

SKRIPSI

**EVALUASI PERENCANAAN FONDASI CERUCUK BAMBU
PADA GEDUNG KAMPUS I UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SUMATERA BARAT**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil Sastra Satu (S1)*



Oleh

ENDAH FEBRI YANTI
20180015

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

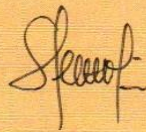
EVALUASI PERENCANAAN PONDASI CERUCUK BAMBU
PADA KAMPUS I UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SUMATERA BARAT

Oleh

ENDAH FEBRI YANTI

20180015

DOSEN PEMBIMBING I



SELPA DEWI, S.T., M.T.
NIDN. 1011097602

DOSEN PEMBIMBING II



ISHAK, S.T., M.T.
NIDN. 1010047301

DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UM SUMATERA BARAT



MASRIL, S.T., M.T.
NIDN. 1005057407

KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK SIPIL



HELGA YERMADONA, S.PD., M.T.
NIDN.1013098502

LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi tim penguji pada ujian tertutup tanggal 27 Februari 2024 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittinggi, 27 Februari 2024

Mahasiswa,



Endah Febri Yanti
20180015

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal 27 Februari 2024

1. Selpa Dewi, S.T., M.T.

1.



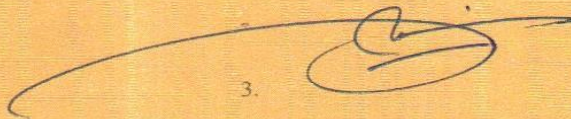
2. Ishak, S.T., M.T.

2.



1. Jon Hafnil, S.T., M.T.

3.

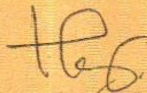


2. Ir. Surya Eka Priana, M.T.

4.



Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Sipil



Helga Yermadona, S.Pd., M.T.
NIDN. 1013098502

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Endah Febri Yanti
Tempat dan tanggal lahir : Rawang Bunian, 23 Februari 2001
NIM : 20180015
Judul Skripsi : Evaluasi Perencanaan Pondasi Cerucuk
Bambu Pada Kampus I Universitas
Muhammadiyah Sumatera Barat

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di UM Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 27 Februari 2024
Yang membuat pernyataan



Endah Febri Yanti
20180015

ABSTRAK

Gedung Rektorat Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat yang berlokasi Pasir Jambak Kota Padang. Gedung ini terletak di daerah pesisir pantai. Sebelum dimulainya pembangunan harus diadakan studi kelayakan tanah terlebih dahulu untuk mengetahui kandungan dan kondisi dari tanah yang akan didirikan bangunan di atasnya. Dalam mengatasi penurunan tanah yang diakibatkan oleh tanah lempung dibutuhkan daya dukung yang besar untuk menghindari penurunan yang sangat besar pula, dalam kasus ini daya dukung diberikan oleh fondasi dangkal yang diberi perkuatan cerucuk bambu sehingga dapat memberikan daya dukung yang besar. Metode yang digunakan adalah evaluasi, dilakukan analisa daya dukung fondasi dengan persamaan daya dukung fondasi, kemudian menganalisa penurunannya dengan beberapa opsi jumlah bambu menggunakan aplikasi Plaxis. Berdasarkan hasil analisis terjadi liquifaksi tanah pada elevasi tanah 0-3 meter, kemudian daya dukung fondasi menggunakan persamaan Terzaghi didapatkan daya dukung fondasi tanpa cerucuk adalah 478 kN dan penurunan 54mm. Sedangkan menggunakan perkuatan cerucuk bambu didapatkan daya dukung fondasi opsi 1 dan opsi 2 masing-masing 705,7 kN dan 925,5 kN. Untuk penurunan dengan menggunakan opsi 1 dan opsi 2 didapatkan penurunan masing-masing 25,7 mm dan 18,5mm Hasil dari pemasangan cerucuk bambu pada dasar fondasi dangkal ini dapat memberikan peningkatan daya dukung pada tanah lempung hingga dua kali lipat dari daya dukung sebelumnya, sehingga penurunan yang terjadi pada fondasi dangkal dapat berkurang setelah diberikan perkuatan cerucuk.

Kata Kunci: *Settlement*, Fondasi, Tanah, Cerucuk Bambu.

ABSTRACT

The Rectorate Building of Muhammadiyah University of West Sumatra located in Pasir Jambak, Padang City. This building is situated in a coastal area. Prior to commencing construction, a feasibility study of the land must be conducted to determine the content and condition of the soil upon which the building will be erected. To address soil subsidence caused by clayey soil, substantial bearing capacity is required to avoid significant settlement. In this case, the bearing capacity is provided by shallow foundations reinforced with bamboo piles, thus ensuring substantial support. The method employed is evaluation, which involves analyzing foundation bearing capacity using foundation bearing capacity equations, and then assessing settlement with several options for the number of bamboo piles using the Plaxis application. Based on the analysis results, soil liquefaction occurs at ground elevations of 0-3 meters. The foundation bearing capacity without piles, as determined by the Terzaghi equation, is 478 kN with a settlement of 54mm. Meanwhile, with bamboo pile reinforcement, the foundation bearing capacity for option 1 and option 2 are 705.7 kN and 925.5 kN respectively. Settlement with option 1 and option 2 is 25.7mm and 18.5mm respectively. The installation of bamboo piles at the base of this shallow foundation provides a twofold increase in soil bearing capacity compared to the original, thereby reducing settlement experienced by the shallow foundation after reinforcement.

Keywords: Settlement, Foundation, Soil, Bamboo Pile.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga skripsi dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini, yaitu kepada:

1. Orang tua, kakak, dan adik yang telah memberikan dukungan moril, doa, dan kasih sayang;
2. Bapak Masril, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat
3. Bapak Hariyadi, S.Kom, M.Kom., selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat
4. Ibu Helga Yermadona, S.Pd., M.T selaku Ketua Prodi Teknik Sipil.
5. Ibuk Selpa Dewi, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing 1 telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis;
6. Bapak Ishak, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing 2 telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis;
7. Bapak dan ibuk dosen pengajar yang telah banyak memberikan ilmu dan juga membantu dalam proses perkuliahan.
8. Teman-teman dari kelas Teknik Sipil A1 yang telah membantu dan support selama perkuliahan di UM Sumatera Barat dilakukan.
9. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca akan sangat

bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, khususnya mahasiswa Teknik sipil.

Bukittinggi, 23 Februari 2024

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI..... iii

DAFTAR TABELv

DAFTAR GAMBAR..... vi

DAFTAR NOTASI..... vii

BAB I PENDAHULUAN.....1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Rumusan Masalah 3

1.3. Batasan Masalah..... 3

1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian 3

1.5. Sistematika Penulisan 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....5

2.1. Fondasi 5

2.2. Macam macam fondasi 5

2.2.1. Fondasi Dangkal 5

2.2.2. Fondasi Dalam 8

2.3. Konstruksi Cerucuk..... 11

2.4. Liquefaksi Tanah 12

2.4.1. CSR (Cyclic Stress Resistance)..... 14

2.4.2. CRR (Cyclic Ratio Resistance) 15

2.5. Daya Dukung Fondasi Cerucuk Bambu..... 16

2.5.1. Daya Dukung Fondasi Telapak *Footplate*..... 16

2.5.2. Daya Dukung Ujung Tiang 17

2.5.3. Daya Dukung Selimut Tiang 18

2.5.4. Daya Dukung Ijin Tiang 18

2.6. Penurunan..... 19

2.6.1.	Fondasi tiang tunggal	19
2.6.2.	Penurunan Fondasi Kelompok Tiang	21
2.7.	Plaxis	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		24
3.1.	Lokasi Penelitian	24
3.2.	Data Penelitian	24
3.3.	Metode Analisis Data	25
3.4.	Bagan Alir	26
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		27
4.1.	Data Penentuan Liquefaksi tanah	27
4.2.	Data Pembebanan	28
4.3.	Analisa Daya Dukung Fondasi	29
4.3.1.	Analisa Daya dukung fondasi tanpa cerucuk bambu	29
4.3.2.	Analisa Perhitungan Daya Dukung 1 Tiang	31
4.3.3.	Daya dukung kelompok tiang (Eq)	37
4.3.4.	Analisa Penurunan Tanah menggunakan Plaxis	40
PENUTUP		43
5.1.	Kesimpulan	43
5.2.	Saran	44
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Faktor daya dukung yang disarankan oleh Vesic.	17
Tabel 2.2. Nilai Koefisien C_p	20
Tabel 2.3. Nilai Poison Ratio Tanah dan Pasir	21
Tabel 2.4. Interval Nilai Modulus Elastisitas Untuk Berbagai Tanah	21
Tabel 4.1. Hasil liquifaksi tanah	27
Tabel 4.2. <i>Tabel Output Element Forces</i>	29
Tabel 4.3. Hasil Kolerasi data sondir	31
Tabel 4.4. Tabel rekapitulasi cerucuk bambu	37
Tabel 4.5. Hasil rekapitulasi perhitungan kelompok tiang	39
Tabel 4.6. Tabel Rekapitulasi Penanganan Cerucuk.....	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lokasi Penelitian	1
Gambar 2.1. Fondasi Menerus	6
Gambar 2.2. Fondasi telapak (footplate).....	7
Gambar 2.3. Fondasi rakit.....	8
Gambar 2.4. Fondasi sumuran	9
Gambar 2.5. Fondasi Bored Pile	10
Gambar 2.6. Konstruksi Cerucuk Bambu	12
Gambar 2.7. Magnitude Scaling Factor	14
Gambar 2.8. Menu-Menu aplikasi Plaxis.....	22
Gambar 2.9. Gambar Hasil Analisi meggunakan Palxis.....	23
Gambar 3.1. Lokasi Penelitian	24
Gambar 3.2. Tanpak depan bangunan lokal baru UM Sumatera Barat	25
Gambar 3.3. Tanpak belakang bangunan lokal baru UM Sumatera Barat.....	25
Gambar 3.4. Tanpak samping bangunan lokal baru UM Sumatera Barat	25
Gambar 3.5. Bagan Alir Penelitian	26
Gambar 4.1. Gambar Permodelan Menggunakan SAP2000 Permodelan	28
Gambar 4.3. Fondasi Tanpa Cerucuk bambu.....	29
Gambar 4.4. Grafik daya dukung 1 tiang bambu	37
Gambar 4.5. 1 baris 5 cerucuk	38
Gambar 4.6. 1 baris 7 cerucuk bambu	38
Gambar 4.7. Grafik daya dukung	39
Gambar 4.8. Permodelan menggunakan cerucuk.....	40
Gambar 4.9. Penurunan fondasi tanpa cerucuk.....	40
Gambar 4.10. Penurunan fondasi dengan 1 baris 5 cerucuk	41
Gambar 4.11. Penurunan fondasi dengan 1 baris 7 cerucuk	41

DAFTAR NOTASI

a_{max}	= Percepatan maksimum di permukaan tanah
A_p	= Parimeter
B	= lebar fondasi (m)
B_g	= lebar kelompok tiang (cm)
c	= kohesi tanah (kg/cm ²)
CRR	= <i>Cyclic Resistance Ratio</i>
CSR	= <i>Cyclic Stress Ratio</i> (tidak berdimensi)
D	= diameter atau sisi tiang tunggal (cm)
D_f	= Kedalaman fondasi (m)
g	= Percepatan gravitasi
k	= Rekomendasi nilai $k=1$
L	= Panjang tiang
N_c, N_q, N_γ	= faktor daya dukung Terzaghi
N_q	= Factor daya dukung
Q_p	= daya dukung ujung tiang
Q_s	= Daya dukung selimut tiang
q_u	= daya dukung ultimit (kg/cm ²)
r_d	= Koefisien tegangan reduksi
S	= penurunan fondasi tiang tunggal (cm)
S_a	= penurunan dari ujung tiang (cm)
S_e	= penurunan elastis total fondasi tiang tunggal (cm)
SF	= faktor keamanan
S_{ps}	= penurunan akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang (cm)
S_s	= penurunan akibat deformasi aksial tiang (cm)
γ	= berat volume tanah (kg/cm ³)
σ'	= tekanan tanah total
σ'_v	= Tegangan vertical efektif

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UM Sumatera Barat) Merupakan salah satu perguruan tinggi tertua di provinsi Sumatera Barat bahkan di Indonesia. Pada tahun 2022 Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat membangun bangunan baru. Bangunan tersebut dapat diidentifikasi sebagai ruang perkuliahan, gedung kampus I UM Sumatera Barat tersebut terdiri dari satu lantai dengan panjang 90 m dan lebar 32,3 m dengan luasan tanah sekitar 2.907 m².



