

SKRIPSI

**ANALISIS PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TANAH
MENGUNAKAN METODE MEYERHOFF DAN SCHMERTMANN**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana S1
Pada Program Studi Teknik Sipil



Disusun Oleh :

OKTOVIAN GUNAWAN

D0116310

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
MAJENE**

2023



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat Jl. Prof. Dr. Baharuddin Lopa, SH, Lutang, Majene, Sulawesi Barat
Telp Fax (0422) 22559, 270059 Website <http://unsulbar.ac.id>

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TANAH MENGGUNAKAN
METODE MAYERHOFF DAN SCHMERTMANN
SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST)
Pada program Strata Satu (S1) Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Sulawesi Barat
Oleh:

OKTOVIAN GUNAWAN
D01 16 310

*Telah diperiksa dan memenuhi syarat
untuk melaksanakan penelitian.*

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Nur Okviyani, S.Si., MT
NIP.19901022 202203 2 012

Pembimbing II

Abdi Manaf, ST., MT
NIP. 19700421 200312 1 009

Diketahui Oleh:

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Hafsah Nirwana, MT
NIP: 19640405 199003 2 002

Ketua Prodi Teknik Sipil

Amalia Nurdin, ST., MT
NIP : 19871212 201903 2 017

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Oktovian Gunawan

NIM : D01 16 310

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : ANALISIS PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TANAH
MENGUNAKAN METODE MEYERHOF DAN
SCHMERTMANN

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

Oktovian Gunawan

D01 16 310

ABSTRAK

Oktoavian Gunawan *Analisis Perhitungan Daya Dukung Tanah Menggunakan Metode Meyerhoff Dan Schmertmann*. Dibimbing oleh **Nur Okviyani, ST., MT** sebagai pembimbing I dan **Abdi Manaf, ST., MT** sebagai pembimbing II.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik susunan tanah berdasarkan data sondir, serta bertujuan untuk melakukan analisis daya dukung tanah berdasarkan Metode Meyerhoff dan Schmertmann. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Studi literatur dan penelitian lapangan (*field research*). Studi literature digunakan sebagai hipotesis penelitian dalam mengkaji variabel-variabel yang di teliti dengan mempelajari teori-teori yang berhubungan penelitian. Penelitian lapangan bertujuan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan sebagai bahan dalam menganalisis subjek penelitian sebelum menarik kesimpulan. Berdasarkan hasil uji sondir, didapati bahwa lapisan tanah pada lokasi penelitian terdiri dari beberapa jenis yaitu pada kedalaman 0,4 hingga 1,4 meter tanah didominasi oleh kerikil dan pasir kecuali pada kedalaman 0,4 meter yang memiliki tanah lanau. Begitu juga pada kedalaman 1.6 meter hingga 2, 8 meter jenis tanah didominasi kerikil dan pasir sampai pada kedalaman 3,6 meter. Berdasarkan pengolahan data pengujian sondir, diperoleh nilai daya dukung tanah menggunakan metode Meyerhoff sebesar 17,825 ton pada kedalaman 3,6 meter. Sedangkan hasil analisis nilai daya dukung tanah menggunakan metode Schmertmann diperoleh nilai daya dukung ultimit sebesar 57,70 ton pada kedalaman 3,6 meter.

Kata kunci : Sondir, daya dukung tanah, Metode Meyerhoff dan Schmertmann

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Konstruksi pada pembangunan infrastruktur sipil akan ditopang oleh tanah, dalam hal ini gedung-gedung, jembatan, jalan dan berbagai bangunan air seperti bendungan dan saluran-saluran irigasi. Oleh karena itu kondisi tanah dasar sangat mempengaruhi kestabilan dan keamanan konstruksi bangunan di atasnya. Tanah selalu mempunyai peranan yang penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Tanah adalah pondasi pendukung bangunan ataupun bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri. Mengingat hampir semua bangunan infrastruktur sipil dibuat diatas atau dibawah permukaan tanah, maka harus perlu dilakukan analisis terhadap jenis tanah yang akan dibangun insrastruktur tersebut. Kondisi tanah di suatu tempat berbeda-beda, kemungkinan jenis tanah pada kedalaman tertentu di suatu lokasi berbeda atau juga kemungkinan kepadatan tanahnya berbeda-beda. Dengan adanya perbedaan pada dan jenis kondisi tanah tersebut, maka akan sangat mempengaruhi daya dukung tanah dalam menerima beban dari suatu infrastruktru sipil atau bangunan yang dibagun diatas permukaan atau dibawah permukaannya (Akbar, 2019).

Beberapa ahli mekanika tanah telah mengembangkan berbagai metode untuk melakukan analisis terhadap daya dukung tanah bagi berbagai pondasi pada infrastruktur sipil. Metode-metode tersebut mempunyai anggapan atau asumsi yang berbeda. Metode untuk menganalisis daya dukung tanah daintaranya adalah metode Meyerhoff dan Schmertman. Kedua metode tersebut mempunyai rumusan yang berbeda dan anggapan yang berbeda pula serta beberapa metode mempunyai keterbatasan dalam penggunaannya. Daya dukung tanah yang diharapkan untuk mendukung pondasi adalah daya dukung yang mampu memikul beban struktur, sehingga

pondasi pada infrastruktur sipil mengalami penurunan yang masih berada dalam batas toleransi (Akbar, 2019).

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 (Ridhayani & Saputra, 2021).

Salah satu cara yang dilakukan untuk mengetahui klasifikasi ataupun karakteristik tanah adalah dengan melakukan percobaan CPT (*Cone Penetration Test*). CPT atau lebih sering disebut sondir merupakan salah satu teknik 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. Tujuan dari alat sondir ini, yaitu untuk mengetahui lapisan tanah keras, karakteristik lapisan tanah dan daya dukung tanah. Berdasarkan fakta bahwa lapisan-lapisan suatu tanah berbeda dari satu lokasi dengan lokasi lainnya, maka dari itu sangat diperlukan untuk mengetahui susunan lapisan tanah keras, karakter tanah dan daya dukung yang dihasilkan dari percobaan tersebut (Ridhayani & Saputra, 2021).

