyai beberapa jenis, baik dari segi jenis tiang maupun dalam pelaksanaan (pembuatan) fundasi tiang tersebut. Pada perencanaanya fundasi tiang pancang, kekuatan fundasi antara lain ditentukan oleh kapasitas daya dukung sebuah tiang. Dan kapasitasnya daya dukung tiang pancang tersebut umumnya ditentukan oleh kekuatan reaksi tanah dalam mendukung tiang yang dibebani dan pada kekuatan tiang itu sendiri dalam menahan serta menyalurkan beban diatasnya. Berikut adalah beberapa jenis tiang pancang :

a) Tiang Pancang Kayu

Tiang pancang kayu dibuat dari batang pohon yang cabang-cabangnya telah dipotong dengan hati-hati, biasanya diberi bahan pengawet dan didorong dengan unjungnya yang kecil sebagai yang runcing. Kadang-kadang unjungya yang besar yang didorong untuk maksud khusus, seperti dalam tanah yang sangat lembek dimana tanah tersebut akan bergerak kembali melawan poros. Kada kala unjungnya runcing dilengkapi dengan sebuah sepatu pemancang yang terbuat dari logam bila tiang pacing harus menembus tanah keras atau tanah kerikil. Pemakaian tiang pacang kayu ini adalah cara tertua dalam penggunaan tiang pancang sebagi fundasi. Tiang kayu adalah tahan lam dan tidak mudah busuk apabila tiang kayu tersebut dalam keadaan selalu terendam dibawah muka air tanah. Tiang pancang dari kayu akan lebih cepat rusak atau busuk apabila dalam keadaan kering dan basah yang selalu berganti-ganti.

Adapun kekurangan dan kelebihan dalam menggunakan tiang pancang kayu ini adalah sebagai berikut :

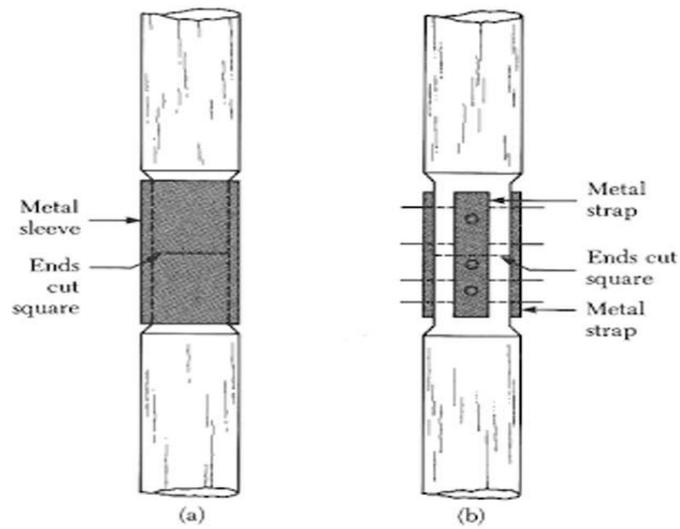
Kelebihan :

- Relative lebih ringan sehingga mudah dalam pengangkutan.
- Kekuatan tarik besar.
- Baik untuk *friction pile* pada untuk *end bearing pile* sebab tegangan tekannya relative kecil.
- Relative flexible terhadap horinzontal.

Kekurangan :

- Kalau air tanah yang terendah itu letaknya sangat dalam , hai ini akan menambah biaya untuk penggalian.
- Tiang pancang yang terbuat dari kayu mempunyai umur yang relative kecil.
- Pada tanah yang berbatu, apabila kayu kurang lurus, akan menyebabkan penyimpangan terhadap arah yang telah ditentukan.

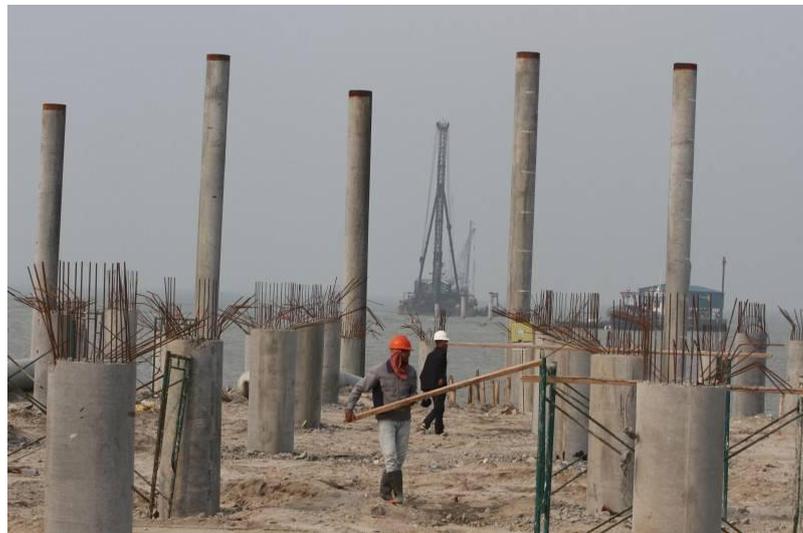
Tidak tahan terhadap benda-benda yang agresif dan jamur yang menyebabkan kebusukan.



Gambar 2. 6 Fundasi tiang pancang kayu

b). Tiang Pancang Beton

Tiang pancang beton adalah salah satu tiang pancang yang cukup umum dan sering dipakai. Tiang pancang beton mempunyai bahan dasar utama dari beton yang dicor pada sebuah tempat. Umumnya tiang ini juga umumnya dibuat langsung dari sebuah pabrik dan bisa digunakan dengan mudah. Tiang pancang jenis ini umumnya mempunyai berbagai macam bentuk seperti silinder, kotak ataupun persegi panjang.



Gambar 2. 7 Tiang pancang beton

c). **Tiang Pancang Baja**

Kebanyakan tiang pancang baja ini berbentuk prifil H. karena terbuat dari baja maka kekuatan dari tiang ini sendiri sangat besar sehingga dalam pengangkatan dan pemancangan tidak menimbulkan bahaya patah seperti halnya pada tiang precast. Jadi, pemakaian tiang pancang baja ini akan sangat bermanfaat apabila kita memerlukan tiang panjang dengan tahanan ujung yang besar. Tingkat karat pada tiang pancang baja sangat berbeda-beda terhadap texture tanah, panjang tiang yang berada dalam tanah dan keadaan kelembaban tanah.

Pada tanah yang memiliki texture tanah yang kasar/kesap, maka karat yang terjadi karena adanya sirkulasi air dalam tanah tersebut hampir mendekati keadaan karat yang terjadi karat yang terjadi pada udara terbuka. Pada tanah liat (clay) yang mana kurang mengandung oxygen maka akan menghasilkan tingkat karat yang mendekati keadaan karat yang terjadi karena terendam air.

Pada lapisan pasir yang dalam letaknya dibawah lapisan tanah yang padat akan sedikit sekali mengandung oxygen maka lapisan pasir tersebut juga akan menghasilkan karat yang kecil sekali pada tiang pancang baja.

Karat atau korosi yang terjadi karena udara (atmosphere corrosion) pada bagian tiang yang terletak diatas tanah dapat dicegah dengan pengecatan seperti pada konstruksi baja biasa. Dalam menggunakan tiang pancang baja pasti memiliki kelebihan dan kekuranganyaitu sebagai berikut :

Kelebihan :

- Mudah dalam hal penyambungan .
- Memiliki kapasitas daya dukung yang tinggi.
- Dalam hal pengangkatan dan pemancangan tidak menimbulkan bahaya patah.

Kekurangan :

- Mudah mengalami korosi.
- Bagian H pile dapat rusak atau di bengkokan oleh rintangan besar.



Gambar 2. 8 Tiang Pancang Baja

d). Tiang Pancang Komposit

Tiang pancang komposit adalah tiang pancang yang terdiri dari dua bahan yang berbeda yang bekerja bersama-sama sehingga satu tiang. Kadang-kadang fundasi tiang dibentuk dengan menghubungkan bagian atas dan bagian bawah tiang dengan bahan yang berbeda, misalnya dengan bahan beton di atas muka air tanah dan bahan kayu tanpa perlakuan apapun sebelah bawahnya. Biaya dan kesulitan yang timbul dalam pembuatan sambungan menyebabkan cara ini diabaikan, macam-macam tiang pancang komposit adalah sebagai berikut :

- *Water Proofed Steel and Wood Pile.*
- *Composit Dropped in in Shell and Wood Pile.*
- *Composit Ungased \pm Concrete and Wood Pile.*
- *Composit Dropped \pm Shell and Pipe Pile.*
- *Franki Composit Pile.*



Gambar 2. 9 Tiang Pancang Komposit

2.7.4. Pemancangan Tiang Pancang

Pemancangan tiang pancang adalah suatu usaha yang dilakukan untuk menempatkan tiang pancang didalam tanah sehingga berfungsi sesuai perencanaan. Pada umumnya pelaksanaan pemancangan dapat dibagi dalam tiga tahap yaitu, tahap pertama adalah pengaturan posisi tiang pancang, yang meliputi kegiatan mengangkat dan mendirikan tiang pada pemandu rangka pancang, membawa tiang pada titik pemancangan, mengatur arah dan kemiringan tiang dan kemudian percobaan pemancangan.

Setelah selesai, tahap kedua adalah pemancangan tiang hingga mencapai kedalaman yang direncanakan. Pada tahap ini didalam pencatatandata pemancangan, yaitu jumlah pukulan pada tiap penurunan tiang sebesar 0,25 m atau 0,50 m. Hal ini dimaksud untuk memperkirakan apakah tiang telah mencapai tanah keras seperti yang telah direncanakan. Tahap akhir bisa dikenal dengan setting, yaitu pengukuran tiang pancang per pukulan pada khir pemancangan.