Gambar 1.1. Lokasi Penelitian

Sumber : *google maps* (2023)

Pembangunan gedung tersebut dilakukan atas tanah lunak, pembangunan gedung diatas tanah lunak sering kali menjadi tantangan besar di bidang geoteknik karena tanah lunak mempunyai kapasitas daya dukung yang relatif rendah dan penurunan yang signifikan. Banyak orang memilih menggunakan fondasi konvensional untuk memperkuat struktur bangunan tersebut. Namun, sebenarnya terdapat alternatif yang lebih ekonomis dan mudah untuk meningkatkan stabilitasnya.

Sebagai solusi alternatif, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat mempertimbangkan penggunaan cerucuk bambu sebagai fondasi atau perkuatan untuk gedung kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat. Bambu yang digunakan adalah bambu yang berkualitas, bambu yang sudah berumur tua sehingga tidak perlu pengawetan . Saat ini, cerucuk bambu dengan matras bambu telah menjadi pilihan yang

populer dalam upaya perbaikan tanah oleh masyarakat karena memiliki beberapa keunggulan yang signifikan.

Cerucuk bambu merupakan bahan yang berasal dari tumbuhan bambu, yang tumbuh subur di daerah rawa dan berawa. Penggunaan cerucuk bambu sebagai cara sederhana untuk meningkatkan daya dukung tanah lunak memiliki beberapa keunggulan, diantaranya dari segi biaya yang relatif rendah karena ketersediaan bahan yang mudah, penerapan yang cukup sederhana, mudah dikontrol, dan waktu pengerjaan yang singkat.

Penggunaan cerucuk bambu yang umumnya digunakan oleh masyarakat memiliki panjang berkisar antara 2 hingga 5 m untuk bangunan satu lantai, dan 7 m atau lebih untuk bangunan berlantai dua atau lebih. Bambu dengan diameter sekitar 12 cm atau lebih dan panjang minimum 2 m dapat dianggap sebagai jenis perkuatan dalam, dengan rasio diameter terhadap kedalaman (B/D) yang melebihi 10 cm.

Penting untuk dicatat bahwa penggunaan cerucuk bambu sebagai fondasi atau perkuatan tanah adalah alternatif yang dapat dipertimbangkan, terutama jika sumber daya terbatas dan tanah lunak merupakan masalah geoteknik utama yang dihadapi. Tindakan ini dapat membantu meningkatkan daya dukung tanah secara ekonomis dan efisien.

Dalam perencanaan ini penulis juga menggunakan aplikasi Plaxis untuk permodelan fondasinya. Plaxis adalah aplikasi komputer berbasis metode elemen hingga dua dimensi, yang terutama digunakan untuk analisis deformasi dan stabilitas bidang geoteknik. Aplikasi Plaxis terdiri dari 4 sub-program di dalamnya, yaitu *input*, *count*, *output*, dan *curve*. Aplikasi Plaxis terdiri dari 2 tipe, yakni Dua Dimensi (2D) dan Tiga Dimensi (3D). Plaxis telah dilengkapi sejumlah tools dan fitur yang canggih untuk dapat melakukan permodelan berbagai masalah geoteknik.

Aplikasi Plaxis ini bertujuan untuk dapat menerapkan dan mengimplementasikan tahapan-tahapan pelaksanaan di lapangan lewat tahapan pengerjaan pada aplikasi. Diharapkan kegiatan di lapangan nanti dapat sedekat mungkin atas yang tertulis di aplikasi Plaxis yang dianggap sebagai cerminan dari kondisi yang nyata di lapangan. Aplikasi ini dapat memudahkan para penggunanya

untuk dapat melakukan berbagai permodelan dengan efektif dan efisien salah satunya untuk permodelan dan analisis fondasi dengan cerucuk bambu.

Maka dari pada itu dilakukanlah analisis dan perencanaan fondasi cerucuk pada ruang kelas baru Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat dalam menghitung besaran daya dukung fondasi cerucuk yang telah digunakan pada ruang kelas baru Kampus I UM Sumatera Barat.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan, maka timbul beberapa permasalahan sehingga dibuat penelitian ini, antara lain :

- 1 Penentuan liquifaksi tanah pada fondasi dangkal ?
- 2 Bagaimana permodelan fondasi menggunakan aplikasi Plaxis ?
- 3 Bagaimana daya dukung dan penurunan fondasi pada tanah lunak tanpa adanya perkuatan ?
- 4 Bagaimana daya dukung dan penurunan fondasi pada tanah lunak setelah di tambah perkuatan cerucuk bambu ?

1.3. Batasan Masalah

1. Penelitian diawali dengan penentuan liquifaksi tanah menggunakan data sondir pada gedung kampus I UM Sumatera Barat yang berjumlah 27 ruangan kelas.
2. Penelitian difokuskan pada salah satu lokal perkuliahan yaitu fondasi D-3
3. Permodelan *footplate* diatas cerucuk bambu dan mengganti material tanah 0 -3 m karena terjadi liquifaksi.
4. Cerucuk bambu dimodelkan dibawah fondasi dangkal dengan diameter 10 cm dan panjang 5 m.
5. Analisis dan permodelan fondasi dengan perkuatan fondasi cerucuk menggunakan aplikasi plaxis.

1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Mengetahui liquifaksi yang terjadi.
2. Mengetahui permodelan fondasi cerucuk menggunakan aplikasi plaxis.
3. Mengetahui besaran daya dukung dan penurunan fondasi sebelum penambahan fondasi cerucuk.

4. Mengetahui besaran daya dukung dan penurunan fondasi setelah diberikan penambahan cerucuk bambu.

1.5. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan skripsi ini dibuat garis besar susunan penulisan untuk mempermudah dan memahami isi dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab I berisi tentang latar belakang penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah, rumusan masalah, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II ini menguraikan tentang sumber bacaan, teori dari buku, jurnal dan hasil penelitian yang berkaitan dengan permasalahan dan tujuan penelitian yang angkat dalam skripsi. Bab ini tidak hanya membuat kutipan-kutipan atau teori-teori, konsep-konsep rumus-rumus yang didapatkan dari berbagai sumber. Sub-bagian tinjauan literatur dapat ditambahkan ke bab ini yang mencakup studi relevan lainnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab III Membahas pengumpulan data dan struktur atau bagan alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV berisikan informasi tentang penjelasan analisis data berdasarkan teori-teori yang ada dan pembahasan hasil dari analisis yang telah dilakukan dan dimodelkan menggunakan aplikasi Plaxis.

BAB V PENUTUP

Bab V ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil analisis yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Fondasi

Fondasi adalah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh fondasi dan beratnya sendiri kepada kedalaman tanah dan batuan yang terletak di bawahnya (Bowles, 1997). Adapun fungsi pokok dari fondasi ini adalah melanjutkan beban yang bekerja pada bangunan tersebut ke lapisan tanah yang berada di bawah fondasi.

Setiap bangunan sipil seperti Gedung, jembatan, jalan raya, bendung dan sebagainya harus mempunyai fondasi yang tepat untuk memikul beban. Dalam dunia Teknik sipil sendiri istilah fondasi digunakan untuk mendefinisikan suatu konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai penopang bangunan atas (*upper structure*) ke lapisan tanah dibawahnya. Suatu perencanaan fondasi dikatakan benar apabila beban yang diteruskan oleh fondasi ke tanah tidak melampaui kekuatan tanah yang bersangkutan (Braja M.Das).

2.2. Macam macam fondasi

Fondasi dibedakan menjadi 2 jenis yaitu, fondasi dangkal (*shallow foundation*) dan fondasi dalam (*deep foundation*), tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman dengan lebar tapak fondasinya.

2.2.1. Fondasi Dangkal

Fondasi dangkal disebut juga fondasi langsung, fondasi ini digunakan apabila lapisan tanah pada dasar fondasi yang mampu mendukung beban yang dilimpahkan terletak tidak dalam (berada relatif dekat dengan permukaan tanah). Untuk membantu pemilihan jenis fondasi, (Peck, 1953) memberikan ketentuan seperti Persamaan 2.1. yaitu :

$$\frac{D}{B} \leq 4 \quad (2.1.)$$

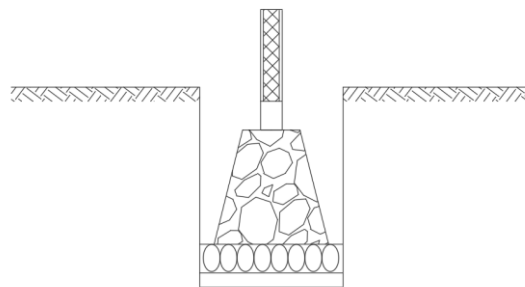
Untuk bentuk fondasi yang diklasifikasikan sebagai fondasi dangkal adalah :

a. Fondasi Menerus

Fondasi menerus yang juga disebut fondasi langsung adalah jenis fondasi yang banyak dipakai untuk bangunan rumah yang tidak bertingkat. Untuk seluruh panjang, jenis fondasi ini mempunyai ukuran yang sama besar dan terletak pada kedalaman yang sama. Oleh karena itu untuk memasang fondasi menerus lebih dahulu harus dibuatkan galian tanahnya dengan kedalaman yang sama, yang kemudian dipasang profil – profil untuk memasang fondasi sehingga diperoleh bentuk yang direncanakan.

Untuk bangunan kecil diatas tanah baik, fondasi menerus dapat dibuat dari pasangan batu bata dengan lebar dasar 2-3 kali tebal pasangan bata dan fondasi dinding setengah bata cukup diletakan pada kedalaman 60 - 80 cm. Selain itu bahan fondasi yang mendukung beban bangunan yang lebih besar dan banyak yang dipakai adalah pasangan batu kali. Lebar dasar fondasi umumnya tidak kurang dari dua setengah kali tebal.

Diatas fondasi batu perlu dipasang balok sloof beton bertulang yang berfungsi sebagai balok pengikat dan juga dapat meratakan beban dinding. Untuk dinding yang memikul beban agak berat atau karena daya dukung tanah kecil digunakan fondasi jalur pelat beton. Untuk menambah ketahanan bangunan terhadap gempa, fondasi sebaiknya dibuat menerus pada sekeliling bangunan tanpa terputus.



