

**ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI *BORE PILE* PADA
JEMBATAN IDANO EHO Jl. DESA SIROFI AMANDRAYA
KABUPATEN NIAS SELATAN**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyarat Ujian
Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

**Yatafati Zega
188110019**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 3/7/23

Access From (repository.uma.ac.id)3/7/23

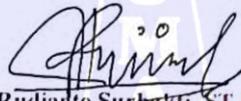
LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI BORE PILE PADA
JEMBATAN IDANO EHO JL. DESA SIROFI AMANDRAYA
KABUPATEN NIAS SELATAN

Diajukan Untuk Memenuhi Persyarat Ujian
Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

YATAFATI ZEGA
188110019

Disetujui Oleh : Dosen Pembimbing I



Rudianto Surbakti, ST, MT
NIDN: 0104048702

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Rahmatul Syah, S.Kom, M.Kom
NIDN : 0105058804

Ketua Prodi Teknik Sipil



Permana Syah, ST, MT
NIDN : 0106088004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang Bertanda Tangan Dibawah ini :

Nama : Yatafati Zega
NPM : 188110019
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Daya Dukung Pondasi Bore Pile Pada
Pembangunan Jembatan Idano Eho Jl. Desa
Sirofi, Amandraya Kabupaten Nias Selatan.

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau di terbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan apabila kelak dikemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar (skripsi plagiat) maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar kesarjanaan atau sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 07 Maret 2022

Yang Membuat Pernyataan



Yatafati Zega
188110019

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda
tangandibawah ini

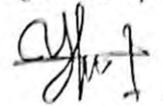
Nama	Yatafati Zega
NPM	188110019
Program Studi	Teknik SipilFakultasTeknik Sipil Fakultas Teknik
Jenis Karya	Tugas akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui memberikan kepada
Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-
exclusive Royalty- Free Right*) atas karya saya yang berjudul Analisis
Daya Dukung Pondasi Bore Pile Pada Pembangunan Jembatan Idano
Eho Jl. Desa Sirofi, Amandraya Kabupaten Nias Selatan. Beserta
Perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti
Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan,
mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data
(database) merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya
selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan
sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 07 Maret 2022

Yang membuat pernyataan



Yatafati Zega
188110019

RIWAYAT HIDUP

Yatafati Zega, dilahirkan di Kabupaten Nias Utara Tepatnya di Lawira, desa Hilisalo'o Kecamatan Sitolu Ori. Meriah pada tanggal 18 Oktober 2000, anak ke empat dari lima bersaudara dari kedua orangtua yang berasal dari keluarga sederhana yang tinggal dalam desa kecil.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar SD N 071039 ONOZIKHO Kec. Sitolu Ori, Kab. Nias Utara pada Tahun 2012. Pada tahun yang sama Penulis melanjutkan ke SMP N2 SITOLU ORI Kec. Sitolu Ori, Kab. Nias Utara pada Tahun 2015, kemudian melanjutkan pendidikan ke sekolah menengah kejuruan SMK N1 SITOLU ORI Kec. Sitolu Ori, Kab. Nias Utara pada Tahun 2018.

Pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan Strata satu (S-1) di salah satu Universitas swasta yang berada di Kota Medan Sumatera Utara yaitu :

UNIVERSITA MEDAN AREA dengan mengambil jurusan TEKNIK SIPIL Fakultas Teknik.

ABSTRAK

Pondasi Bore Pile merupakan pondasi yang dibangun dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, kemudian diisi dengan tulangan dan di cor. BorePile dipakai pada tanah dasar yang kokoh mempunyai daya dukung yang besar terletak sangat dalam, yaitu kurang lebih 15 meter serta keadaan sekitar lokasi tanah bangunan yang sudah banyak berdiri. Kelebihan Pondasi ini adalah pemasangan yang tidak menciptakan gangguan suara, kebisingan, maupun getaran karena prosesnya dilakukan secara manual dan tidak menggunakan mesin. Jadi, selama dalm pemasangan berlangsung, lingkungan yang berada disekitar proyek tidak terganggu dan proses ini juga tidak beresiko terhadap bangunan yang berada disekitar tersebut. Pemilihan bentuk pondasi yang didasarkan pada daya dukung tanah, perlu diperhatikan beberapa hal, antara lain bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 10 meter atau lebih dari dibawah permukaan tanah, maka jenis pondasi yang pada umumnya dipakai adalah pondasi Bore Pile. Analisis perhitungan daya dukung pondasi Bore Pile menggunakan Metode Aoki De Alencar, dan Metode Data Sondir Langsung dan untuk menghitung nilai kapasitas ujung Tiang menggunakan metode *Los Angeles Group – Action Formula* dan metode *Conversi Labarre*. Berdasarkan hasil diatas daya dukung ultimate (Q_{ult}) menggunakan metode Aoki de Alencar adalah: 3,622 Ton, sedangkan metode Data Sondir langsung adalah: 1,539 Ton. Dari hasil perhitungan tersebut daya dukung dari metode Aoki de Alencar lebih besar dari pada Data Sondir Langsung.

Kata kunci: Pondasi Bore Pile, Daya dukung, Kapasitas Izin

ABSTRACT

The Bore Pile foundation is a foundation built by first drilling the ground, then filling it with reinforcement and casting it. Borepile is used on solid subgrade that has a large carrying capacity, is located very deep, which is approximately 15 meters and the conditions around the location of the building land that have been standing a lot. The advantage of this foundation is that it does not create sound, noise or vibration disturbances because the process is done manually and does not use machines. So, while the installation is taking place, the environment around the project is not disturbed and this process is also not a risk to the buildings around it. The selection of the foundation form based on the carrying capacity of the soil requires several things to be considered, including if the hard soil is located at a depth of up to 10 meters or more below the soil surface, then the type of foundation that is generally used is the Bore Pile foundation. Analysis of the calculation of the bearing capacity of the Bore Pile foundation using the Aoki De Alencar Method, and the Direct Sondir Data Method and to calculate the value of the pile end capacity using the Los Angeles Group – Action Formula method and the Labarre Conversion method. Based on the above results the ultimate carrying capacity (Q_{ult}) using the Aoki de Alencar method is: 3.622 Tons, while the direct Sondir Data method is: 1.539 Tons. From the results of these calculations the carrying capacity of the Aoki de Alencar method is greater than that of Direct Sondir Data.

Keywords: *Bore Pile Foundation, Bearing Capacity, Permit Capacity*

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kepada Tuhan yang maha esa, atas berkat yang diberikan kepada saya, kedua orangtua saya, keluarga beserta teman teman. Sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi saya dengan segala kemampuan dan kesempatan yang baik ini.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area. Penelitian ini bertujuan untuk

Selama penyusunan skripsi ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, Bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng, M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom., M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
3. Bapak Hermansyah, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil yang dengan sabar telah membimbing saya serta memberikan masukan- masukan yang sangat berguna bagi saya.
4. Bapak Rudianto Surbakti, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Skripsi saya yang dengan sabar telah membimbing saya serta memberikan masukan- masukan yang sangat berguna bagi saya.

5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang selalu membantu penulisan dalam pengajaran dan segala urusan serta administrasi.
 6. Teristimewa, kepada kedua orang tua saya, Ayah dan Ibunda saya serta kepada seluruh keluarga besar saya yang telah memberikan doa, bantuan, dorongan semangat dan pengertian yang tulus, baik material dan spiritual, sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
 7. Seluruh rekan-rekan sejawat Mahasiswa/I Teknik Sipil angkatan 2018 Universitas Medan Area dan teman-teman seperjuangan yang telah banyak memberikan energy positif dan semangat kepada saya dan bantuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
- Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta di iringi dengan doa untuk menyelesaikan skripsi ini hanya kepada Tuhan yang Maha Esa Semua dikembalikan.

Medan, 07 Maret 2022

Yatafati Zega
188110011

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
NOTASI	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud Penelitian.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori	7
2.3 Penyelidikan Tanah Di Lapangan.....	8
2.4 Penyelidikan Tanah Dilaboratorium.....	10
2.5 Daya Dukung Tanah	14
2.6 Perancangan Pondasi	16
2.7 Macam Macam Pondasi.....	17
2.8 Jenis –Jenis Pondasi bore file	21
2.9 Tipe Tipe Kegagalan Pondasi	22
2.10 Perencanaan Pondasi Dalam Data Sondir.....	24
2.11 Menghitung Daya Dukung Pondasi.....	32
2.12 Metode Langsung Berdasarkan Data Sondir	39
2.13 Prosedur perencanaan pondasi tiang.....	51
BAB III METODE PENELITIAN	58
3.1 Deskripsi Penelitian.....	58
3.1.1 Lokasi Penelitian.....	58
3.1.2 Data Penelitian	59
BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN	62

4.1	Metode Aoki De Alencer	62
4.2	Metode Langsung Berdasarkan Data Sondir	63
4.3	Metode Efisiensi Kelompok Tiang	65
4.4	Pembahasan	68
BAB V KESIMPULANDAN SARAN		70
5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran	71
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Faktor Daya Dukung Tanah Terzahg.....	36
Tabel 2.2 Faktor Empiris Fb dan Fs.....	37
Tabel 3.1 Nilai Faktor Empirik Untuk Tipe Tanah.....	37
Tabel 4.1 Hitungan N.....	46
Tabel 4.2 Data Teknis Susunan Tiang Bore Pile.....	64
Tabel 4.3 Teknis Metode Conversi – Labarre.....	65
Tabel 4.4 Penggabungan dengan hasil Perhitungan.....	68



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh tanah pengujian.....	11
Gambar 2. 2 Contoh tanah pengujian.....	12
Gambar 2. 3 Pengujian	13
Gambar 2. 4 Parameter Klasifikasi Pondasi.....	14
Gambar 2. 5 Pondasi Lajur.....	17
Gambar 2. 6 Pondasi Setempat	18
Gambar 2. 7 Pondasi Gabungan	18
Gambar 2. 8 Pondasi Rakit.....	19
Gambar 2. 9 Pondasi <i>Caisson</i>	20
Gambar 2. 10 Pondasi Tiang Pancang	21
Gambar 2. 11 Shear Compression Failure	23
Gambar 2. 12 Diagonal Tension Failure	24
Gambar 2. 13 Pengujian Kerucut Statis	27
Gambar 2. 14 Fase Fase Keruntuhan Pondasi.....	29
Gambar 2. 15 Macam Keruntuhan Pondasi	30
Gambar 2. 16 Hubungan Dan Model Keruntuhan Tanah Pasir.....	32
Gambar 2. 17 Susunan Kelompok Tiang Pancang	33
Gambar 2. 18 Grafik daya dukung tanah terzaghi	35
Gambar 2. 19 Perlawanan Conus	38
Gambar 2. 20 Denah Perletakan Pondasi	38
Gambar 2. 21 Kelompok Tiang Perancang	51
Gambar 2. 22 Susunan Kelompok Tiang	53
Gambar 2. 23 Tipe Kelompok Tiang	53
Gambar 2. 24 Kelompok Tiang.....	54
Gambar 2. 25 Efisiensi Kelompok Tiang.....	55
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	57
Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian	60
Gambar 4.1 Baris Kelompok Tiang	61

NOTASI

Q_u = Kapasitas Daya Dukung Ultimate

Q_a = Kapasitas Daya Dukung Ijin

Q_p = Daya dukung ujung tiang

Q_s = Daya dukung ujung selimut tiang

q_p = Tahanan ujung persatuan luas

A_p = Luas penampang tiang bore

q_{ca} = Perlawanan Konus Rata - rata

f = Tahanan satuan skin friction

L_i = Panjang lapisan tanah

p = Keliling tiang

α = Factor adhesi

c_u = Kohesi tanah

N = Harga SPT lapangan

D = Diameter

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Struktur pondasi adalah struktur yang berfungsi menyalurkan beban dari struktur atas ke dalam tanah sehingga bangunan bisa tetap berdiri dan stabil. Secara umum, pondasi yang digunakan dalam struktur gedung dibagi menjadi dua macam, yaitu: pondasi dangkal dan pondasi dalam. Klasifikasi pondasi dapat melalui pendekatan parameter: kedalaman (D) dan lebar pelat pondasi (B), seperti yang terlihat pada Gambar 9.1. Bila rasio $D/B < 4$ maka pondasi tersebut bisa digolongkan sebagai pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan bila $D/B > 10$ maka pondasi dapat digolongkan sebagai pondasi dalam. Sedangkan bila $4 < D/B < 10$ maka tergolong pondasi semi dalam. Pondasi dangkal (*shallow foundation*) mengandung arti bahwa keberadaan tanah keras berada nyaris dipermukaan tanah sehingga proses pembuatan pondasi tidak perlu menggali tanah yang dalam. Contoh dari pondasi dangkal adalah pondasi lajur, pondasi setempat, pondasi gabungan, pondasi rakit, dan pondasi balok sloof.

Pondasi dalam (*deep foundation*) mengandung arti bahwa keberadaan tanah keras berada sangat jauh dari permukaan tanah, sehingga diperlukan media tambahan (misal: tiang pancang) untuk mentransfer gaya dari struktur pondasi ke lapisan tanah keras yang berada pada kedalaman tertentu. Contoh dari pondasi dalam adalah pondasi tiang pancang dan pondasi *caissons* (*Bor pile*). Salah satu parameter penting dalam perencanaan pondasi adalah mengetahui daya dukung tanah. Hal ini mengandung arti bahwa, perencana mengetahui besaran nilai gaya dukung tanah dan juga posisi lapisan tanah kerastersebut. Dengan demikian, jenis

pondasi yang akan digunakan bisa ditentukan, apakah menggunakan pondasi dangkal atau pondasi dalam. tiang pada pile cap, menghitung daya dukung pada tiap tiang pancang, pengaruh geser pons dan penulangan lentur pada pile cap.

Beban rencana yang digunakan dalam desain struktur pondasi adalah beban tak berfaktor (tanpa faktor pembebanan), misalkan kombinasi beban mati dan hidup $D+L$, bukan $1,2D + 1,6L$. Dalam perencanaan pondasi dangkal, proses desain akan difokuskan pada menghitung dimensi pondasi, tulangan lentur pelat pondasi dan menghitung kekuatan geser. Sedangkan dalam perencanaan pondasi dalam, proses desain akan difokuskan pada penentuan jumlah tiang pancang, dan penentuan formasi. (Yudha Lesmana, 2019).

Pondasi bored pile adalah pondasi tiang yang pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah lebih dahulu. Pemasangan pondasi bore pile ke dalam tanah dilakukan dengan cara mengebor terlebih dahulu, kemudian diisi tulangan yang telah dirangkai dan dicor beton. Apabila tanah mengandung air, maka dibutuhkan pipa besi atau yang biasa disebut dengan temporary casing untuk menahan dinding lubang agar tidak terjadi kelongsoran dan pipa ini akan dikeluarkan pada waktu pengecoran beton. (Hary Christiady Hardiyatmo, 2010).

Penelitian dilakukan dengan pokok permasalahan Analisa Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Tiang Bor (Bored Pile) Tunggal Dengan Menggunakan Program PLAXIS (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Yogya Toserba II Majalengka). Dalam penelitian ini, peneliti mendapatkan kesimpulan Semakin besar diameter pondasi maka semakin besar daya dukung ujung yang disalurkan. Jenis daya dukung pondasi tiang berdasarkan hasil perhitungan adalah termasuk End Bearing Pile, karena daya dukung ujung tiang lebih besar dibandingkan

dengan daya dukung selimut tiang. (Adi Guna Prakasa, Arief Rijaluddin 2016).

Penelitian dilakukan dengan pokok permasalahan Analisis Daya Dukung Tiang Bor (Bored Pile) pada Struktur Pylon Jembatan Soekarno Dengan PLAXIS 3D. Dari penelitian tersebut, peneliti mendapatkan kesimpulan Daya dukung axial plaxis 3D lebih kecil dari daya dukung axial statis ($Q_{axial-plaxis} < Q_{axial-statis}$) dengan selisih persentase sebesar 13.775 % dan Daya dukung lateral plaxis 3D lebih kecil dari daya dukung lateral statis ($Q_{lateral-plaxis} < Q_{lateral-statis}$) dengan selisih persentase sebesar 21.792%. Peneliti memberikan saran kepada pembaca yaitu perlu diadakan study lebih lanjut tentang analisis daya dukung dengan Plaxis 3D, terutama tentang pemodelan-pemodelan yang dipakai untuk menghasilkan daya dukung. (Christian Harsanto 2015).

