

SKRIPSI

**ANALISIS PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TANAH MENGGUNAKAN
METODE TERZAGHI, DAN PHILIPPONANT**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S1 Pada
Program Studi Teknik Sipil



Disusun oleh:

SUAIB Y

D0116384

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULAWESI BARAT

MAJENE

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TANAH MENGGUNAKAN
METODE TERZAGHI DAN PHILIPPONANT**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (ST)

Pada Progam Srata Satu (S1) Fakultas Teknik Program Teknik Sipil

Universitas Sulawesi Barat

Oleh:

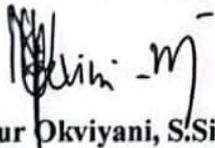
SUAIB Y

D01 16 384

Telah diperiksa dan memenuhi syarat untuk melakukan penelitian

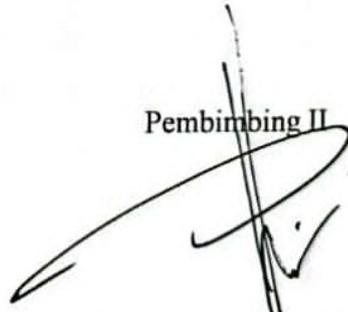
Di setujui oleh:

Pembimbing I



Nur Okviyani, S.Si., M.T
Nip. 19901022 202203 2 012

Pembimbing II



Abdi Manaf, ST., M.T
Nip. 19700421 200312 1 009

Diketahui Oleh:

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Hasfah Nirawana, M.T
Nip. 19640405 199003 2 002

Ketua Prodi Teknik Sipil



Amalia Nurdin, ST., M.T
Nip. 19871212 201903 2 017

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Suaib Y
NIM : D01 16 384
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : ANALISIS PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TANAH
MENGUNAKAN METODE TERZAHY DAN
PHILIPPONANT

Dengan ini saya menyatakan sesungguhnya bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan yang saya salin, tiru, atau saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberi pengakuan penulis aslinya, kecuali yang tertera secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar

Majene, 2023



Suaib Y
D01 16 384

ABSTRAK

Pekerjaan penyelidikan tanah merupakan salah satu pekerjaan yang menghasilkan data-data penunjang dalam pekerjaan perencanaan suatu bangunan. Sehingga perlu mengetahui analisis struktur tanah dan daya dukung tanah melalui metode Meyerhof, dan Philipponant. Tujuan dari alat sondir ini, yaitu untuk mengetahui lapisan tanah keras, karakteristik lapisan tanah dan daya dukung tanah berdasarkan tanah yang ada di Kabupaten Majene tepatnya di Parang-Parang, Tande Kec. Banggae Timur. Daya dukung ultimate (Qult) dengan Metode Terzaghi Sebesar 64300 Kg = 64,3 Ton. Dan daya dukung ultimate (Qult) dengan Metode Philpponant adalah 111800 Kg = 111,8 Ton.

Kata kunci : Olah data, Uji Sondir, Metode Terzaghi & Philpponant

ABSTRACT

Soil investigation work is one of the jobs that produce supporting data in the planning work of a building. So it is necessary to know the analysis of soil structure and soil carrying capacity through the Meyerhof and Philipponant methods. The purpose of this sondir tool is to find out the hard soil layer, the characteristics of the soil layer and the soil carrying capacity based on the existing soil in Majene Regency, precisely in Parang-Parang, Tande Kec. East Proud. The ultimate bearing capacity (Qult) with the Terzaghi method is 64300 Kg = 64,3 tons. And the ultimate carrying capacity (Qult) with the Philipponant Method is 111800 Kg = 111,8 tons.

Keywords: Data Processing, Sondir Test, Terzaghi & Philipponant Method

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pekerjaan penyelidikan tanah merupakan salah satu pekerjaan yang menghasilkan data-data penunjang dalam pekerjaan perencanaan suatu bangunan. Di dalam kegiatan perencanaan, penyelidikan tanah harus dilakukan secara baik sehingga dihasilkan gambaran yang jelas mengenai *index properties* dan *engineering properties* dari tanah. Penyelidikan tanah dari suatu daerah dapat dilakukan dengan baik apabila mengikuti prosedur yang baik dan benar sehingga data-data yang diperoleh dari hasil penyelidikan geoteknik merupakan data-data yang akurat dan dapat dipercaya.

Daya dukung tanah perlu diketahui untuk menghitung dan merencanakan sebuah dimensi beban struktur yang akan dibangun. Apabila daya dukung tanah tidak mampu menerima beban dari struktur yang direncanakan, dengan data daya dukung tanah yang telah diketahui kita dapat melakukan perlakuan tertentu agar nilai daya dukung tanah dapat mencapai nilai yang diinginkan. Penimbunan dan pemadatan merupakan salah satu perlakuan tertentu untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah.

Penyelidikan kondisi dibawah tanah merupakan prasyarat bagi perencanaan dari elemen konstruksi bawah tanah. Perlu juga untuk mendapatkan informasi yang mencukupi untuk desain yang ekonomis untuk sebuah proyek yang diusulkan. Salah satu percobaan yang digunakan dalam mengetahui daya dukung suatu tanah yaitu dengan menggunakan percobaan, CPT (*Cone Penetration Test*).

Cone Penetration Test (CPT) atau lebih sering disebut sondir merupakan salah satu survey lapangan yang berguna untuk memperkirakan letak lapisan tanah keras. Tes ini baik dilakukan pada tanah lempung. Dari tes ini didapatkan nilai perlawanan penetrasi konus. Perlawanan penetrasi konus adalah perlawanan

tanah terhadap ujung konus yang dinyatakan dalam gaya persatuan luas. Sedangkan hambatan lekat adalah perlawanan geser tanah terhadap selubung bikonus dalam gaya persatuan panjang. Nilai perlawananan penetrasi konus dan hambatan lekat bisa diketahui dari pembacaan manometer.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini.

1. Bagaimana mengetahui nilai daya dukung tanah berdasarkan uji sondir sondir menggunakan metode Terzaghi, dan Philipponant
2. Bagaimana mengkarifikasi jenis tanah berdasarkan hasil uji sondir

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah;

1. Untuk mengetahui daya dukung tanah dengan menggunakan metode Terzaghi dan metode Philipponant, berdasarkan dari hasil uji sondir penentuan jenis pondasi
2. Untuk mengklarifikasikan jenis tanah berdasarkan hasil pengolahan data uji sondir

1.4 Batasan Masalah

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui;

1. Nilai daya dukung tanah dengan menggunakan metode metode terzaghi dan metode philipponant berdasarkan dari hasil uji sondir
2. Metode yang digunakan yaitu Metode Terzaghi dan Metode Philipponant untuk mencari nilai daya

1.5 Manfaat Penulisan

Dari hasil penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat antara lain:

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat yang dapat diperoleh yaitu bisa memberikan masukan kepada Konsultan Perencana

mengenai penggunaan metode perhitungan daya dukung tanah, hasil dari sondir`

2. Dapat menjadi pedoman bagi pekerjaan konstruksi bangunan, untuk mengetahui daya dukung tanah melalui sondir

1.6 Keaslian Penulisan

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : SUAIB Y

NIM : D0116384

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : ANALISIS PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TANAH
MENGUNAKAN METODE TERZAGHI, DAN
PHILIPPONAT

Dengan ini saya menyatakan sesungguhnya bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat pemikiran dari penulisan lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya salin, tiru, atau saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberi pengakuan penulisannya, kecuali yang tertera secara tertulis di acuan naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Demikian pernyataan in saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta tersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uji Sondir

Uji sondir atau dikenal dengan uji penetrasi kerucut statis banyak digunakan di Indonesia. Pengujian ini merupakan suatu pengujian yang digunakan untuk menghitung kapasitas dukung tanah. Nilai-nilai tahanan kerucut statis atau hambatan konus (q_c) yang diperoleh dari pengujian dapat langsung dikorelasikan dengan kapasitas dukung tanah (Hardiyatmo, 2010b). Pada uji sondir, terjadi perubahan yang kompleks dari tegangan tanah saat penetrasi sehingga hal ini mempersulit interpretasi secara teoritis. Dengan demikian meskipun secara teoritis interpretasi hasil uji sondir telah ada, dalam prakteknya uji sondir tetap bersifat empiris (Rahardjo, 2008).