Gambar 2.1. Fondasi Menerus

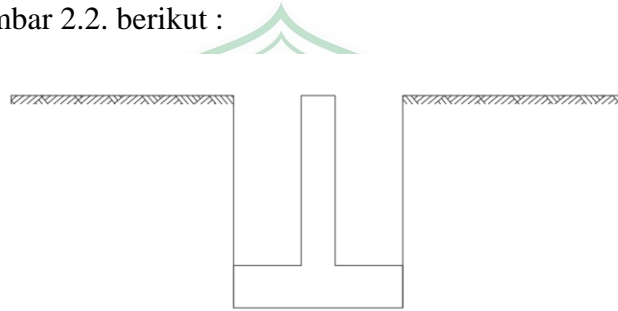
Sumber : *google images*

b. Fondasi telapak (*footplate*)

Fondasi telapak (*footplate*) ; dibuat pada bagian yg terpisah (di bawah kolom pendukung/kolom struktur, tiang, dsb), juga biasa digunakan pada konstruksi bangunan kayu di daerah rawa-rawa. Pada bangunan sementara sering juga digunakan penumpu batu alam massif yang bertarah dan diletakkan di atas permukaan tanah yang diratakan. Adapun ciri-ciri fondasi setempat adalah :

- Jika tanahnya keras, mempunyai kedalaman > 1,5 meter
- Fondasi dibuat hanya di bawah kolom
- Masih menggunakan fondasi menerus sebagai tumpuan men-cor sloof, tidak digunakan untuk mendukung beban.

Bentuk fondasi telapak (*footplate*) sendiri dapat terlihat pada gambar 2.2. berikut :



Gambar 2.2. Fondasi telapak (*footplate*)

Sumber : *google images*

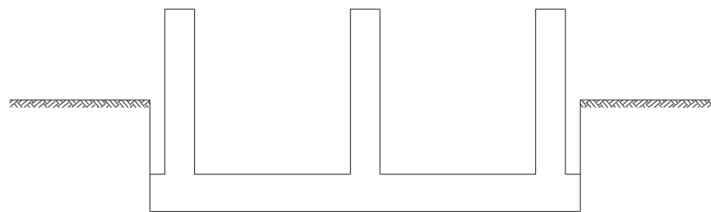
c. Fondasi Rakit (*Raft*)

Fondasi rakit (*raft*) adalah jenis fondasi yang terbuat dari beton bertulang dengan bentuk yang menyerupai rakit. Oleh karenanya, fondasi ini juga biasa disebut dengan fondasi rakit. Sebelum memilih untuk menggunakan fondasi ini, daya dukung tanahnya harus sudah memenuhi syarat. Selain itu, jumlah lantai bangunan tingkat yang bisa dipenuhi adalah 10 lantai.

Salah satu keunggulan dari penggunaan fondasi rakit (*raft*) ini adalah proses pembangunannya lebih cepat. Karena prosesnya tidak membutuhkan alat berat seperti pile driver yang biasa digunakan untuk fondasi dalam. Pekerjaan fondasi raft ini dapat dilakukan dengan mudah tanpa membutuhkan bantuan alat berat.

Penggunaan fondasi rakit (*raft foundation*) biasanya dikerjakan untuk bangunan yang mempunyai basement. Karena fondasi ini dinilai mampu mengurangi risiko momen guling pada bangunan gedung bertingkat. Jika tidak digunakan fondasi raft, maka bangunan bertingkat biasanya menggunakan fondasi dalam, dimana keduanya mampu mencegah terjadinya momen guling.

Fondasi ini cocok diaplikasikan pada jenis tanah yang lunak ataupun tanah yang terdapat zona lunak tertentu saja. Oleh karenanya, fondasi raft atau rakit ini dirancang untuk menjangkau zona zona tersebut dengan tekanan bantalan yang dapat ditoleransi serta tingkat penurunan yang dapat diterima.



Gambar 2.3. Fondasi rakit

Sumber : *google images*

2.2.2. Fondasi Dalam

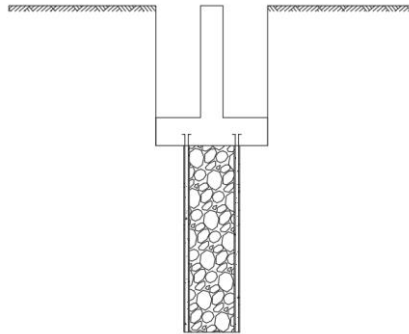
Fondasi dalam (*deep foundation*) adalah jenis fondasi yang dipakai pada kedalaman lebih dari 6,00 m dari permukaan tanah, dasar fondasi ini terletak cukup dalam dari permukaan tanah atas. Dikerjakan dengan peralatan berat dan tidak dapat dikerjakan oleh tenaga manusia. Disebut fondasi dalam bila kedalaman fondasi dari muka tanah adalah sama atau lebih besar empat kali lebar fondasi. (Peck, 1953) memberikan ketentuan seperti persamaan 2.2. dibawah :

$$\frac{D}{B} \geq 4 \quad (2.2.)$$

a. Fondasi Sumuran

Fondasi sumuran adalah suatu bentuk peralihan antara fondasi dangkal dan fondasi tiang. Fondasi ini digunakan apabila tanah dasar terletak pada kedalaman yang relatif dalam. Jenis fondasi dalam yang dicor ditempat dengan menggunakan komponen beton dan batu belah

sebagai pengisinya. Pada umumnya fondasi sumuran ini terbuat dari beton bertulang atau beton pracetak, yang umum digunakan pada pekerjaan jembatan di Indonesia adalah dari silinder beton bertulang dengan diameter 250 cm, 300 cm, 350 cm, dan 400 cm.



Gambar 2.4. Fondasi sumuran

b. Fondasi *Bored Pile*

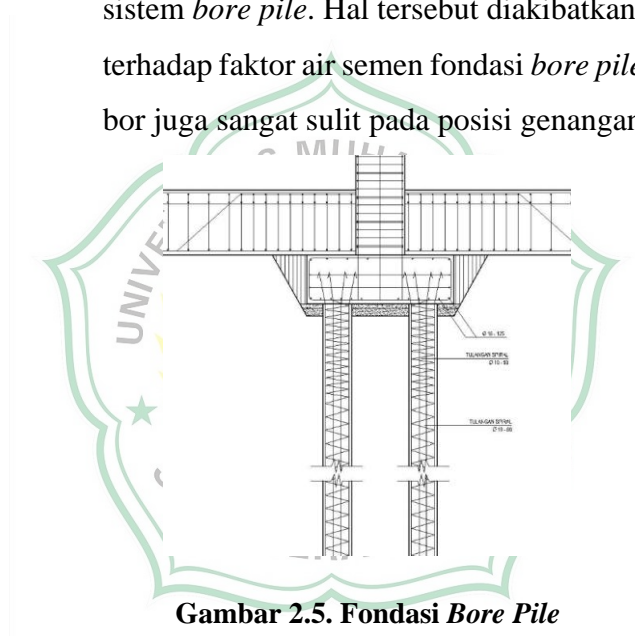
Fondasi *Bored Pile* adalah bentuk fondasi dalam yang dibangun di dalam permukaan tanah dengan kedalaman tertentu. Fondasi di tempatkan sampai ke dalaman yang dibutuhkan dengan cara membuat lobang yang dibor dengan alat khusus. Setelah mencapai kedalaman yang disyaratkan, kemudian dilakukan pemasangan kesing/begisting yang terbuat dari plat besi, kemudian dimasukkan rangka besi fondasi yang teladirakit sebelumnya, lalu dilakukan pengecoran terhadap lobang yang sudah di bor tersebut. Pekerjaan fondasi ini tentunya dibantu dengan alat khusus, untuk mengangkat kesing dan rangka besi. Setelah dilakukan pengecoran kesing tersebut dikeluarkan kembali.

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pengerjaan fondasi *bored pile*, yaitu:

- Jenis Tanah. Jenis tanah sangat berpengaruh terhadap kecepatan dalam pengeboran. Jika tipe tanah pada lokasi yang berpasir atau tanah basah maka akan sangat mudah longsor sehingga sangat sulit dalam proses pengangkatan mata bor

setelah pengeboran. Salah sedikit bisa mengakibatkan kelongsoran pada lubang yang telah dibuat.

- Level Muka Air Tanah. Level muka air tanah sangat menentukan tekanan terhadap mata bor dan dinding sumuran. Jika level air tanah sangat dangkal maka sumuran yang dibuat akan sering mengalami banjir yang akan berakibat sumuran akan mudah longsor dan mata bor sulit menekan akibat tekanan air menuju arah keatas.
- Area Pengeboran/Lahan Pekerjaan. Untuk area yang tergenang air, sangat tidak disarankan untuk menggunakan fondasi sistem *bore pile*. Hal tersebut diakibatkan karena berpengaruh terhadap faktor air semen fondasi *bore pile*. Penempatan mesin bor juga sangat sulit pada posisi genangan.



Gambar 2.5. Fondasi Bore Pile

Sumber : google images

c. Fondasi Tiang Pancang

Penggunaan fondasi tiang pancang sebagai fondasi bangunan apabila tanah yang berada dibawah dasar bangunan tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban yang bekerja padanya Atau apabila tanah yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan seluruh beban yang bekerja berada pada lapisan yang sangat dalam dari permukaan tanah kedalaman lebih dari 8 meter.

Dalam merencanakan fondasi untuk suatu konstruksi dapat digunakan beberapa macam tipe fondasi. Pemilihan tipe fondasi ini didasarkan atas :

- Fungsi bangunan atas (*upper structure*) yang akan dipikul oleh fondasi tersebut.
- Besarnya beban dan berat dari bangunan atas.
- Kondisi tanah dimana bangunan tersebut akan didirikan.
- Biaya fondasi dibandingkan dengan bangunan atas.

Fondasi memiliki banyak jenis dan macamnya salah satu di antara tipe fondasi yang dapat digunakan adalah fondasi tiang pancang. Konstruksi fondasi pancang tersebut bisa terbuat dari bambu, kayu, baja, atau beton yang berfungsi untuk meneruskan beban- beban dari struktur bangunan atas ke lapisan tanah pendukung (*bearing layers*) dibawahnya pada kedalaman tertentu

2.3. Konstruksi Cerucuk

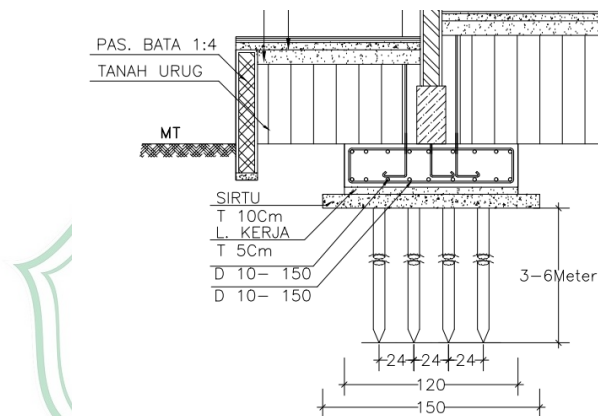
Cerucuk merupakan suatu metode perbaikan tanah yang sering dijumpai guna meningkatkan daya dukung pada tanah yang lunak maupun sebagai penguat lereng timbunan. Cerucuk bisa berupa tiang kayu berukuran panjang 4-6 meter dengan diameter 10 cm. Bisa juga tiang beton untuk tanah lunak yang lebih dalam, dan bila kapasitas daya dukung beban yang lebih besar diperlukan, penggunaan dari tiang beton pracetak lebih cocok. Tiang pracetak berbentuk persegi atau segitiga dengan sisi berukuran 10-40 cm, akan memberikan kapasitas daya dukung yang lebih besar (Departemen PU, 2005).

Fondasi cerucuk (*micropile*) merupakan salah satu jenis fondasi tiang yang tidak dipancang sampai lapisan tanah keras sehingga menahan beban yang diterima oleh tiang, *mobilisasi* tahanan ditimbulkan oleh gesekan antara tiang dengan tanah sekelilingnya (*skin friction*). Material fondasi cerucuk dapat berupa beton, baja, bambu atau kayu. Metode cerucuk bertujuan sebagai berikut :

- a. Membuat daya dukung tanah menjadi lebih baik dari yang sebelum adanya metode ini, Apabila cerucuk (*micropile*) ditancapkan kedalam tanah, menyebabkan tanah disekitarnya menjadi padat. sehingga bisa

diambil kesimpulan dengan adanya metode cerucuk (*micropile*) ini lebih dari satu dapat berpengaruh secara signifikan terhadap pemadatan tanah tersebut.