Dalam melakukan pemancangan terdapat beberapa perlatann yang di pakai untuk memancarkan tiap pancang kedalam tanah digunakan alat pancang. Pada dasarnya alat pancang terdiri dari tiga macam yaitu :

1. *Drop hammer*
2. *Single acting hammer*
3. *Double acting hammer*

Bagian-bagian yang paling penting pada alat pancang adalah pemukul (*hammer*), leader, tali, atau kabel dan mesin uap.

2.8. Kapasitas Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan tekanan atau beban pada tanah dengan aman tanpa menimbulkan keruntuhan geser dan penurunan berlebihan (najoan 2002). Daya dukung yang aman terhadap keruntuhan tidak berarti bahwa penurunan fundasi akan berada dalam batas-batas yang diizinkan. Oleh karena itu, analisa penurunan yang berlebihan. Kapasitas nilai daya dukung dari suatu tanah berdasarkan pada karakteristik tanah dasar dan mempertimbangkan terhadap kriteria penurunan dan stabilitas yang diisyaratkan, termasuk faktor aman terhadap keruntuhan.

2.8.1. Kapasitas dan Analisa Daya Dukung Terzaghi

Asumsi yang digunakan dalam menghitung besarnya kapasitas daya dukung tanah fundasi dangkal dalam metode Terzaghi yaitu :

- a. Menghilangkan tahanan geser tanah diatas bidang horinzontal yang melewati dasr fundasi.
- b. Menggantikan butiran dengan seolah-olah das beban beban sebesar $q = \gamma Df$
- c. Membagi distribusi tegangan dibawah fundasi menjadi tiga
- d. Tanah adalah homegen dan isotropic, kekuatan geser di presentasikan oleh persamaan colum : $\tau = c + Q \tan \phi$.
- e. Dasar fundasi menerus, kasar dan penyelesaian permasalahan adalah dan dimensi.
- f. Zone elastisitas oleh bidang lurus bersudut $\beta = \phi$ dengan horinzontal, sedangkan zone plastis termobilisasi.
- g. Total tekanan pasis Pp terdiri dari tiga komponen tersebut ditambahkan meskipun permukaan kritis masing-masing komponen tidak sama.

Menurut Terzaghi (1943) dalam Martini(2009) bahwa fondasi dangkal ditentukan dari $D_f \leq B$, dengan D_f adalah kedalaman fondasi dangkal dan B merupakan lebar fondasi. Adapun persamaan daya dukung tanah untuk fondasi memanjang yang dirumuskan oleh Terzaghi (1943).

$$q_u = c N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0.5 \cdot B \cdot N_\gamma \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana :

q_u = daya dukung ultimit (kg/cm²)

c = kohesi tanah (kg/cm²)

D_f = kedalaman fondasi (m)

B = lebar fondasi (m)

γ = berat volume tanah (kg/cm³)

N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung Terzaghi

2.8.2. Kapasitas dan Analisa Daya Dukung Meyerhoff

A. Berdasarkan Data Lapangan

Kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang dengan data sondir metode meyerhoff.

Daya dukung pondasi tiang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$Q_u = q_c \times A_p + JHL \times K t \dots\dots\dots(2.7)$$

Daya dukung ijin pondasi tiang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$Q_u \text{ Ijin} = q_c \times A_p / 3 + JHL \times K t / 5 \dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

Q_u = Kapasitas daya dukung tiang (kg),

Q_{Ijin} = Kapasitas daya dukung ijin (kg),

q_c = Tahanan ujung Sondir (kg/cm²),

JHL = Jumlah hambatan lekat (kg/cm),

Kt = Keliling tiang (cm),

A_p = Luas penampang tiang (cm²),

- 3 = Faktor keamanan daya dukung tiang,
- 5 = Faktor keamanan gesekan selimut

B. Berdasarkan Data Laboratorium

Kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang pada tanah pasir dan silt dari data Laboratorium berdasar pada data parameter kuat geser tanah dengan metode *Meyerhoff*. Daya dukung ujung pondasi tiang (*end bearing*) :

Untuk tanah kohesif :

$$Q_p = A_p \cdot c_u \cdot N_{c^*} \dots\dots\dots(2.13)$$

Untuk tanah non-kohesif :

$$Q_p = A_p \cdot q' (N_{q^*} - 1) \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

- Q_p = Tahanan ujung per satuan luas(kg),
- A_p = Luas penampang tiang (m²),
- c_u = Undrained cohesion (kN/m²) ,
- q' = Tekanan vertikal efektif (kg/m²),
- N_{q^*} = Faktor daya dukung tanah
- N_{c^*} = Faktor daya dukung tanah

Untuk mencari nilai C_u (*Undrained cohesion*), dapat digunakan persamaan :

$$\alpha^* = 0,21 + 0,25 (p_a / c_u) < 1 \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

- α^* = Faktor adhesi = 0,4 ,
- p_a = Tekanan atmosfer
= 1,058 ton/ft² = 101,3 (kN/m²)

Daya dukung selimut tiang (*skin friction*).

$$Q_s = f_i \cdot L_i \cdot p \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan :

f_i = Tahanan satuan kulit (kg/m^2),

L_i = Panjang lapisan tanah (m),

p = Keliling tiang (m),

Q_s = Daya dukung selimut tiang (kg).

Pada tanah non-kohefif :

$$f = K_0 \cdot \sigma_v' \cdot \tan \delta \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan :

K_0 = Koefisien tekanan tanah

$$K_0 = 1 - \sin \varphi$$

σ_v' = Tegangan vertikal efektif tanah, kg/m^2

$$(\sigma_v' = \gamma \cdot L' \quad L' = 15D)$$

$$\delta = 0,8 \cdot \varphi$$

2.8.3. Kapasitas dan Daya Dukung Brinch Hansen

Metode ini berdasarakan teori tekanan tanah dan memiliki keuntugan karena diterapkan baik pada tanah homogen, tanah denagan c-f dan tanah berlapis, tetapi hanya berlaku untuk tiang pendek dan dalam solusinya membutuhkan cara coba-coba untuk mendapatkan titik rotasi dan tiang. Tahanan ultimit tanah pada suatu kedalaman dihitung dengan :

$$p_u = p_o K_q + c K_c \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan :

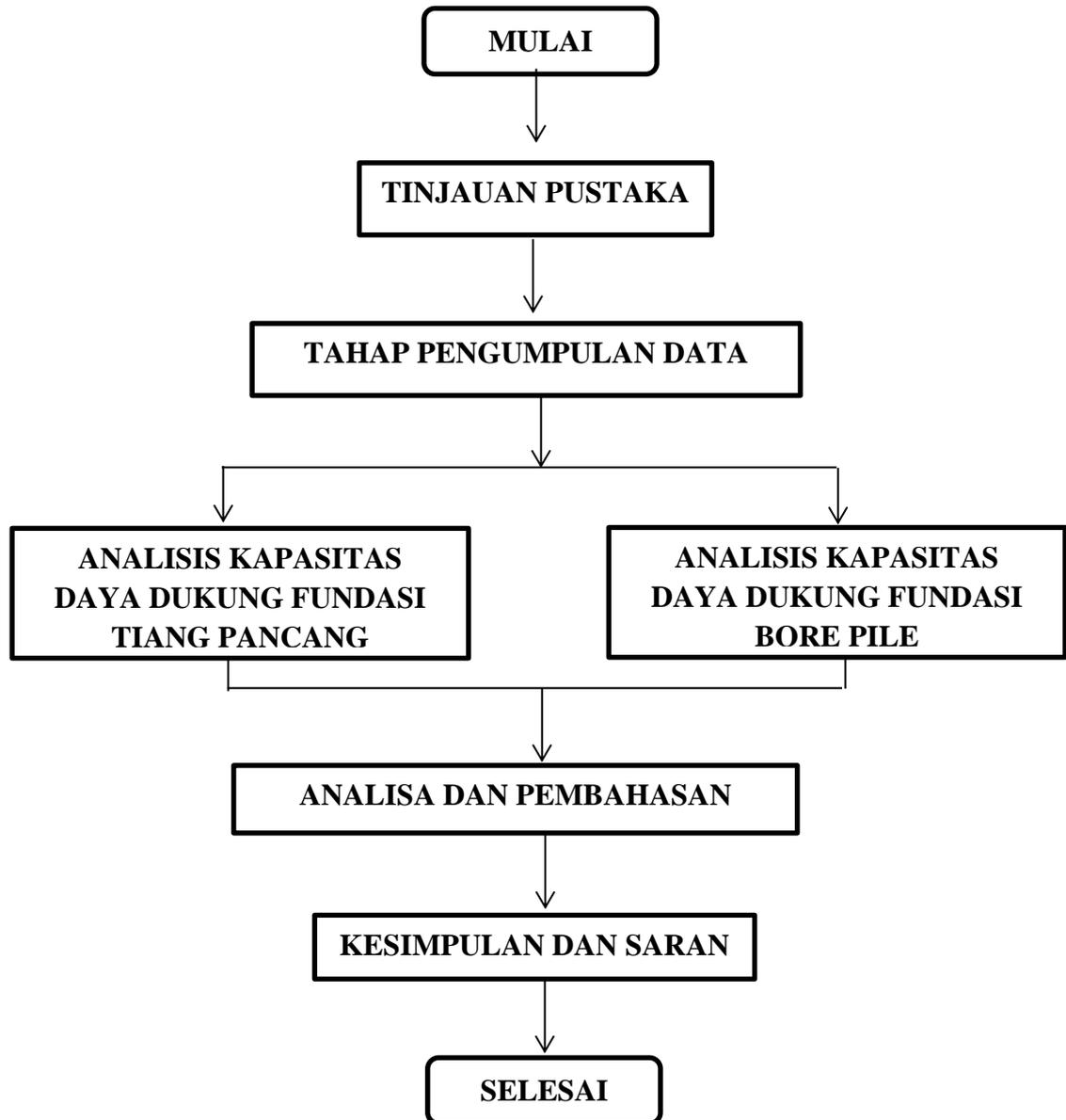
p_o = tekanan *overburden* vertical

c = kohesi

Ko Kq = faktor yang merupakan fungsi φ dan z/d

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian



3.2. Tinjauan Pustaka

Tahap ini merupakan rangkaian kegiatan awal sebelum memulai pengumpulan awal sebelum memulai pengumpulan data pengolahan data. Pada tahap ini, disusun hal hal yang harus dilakukan dengan tujuan agar penulis tugas akhir ini menjadi sistematis, teratur dan terstruktur, sehingga waktu pekerjaan penulisan tugas akhir ini menjadi efektif dan efisien. Tahap persiapan meliputi kegiatan-kegiatan berikut :

- a. Studi pustaka terhadap objek dan elemen-elemen yang akan dihitung untuk menentukan garis besar perbandingan daya dukung tanah.
- b. Menentukan kebutuhan data-data yang dukung tanah.
- c. Mendata instansi dan institusi yang dapat dijadikan sumber data.