Penggantian jembatan Idano Eho ini yang bertepatan di Kabupaten Nias Selatan disebabkan oleh Runtuhnya bangunan jembatan sebelumnya dikarenakan Struktur bangunan yang sebelumnya itu Runtuh dan tidak Kokoh sehingga bangunan tersebut tidak bisa untuk di Lintasi.

Jembatan Idano Eho ini berfungsi untuk membantu masyarakat sekitar untuk bisa mendistribusikan kebutuhan pokok, ternak, dan sebagai jalan untuk menuju Perkotaan tepatnya Kota Teluk Dalam, oleh karena itu saya sangat tertarik untuk dapat menganalisis kekuatan Pondasi pada Pembangunan Jembatan Idano Eho guna untuk mengetahui kekuatan dan ketahanan beban dalam Pembangunan tersebut.

Perbandingan yang saya lakukan pada penelitian ini yaitu metode yang saya gunakan, metode Aoki dan De Alencar dengan memanfaatkan data dari uji Sondir atau metode uji langsung ke lapangan untuk memperoleh daya dukung

pondasi, sedangkan untuk menghitung kapasitas ujung tiang menggunakan Metode *Conversi Labarre, dan Los Angeles Group – ActionFormula*.

Dengan adanya pengujian langsung ke lapangan maka saya dapat menyusun skripsi ini dengan judul **“Analisis Daya Dukung Pondasi Bore Pile pada Jembatan Idano Eho Jl. Desa Sirofi Amandraya Kabupaten Nias Selatan.”**

1.2 Maksud Penelitian

1. Untuk menganalisis daya dukung pondasi Bore Pile dengan menggunakan metode Aoki dan De Alencar.
2. Untuk menganalisis daya dukung pondasi bore pile dengan metode langsung berdasarkan data sondir.
3. Untuk menghitung efisiensi kelompok tiang bore pile dengan rumus *Conversi Labarre, dan Los Angeles Group – Action Formula*.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk memperoleh nilai daya dukung pondasi Bore Pile dengan menggunakan Metode Aoki dan De Alencar.
2. Untuk memperoleh nilai daya dukung pondasi bore pile dengan metode langsung berdasarkan data sondir.
3. Untuk memperoleh efisiensi kelompok tiang bore pile dengan rumus *Conversi Labarre, dan Los Angeles Group – Action Formula*.

1.4 Rumusan Masalah

1. Bagaimana menganalisis daya dukung pondasi Bore Pile dengan menggunakan Metode Aoki dan De Alencar.
2. Bagaimana menganalisis daya dukung pondasi Bore Pile dengan menggunakan metode langsung berdasarkan data sondir.
3. Bagaimana menghitung efisiensi kelompok tiang bore pile dengan rumus *Conversi – Labarre, dan Los Angeles Group – Action Formula*.

1.5 Batasan Masalah

1. Analisis daya dukung pondasi Bore Pile dilakukan pada tiang pancang P1 = D-50 cm, dan P2 = D-80 cm.
2. Metode yang digunakan dalam menganalisis daya dukung pondasi adalah Metode Aoki dan De Alencar dan Metode langsung berdasarkan data sondir.
3. Metode yang digunakan untuk menghitung efisiensi kelompok tiang bore pile dengan rumus *Conversi – Labarre, dan Los Angeles Group – Action Formula*.
4. bore Log yang digunakan bore nomor P1 = D-50 cm, dan P2 = D-80cm.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya merupakan salah satu referensi penulis ketika melakukan penelitian agar penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Jenis penelitian ini sudah pernah dilakukan sebelumnya, karena penelitian terdahulu sangat penting dalam penelitian yang akan dilakukan. Beberapa penelitian terdahulu yang mendasari penelitian ini antara lain:

1. Darlina Tanjung dan Ahmad Bima Nusa (2018) melakukan studi tentang pengaruh daya dukung pondasi tiang pancang pada proyek pembangunan GIS (*gas insulated switch gear*) di Payung Sekaki Pekanbaru. Selama penelitian, peneliti melakukan penelitian eksplorasi untuk mempelajari dan menganalisis pondasi tiang pancang terbaru menggunakan metode Langsung dan metode Aoki De Alencar.
2. Danipra Setiyo, Suhendra, dan M. Nuklirullah (2019) melakukan penelitian serupa tentang Analisis Daya Dukung Tanah Pondasi Tiang Dalam Rencana Pengembangan Kompleks Pendidikan Islam Al Azhar 57 Jambi. Studi perencanaan dilakukan dalam penelitiannya untuk mengetahui daya dukung pondasi dari data sondir, hasil uji SPT, dan hasil uji laboratorium dengan menggunakan beberapa metode, serta menghitung penurunan tiang tunggal dengan variasi secara mendalam.
3. Nurhidayanti, Mahfud S.Pd., M.T, dan Masrul Huda, M.A (2019) melakukan penelitian serupa tentang Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang.

Studi perencanaan dilakukan dalam penelitiannya untuk menghitung dan membandingkan daya dukung tiang tunggal menggunakan data sondir dan Uji Penetrasi Standar (SPT), serta menghitung kapasitas kelompok tiang yang paling efisien.

2.2 Landasan Teori

Pondasi bangunan yang merupakan titik terendahnya, memindahkan berat struktur ke tanah atau batuan di bawahnya (Hardiyatmo, 1996). Pondasi dapat dibagi menjadi dua kategori umum: pondasi dalam dan pondasi dangkal. Pemilihan pondasi tergantung pada jenis bangunan yang akan dibangun serta jenis tanahnya. Pondasi dangkal biasanya dipakai untuk bangunan beban ringan pada kondisi tanah yang relatif dapat diterima, sedangkan pondasi dalam biasanya dipakai untuk konstruksi beban berat.

Dalam kasus ini di mana bangunan di atasnya tidak besar, digunakan pondasi dangkal, bangunan simple misalnya. Bangunan publik lainnya dengan tanah keras dapat menggunakan pondasi ini juga. Pondasi batu kali, pondasi lokal, pondasi strip beton, pondasi strouspile, dan pondasi tiang kayu semuanya termasuk dalam pondasi dangkal. Sedangkan pondasi bangunan untuk tanah lunak adalah pondasi dalam. Selain itu, bangunan dan struktur bertingkat dengan lebar yang agak lebar menggunakan fondasi ini. Ini termasuk pondasi tiang pancang yang terbuat dari beton, besi, pipa, atau baja, serta pondasi lubang dan borpile.

Proses konstruksi harus mengikuti standar utama berikut karena pondasi merupakan komponen penting dari bagian struktural struktur dan berfungsi untuk menopang bangunan di atasnya:

1. Mampu menahan beban geser yang disebabkan oleh beban ke bawah dan

vertikal.

2. Memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan kondisi tanah yang bergeser untuk menahan pengaruh perubahan cuaca.
3. Tidak terpengaruh oleh dampak kimia

Pondasi tiang pancang beton cor di tempat, juga dikenal sebagai pondasi tiang bor, adalah pondasi yang stabil dan kaku yang dibangun dengan melapisi lubang dengan tulangan setelah mengebor tanah dan menuangkan beton ke dalamnya. Jika tanah mengandung air, diperlukan pipa besi untuk menahan dinding lubang pada tempatnya, dan pipa ini ditarik ke atas selama proses penuangan. Diameter di dasar tiang dapat diperbesar untuk meningkatkan ketahanan bantalan ujung tiang. Tiang pancang bekerja dengan tanah agar memberikan daya dukung, yang mendukung suprastruktur bangunan serta memberikan keamanan. Sebuah analisis menyeluruh dari tanah dilakukan untuk menentukan daya dukung.

2.3 Penyelidikan Tanah Dilapangan

Penyelidikan lapangan yang sering dilakukan adalah:

1. Pemboran (*drilling*)

Pemboran sangat penting dalam penyelidikan tanah karena dengan membore 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 pegujian 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 perkaki (*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 pentrasi dinamis (SPT).

2.4 Penyelidikan Tanah di Laboratorium

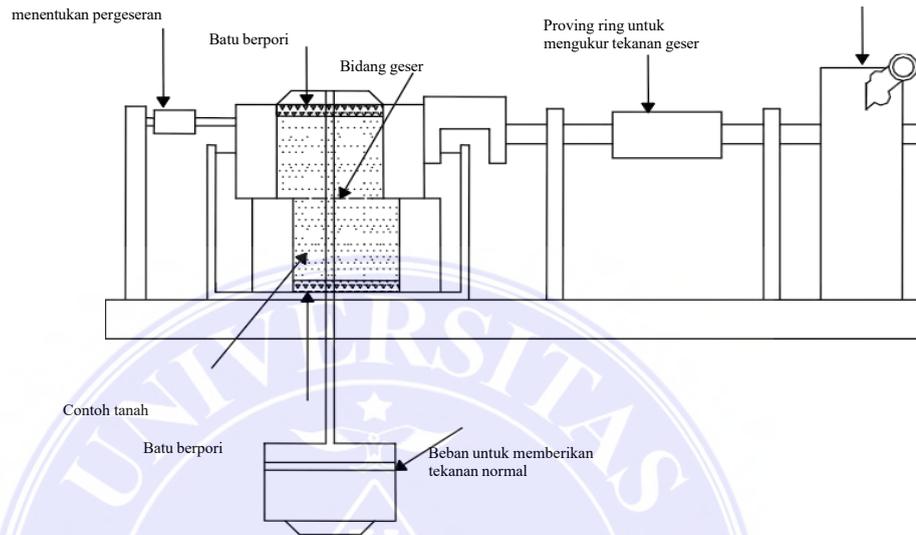
Selain penyelidikan tanah di lapangan juga perlu dilakukan penelitian tanah di laboratorium untuk menghitung daya dukung tanah yang meliputi uji fisik tanah dan uji mekanik. Uji fisik tujuannya untuk mengetahui sifat-sifat fisik tanah dan uji mekanik untuk memperoleh nilai sudut geser dan kohesi tanah.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

A. 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 2.1 Contoh tanah pengujian
 Sumber: mekanika daya dukung tanah (das, 2019)

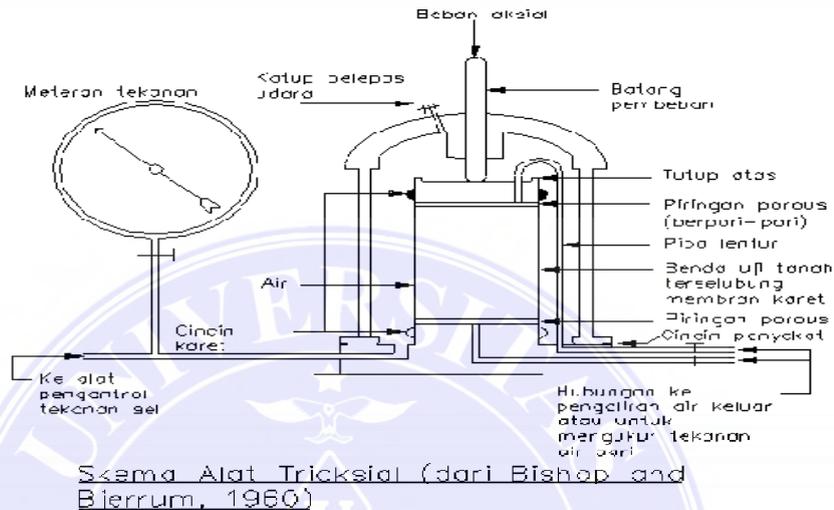
2. Tes triaksial (*triaxial test*)

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. Pada tes triaksial ada tiga jenis pengujian pokok:

a. Tak terkonsolidasi tak terdrainase (*unconsolidated undrained*) yaitu pengujian tanpa adanya drainase air pori. Kontrol drainase diperoleh dari pemakaian suatu system tertutup ataupun dari tingkat regangan yang tinggi, sehingga kerutuhan yang terjadi lebih cepat dari yang terdrainase.

b. 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.

c. 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.



Gambar 2.2 Contoh tanah pengujian
Sumber: mekanika daya dukung tanah (das, 2019)

B. Pengaruh Muka Air Tanah terhadap Daya Dukung Tanah Pengaruh muka air tanah terhadap daya dukung tanah:

1. Jika muka air tanah sangat dalam jika dibandingkan lebar pondasi ($z > B$) maka:

$$q_{ult} = c N_c + D_f \gamma_b N_q + 0,5 \gamma_b B N_\gamma \dots \dots \dots (2.1)$$
2. Jika muka air tanah terletak di atas:

$$q_{ult} = c N_c + [\gamma' (D_f - d_w) + \gamma d_w] N_q + 0,5 \gamma' B N_\gamma \dots \dots \dots (2.2)$$
3. Jika muka air tanah berada di dasar pondasi ($d_w = 0$)

$$q_{ult} = c N_c + D_f \gamma' N_q + 0,5 \gamma' B N_\gamma \dots \dots \dots (2.3)$$
4. Jika muka air tanahnya terletak pada kedalaman z dari bawah dasar pondasi ($z < B$), maka:

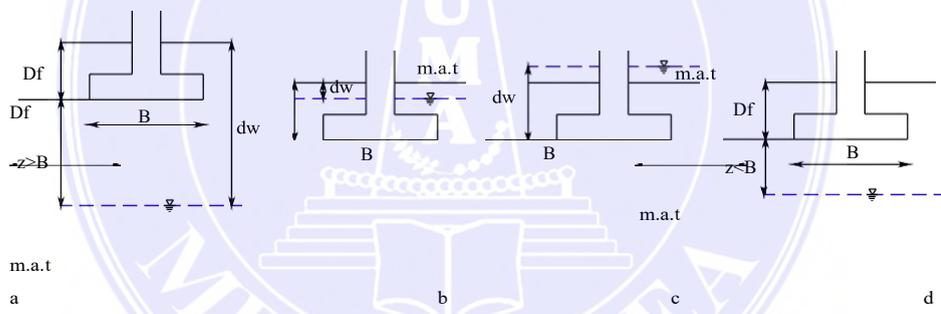
$$q_{ult} = c N_c + D_f \gamma_b N_q + 0,5 \gamma_r B N_\gamma \dots \dots \dots (2.4)$$

denga:

Q_{ult}	daya dukung ultimit tanah
C	nilai kohesi tanah
$N_c, N_q,$ N_f	faktor – faktor daya dukung tanah
D_f	kedalaman pondasi
B	lebar pondasi
γ_b	berat volume tanah basah
γ'	berat volume tanah efektif

$$\gamma - \gamma_{air} \dots \dots \dots (2.5)$$

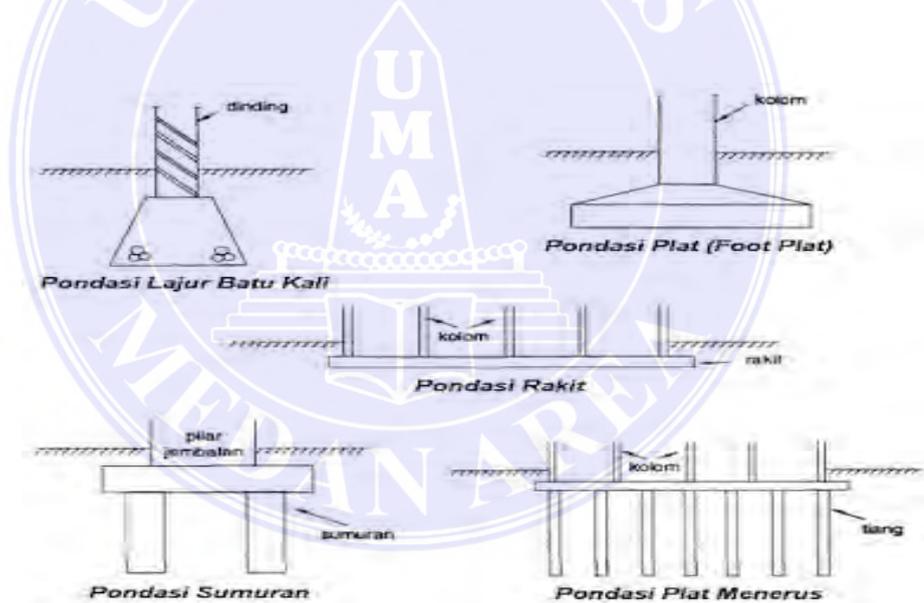
d_w kedalaman muka air tanah dari permukaan
 γ_r berat volume tanah rata – rata
 $= \gamma' + (z/B)(\gamma - \gamma')$(2.6)



Gambar 2.3 pengujian
 Sumber: mekanika daya dukung tanah (das, 2019)

2.5 Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah dalam merencanakan sebuah pondasi tiang pancang atau *bore pile*, dengan menggunakan data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan guna menentukan kapasitas dayang dukung ultimed dari tiang pancang atau *bore pile*. Setelah dilakukan penyelidikan dilanjutkan dengan perhitungan daya dukung tanah di lokasi tempat bangunan akan dibangun. Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk memikul tekanan atau beban maksimum yang diizinkan untuk bekerja pada pondasi. Untuk mendapat tegangan yang dipakai dalam perencanaan pondasi, besarnya beban dibagi dengan faktor keamanan (*safety factor*). Nilai yang diperoleh disebut dengan tegangan tanah yang diizinkan.