- b. Mampu manahan terjadinya proses geser (*slidding*). Micropile yang ditunjukkan nantinya dapat mampu menahan geser (*slidding*) dari tanah terhadap bidang longsor.
- c. Mampu mencegah akan kemungkinan terjadi longsoran yang ditimbulkan oleh tanah.
- d. Menjadikan permeabilitas tanah menjadi kecil apabila dipasangkan cerucuk pada tanah.



Gambar 2.6. Konstruksi Cerucuk Bambu

Sumber : Gambar perencanaan lokal baru UMSumbar (2022)

2.4. Liquifaksi Tanah

Liquifaksi (*liquefaction*) tanah adalah suatu penurunan kekuatan mendadak akibat lepasnya butiran tanah berisi butir kecil pasir sehubungan dengan pengguncang lapisan dasar yang diikuti oleh naiknya tekanan secara mendadak pori-pori tanah. Liquifaksi terjadi apabila suatu pasir yang tersaturasi strukturnya terpecah akibat adanya pembebanan yang berlebihan dan terus-menerus. Karena strukturnya hancur, maka partikel-partikel penyusun pasir tersebut akan bergerak dan cenderung membentuk suatu konfigurasi yang lebih keras.

Pada saat terjadinya gempa air yang berada di pori-pori tanah berpasir tidak sempat mengalir keluar, dan terperangkap sehingga partikel – partikel tanah tidak dapat bergerak dan merapat untuk membentuk konfigurasi yang lebih padat. Dengan adanya pembebanan akibat gempa, tekanan air di dalam tanah akan

meningkat sehingga memperkecil gaya antar partikel tanah sehingga kekuatan tanahnya menjadi menurun. Pada kasus – kasus yang ekstrim, tekanan air pori akan menjadi sangat tinggi sehingga partikel– partikel tanah kehilangan kontak satu dengan lainnya.

Liquifaksi umumnya terjadi pada tanah yang bergradasi seragam (*uniformly graded soil*). Sementara tanah yang bergradasi baik (*well graded soil*) umumnya mempunyai tahanan terhadap likuifaksi lebih besar dibandingkan dengan tanah yang bergradasi jelek (*poor graded soil*).

Dalam menganalisis potensi likuifaksi, dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu uji laboratorium dan pendekatan perhitungan berdasarkan data uji lapangan. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh nilai potensi likuifaksi dari hasil uji lapangan, khususnya Standar Penetrasi Tanah (SPT) dan *Cone Penetration Test* (CPT).

Uji SPT dilakukan bersamaan dengan pengeboran untuk menilai resistensi dinamis tanah dan pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan. Keunggulan utama uji ini adalah biaya yang rendah dan sederhana. Meskipun parameter kekuatan tanah yang diperoleh bersifat perkiraan, namun memberikan panduan berharga pada kondisi tanah di mana pengambilan sampel bor berkualitas memadai sulit dilakukan.

CPT atau sering disebut sebagai tes sondir, merupakan penetrometer statis yang secara luas digunakan di Indonesia. Namun, untuk menganalisis potensi likuifaksi, diperlukan nilai rasio tegangan siklik (CSR) dan rasio tahanan siklik (CRR), yang dapat diperoleh dari nilai CPT (sondir), SPT (bor dalam), V_s (kecepatan gelombang geser), serta beberapa uji tanah lainnya, termasuk Becker Penetration Test (BPT). Dalam penelitian ini, fokus perhitungan terbatas pada data hasil pengujian CPT.

Metode menganalisis potensi likuifaksi yaitu dengan menggunakan nilai faktor keamanan dari hasil perbandingan dari nilai CSR (*Cyclic Stress Ratio*) 16 dengan nilai CRR (*Cyclic Resistance Ratio*), dimana CSR (*Cyclic Stress Ratio*) adalah ratio tegangan siklik yang disebabkan oleh beban seismic (gempa) dan sementara CRR (*Cyclic Resistance Ratio*) itu sendiri adalah kapasitas tahanan tanah dari tegangan siklik yang bisa memicu terjadi likuifaksi. Faktor Keamanan (SF)

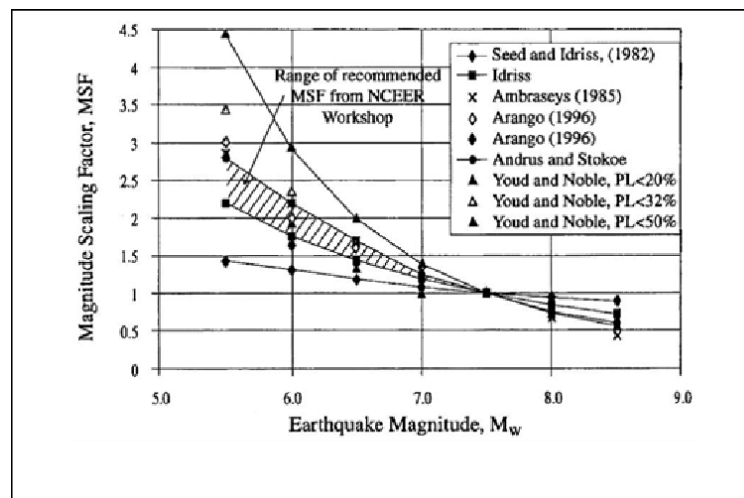
yang tidak diperbolehkan adalah kurang dari 1 (satu) maka tanah akan terjadinya likuifaksi. Dimana dimana dinyatakan pada persamaan 2.3. berikut :

$$SF = CRR \times \frac{MSF}{CSR} \quad (2.3)$$

Dimana:

- Jika $SF < 1$ maka akan terjadinya likuifaksi
- Jika $SF = 1$ maka kondisinya kritis
- Jika $SF > 1$ maka tidak akan terjadinya likuifaksi

Nilai MSF bisa diperoleh dari grafik :



Gambar 2.7. Magnitude Scaling Factor

Sumber : *Seed dan Idriss*

Pada CPT (*Cone Penetration Test*), data yang dijadikan acuan yaitu tahanan ujung konus (q_c). Berikut merupakan langkah-langkah untuk mengetahui nilai CSR (*Cyclic Stress Resistance*) dan CRR (*Cyclic Resistance Ratio*) dari data CPT (*Cone Penetration Test*):

2.4.1. CSR (Cyclic Stress Resistance)

CSR (*Cyclic Stress Ratio*) adalah tegangan geser siklik yang terjadi dari dampak gempa dibagi menggunakan tegangan efektif lain, Nilai CSR bisa dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$CSR = 0,65 \cdot \left(\frac{amax}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma v}{\sigma'v}\right) \cdot rd \quad (2.4.)$$

Dimana:

- CSR : *Cyclic Stress Ratio* (tidak berdimensi)
amax : Percepatan maksimum di permukaan tanah
g : Percepatan gravitasi
 σ_v : Tegangan vertikal total
 σ'_v : Tegangan vertikal efektif
rd : Koefisien tegangan reduksi

Dimana rd adalah nilai factor reduksi tahanan pada suatu tegangan yang dirumuskan mengestimasi besarnya koefisien reduksi besaran CSR Menurut Liao dan Whitman, 1968 formulasi yang digunakan untuk mengestimasi koefisien. reduksi tegangan adalah :

$$\text{Untuk } z \leq 9,5 \text{ m } Rd = 1,0 - 0,00765z \quad (2.5.)$$

$$\text{Untuk } 9,15 \leq z \leq 23 \text{ m } Rd = 1,174 - 0,0267z \quad (2.6.)$$

Dimana:

- rd : Koefisien tegangan reduksi
z : Kedalaman lapisan tanah (m)

Berbeda dengan Liao dan Whitman, menurut TF Blake, 1996 formulasi yang digunakan untuk mengestimasi koefisien reduksi tegangan dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$rd = \frac{1,0 - 0,4113 (z^{1,5}) + 0,04052 (z) + 0,001753 (z^{1,5})}{1,0 - 0,4177 (z^{0,5}) + 0,05729 (z) - 0,0066205 (z^{1,5}) + 0,00121 (z^2)} \quad (2.7.)$$

Dimana:

- rd : Koefisien tegangan reduksi
z : Kedalaman lapisan tanah (m)

2.4.2. CRR (*Cyclic Ratio Resistance*)

Nilai *Cyclic Resistance Ratio* (CRR) merupakan nilai ketahanan suatu lapisan tanah terhadap tegangan siklis. Berdasarkan pada metode NCEER (*National Center of Earthquake Engineering Research*) 1996, Robertson dan Wride (1996) mengusulkan persamaan berikut dalam menentukan nilai CRR :

$$\text{Jika } (qc1N) < 50 \text{ CRR} \quad = \mathbf{0,833 [(qc1N)/1000] + 0,05} \quad (2.8.)$$

$$\text{Jika } 50 \leq (qc1N) \leq 160 \text{ CRR} \quad = \mathbf{93 [(qc1N)/1000]^3 + 0,08} \quad (2.9.)$$

Dimana :

$qc1N$: Nilai qc terkoreksi (Kg/cm^3)

CRR : *Cyclic Resistance Ratio*

2.5. Daya Dukung Fondasi Cerucuk Bambu

Kapasitas dukung tiang dapat diperoleh dari data uji kerucut statis (CPT) atau sondir. Tahanan ujung yang termobilisasi pada tiang pancang harus setara dengan tahanan ujung saat uji penetrasi. Tetapi, pengaruh sekala dan perbedaan kecepatan pembebanan yang menyebabkan perbedaan signifikan pada nilai tahanan ujung tiang.

2.5.1. Daya Dukung Fondasi Telapak *Footplate*

Pada umumnya fondasi dangkal berupa fondasi telapak, memanjang, dan rakit. Fondasi telapak merupakan fondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom sedangkan fondasi memanjang yaitu fondasi yang digunakan untuk mendukung dinding memanjang. Untuk menghitung fondasi telapak (*footplate*) Terzaghi(1943) merumuskan daya dukung untuk fondasi bujur sangkar atau telapak sebagai berikut :

$$q_u = c \cdot N_c \cdot s_c + (D_f \cdot \gamma) \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \quad (2.10.)$$

Dimana:

q_u = daya dukung ultimit (kg/cm^2)

D_f = Kedalaman fondasi (m)

c = kohesi tanah (kg/cm^2)

B = lebar fondasi (m)

γ = berat volume tanah (kg/cm^3)

N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung Terzaghi

S_γ, S_c = faktor bentuk pondasi

Nilai-nilai faktor daya dukung Terzaghi N_c, N_q, N_γ fungsi dari besarnya besarnya sudut geser (ϕ). Faktor daya dukung didapatkan dari nilai sudut geser (ϕ), berikut ini faktor daya dukung yang disarankan oleh vesic (1973).

Tabel 2.1. Faktor daya dukung yang disarankan oleh Vesic.