Persiapan diatas harus dilakukan secara cermat dan tepat untuk untuk menghindari pekerjaan yang berulang ulang sehingga tahap penyusunan tugas akhir menjadi efisien dan optimal.

3.3. Tahap Pengumpulan Data

Dalam membuat suatu analisa, diperlukan data data sebagai bahan acuan. Untuk dapat melakukan analisa yang baik, maka diperlukan data yang mencakup informasi dan teori konsep dasar yang berkaitan dengan objek yang akan di analisa. Data-data tersebut diklasifikasikan dalam dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder.

- **Data Prime**

Data prime adalah data yang diperoleh dari lapangan maupun hasil survey yang dapat langsung dipergunakan sebagai sumber dalam analisa struktur. Data prime anatar lain sebagai berikut :

1. Data proyek
2. Data tanah

- Data sekunder

Data sekunder adalah data yang berasal dari peraturan-peraturan atau ketentuan-ketentuan serta referensi kepustakaan yang ada untuk digunakan dalam menganalisa suatu struktur. Data sekunder merupakan data penunjang yang diperlukan dalam menganalisa struktur ini. Yang termasuk dalam klasifikasi data sekunder ini antar lain adalah literature-literatur penunjang, grafik, table dan peta/tanah.

1. Data teknis

Data teknis merupakan data yang berhubungan langsung dengan analisa kapasitas daya dukung tanah seperti data tanah bisa berupa data lapangan (Data SPT) atau data pengujian seperti data laboratorium.

2. Data Nonteknis

Data nonteknis adalah data yang berfungsi sebagai penunjang dan perencanaan, seperti kondisi dan letak lokasi proyek.

3.4. Analisis Daya Dukung Fundasi Tiang Pancang

Diantara perbedaan tes dilapangan, sondir atau cone penetration test (CPT) sering kali sangat dipertimbangkan berperan dari geoteknik. CPT atau sondir ini tes yang sangat cepat, sederhana, ekonomis, dan tes tersebut dapat dipercaya di lapangan dengan pengukuran terus-menerus dari permukaan tanah-tanah dasar. Kapasitas dukung *ultimate* tiang cara statis dihitung dengan menggunakan teori mekanika tanah. Untuk menghitung kapasitas pondasi tiang pancang dengan metode Aoki de Alencar sebagai berikut :

Kapasitas daya dukung ultimit tiang pancang (Q_u) :

$$Q_u = Q_b + Q_s \dots\dots\dots(2.19)$$

Kapasitas daya dukung ujung tiang (Q_b) :

$$Q_b = q_b \cdot A_b \dots\dots\dots(2.20)$$

Kapasitas daya dukung kulit (Q_s) :

$$Q_s = f \cdot A_s \dots\dots\dots(2.21)$$

Kapasitas daya dukung ijin (Q_a) :

$$Q_a = Q_u / SF \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana :

Q_u = kapasitas daya dukung aksial ultimit tiang pancang.

Q_b = kapapasitas tahanan diujung kulit.

Q_s = kapasitas tahanan kulit.

q_b = kapasitas daya dukung diujung tiang persatuan luas.

A_b = luas diujung tiang

F = satuan tahanan kulit persatuan luas.

A_s = luas kulit tiang pancang.

3.5. Analisis Daya Dukung Fundasi Bore Pile

Dalam perencanaan pondasi bore pile, data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung dari bore pile sebelum pembangunan dimulai, guna menentukan kapasitas daya dukung ultimate dari pondasi bore pile. Daya dukung ultimate atau daya dukung tanah maksimum sebuah tiang pondasi dirumuskan :

$$Q_u = Q_b + Q_s \dots\dots\dots(2.23)$$

Kapasitas tahanan di ujung tiang dirumuskan :

$$Q_b = A_b \cdot f_b \dots\dots\dots(2.24)$$

Kapasitas tahanan selimut/*skin resistace* dirumuskan :

$$Q_s = f_s \cdot A_s \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana :

Q_u = Daya dukung tanah maksimum pada pondasi atau daya dukung ultimate

Q_b = Kapasitas tahanan di ujung tiang (m^2)

Q_s = Kapasitas tahanan selimut (ton)

f_s = Tahanan selimut/satuan (ton/m²)

A_s = Luas selimut tiang (m²)

A_b = Luas penampang tiang

f_b = Tahanan ujung satuan

BAB IV DATA DAN ANALISIS

4.1 Peta Lokasi Penyelidikan Tanah



Gambar 4. 1 Peta Penyelidikan Tanah

4.2 Data Cone Penetration Test (CPT)

Laporan penyelidikan tanah yang didapat merupakan data sekunder berupa data uji sondir (Cone Penetration Test), yang dilakukan direncana pembangunan Pondok Pesantren Raudha Al-Lawadzi'I sebanyak 17 (tujuh belas) titik di lokasi studi. Data yang didapat tersebut akan menjadi rujukan dalam melakukan analisis tiang pancang.

Pekerjaan ini dilakukan sebanyak 17 (tujuh belas) titik penyondiran dengan menggunakan alat sondir ringan berkapasitas 2,5 Ton, jenis *duth cone penetrometer* yang di lengkapi dengan konus dan bikonus. Pembacaan tahanan ujung (q_c) dan hambatan lekat dilakukan setiap 20 cm, dengan menggunakan 1 manometer masing-masing kapasitas 60kg/cm^2 . Target penyondiran dilakukan sampai kedalaman maksimum 20 meter atau sampai pada kedalaman tanah “keras” dimana tahanan ujung q_c mencapai $>150\text{ kg/cm}$. titik_titik pekerjaan setiap lokasi diberi kode S.10-S.17.

4.3 Analisis Fundasi

Fundasi merupakan suatu struktur yang harus diperhitungkan terhadap gaya aksial geser dan momen lentur. Dalam penelitian ini tidak dibahas karena penelitian ini hanya memberikan gambaran kapasitas daya dukung fundasi tiang pancang dan fundasi bore pile dengan diameter dan kedalaman seseuai dengan data sondir yang ada dilokasi studi.

4.4 Dimensi Fundasi Tiang

Fundasi tiang pancang direncanakan dengan mutu beton k-500 ($f_c'41.5$) dan dimensi sebagai fundasi tiangnya sebagai berikut :

- Titik sondir sebanyak 17 yaitu dari titik sondir S-01 Sampai S-17
- Fundasi tiang bulat diameter (d) 40 cm
- Luas penampang tiang (AP) = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2$
 $= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 40^2 = 1256 \text{ cm}^2 = 0,1246 \text{ m}^2$
- Keliling tiang (p) = $3,14 \times 40 = 125,6 \text{ cm} = 1,256 \text{ m}$
- Keliling tiang pancang beton prategang $F_b = 1.75 : F_s = 3,5$
- Tipe tiang Bor $F_b = 3.5 F_s = 7.0$
- Tipe tanah lempung berpasir dengan lanau, $\alpha_s = 2,8\%$
- Factor keamanan (SF) = 3

4.5 Kapasitas Daya Dukung Fundasi Tiang Pancang Berdasarkan Data Sondir Dengan Metode Hitungan Aoki De Alencar

Berikut adalah perhitungan kapasitas daya dukung fundasi tiang pancang dengan menggunakan data uji sondir yang telah di dapatkan di lokasi studi. Hasil pengujian lapangan berupa data sondir yang telah dilakukan dapat di lihat dan sajikan dalam table-table dibawah ini.

Setelah di lakukan uji sondir maka dapat di dapatkan hasil kapasitas daya dukung tanah di 17 titik lokasi yang telah dilakukan uji. Hasilnya dapat dilihat di table sebagai berikut

Tabel 4. 1 Rekapitulasi Hasil Uji Sondir

NO	Titik Sondir	Kedalaman sondir (M)	Tahanan Ujung (qc) (kg/cm ²)	Total Friction (Jlh) (kg/cm ²)
01	S-01	2.6	250	148
02	S-02	3.0	250	113
03	S-03	1.4	250	58
04	S-04	9.8	250	461
05	S-05	1.2	250	59
06	S-06	4.0	250	182
07	S-07	5.0	250	193
08	S-08	2.8	250	121
09	S-09	4.2	250	173
10	S-10	1.4	250	59
11	S-11	3.2	250	128
12	S-12	1.2	250	68
13	S-13	12	250	520
14	S-14	13	250	612
15	S-15	1.0	250	45
16	S-16	3.4	250	126
17	S-17	17.8	250	675

Berikut adalah hitungan kapasitas daya dukung fundasi tiang pancang berdasarkan dengan data sondir dengan metode hitungan Aoki De Alencar. Dengan menggunakan 1 sampel titik sondir yaitu : Titik sondir 4 dengan variasi kedalaman di 2 meter, 4 meter, 6 meter dan 8 meter.