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis melauai tulisan ini mengajukan penelitian yang berjudul “ANALISIS PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TANAH MENGGUNAKAN METODE MEYERHOFF DAN SCHMERTMANN”. Pada penelitian ini akan dilakukan analisa terhadap

karakteristik tanah pada lokasi penelitian menggunakan data hasil dari uji sondir. Selanjutnya dilakukan analisa daya dukung tanah menggunakan metode perhitungan yang dikemukakan oleh Meyerhoff dan Schmertmann.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian diatas maka timbulah beberapa permasalahan yang dapat diangkat kepermukaan sebagai rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana mengetahui karakteristik susunan tanah berdasarkan data sondir?
2. Bagaimana mengetahui daya dukung tanah berdasarkan Metode Meyerhoff dan Schmertmann?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui karakteristik susunan tanah berdasarkan data sondir
2. Untuk mengetahui daya dukung tanah berdasarkan Metode Meyerhoff dan Schmertmann

D. Batasan Masalah

Dalam penelitian diperlukan batasan masalah agar pembahasan tidak meluas sehingga mudah dipahami dan dimengerti. Adapun beberapa ruang lingkup yang dijadikan batasan masalah oleh penulis, sebagai berikut :

1. Analisis karakteristik tanah didasarkan pada data hasil uji sondir.
2. Analisis terhadap daya dukung tanah menggunakan rumus-rumus perhitungan dari metode Meyerhoff dan Schmertmann

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang di dapatkan dari penelitian ini antara lain adalah:

1. Dapat dijadikan sebagai acuan dan informasi para peneliti dalam mengembangkan penelitian yang berhubungan dengan analisis karakteristik tanah.
2. Dapat dijadikan sebagai informasi pengetahuan bagi pembaca mengenai sistematika dalam perhitungan daya dukung tanah.

F. Sistematika Penulisan

Dalam proses penyusunan proposal penelitian sistematika penulisan sangat dibutuhkan agar penulis dapat menyelesaikan dengan terstruktur. Dalam penulisan proposal penelitian ini ada beberapa tahap sistematika penulisan yang digunakan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang :

- a. Latar Belakang
- b. Rumusan Masalah
- c. Tujuan Penelitian
- d. Batasan Masalah
- e. Manfaat Penelitian

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang apa apa saja yang terkait dengan penelitian ini baik itu literatur penelitian seperti teori-teori tentang bahan, metode penelitian serta hal-hal lain yang bersangkutan dengan penelitian

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang hal-hal yang berkaitan dengan tahap-tahap penelitian seperti Studi Kepustakaan tempat dan waktu penelitian alat dan bahan yang digunakan bagan alur penelitian prosedur penelitian, metode pengumpulan data serta timeline penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Di dalam dunia keilmuan sudah banyak peneliti yang melakukan penyelidikan tentang perhitungan daya dukung tanah menggunakan Metode Meyerhoff dan Schmertmann. Adapun beberapa penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut :

1. Studi Analisis Daya Dukung Tanah Berdasarkan Data Sondir Di Kampus Padhang-Padhang Universitas Sulawesi Barat (Ridhayani & Saputra, 2021). Metode penelitian yang digunakan adalah *field research* atau penelitian lapangan. Analisis data dilakukan Untuk dapat mengetahui nilai koefisien tanah yang ada di kampus padang- padang unsulbar maka dilakukan langkah-langkah berikut: 1. Melakukan pengujian pemeriksaan tanah pada titik-titik yang telah ditentukan dengan alat sondir guna untuk mendapat data/nilai perlawanan konus (Cw) dan nilai perlawanan konus dan geser (Tw) yang dihasilkan dari pembacaan manometer pada alat tersebut; 2. Tiap titik yang telah didapat nilai perlawanan konus (Cw) dan nilai perlawanan konus dan geser (Tw) kemudian di analisis. Cara yang digunakan untuk menganalisis data sondir tersebut menggunakan 2 cara yaitu grafis dan analisis. 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/cm² dengan geseran totalnya sebesar 248,00 kg/cm² dan titik terbesar didapat pada titik 5 yaitu 4,40 m dengan nilai konus sebesar 150 kg/cm² dengan geseran totalnya 269,33 kg/cm. Jenis tanah yang ada pada lokasi atau tempat penelitian termasuk jenis tanah berkohesi (lempung, lanau), karna lapisan tanah atas mempunyai daya dukung

yang besar (q_c besar) sehingga pondasi cukup pada kedalaman 2 sampai 4 meter, maka jenis pondasi menggunakan pondasi dangkal. Bila dilakukan pembangunan dengan konstruksi besar atau berat maka perlu melakukan perkuatan tanah.

2. Prediksi Kapasitas Daya Dukung Helical Pile Tunggal Berdasarkan Data Sondir Pada Tanah Gambut (Suratman et al., 2019). Penelitian ini ditujukan untuk mencari metode analitis yang sesuai untuk prediksi daya dukung *helical pile* dengan membandingkan dengan hasil uji pembebanan. Pada penelitian tersebut, digunakan data hasil pengujian sondir untuk memprediksi daya dukung tanah gambut. Interpretasi hasil pembebanan menggunakan metode penurunan 25 mm dan *tangent intersection*. Metode analitis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Meyerhoff dan LCPC. Dari hasil pengujian pemberian beban diperoleh diperoleh Q_{ult} sebesar 2,90 kN dengan metode interpretasi penurunan 25 mm dan 2,10 kN untuk interpretasi metode *tangent intersection*. Hasil analitis kapasitas daya dukung *helical pile* untuk metode Meyerhoff, Schmertmann, dan Tumay&Fakroo memberikan hasil 6,03 kN, 8,67 dan 6,30 sedangkan dengan metode LCPC, Philipponat, dan De Beer memberikan hasil 2,15 kN, 1,97 kN, dan 2,67 kN.
3. Analisis Daya Dukung Tanah Pada Perencanaan Proyek Gedung Dengan Metode Terzaghi, Meyerhoff, Hansen Dan Vesic (Muka et al., 2021). Penelitian tersebut ditujukan untuk memperoleh nilai daya dukung tanah untuk kasus yang sama berdasarkan metode-metode Terzaghi, Meyerhoff, Vesic, Hansen. Serta mendapatkan perbandingan besaran nilai daya dukung tanah dari beberapa metode tersebut. Dari hasil analisis perhitungan daya dukung tanah pada lokasi penelitian tersebut, diketahui daya dukung tanahnya memiliki nilai yang berbeda pada titik sondir 1 Meyerhoff=107,96 kN/m² , Terzaghi = 139,6 kN/m² , Hansen =144,43 kN/m² , Vesic =164,63 kN/m². Sedangkan untuk titik sondir 2 Meyerhoff = 107,96 kN/m² , Terzaghi == 139,6 kN/m² ,

Hansen =144,43 kN/m² , Vesic =164,63 kN/m². Dari masing-masing metode yang digunakan, metode Terzaghi menunjukkan nilai daya dukung yang paling kecil dan metode Vesic memiliki nilai daya dukung paling besar.