<i>vesic bearing capacity factor</i>							
ϕ	Nc	Nq	N γ	ϕ	Nc	Nq	N γ
0	5,14	1	0	21	15,82	7,07	6,2
1	5,38	1,09	0,07	22	16,88	7,82	7,13
2	5,63	1,2	0,15	23	18,05	8,66	8,2
3	5,9	1,31	0,24	24	19,32	9,6	9,44
4	6,19	1,43	0,34	25	20,72	10,66	10,88
5	6,49	1,57	0,45	26	22,25	11,85	12,54
6	6,81	1,72	0,57	27	23,94	13,2	14,47
7	7,16	1,88	0,71	28	25,8	14,72	16,72
8	7,53	2,06	0,86	29	27,86	16,44	19,34
9	7,92	2,25	1,03	30	30,14	18,4	22,4
10	8,35	2,47	1,22	31	32,67	20,63	25,99
11	8,8	2,71	1,44	32	35,49	23,18	30,22
12	9,28	2,97	1,69	33	38,64	26,09	35,19
13	9,81	3,26	1,97	34	42,16	29,44	41,06
14	10,37	3,59	2,29	35	46,12	33,3	48,03
15	10,98	3,94	2,65	36	50,59	37,75	56,31
16	11,63	4,34	3,06	37	55,63	42,92	66,19
17	12,34	4,77	3,53	38	61,35	48,93	78,03
18	13,1	5,26	4,07	39	67,87	55,96	92,25
19	13,93	5,8	4,68	40	75,31	64,2	109,41
20	14,83	6,4	5,39	41	83,86	73,9	130,22

Sumber : Buku Analisis dan Desain Fondasi Jilid 1 Joseph E Bowles hal - 183

2.5.2. Daya Dukung Ujung Tiang

Untuk perhitungan daya dukung fondasi dengan perkuatan cerucuk bambu digunakan persamaan yang sama dengan fondasi pancang yang dihitung berdasarkan pada tahanan ujung (*end bearing pile*) ini dipancang sampai pada lapisan tanah keras, yang mampu memikul beban yang diterima oleh tiang pancang tersebut. Lapisan tanah keras ini dapat merupakan lempung keras sampai pada batu-batuan tetap yang sangat keras. Bila lapisan tanah keras tersebut terdiri dari batuan keras maka penentuan daya dukung cerucuk bambu tidak akan menjadi masalah. Dalam hal ini daya dukung cerucuk akan tergantung pada kekuatan bahan tiang itu sendiri. Bila lapisan

tanah keras tersebut akan terdiri dari lapisan pasir maka daya dukung fondasi cerucuk tersebut akan sangat tergantung pada sifat-sifat lapisan pasir tersebut. Sehingga persamaan untuk menentukan daya dukung ujung tiang adalah sebagai berikut :

$$Q_p = \sigma' N_q * A \quad (2.11.)$$

Dimana:

Q_p = daya dukung ujung tiang

σ' = tekanan tanah total

N_q = Factor daya dukung

SF = factor keamanan (SF = 3 menurut SNI 8460)

2.5.3. Daya Dukung Selimut Tiang

Bila lapisan tanah keras letaknya sangat dalam sehingga pembuatan dan pemancangan cerucuk bambu sampai lapisan tanah keras sangat sukar dilaksanakan, maka dalam hal ini kita menggunakan cerucuk bambu yang daya dukungnya berdasarkan pelekatan antara tiang dengan tanah. Hal ini sering terjadi bila kita memancarkan cerucuk bambu ke dalam lapisan lempung. Maka perlawanan pada ujung tiang pada cerucuk bambu akan jauh lebih kecil daripada perlawanan akibat pelekatan antara cerucuk bambu dan tanah. Sehingga persamaan untuk menentukan daya dukung ujung tiang adalah sebagai berikut :

$$Q_s = (k \times \sigma_v \times \tan \delta) \times (A_p \times L) \quad (2.12.)$$

Dimana a:

Q_s = daya dukung selimut tiang

σ_v = Tekanan tanah vertikal

k = Rekomendasi nilai $k=1$

A_p = Parimeter

L = Panjang tiang

2.5.4. Daya Dukung Ijin Tiang

Penentuan daya dukung ijin (Q_{all}) dilakukan dengan membagi daya dukung ultimit dengan faktor keamanan dengan menggunakan anjuran Tomlinson sebagai berikut :

$$Q_{all} = \frac{(Q_s + Q_p)}{SF} \quad (2.14.)$$

Dimana:

Q_s = daya dukung selimut tiang

Q_p = daya dukung ujung tiang

SF = factor keamanan (SF = 3 menurut SNI 8460 - 2017)

2.6. Penurunan

2.6.1. Fondasi tiang tunggal

Untuk perencanaan, penurunan elastis fondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$S_e = S_s + S_a + S_{ps} \quad (2.15.)$$

Dimana:

S_e = penurunan elastis total fondasi tiang tunggal (cm)

S_s = penurunan akibat deformasi aksial tiang (cm)

S_a = penurunan dari ujung tiang (cm)

S_{ps} = penurunan akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang (cm)

Ketiga komponen ini dihitung secara terpisah dan kemudian dijumlahkan.

$$S_s = \frac{(Q_p + \alpha \cdot Q_s) \times L}{A_p - E_p} \quad (2.16.)$$

Dimana:

S_s = penurunan akibat deformasi aksial tiang

Q_p = beban yang didukung ujung tiang (kg)

Q_s = beban yang didukung selimut tiang (kg)

L = panjang tiang (cm)

A_p = luas penampang tiang (cm²)

E_p = modulus elastisitas tiang (kg/cm²)

$$E_p = 4700 \cdot \sqrt{f_c'} \text{ (SNI -03-2847-2002 , Hal 54)}$$

α = koefisien yang bergantung pada distribusi gesekan selimut sepanjang

fondasi tiang

Vesic menyarankan nilai $\alpha = 0,5$ untuk distribusi gesekan yang seragam atau parabolik sepanjang tiang. Untuk distribusi berbentuk segitiga (nol di puncak dan maksimum di dasar) nilai $\alpha = 0,67$.

$$S_p = \frac{C_p \cdot Q_p}{D \cdot q_p} \quad (2.17.)$$

Dimana:

S_p = penurunan akibat deformasi aksial tiang

Q_p = perlawanan ujung di bawah beban kerja atau beban ujung yang diijinkan (kg)

C_p = koefisien empiris (kg)

D = diameter tiang (cm)

q_p = tahanan ujung tiang (kg/cm^2)

Tabel 2.2. Nilai Koefisien C_p

Jenis Tanah	Pancang	Borpile
Pasir	0,02 – 0,04	0,09 – 0,18
Lempung	0,02 – 0,05	0,03 – 0,06
Lanau	0,03 – 0,05	0,09 – 0,12

Sumber : Buku Manual Fondasi Tiang (hal 69) Vesic 1997

Penurunan akibat pengalihan beban sepanjang tiang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$S_{ps} = \frac{Q_{ws}}{P \cdot L} \cdot \frac{D}{E_s} \cdot (1 - V_s^2) \cdot I_{ws} \quad (2.16.)$$

Dimana:

$\frac{Q_{ws}}{P \cdot L}$ = gesekan rata-rata sepanjang tiang

p = keliling tiang (cm)

L = panjang tiang tertanam (cm)

D = diameter atau sisi tiang (cm)

E_s = modulus elastisitas tanah (kg/cm^2)

V_s = angka *poison ratio*

I_{ws} = faktor pengaruh = $2 + 0,35 \cdot \sqrt{L/D}$

Tabel 2.3. Nilai Poisson Ratio Tanah dan Pasir

Tipe Tanah	Poisson's Ratio
<i>Clay saturated</i>	0,5
<i>Clay Undrained</i>	0,35 - 0,40
<i>Clay with sand and silt</i>	0,30 - 0,42
<i>Sandy Soil</i>	0,15 - 0,25
<i>Sand</i>	0,30 - 0,35

Sumber: Buku Fondasi Tiang Pancang Jilid II oleh Ir. Sardjono HS, (hal 94)

Tabel 2.4. Interval Nilai Modulus Elastisitas Untuk Berbagai Tanah

Jenis Tanah	Harga Modulus Elastisitas	
	kg/cm ²	Psi
Tanah liat sangat lunak	3,5 – 30	50 – 400
Tanah liat lunak	20 – 50	250 – 600
Tanah liat sedang	40 – 80	600 – 1200
Tanah liat keras	70 - 180	1000 – 2500
Tanah liat berpasir	300 - 400	4000 – 6000
Pasir berlanau	70 - 200	1000 – 3000
Pasir lepa	100 - 250	1500 -3500
Pasir Padat	500 - 800	7000 – 12000
Pasir padat dan grosok	1000 - 2000	14000 – 28000

Sumber : Buku Fondasi Tiang Pancang Jilid II Ir. Sardjono HS, (hal 95)

2.6.2. Penurunan Fondasi Kelompok Tiang

Penurunan kelompok tiang umumnya lebih besar daripada fondasi tiang tunggal karena pengaruh tegangan pada daerah yang lebih luas dan lebih dalam. Vesic memberikan persamaan sederhana sebagai berikut :

$$S_g = S \cdot \sqrt{\frac{B_g}{D}} \quad (2.17.)$$

Dimana:

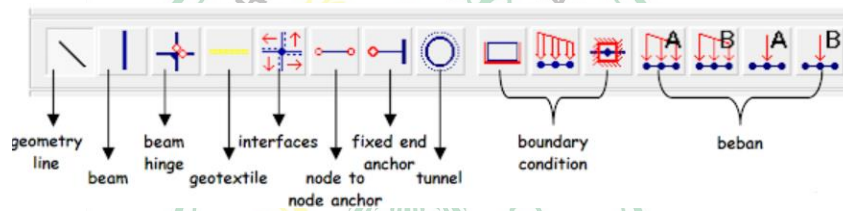
S_g = penurunan kelompok tiang (cm)

S = penurunan fondasi tiang tunggal (cm)

- Bg = lebar kelompok tiang (cm)
 D = diameter atau sisi tiang tunggal (cm)

2.7. Plaxis

Plaxis merupakan program Plaxis 2 dimensi dan 3 dimensi, dikembangkan untuk analisis konstruksi fondasi termasuk fondasi dengan perkuatan cerucuk bambu. Perkembangan dari Plaxis dimulai tahun 1987 di Delft University of Technology sebagai inisiatif dari Departemen Pekerjaan Umum dan Manajemen Keairan Pemerintah Belanda (rijkswaterstaat). Terdiri dari tiga sub-program pada *user interface* yaitu *input*, *output*, dan *curves* dengan masing-masing kegunaan. *Input* digunakan untuk mengatur geometri, parameter model, dan fase perhitungan. *Output* digunakan untuk menampilkan hasil perhitungan secara tiga dimensi maupun secara potongan melintang. *Curves* berfungsi untuk melakukan plot grafik angka hasil perhitungan berdasarkan titik tinjauan geometri yang telah ditetapkan. Berikut adalah menu - menu *interface* pada aplikasi Plaxis :

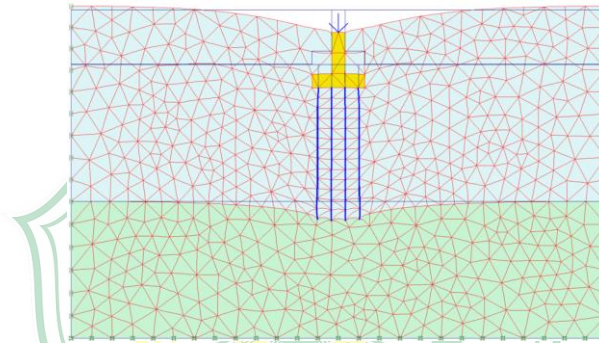


Gambar 2.8. Menu-Menu aplikasi Plaxis

Sumber : *google images*(2023)

1. *Geometry model*, yaitu input program berupa lapisan tanah, struktur, langkah konstruksi, pembebanan, dan kondisi batas yang dimasukkan dalam bentuk grafis (CAD) sehingga diharapkan pemodelan yang akurat dan mendetail dari kondisi sebenarnya di lapangan dapat tercapai.
2. *Beams*, yaitu struktur balok yang khusus digunakan sebagai dinding penahan tanah, struktur terowongan dan struktur ramping lainnya. Perilaku struktur tersebut didefinisikan dengan tingkat kelenturan, kekakuan dan *ultimate bending moment*.
3. *Interfaces*, yaitu elemen sambungan yang diperlukan dalam kalkulasi dimana terjadi interaksi tanah dan struktur. *Interface* digunakan untuk mensimulasikan lapisan tipis dimana terjadi geser seperti pada alas fondasi, tiang, geotekstil, dinding penahan tanah dan lain – lain.