Tabel 4. 2 Hasil Uji Sondir S-4

Sondir - Pengolahan Data									
Proyek	: Sondir Untuk Pesantren						Sondir No	: S-4	
Lokasi	: Jl.Pasir Panjang , Jogjogan Kec.Cisarua						Tanggal	: 27/06/2022	
Depth (m)	Cw (kg/cm ²)	Tw (kg/cm ²)	Kw (Tw - Cw)	qc (kg/cm ²)	LF (kg/cm ²)	LF x 20 cm (kg/cm)	JHP (kg/cm)	Fr (%)	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0,2	4	7	3	4	0,27	5,4	5	0	
0,4	4	9	5	4	0,45	9,00	14,40	11,25	
0,6	4	12	8	4	0,72	14,40	28,80	18,00	
0,8	3	7	4	3	0,36	7,20	36,00	12,00	
1	22	30	8	22	0,72	14,40	50,40	3,27	
1,2	7	12	5	7	0,45	9,00	50,40	6,43	
1,4	8	12	4	8	0,36	7,20	66,60	4,50	
1,6	9	15	6	9	0,54	10,80	77,40	6,00	
1,8	26	30	4	26	0,36	7,20	84,60	1,38	
2	26	30	4	26	0,36	7,20	91,80	1,38	
2,2	22	24	2	22	0,18	3,60	95,40	0,82	
2,4	22	26	4	22	0,36	7,20	102,60	1,64	
2,6	22	24	2	22	0,18	3,60	106,20	0,82	
2,8	25	30	5	25	0,45	9,00	115,20	1,80	
3	25	28	3	25	0,27	5,40	120,60	1,08	
3,2	26	32	6	26	0,54	10,80	131,40	2,08	
3,4	26	30	4	26	0,36	7,20	138,60	1,38	
3,6	26	34	8	26	0,72	14,40	153,00	2,77	
3,8	26	28	2	26	0,18	3,60	156,60	0,69	
4	40	44	4	40	0,36	7,20	163,80	0,90	
4,2	42	46	4	42	0,36	7,20	171,00	0,86	
4,4	42	46	4	42	0,36	7,20	178,20	0,86	
4,6	42	48	6	42	0,54	10,80	189,00	1,29	
4,8	58	62	4	58	0,36	7,20	196,20	0,62	
5	58	64	6	58	0,54	10,80	207,00	0,93	
5,2	40	45	5	40	0,45	9,00	216,00	1,13	
5,4	40	47	7	40	0,63	12,60	228,60	1,58	
5,6	44	50	6	44	0,54	10,80	239,40	1,23	
5,8	46	50	4	46	0,36	7,20	246,00	0,78	
6	46	54	8	46	0,72	14,40	261,00	1,57	
6,2	46	52	6	46	0,54	10,80	271,80	1,17	
6,4	60	63	3	60	0,27	5,40	277,20	0,45	
6,6	50	57	7	50	0,63	12,60	289,80	1,26	
6,8	56	56	6	56	0,54	10,80	300,60	1,08	
7	68	68	1	68	0,68	7,20	307,80	0,14	
7,2	50	54	4	50	0,36	7,20	315,00	0,72	
7,4	50	55	5	50	0,45	9,00	324,00	0,90	
7,6	55	60	5	55	0,45	9,00	333,00	0,82	
7,8	55	59	4	55	0,36	7,20	340,20	0,65	
8	50	58	8	50	0,72	14,40	354,60	1,44	
8,2	50	57	7	50	0,63	12,60	367,20	1,26	
8,4	52	60	8	52	0,72	14,40	381,60	1,38	
8,6	54	60	6	54	0,54	10,80	392,40	1,00	
8,8	60	64	4	60	0,36	7,20	399,60	0,60	
9	60	65	5	60	0,45	9,00	408,60	0,75	
9,2	78	82	4	78	0,36	7,20	415,80	0,46	
9,4	68	77	9	68	0,81	16,20	432,00	1,19	
9,6	200	206	6	200	0,54	10,80	442,80	0,27	
9,8	250	260	10	250	0,9	18,00	460,80	0,36	

➤ **Titik Sondir 4 Dengan variasi kedalaman 2 meter**

$$q_{C\text{base}} = 26 \text{ kg/cm}^2 : q_{C\text{side}} = 91,8 \text{ kg/cm}^2$$

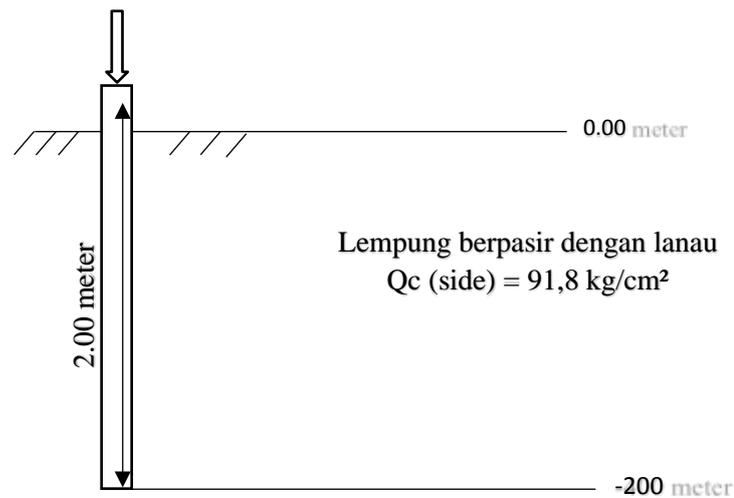
- Daya Dukung Ujung Tiang (End Bearing)

$$Q_b = \frac{q_{ac}(\text{base})}{F_b} = \frac{26}{1,75} = 14,857 \text{ kg/cm}^2$$

- Kapasitas Tahanan Ujung

$$Q_b = q_b \times A_p$$

$$Q_B = 14,857 \times 1256 = 18660,392 \text{ kg} = 18,660 \text{ Ton}$$



Gambar 4. 2 Nilai $q_c(\text{side})$ kedalaman 2 meter

- Satuan Tahanan kulit

$$f = q_c(\text{side}) \frac{\alpha_s}{F_S}$$

$$f = 91,8 \frac{0,028}{3,5} = 0,734 \text{ kg/cm}^2$$

- Kapasitas Tahanan kulit

$$Q_s = f \times A_p \times L$$

$$Q_s = 0,734 \times 125,6 \times 200 = 18438,08 \text{ kg} = 184,381 \text{ Ton}$$

- Kapasitas Daya Dukung Ultimate dan Allowable

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

$$Q_u = 18,660 + 184,381 = 203,041 \text{ Ton}$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{s_F} = \frac{203,041}{3,0} = 67,68 \text{ Ton}$$

➤ **Titik Sondir 4 Dengan Kedalaman 4 Meter**

$$q_{CAbase} = 40 \text{ kg/cm}^2 : q_{Cside} = 163,8 \text{ kg/cm}^2$$

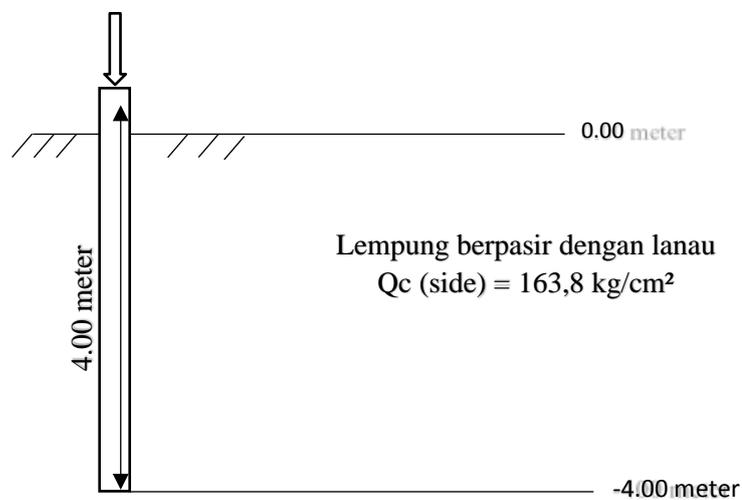
- Daya Dukung Ujung Tiang (End Bearing)

$$Q_b = \frac{q_{ca} (base)}{F_b} = \frac{40}{1,75} = 22,857 \text{ kg/cm}^2$$

- Kapasitas Tahanan Ujung

$$Q_b = q_b \times A_p$$

$$Q_b = 22,857 \times 1256 = 28708,392 \text{ kg} = 28,708 \text{ Ton}$$



Gambar 4. 3 Nilai $q_c(\text{side})$ kedalaman 4 meter

- Satuan Tahanan Kulit

$$f = q_c(\text{side}) \frac{\alpha s}{F_s}$$

$$f = 163,8 \frac{0,028}{3,5} = 1,310 \text{ kg/cm}^2$$

- Kapasitas Tahanan Kulit

$$Q_s = f \times A_p \times L$$

$$Q_s = 1,310 \times 125,6 \times 400 = 65814,4 \text{ kg} = 658,144 \text{ Ton}$$

- Kapasitas Daya Dukung Ultimate dan Allowable

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

$$Q_u = 28,708 + 658,144 = 686,852 \text{ Ton}$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} = \frac{686,852}{3,0} = 228,951 \text{ Ton}$$

➤ **Titik Sondir 4 Dengan Kedalaman 6 meter**

$$q_{C\text{Abase}} = 46 \text{ kg/cm}^2 : q_{C\text{side}} = 261 \text{ kg/cm}^2$$