4. Analisa Daya Dukung Pondasi Dengan Metoda Spt, Cpt, Dan Meyerhoff Pada Lokasi Rencana Konstruksi Pltu Nagan Raya Provinsi Aceh (Chairullah, 2016). Pada peneltian tersebut dilakukan penyelidikan tanah untuk memperoleh data disain pondasi bangunan pada perencanaan pembangunan PLTU yang berlokasi di Nagan Raya Provinsi Aceh. Pekerjaan penyelidikan tanah di lapangan meliputi: Boring; uji N-SPT; pengambilan UDS; dan pekerjaan sondir (CPT). Pada peneltian tersebut dikemukakan hasil peneltian bahwa analisa lapisan menunjukkan bahwa pada lokasi tiga titik pengeboran, terdapat lapisan pasir lanauan kerikilan sampai kedalaman 16 m dengan SPT N_{avg} 28, kemudian dari 16 m sampai 25 m terdapat lapisan lempung lanauan konsistensi sedang dengan N_{avg} 11 dan di kedalaman 25 m sampai 40 m dijumpai lapisan keras sangat padat batu lanau lempungan berkerikil dengan N_{avg} diatas angka 70. Hasil perhitungan dan analisa daya dukung lapisan tanah menunjukkan besaran yang tidak jauh berbeda antara hitungan dengan data SPT, CPT, dan dengan data hasil perhitungan metode Meyerhoff. Perbedaan besaran daya dukung antar metode tersebut berada pada kisaran 2% sampai 8%. Berdasarkan kondisi *log profile* lapisan dan analisa daya dukung lapisan, maka penggunaan pondasi dangkal tapak dapat menjadi pilihan yang tepat karena lapisan pendukung yang baik dapat dijumpai pada kedalaman (elevasi) yang dangkal dari permukaan tanah.
5. Evaluasi Perkiraan Daya Dukung Teoritis Terhadap Daya Dukung Aktual Tiang Berdasarkan Data Sondir Dan *Loading Test* (Noor, 2014). Penelitian tersebut bertujuan untuk mencari nilai daya dukung tanah berdasarkan beberapa metode perhitungan lalu membandingkan hasil pengamatan teoritis tersebut dengan penerepan aktual pada

pembebanan tanah. Data yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah data hasil pengujian sondir (CPT) serta data pengujian *loading test*. Data-data yang didapatkan dari pengujian tersebut kemudian di analisa beberapa perhitungan teoritis yaitu dengan Metode Meyerhoff dan Schmertmann. Pada penelitian tersebut didapati hasil bahwa, berdasarkan klasifikasi tanah menurut Schmertman, jenis tanah di lokasi penelitian, pada kedalaman 0,00-22,4 m menunjukkan jenis tanah lempung organik, jenis tanah pada kedalaman 22,6-36 m didominasi tanah jenis lempung berlanau lunak. Lapisan tanah pasir terdapat pada kedalaman 36,8 m-40,8 m. Berdasarkan metode DCM (Meyerhoff) daya dukung ultimit tiang pada kedalaman 40 m adalah 373,74 ton berdasarkan metode DCM (Meyerhoff). Berdasarkan metode Schmertmann Nottingham pada kedalaman 40,8 m, Q ultimitnya 142,40 ton. Daya dukung tiang teoritis dengan metode schmertmann yang paling mendekati angka daya dukung tiang aktual berdasarkan pengujian *loading test*. Perhitungan daya dukung ultimate tiang dengan metode Schmertmann Nottingham baik digunakan pada tanah yang jenis pasir, sedangkan pada tanah jenis lempung lunak baik menggunakan perhitungan Meyerhoff.

6. Analisa Daya Dukung Pondasi Dengan Metode Cone Penetrometer Test (Cpt) Pada Konstruksi Pabrik Dan Gudang Aurataro Mandiangin (Hartono et al., 2022). Penelitian tersebut dilakukan untuk menganalisa daya dukung tanah terhadap pondasi dan penetrasi dari bangunan di atasnya pada pembangunan gudang AuraTaro kabupaten Mandiangin. Data yang digunakan adalah datang hasil uji *Cone Penetration Test* (CPT) atau sondir. Analisa tersebut digunakan untuk mengevaluasi hasil uji laboratorium pada proyek konstruksi pembangunan pada objek penelitian, kemudian dilakukan penerikan kesimpulan perbandingan antara hasil perhitungan dan hasil laboratorium. Data dari tes sondir (CPT) dilakukan di dua titik pada lokasi penelitian, data kemuda diolah dengan menggunakan rumus

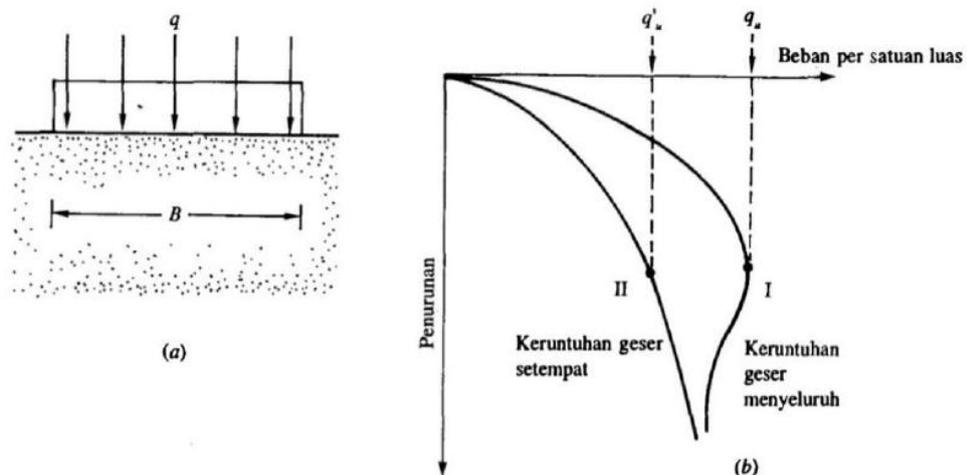
umum yang diturunkan dari rumus Meyerhoff (1956). Dari hasil pengamatan didapatkan daya dukung tanah terhadap pondasi pada titik ke-2 memiliki perbandingan yang tidak terlalu signifikan antara perhitungan dengan hasil laboratorium.

7. Evaluasi Perkiraan Daya Dukung Teoritis Tiang Berdasarkan Data Sondir (Cpt) Dan Dial Pressure Load (Studi : Proyek Pembangunan Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Banjarmasin) (Marzuki et al., 2012). Penelitian tersebut bertujuan untuk menghitung nilai daya dukung teoritis tiang dengan metode DCM, Schmertmann - Nottingham dan Schmertmann - Nottingham kombinasi Tumay dan Fakhroo. Selain itu tujuan penelitian tersebut ialah melakukan analisis nilai daya dukung tiang berdasarkan pembacaan *Dial Pressure Load*; serta nilai deviasi dan akurasi daya dukung teoritis tiang berdasarkan data sondir dan daya dukung *injection (Dial Pressure Load)*. Dari penelitian tersebut dikemukakan kesimpulan bahwa perhitungan daya dukung tiang teoritis dengan menggunakan metode Schmertmann- Nottingham berdasarkan data Sondir, $Q_{ultimite}$ tiang tipe *square* diameter 30 cm pada kedalaman 39 m adalah 194,25 ton. Dari perhitungan daya dukung teoritis tiang dengan metode Schmertmann berdasarkan pembacaan *Dial Pressure Load*, $Q_{ultimite}$ tiang tipe *square* dengan diameter 30 cm pada kedalaman 39 m adalah 217,92 ton.
8. Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Berdasarkan Data *Standard Penetration Test (SPT)* Dan *Cone Penetration Test (CPT)* (Studi Kasus : *East Cross Taxiway* Bandara Internasional Soekarno Hatta) (Mina et al., 2019). Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui daya dukung pondasi tiang secara perhitungan manual dengan metode Meyerhoff menggunakan data dari pengujian *Standard Penetration Test (SPT)* dan data pengujian *Cone Penetration Test (CPT)*. Pada penelitian tersebut didapati hasil analisis daya dukung pondasi tiang pada objek penelitian yaitu ; nilai daya dukung dengan perhitungan manual menggunakan data (SPT) didapat nilai daya dukung rata-rata (Q_{ult})