Keuntungan uji sondir (Rahardjo, 2008) :

1. Cukup ekonomis dan cepat.
2. Dapat dilakukan ulang dengan hasil yang relatif hampir sama.
3. Korelasi empirik yang terbukti semakin andal.
4. Perkembangan yang semakin meningkat khususnya dengan adanya penambahan sensor pada sondir listrik.

Kekurangan uji sondir :

5. Tidak didapat sampel tanah.
6. Kedalaman penetrasi terbatas.
7. Tidak dapat menembus kerikil atau lapis pasir yang padat.

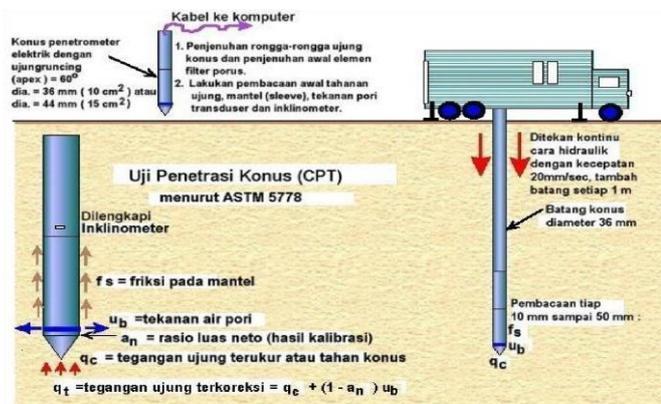
2.1.1 Sondir (Cone Penetrometer Test, CPT)

Pengujian Sondir atau *cone penetration test* (CPT) merupakan salah satu pengujian lapangan yang bertujuan untuk mengetahui profil atau pelapisan (stratifikasi) tanah dan daya dukungnya. Stratifikasi tanah dan daya dukung dapat diketahui dari kombinasi hasil pembacaan tahanan ujung (q_c) dan gesekan selimutnya (f_s). Alat sondir berbentuk silindris dengan ujungnya berupa konus.

Prosedur pengujian Sondir mengacu pada SNI 2827:2008.

- Sondir menurut kapasitasnya dibagi menjadi dua macam, yaitu:
 1. Sondir ringan, memiliki kapasitas 0-250 kg/cm² dengan kedalaman 30 meter
 2. Sondir berat, memiliki kapasitas 0-600 kg/cm² dengan kedalaman 50 meter
- Sondir menurut jenis alatnya dibagi menjadi dua macam, yaitu:
 1. Sondir mekanis,
Sondir yang menghasilkan nilai tahanan ujung (q_c) dan gesekan selimut (f_s) mengacu pada ASTM D3441.
 2. Sondir elektrik,
Sondir yang menghasilkan nilai tahanan ujung (q_c), gesekan selimut (f_s) dan tekanan air pori (u) mengacu pada ASTM D5778.

Sondir manual **tidak direkomendasikan** untuk digunakan dalam penyelidikan tanah.



Gambar 2.1 Cara Kerja Alat Sondir Elektrik

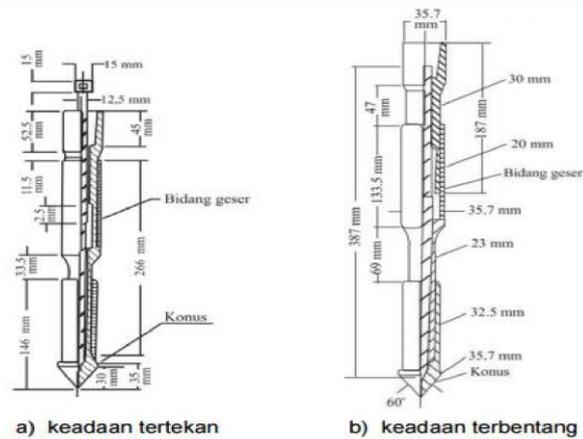
(Haryatmo,2023)

2.1.2 Alat Alat

Peralatan yang digunakan dalam uji sondir yaitu:

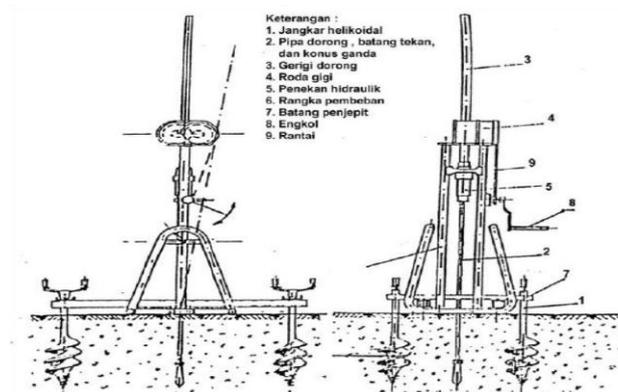
1. Konus

Konus adalah ujung alat penetrasi yang berbentuk kerucut untuk menahan perlawanan tanah.



Gambar 2.2 Konus pada pengujian sondir berdasarkan SNI 2827:2008. (sondir SNI 2008)

2. Mesin pembeban (mekanik atau hidrolik)
3. Selimut (bidang) geser
4. Pipa dorong
5. Batang dalam



Gambar 2.3 Rangkaian alat penetrasi konus berdasarkan SNI 2827:2008 (Sondir SNI 2008)

2.2 Daya Dukung Tanah

Dalam perencanaan konstruksi bangunan sipil, daya dukung tanah mempunyai peranan yang sangat penting. Daya dukung tanah merupakan kemampuan tanah untuk menahan beban pondasi tanpa mengalami keruntuhan akibat geser yang juga ditentukan oleh kekuatan geser tanah. Tanah mempunyai sifat untuk meningkatkan kepadatan dan kekuatan gesernya apabila menerima tekanan. Apabila beban yang bekerja pada tanah pondasi telah melampaui daya dukung batasnya, tegangan geser yang ditimbulkan dalam tanah pondasi melampaui kekuatan geser tanah maka akan mengakibatkan keruntuhan geser tanah tersebut.

Daya dukung yang aman terhadap keruntuhan tidak berarti bahwa penurunan pondasi akan berada dalam batas - batas yang diizinkan. Oleh karena itu, analisis penurunan harus dilakukan karena umumnya bangunan peka terhadap penurunan yang berlebihan. Kapasitas nilai daya dukung dari suatu tanah didasarkan pada karakteristik tanah dasar dan dipertimbangkan terhadap kriteria penurunan dan stabilitas yang diisyaratkan, termasuk faktor aman terhadap keruntuhan. Secara umum analisis daya dukung tanah ditentukan dari daya dukung ultimate dibagi faktor aman yang sesuai dan dilakukan dengan cara pendekatan empiris untuk memudahkan perhitungan (Najoan, 2002).