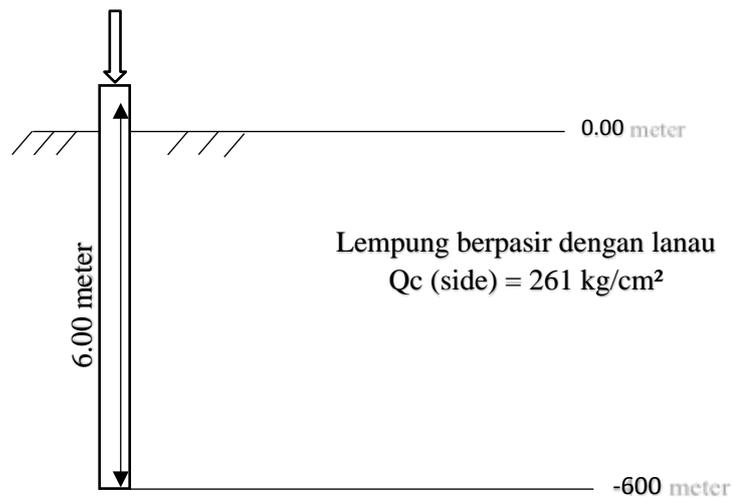
- Daya Dukung Ujung Tiang (End Bearing)

$$Q_b = \frac{q_{ca}(\text{base})}{F_b} = \frac{46}{1,75} = 26,286 \text{ kg/cm}^2$$

- Kapasitas Tahanan Ujung

$$Q_b = q_b \times A_p$$

$$Q_b = 26,286 \times 1256 = 33015,216 \text{ kg} = 33,015 \text{ Ton}$$



Gambar 4. 4 Nilai $q_c(\text{side})$ kedalaman 6 meter

- Satuan Tahanan Kulit

$$f = q_c(\text{side}) \frac{\alpha s}{F_s}$$

$$f = 261 \frac{0,028}{3,5} = 2,088 \text{ kg/cm}^2$$

- Kapasitas Tahanan Kulit

$$Q_s = f \times A_p \times L$$

$$Q_s = 2,088 \times 125,6 \times 600 = 157351,68 \text{ kg} = 157,3517 \text{ Ton}$$

- Kapasitas Daya Dukung Ultimate dan Allowable

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

$$Q_u = 33,015 + 157,3517 = 190,3667 \text{ Ton}$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} = \frac{190,3667}{3,0} = 63,4556 \text{ Ton}$$

➤ **Titik Sondir Dengan Kedalaman 8 Meter**

$$q_{CAbase} = 50 \text{ kg/cm}^2 : q_{Cside} = 354,6 \text{ kg/cm}^2$$

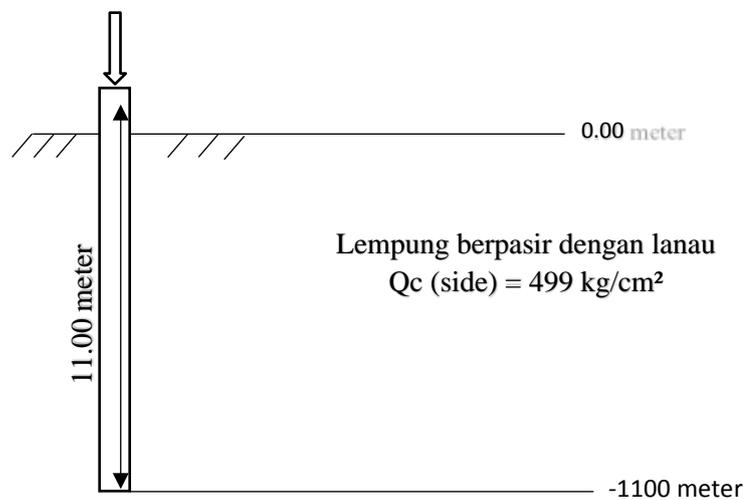
- Daya Dukung Ujung Tiang (End Bearing)

$$Q_b = \frac{q_{ca} (base)}{F_b} = \frac{50}{1,75} = 28,571 \text{ kg/cm}^2$$

- Kapasitas Tahanan Ujung

$$Q_b = q_b \times A_p$$

$$Q_b = 28,571 \times 1256 = 35885,176 \text{ kg} = 35,885 \text{ Ton}$$



Gambar 4. 5 Nilai $q_c(side)$ kedalaman 8 meter

- Satuan Tahanan Kulit

$$f = q_c (side) \frac{\alpha_s}{F_s}$$

$$f = 354,6 \frac{0,028}{3,5} = 2,837 \text{ kg/cm}^2$$

- Kapasitas Tahanan Kulit

$$Q_s = f \times p \times L$$

$$Q_s = 2,837 \times 125,6 \times 800 = 285061,76 \text{ kg} = 2850,618 \text{ Ton}$$

- Kapasitas Daya Dukung Ultimate dan Allowable

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

$$Q_u = 35,885 + 2848,348 = 2886,503 \text{ Ton}$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} = \frac{2886,503}{3,0} = 962,168 \text{ Ton}$$

Tabel 4. 3 Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Metode Aoki De Alencar Dengan Variasi Kedalaman 2,4,6 dan 8 Meter

Sondir	L (cm)	JHP (kg/cm)	D (cm)	Ap (mm ²)	Ap (cm ²)	Qca (base) (Kg/cm ²)	qb (Kg/cm ²)	Qb (ton)	F (kg/cm ²)	Qs (ton)	Qu (ton)	SF	Qa (ton)
S - 01	200	77,4	40	1256,64	125,664	56	32	40,212	0,6192	155,62	195,834	3	65,278
	400	68,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,5472	275,05	454,572	3	151,52
	600	68,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,5472	412,58	592,099	3	197,37
	800	68,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,5472	550,11	729,625	3	243,21
S - 02	200	61,2	40	1256,64	125,664	56	32	40,212	0,4896	123,05	163,262	3	54,421
	400	113,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,9072	456,01	635,528	3	211,84
	600	113,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,9072	684,01	863,532	3	287,84
	800	113,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,9072	912,02	1091,54	3	363,85
S - 03	200	57,6	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,4608	115,81	295,331	3	98,444
	400	57,6	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,4608	231,62	411,143	3	137,05
	600	57,6	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,4608	347,44	526,955	3	175,65
	800	57,6	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,4608	463,25	642,766	3	214,26
S - 04	200	91,8	40	1256,64	125,664	26	14,8571	18,67	0,7344	184,57	203,245	3	67,748
	400	163,8	40	1256,64	125,664	40	22,8571	28,723	1,3104	658,68	687,402	3	229,13
	600	261	40	1256,64	125,664	46	26,2857	33,032	2,088	1574,3	1607,35	3	535,78
	800	354,6	40	1256,64	125,664	50	28,5714	35,904	2,8368	2851,9	2887,77	3	962,59
S - 05	200	59,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,4752	119,43	298,95	3	99,65
	400	59,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,4752	238,86	418,381	3	139,46
	600	59,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,4752	358,29	537,812	3	179,27
	800	59,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,4752	477,72	657,243	3	219,08
S - 06	200	84,6	40	1256,64	125,664	18	10,2857	12,925	0,6768	170,1	183,024	3	61,008
	400	181,8	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	1,4544	731,06	910,581	3	303,53
	600	181,8	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	1,4544	1096,6	1276,11	3	425,37
	800	181,8	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	1,4544	1462,1	1641,64	3	547,21
S - 07	200	90	40	1256,64	125,664	18	10,2857	12,925	0,72	180,96	193,881	3	64,627
	400	153	40	1256,64	125,664	42	24	30,159	1,224	615,25	645,409	3	215,14
	600	192,6	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	1,5408	1161,7	1341,26	3	447,09
	800	192,6	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	1,5408	1549	1728,5	3	576,17
S - 08	200	77,4	40	1256,64	125,664	22	12,5714	15,798	0,6192	155,62	171,42	3	57,14
	400	120,6	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,9648	484,96	664,481	3	221,49
	600	120,6	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,9648	727,44	906,962	3	302,32
	800	120,6	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,9648	969,92	1149,44	3	383,15
S - 09	200	63	40	1256,64	125,664	22	12,5714	15,798	0,504	126,67	142,467	3	47,489
	400	154,8	40	1256,64	125,664	200	114,286	143,62	1,2384	622,49	766,103	3	255,37
	600	172,8	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	1,3824	1042,3	1221,82	3	407,27
	800	172,8	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	1,3824	1389,7	1569,26	3	523,09
S - 10	200	59,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,4752	119,43	298,95	3	99,65
	400	59,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,4752	238,86	418,381	3	139,46
	600	59,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,4752	358,29	537,812	3	179,27
	800	59,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,4752	477,72	657,243	3	219,08