senilai 1310,38 kN dengan rata-rata *safety factor* (SF) pada angka 2,6; Kemudian perhitungan dengan menggunakan data *Cone Penetration Test* (CPT) didapat nilai daya dukung rata-rata (Qult) berada pada nilai 2009,60 kN dengan rata-rata *safety factor* (SF) adalah 4,0.

B. Daya Dukung Tanah

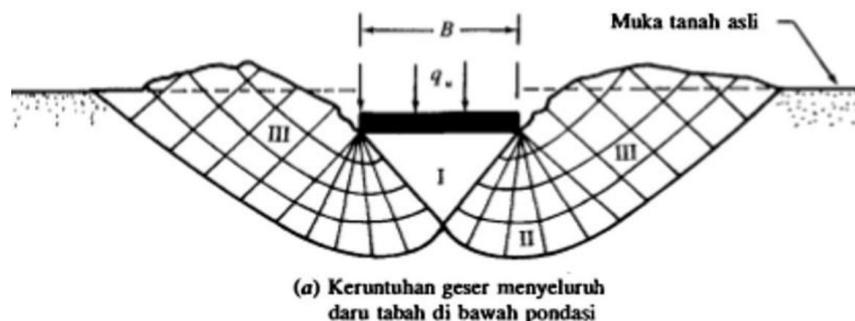
Untuk dapat memahami konsep daya dukung batas suatu tanah dan bentuk keruntuhan geser dalam tanah, marilah kita perhatikan model pondasi bentuk persegi yang memanjang dengan lebar B yang diletakkan pada permukaan lapisan tanah pasir padat (atau tanah yang kaku) seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.1 (a). Apabila beban terbagi rata (q) per satuan luas diletakkan di atas model pondasi, maka pondasi tadi akan turun. Apabila beban terbagi rata (q) tersebut ditambah, tentu saja penurunan pondasi yang bersangkutan akan bertambah pula. Tetapi, bila besar $q = q''$ (Gambar 2.1b) telah dicapai, maka keruntuhan daya dukung akan terjadi, yang berarti pondasi akan mengalami penurunan yang sangat besar tanpa penambahan beban q lebih lanjut. Tanah di sebelah kanan dan kiri pondasi akan menyembul dan bidang longsor akan mencapai permukaan tanah. Hubungan antara beban dan penurunan akan seperti Kurva I yang ditunjukkan dalam Gambar 2.1b. Untuk keadaan ini, kita mendefinisikan q'' sebagai daya dukung batas dari tanah.

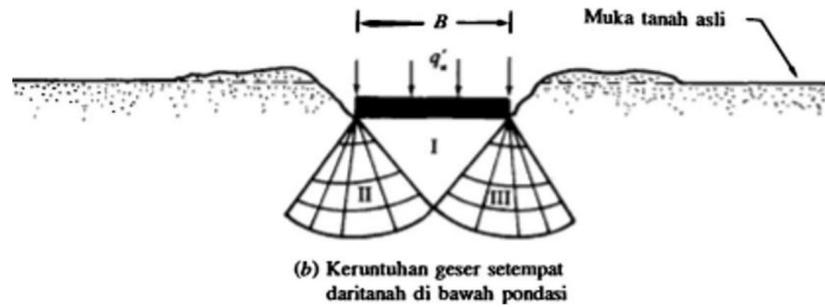


Gambar 2.1 Daya dukung batas tanah untuk pondasi dangkal; (a) Model pondasi; (b) Grafik hubungan antara beban dengan penurunan

Sumber : (Akbar, 2019)

Keruntuhan daya dukung yang dijelaskan di atas dinamakan "keruntuhan geser menyeluruh (*general shear failure*)", dan dapat dijelaskan dengan Gambar 2.2 (a) Apabila pondasi turun karena suatu beban yang diletakkan di atasnya, maka suatu zona keruntuhan blok segitiga dari tanah (zona I) akan tertekan ke bawah, dan selanjutnya, tanah dalam zona I menekan zona II dan zona III ke samping dan kemudian ke atas. Pada beban batas q_u , tanah berada dalam keadaan keseimbangan plastis dan keruntuhan terjadi dengan cara menggelincir. Apabila model pondasi yang kita jelaskan di atas kita letakkan dalam tanah pasir yang setengah padat, maka hubungan antara beban dan penurunan akan berbentuk seperti Kurva II. Sementara itu, apabila harga $q_u = q_c$, maka hubungan antara beban dan penurunan menjadi curam dan lurus. Dalam keadaan ini, q_c kita definisikan sebagai daya dukung batas dari tanah. Tipe keruntuhan ini kita namakan sebagai "keruntuhan geser setempat (*local shear failure*)" sebagaimana dapat kita lihat dalam Gambar 2.2 (b) Zona keruntuhan blok segitiga (zona I) di bawah pondasi akan bergerak ke bawah; tetapi, tidak seperti keruntuhan geser menyeluruh (*general shear failure*), bidang keruntuhan berakhir di suatu tempat di dalam tanah. Walaupun demikian, tanda-tanda tanah meyembul dapat kita lihat.