Gambar 2.4 Parameter Klasifikasi Pondasi
Sumber : *mekanika daya dukung tanah (das, 2019)*

Pada umumnya, daya dukung suatu tanah bisa ditentukan dengan berbagai macam metode, antara lain:

1. Dengan mengacu pada peraturan atau standar yang berlaku (SNI).
2. Dengan membandingkan antara kondisi pondasi *existing* (yang sudah ada) dengan informasi kondisi tanah dari sekitar wilayah proyek.
3. Melalui pengujian sondir & boring pada tanah.
4. Dengan menggunakan teori analisa terkait mekanisme tanah (*soil mechanics*).
5. Dengan tes beban pada tanah (*load test*).
6. Dan dengan kombinasi dari berbagai metode yang telah disebutkan.

Dalam menentukan daya dukung suatu tanah, banyak hal yang harus dipertimbangkan oleh seorang engineer. Hal ini mengingat tanah merupakan elemen yang berada didalam bumi yang tidak bisa dilihat atau diamati dengan kasat mata. Sehingga segala kemungkinan bisa terjadi dalam proses penentuan daya dukung tanah. Ada beberapa hal yang menyebabkan kondisi tanah yang berada dibawah pondasi sulit untuk diprediksi:

1. Adanya kemungkinan bahwa jenis lapisan tanah yang berada dibawah struktur pondasi terdiri dari berbagai macam jenis tanah yang dipengaruhi oleh faktor geologi, moda transportasi, dan mekanisme sedimentasi tanah.
2. Adanya perbedaan perilaku dari tiap jenis tanah disaat menerima beban sehingga pada kasus-kasus tertentu membutuhkan pengujian yang masif.
3. Frost action (pembekuan) yang memungkinkan terjadinya kenaikan pada permukaan tanah.
4. Adanya getaran yang menyebabkan terjadinya pemadatan dibawah tanah,

sehingga menghasilkan komposisi lapisan tanah yang tidak homogen dan bisa menyebabkan penurunan tanah yang tidak merata saat diberi beban.

5. Adanya faktor kelalaian manusia dalam pengolahan tanah, misalnya tumpukan tanah atau batuan disekitar lokasi proyek dan adanya saluran
6. existing dibawah tanah yang menyebabkan terjadi rongga sehingga mereduksi daya dukung tanah.
7. Adanya faktor bencana alam yang bisa terjadi kapan saja dan bisa merubah struktur tanah yang berada dibawah pondasi.

2.6 Perancangan Pondasi

Pemilihan jenis fondasi bergantung pada beban yang harus di dukung, kondisi tanah fondasi. Dan biaya pembuatan fondasi yang dibandingkan terhadap biaya struktur atasnya. Langkah-langkah perancangan fondasi, adalah sebagai berikut:

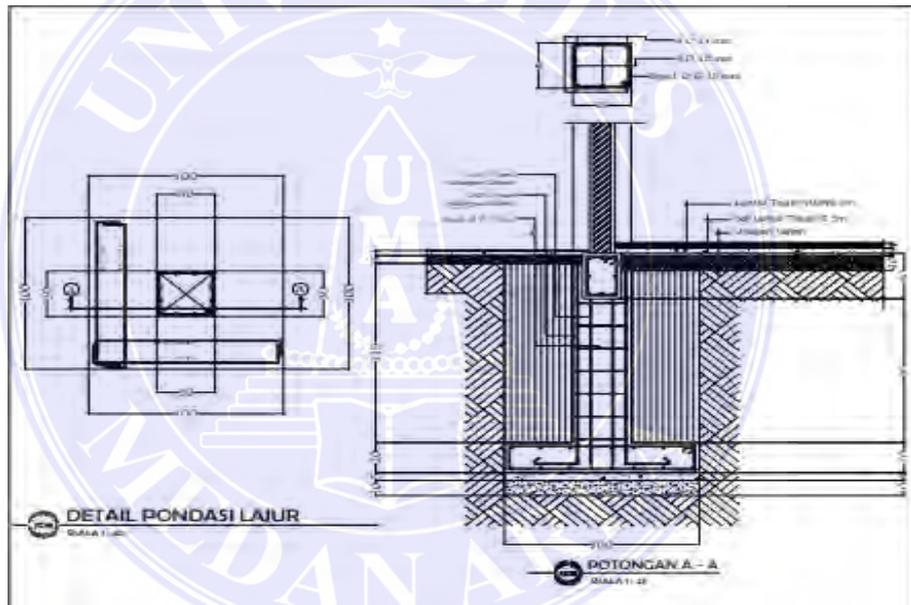
- 1). Menentukan jumlah beban efektif yang akan ditransfer ke tanah di bawah fondasi. Untuk perancangan tulangan, perlu ditentukan besarnya beban mati dan beban hidup dan beban- beban tersebut harus dikalikan faktor-faktor pengali tertentu menurut peraturan yang berlaku.
- 2). Menentukan nilai kapasitas dukung ijin (q). Luas dasar fondasi, secara pendekatan ditentukan dari membagi jumlah beban efektif dengan kapasitas dukung ijin (q).
- 3). Didasarkan pada tekanan yang terjadi pada dasar fondasi, dapat dilakukan perancangan struktur dari fondasinya, yaitu dengan menghitung momen-momen lentur dan gaya-gaya geser yang terjadi pada pelat fondasi.

2.7. Macam - Macam Pondasi

Berdasarkan SNI 2847-2019; Pasal 13.1.1; Hal-259, jenis pondasi pada struktur gedung (berdasarkan letak lapisan tanah keras) dibagi menjadi pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*). Dua jenis pondasi tersebut masing- masing memiliki macam struktur pondasi terdiri :

1. Pondasi Dangkal (*shallow foundation*) :

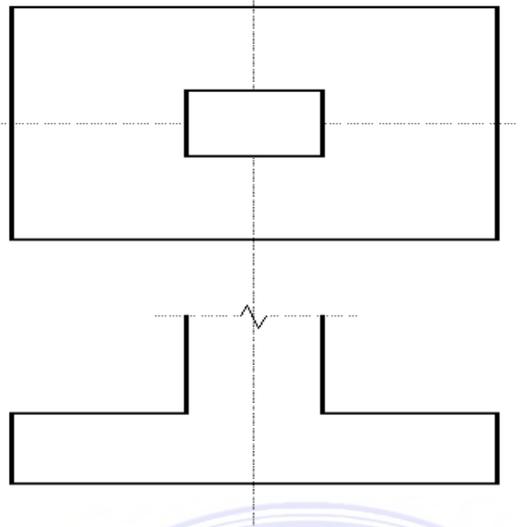
- a. Pondasi lajur/menerus; merupakan jenis pondasi dangkal yang dimensinyamemanjang mengikuti struktur atasnya.



Gambar 2.5 Pondasi Lajur

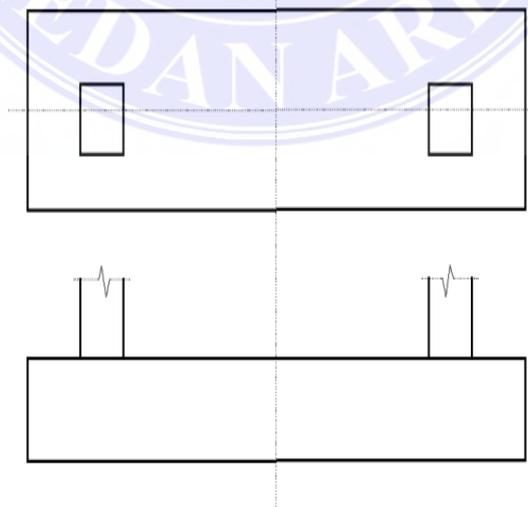
Sumber : *mekanika daya dukung tanah (das, 2019)*

- b. Pondasi setempat, merupakan jenis pondasi dangkal yang lokasinya sesuai posisi kolom dari struktur bangunan. Umumnya bentuk pondasi ini adalah berbentuk persegi dengan ketebalan minimum ($t \geq 150$ mm), berdasarkan SNI 2847-2019



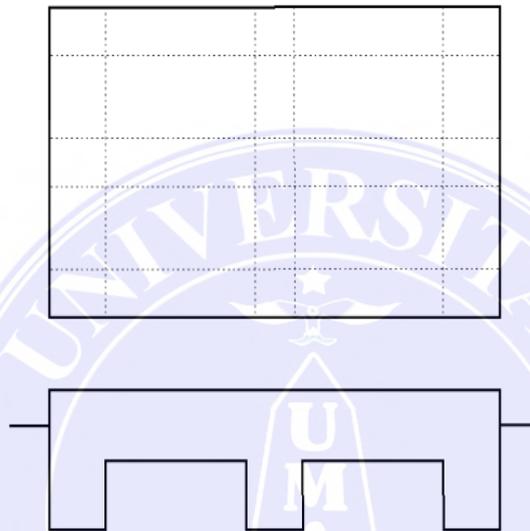
Gambar 2.6 Pondasi Setempat
Sumber : *mekanika daya dukung tanah (das, 2019)*

- c. Pondasi gabungan, pada dasarnya merupakan jenis pondasi setempat. Namun dikarenakan lokasi antara kolom berdekatan dan dimensi pelat pondasi antara dua kolom tersebut nyaris berdekatan, sehingga untuk memberikan efisiensi yang optimal, pondasi setempat digabung mejadi satu dan membentuk pondasi gabungan.



Gambar 2.7 Pondasi Gabungan
Sumber : *mekanika daya dukung tanah (das, 2019)*

- d. Pondasi rakit (*Raft foundation*) merupakan jenis pondasi dangkal yang dimensinya seluas bangunan. Jenis pondasi ini umumnya digunakan bila jenis tanah yang digunakan sangat buruk atau memiliki daya dukung ijin yang relatif kecil. Sehingga, agar gaya (tegangan) yang ditransfer dari struktur atas menjadi lebih kecil, maka luasan pondasi diperluas.

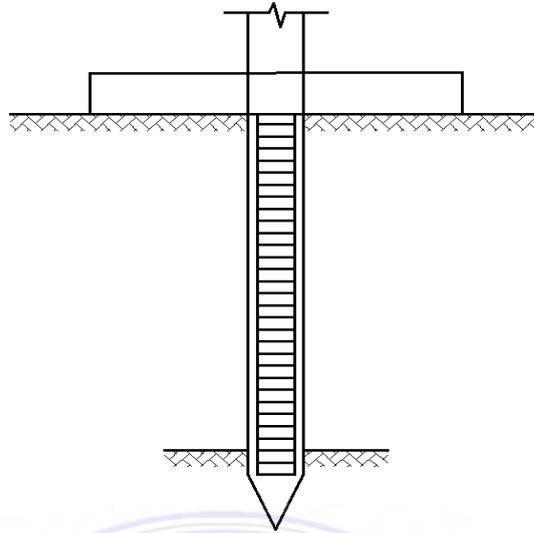


Gambar 2.8 Pondasi Rakit

Sumber : *mekanika daya dukung tanah (das, 2019)*

2. Pondasi dalam (*Deep foundation*):

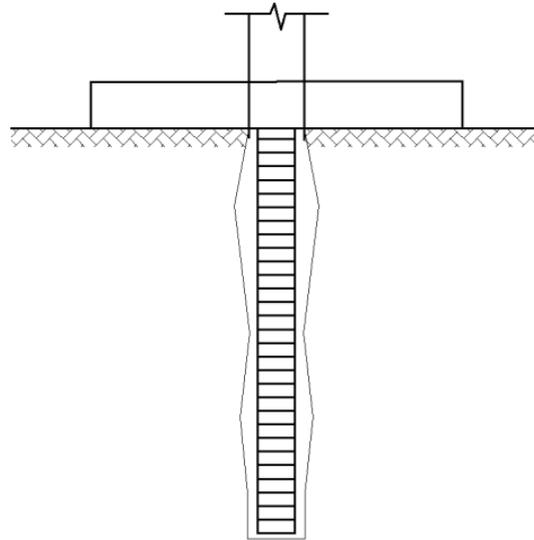
- a. Pondasi Caissons (*Bor pile*): merupakan jenis pondasi dalam yang metode pengerjaannya diawali dengan pengeboran tanah sesuai dengan diameter tiang beton yang direncanakan. Selanjutnya, besi tulangan yang sudah disusun kemudian dimasukkan kedalam lubang tersebut dan dilakukan pengecoran ditempat (*cast in situ*).



Gambar 2.9 Pondasi Caisson

Sumber : *mekanika daya dukung tanah (das, 2019)*

b. Pondasi tiang pancang merupakan jenis pondasi dalam yang menggunakan beton precast sebagai media tiang yang ditanam. Jenis pondasi ini paling banyak digunakan, dikarenakan dari segi kualitas beton sangat terjamin (dibuat dipabrik). Dan memungkinkan untuk digunakan dengan kedalaman yang lebih dalam. Elemen pendukung dari pondasi tiang pancang adalah pile cap yang berfungsi mentransfer gaya dari kolom ke tiang pancang. Adapun gambaran pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*) yang telah dijelaskan diatas dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 2.10 Pondasi Tiang Pancang

Sumber : *Braja M das (2019)*

2.8. Jenis-jenis Pondasi Bore Pile

2.8.1. Strauss Pile Atau Bore Pile Manual

Strauss pile adalah teknik pembuatan bore pile yang dilakukan dengan tenaga manusia sebagai penggerak alat bor. Metode jenis ini umumnya dilakukan pada tanah yang kering. Selain itu, metode ini cukup praktis karena tidak menimbulkan polusi atau suara bising dari mesin yang mengganggu. Tentunya metode ini terbatas pada waktu pengerjaan yang lebih lama dan tingkat kedalaman yang terbatas.

2.8.2. Bore Pile Mini Crane

Sesuai namanya, metode pembuatan bore pile ini menggunakan alat mini crane. Berbeda dengan Strauss pile, penggunaan mini crane membutuhkan air yang cukup banyak dalam proses pengeborannya karena menggunakan teknik bor basah. Bore Pile Mini Crane memiliki ragam variasi diameter pondasi yang bisa digunakanyaitu berdiameter dari 30 cm hingga 80 cm.

2.8.3. Bored Pile Gawangan

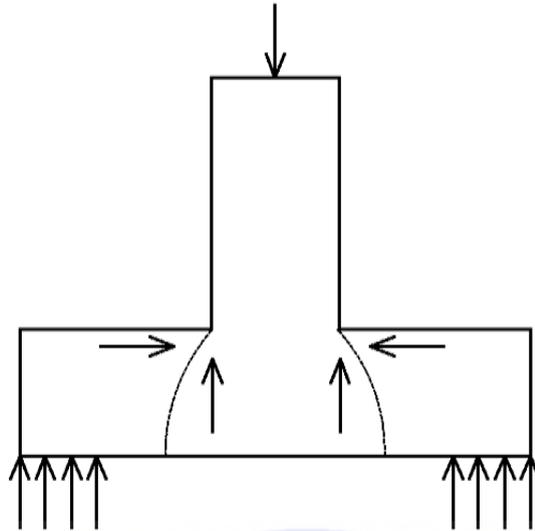
Bored Pile Gawangan adalah metode pembuatan pondasi bore pile yang menggunakan alat gawangan. Alat gawangan sendiri bekerja mirip dengan

alat mini crane yaitu menggunakan air yang cukup banyak. Perbedaannya adalah lubang yang dihasilkan gawangan berdiameter lebih besar dibanding mini crane. Perbedaan lainnya yang lebih mencolok adalah penggunaan tambang pada tiang gearbox dan sasis mesin di sisi kiri dan kanannya. Penggunaan tambang ini bertujuan untuk menjaga keseimbangan alat selama proses pengeboran dan agar tidak melenceng ke arah lainnya. Bore Pile Gawangan cukup populer karena kemudahan alatnya yang dapat dirangkai dan dibongkar sehingga memudahkan pengerjaan.