S - 11	200	59,4	40	1256,64	125,664	60	34,2857	43,085	0,4752	119,43	162,515	3	54,172
	400	127,8	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	1,0224	513,91	693,434	3	231,14
	600	127,8	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	1,0224	770,87	950,391	3	316,8
	800	127,8	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	1,0224	1027,8	1207,35	3	402,45
S - 12	200	68,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,5472	137,53	317,046	3	105,68
	400	68,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,5472	275,05	454,572	3	151,52
	600	68,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,5472	412,58	592,099	3	197,37
	800	68,4	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,5472	550,11	729,625	3	243,21
S - 13	200	82,8	40	1256,64	125,664	150	85,7143	107,71	0,6624	166,48	274,191	3	91,397
	400	163,8	40	1256,64	125,664	30	17,1429	21,542	1,3104	658,68	680,221	3	226,74
	600	244,8	40	1256,64	125,664	36	20,5714	25,851	1,9584	1476,6	1502,45	3	500,82
	800	334,8	40	1256,64	125,664	62	35,4286	44,521	2,6784	2692,6	2737,14	3	912,38
S - 14	200	79,2	40	1256,64	125,664	20	11,4286	14,362	0,6336	159,24	173,603	3	57,868
	400	167,4	40	1256,64	125,664	50	28,5714	35,904	1,3392	673,16	709,059	3	236,35
	600	243	40	1256,64	125,664	50	28,5714	35,904	1,944	1465,7	1501,65	3	500,55
	800	334,8	40	1256,64	125,664	38	21,7143	27,287	2,6784	2692,6	2719,91	3	906,64
S - 15	200	45	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,36	90,478	269,997	3	89,999
	400	45	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,36	180,96	360,475	3	120,16
	600	45	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,36	271,43	450,953	3	150,32
	800	45	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	0,36	361,91	541,431	3	180,48
S - 16	200	70,2	40	1256,64	125,664	20	11,4286	14,362	0,5616	141,15	155,507	3	51,836
	400	126	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	1,008	506,68	686,196	3	228,73
	600	126	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	1,008	760,01	939,534	3	313,18
	800	126	40	1256,64	125,664	250	142,857	179,52	1,008	1013,4	1192,87	3	397,62
S - 17	200	66,66	40	1256,64	125,664	21	12	15,08	0,53328	134,03	149,108	3	49,703
	400	133,2	40	1256,64	125,664	36	20,5714	25,851	1,0656	535,63	561,48	3	187,16
	600	216	40	1256,64	125,664	48	27,4286	34,468	1,728	1302,9	1337,35	3	445,78
	800	266,4	40	1256,64	125,664	56	32	40,212	2,1312	2142,5	2182,73	3	727,58

4.6 Kapasitas Daya Dukung Fundasi Bore Pile Berdasarkan Data Sondir Dengan Metode Hitungan Aoki De Alencar

Bore pile merupakan fundasi dalam yang umum digunakan pada bangunan dengan lapisan lantai yang jumlah cukup banyak. Fundasi Bore Pile banyak digunakan pada konstruksi bangunan yang berlokasi dikawasan pada penduduk karena dianggap efektif dan tidak menyebabkan pergerakan tanah besar. Selain itu, fundasi Bore Pile dapat digunakan sebagai alternatif jika lokasi konstruksi tidak memungkinkan untuk dibangun fundasi tiang pancang. Untuk mengetahui kekuatan fundasi akan dilakukan perhitungan daya dukung fundasi terlebih dahulu.

Berikut adalah hitungan kapasitas daya dukung fundasi Bore Pile Berdasarkan dengan data sondir dengan metode hitungan Aoki De Alencar. Dengan menggunakan 1 sampel titik sondir yaitu : titik sondir 4 dengan variasi kedalaman di 2 meter, 4 meter, 6 meter, dan 8 meter.

➤ **Titik Sondir Dengan Kedalaman 2 meter**

$$q_{Cbase} = 26 \text{ kg/cm}^2 : q_{Cside} = 91,8 \text{ kg/cm}$$

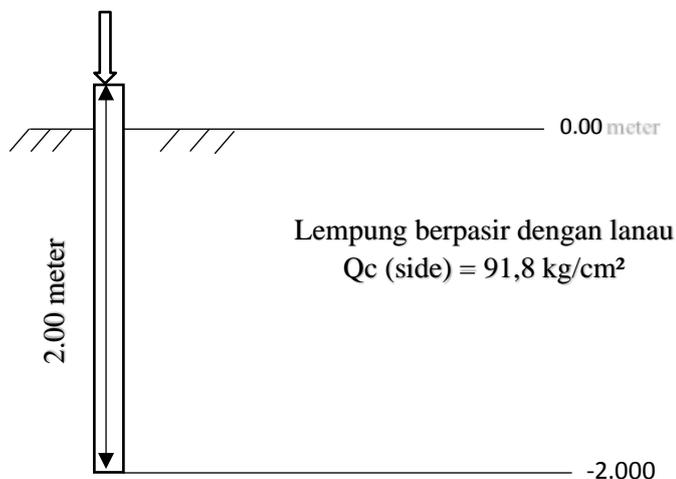
- Daya Dukung Ujung Tiang (End Bearing)

$$q_b = \frac{q_{ca} (base)}{F_b} = \frac{26}{3,5} = 7,429 \text{ kg/cm}^2$$

- Kapasitas Tahanan Ujung

$$Q_b = q_b \times A_p$$

$$Q_b = 7,429 \times 1256 = 9330,824 \text{ kg} = 9,331 \text{ Ton}$$



Gambar 4. 6 Nilai $q_c(side)$ kedalaman 2 meter

- Satuan Tahanan Kulit

$$f = qc \text{ (side)} \frac{\alpha_s}{F_s}$$

$$f = 91,8 \frac{0,028}{7} = 0,367 \text{ kg/cm}^2$$

- Kapasitas Tahanan Kulit

$$Q_s = f \times p \times L$$

$$Q_s = 0,367 \times 125,6 \times 200 = 9219,04 \text{ kg} = 92,190 \text{ Ton}$$

- Kapasitas Daya Dukung Ultimate dan Allowable

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

$$Q_u = 9,331 + 92,190 = 101,521 \text{ Ton}$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} = \frac{101,521}{3,0} = 33,840 \text{ Ton}$$

➤ **Titik Sondir Dengan Kedalaman 4 Meter**

$$q_{C\text{base}} = 40 \text{ kg/cm}^2 : q_{C\text{side}} = 163,8 \text{ kg/cm}^2$$

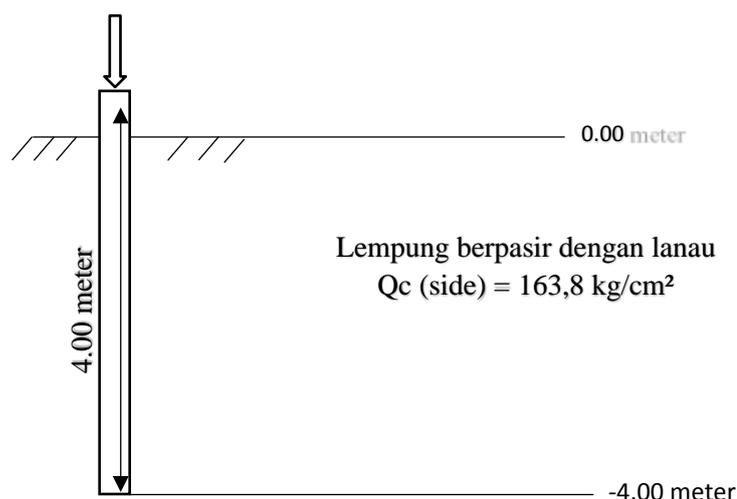
- Daya Dukung Ujung Tiang (End Bearing)

$$q_b = \frac{q_{ca} \text{ (base)}}{F_b} = \frac{40}{3,5} = 11,429 \text{ kg/cm}^2$$

- Kapasitas Tahanan Ujung

$$Q_b = q_b \times A_p$$

$$Q_b = 11,429 \times 1256 = 14354,824 \text{ kg} = 14,355 \text{ Ton}$$



Gambar 4. 7 Nilai $q_c \text{ (side)}$ kedalaman 4 meter

- Satuan Tahanan Kulit

$$f = qc \text{ (side)} \frac{\alpha_s}{F_s}$$

$$f = 163,8 \frac{0,028}{7} = 0,655 \text{ kg/cm}^2$$

- Kapasitas Tahanan Kulit

$$Q_s = f \times p \times L$$

$$Q_s = 0,655 \times 125,6 \times 400 = 32907,2 \text{ kg} = 329,072 \text{ Ton}$$

- Kapasitas Daya Dukung Ultimate dan Allowable

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

$$Q_u = 14,355 + 329,072 = 343,427 \text{ Ton}$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} = \frac{343,427}{3,0} = 114,476 \text{ Ton}$$

➤ **Titik Sondir Dengan Kedalaman 6 Meter**

$$q_{CAbase} = 46 \text{ kg/cm}^2 : q_{Cside} = 261 \text{ kg/cm}^2$$

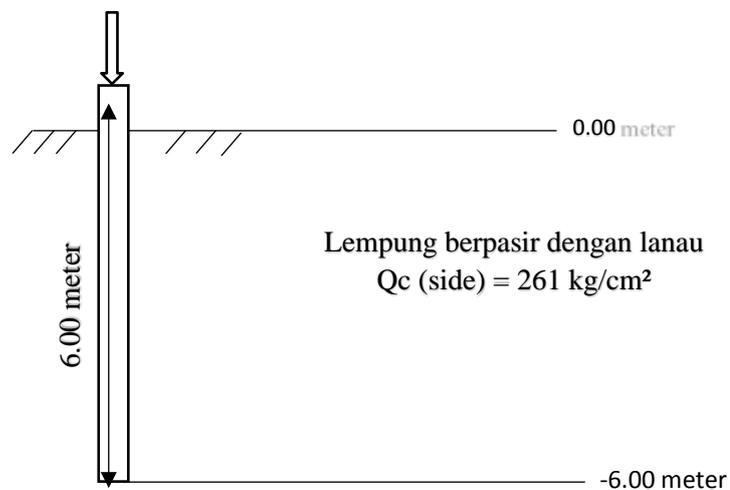
- Daya Dukung Ujung Tiang (End Bearing)

$$q_b = \frac{q_{ca} \text{ (base)}}{F_b} = \frac{46}{3,5} = 13,143 \text{ kg/cm}^2$$

- Kapasitas Tahanan Ujung

$$Q_b = q_b \times A_p$$

$$Q_b = 13,143 \times 1256 = 16507,608 \text{ kg} = 16,508 \text{ Ton}$$



Gambar 4. 8 Nilai q_c (side) kedalaman 6 meter

- Satuan Tahanan Kulit

$$f = qc \text{ (side)} \frac{\alpha_s}{F_s}$$

$$f = 261 \frac{0,028}{7} = 1,044 \text{ kg/cm}^2$$

- Kapasitas Tahanan Kulit

$$Q_s = f \times p \times L$$

$$Q_s = 1,044 \times 125,6 \times 600 = 78675,84 \text{ kg} = 786,758 \text{ Ton}$$