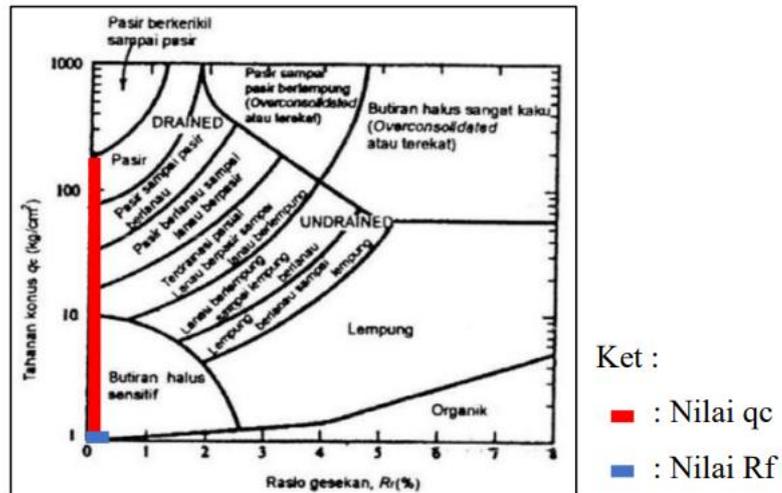
Gambar 2.2 Keruntuhan daya dukung tanah di bawah pondasi dangkal

Sumber : (Akbar, 2019)

C. CPT (*Cone Penetration Test*) Atau Sondir

Penyelidikan tanah (*soil investigation*) adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat dan karakteristik tanah untuk keperluan rekayasa (*engineering*). Penyelidikan tanah pada umumnya dipakai sebagai dasar perencanaan pondasi atau dasar dari sebuah struktur sipil, yaitu untuk mengetahui susunan lapisan tanah pada lokasi proyek dengan cara melihat hasil dari *boring log* dan hasil dari laboratorium. Salah satu metode penyelidikan tanah yang hasilnya digunakan untuk penelitian yaitu Cone Penetration Test (CPT).

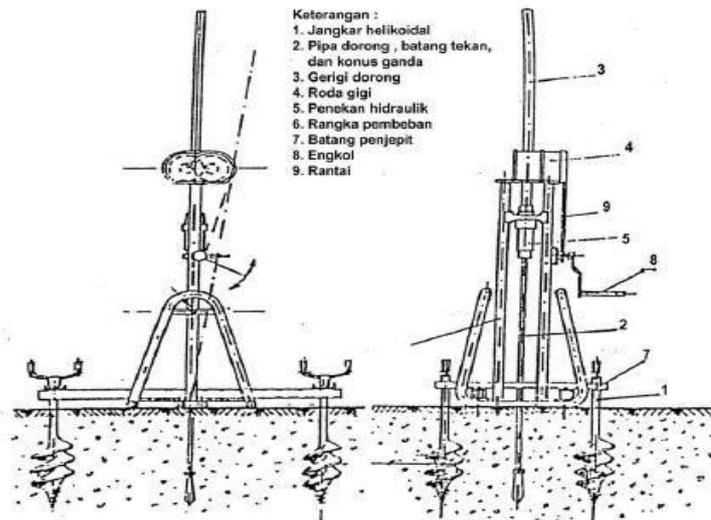
Cone Penetration Test (CPT) atau disebut juga dengan tes sondir adalah jenis tes atau pengujian yang sering dilakukan untuk menganalisis besarnya daya dukung tanah pada pondasi dalam. Meskipun demikian, terkadang tes ini juga juga untuk memperkirakan daya dukung pondasi dangkal. Pengujian dilakukan dengan mendorong konus (kerucut) kedalam tanah dan perlawanan tanah terhadap ujung konus maupun lekatan tanah terhadap selimut batang konus diukur, sehingga didapatkan nilai konus (q_c) dan angka banding geser (F_r) (Fahriani & Apriyanti, 2015). Menurut Robertson dan Campanella (1983), klasifikasi jenis tanah berdasarkan uji sondir dapat kita tentukan dengan melihat nilai konus (q_c) dan angka banding geser/*Friction ratio* (F_r).



Gambar 2.3 Klasifikasi Tanah - Robertson dan Campanella (1983)
(Sumber : www.google.com)

Pengujian CPT atau sondir adalah pengujian dengan menggunakan alat sondir yang ujungnya berbentuk kerucut dengan sudut 60° dan dengan luasan ujung 1,52 in² (10 cm²). Alat ini digunakan dengan cara ditekan kedalam tanah terus menerus dengan kecepatan tetap 20 mm/detik, sementara itu besarnya perlawanan tanah terhadap kerucut penetrasi (q_c) juga terus ditukar.

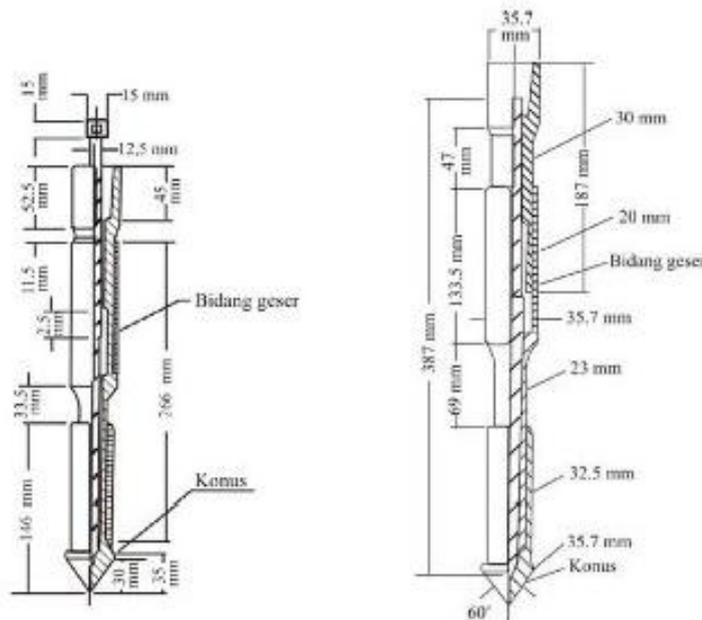
Keuntungan utama dari penggunaan alat ini adalah tidak perlu diadakan pengeboran tanah untuk penyelidikan, dengan alat sondir sampel tanah tidak dapat diperoleh untuk penyelidikan langsung ataupun untuk uji laboratorium. Tujuan dari sondir ini adalah untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah yang merupakan indikator dari kekuatan tanahnya dan juga dapat menentukan kedalaman lapisan tanah yang berbeda. Sesuai dengan (SNI 2827, 2008) metode pengujian lapangan dengan alat sondir dapat digunakan untuk alat penetrasi konus tunggal maupun ganda (biconus) yang ditekan secara mekanik (*hidraulic*) (Suratman et al., 2019).



Gambar 2.4 Rangkain alat Sondir
 Sumber : (Suratman et al., 2019)

Dilihat dari kapasitasnya, alat sondir dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu sondir ringan (2 ton) dan sondir berat (10 ton) (Muka et al., 2021). Dari alat penetrometer yang lazim dipakai, sebagian besar menyerupai selubung geser (bikonus) yang dapat bergerak mengikuti kerucut penetrasi tersebut. Jadi pembacaan harga perlawanan ujung konus dan harga hambatan geser dari tanah dapat dibaca secara terpisah. Ada dua tipe ujung konus pada sondir mekanis yaitu :

1. Konus biasa, yang diukur adalah perlawanan ujung konus dan biasanya digunakan pada tanah yang berbutir kasar, dimana besar perlawanannya lekatnya kecil.
2. Bikonus, yang diukur adalah perlawanan ujung konus dan hambatan letaknya dan biasanya digunakan pada tanah yang berbutir halus.