2.2.1 Penyelidikan Tanah di Laboratorium

Selain penyelidikan tanah di lapangan juga perlu dilakukan penelitian tanah di laboratorium untuk menghitung daya dukung tanah yang meliputi uji fisik tanah dan uji mekanik. Uji fisik tujuannya untuk mengetahui sifat-sifat fisik tanah dan uji mekanik untuk memperoleh nilai sudut geser dan kohesi tanah.

Uji fisik tanah terdiri dari:

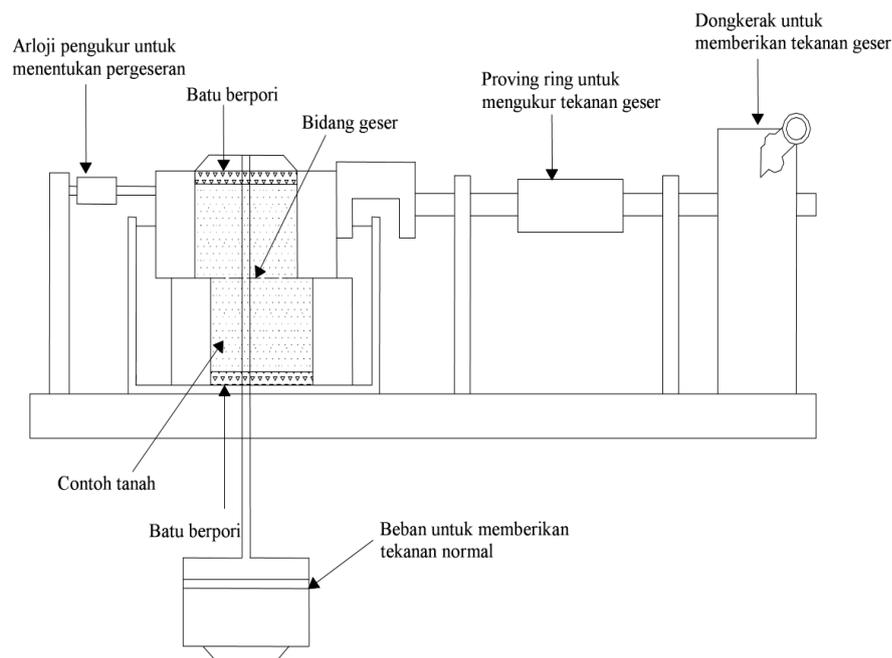
1. kadar air (water content),
2. berat jenis (specific gravity),

3. batas-batas Atterberg yang terdiri dari penelitian batas cair (liquid limit), batas plastis (plastic limit) untuk memperoleh indeks plastisitas (plasticity index), serta batas susut (shrinkage limit)
4. berat volume tanah
5. analisis ayakan (sieve analysis)

Uji mekanik yang terdiri dari:

1. Uji geser langsung (direct shear test)

Uji Geser langsung merupakan salah satu cara penyelidikan tanah yang dilakukan di laboratorium dengan maksud untuk mengetahui kekuatan tanah terhadap gaya horisontal. Melalui uji geser langsung ini akan didapatkan besarnya nilai kohesi (c) dan sudut gesek dalam tanah (ϕ) dari contoh tanah yang diuji.

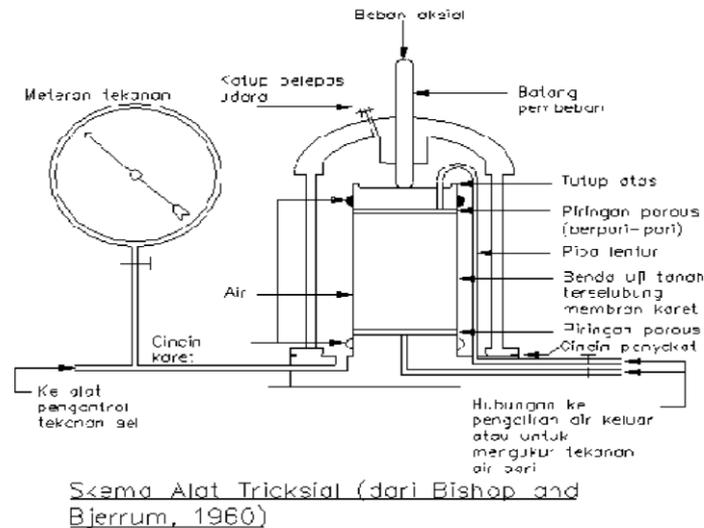


Gambar 2.4 Alat geser langsung

(Sumber: *academia.com*)

2. Tes triaksial (triaxial test)

Tujuan tes triaksial sama dengan uji geser langsung, tetapi pada tes triaksial mempunyai kelebihan yaitu kondisi pengaliran dapat dikontrol, tekanan air pori dapat dihitung, dapat dihitung konsolidasi yang terjadi pada contoh tanah.



Gambar 2.5 Skema alat tes traksial
(Bjerrum 2023)

Pada tes triaksial ada tiga jenis pengujian pokok:

1. Tak terkonsolidasi tak terdrainase (unconsolidated undrained) yaitu pengujian tanpa adanya drainase air pori. Kontrol drainase diperoleh dari dari pemakaian suatu system tertutup ataupun dari tingkat regangan yang tinggi, sehingga kerutuhan yang terjadi lebih cepat dari yang terdrainase.
2. Terkonsolidasi tak terdrainase (consolidated undrained) yaitu pengujian contoh tanah dengan tegangan-tegangan yang terdapat kesegala arah dengan drainase diperbolehkan terjadi. Apabila perubahan volume telah selesai yang diketahui dari pengukuran volume ataupun pengukuran drainase pori, lalu saluran keluar untuk drainase ditutup dan contoh dibebani sampai runtuh. Kadang-kadang tekanan pori juga diukur.
3. Terkonsolidasi terdrainase (consolidated drained) yaitu pengujian yang hampir sama dengan uji CU, kecuali bahwa sesudah konsolidasi drainase

diperbolehkan terjadi selama pembebanan. Tingkat pembebanan cukup lambat sehingga tekanan pori yang besar tidak akan terjadi.

2.2.2 Penyelidikan Tanah di Lapangan

Penyelidikan lapangan yang sering dilakukan adalah:

1. Pemboran (drilling)

Pemboran sangat penting dalam penyelidikan tanah karena dengan membor dapat diketahui lapisan – lapisan tanah yang berada di bawah lokasi tempat berdirinya bangunan. Melalui pemboran ini juga diperoleh contoh tanah pada setiap lapisan yang selanjutnya akan diuji di laboratorium.

2. Pengambilan contoh tanah (soil sampling)

Pengambilan contoh tanah dilakukan untuk selanjutnya dilakukan pengujian di laboratorium. Ada dua macam contoh tanah untuk dilakukan pengujian di laboratorium

- a. Contoh tanah yang tidak terganggu (undisturb sample), yaitu contoh tanah yang mempunyai sifat-sifat aslinya sesuai dengan kondisi tanah di tempat pengambilan contoh tanah. Sifat aslinya meliputi kondisi struktur tanah, kepadatan tanah, kadar air dan kondisi ikatan kimianya. Contoh tanah yang tidak terganggu sangat penting untuk melakukan pengujian kekuatan butir tanah yang berhubungan dengan sudut geser tanah dan nilai kohesi antar butiran tanah, nilai kompresibilitas dan permeabilitas.
- b. Contoh tanah yang terganggu (disturb sample), yaitu contoh tanah yang diambil tanpa harus mempertahankan sifat-sifat aslinya. Contoh tanah terganggu biasanya digunakan untuk analisis ukuran butiran, batas-batas Atterberg (meliputi batas cair dan indeks plastisitas), klasifikasi tanah serta uji pemadatan.