2.9 Tipe-tipe kegagalan pondasi

Prosedur perencanaan pondasi setempat perlu memperhatikan pola keruntuhan (mode failure) yang dipengaruhi oleh perbandingan bentang geser (a) dan tebal pelat pondasi (d) serta pengaruh M/Vd dari beban luar. Adapun mekanisme kegagalan yang dimaksud adalah:

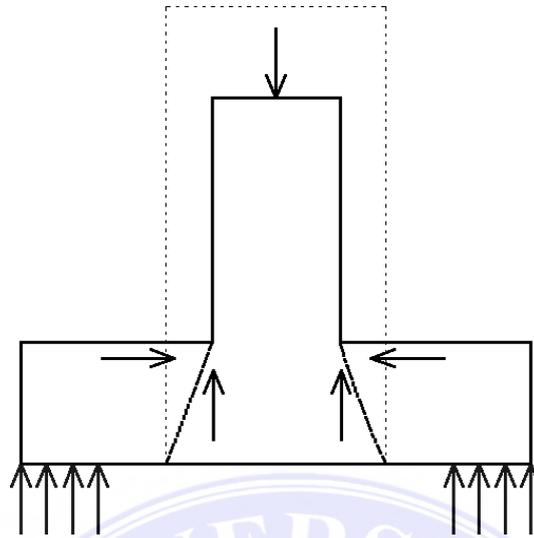
- a. Kegagalan geser-tekan (*Shear-compression failure*). Sebuah kegagalan yang terjadi pada penampang pondasi dengan Rasio a/d yang relatif sangat kecil, yang ditunjukkan dengan munculnya retak miring pada penampang. Retak tersebut kemudian melebar ke daerah tegangan tekan, sehingga penampang pada daerah tekan mengalami kegagalan akibat kombinasi tegangan geser dan tekan, seperti yang terlihat pada Gambar.



.Gambar 2.11 Shear Compression Failure

Sumber : *Braja M das (2019)*

- b. Kegagalan lentur setelah terjadi retak miring. Sebuah kegagalan pada struktur pondasi yang memiliki rasio a/d yang relatif sangat kecil. Retak awal yang muncul tidak menyebabkan kegagalan jika panjang penyaluran pada tulangan tarik tercukupi, sehingga tulangan tarik mencapai batas kuat lelehnya.
- c. Kegagalan tarik diagonal (*Punching shear*). Kegagalan ini biasanya terjadi pada pondasi yang memiliki rasio a/d yang relatif menengah. Bila kegagalan terjadi, maka akan terbentuk retak miring pada sekitar keliling dari luasan yang dikenai beban terpusat. Berdasarkan banyak studi yang telah dilakukan, penampang kritis tersebut bisa ditentukan sebesar $d/2$ dari keliling sisi kolom yang menerima beban aksialterpusat, seperti yang terlihat pada Gambar.



Gambar 2.12 Diagonal Tension Failure

Sumber : Braja M das (2019)

- d. Kegagalan lentur. Jenis kegagalan ini terjadi pada penampang pondasi yang memiliki rasio a/d relatif sangat besar. Ciri khas dari kegagalan ini adalah tidak munculnya retak miring pada penampang pondasi sebelum kuat lentur penampang pondasi tercapai. Melihat fenomena diatas dapat disimpulkan bahwa dalam desain pondasi diharapkan tidak terjadi keruntuhan geser disaat penampang belum mencapai kuat lenturnya, seperti halnya desain pada balok.

2.10 Perencanaan Pondasi Dalam dari Data Sondir

Kapasitas dukung tiang adalah kemampuan atau kapasitas tiang dalam mendukung beban (Hardiyatmo, 2011). Jika dalam kapasitas dukung pondasi dangkal satuannya adalah satuan tekanan (kPa) maka dalam kapasitas dukung tiang pancang satuannya adalah satuan gaya (kN). Kapasitas ultimit tiang yang

dipancang dalam tanah kohesif, adalah jumlah tahanan gesek sisi tiang dan tahanan ujungnya. Besar tahanan gesek tiang tergantung dari bahan dan bentuk tiang.

Umumnya, bila tanah homogen, tahanan gesek dinding yang berupa adhesi antara sisi tiang dan tanah akan berpengaruh besar pada kapasitas ultimitnya. Diantara perbedaan tes dilapangan, sondir atau *cone penetration test* (CPT) seringkali sangat dipertimbangkan berperanan dari geoteknik. CPT atau sondir ini tes yang sangat cepat, sederhana, ekonomis dan tes tersebut dapat dipercaya dilapangan dengan pengukuran terus-menerus dari permukaan tanah-tanah dasar.

CPT atau sondir ini dapat juga mengklasifikasi lapisan tanah dan dapat memperkirakan kekuatan dan karakteristik dari tanah. Didalam perencanaan pondasi tiang pancang (*pile*), data tanah geser sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*) dari tiang pancang sebelum pembangunan dimulai, guna menentukan kapasitas ultimit dari tiang pancang.

2.10.1 Penyelidikan Tanah di Lapangan

Jenis-jenis tanah tertentu sangat mudah sekali terganggu oleh pengaruh pengambilan contohnya di dalam tanah. Untuk menanggulangi hal tersebut, sering dilakukan beberapa pengujian di lapangan secara langsung.

Pengujian-pengujian tersebut, antara lain:

1. Pengujian penetrasi standar atau pengujian *SPT* (*Standard Penetration Test*).
2. Pengujian penetrasi kerucut statis (*static cone penetration test*).
3. Pengujian beban pelat (*plate load test*).

4. Pengujian geser baling-baling (*vane shear test*).

Pengujian di lapangan sangat berguna untuk mengetahui karakteristik tanah dalam mendukung beban fondasi dengan tidak dipengaruhi oleh kerusakan contoh tanah akibat operasi pengeboran dan penanganan contohnya. Khususnya, berguna untuk menyelidiki tanah lempung sensitif, lanau, dan tanah pasir tak padat. Perlu diperhatikan bahwa hasil Pengujian-pengujian geser baling-baling dan penetrasi, hanya memberikan informasi satu karakteristik tanah saja, yaitu kuat geser tanah. Oleh karena itu, pengujian-pengujian tersebut seharusnya tidak digunakan sebagai pengganti pengeboran, namun hanya sebagai pelengkap data hasil penyelidikan. Sesuatu yang tak dapat diidentifikasi oleh pengujian-pengujian tersebut adalah mengenai jenis tanah yang ditembusnya, atau perbedaan jenis tanahnya.

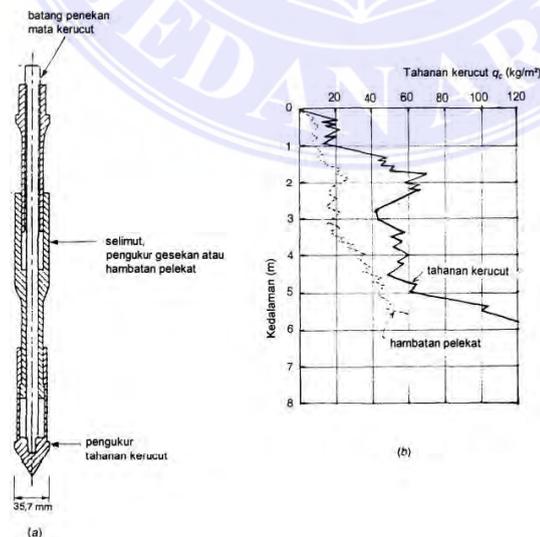
Sebagai contoh, pengujian tak dapat memberikan informasi mengenai tanah yang diuji adalah tanah organik atau lempung lunak, atau tanah berupa pasir tak padat atau lempung kaku, karena yang diketahui hanya tahanan penetrasi atau kuat gesernya saja. Demikian pula, hasil-hasil pengujiannya tak dapat memberikan informasi mengenai kondisi air tanah. Untuk itu, kekurangan-kekurangan datanya dapat dilengkapi dengan mengadakan pengeboran tanah.

2.10.2 Pengujian Penetrasi Kerucut Statis

Pengujian penetrasi kerucut statis atau pengujian sondir banyak digunakan di Indonesia, di samping pengujian SPT. Pengujian ini sangat berguna untuk memperoleh nilai variasi kepadatan tanah pasir yang tidak padat. Pada tanah pasir yang padat dan tanah-tanah berkerikil dan berbatu, penggunaan alat sondir menjadi tidak efektif, karena akan banyak mengalami kesulitan dalam

menembus tanah. Nilai-nilai tahanan kerucut statis (q_c) yang diperoleh dari pengujiannya, dapat dikorelasikan secara langsung dengan nilai daya dukung tanah dan penurunan pada fondasi-fondasi dangkal dan fondasi tiang.

Ujung alat ini terdiri dari kerucut baja yang mempunyai sudut kemiringan 60° dan berdiameter 35,7 mm atau mempunyai luas penampang 1000 mm^2 . Bentuk skematis dan cara kerja alat ini dapat dilihat pada Gambar 2.10. Alat sondir dibuat sedemikian rupa sehingga dapat mengukur tahanan ujung dan tahanan terhadap gesekan dari selimut silinder mata sondirnya. Cara penggunaan alat ini, adalah dengan menekan pipa penekan dan mata sondir secara terpisah, melalui alat penekan mekanis atau dengan tangan yang memberikan gerakan ke bawah. Kecepatan penekanan kira-kira 10 mm/detik. Pembacaan tahanan kerucut statis dilakukan dengan melihat arloji pengukurnya. Nilai q_c adalah besarnya tahanan kerucut dibagi dengan luas penampangnya. Pembacaan arloji pengukur, dilakukan pada tiap-tiap penembusan sedalam 20 cm. Tahanan ujung serta tahanan gesekan selimut alat sondir dicatat. Dari sini diperoleh grafik tahanan



kerucut statis atau grafik sondir yang menyajikan nilai keduanya.

Gambar 2.13 Pengujian kerucut statis:

(a) Gambar skematis a/at pengujian.(b)Contoh hasil pengujian.
Sumber : Sumber : *Braja M das (2019)*



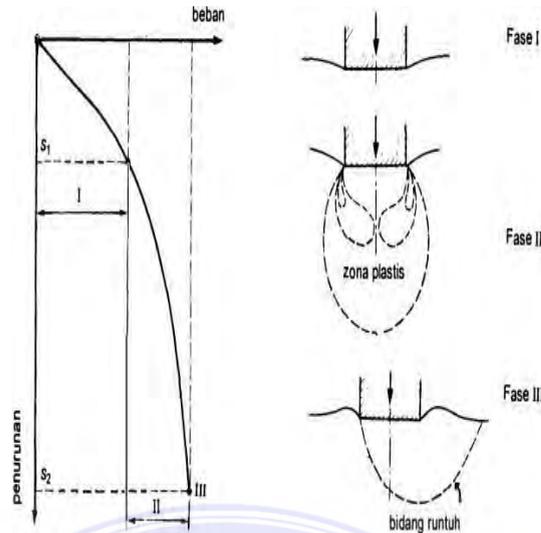
2.10.3 Tipe – Tipe Keruntuhan Fondasi

Untuk mempelajari perilaku tanah pada saat permulaan pembebanan sampai mencapai keruntuhan, dilakukan tinjauan terhadap suatu fondasi kaku pada kedalaman dasar fondasi yang tak lebih dari lebar fondasinya. Penambahan beban fondasi dilakukan secara berangsur-angsur.

Saat awal penerapan bebannya, tanah di bawah fondasi turun yang diikuti oleh deformasi tanah secara lateral dan vertikal ke bawah. Sejauh beban yang diterapkan relative kecil, penurunan yang terjadi kira-kira sebanding dengan besarnya beban yang diterapkan. Dalam keadaan ini, tanah dalam kondisi keseimbangan elastis. Massa tanah yang terletak di bawah fondasi mengalami kompresi yang mengakibatkan kenaikan kuat geser tanah, yang dengan demikian menambah daya dukungnya.

Pada penambahan beban selanjutnya, baji tanah terbentuk tepat di dasar fondasi dan deformasi plastis tanah menjadi semakin dominan. Gerakan tanah pada kedudukan plastis dimulai dari tepi fondasi, dan kemudian dengan bertambahnya beban, zona plastis berkembang. Gerakan tanah ke arah lateral menjadi semakin nyata yang diikuti oleh retakan lokal dan geseran tanah di sekeliling tepi fondasinya. Dalam zona plastis, kuat geser tanah sepenuhnya berkembang untuk menahan bebannya.

Fase ini dikarakteristikan oleh kecepatan deformasi yang semakin bertambah seiring dengan penambahan bebannya. Deformasi tersebut diikuti oleh gerakan tanah ke arah luar yang diikuti oleh menggembungnya tanah permukaan, dan kemudian, tanah pendukung fondasi mengalami keruntuhan dengan bidang runtuh yang berbentuk lengkungan dan garis, yang disebut bidang geser radial dan bidang geser linier.



Gambar 2.14 : Fase-fase keruntuhan fondasi.

Sumber : Braja M das (2019)

Berdasarkan pengujian model, Vesic (1963) membagi mekanisme keruntuhan

2.10.4 Keruntuhan geser umum.

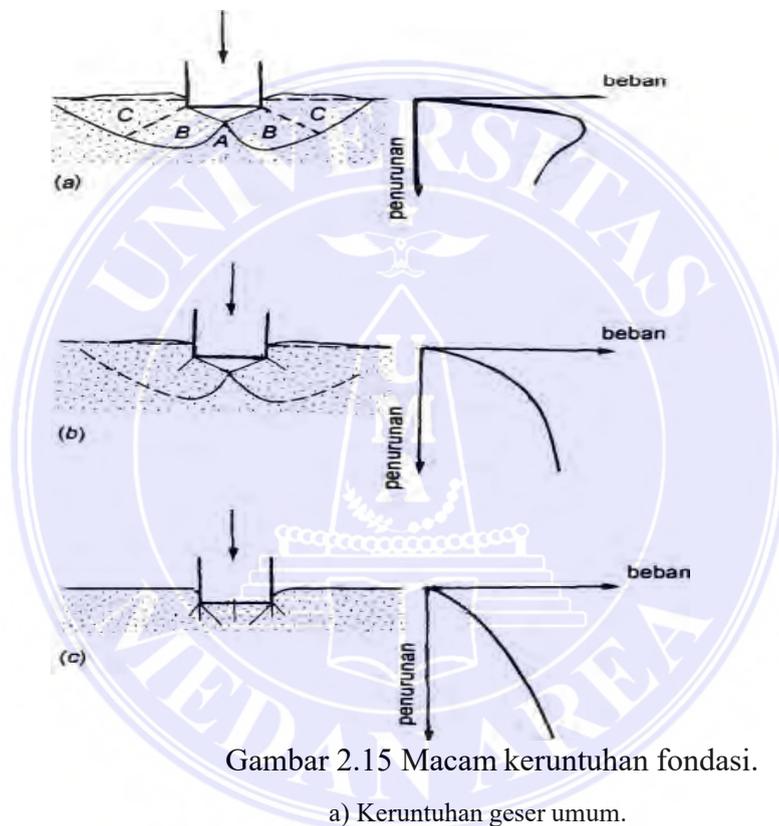
Keruntuhan fondasi terjadi menurut bidang runtuh yang dapat diidentifikasi dengan jelas. Suatu baji tanah terbentuk tepat pada dasar fondasi (zona A) yang menekan tanah ke bawah hingga menyebabkan aliran tanah secara plastis pada zona B. Gerakan ke arah luar di kedua zona tersebut, ditahan oleh tahanan tanah pasif di bagian C. Saat tahanan tanah pasif bagian C terlampaui, terjadi gerakan tanah yang mengakibatkan pengembangan tanah di sekitar fondasi. Bidang longsor yang terbentuk, berupa lengkungan dan garis lurus yang menembus hingga mencapai permukaan tanah. Saat keruntuhannya, terjadi gerakan massa tanah ke arah luar dan ke atas. Keruntuhan geser umum terjadi dalam waktu yang relatif mendadak, yang diikuti oleh penggulingan fondasinya.

2.10.5 Keruntuhan geser lokal

Tipe keruntuhannya hampir sama dengan keruntuhan geser umum, namun bidang runtuh yang terbentuk tidak sampai mencapai permukaan tanah. Jadi, bidang runtuh yang kontinu tak berkembang. Fondasi tenggelam akibat

bertambahnya beban pada kedalaman yang relatif dalam, yang menyebabkan tanah di dekatnya mampat.

Tetapi, mampatnya tanah tidak sampai mengakibatkan kedudukan kritis keruntuhan tanahnya, sehingga zona plastis tak berkembang seperti pada keruntuhan geser umum. Dalam tipe keruntuhan geser lokal, terdapat sedikit pengembangan tanah di sekitar fondasi, namun tak terjadi penggulingan fondasi.



Gambar 2.15 Macam keruntuhan fondasi.