4. *Anchors*, yaitu dimodelkan sebagai elemen pegas *elastoplastis*. Perilaku elemen ini didefinisikan dengan tingkat kekakuan dan gaya yang dapat diterima. Analisis dapat dilakukan untuk *angkur prestressed*.
5. *Geotextile* yaitu elemen yang disimulasikan secara khusus oleh plaxis sebagai elemen dengan tahanan tarik. *Geotextiles* dan *geogrid* umumnya digunakan pada konstruksi perkuatan tanah atau pada struktur penahan tanah.
6. *Tunnels*, dalam pemodelan terowongan ini Plaxis memiliki pilihan parabolik dan non-parabolik. *Beams* dan *interfaces* dapat dimasukkan kedalam permodelan struktur terowongan dan interaksinya dengan lapisan tanah sekitar.



Gambar 2.9. Gambar Hasil Analisa menggunakan Plaxis

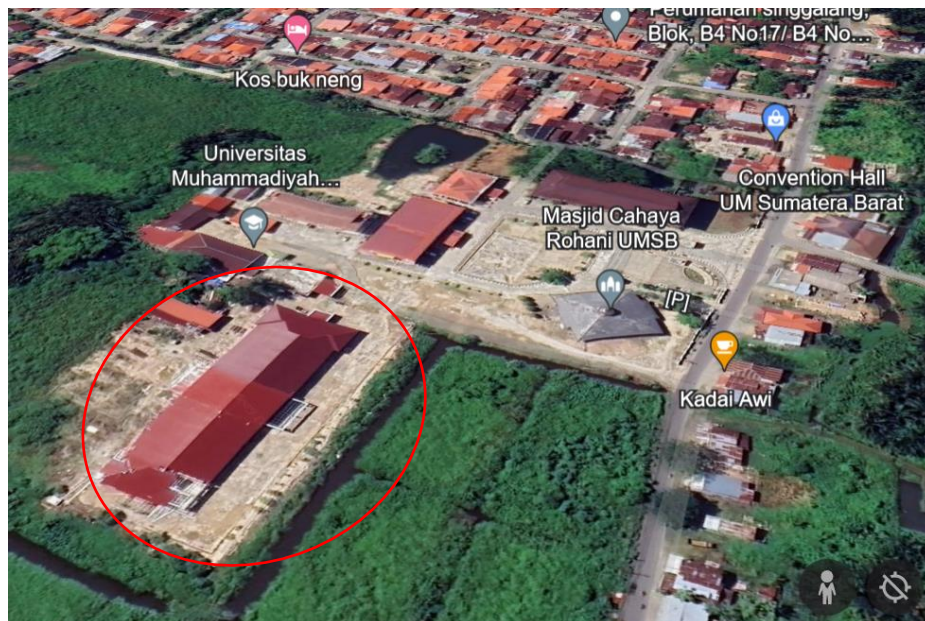
Sumber : *google images* (2023)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kampus I Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat berlokasi di Jalan Pasir Jambak No.4, Pasie Nan Tigo, Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang, Sumatera Barat. Data yang diperoleh pada lokasi penelitian adalah :

1. Data CPT (*cone penetration test*) atau sondir sebanyak 1 titik
2. Data laboratorium



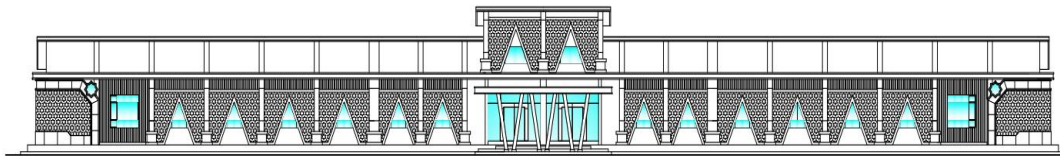
Gambar 3.1. Lokasi Penelitian

Sumber : *google maps* (2023)

3.2. Data Penelitian

Data ini diperoleh dari lapangan menurut perhitungan dari pihak perencana dengan data sebagai berikut :

1. Dalam fondasi cerucuk rencana 5 meter.
2. Diameter fondasi cerucuk bambu ± 10 cm.
3. Dimensi ukuran *footplate* diatas cerucuk bambu 1,2 meter x 1,2 meter.
4. Fondasi telapak dimodelkan di kedalaman 3 meter.



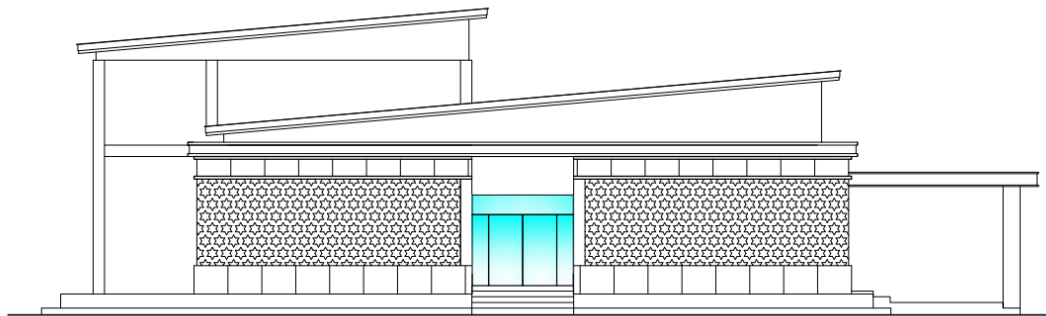
Gambar 3.2. Tampak depan bangunan lokal baru UM Sumatera Barat

Sumber : Gambar perencanaan lokal baru UM Sumatera Barat (2022)



Gambar 3.3. Tampak belakang bangunan lokal baru UM Sumatera Barat

Sumber : Gambar perencanaan lokal baru UM Sumatera Barat (2022)



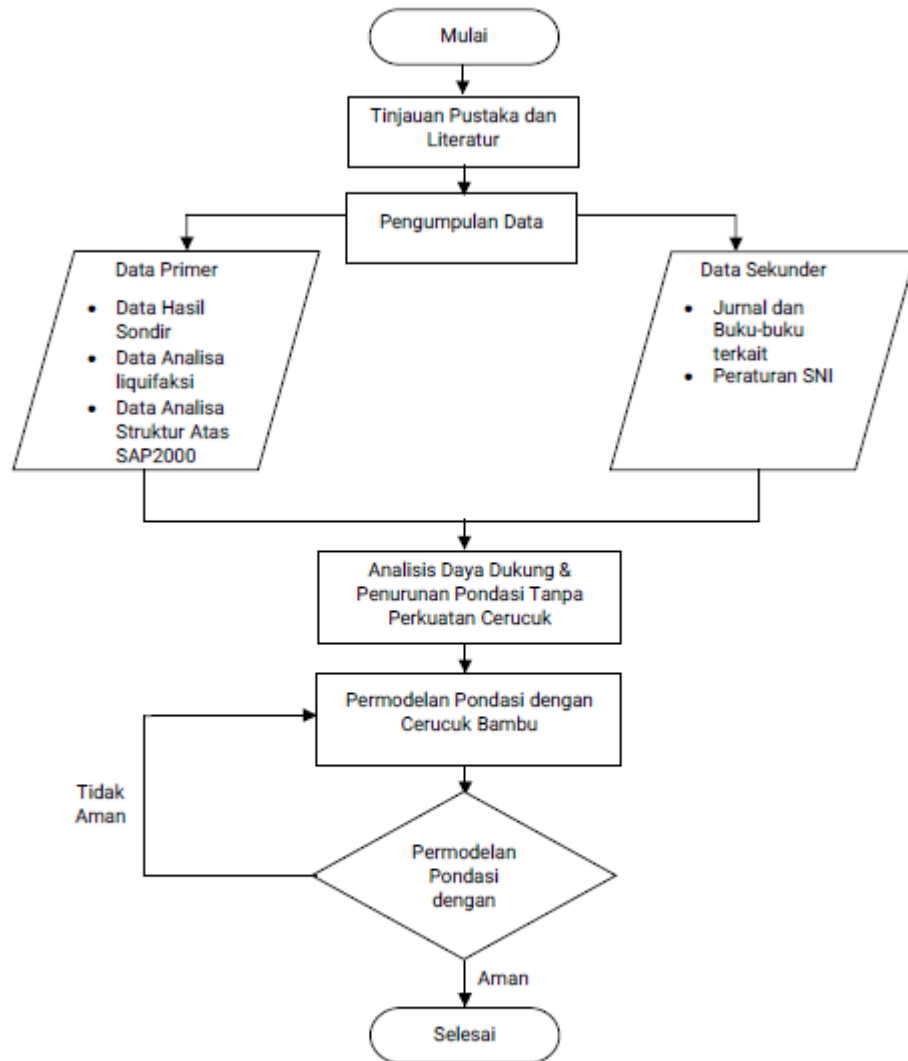
Gambar 3.4. Tampak samping bangunan lokal baru UM Sumatera Barat

Sumber : Gambar perencanaan lokal baru UM Sumatera Barat (2022)

3.3. Metode Analisis Data

Setelah dilakukan pengumpulan data langkah selanjutnya yaitu dengan menganalisis daya dukung pondasi tanpa perkuatan cerucuk. Kemudian menganalisis daya dukung dan penurunan pondasi yang telah diberi perkuatan cerucuk bambu menggunakan aplikasi Plaxis.

3.4. Bagan Alir



Gambar 3.5. Bagan Alir Penelitian

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Penentuan Liquefaksi tanah

Pada elevasi tanah 0-3 m terindikasi berpotensi liquefaksi. Kedalaman fondasi dangkal minimal berada di kedalaman 3 m dan tanah lunak fondasi diganti (*replacement*). Pada hasil penentuan liquefaksi tanah dapat dilihat pada **Tabel 4.1**