3. Pengujian penetrasi (penetration test) dilakukan untuk mengetahui daya dukung tanah secara langsung dilapangan. Pengujian penetrasi ini dilakukan dengan dua metode yaitu:

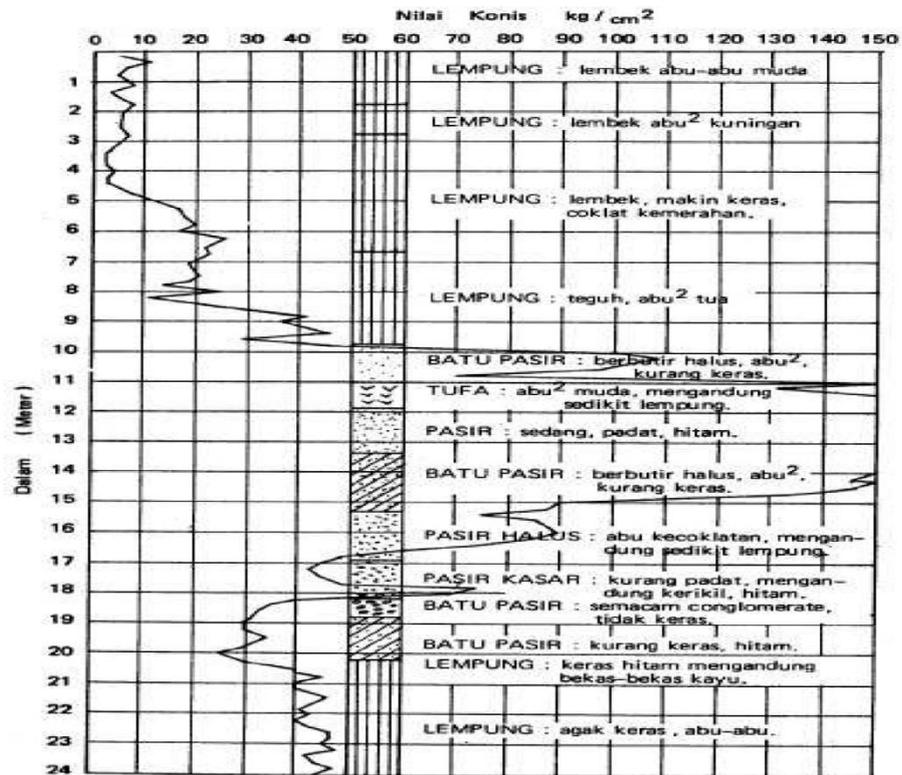
a. Metode pengujian statis,

Metode pengujian statis umumnya dilakukan dengan alat sondir (Dutch Static Penetrometer) yaitu berupa konus pada ujung alat sondir yang ditekan masuk kedalam lapisan tanah. Besar gaya yang diperoleh diukur dengan alat pengukur tekanan (manometer gauge) yang menunjukkan nilai tahanan konus dalam kg/cm². Nilai konus yang diperoleh adalah nilai dari kepadatan relatif (relative density) dari lapisan-lapisan tanah yang diukur.

b. Metode pengujian dinamis,

Metode pengujian dinamis dilakukan dengan alat SPT (Standard Penetration Test), cara kerjanya adalah tabung silinder contoh standar dipukul masuk ke dalam tanah menggunakan alat penumbuk seberat 140 pound (63,5 kg) yang dijatuhkan dari ketinggian 30 inchi (76 cm) yang dihitung sebagai nilai N dengan satuan pukulan per kaki (blows per foot).

Pengujian dengan metode penetrasi statis lebih sesuai digunakan di Indonesia yang kondisi tanahnya terdiri dari lapisan tanah pasir/lanau atau lempung lunak. Hasil metode penetrasi statis biasanya hasilnya lebih tepat daripada hasil pengujian penetrasi dinamis (SPT).



Gambar Hasil Sondir dan Pemboran

Gambar 2.6 Hasil sondir dan pemboran

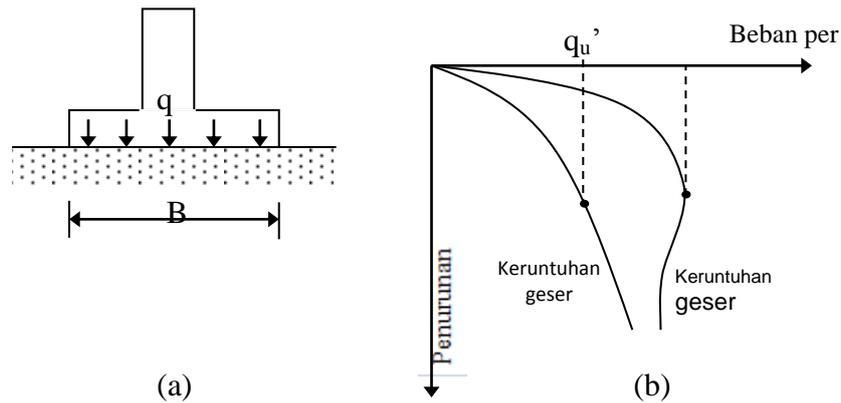
(Sumber:academia.com)

2.3 Kapasitas Daya Dukung Tanah

Kapasitas/daya dukung tanah (*bearing capacity*) adalah kekuatan tanah untuk menahan suatu beban yang bekerja padanya yang biasanya disalurkan melalui pondasi. Kapasitas/daya dukung tanah batas ($q_u = q_{ult} = \textit{ultimate bearing capacity}$) adalah tekanan maksimum yang dapat diterima oleh tanah akibat beban yang bekerja tanpa menimbulkan kelongsoran geser pada tanah pendukung tepat di bawah dan sekeliling pondasi.

Konsep perhitungan daya dukung batas tanah dan bentuk keruntuhan geser dalam tanah dapat dilihat dalam model pondasi menerus dengan lebar (B) yang diletakkan pada permukaan lapisan tanah pasir padat (tanah yang kaku) seperti pada Gambar 2.1. Apabila beban terbagi rata (q) tersebut ditambah, maka penurunan pondasi akan bertambah pula. Bila besar beban terbagi rata $q = q_u$ ($q_u = \textit{daya dukung tanah batas}$) telah dicapai, maka keruntuhan daya dukung akan

terjadi, yang berarti pondasi akan mengalami penurunan yang sangat besar tanpa penambahan beban q lebih lanjut seperti Gambar 2.1 Hubungan antara beban dan penurunan ditunjukkan pada kurva I. Untuk keadaan ini, q_u didefinisikan sebagai daya dukung batas dari tanah

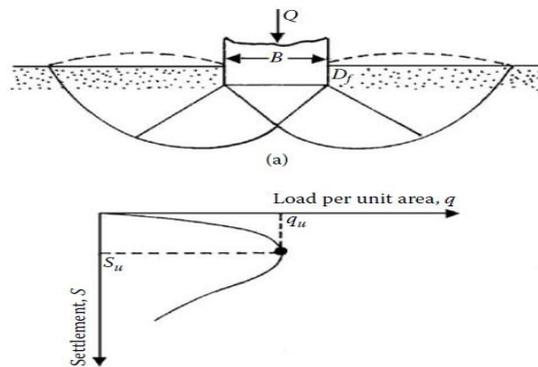


Gambar 2.7 Daya dukung batas tanah untuk kondisi dangkal.