- a) Keruntuhan geser umum.
- b) Keruntuhan geser lokal.
- c) Keruntuhan penetrasi.

Sumber : Aoki de alencar.

2. Keruntuhan penetrasi

Pada tipe keruntuhan ini, dapat dikatakan keruntuhan geser tanah tidak terjadi. Akibat bebannya, fondasi hanya menembus dan menekan tanah ke samping yang menyebabkan pemampatan tanah di dekat fondasi. Penurunan fondasi bertambah hampir secara linier dengan penambahan bebannya. Pemampatan tanah akibat penetrasi fondasi, berkembang hanya pada zona terbatas tepat di dasar dan di sekitar tepifondasi. Penurunan yang terjadi tak menghasilkan cukup gerakan arah lateral yang menuju kedudukan kritis keruntuhan tanahnya, sehingga kuat geser ultimit tanah tak dapat berkembang.

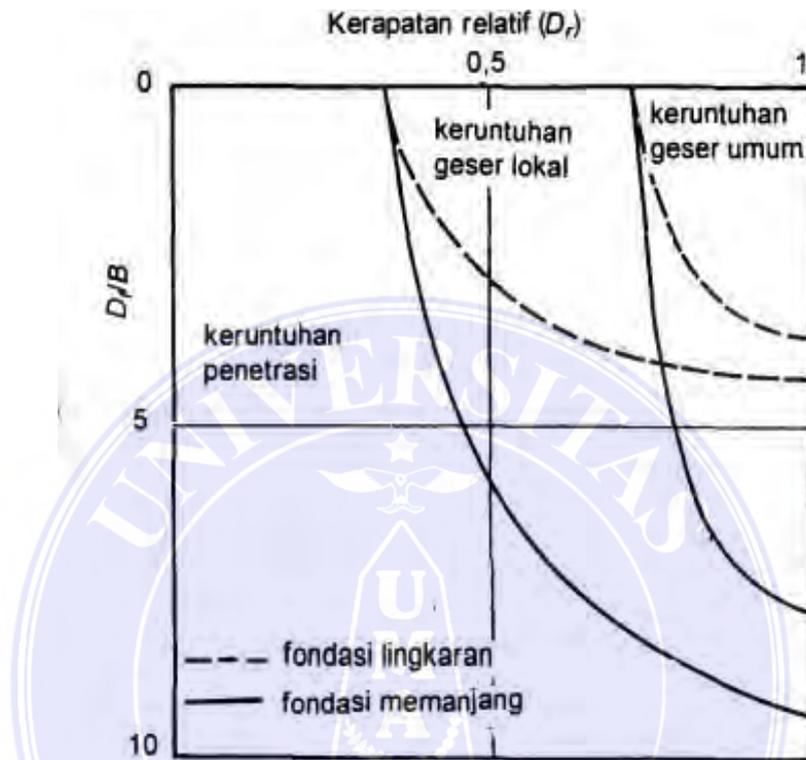
Fondasi menembus tanah ke bawah dan baji tanah yang terbentuk di bawah dasar fondasi hanya menyebabkan tanah menyisih. Saat keruntuhan, bidang runtuh tak terlihat sama sekali. Jika tanah tak mudah mampat dan kuat gesernya tinggi, praktis akan terjadi keruntuhan geser umum.

Tipe keruntuhan penetrasi dapat diharapkan terjadi terutama pada tanahtanah yang mudah mampat, seperti pasir tak padat dan lempung lunak, dan banyak terjadi pula jika kedalaman fondasi (D) sangat besar dibandingkan dengan lebarnya (B). Akan tetapi, model keruntuhan fondasi yang dapat diharapkan terjadi pada tipe fondasi tertentu tergantung dari banyak faktor. Contohnya, tipe tanah tertentu tidak dapat menunjukkan tipe model keruntuhan fondasinya.

Vesic (1963) telah banyak mengerjakan tes model untuk mengetahui pengaruh kepadatan tanah pasir serta pengaruh lebar dibanding kedalaman fondasi (D/B) terhadap mekanisme keruntuhan fondasi.

Dari hasil tes tersebut, diperoleh bahwa tipe keruntuhan fondasi bergantung pada kerapatan relatif (D_r) dan nilai D/B , seperti yang ditunjukkan dalam

Gambar. Tipe keruntuhan geser umum diharapkan terjadi pada fondasi yang relatif dangkal yang terletak pada pasir padat atau kira-kira dengan 36° , sedang untuk keruntuhan geser lokal kira-kira dengan $< 29^\circ$.



Gambar :2.16 Hubungan dan model keruntuhan tanah pasir (Vesic, 1973)
 Sumber : Braja M das (2019)

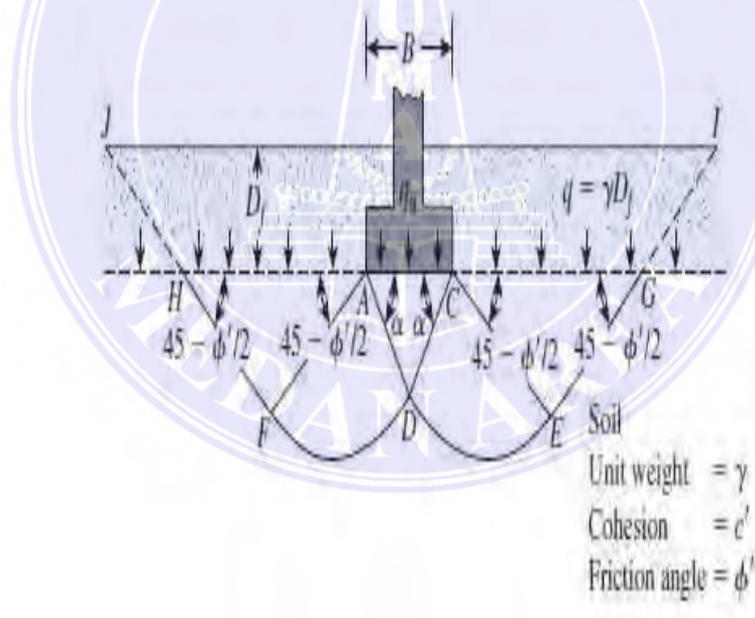
2.11 Menghitung Daya Dukung Pondasi

Perencanaan pondasi tiang pancang dengan Sondir diklasifikasikan atas beberapa metode diantaranya : Setelah dilakukan penyelidikan dilanjutkan dengan perhitungan daya dukung tanah di lokasi tempat bangunan akan dibangun. Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk memikul tekanan atau beban maksimum yang diizinkan untuk bekerja pada pondasi. Untuk mendapat tegangan yang dipakai dalam perencanaan pondasi, besarnya beban dibagi dengan faktor keamanan (safety factor). Nilai yang diperoleh disebut dengan tegangan tanah yang diizinkan.

$$\text{Tegangan tanah yang diizinkan} = \frac{\text{Daya Dukung Batas (} q_{ult} \text{)}}{\text{Faktor Keamanan (SF)}}$$

Untuk memenuhi syarat keamanan, disarankan faktor aman terhadap keruntuhan akibat beban maksimum sama dengan 3. Untuk struktur kurang penting faktor aman boleh diambil kurang dari 3. Faktor aman 3 adalah sangat penting untuk menanggulangi ketidakpastian kondisi tanah dasar.

Ada beberapa metode untuk menghitung daya dukung tanah, metode yang paling sering digunakan adalah metode dari Terzaghi. Analisis daya dukung didasarkan kondisi general shear failure, yang dikemukakan Terzaghi (1943) dengan anggapan pondasi berbentuk memanjang tak terhingga dengan lebar lebar B dan terletak di atas tanah homogen.



Gambar :2.17 Hubungan dan model keruntuhan tanah pasir (Vesic, 1973)

Sumber : Braja M das (2019)

Persamaannya:

$$q_{ult} = c N_c + D_f \gamma N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma$$

dengan : q_{ult} = daya dukung ultimit/ batas

c = kohesi

- Df = kedalaman pondasi
- B = lebar pondasi
- γ = berat volume tanah
- N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung tanah

Untuk pondasi berbentuk bujur sangkar dan lingkaran, persamaan daya dukung batas yang disarankan oleh Terzaghi adalah sebagai berikut:

Pondasi bujur sangkar: $q_{ult} = 1,3 c N_c + Df \gamma N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma$

Pondasi lingkaran : $q_{ult} = 1,3 c N_c + Df \gamma N_q + 0,3 \gamma B N_\gamma$,

dengan B adalah diameter pondasi (untuk lingkaran)

Persamaan di atas digunakan dengan anggapan bahwa jenis keruntuhan tanah di bawah pondasi adalah keruntuhan geser umum (*general shear failure*). Sedangkan untuk kondisi keruntuhan geser setempat (*local shear failure*) persamaan untuk pondasi memanjang dinyatakan dengan:

$$q'_{ult} = c' N'_c + Df \gamma N'_q + 0,5 \gamma B N'_\gamma$$

$$\text{dengan } c' = \frac{2}{3} c \text{ dan } \tan \phi' = \frac{2}{3} \tan \phi$$

Sedangkan daya dukung batas dari tanah untuk pondasi dengan bentuk bujur sangkar dan lingkaran untuk kondisi keruntuhan geser setempat adalah sebagai berikut:

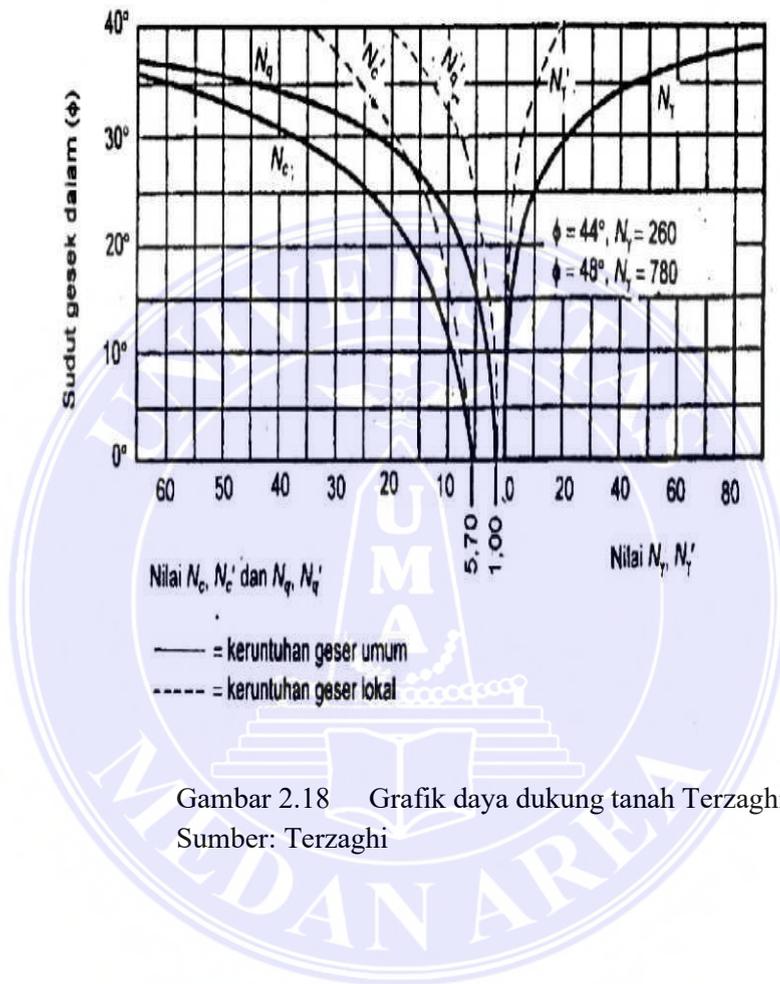
1. Pondasi bujur sangkar : $q'_{ult} = 1,3 c' N'_c + Df \gamma N'_q + 0,4 \gamma B N'_\gamma$ (2.6)
2. Pondasi lingkaran : $q_{ult} = 1,3 c' N'_c + Df \gamma N'_q + 0,3 \gamma B N'_\gamma$ (2.7)

Untuk tanah non kohesif digunakan pedoman:

1. Local shear failure terjadi bila $\phi \leq 28^\circ$

2. Local shear failure terjadi bila $\phi > 28^\circ$

Untuk faktor – faktor daya dukung ($N_c, N_q, N_\gamma, N'_c, N'_q, N'_\gamma$) diberikan dalam gambar 2.4 dan tabel 2.1.



Gambar 2.18 Grafik daya dukung tanah Terzaghi
 Sumber: Terzaghi

Tabel 2.1. Nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi

Φ	Keruntuhan Geser Umum			Keruntuhan Geser Lokal		
	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ
0	5,7	1	0	5,7	1	0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8	1,9	0,5

15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35	23,7	11,7	9
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,5	87,1

2.11.1 Metode Aoki dan De Alencar

Aoki dan Alencar mengusulkan untuk memperkirakan kapasitas dukung ultimit dari data Sondir. Kapasitas dukung ujung persatuan luas (q_b) diperoleh sebagai berikut :

$$q_c = \frac{q_{ca} (base)}{F_b} \dots\dots\dots 2.1$$

Keterangan :

$q_{ca} (base)$ = Perlawanan konus rata-rata 1,5D diatas ujung tiang, 1,5D dibawah ujungtiang dan

F_b = faktor empiric tahanan tiang tergantung pada tipe tiang Tahanan kulit

persatuan luas (f) diprediksi sebagai berikut :

$$F = (side) \frac{a_s}{F_s} \dots\dots\dots 2.2$$

Keterangan :

$q_c(side)$ = Perlawanan konus rata-rata pada masing lapisan sepanjang tiang

F_s = Faktor empiric tahanan kulit yang tergantung pada tipe tiang

Fb = Faktor empiric tahan ujung tiang yang

tergantug pada tipe tiang

Tabel 2.2 : Faktor Empiris Fb dan Fs

Tipe Tiang Pancang	Fb	Fs
Tiang Bor	3,5	7,0
Baja	1,75	3,5
Beton Pratekan	1,75	3,5

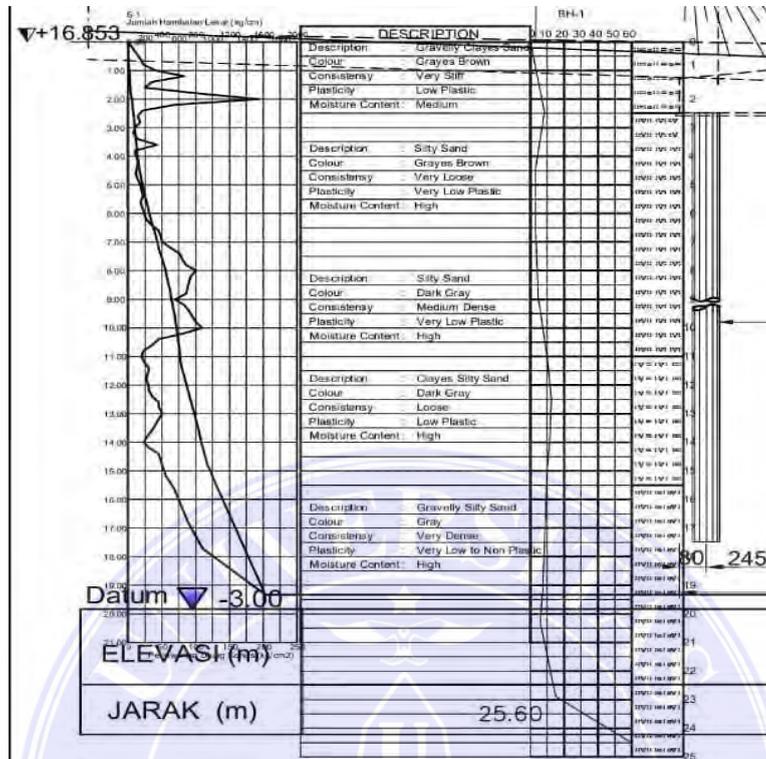
Sumber : Data Lapangan

Nilai factor Empiric untuk tipe tanah (Titi & Farshack, 1999) pada umumnya nilai as untuk pasir = 1,4%, nilai as untuk lanau = 3,0% dan nilai as untuk lempung = 1,4%.