Gambar 2.5 Tipe ujung konus pada sondir mekanis
 Sumber : untungsuprayitno.wordpress.com

D. Daya Dukung Tanah Metode Meyerhoff

Dalam melakukan penyelidikan atau analisa daya dukung yang diterima oleh tanah terhadap beban dari objek infrastruktur sipil di atasnya, maka diperlukan sebuah mekanisme analisa terhadap jenis pondasi yang digunakan.

Pondasi adalah struktur bawah yang umumnya terletak dibawah permukaan tanah yang berfungsi untuk memikul beban yang diterima dari suatu struktur bangunan di atasnya lalu meneruskan gaya yang diterima dan disalurkan ke lapisan tanah pendukung. Pondasi harus diperhitungkan untuk dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban mati dan beban hidup. Disamping itu, penurunan yang akan terjadi akibat beban yang bekerja harus sesuai dengan penurunan yang diijinkan. Posisi pondasi harus berada pada tanah yang cukup keras, padat dan kuat agar pondasi mampu bekerja sebagaimana mestinya (Mina et al., 2019).

Umunya terdapat dua jenis perencanaan pondasi dimana metode Meyerhoff digunakan untuk menganalisis daya dukung tanahnya, yaitu jenis pondasi dangkal dan pondasi tiang.

1. Daya Dukung Tanah Metode Meyerhoff Pada Pondasi Dangkal

Untuk pondasi dangkal pada tanah pasir maupun lempung menurut Meyerhoff (1976) dihitung dengan persamaan berikut (Fahriani & Apriyanti, 2015) :

$$q_u = q_c \cdot B(1 + d/B)^{1/4} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

- q_u = kapasitas dukung ultimit pondasi
- q_c = tahanan konus dari sondir
- d = kedalaman pondasi
- B = lebar pondasi (diasumsikan 1 m)

2. Daya Dukung Tanah Metode Meyerhoff Pada Pondasi Tiang

Selain perhitungan daya dukung pada jenis pondasi dangkal, metode Meyerhoff juga umum digunakan pada pondasi jenis pondasi tiang dengan beban vertikal di atasnya. Meyerhoff (1956) menyatakan bahwa tahanan ujung tiang mendekati tahanan ujung sondir (data uji sondir) dengan rentang $2/3 q_c$ hingga $1,5 q_c$ dan Meyerhoff menganjurkan untuk keperluan praktis agar digunakan $q_p = q_c$. Selanjutnya tahanan selimut pada tiang dapat diambil langsung dari gesekan total (jumlah hambatan lekat = JHL) dikalikan dengan keliling tiang , sehingga formula untuk metode langsung (Meyerhoff) dapat dituliskan (Fahriani & Apriyanti, 2015) :

$$Q_{ult} = q_p \times A_p + JHL \times k_{ll} \dots \dots \dots (2.2)$$

Rumusan ini diambil di Indonesia dengan mengambil angka keamanan 3 untuk tahanan ujung dan angka keamanan 5 untuk gesekannya. Sehingga daya dukung ijin pondasi tiang dapat dinyatakan dalam :

$$Q_{ult} = \frac{q_p \cdot A_p}{3} + \frac{JHL \cdot k_{ll}}{5} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

A_p = Luas penampang tiang.

k_{ll} = Keliling tiang

JHL = Jumlah Hambatan Lekat

q_p = Tahanan ujung tiang (Meyerhoff menganjurkan untuk keperluan praktis agar digunakan $q_p = q_c$)

E. Daya Dukung Tanah Metode Schmertmann

1. Daya Dukung Tanah Metode Schmertmann Pada Pondasi Dangkal

Menurut Schmertmann (1978), daya dukung kritis (*ultimate*) tanah terhadap fondasi dengan jenis fondasi dangkal (bujur sangkar) dengan rasio lebarnya $(D/B) \leq 1,5$, dapat dihitung berdasarkan tahanan konus (q_c) dari hasil pengujian sondir atau CPT (*Cone Penetration Test*) dengan menggunakan persamaan berikut:

a. Daya dukung pada tanah kohesif (lempung)

$$q_{ult} = 5 + 0,34 q_c \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

q_{ult} = kapasitas dukung kritis (ultimate);

q_c = tahanan konus (kg/cm²).

b. Daya dukung pada tanah non-kohesif

$$q_{ult} = 48 - 0,009 (300 - q_c) 1,5 \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

q_{ult} = kapasitas dukung kritis (ultimate),

q_c = tahanan konus (kg/cm²),

D = kedalaman fondasi (m), dan

B = lebar fondasi (m).

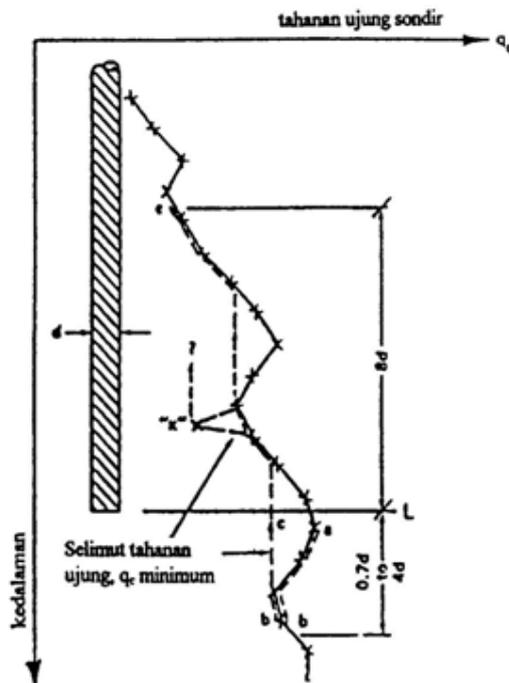
2. Daya Dukung Tanah Metode Schmertmann Pada Pondasi Tiang

Selain itu, Schmertmann (1975) telah mengajukan perhitungan pada daya ujung pondasi tiang menurut cara Begemann, yaitu diambil dari nilai rata-rata perlawanan ujung sondir 8D diatas ujung tiang dan 0,7D - 4D dibawah ujung tiang. D adalah diameter tiang (Marzuki et al., 2012).

$$Q_p = \frac{q_{c1} + q_{c2}}{2} \cdot A_p \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

- Q_p = daya dukung ujung tiang
- q_{c1} = rata-rata 0,7D – 4D dibawah ujung tiang
- q_{c2} = nilai q_c rata-rata 8D diatas ujung tiang
- A_p = luas proyeksi penampang tiang