- (a) Model pondasi
- (b) Grafik hubungan antara beban dan penurunan

Terdapat 3 kemungkinan pola keruntuhan kapasitas dukung tanah, yaitu :

1. Keruntuhan geser umum (*General Shear Failure*), Gambar 2
 - (a) Kondisi kesetimbangan plastis terjadi penuh diatas *failure plane*
 - (b) Muka tanah di sekitarnya mengembang (naik)
 - (c) Keruntuhan terjadi di satu sisi sehingga pondasi miring
 - (d) Terjadi pada tanah dengan kompresibilitas rendah (padat dan kaku)
 - (e) Kapasitas dukung batas (q_u) bisa diamati dengan baik

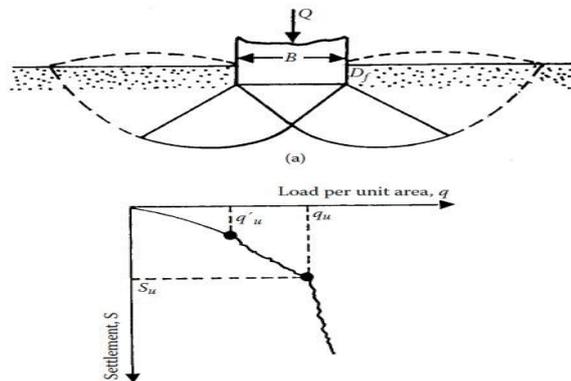


Gambar 2.8 Pola keruntuhan geser umum (*General Shear Failure*).

((Sumber:academia.com))

2. Keruntuhan geser setempat (*Local Shear Failure*),

- (a) Muka tanah disekitar pondasi tidak terlalu mengembang, karena dorongan kebawah dasar pondasi lebih besar
- (b) Kondisi kesetimbangan plastis hanya terjadi pada sebagian tanah saja
- (c) Miring yang terjadi pada pondasi tidak terlalu besar terjadi
- (d) Terjadi pada tanah dengan kompresibilitas tinggi yang ditunjukkan dengan penurunan yang relatif besar
- (e) Kapasitas dukung batas (q_u) sulit dipastikan sulit dianalisis, hanya bisa diamati penurunannya saja

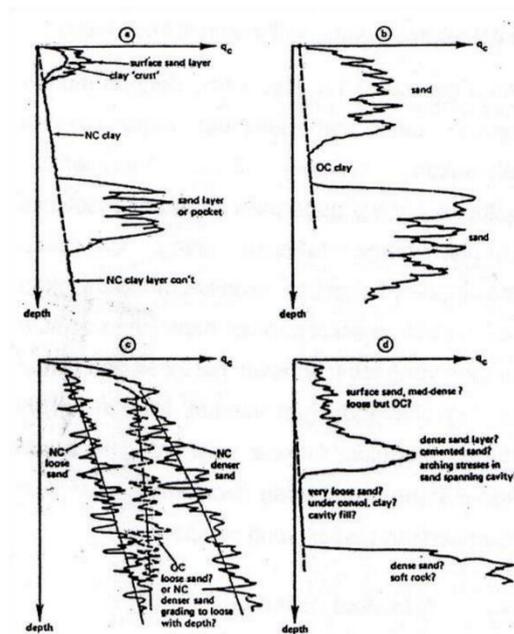


Gambar 2.9 Pola keruntuhan geser setempat (*Local Shear Failure*).

(Sumber: *academia.com*)

2.4 Hambatan Konus (q_c)

Nilai yang penting diukur dari uji sondir adalah hambatan ujung konus (q_c). Besarnya nilai ini seringkali menunjukkan identifikasi dari jenis tanah dan konsistensinya. Pada tanah pasiran, hambatan ujung jauh lebih besar dari tanah berbutir halus. Pada pasir padat (*dense*) dan sangat padat (*very dense*), sondir ringan umumnya tidak dapat menembus lapisan ini. Schmertman, (1978) dalam Rahardjo, (2008) memberikan petunjuk sederhana untuk menginterpretasi data sondir untuk keperluan klasifikasi dan kondisi tanah seperti pada Gambar 1.



Gambar 2.10 Interpretasi Hasil Uji Sondir (Schmertmann, 1978 dalam Rahardjo, 2008).

Pada umumnya tanah lempung mempunyai hambatan konus yang kecil akibat rendahnya kuat geser dan pengaruh tekanan air pori saat penetrasi. *Overlap* dapat saja terjadi antara pasir lepas dengan lempung yang *overconsolidated*. Pada tanah pasir, perjalanan dari hambatan konus tidak mulus karena tanah mengalami keruntuhan gelincir dan kembali secara berselang seling. Pada tanah lempung perubahan seperti itu lebih cepat sehingga profil hambatan konus kelihatannya lebih halus. Pada Gambar 2.1a dan 2.1b sangat mudah membedakan lapisan pasir dan lempung. Gambar 2.1c memberi petunjuk bahwa pada pasir *normally consolidated*, harga q_c akan meningkat terhadap kedalaman sedangkan untuk pasir *overconsolidated* dapat memberikan respon yang lebih konstan, hal ini disebabkan oleh peningkatan tegangan internal.

Dalam praktek umumnya sondir memberikan informasi pelengkap disamping uji lapangan yang lain. Jumlah uji sondir yang diperlukan dalam suatu proyek tergantung dari keperluannya. Umumnya pengujian dilakukan hingga kapasitas alat (200 kg/cm^2 untuk sondir ringan dan $750 - 800 \text{ kg/cm}^2$ untuk sondir berat).

2.5 Gesekan Selimut (f_s)

Nilai f_s dapat menggambarkan klasifikasi tanah. Selain itu rasio f_s dan q_c yang dikenal dengan nama rasio gesekan (R_f) dapat digunakan untuk membedakan tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar (Rahardjo, 2008).

Dari beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah berbutir kasar mempunyai nilai R_f yang kecil (<2%), sementara untuk tanah berbutir halus (lanau dan lempung) nilai R_f lebih tinggi.

2.6 Penentuan Kapasitas Dukung Ijin

Penentuan kapasitas dukung ijin selain diperhitungkan terhadap keruntuhan tanah, juga harus diperhitungkan terhadap penurunan toleransi. Besarnya kapasitas dukung ijin (q_a) tergantung dari sifat-sifat teknis tanah (c dan ϕ), kedalaman, dimensi pondasi, dan besarnya penurunan yang ditoleransikan.

Nilai faktor aman umumnya diperhitungkan terhadap ketelitian hasil uji tanah, kondisi lokasi pembangunan, pengawasan saat pembangunan dan derajat ketidaktentuan dari persamaan kapasitas dukung yang digunakan. Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung akibat beban maksimum disarankan sama dengan 3. Faktor aman 3 adalah sangat hati-hati guna menanggulangi ketidaktentuan variasi kondisi tanah dasar. Bila pembebanan berupa kombinasi beban-beban permanen dan beban-beban sementara, faktor aman kurang dari 3 dapat digunakan (Hardiyatmo, 2010).