Tabel 2.3 Nilai Faktor empirik untuk tipe tanah

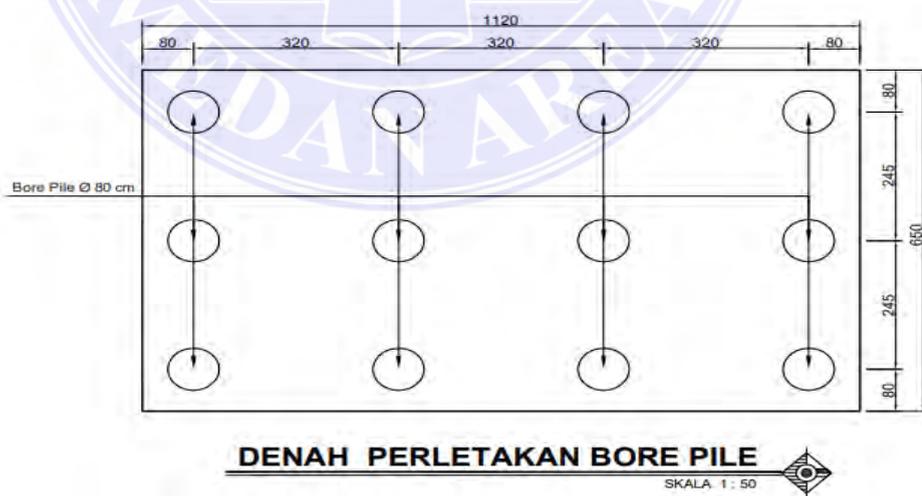
Tipe tanah	As %	Tipe tanah	As %	Tipe tanah	As %
Pasir	1,4	Pasir berlanau	2,2	Lempung berpasir	2,4
Pasir kelanauan	2,0	Pasir berlanau dengan lempung	2,8	Lempung Berpasir dengan lanau	2,8
Pasir kelanauan dengan lempung	2,4	Lanau	3,0	Lempung berlanau dengan pasir	3,0
pasir berlempung dengan lanau	2,8	Lanau berlempung dengan pasir	3,0	Lempung berlanau	4,0
Pasir berlempung	3,0	Lanau berlempung	3,4	lempung	6,0

2.11.2 Pengujian Penetrasi Lapangan Dengan Alat Sondir



Gambar 2.19 : Perlawanan Conus (q_c) kg/cm^2
 Sumber : Data Lapangan

2.11.3 Denah Perletakan Pondasi



Gambar 2.20 : Denah Perletakan Pondasi
 Sumber : Data Lapangan

2.12 Metode Langsung Berdasarkan Data Sondir

Metode langsung ini dikemukakan oleh beberapa ahli diantaranya :
 Mayerhoff, Tomlinson, Begemann, Guy Sangretat. Daya dukung pondasi tiang
 dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$P_a = \frac{q_c \times A_p}{FK1} + \frac{T_f \times A_{st}}{FK2}$$

di mana :

P_a	=	daya dukung ijin tekan ti
q_c	=	tahanan ujung konus son
A_p	=	luas penampang tiang
T_f (JHP)	=	total friksi/jumlah hamb
pelekat A_{st}	=	keliling penampang tiang
$FK1, FK2$	=	faktor keamanan, 3 dan :

2.12.1 Penentuan Kapasitas Dukung Ijin

Penentuan kapasitas dukung ijin, kecuali diperhitungkan terhadap keruntuhan tanah juga harus diperhitungkan terhadap penurunan toleransi. Besarnya kapasitas dukung ijin (q) tergantung dari sifa sifat teknis tanah (e dan q), kedalaman, dimensi fondasi, dan besarnya penurunan yang ditoleransikan. Hitungan kapasitas dukung dapa dilakukan berdasarkan karakteristik kuat geser tanah yang diperoleh dari uji tanah di laboratorium dan uji di lapangan, atau dengan cara empiris didasarkan pada alat uji tertentu, seperti uji SPT dan uji kerucut statis (sondir), dan lain-lain.

Bila hitungan kapasitas dukung tanah didasarkan pada karak teristik tanah

dasar, kapasitas dukung ultimit untuk dimensi fondasi dan kedalaman tertentu dihitung, kemudian kapasitas dukung ijin ditentukan dengan membagi kapasitas dukung ultimit

dengan faktor aman yang sesuai. Nilai yang diperoleh. Masih harus tetap dikontrol terhadap penurunan yang terjadi, yang dihitung berdasarkan nilai kapasitas dukung yang telah diperoleh tersebut. Jika penurunan yang dihitung lebih besar dari syarat penurunan yang ditoleransikan. Nilai kapasitas dukung harus dikurangi, sampai syarat besarnya penurunan terpenuhi.

Kapasitas dukung tanah juga dapat diperoleh dari persamaan-persamaan empiris hasil pengujian di lapangan (terutama untuk pasir) atau dari kapasitas dukung tanah yang diperoleh dari pengalaman di lapangan. Nilai faktor aman umumnya diperhitungkan terhadap ketelitian hasil uji tanah, kondisi lokasi pembangunan, pengawasan saat pembangunan dan derajat ketidak-tentuan dari persamaan kapasitas dukung yang digunakan. Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung akibat beban maksimum disarankan sama dengan 3. Faktor aman lebih kecil diperbolehkan jika struktur yang dibangun tidak penting. Faktor aman 3 adalah sangat hati-hati, guna menanggulangi ketidak-tentuan variasi kondisi tanah dasar. Bila pembebanan berupa kombinasi beban-beban permanen dan beban-beban sementara, faktor aman kurang dari 3 dapat digunakan. Untuk beban-beban yang bersifat sementara faktor aman sering diambil 2. Jika hasil uji tanah meragukan atau kondisi lokasi sulit sehingga banyak memberikan gangguan terhadap pembangunan fondasi, maka faktor aman lebih besar 3 dapat digunakan.

2.12.2 Pondasi Pada Tanah Pasir

Pasir kepadatan sedang sampai padat umumnya mempunyai kapasitas dukung tinggi dan kuat gesernya tidak begitu dipengang oleh perubahan kadar air. Namun, kuat geser pasir sangat dipengang oleh getaran, misalnya getaran akibat pemancangan tiang atau gempa bumi. Perancangan fondasi pada tanah pasir dan kerikil lebih banya dipertimbangkan terhadap penurunan toleransi dan penurunan tida seragam. Umumnya, perancangan didasarkan pada cara-cara empiris yang dikaitkan dengan hasil-hasil pengujian di lapangan, seperti SPT, uji kerucut statis, dan uji beban pelat. Untuk tanah-tana timbunan atau tanah-tanah yang mengandung banyak batuan, u beban pelat lebih cocok dilakukan. Karena, jika tanah mengandung banyak batuan, pengujian-pengujian yang lain sulit dilaksanakan.

Kapasitas dukung pasir dapat diperoleh dengan melakukan uji SPT atau sondir. Jumlah titik uji bergantung pada macam bangunan dan denah atau jumlah fondasinya. Peck et al. (1974) menyarankan untuk mengadakan 1 unit uji SPT untuk setiap 4 sampai 6 buah fon- dasi. Dalam penentuan kapasitas dukung fondasi dangkal, nilai N ditentukan pada tiap interval 2,5 ft (atau kira-kira 76 cm) pada arah vertikal. Nilai W rata-rata dihitung mulai kedalaman dasar fondasi D sampai kedalaman $D + B$, dengan B adalah lebar fondasi. Kemudian, milai N rata-rata terkecil dipakai untuk menghitung besarnya kapasitas dukung yang aman untuk seluruh fondasi bangunan.

Pasir halus yang sangat tidak padat ($N \leq 5$) dan terendam air. Leh pengaruh getaran yang kuat (gempa) dapat mengakibatkan ondasi turun tajam oleh adanya liquefaction (Peck et al., 1974). Iquefaction terjadi akibat naiknya tekanan air pori

secara mendadak alam pasir halus yang terendam air oleh akibat getaran kuat sehingga gangan efektif dalam tanah menuju ke nol. Hal ini, mengakibatkan at geser tanah (kapasitas dukung tanah) juga menuju ke nol. Pada dudukan ini, pasir berubah sifatnya menjadi seperti cairan kental au menjadi bubur.

Perubahan muka air mendadak pada pasir tidak padat yang mula-mula kering atau lembab oleh akibat banjir dapat pula mengakibatkan penurunan. Perhatian khusus juga harus diberikan jika fondasi mesin terletak pada tanah pasir yang tidak padat sampai berkepadatan sedang. Getaran mesin dapat menimbulkan penurunan pasir yang besar. Oleh karena itu, jika fondasi terletak pada tanah pasir yang tidak padat, maka tanah harus dipadatkan dulu.

Jika pasir semakin ke bawah semakin padat, maka lebih baik kedalaman dasar fondasi diambil agak lebih dalam untuk memperoleh kapasitas dukung yang lebih tinggi. Biaya yang dikeluarkan mungkin akan lebih rendah daripada bila dasar fondasinya diletakkan pada lapisan yang kurang padat di atasnya, karena lebar fondasi menjadi lebih kecil dan stabilitas fondasi lebih terjamin. Namun, lain halnya jika lapisan tanah yang lebih bawah terendam air tanah. Penggalian tanah pasir di dalam air sulit dilaksanakan walaupun kedalaman airnya tidak terlalu tinggi, karena tebing galian akan selalu longsor lagi pula mengganggu kepadatan tanah dasar. Aliran air yang tidak terkontrol dapat membuat tanah menjadi berongga dan mengurangi kapasitas dukung. Stabilitas galian fondasi pada tanah pasir dapat tercapai bila digunakan pemompaan yang baik. Jika kapasitas dukung yang cukup tidak diperoleh, dapat digunakan fondasi tiang. Cara pemompaan tidak menimbulkan risiko pada tanah yang berkerikil. Tetapi, karena permeabilitas kerikil sangat tinggi, biaya pemompaan menjadi besar (Peck et al,

1974).

Saat penggalian fondasi, pasir lembab dan pasir yang rekat, pada kondisi alamnya dapat digali dengan kemiringan tebing yang curam, bila dasar galian masih di atas muka air tanah. Akan tetapi, penahan tebing harus diberikan bila dasar galiannya sangat dalam dan sempit. Sebab, longsor mendadak dapat terjadi oleh akibat pengeringan atau getaran yang kuat. Jika muka air tanah tinggi, untuk proyek besar, sering lebih ekonomis jika digunakan fondasi tiang.

2.12.3 Pondasi Pada Tanah Lempung

Nilai kapasitas dukung ultimit lempung, umumnya tidak bergantung pada lebar fondasi. Hal ini kebalikan dari fondasi tanah pasir, yang kapasitas dukungnya bertambah besar bila lebar fondasi bertambah. Kapasitas dukung ijin lempung lunak umumnya lebih ditentukan oleh besarnya penurunan yang terjadi, terutama penurunan tak seragam. Hitungan

kapasitas dukung fondasi pada tanah lempung dilakukan pada tinjauan analisis tegangan total atau digunakan kuat geser tak terdrainasi c dengan $p = 0$. Kuat geser tanah yang digunakan dapat diperoleh dari uji triaksial UU atau dari uji tekan bebas. Jika lempung tidak mengandung pasir atau lanau, nilai c , dapat diperoleh dari uji geser kipas (*vane sheartest*) di lapangan. Pengujian, dilakukan pada tiap-tiap kedalaman 30 cm di sepanjang garis vertikal di bawah dasar fondasi.

Untuk perancangan fondasi dangkal, pada pengambilan contoh tanah saat pengeboran, contoh tanah tak terganggu (*undisturbed sample*) diambil mulai dasar fondasi sampai pada kedalaman minimum $(D + 1,5B)$, dengan D , adalah kedalaman dasar fondasi dari muka tanah dan B adalah lebar fondasi. Contoh-

contoh tanah yang diperoleh, selain digunakan untuk uji kuat geser tanah, juga digunakan untuk uji konsolidasi. Nilai-nilai c , hasil uji di laboratorium ataupun di lapangan yang diperoleh dari contoh tanah pada tiap-tiap lubang bor diambil nilai rata-ratanya, dan diambil nilai terkecil.

Analisis kapasitas dukung ijin untuk fondasi terpisah hanya dapat digunakan jika jarak fondasi cukup jauh, sedemikian hingga pengaruh penyebaran tekanan masing-masing fondasi ke tanah di bawahnya tidak berpengaruh satu sama lain. Jika jarak fondasi kecil. Penyebaran tekanan ke tanah di bawahnya akan identik dengan penyebaran beban kelompok fondasi sebagai satu kesatuan sehingga kapasitas dukung ijin harus dipertimbangkan terhadap pengaruh tekanan kelompok fondasi tersebut (Gambar 1). Oleh karena itu, jika satu lapisan lunak atau lebih terletak di bawah fondasi, hitungan harus memperhitungkan apakah tekanan pada tiap-tiap tanah lunak tersebut memenuhi keamanan struktur. Jika tidak, hitungan ulang harus dilakukan sampai tekanan fondasi pada lapisan lunak memenuhi syarat (Tomlinson, 2001). Mengestimasi kuat geser tanah lempung pada kedalaman yang dangkal agak sulit, karena lempung yang terletak di dekat permukaan tanah, akan dipengaruhi oleh perubahan iklim dan akar tumbuhan.

Dengan alasan ini, dasar fondasi sebaiknya diletakkan agak dalam, sehingga terhindar dari pengaruh tersebut. Untuk hitungan kapasitas dukung ultimit, sebaiknya digunakan kuat geser tanah minimum yang terletak di bawah dasar fondasi. Jika kuat geser tanah tiap-tiap lapisan dalam interval kedalaman $2/3 B$ di bawah fondasi dak menyimpang lebih dari 50% dari nilai rata-rata pada kedalaman ini, maka nilai rata-ratanya dapat digunakan. Namun jika variasinya

lebih dari 50%. Yang digunakan dalam perancangan adalah nilai kuat geser minimum. Jika cara terakhir ini yang dipilih, nilai faktor amannya dapat dikurangi dari nilai yang biasanya digunakan.

Tanah lempung alluvial secara geologis merupakan endapan yang baru, yang terdiri dari material lanau dan lempung di daerah sekitar sungai, muara, dan dasar laut. Tanah ini termasuk terkonsolidasi normal (normally consolidated). Oleh karena itu, kuat gesernya bertambah bila kedalaman bertambah, yaitu lunak pada bagian permukaan, dan kaku di bagian bawah. Pengaruh cuaca menyebabkan tanah lempung alluvial mempunyai sifat kaku di dekat permukaan tanah,

Kapasitas dukung yang sedang, dengan tanpa atau sedikit penurunan, dapat diperoleh pada fondasi tidak begitu lebar, yang terletak pada lapisan atas (tanah permukaan). Pada kondisi ini, tekanan fondasi yang disebarkan ke lapisan lunak di bawahnya tidak besar. Jika fondasi lebar dan dalam, kapasitas dukung menjadi kecil. Untuk hal ini, dapat digunakan tipe fondasi rakit mengapung atau fondasi tiang yang menembus sampai lapisan keras yang dapat mendukung bebannya (Peck et al., 1974).

Fondasi yang dirancang pada tanah lempung, harus diperhitungkan pada kondisi terjelek (kuat geser minimum), yaitu pada kadar air saat jenuh. Perancangan harus hati-hati jika fondasi yang terletak pada tanah keras, di mana lapisan keras ini terletak pada lapisan lempung lunak. Jika dasar fondasi terletak dekat dengan lapisan lunak, fondasi akan dapat melesak ke bawah, sehingga dapat mengakibatkan keruntuhan. Oleh karena itu, hitungan kapasitas dukung tanah perlu diperhitungkan terhadap pengaruh penyebaran beban pada lapisan lunak di

bawahnya. Hitungan kapasitas dukung, dapat dilakukan dengan menganggap beban fondasi disebarkan menurut aturan 2V: 1H (1 Horizontal: 2 Vertikal) pada lapisan lunak. Untuk ini, tekanan pada tanah lunak harus tidak melampaui kapasitas dukung ijin dari lapisan lunaknya.

Dengan anggapan tersebut, tanah kuat yang berada di atas berfungsi sebagai fondasi rakit bagi beban fondasi sebenarnya. Jika jarak fondasi telapak satu sama lain relatif berjauhan, maka masih dimungkinkan untuk mengurangi tekanan fondasi pada tanah lunak tersebut, yaitu dengan jalan memperlebar fondasi. Sebaliknya jika jarak fondasi sangat dekat, penyebaran beban masing-masing fondasi akan saling tumpang tindih. Untuk itu, jika dari hitungan, nilai kapasitas dukung ijin terlampaui, lebih baik dipakai fondasi rakit atau fondasi memanjang (jika sumbu kolom satu garis). Kalau dengan cara ini kapasitas dukungnya tidak memenuhi, dapat dipakai fondasi tiang. Nilai-nilai perkiraan kapasitas dukung aman untuk lempung.