Tabel 4.1. Hasil liquefaksi tanah

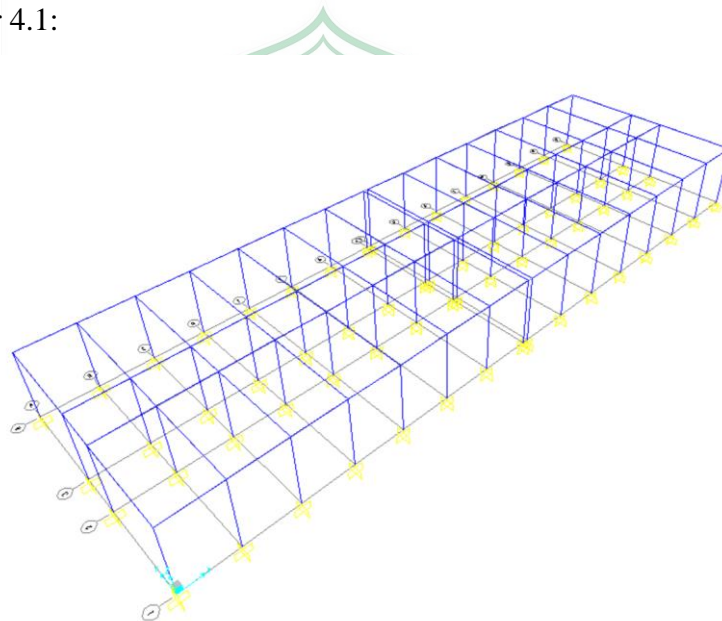
Level (m CD)	Depth (m)	Layer #	Soil Description	Type	q _s [kPa]	f _v [kPa]	γ _{en} [kN/m ³]	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _{sat} [kN/m ³]	σ' _{vo} [kPa]	σ _{vo} [kPa]	r _f [-]	CSR [-]	n _{final} [-]	lc _{final} [-]	kc	C _q	Q _{ult}	Q _{ult,c}	CRR ₁₅	Material Type	Dr	f	Kg	CRR ₁₅ *WS F*Wg	Conclusion	FoS
0	0	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	0	0	1,00		0,5	2,21	1,70	7,07	50,4	85,6	0,09	Sandy	47,5	0,75	1,00	0,1627	Liquefiable	0,32
-0,5	0,5	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	2,0	7	1,00	0,5109	0,5	2,21	1,70	7,07	50,4	85,6	0,09	Sandy	47,5	0,75	1,00	0,1490	Liquefiable	0,29
-1	1	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	4,0	14	0,99	0,5090	0,5	2,34	2,09	5,00	35,7	74,4	0,08	Sandy	46,5	0,75	1,00	0,1456	Liquefiable	0,29
-1,5	1,5	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	6,0	21	0,99	0,5070	0,5	2,42	2,40	4,08	29,1	69,7	0,08	Sandy	45,6	0,75	1,00	0,1442	Liquefiable	0,29
-2	2	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	8,0	28	0,99	0,5050	0,5	2,48	2,66	3,54	25,2	67,1	0,08	Sandy	44,8	0,75	1,00	0,1435	Liquefiable	0,29
-2,5	2,5	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	10,0	35	0,98	0,5032	0,5	2,53	2,90	3,16	22,5	65,4	0,08	Sandy	44,0	0,75	1,00	0,1430	Liquefiable	0,29
-3	3	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	12,0	42	0,98	0,5014	0,5	2,57	3,12	2,89	20,6	64,2	0,08	Sandy	43,2	0,75	1,00	0,1430	Liquefiable	0,29
-3,5	3,5	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	14,0	49	0,98	0,4996	0,7			3,96	28,2								Non-Liquefiable	
-4	4	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	16,0	56	0,97	0,4978	0,7			3,61	25,7								Non-Liquefiable	
-4,5	4,5	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	18,0	63	0,97	0,4960	0,7			3,32	23,7								Non-Liquefiable	
-5	5	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	20,0	70	0,97	0,4942	0,7			3,09	22,0								Non-Liquefiable	
-5,5	5,5	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	22,0	77	0,96	0,4923	0,7			2,89	20,6								Non-Liquefiable	
-6	6	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	24,0	84	0,96	0,4902	0,7			2,72	19,4								Non-Liquefiable	
-6,5	6,5	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	26,0	91	0,95	0,4880	0,7			2,57	18,3								Non-Liquefiable	
-7	7	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	28,0	98	0,95	0,4855	0,7			2,44	17,4								Non-Liquefiable	
-7,5	7,5	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	30,0	105	0,94	0,4828	0,7			2,32	16,6								Non-Liquefiable	
-8	8	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	32,0	112	0,94	0,4797	1,0			3,13	22,3								Non-Liquefiable	
-8,5	8,5	1	Loose SAND	Granular	713	9	13	14	4	34,0	119	0,93	0,4763	1,0			2,94	21,0								Non-Liquefiable	
-9	9	2	Sandy SILT	Other	12000	190	16	17	7	37,5	127,5	0,92	0,4589	0,5	1,85	1,15	1,63	196,0	224,6	0,78	Sandy	44,5	0,75	1,00	1,3801	Non-Liquefiable	3,01
-9,5	9,5	2	Sandy SILT	Other	12000	190	16	17	7	41,0	136	0,91	0,4436	0,5	1,86	1,16	1,56	187,4	216,8	0,69	Sandy	43,9	0,75	1,00	1,2250	Non-Liquefiable	2,76
-10	10	2	Sandy SILT	Other	12000	190	16	17	7	44,5	144,5	0,90	0,4298	0,5	1,88	1,17	1,50	179,9	209,9	0,62	Sandy	43,3	0,75	1,00	1,0997	Non-Liquefiable	2,56
-10,5	10,5	2	Sandy SILT	Other	12000	190	16	17	7	48,0	153	0,89	0,4169	0,5	1,89	1,18	1,44	173,2	203,9	0,56	Sandy	42,7	0,75	1,00	0,9968	Non-Liquefiable	2,39
-11	11	2	Sandy SILT	Other	12000	190	16	17	7	51,5	161,5	0,88	0,4049	0,5	1,90	1,19	1,39	167,2	198,4	0,51	Sandy	42,1	0,75	1,00	0,9112	Non-Liquefiable	2,25
-11,5	11,5	2	Sandy SILT	Other	12000	190	16	17	7	55,0	170	0,87	0,3933	0,5	1,91	1,20	1,35	161,8	193,5	0,47	Sandy	41,6	0,75	1,00	0,8389	Non-Liquefiable	2,13
-12	12	2	Sandy SILT	Other	12000	190	16	17	7	58,5	178,5	0,86	0,3822	0,5	1,92	1,21	1,31	156,9	189,1	0,44	Sandy	41,1	0,75	1,00	0,7772	Non-Liquefiable	2,03

Sumber: Yorizal Putra, 2022

Berdasarkan **Tabel 4.1.** diatas, dapat diketahui pada elevasi tanah dari kedalaman 0 sampai 3 meter terindikasi potensi liquifaksi. Kedalaman fondasi dangkal minimal yang digunakan adalah pada kedalaman 3 meter dan tanah lunak pada kedalaman tersebut atau pada lapisan tanah yang berpotensi liquifaksi, diganti atau di *replacement* dengan tanah timbunan dan dilakukan pemadatan.

4.2. Data Pembebanan

Pada penentuan pembebanan oleh struktur bangunan menggunakan aplikasi bantuan SAP2000. Kemudian pada aplikasi SAP2000 dimodelkan bentuk bangunan Ruang Kuliah UM Sumatera Barat dengan mengacu berdasarkan dimensi spesifikasi dan material yang digunakan pada pembangunan Ruang Kuliah UM Sumatera Barat. Permodelan serta input beban pada aplikasi SAP2000 dapat dilihat pada Gambar 4.1:



Gambar 4.1. Gambar Permodelan Menggunakan SAP2000 Permodelan

Sumber: Analisa SAP2000 (2023)

Kemudian setelah selesai dilakukan permodelan dan menginputkan segala jenis pembebanan, dilakukanlah analisis dan mengeluarkan *output element forces*, Dimana nilai yang dipakai adalah nilai P (Gaya Tekan Aksial pada bangunan). Nilai P digunakan untuk pembanding Daya dukung fondasi. Untuk *Output joint reaction* pada bangunan dapat terlihat pada tabel 4.2. dibawah :

Tabel 4.2. *Tabel Output Element Forces*

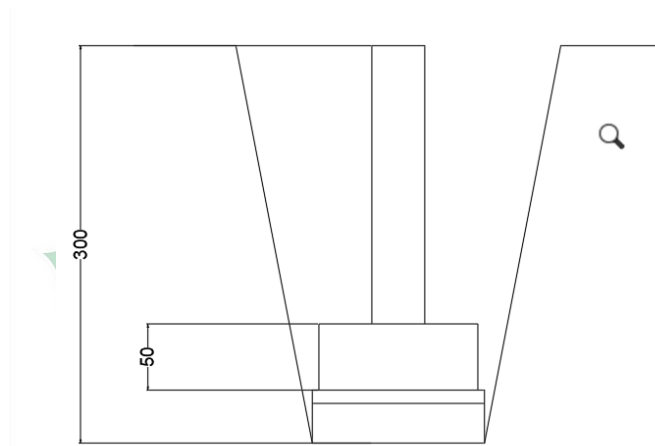
P	V2	V3	M2	M3
kN	kN	kN	kN.m	kN.m
-510	0	1,38	2,76	0

Sumber : *Output analisa Element Forces SAP2000*

4.3. Analisa Daya Dukung Fondasi

4.3.1. Analisa Daya dukung fondasi tanpa cerucuk bambu

Fondasi dangkal sendiri menggunakan fondasi telapak dengan dimensi 1,2 meter x 1,2 meter dengan tebal fondasi 0,5 meter. Untuk fondasi di modelkan di kedalaman 3 meter. Dimana permodelan fondasi telapak sendiri dapat dilihat dari gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2. Fondasi Tanpa Cerucuk bambu

Sumber : Analisis Numerik Fondasi Ruang Kelas UMSB (2022)

Untuk analisa daya dukung fondasi tanpa menggunakan perkuatan cerucuk bambu sebagai berikut :

a. Data Teknis sebagai berikut

- Dimensi fondasi = 1,2 m x 1,2 m
- P (beban sruktur atas) = 510 kN
- Kedalaman fondasi (Df) = 3 meter
- Sudut geser = 29^0
- Berat jenis tanah γ' = 17 kN/m³
- q = Df x Berat jenis Tanah
= 3 x 7
= 51 kN/m³

- $N_q = 16,44$
- $N_y = 19,34$
- $N_c = 27,9$
- *Safety Factor* = 3 (SNI 8460-2017)

b. Perhitungan dan Analisa tanpa perkuatan cerucuk bambu

$$\begin{aligned} q_u &= C \times N_c \times 1,3 + q \times N_q + 0,5 \times y \times B \times N_y \times s_y \\ &= 0 \times 27,9 \times 1,3 + 51 \times 16,44 + 0,5 \times 7 \times 19,34 \times 0,8 \\ &= 996,245 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_u &= B \times L \times q_u \\ &= 1,2 \times 1,2 \times 996,245 \\ &= 1434,61 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{all} &= Q_u / 3 \\ &= 1434,61 / 3 \\ &= 478 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$Q_{all} > P$$

$478 \text{ kN} < 510 \text{ kN}$ **“Tidak Aman”**

c. Perhitungan Penurunan tanpa cerucuk bambu

- γ fondasi = 25 kN
 - Beban Struktur Atas (P) = 510 kN
 - $W_p = 50 \text{ kN}$
 - $A = 1,44 \text{ m}^2$
 - $V = 0,72 \text{ m}^3$
 - $\Delta p = 366,7 \text{ kN/m}^2$
 - $2q_{c_{avg}} = 3724 \text{ kg/cm}^2$
- $$S = \frac{\Delta p \times B}{2q_{c_{avg}}}$$
- $$= \frac{366,7 \times 1,2}{3724}$$
- $$= 0,118 \text{ m}$$
- $$= 118 \text{ mm}$$
- $$= 11,8 \text{ cm} \text{ “ Not Oke”}$$

4.3.2. Analisa Perhitungan Daya Dukung 1 Tiang

Setelah dihitung tanpa menggunakan perkuatan cerucuk bambu. Analisis perhitungan 1 batang cerucuk bambu digunakan persamaan yang sama dengan persamaan untuk menghitung fondasi tiang pancang, dihitung berdasarkan tahanan ujung, fondasi cerucuk dipancang sampai pada lapisan tanah yang keras, berikut adalah hasil perhitungan korelasi data sondir.