2.7 Teori yang Digunaka

- **Kapasitas Daya Dukung Menurut Terzaghi**

Pengujian Analisis kapasitas dukung didasarkan kondisi general shear failure, yang dikemukakan Terzaghi (1943) dengan anggapan-anggapan sebagai berikut:

- Tahanan geser yang melewati bidang horisontal di bawah pondasi diabaikan
- Tahanan geser tersebut digantikan oleh beban sebesar $q = \gamma \cdot D_f$
- Membagi distribusi tegangan di bawah pondasi menjadi tiga bagian

- Tanah adalah material yang homogen, isotropis dengan kekuatan gesernya yang mengikuti hukum Coulumb.

$$\tau = c + \sigma \cdot \tan \phi$$

dimana :

τ = tegangan geser

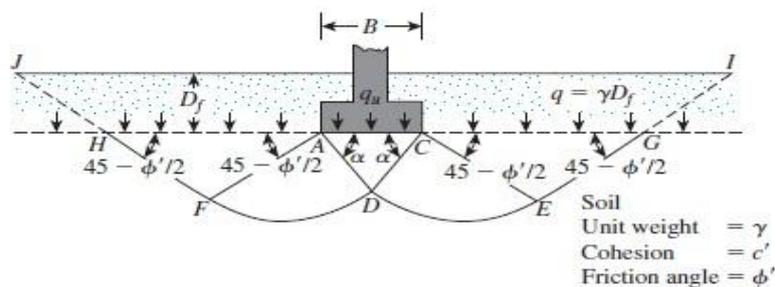
c = kohesi tanah

σ = tegangan normal

ϕ = sudut geser dalam tanah

- Untuk pondasi menerus penyelesaian masalah seperti pada analisa dua dimensi

Analisa distribusi tegangan di bawah dasar pondasi menurut teori Terzaghi seperti ditunjukkan pada **Gambar 1.7**, dimana bidang keruntuhan dibagi menjadi 3 (tiga) zona keruntuhan yaitu:



Gambar 2.11 Analisa distribusi tegangan di bawah pondasi menurut teori Terzaghi (1943)

Zona I

Bagian ACD adalah bagian yang tertekan ke bawah dan menghasilkan suatu keseimbangan plastis dalam bentuk zona segitiga di bawah pondasi dengan sudut $ACD = CAD = \alpha = 45^\circ + \phi/2$. Gerakan bagian tanah ACD ke bawah mendorong tanah disampingnya ke samping.

Zona II

Bagian ADF dan CDE disebut radial shear zone (daerah geser radial) dengan curve DE dan DF yang bekerja pada busur spiral logaritma dengan pusat ujung pondasi.

Zona III

Bagian AFH dan CEG dinamakan zona pasif Rankine dimana bidang tegangannya merupakan bidang longsor yang mengakibatkan bidang geser di atas bidang horizontal tidak ada dan digantikan dengan beban sebesar $q = \gamma \cdot D_f$

Untuk tanah dengan keruntuhan geser umum (*general shear failure*)

1. Kapasitas daya dukung pondasi menerus dengan lebar B

$$q_u = c N_c + \gamma D_f N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma$$

2. Kapasitas daya dukung pondasi lingkaran dengan jari-jari R

$$q_u = 1,3 c N_c + \gamma D_f N_q + 0,6 \gamma R N_\gamma$$

3. Kapasitas daya dukung pondasi bujur sangkar dengan sisi B

$$q_u = 1,3 c N_c + \gamma D_f N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma$$

4. Kapasitas daya dukung pondasi segi empat (B x L)

$$q_u = c N_c (1 + 0,3 B/L) + \gamma D_f N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma (1 - 0,2 \cdot B/L)$$

dimana:

q_u = daya dukung maksimum

c = kohesi tanah

γ = berat isi tanah

B = lebar pondasi (= diameter untuk pondasi lingkaran)

L = panjang pondasi

D_f = kedalaman pondasi

N_c ; N_q ; N_γ adalah faktor daya dukung yang besarnya dapat ditentukan dengan memakai

- **Kapasitas Daya Dukung Menurut Philipponant**

Philipponant (1980) mencoba untuk mengembangkan sebuah metode langsung sederhana berbasis CPT untuk mengestimasi kapasitas daya dukung tiang untuk kondisi tanah yang berbeda.

Nilai dipengaruhi oleh jenis tiang dan tanah. Adapun tiang, Philipponant menyarankan nilai rata-rata yang diperoleh dari jarak 3D ke atas dan ke bawah dari dasar tiang.

Komponen daya dukung tersebut diperoleh dengan :

$$F_p = q_{ca(side)} \cdot \frac{\alpha_s}{F_s} \leq f(GHJGKG)$$

$$q_b = k_b \cdot q_{ca(tip)}$$

Dimana :

F_p = Tahanan selimut tiang (ton/m²)

q_{ca} = rata-rata bacaan (ton/m)

q_b = Tahanan ujung tiang (ton/m²)

$q_{ca(tip)}$ = nilai pada ujung tiang (ton/m²)

k_b = Koefisien bergantung jenis tanah

Tabel 2.1 Variasi nilai α_s

α_s	Jenis Tiang
1,25	Driven PCC piles and drilled shaft with casing

0,85	Drilled shaft(d<1.5m)
0,75	Drilled shaft (d>1.5m)
1,1	H-piles(circumscribed perimeter)
0,6	Driven/jacked steelpipe piles
0,3	OE steel pipe pile

Tabel 2.2 Variasi nilai F_s

F_s	Jenis Tanah
50	Clay and calcareous clay
60	Silt, sandy clay and clayley sand
100	Loose sand
150	Medium dense sand
200	Dense sand and gravel

Tabel 2.3 Variasi nilai $f_{M(GHIJGKG)}$

(GHIJGKG)	Jenis Tiang
120	Driven PCC piles, H-piles (circumscribed perimeter) and drilled shaft with casing
100	Drilled shaft(d<1.5m)
80	Drilled shaft (d>1.5m)
50	Driven/jacked steel pipe piles
25	OE steel pipe pile

Tabel 2.4 Variasi nilai k_b

k_b	Jenis Tanah
0,35	Gravel
0,4	Sand
0,45	Silt
0,5	Clay

2.4 Penelitian Terdahulu

Pada bagian ini akan dijelaskan hasil-hasil penelitian terdahulu yang akan dijadikan acuan dalam topik penelitian ini. Penelitian terdahulu telah dipilih sesuai dengan permasalahan dalam penelitian ini, sehingga diharapkan mampu menjelaskan maupun memberikan referensi bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Berikut dijelaskan beberapa penelitian terdahulu yang telah dipilih.

Irma Ridhayani,(8 Sep. 2021) Studi analisis daya dukung tanah berdasarkan data sondir di Kampus Padhang-Padhang Universitas Sulawesi Barat. Penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung yang dihasilkan serta mengetahui lapisan tanah keras yang ada di kampus Padhang-Padhang Universitas Sulawesi Barat dengan menggunakan alat pengujian lapangan Cone Penetration Test (CPT) atau Sondir. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi pustaka dan pengujian langsung dilapangan. Dari hasil pengujian ini data Cone Penetration Test (CPT) dari 5 titik pengujian diolah dan dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2007

Eko Seftian Randyanto, (9 Sep. 2015) Analisis daya dukung tanah tiang pancang dengan menggunakan metode statik dan calendring studi kasus : Proyek pembangunan Manado Town Square 3. Bertujuan untuk mencari daya dukung tiang, dengan menggunakan berbagai metode data parameter tanah. Dengan menggunakan metode perhitungan daya dukung tiang dengan cara statik dan calendring, untuk metode statik menggunakan data triaxial, N-SPT dan Sondir. Rumus umum yang digunakan untuk mencari daya dukung dengan metode statik yaitu $Q_u = Q_b + Q_s$ dengan menjumlahkan tahanan ujung (Q_b) dan tahanan

samping (Q_s). Pengujian calendring didasarkan atas perlawanan tanah terhadap tumbukan tiang. Hasil daya dukung antara cara statik akan dibandingkan dengan pengujian calendring.

Nova Juliana, (25November 2019) Hubungan daya dukung tanah berdasarkan hasil sondir, spt dan laboratorium pada rencana pembangunan gedung multi lantai di lokasi balige. Penelitian ini dilakukan pada Rencana Pembangunan Gedung Multi Lantai di lokasi Desa Seribu Raja Tampubolon – Kec. Balige, Kab. Toba Samosir, Sumatera Utara. Penelitian tersebut diperoleh data CPT dan SPT, sampel tanah diantar ke laboratorium uji tanah untuk dilakukan pengujian laboratorium. Uji Laboratorium Tanah menghasilkan properti indeks dan properti teknik yang kemudian dapat dipergunakan untuk menghitung daya dukung pondasi dan cara perbaikan tanah.