Kapasitas dukung lempung bergantung pada konsistensi atau kuat gesernya. Nilai pendekatan hubungan antara nilai N dari SPT, konsistensi tanah, dan perkiraan kapasitas dukung aman ditunjukkan dalam Tabel 5.1 (Terzaghi dan Peck, 1948). Nilai kapasitas dukung ultimit dihitung dengan mengalikan kapasitas dukung aman pada Tabel 5.1 sebanyak 3 kali. Tanah dengan konsistensi sangat lunak, penurunan fondasi yang terjadi biasanya besar.

Tabel : Hitungan N, Konsistensi tanah dan perkiraan kapasitas dukung aman untuk pondasi pada lempung

Konsistensi	N	Kapasitas Dukung Aman (q_s) (kN/m ²)	
		Bujur Sangkar	Memanjang

Sangat Lunak	0 – 2	0 – 30	0 -22
Lunak	2 – 4	30 – 60	22 – 45
Sedang	4 – 8	60 – 120	45 – 90
Kaku	8 – 15	120 – 240	90 – 180
Sangat Kaku	15 – 30	240 – 480	180 – 360
Keras	>30	480	360

Sumber : Buku Terzaghi dan Peck, 1948

2.12.4 Pondasi Pada Tanah Lempung

Jenis tanah antara pasir dan lempung adalah lanau dan loess. Loess tidak baik untuk mendukung fondasi bangunan, karena tanah ini merupakan lapisan tanah yang tidak padat dari lanau yang tidak berkoheesi, dengan sedikit mempunyai rekatan dengan kadar lempung rendah. Informasi awal sifat-sifat teknis lanau dapat diperoleh dari uji SPT. Jika nilai $N < 10$, lanau akan berupa loess (Peck et al., 1974). Jika $N > 10$, lanau dalam kondisi kepadatan sedang atau padat. Lanau, pada kondisi alamnya sering dijumpai dalam kondisi longgar atau tidak padat, sehingga jika fondasi diletakkan di atasnya akan mengalami penurunan yang besar.

Beban yang kecil, asalkan tidak merubah susunan tanah lanau, tidak mengakibatkan penurunan yang besar. Jika fondasi pada loess, estimasi penurunan fondasi dapat dilakukan dengan mengadakan uji konsolidasi, yaitu dari interpretasi grafik $e - \log p$. Bangunan statis yang terletak pada loess sebaiknya dirancang dengan menempatkan dasar fondasi agak dalam agar tambahan tekanan tidak begitu besar, misalnya dibuat dengan sistem fondasi apung (*floating foundation*).

Kapasitas dukung ijin lanau yang berbentuk tepung batu dapat diperoleh dengan prosedur yang sama seperti memperoleh kapasitas dukung tanah pasir

(Peck et al., 1974), sedang untuk lanau plastis prosedurnya sama dengan tanah lempung. Hitungan kapasitas dukung dilakukan dengan memasukkan nilai-nilai kuat geser tanah yang diperoleh dari uji triaksial pada tanah tak terganggu. Kecepatan penerapan beban harus sedemikian rupa, sehingga kecepatan berkurangnya tekanan air pori sama seperti kecepatan air pori di lapangan. Jika kemampuan meloloskan air lanau relatif kecil dan kecepatan pembebanan cepat, uji triaksial pada kondisi terkonsolidasi tak terdrainase (*consolidated undrained*) lebih cocok.

Pada lanau murni, jika pembebanan berlangsung lambat, pembebanan dapat mempengaruhi pengurangan kadar air, yang kemudian dapat menambah kuat geser tanah. Untuk ini, dalam hitungan kapasitas dukung dapat digunakan parameter kuat geser tegangan efektif (Peck et al., 1974). Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya penurunan fondasi pada lanau, adalah dengan mengadakan uji konsolidasi. Informasi yang bermanfaat dapat pula diperoleh dari uji beban pelat (*plate load test*) yang dianalisis dengan teliti.

2.12.5 Pondasi Pada Tanah Organik

Tanah organik, seperti tanah bercampur sampah atau gambut berisiko mengalami penurunan yang tinggi, sehingga umumnya tidak digunakan untuk mendukung bangunan. Untuk ini, bangunan harus didukung oleh fondasi tiang yang dipasang sampai mencapai tanah keras. Jika terdapat keragu-raguan, kandungan bahan organik harus diuji di laboratorium.

2.12.6 Pondasi Pada Tanah $c - \phi$

Tanah $c - \phi$, adalah tanah yang mempunyai kedua komponen kuat geser tanah

e dan . Tanah jenis ini biasanya terdiri dari campuran dari beberapa jenis tanah, seperti lempung berpasir. Lempung berpasir berkerikil, lanau berpasir, dan lain-lain. Pada jenis- jenis tanah tersebut, dimungkinkan untuk mengambil contoh tak terganggu dari lapangan. Oleh karena itu, nilai-nilai kuat gesernya dapat diperoleh dari uji triaksial UU. Nilai c dan ϕ yang diperoleh. Dapat digunakan untuk menghitung kapasitas dukung ultimit yang telah dipelajari.

Nilai kapasitas dukung ijin diperoleh dari hitungan kapasitas dukung ultimit yang dibagi faktor aman yang sesuai, dengan pertimbangan besar penurunan harus masih dalam batas toleransi. Tanah lempungan yang mengandung butiran kasar sering rusak (terganggu) dalam persiapan uji triaksial, sehingga hasil ujinya tidak mewakili kondisi tanah di tempat.

2.12.7 Pondasi Pada Tanah Timbunan

Dalam hal ini akan dibahas bangunan yang diletakkan pada tanah timbunan atau urugan. Dalam praktek, bahan timbunan atau urugan dapat berupa lempung plastis, campuran lempung-pasir sampai pasir dan kerikil. Kapasitas dukung tanah timbunan bergantung pada macam tanah dan derajat kepadatan. Prinsipnya, semakin padat tanah timbunan, maka kapasitas dukung semakin tinggi. Tanah urug pasir dan kerikil merupakan tanah yang baik untuk mendukung bangunan, sedang lempung yang dipadatkan sembarangan akan mempunyai kapasitas dukung yang sangat rendah, terutama pada musim hujan di mana kadar air mencapai maksimumnya. Kapasitas dukung timbunan yang dipadatkan ditentukan sebelum atau sesudah pembangunan timbunan.

Sebelum peletakan tanah timbunan, maka diuji di laboratorium lebih bila kapasitas dukung tanah timbunan atau urugan ditentukan dulu dengan dipadatkan

sampai sekitar 90 - 100 % berat volume kering maksimum dengan alat pemadat standar Proctor. Jika tanahnya. Kohesif, contoh tanah dengan derajat kepadatan yang dikehenda (minimum 95% kepadatan standar Proctor), diuji untuk ditentukan dan o-nya dengan uji triaksial UU. Jika tanah urug berupa tank granuler, contoh tanah dengan derajat kepadatan yang dikehendak (minimum 90% kepadatan standar Proctor), diuji dengan alat triaksial atau geser langsung untuk menentukan sudut gesek dalamnya (ϕ). Pengujian untuk mengetahui kerapatan relatif juga dapat dikerjakan pada contoh tanah. Nilai-nilai kuat geser tanah yang diperoleh kemudian digunakan untuk menentukan kapasitas dukung tanah timbunan. Bila kapasitas dukung ditentukan setelah timbunan selesai dipadatkan, maka tanah timbunan harus dibor dan diuji seperti halnya pengeboran tanah di alam yang akan digunakan untuk mendukung fondasi bangunan. Timbunan yang tidak dikontrol kepadatannya harus tidak digunakan untuk mendukung fondasi, karena risiko terjadinya penurunan tak seragam akan besar.

2.12.8 Pondasi Pada Batu

Hampir semua jenis batu dapat mendukung beban bangunan dengan baik, karena mempunyai kuat tekan yang tinggi. Namun, jika batuan berupa batu berkapur yang berlubang-lubang dan banyak retakan, atau batu yang banyak mengandung bidang-bidang patahan, retakan, dan pecahan akan membahayakan stabilitas bangunan.

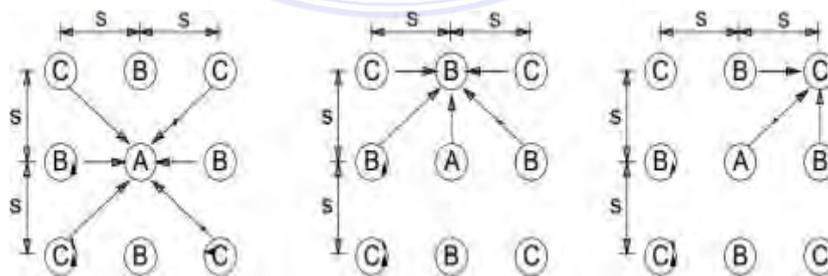
2.13 Prosedur Perencanaan Pondasi Tiang

- a. Menentukan kriteria perencanaan, seperti beban – beban yang bekerja pada dasartumpuan (poer), parameter tanah, situasi dan kondisi bangunan di sekitar lokasi, besar pergeseran yang diijinkan dan tegangan ijin dari bahan – bahan pondasi.

- b. Memperkirakan diameter, jenis, panjang, jumlah dan susunan tiang.
- c. Menghitung daya dukung vertikal tiang tunggal (single pile).
- d. Menghitung faktor efisiensi dalam kelompok tiang dan daya dukung vertikal yang diijinkan untuk sebuah tiang dalam satu kelompok tiang.
- e. Menghitung beban vertikal yang bekerja pada setiap tiang dalam kelompok tiang.
- f. Memeriksa beban yang bekerja pada setiap tiang apakah masih dalam batasan daya dukung yang diijinkan. Apabila tidak sesuai, maka perkiraan diameter, jumlah atau susunan tiang pada prosedur yang kedua harus diperiksa kembali kemudian dilanjutkan dengan prosedur berikutnya.

2.13.1 Teori Efisiensi Kelompok Tiang

Fondasi tiang pancang yang umumnya dipasang secara berkelompok. Yang dimaksud berkelompok adalah sekumpulan tiang yang dipasang secara relatif berdekatan dan biasanya diikat menjadi satu dibagian atasnya dengan menggunakan pile cap. Untuk menghitung nilai kapasitas dukung kelompok tiang, ada beberapa hal yang harus diperhatikan terlebih dahulu, yaitu jumlah tiang dalam satu kelompok, jarak tiang, susunan tiang dan efisiensi kelompok tiang.



Gambar2.21 : Kelomppok Tiang Pancang

Sumber : (Tuan, 2016)

2.13.2 Jumlah Tiang (n)

Untuk menentukan jumlah tiang yang akan dipasang didasarkan beban yang bekerjapada fondasi dan kapasitas dukung ijin tiang, maka rumus yang dipakai adalah sebagai berikut ini. $N = P/Qa$

Dengan :

P = Beban yang berkerja

Qa = Kapasitas dukung ijin tiang tunggal

1. Jarak Tiang (n)

Jarak antar tiang pancang didalam kelompok tiang sangat mempengaruhi perhitungan kapasitas dukung dari kelompok tiang tersebut. Untuk bekerja sebagai kelompok tiang, jarak antar tiang yang dipakai adalah menurut peraturan – peraturan bangunan pada daerah masing–masing. Menurut K. Basah Suryolelono (1994), pada prinsipnya jarak tiang (S) makin rapat, ukuran pile cap makin kecil dan secara tidak langsung biaya lebih murah. Tetapi bila fondasi memikul beban momen maka jarak tiang perlu diperbesar yang berarti menambah atau memperbesar tahanan momen.

Jarak tiang biasanya dipakai bila:

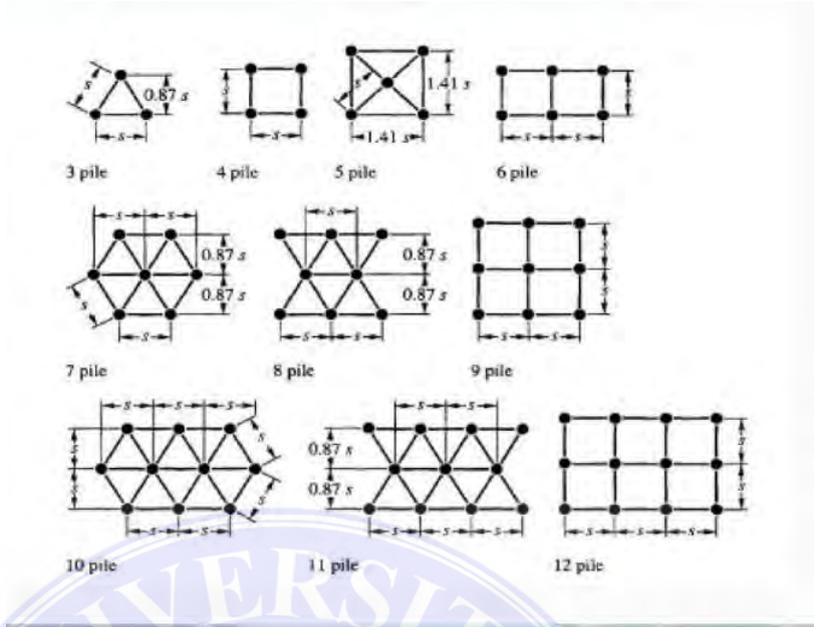
- a) ujung tiang tidak mencapai tanah keras maka jarak tiang minimum ≥ 2 kalidiametertiang atau 2 kali diagonal tampang tiang.
- b) ujung tiang mencapai tanah keras, maka jarak tiang minimum \geq diametertiang ditambah 30 cm atau panjang diagonal tiang ditambah 30 cm.

2. Susunan Tiang

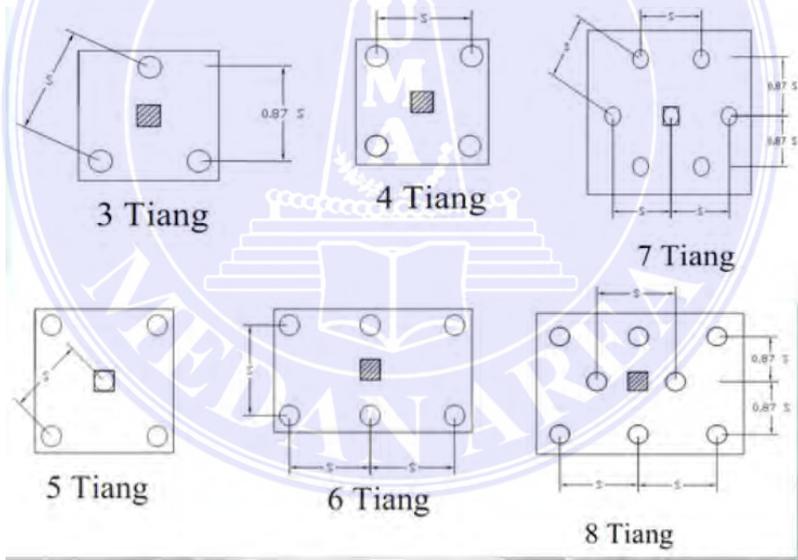
Susunan tiang sangat berpengaruh terhadap luas denah pile cap, yang secara tidak langsung tergantung dari jarak tiang. Bila jarak tiang kurang teratur atau terlalu lebar, maka luas denah pile cap akan bertambah besar dan berakibat

volume beton menjadi bertambah besar sehingga biaya konstruksi membengkak (K. Basah Suryolelono, 1994). Gambar dibawah ini adalah contoh susunan tiang (Hary Christady Harditmo, 2003).

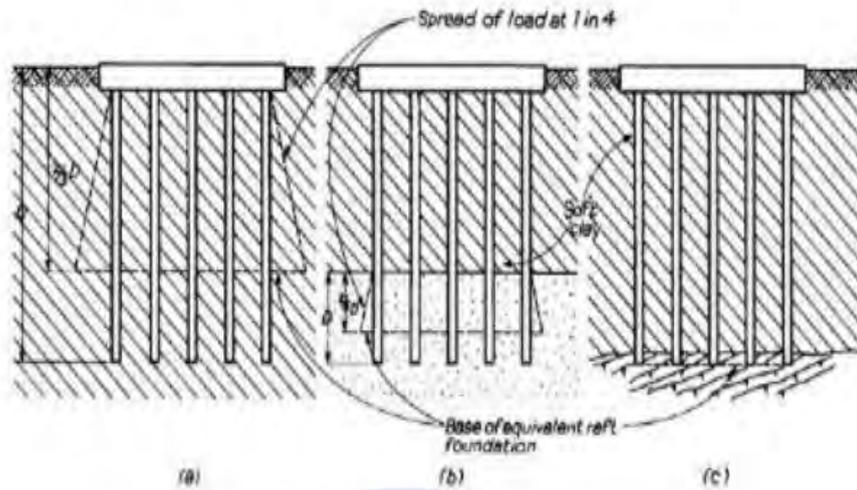




Gambar :2.22.Susunan Kelompok Tiang
Sumber : (Hary Christady Harditmatmo, 2003).