Gambar 2.6 Perhitungan daya dukung ujung pondasi tiang

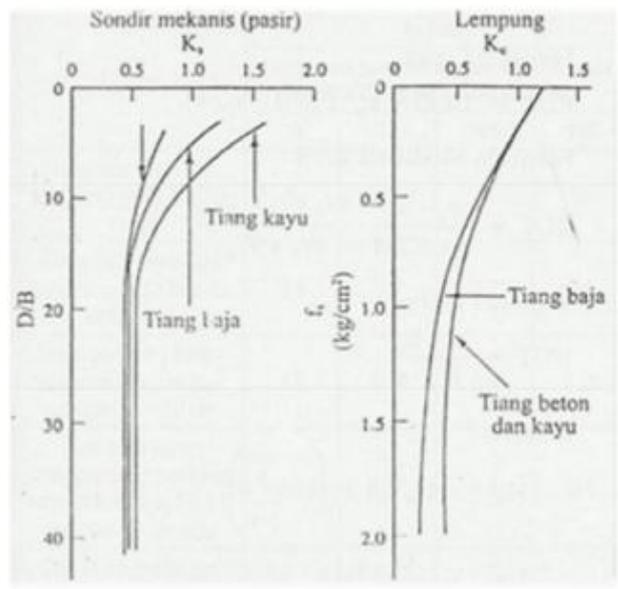
Sumber : Schmertmann, 1975 dalam (Marzuki et al., 2012)

Sedangkan untuk mendapatkan daya dukung selimut tiang maka digunakan formula berikut :

$$Q_s = K_s, c \cdot \sum_{z=0}^{B.D} \frac{z}{B.D} \cdot f_s \cdot A_s + \sum_{z=B.D}^L f_s \cdot A_s \dots\dots\dots(2.7)$$

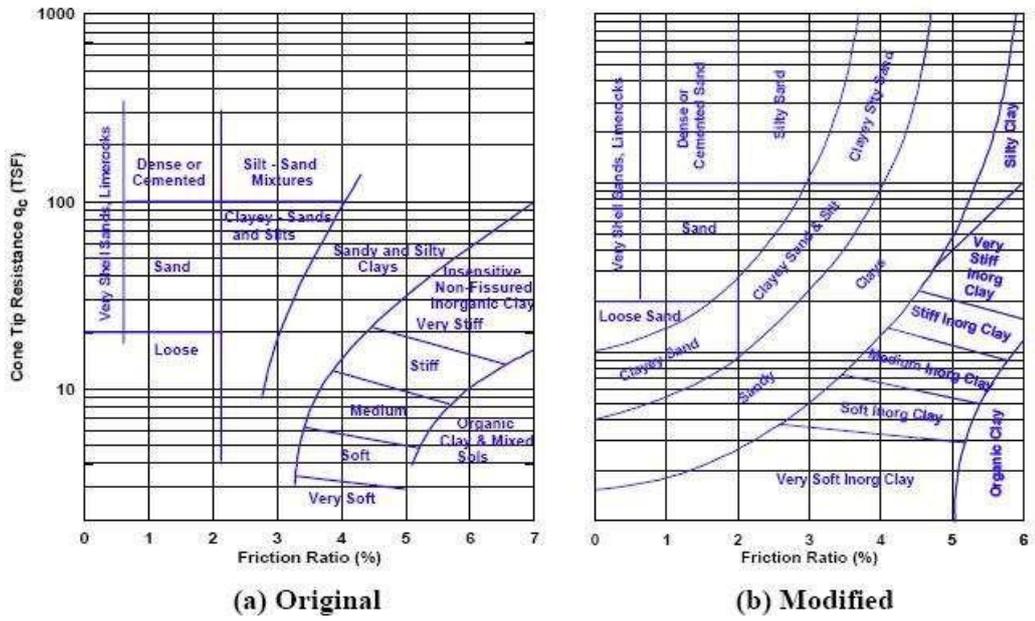
Dimana K_s dan K_c adalah faktor reduksi yang tergantung pada jenis alat sondir, kedalaman dan nilai gesekan selimut (f_s), dan digunakan sesuai dengan jenis tanah yang sesuai (K_s). Gambar 2.6 menunjukkan faktor koreksi gesekan selimut tiang pada sondir mekanis. K_s digunakan untuk tanah pasiran sedangkan K_c digunakan untuk tanah lempung.

Apabila tanah terdiri dari beberapa lapisan pasir dan lempung, Schmertmann menganjurkan untuk menghitung daya dukung setiap lapisan secara terpisah. Namun perlu diingat bahwa nilai K_s dan K_c pada persamaan diatas dihitung berdasarkan total kedalaman tiang. Nilai f_s dibatasi hingga 1.2 Kg/cm² untuk tanah pasir dan 1.0 Kg/cm² untuk pasir kelanauan.



Gambar 2.7 Faktor Koreksi Gesekan Pada Selimut Tiang Pada Sondir Mekanis

Sumber : Nottingham, 1975 dalam (Marzuki et al., 2012)



Gambar 2.8 Grafik Tumay, et all 2008

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian sondir pada lokasi penelitian maka didapatkan hasil bahwa :

1. Tanah pada lokasi penelitian terdiri dari beberapa jenis yaitu pada kedalaman 0,4 hingga 1,4 meter tanah didominasi oleh kerikil dan pasir kecuali pada kedalaman 0,4 meter yang memiliki tanah lanau. Begitu juga pada kedalaman 1,6 meter hingga 2,8 meter jenis tanah didominasi kerikil dan pasir sampai pada kedalaman 3,6 meter.
2. Berdasarkan pengolahan data hasil pengujian sondir, diperoleh nilai daya dukung tanah menggunakan metode Meyerhoff sebesar 17,825 ton pada kedalaman 3,6 meter dengan nilai tahanan konus (q_c) sebesar 155. Sedangkan hasil analisis nilai daya dukung tanah menggunakan metode Schmertmann diperoleh nilai daya dukung ultimit sebesar 57,70 ton pada kedalaman 3,6 meter dengan nilai tahanan konus (q_c) yang sama.

4.2 Saran

Penelitian ini jauh dari kata sempurna, untuk itu dibutuhkan perbaikan kedepannya. Dari hasil penelitian yang dilakukan, ada beberapa hal yang dapat penulis berikan diantaranya :

1. Kedepannya, pengambilan data tanah menggunakan uji sondir diharapkan untuk dilakukan pada titik dimana diperkirakan akan menerima beban paling besar sehingga akan menentukan kekuatan pada perencanaan suatu bangunan.
2. Dalam perencanaan konstruksi beban yang diteruskan ke pondasi tidak boleh melebihi daya dukung pondasi karena mengakibatkan penurunan dan kerusakan pada konstruksi di atasnya.