Agil Faruha, (10 desember 2018) Analisa perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang dibandingkan dengan daya dukung *hidraulik jacking system* dan *pile driving analyzer (pda) test* pada proyek pembangunan gedung perpustakaan sekolah tinggi agama islam negeri kediri. Bertujuan untuk mengetahui metode perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan data sondir yang mendekati daya dukung *Hydraulik Jacking System* dan daya dukung *Pile Driving Analyzer Test*. Hasil dari penelitian ini berdasarkan data sondir yang mendekati daya dukung *Hydraulik Jacking System* dan daya dukung *Pile Driving Analyzer Test* khususnya di daerah Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri (STAIN) Kota Kediri dan sekitarnya dan memberikan pengetahuan bagi pembaca dalam bidang ilmu pondasi khususnya mengenai perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang.

Akh mad Gazali, (2 desember 2020) Analisis daya dukung pondasi bore pile berdasarkan data sondir pada proyek pembangunan instalasi ibu kota kecamatan (ikk) perusahaan daerah air minum (pdam) kabupaten tanah laut. Untuk mengetahui struktur tanah dan daya dukung tanah di lokasi perencanaan proyek pembangunan Instalasi Ibu Kota Kecamatan (IKK). Dilakukan analisis perhitungan daya dukung tanah menggunakan data sondir dari dua titik sondir

dengan menggunakan tiga metode yaitu metode Van Der Ween, metode Philipponant, dan metode Mayerhoff. . Berdasarkan hasil perhitungan nilai daya dukung pondasi *bore pile* dengan menggunakan tiga metode dihasilkan nilai daya dukung yang berbeda – beda

Tabel 2.5 Teori Jurnal

No.	NAMA DAN TAHUN	KESIMPULAN	PERSAMAAN/ PERBEDAAN
1	Irma Ridhayani Irfan saputra (8 Sep. 2021) Studi analisis daya dukung tanah berdasarkan data sondir di kampus padhang-padhang universitas sulawesi barat	Berdasarkan hasil pengujian maka nilai dari hasil pengujian sondir dapat diketahui melalui grafik hubungan komulatif perlawanan konus dan didapat data sondir dari ke 5 titik data sondir titik terendah didapat pada titik 2 yaitu 2,20 m dengan nilai konus sebesar 155 kg/cm ² dengan geseran totalnya sebesar 248,00 kg/cm ² dan titik terbesar didapat pada titik 5 yaitu 4,40 m dengan nilai konus sebesar 150 kg/cm ² dengan geseran totalnya 269,33 kg/cm. Jenis tanah yang ada pada lokasi atau tempat penelitian termasuk jenis tanah berkoheesi (lempung, lanau), karna lapisan tanah atas mempunyai daya dukung yang besar (qc besar)	Sama sama menggunakan data sondir, akan tetapi data sondir yang digunakan dalam jurnal ini menggunakan data sondir 1 sedangkan dalam penelitian saya menggunakan titik sondir 2

No.	NAMA DAN TAHUN	KESIMPULAN	PERSAMAAN/ PERBEDAAN
		<p>sehingga pondasi cukup pada kedalaman 2-4 m, maka jenis pondasi menggunakan pondasi dangkal. Bila dilakukan pembangunan dengan konstruksi besar atau berat maka perlu melakukan perkuatan tanah sehingga bisa menggunakan pondasi dala</p>	
2	<p>Eko Seftian Randyanto (9 Sep. 2015) Josef. E. R. Sumampouw Sjachrul Balamba Analisis daya dukung tiang pancang dengan menggunakan metode statik dan calendring studi kasus : proyek pembangunan manado town</p>	<p>Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, ada beberapa hal yang disimpulkan berdasarkan tujuan penelitian. Adapun kesimpulan yang diperoleh dapat dijabarkan sbb:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Akibat pemancangan dapat mempengaruhi nilai daya dukung tiang. Pada metode Meyerhof daya dukung mengalami kenaikan dari 38,76 ton menjadi 74,17 ton sedangkan metode U.S. Army Corps daya dukung berubah, semula 59,27 ton menjadi 105,90 ton, 2. Penurunan nilai daya dukung tiang terjadi pada sondir titik 	<p>Pada penelitian jurnal ini berfokus pada penggunaan metode statik dan calendrin untuk studi kasusnya, sementara pada metode penelitian ini pokos pada perbandingan dari beberapa metode menurut para ahli.</p>

No.	NAMA DAN TAHUN	KESIMPULAN	PERSAMAAN/ PERBEDAAN
	square 3	<p>S1 sampai S9 kedalaman 8,0-8,8 m. Hal ini diakibatkan penurunan hambatan konus pada kedalaman tersebut, sedangkan untuk titik sondir S10 sampai S14 nilai daya dukung mengalami kenaikan yang linear disetiap kedalaman,</p> <p>3. Daya dukung tertinggi dengan menggunakan data SPT terdapat pada metode Briaud et al (1985) yaitu sebesar 124,99 ton sedangkan metode Meyerhof sebesar 69,90 ton,</p> <p>4. Penggunaan data sondir dalam mencari nilai daya dukung disetiap metode hasilnya berbeda-beda, pada metode Meyerhof nilai daya dukungnya sebesar 96,21 ton sedangkan Schmertmann & Nottingham sebesar 90,13 ton. Selisih kedua metode tersebut ≤ 6 ton di kedalaman 8,25 m,</p>	

No.	NAMA DAN TAHUN	KESIMPULAN	PERSAMAAN/ PERBEDAAN
		<p>5. Daya dukung tertinggi terdapat pada uji calendring dengan metode hiley sebesar 272,83 ton (dengan kapasitas hammer 3,5 ton, tinggi pemukul jatuh 1,4 m dan besar penetrasi 1,3 cm/ 10 pukulan),</p> <p>6. Besar penurunan tertinggi terdapat pada metode hiley yaitu 1,01 cm = 0,40 inch dengan daya dukung sebesar 272,83 ton,</p>	
3	<p>Nova Juliana Tarbiyatno² 25November 2019</p> <p>Hubungan daya dukung tanah berdasarkan hasil sondir, spt dan laboratorium pada rencana pembangunan gedung multi lantai di lokasi balige</p>	<p>Dari hasil pengujian sondir dan pengujian pengeboran dengan bor mesin, pengujian standard penetration test (SPT) serta pengujian laboratorium dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :</p> <p>Pertama,perhitungan daya dukung dari hasil SPT – BH.4 dengan tiang berdiameter 300 mm diperoleh daya dukung rata-rata Rencana pondasi $Q_a = 53,91$ ton/tiang tunggal, sedangkan untuk tiang</p>	<p>Pada penelitian jurnal ini itu sangat sulit dan ada beberapa hambatan dikarenakan hasil sondir dan SPT dan Sondir (CPT) hampir sama besarnya, sedangkan pada hasil perhitungan daya dukung dari hasil laboratorium</p>