Gambar :2.23 Tipe Kelompok Tiang
Sumber : (Hary Christady Harditmatmo, 2003).



Gambar :2.24

- a : Kelompok tiang pada lapisan lempung
 - b : Kelompok tiang dipancang menembus lapisan lunak sampai pada lapisan pasir padat
 - c : Kelompok tiang dipancang sampai lapisan batuan yang keras
- Sumber : Data Lapangan

Daya Dukung Kelompok Tiang (Q_{ag})

$$= \eta \times N \times \text{Daya Dukung}$$

Tiang Tunggal (Q)D Tergantung

pada :

- a. Jenis tanah (*sand or clays*)
- b. Diameter tiang/ ratio jarak tiang
- c. Prosedur pelaksanaan (*pre-drilling, jetting etc*)
- d. Waktu terhitung sejak pemancangan
- e. Pola keruntuhan

Menurut Coduto (1983), efisiensi tiang bergantung pada beberapa faktor, yaitu :

- a. Jumlah, panjang, diameter, susunan dan jarak tiang.
- b. Model transfer beban (tahanan gesek terhadap tahanan dukung ujung).
- c. Prosedur pelaksanaan pemasangan tiang.
- d. Urutan pemasangan tiang

- e. Macam tanah.
- f. Waktu setelah pemasangan.
- g. Interaksi antara pelat penutup tiang (pile cap) dengan tanah.
- h. Arah dari beban yang bekerja.

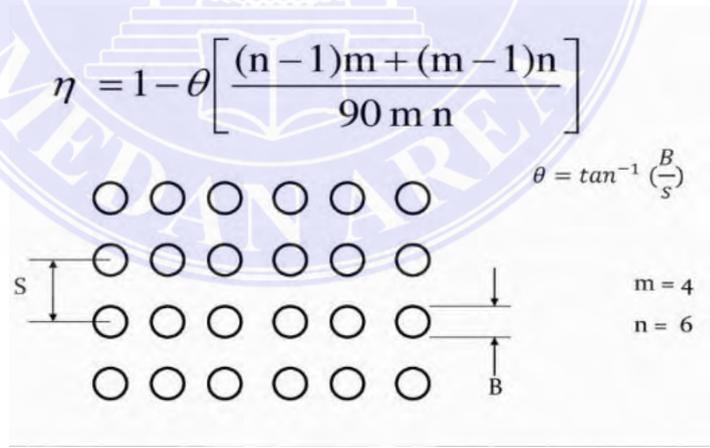
2.13.3 Persamaan untuk menghitung efisiensi kelompok tiang

1. Conversi – Labarre

$$E_g = \frac{1 - \theta}{90mn} \dots \dots \dots 2.5$$

Dengan :

- E_g = Efisiensi kelompok tiang
- θ = arc tg d/s, dalam derajat
- m = Jumlah baris tiang
- n = Jumlah tiang dalam satu baris
- d = Diameter tiang
- s = Jarak pusat ke pusat tiang



Gambar 2.25: Efisiensi Kelompok Tiang
Sumber : Data Lapangan

2.13.4 Los Angeles Group – Action Formula

$$ELA = 1 - \frac{D}{\pi \cdot S \cdot m}$$

$$(m \cdot (n - 1) + (m - 1) + \sqrt{2(m - 1)(n - 1)}) \dots \dots \dots 2.6$$

Dengan :

- m = Jumlah baris tiang
- n = Jumlah tiang dalam satu baris
- d = Diameter tiang
- s = Jarak pusat ke pusat tiang



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Deskripsi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Proyek penggantian Jembatan Idano Eho Jl. Desa Sirofi Amandraya Kabupaten Nias Selatan.

3.1.1 Lokasi Penelitian

Proyek penggantian Jembatan Idano Eho berada di Jl. Desa Sirofi Amandraya Kabupaten Nias Selatan.



Gambar 3.1 : Lokasi Penelitian
Sumber : Data Lapangan

3.1.2. Data Penelitian

1. Data Primer

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi lapangan. Selain pendataan di dokumentasi lapangan, sehingga dapat diketahui kondisi sebenarnya di lapangan mengenai apa yang telah dilakukan dan kondisi daya dukung pondasi. Data sekunder berasal dari sumber selain yang pertama, kedua, atau ketiga. Penelitian kuantitatif juga merupakan pengecualian. Beberapa peneliti mengutip literatur/teks akademik, dan dokumen lainnya.

Karena dokumen biasanya ditulis oleh pihak ketiga daripada informan penelitian, seperti jurnalis atau penulis skenario, data yang digunakan tidak harus dari tangan pertama. Sebuah dokumen biasanya digunakan sebagai contoh data sekunder. Harap diingat bahwa ini tidak selalu akurat, karena tergantung pada pencarian. Jadi penulis menggunakan data Sondir sebagai data primer yang di dapatkan dari pihak Proyek Pembangunan Jembatan Idano Eho

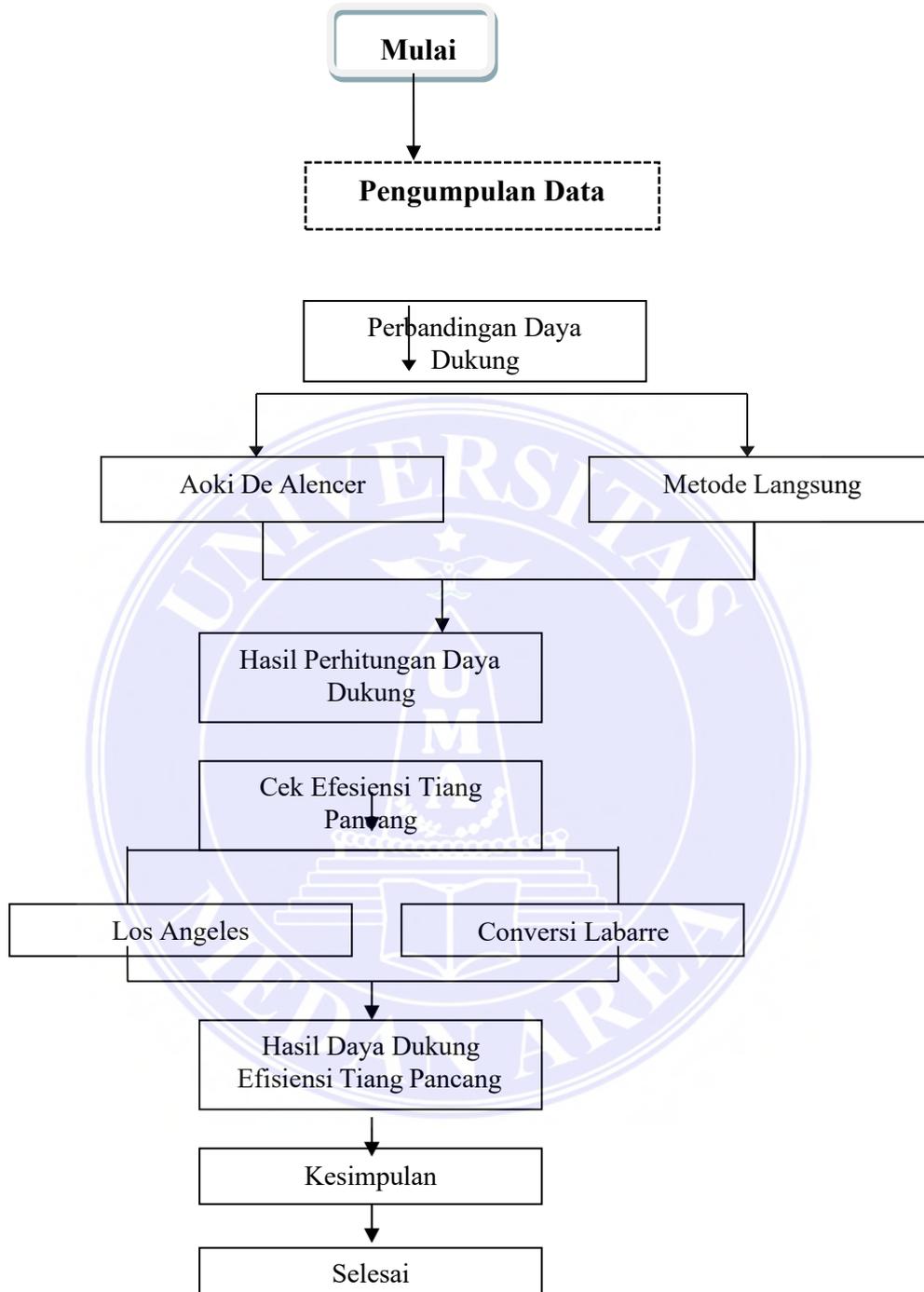
2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data dokumen yang telah dianalisis secara tidak benar, seperti dalam pencarian menggunakan desain pencarian analisis pidato. Dengan kata lain, proyek penelitian harus dipertimbangkan ketika mendefinisikan data sekunder. Data atau gambar diperoleh dari kontraktor dan organisasi lain yang terlibat dalam Proyek Pembangunan Jembatan Idano Eho. Hasilnya, para peneliti mengumpulkan informasi berikut:

- a. Teknik perpustakaan digunakan untuk mengumpulkan informasi dan data teori yang berkaitan dengan materi pelajaran dari buku, bahan kuliah, majalah konstruksi, media internet, dan media cetak lainnya.
- b. Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan mengumpulkan data dalam penelitian ini, yang diperlukan untuk melengkapi data yang akan dianalisis. Data pondasi ini diperlukan untuk menentukan daya dukung tanah, sehingga akan berguna nantinya saat menganalisis perhitungan.



Berikut merupakan tahapan penelitian (bagan alir penelitian):



Gambar 3.2 : Tahapan Penelitian

Sumber : Data Lapangan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil perhitungan daya dukung ultimit tiang pada kedalaman 19.00 m berdasarkan metode Aoki de alencar dan metode Sondir dengan hasil perhitungan daya dukung tiang :
 - a. Berdasarkan metode Aoki de alencar, $Q_u = 3,622$ Ton.
 - b. Berdasarkan metode langsung Sondir, $Q_u = 1,539$ Ton.
2. Efisiensi Kelompok Tiang pada pondasi bore pile ini dengan Metode
 - a. *Los Angeles Group – Action Formula* adalah $E_{L.A} = 0,677$
 - b. *Conversi labbare* = 0,993
3. Dari hasil perhitungan dengan metode *Aoki De Alencar* dan Metode efisiensikelompok Tiang *Los Angeles Group – Action Formula* adalah :
29,425 ton
4. Dari hasil perhitungan dengan metode Data sondir langsung dan Metode efisiensikelompok Tiang *Los Angeles Group – Action Formula* adalah :
12,318 ton
5. Dari hasil perhitungan dengan metode *Aoki De Alencar* dan Metode efisiensi kelompok Tiang *Conversi labbare* adalah : 43,159 ton
6. Dari hasil perhitungan dengan metode data sondir langsung dan Metode efisiensikelompok Tiang *Conversi labbare* adalah : 18,338 ton

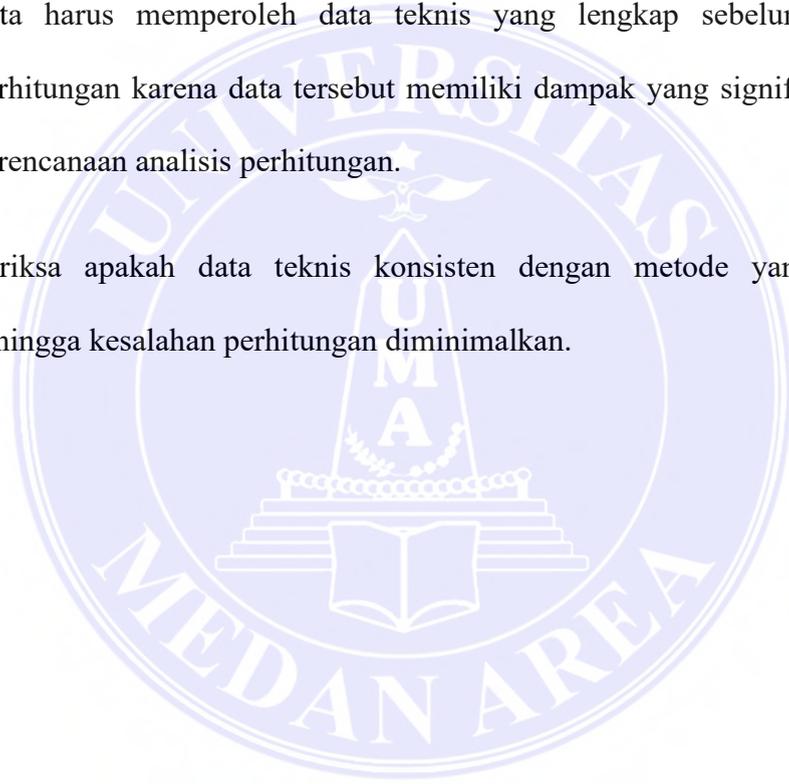
Dari hasil perhitungan berdasarkan kedua metode telah diperoleh hasil dari masing- masing metode, dengan begitu dapat di simpulkan bahwa berdasarkan metode Aoki de Alencer lebih besar daya dukung ultimate dibandingkan berdasarkan metode langsung Sondir. Namun kedua hasil tersebut dapat dikatakan

sebanding dan hasil daya dukung tidak berbanding jauh.

5.2 Saran

Berikut ini penulis usulkan berdasarkan hasil analisis perhitungan daya dukung Pondasi Bore Pile pada Pembangunan Jembatan Idano Eho, Dalam penelitian ini, 1 titik bore pile digunakan untuk menghitung kelompok dalam perhitungan pondasi.

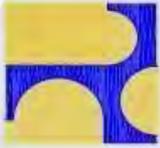
1. Kita harus memperoleh data teknis yang lengkap sebelum melakukan perhitungan karena data tersebut memiliki dampak yang signifikan terhadap perencanaan analisis perhitungan.
2. Periksa apakah data teknis konsisten dengan metode yang digunakan sehingga kesalahan perhitungan diminimalkan.



DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, H. C. 2002, Teknik Pondasi II, Edisi keempat, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. .
- Hardiyatmo, H. C. 2015, Analisis dan Perancangan Pondasi II, Edisi Ketiga, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- M. Das Braja, 2011, Editorial. Traducido del libro Principles of Foundation, Cengage Learning, Meksiko.
- Sardjono, H.S, 1988, Pondasi Tiang Pancang, jilid 1, Penerbit Sinar Jaya Wijaya, Surabaya.
- Sardjono, H.S, 1988, Pondasi Tiang Pancang, jilid 2, Penerbit Sinar Jaya Wijaya, Surabaya
- Setiyo, D.dkk. (2019). Analisa Daya Dukung Tanah untuk Pondasi Tiang Pancang pada Rencana Pembangunan Komplek Pendidikan Islam Al Azhar 57 Jambi. Jurnal Civronlit Unbari, 4(2), Oktober 2019, pp.80-92, 80-92.
- Suyono Sosrodarsono, Ir. Kazuto Nakazawa, 1998, Mekanika Tanah & Teknik Pondasi, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Tanjung, D. (2018). Pengaruh Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Gis (Gas Insulated Switch Gear) Di Kecamatan Payung Sekaki Pekanbaru. Buletin Utama Teknik Vol. 14, No. 1, September 2018, 14, 41-47.

LAMPIRAN

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT			
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA			
BALAI BESAR PELAKSANAAN JALAN NASIONAL SUMATERA UTARA			
SATUAN KERJA PELAKSANAAN JALAN NASIONAL WILAYAH III PROVINSI SUMATERA UTARA			
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN 3.6			
			
SHOP DRAWING			
PENGGANTIAN JEMBATAN IDANO EHO			
No. Ruas 086	Nama Ruas Teluk Dalam - Lolowalu	Pertanganan Penggantian Jembatan Idano Eho	Total Panjang (m) 60 m
NOMOR KONTRAK : HK.0201/Bb2-WI/3.S6/03			
TANGGAL KONTRAK : 28 April 2021			
HARGA KONTRAK : 13.703.107.000 (Tiga Belas Milyar Tujuh Ratus Tiga Juta Seratus Tujuh Ribu Rupiah)			
PPK - 3.6 PROVINSI SUMATERA UTARA			
SATKER PELAKSANAAN JALAN NASIONAL WILAYAH III			
PROVINSI SUMATERA UTARA			
TAHUN ANGGARAN 2021			