- Kapasitas Daya Dukung Ultimate dan Allowable

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

$$Q_u = 16,508 + 786,758 = 803,266 \text{ Ton}$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} = \frac{803,266}{3,0} = 267,756 \text{ Ton}$$

➤ **Titik Sondir Dengan Kedalaman 8 Meter**

$$q_{CAbase} = 50 \text{ kg/cm}^2 : q_{Cside} = 354,6 \text{ kg/cm}^2$$

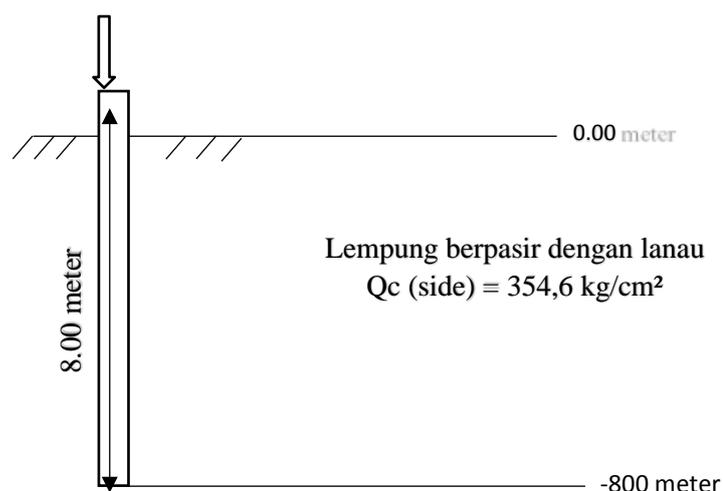
- Daya Dukung Ujung Tiang (End Bearing)

$$q_b = \frac{q_{ca} \text{ (base)}}{F_b} = \frac{50}{3,5} = 14,286 \text{ kg/cm}^2$$

- Kapasitas Tahanan Ujung

$$Q_b = q_b \times A_p$$

$$Q_b = 14,286 \times 1256 = 17943,216 \text{ kg} = 17,943 \text{ Ton}$$



Gambar 4. 9 Nilai $q_c(\text{side})$ kedalaman 8 meter

- Satuan Tahanan Kulit

$$f = qc \text{ (side)} \frac{\alpha s}{F_s}$$

$$f = 354,6 \frac{0,028}{7} = 1,418 \text{ kg/cm}^2$$

- Kapasitas Tahanan Kulit

$$Q_s = f \times p \times L$$

$$Q_s = 1,418 \times 125,6 \times 800 = 142480,64 \text{ kg} = 1424,806 \text{ Ton}$$

- Kapasitas Daya Dukung Ultimate dan Allowable

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

$$Q_u = 17,943 + 1424,806 = 1442,749 \text{ Ton}$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} = \frac{1442,749}{3,0} = 480,916 \text{ Ton}$$

Tabel 4. 4 Kapasitas daya dukung Bore Pile Berdasarkan Metode Aoki De Alencar Dengan Variasi Kedalaman 2,4,6 dan 8 Meter

Sondir	L (cm)	JHP (kg/cm)	D (cm)	Ap (mm ²)	Ap (cm ²)	Qca (base) (Kg/cm ²)	qb (Kg/cm ²)	Qb (ton)	F (kg/cm ²)	Qs (ton)	Qu (ton)	SF	Qa (ton)
S - 01	200	77,4	40	1256,64	125,664	56	16	20,1062	0,3096	77,811	97,9172	3	32,6391
	400	68,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2736	137,526	227,286	3	75,7621
	600	68,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2736	206,29	296,049	3	98,6831
	800	68,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2736	275,053	364,813	3	121,604
S - 02	200	61,2	40	1256,64	125,664	56	16	20,1062	0,2448	61,525	81,6311	3	27,2104
	400	113,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,4536	228,004	317,764	3	105,921
	600	113,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,4536	342,006	431,766	3	143,922
	800	113,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,4536	456,008	545,768	3	181,923
S - 03	200	57,6	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2304	57,9058	147,666	3	49,2219
	400	57,6	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2304	115,812	205,571	3	68,5238
	600	57,6	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2304	173,718	263,477	3	87,8258
	800	57,6	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2304	231,623	321,383	3	107,128
S - 04	200	91,8	40	1256,64	125,664	26	7,42857	9,33502	0,3672	92,2874	101,622	3	33,8741
	400	163,8	40	1256,64	125,664	40	11,4286	14,3616	0,6552	329,339	343,701	3	114,567
	600	261	40	1256,64	125,664	46	13,1429	16,5158	1,044	787,157	803,673	3	267,891
	800	354,6	40	1256,64	125,664	50	14,2857	17,952	1,4184	1425,93	1443,88	3	481,294
S - 05	200	59,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2376	59,7154	149,475	3	49,8251
	400	59,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2376	119,431	209,191	3	69,7302
	600	59,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2376	179,146	268,906	3	89,6353
	800	59,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2376	238,862	328,621	3	109,54
S - 06	200	84,6	40	1256,64	125,664	18	5,14286	6,4627	0,3384	85,0492	91,5119	3	30,504
	400	181,8	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,7272	365,531	455,29	3	151,763
	600	181,8	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,7272	548,296	638,056	3	212,685
	800	181,8	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,7272	731,061	820,821	3	273,607
S - 07	200	90	40	1256,64	125,664	18	5,14286	6,4627	0,36	90,4779	96,9406	3	32,3135
	400	153	40	1256,64	125,664	42	12	15,0796	0,612	307,625	322,704	3	107,568
	600	192,6	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,7704	580,868	670,628	3	223,543
	800	192,6	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,7704	774,491	864,25	3	288,083
S - 08	200	77,4	40	1256,64	125,664	22	6,28571	7,89886	0,3096	77,811	85,7098	3	28,5699
	400	120,6	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,4824	242,481	332,24	3	110,747
	600	120,6	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,4824	363,721	453,481	3	151,16
	800	120,6	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,4824	484,961	574,721	3	191,574
S - 09	200	63	40	1256,64	125,664	22	6,28571	7,89886	0,252	63,3345	71,2334	3	23,7445
	400	154,8	40	1256,64	125,664	200	57,1429	71,8078	0,6192	311,244	383,052	3	127,684
	600	172,8	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,6912	521,153	610,912	3	203,637
	800	172,8	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,6912	694,87	784,63	3	261,543
S - 10	200	59,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2376	59,7154	149,475	3	49,8251
	400	59,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2376	119,431	209,191	3	69,7302
	600	59,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2376	179,146	268,906	3	89,6353
	800	59,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2376	238,862	328,621	3	109,54

S - 11	200	59,4	40	1256,64	125,664	60	17,1429	21,5423	0,2376	59,7154	81,2577	3	27,0859
	400	127,8	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,5112	256,957	346,717	3	115,572
	600	127,8	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,5112	385,436	475,196	3	158,399
	800	127,8	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,5112	513,914	603,674	3	201,225
S - 12	200	68,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2736	68,7632	158,523	3	52,841
	400	68,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2736	137,526	227,286	3	75,7621
	600	68,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2736	206,29	296,049	3	98,6831
	800	68,4	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,2736	275,053	364,813	3	121,604
S - 13	200	82,8	40	1256,64	125,664	150	42,8571	53,8559	0,3312	83,2396	137,096	3	45,6985
	400	163,8	40	1256,64	125,664	30	8,57143	10,7712	0,6552	329,339	340,111	3	113,37
	600	244,8	40	1256,64	125,664	36	10,2857	12,9254	0,9792	738,299	751,225	3	250,408
	800	334,8	40	1256,64	125,664	62	17,7143	22,2604	1,3392	1346,31	1368,57	3	456,19
S - 14	200	79,2	40	1256,64	125,664	20	5,71429	7,18078	0,3168	79,6205	86,8013	3	28,9338
	400	167,4	40	1256,64	125,664	50	14,2857	17,952	0,6696	336,578	354,53	3	118,177
	600	243	40	1256,64	125,664	50	14,2857	17,952	0,972	732,871	750,823	3	250,274
	800	334,8	40	1256,64	125,664	38	10,8571	13,6435	1,3392	1346,31	1359,95	3	453,318
S - 15	200	45	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,18	45,2389	134,999	3	44,9996
	400	45	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,18	90,4779	180,238	3	60,0792
	600	45	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,18	135,717	225,477	3	75,1589
	800	45	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,18	180,956	270,716	3	90,2385
S - 16	200	70,2	40	1256,64	125,664	20	5,71429	7,18078	0,2808	70,5727	77,7535	3	25,9178
	400	126	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,504	253,338	343,098	3	114,366
	600	126	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,504	380,007	469,767	3	156,589
	800	126	40	1256,64	125,664	250	71,4286	89,7598	0,504	506,676	596,436	3	198,812
S - 17	200	66,66	40	1256,64	125,664	21	6	7,53982	0,26664	67,0139	74,5538	3	24,8513
	400	133,2	40	1256,64	125,664	36	10,2857	12,9254	0,5328	267,814	280,74	3	93,58
	600	216	40	1256,64	125,664	48	13,7143	17,2339	0,864	651,441	668,675	3	222,892
	800	266,4	40	1256,64	125,664	56	16	20,1062	1,0656	1071,26	1091,36	3	363,788

4.7 Analisis Kapasitas Daya Dukung Fundasi Tiang Pancang Dengan Kapasitas Daya Dukung Fundasi Bore Pile Dengan Metode Aoki De Alencar