No.	NAMA DAN TAHUN	KESIMPULAN	PERSAMAAN/ PERBEDAAN
		<p>berdiameter 400 mm diperoleh $Q_a = 90,98$ ton/ tiang tunggal. Dari hasil sondir (CPT – 4) dengan tiang berpenampang bulat dengan diameter 300 mm diperoleh daya dukung pondasi $Q_a = 51,91$ ton/tiang tunggal, sedangkan untuk tiang berdiameter 400 mm diperoleh $Q_a = 88,07$ ton/ tiang tunggal. Dari hasil laboratorium (BH – 4) dengan tiang berpenampang bulat dengan diameter 300 mm diperoleh daya dukung tanah pondasi $Q_a = 42,04$ ton/tiang tunggal, sedangkan untuk tiang berdiameter 400 mm diperoleh $Q_a = 74,74$ ton/ tiang tunggal. Kedua, Dari hasil perhitungan daya dukung yang diperoleh, dapat dilihat hasil antara SPT dan Sondir (CPT) hampir sama besarnya, sedangkan pada hasil perhitungan daya dukung dari hasil laboratorium terdapat perbedaan yang cukup signifikan, hal ini kemungkinan</p>	<p>terdapat perbedaan yang cukup signifikan, sedangkan pada penelitian ini cukup pada perbandingan metode yang telah di tentukan.</p>

No.	NAMA DAN TAHUN	KESIMPULAN	PERSAMAAN/ PERBEDAAN
		disebabkan oleh jenis tanah yang terdapat pada meter tersebut merupakan tanah granular, sehingga dalam pengambilan sampelnya sangat sulit dan cenderung terganggu.	
4	Agil Faruha (10 desember 2018) Analisa perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang dibandingkan dengan daya dukung <i>hidraulik jacking system</i> dan <i>pile driving analyzer (pda) test</i> pada proyek pembangunan gedung perpustakaan sekolah tinggi	Perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang dari lima metode menghasilkan nilai yang berbedabeda. Pada penetrasi ujung yaitu 4 meter menunjukkan bahwa Metode Philipphonant memiliki selisih terkecil pertama dengan nilai 21,73% dan Metode Andina memiliki selisih terkecil kedua dengan nilai 23,36% terhadap <i>Hydraulic Jacking System</i> . Sedangkan perhitungan rata-rata seluruh kedalaman dari setiap metode menunjukkan bahwa Metode Andina memiliki selisih terkecil dengan nilai 26,05% terhadap <i>Hydraulic Jacking System</i> . Adapun perhitungan antara lima metode pada kedalaman 4 meter	Pada penelitian jurnal ini hampir sama persis dengan proposal yang saya kerjakan. Hanya saja itu mencari perbandingan menggunakan daya dukung hidraulik jacking dan pile driving analyzer (PDA)

No.	NAMA DAN TAHUN	KESIMPULAN	PERSAMAAN/ PERBEDAAN
		menunjukkan bahwa Metode Andina	
5	<p>Hendra Cahyadi Akhdad Gazali Firman Al Hakim (2 desember 2020)</p> <p>· Analisis daya dukung pondasi bore pile berdasarkan data sondir padap royek pembangunan instalasi ibu kota kecamatan (ikk) perusahaan daerah air minum (pdam) kabupaten tanah laut</p>	<p>Dari analisis yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Daya dukung ultimit (Q_{ult}) pondasi <i>bore pile</i> dengan metode Van Der Ween adalah 213,20 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 71,06 ton untuk titik kedua (S02) dan 193,52 ton dengan daya dukung izin (Q_{izin}) 64,50 ton untuk titik ketiga (S03). 2. Daya dukung ultimit (Q_{ult}) pondasi <i>bore pile</i> dengan metode Philipponant adalah 136,51 ton dengan daya dukung izin 	<p>Sama sama menggunakan tiga metode yang sama, dan dari jurnal ini contoh perhitungannya yang saya akan ambil contoh untuk menyelesaikan tugas penelitian saya.</p>

No.	NAMA DAN TAHUN	KESIMPULAN	PERSAMAAN/ PERBEDAAN
		(Q _{izin}) 45,50 ton untuk titik kedua (S02) dan 135,06 ton dengan daya dukung izin (Q _{izin}) 45,02 ton untuk titik ketiga (S03).	

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi penelitian

Secara garis besar, tahapan penelitian ini dilakukan menggunakan data sondir sebagai berikut Lokasi penelitian adalah kawasan kampus Unsulbar, Kec Banggae Timur, Kabupaten Majene, Sulawesi Barat. Dengan titik koordinat - 331°46,07116''S 118591,56109''E



KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap uji sondir diperoleh nilai;

- a. Nilai daya dukung tanah berdasarkan metode Terzaghi sebesar (Q_{ult}) 64,4 ton, dan nilai daya dukung tanah dengan metode Philipponant sebesar (Q_{ult}) 111,8 ton pada kedalaman 1 M.
- b. Dari hasil uji sondir terhadap nilai q_c 42 Kpa, diidentifikasi sebagai lanau berpasir hingga kedalaman 0,4 m, dan nilai q_c sebesar 10 - 42 Kpa, pada kedalaman 0,6 m $q_c > 42$ KPa hingga 1 m diidentifikasi sebagai tanah berpasir.

5.2 Saran

Dari hasil kesimpulan diatas saran yang dapat diberikan untuk hasil yang lebih baik adalah sebagai berikut:

- a. Pengambilan data tanah (sondir) diharapkan pada titik dimana diperkirakan akan menerima beban paling besar sehingga akan menentukan kekuatan pada perencanaan suatu bangunan.
- b. Dalam perencanaan konstruksi beban yang diteruskan ke pondasi tidak boleh melebihi daya dukung pondasi karena mengakibatkan penurunan dan kerusakan pada konstruksi diatasnya.
- c. Dalam perencanaan selanjutnya akan menggunakan metode perhitungan lain untuk membandingkan hasil dari metode-metode yang digunakan dalam perencanaan pondasi dari analisis tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Hakim, F. (2021). *analisis daya dukung pondasi bore pile berdasarkan data sondir pada proyek pembangunan instalasi ibu kota kecamatan (ikk) perusahaan daerah air minum (pdam) kabupaten tanah laut* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Kalimantan MAB).
- Faruha, A., & ridwan, m. (2018). *Analisa Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dibandingkan Dengan Daya Dukung Hydraulik Jacking System Dan Pile Driving Analyzer (PDA) Test Pada Proyek Pembangunan Gedung Perpustakaan Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri Kediri*. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2/REKAT/18).
- Harimei, B. (2018). *Analisis Daya Dukung Tanah pada Perencanaan Sarana dan Prasarana Umum*. *Jurnal Geocelebes*, 2(1), 42-46.
- Juliana, n. *hubungan daya dukung tanah berdasarkan hasil sondir, spt dan laboratorium pada rencana pembangunan gedung multi lantai di lokasi balige*. *Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 5(2 DES), 45-49.
- Ridhayani, i. (2021). *studi analisis daya dukung tanah berdasarkan data sondir di kampus padhang-padhang universitas sulawesi barat*. *bandar: journal of civil engineering*, 3(2), 37-42.
- Randyanto, E. S., Sumampouw, J. E., & Balamba, S. (2015). *Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Dengan Menggunakan Metode Statik Dan Calendring Studi Kasus: Proyek Pembangunan Manado Town Square 3*. *Jurnal Sipil Statik*, 3(9).
- Romadhoni, A. S. (2017). *Analisa Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dibandingkan dengan Daya Dukung Hydraulic Jacking System pada Proyek Pembangunan Gedung B LPMP Provinsi JATIM*. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2/REKAT/17).

Jusi, U. (2015). *Analisa Kuat Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (Cone Dan N-Standard Penetration Test)*. SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil, 1(2), 50-82.

Wismantaraharjo, . *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, 3(2), 198-207.

Wismantaraharjo, . *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, 3(2), 198-207.

Haryatmo 2016 analisi daya dukung tanah

Tentang gambar uji sondir *academia.com*,

Paduan pekerjaan *Sondir SNI 2008*

Hambatan konus qc *Schmertmann, 1978 dalam Rahardjo, 2008, Bishop and Bjerrum*