3. Dalam perencanaan selanjutnya akan menggunakan metode perhitungan lain untuk membandingkan hasil dari metode-metode yang digunakan dalam perencanaan pondasi dari analisis tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, R. (2019). Analisis Perbandingan Daya Dukung Tanah pada Pondasi Dangkal dengan Menggunakan Metode Terzaghi, Meyerhof, Hansen, dan Metode Elemen Hingga. In *Repository UMSU*. <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/7927>
- Chairullah, B. (2016). Analisa Daya Dukung Pondasi Dengan Metoda Spt, Cpt, Dan Meyerhof Pada Lokasi Rencana Konstruksi Pltu Nagan Raya Provinsi Aceh. *Teras Jurnal*, 3(1), 15–24. <https://doi.org/10.29103/tj.v3i1.43>
- Fahriani, F., & Apriyanti, Y. (2015). Analisis Daya Dukung Tanah Dan Penurunan Pondasi Pada Daerah Pesisir Pantai Utara Kabupaten Bangka. *Jurnal Fropil*, 3(2), 89–95. <https://www.journal.ubb.ac.id/index.php/fropil/article/view/1219>
- Hartono, A., Kristanto, B., & Suwono, J. I. (2022). *Analisa Daya Dukung Pondasi Dengan Metode Cone Penetrometer Test (Cpt) Pada Konstruksi Pabrik Dan Gudang Aurataro Mandiangin*. 1–30.
- Marzuki, A., Firdaus, M., & Sutiasno, S. (2012). EVALUASI PERKIRAAN DAYA DUKUNG TEORITIS TIANG BERDASARKAN DATA SONDIR (CPT) DAN DIAL PRESSURE LOAD (STUDI: PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT GIGI DAN MULUT BANJARMASIN). *Jurnal POROS TEKNIK*, 3(Dcm).
- Mina, E., Indera Kusuma, R., & Prahara Mahardika, E. (2019). ANALISIS DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN PONDASI TIANG BERDASARKAN DATA STANDARD PENETRATION TEST (SPT) DAN CONE PENETRATION TEST (CPT)(STUDI KASUS: EAST CROSS TAXIWAY BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO –HATTA). *Jurnal Fondasi*, 8(2), 130–141.
- Muka, W. I., Made, N. I., & Wintara, I. P. O. (2021). Analisis Daya Dukung Tanah Pada Perencanaan Proyek Gedung. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, 10(2), 1–7. <https://e-journal.unmas.ac.id/index.php/jikt>
- Noor, A. (2014). Evaluasi Perkiraan Daya Dukung Teoritis Terhadap Daya Dukung Aktual Tiang Berdasarkan Data Sondir Dan Loading Test. *Jurnal INTEKNA*, 1, 1–101.
- Rahmadiansyah, K., & Harahap, D. S. (2022). *Pada Proyek Coffee Shop Di Kawasan Desa Hutaraja Kabupaten Samosir*. 1(2), 165–171.
- Ria Bela, K., Redana, I. W., & Hidayati, A. M. (2018). Daya Dukung Pondasi

- Telapak Dengan Plate Loading Test Pada Tanah Pasir. *Jurnal Spektran*, 6(2), 152–160. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/jsn/index>
- Ridhayani, I., & Saputra, I. (2021). Studi Analisis Daya Dukung Tanah Berdasarkan Data Sondir Di Kampus Padhang-Padhang Universitas Sulawesi Barat. *Bandar: Journal of Civil Engineering*, 3(2), 14–18. <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/2521743>
- Suratman, S., Fatnanta, F., & Satibi, S. (2019). Prediksi Kapasitas Daya Dukung Helical Pile Tunggal Berdasarkan Data Sondir Pada Tanah Gambut. *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.31849/siklus.v5i1.2274>
- Akbar, R. (2019). Analisis Perbandingan Daya Dukung Tanah pada Pondasi Dangkal dengan Menggunakan Metode Terzaghi, Meyerhof, Hansen, dan Metode Elemen Hingga. In *Repository UMSU*. <https://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/7927>
- Chairullah, B. (2016). Analisa Daya Dukung Pondasi Dengan Metoda Spt, Cpt, Dan Meyerhof Pada Lokasi Rencana Konstruksi Pltu Nagan Raya Provinsi Aceh. *Teras Jurnal*, 3(1), 15–24. <https://doi.org/10.29103/tj.v3i1.43>
- Fahriani, F., & Apriyanti, Y. (2015). Analisis Daya Dukung Tanah Dan Penurunan Pondasi Pada Daerah Pesisir Pantai Utara Kabupaten Bangka. *Jurnal Fropil*, 3(2), 89–95. <https://www.journal.ubb.ac.id/index.php/fropil/article/view/1219>
- Hartono, A., Kristanto, B., & Suwono, J. I. (2022). *Analisa Daya Dukung Pondasi Dengan Metode Cone Penetrometer Test (Cpt) Pada Konstruksi Pabrik Dan Gudang Aurataro Mandiangin*. 1–30.
- Marzuki, A., Firdaus, M., & Sutiasno, S. (2012). EVALUASI PERKIRAAN DAYA DUKUNG TEORITIS TIANG BERDASARKAN DATA SONDIR (CPT) DAN DIAL PRESSURE LOAD (STUDI: PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT GIGI DAN MULUT BANJARMASIN). *Jurnal POROS TEKNIK*, 3(Dcm).
- Mina, E., Indera Kusuma, R., & Prahara Mahardika, E. (2019). ANALISIS DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN PONDASI TIANG BERDASARKAN DATA STANDARD PENETRATION TEST (SPT) DAN CONE PENETRATION TEST (CPT)(STUDI KASUS: EAST CROSS TAXIWAY BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO –HATTA). *Jurnal Fondasi*, 8(2), 130–141.
- Muka, W. I., Made, N. I., & Wintara, I. P. O. (2021). Analisis Daya Dukung

- Tanah Pada Perencanaan Proyek Gedung. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, 10(2), 1–7. <https://e-journal.unmas.ac.id/index.php/jikt>
- Noor, A. (2014). Evaluasi Perkiraan Daya Dukung Teoritis Terhadap Daya Dukung Aktual Tiang Berdasarkan Data Sondir Dan Loading Test. *Jurnal INTEKNA*, 1, 1–101.
- Rahmadiansyah, K., & Harahap, D. S. (2022). *Pada Proyek Coffee Shop Di Kawasan Desa Hutaraja Kabupaten Samosir*. 1(2), 165–171.
- Ria Bela, K., Redana, I. W., & Hidayati, A. M. (2018). Daya Dukung Pondasi Telapak Dengan Plate Loading Test Pada Tanah Pasir. *Jurnal Spektran*, 6(2), 152–160. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/jsn/index>
- Ridhayani, I., & Saputra, I. (2021). Studi Analisis Daya Dukung Tanah Berdasarkan Data Sondir Di Kampus Padhang-Padhang Universitas Sulawesi Barat. *Bandar: Journal of Civil Engineering*, 3(2), 14–18. <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/2521743>
- Suratman, S., Fatnanta, F., & Satibi, S. (2019). Prediksi Kapasitas Daya Dukung Helical Pile Tunggal Berdasarkan Data Sondir Pada Tanah Gambut. *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.31849/siklus.v5i1.2274>