Hasil analisis kapasitas daya dukung fundasi Tiang Pancang dan Bore Pile dengan metode Aoki De Alencar didapat nilai yang berbeda, ini dapat dilihat di tabel dibawah ini :

Tabel 4. 5 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 01)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-01	200	65,278	32,639
	400	151,524	75,762
	600	197,366	98,683
	800	243,208	121,604

Tabel 4. 6 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 02)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-02	200	54,421	27,210
	400	211,843	105,921
	600	287,844	143,922
	800	363,845	181,923

Tabel 4. 7 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 03)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-03	200	98,444	49,222
	400	137,048	68,524
	600	175,652	87,826
	800	214,255	107,128

Tabel 4. 8 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 04)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-04	200	67,748	33,874
	400	229,134	114,567
	600	535,782	267,891
	800	962,589	481,294

Tabel 4. 9 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung tiang Pancang dan Fundasi BorePile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 05)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-05	200	99,650	49,825
	400	139,460	69,730
	600	179,271	89,635
	800	219,081	109,540

Tabel 4. 10 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile denangan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 06)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-06	200	61,008	30,504
	400	303,527	151,763
	600	425,370	212,685
	800	547,214	273,607

Tabel 4. 11 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 07)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-07	200	64,627	32,314
	400	215,136	107,568
	600	447,085	223,543
	800	576,167	288,083

Tabel 4. 12 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 08)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-08	200	57,140	28,570
	400	221,494	110,747
	600	302,321	151,160
	800	383,147	191,574

Tabel 4. 13 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 09)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-09	200	47,489	23,744
	400	255,368	127,684
	600	407,275	203,637
	800	523,087	261,543

Tabel 4. 14 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 10)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-10	200	99,650	49,825
	400	139,460	69,730
	600	179,271	109,540
	800	219,081	109,540

Tabel 4. 15 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 11)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-11	200	54,172	27,086
	400	231,145	115,572
	600	316,797	158,399
	800	402,449	201,225

Tabel 4. 16 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 12)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-12	200	105,682	52,841
	400	151,524	75,762
	600	197,366	98,683
	800	243,208	121,604

Tabel 4. 17 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 13)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-13	200	91,397	45,699
	400	226,740	113,370
	600	500,817	250,408
	800	912,381	456,190

Tabel 4. 18 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 14)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-14	200	57,868	28,934
	400	236,353	118,177
	600	500,548	250,274
	800	906,636	453,318

Tabel 4. 19 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 15)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-15	200	89,999	45,000
	400	120,158	60,079
	600	150,318	75,159
	800	180,477	90,239

Tabel 4. 20 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 16)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-16	200	51,836	25,918
	400	228,732	114,366
	600	313,178	156,589
	800	397,624	198,812

Tabel 4. 21 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang dan Fundasi Bore Pile dengan Metode Aoki De Alencar (Titik Sondir – 17)

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapasitas Daya Dukung Pondasi	
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)
S-17	200	49,703	24,851
	400	187,160	93,580
	600	445,783	222,892
	800	727,576	363,788

Tabel 4. 22 Rekapitulasi Hasil Analisis Fundasi Tiang Pancang dan Bore Pile

Titik Sondir	Panjang Tiang	Kapabilitas Daya Dukung Pondasi		
	(cm)	Tiang Pancang (Ton)	Bore Pile (Ton)	Selisih (Ton)
S - 01	200	65,278	32,639	32,639
	400	151,524	75,762	75,762
	600	197,366	98,683	98,683
	800	243,208	121,604	121,604
S - 02	200	54,421	27,210	27,210
	400	211,843	105,921	105,921
	600	287,844	143,922	143,922
	800	363,845	181,923	181,923
S - 03	200	98,444	49,222	49,222
	400	137,048	68,524	68,524
	600	175,652	87,826	87,826
	800	214,255	107,128	107,128
S - 04	200	67,748	33,874	33,874
	400	229,134	114,567	114,567
	600	535,782	267,891	267,891
	800	962,589	481,294	481,294
S - 05	200	99,650	49,825	49,825
	400	139,460	69,730	69,730
	600	179,271	89,635	89,635
	800	219,081	109,540	109,540
S - 06	200	61,008	30,504	30,504
	400	303,527	151,763	151,763
	600	425,370	212,685	212,685
	800	547,214	273,607	273,607
S - 07	200	64,627	32,314	32,314
	400	215,136	107,568	107,568
	600	447,085	223,543	223,543
	800	576,167	288,083	288,083
S - 08	200	57,140	28,570	28,570
	400	221,494	110,747	110,747
	600	302,321	151,160	151,160
	800	383,147	191,574	191,574
S - 09	200	47,489	23,744	23,744
	400	255,368	127,684	127,684
	600	407,275	203,637	203,637
	800	523,087	261,543	261,543
S - 10	200	99,650	49,825	49,825

	400	139,460	69,730	69,730
	600	179,271	89,635	89,635
	800	219,081	109,540	109,540
S - 11	200	54,172	27,086	27,086
	400	231,145	115,572	115,572
	600	316,797	158,399	158,399
	800	402,449	201,225	201,225
S - 12	200	105,682	52,841	52,841
	400	151,524	75,762	75,762
	600	197,366	98,683	98,683
	800	243,208	121,604	121,604
S - 13	200	91,397	45,699	45,699
	400	226,740	113,370	113,370
	600	500,817	250,408	250,408
	800	912,381	456,190	456,190
S - 14	200	57,868	28,934	28,934
	400	236,353	118,177	118,177
	600	500,548	250,274	250,274
	800	906,636	453,318	453,318
S - 15	200	89,999	45,000	45,000
	400	120,158	60,079	60,079
	600	150,318	75,159	75,159
	800	180,477	90,239	90,239
S - 16	200	51,836	25,918	25,918
	400	228,732	114,366	114,366
	600	313,178	156,589	156,589
	800	313,178	198,812	114,366
S - 17	200	49,703	24,851	24,851
	400	187,160	93,580	93,580
	600	445,783	222,892	222,892
	800	727,576	363,788	363,788

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis kapasitas daya dukung fondasi Tiang Pancang dan fondasi Bore Pile berdasarkan data sondir di lokasi studi maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk kedalaman 2 meter, kapasitas daya dukung fondasi tiang pancang ijin maksimum dengan diameter 0,40 berdasarkan Aoki De Alencar adalah 67,748 Ton dan fondasi Bore Pile dengan metode Aoki De Alencar adalah 33,874 Ton pada titik sondir 4.
2. Untuk kedalaman 4 meter, kapasitas daya dukung fondasi tiang pancang ijin maksimum dengan diameter 0,40 berdasarkan Aoki De Alencar adalah 229,134 Ton dan fondasi Bore Pile dengan metode Aoki De Alencar adalah 114,567 Ton pada titik sondir 4.
3. Untuk kedalaman 6 meter, kapasitas daya dukung fondasi tiang pancang ijin maksimum dengan diameter 0,40 berdasarkan Aoki De Alencar adalah 535,782 Ton dan fondasi Bore Pile dengan metode Aoki De Alencar adalah 267,891 Ton pada titik sondir 4.
4. Untuk kedalaman 8 meter, kapasitas daya dukung fondasi tiang pancang ijin maksimum dengan diameter 0,40 berdasarkan Aoki De Alencar adalah 962,689 Ton dan fondasi Bore Pile dengan metode Aoki De Alencar adalah 481,294 Ton pada titik sondir 4.
5. Kapasitas daya dukung fondasi Tiang Pancang umumnya memiliki nilai ijin maksimum yang lebih besar dibandingkan dengan Fondasi Bore Pile dengan data sondir yang sama.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan adalah untuk melakukan analisis ini lebih lanjut dan lebih baik sebagai berikut :

1. Untuk perbandingan nilai kapasitas daya dukung dapat dilakukan data penelitian lainnya yaitu N-SPT dan hasil pengujian laboratorium. Sehingga dapat dijadikan pembandingan dengan data lapangan dan data laboratorium.
2. Sebelum melakukan perhitungan hendaknya kita memperoleh data teknis yang lengkap, karena data tersebut sangat menunjang dalam membuat rencana Analisa perhitungan dengan standar dan syarat-syaratnya.
3. Lebih teliti dalam membaca data hasil sondir dan perhitungan daya dukung tanah agar hasil daya dukung tanah yang dihasilkan lebih akurat.
4. Memperbanyak metode dalam menghitung daya dukung tanah selain dari metode Aoki De Alencar supaya dapat mengetahui perbandingan daya dukung tanah yang lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E Alih Bahasa Oleh Silaban, Pantur. (1998). Analisis dan Desain Fundasi Jilid I (edisi 4). Jakarta Penerbit Erlangga.
- Data sondir.
- Fadilah, U. N., & Tunafiah, H. (2018). Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data N-SPT Menurut Rumus Reese&Wright Dan Penurunan. *IKRA-ITH TEKNOLOGI: Jurnal Sains & Teknologi*, 2(3), 7-13.
- Siregar, Chandra Afriade. (2017). Mekanika Tanah I. Bandung: Fakultas TeknikJurusan Teknik Sipil, Unoversitas Sangga Buana – YPKP.
- Siregar, Chandra Afriade. (2017). Mekanika Tanah II. Bandung: Fakultas TeknikJurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana – YPKP.
- Siregar, Chandra Afriade. (2017). Rekayasa Fundasi I. Bandung: Fakultas TeknikJurusan Teknik Sipil, Unoversitas Sangga Buana – YPKP.
- Siregar, Chandra Afriade. (2017). Rekausa Fundasi II. Bandung: Fakultas TeknikJurusan Teknik Sipil, Unoversitas Sangga Buana – YPKP.
- Zaika, Y. (2019). *Mekanika Tanah Dasar*. Universitas Brawijaya Press.