Tabel 4.3. Hasil Korelasi data sondir

Elevasi (m)	Panjang (m)	qc kg/cm ²	Fr %	Tipe tanah	γ'	σ'	ϕ	Tan δ	Nq Meyerhoof
3	0	0	0	Cohesionless	0	0	0	0	0
4	1	7	1,3	Cohesionless	4,2	4,2	20	0,27	12,4
5	2	9	1,3	Cohesionless	4,3	12,8	21	0,28	13,8
6	3	9	1,9	Cohesionless	4,3	25,73	21	0,28	13,8
7	4	9	1,8	Cohesionless	4,3	42,93	21	0,28	13,8
8	5	20	1,8	Cohesionless	4,6	66,27	23	0,31	17,9
9	6	120	0,7	Cohesionless	8,0	114,27	36	0,51	168
10	7	120	0,7	Cohesionless	8,0	170,27	36	0,51	168
11	8	120	1,6	Cohesionless	8,0	234,27	36	0,51	168
12	9	120	1,6	Cohesionless	8,0	306,27	36	0,51	168

Sumber: Hasil korelasi data sondir Ruang kelas baru kampus 1 (2022)

Kemudian berdasarkan analisis diatas dilakukanlah perhitungan daya dukung 1 tiang, Adapun contoh perhitungan analisis daya dukung satu tiang sebagai berikut:

Data Parameter :

Dimensi Cerucuk Bambu = 0,1 meter = 10 cm

Area = 0,0157 m²

AP = 0,314

Berat Air = 100

yw = 9,8 kN/m³

Safety Factor = 3 (SNI 8460-2017)

1. Perhitungan Qp (Daya Dukung Ujung)

a. Panjang 1 meter

$$\begin{aligned}
 Q_p &= \sigma' \times N_q \times \text{luas permukaan} \\
 &= 4,2 \times 12,4 \times 0,0157 \\
 &= 0,83 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

b. Panjang 2 meter

$$\begin{aligned} Q_p &= \sigma' \times N_q \times \text{luas permukaan} \\ &= 12,8 \times 13,8 \times 0,0157 \\ &= 2,78 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

c. Panjang 3 meter

$$\begin{aligned} Q_p &= \sigma' \times N_q \times \text{luas permukaan} \\ &= 25,7 \times 13,8 \times 0,0157 \\ &= 52,576 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

d. Panjang 4 meter

$$\begin{aligned} Q_p &= \sigma' \times N_q \times \text{luas permukaan} \\ &= 42,9 \times 13,8 \times 0,0157 \\ &= 52,576 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

e. Panjang 5 meter

$$\begin{aligned} Q_p &= \sigma' \times N_q \times \text{luas permukaan} \\ &= 66,3 \times 17,9 \times 0,0157 \\ &= 52,576 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

f. Panjang 6 meter

$$\begin{aligned} Q_p &= \sigma' \times N_q \times \text{luas permukaan} \\ &= 114,3 \times 168 \times 0,0157 \\ &= 52,576 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

g. Panjang 7 meter

$$\begin{aligned} Q_p &= \sigma' \times N_q \times \text{luas permukaan} \\ &= 170,3 \times 168 \times 0,0157 \\ &= 52,576 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

h. Panjang 8 meter

$$\begin{aligned} Q_p &= \sigma' \times N_q \times \text{luas permukaan} \\ &= 234,3 \times 168 \times 0,0157 \\ &= 52,576 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

i. Panjang 9 meter

$$\begin{aligned} Q_p &= \sigma' \times N_q \times \text{luas permukaan} \\ &= 306,3 \times 168 \times 0,0157 \\ &= 52,576 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Qs (Daya Dukung Sisi)

a. Panjang 1 meter

$$\begin{aligned} Q_s &= K_0 \times \sigma' \times \tan \delta \times A_p \times L \\ &= 0,66 \times 4,2 \times 0,27 \times 0,314 \times 1 \\ &= 0,24 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$Q_s = 0,24 \text{ kN}$$

b. Panjang 2 meter

$$\begin{aligned} Q_s &= K_0 \times \sigma' \times \tan \delta \times A_p \times L \\ &= 0,64 \times 12,8 \times 0,28 \times 0,314 \times 1 \\ &= 0,73 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$Q_s = 0,96 \text{ kN}$$

j. Panjang 3 meter

$$\begin{aligned} Q_s &= K_0 \times \sigma' \times \tan \delta \times A_p \times L \\ &= 0,64 \times 25,7 \times 0,28 \times 0,314 \times 1 \\ &= 1,46 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$Q_s = 2,42 \text{ kN}$$

k. Panjang 4 meter

$$\begin{aligned} Q_s &= K_0 \times \sigma' \times \tan \delta \times A_p \times L \\ &= 0,64 \times 42,9 \times 0,28 \times 0,314 \times 1 \\ &= 2,43 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$Q_s = 4,85 \text{ kN}$$

l. Panjang 5 meter

$$\begin{aligned} Q_s &= K_0 \times \sigma' \times \tan \delta \times A_p \times L \\ &= 0,41 \times 66,3 \times 0,31 \times 0,314 \times 1 \\ &= 3,94 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$Q_s = 8,80 \text{ kN}$$

m. Panjang 6 meter

$$\begin{aligned} Q_s &= K_0 \times \sigma' \times \tan \delta \times A_p \times L \\ &= 0,41 \times 114,3 \times 0,51 \times 0,314 \times 1 \\ &= 7,50 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$Q_s = 16,29 \text{ kN}$$

n. Panjang 7 meter

$$\begin{aligned} Q_s &= K_0 \times \sigma' \times \tan \delta \times A_p \times L \\ &= 0,41 \times 170,3 \times 0,51 \times 0,314 \times 1 \\ &= 11,17 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$Q_s = 27,46 \text{ kN}$$

o. Panjang 8 meter

$$\begin{aligned} Q_s &= K_0 \times \sigma' \times \tan \delta \times A_p \times L \\ &= 0,41 \times 234,3 \times 0,51 \times 0,314 \times 1 \\ &= 15,37 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$Q_s = 42,83 \text{ kN}$$

p. Panjang 9 meter

$$\begin{aligned} Q_s &= K_0 \times \sigma' \times \tan \delta \times A_p \times L \\ &= 0,41 \times 306,3 \times 0,51 \times 0,314 \times 1 \\ &= 20,09 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$Q_s = 62,92 \text{ kN}$$

3. Perhitungan Qult

a. Panjang 1 meter

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_p + Q_s \\ &= 0,825 + 0,235 \\ &= 1,06 \text{ kN} \end{aligned}$$

b. Panjang 2 meter

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_p + Q_s \\ &= 2,78 + 0,96 \\ &= 3,74 \text{ kN} \end{aligned}$$

c. Panjang 3 meter

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_p + Q_s \\ &= 5,57 + 2,42 \\ &= 8,00 \text{ kN} \end{aligned}$$

d. Panjang 4 meter

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_p + Q_s \\ &= 9,30 + 4,85 \\ &= 14,16 \text{ kN} \end{aligned}$$

e. Panjang 5 meter

$$\begin{aligned} \text{Qult} &= \text{Qp} + \text{Qs} \\ &= 18,62 + 8,80 \\ &= 27,42 \text{ kN} \end{aligned}$$

f. Panjang 6 meter

$$\begin{aligned} \text{Qult} &= \text{Qp} + \text{Qs} \\ &= 301,40 + 16,29 \\ &= 317,69 \text{ kN} \end{aligned}$$

g. Panjang 7 meter

$$\begin{aligned} \text{Qult} &= \text{Qp} + \text{Qs} \\ &= 449,10 + 27,46 \\ &= 476,56 \text{ kN} \end{aligned}$$

h. Panjang 8 meter

$$\begin{aligned} \text{Qult} &= \text{Qp} + \text{Qs} \\ &= 617,91 + 42,83 \\ &= 660,74 \text{ kN} \end{aligned}$$

i. Panjang 9 meter

$$\begin{aligned} \text{Qult} &= \text{Qp} + \text{Qs} \\ &= 807,82 + 62,92 \\ &= 870,74 \text{ kN} \end{aligned}$$

4. Perhitungan Qall

a. Panjang 1 meter

$$\begin{aligned} \text{Qall ijin} &= \text{Qult} / \text{SF} \\ &= 1,06 / 3 \\ &= 0,354 \text{ kN} \end{aligned}$$

b. Panjang 2 meter

$$\begin{aligned} \text{Qall ijin} &= \text{Qult} / \text{SF} \\ &= 3,74 / 3 \\ &= 1,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

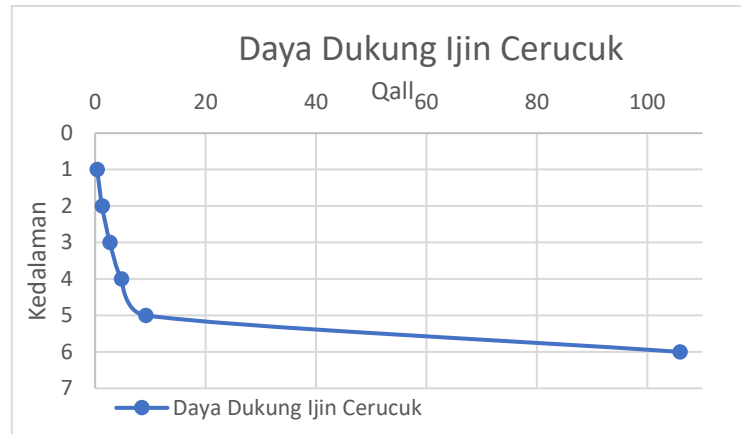
- c. Panjang 3 meter
- $$\begin{aligned} \text{Qall ijin} &= \text{Qult} / \text{SF} \\ &= 8,00 / 3 \\ &= 2,67 \text{ kN} \end{aligned}$$
- d. Panjang 4 meter
- $$\begin{aligned} \text{Qall ijin} &= \text{Qult} / \text{SF} \\ &= 14,16 / 3 \\ &= 4,72 \text{ kN} \end{aligned}$$
- e. Panjang 5 meter
- $$\begin{aligned} \text{Qall ijin} &= \text{Qult} / \text{SF} \\ &= 27,42 / 3 \\ &= 9,14 \text{ kN} \end{aligned}$$
- f. Panjang 6 meter
- $$\begin{aligned} \text{Qall ijin} &= \text{Qult} / \text{SF} \\ &= 317,69 / 3 \\ &= 105,90 \text{ kN} \end{aligned}$$
- g. Panjang 7 meter
- $$\begin{aligned} \text{Qall ijin} &= \text{Qult} / \text{SF} \\ &= 476,56 / 3 \\ &= 158,85 \text{ kN} \end{aligned}$$
- h. Panjang 8 meter
- $$\begin{aligned} \text{Qall ijin} &= \text{Qult} / \text{SF} \\ &= 660,74 / 3 \\ &= 220,25 \text{ kN} \end{aligned}$$
- i. Panjang 9 meter
- $$\begin{aligned} \text{Qall ijin} &= \text{Qult} / \text{SF} \\ &= 870,74 / 3 \\ &= 290,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

Adapun hasil pengolahan data atau perhitungan diatas ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik seperti tabel 4.4 dan gambar grafik 4.3 :

Tabel 4.4. Tabel rekapitulasi cerucuk bambu

Panjang m	Tan δ	σ' kN/m ²	K0	Nq	Qp kN	Qs kN	ΣQs kN	Qu kN	Qall
1	0,27	4,2	0,66	12,4	0,83	0,24	0,24	1,06	0,35
2	0,28	12,8	0,64	13,8	2,78	0,73	0,96	3,74	1,25
3	0,28	25,7	0,64	13,8	5,57	1,46	2,42	8,00	2,67
4	0,28	42,9	0,64	13,8	9,30	2,43	4,85	14,16	4,72
5	0,31	66,3	0,61	17,9	18,62	3,94	8,80	27,42	9,14
6	0,51	114,3	0,41	168	301,40	7,50	16,29	317,69	105,90
7	0,51	170,3	0,41	168	449,10	11,17	27,46	476,56	158,85
8	0,51	234,3	0,41	168	617,91	15,37	42,83	660,74	220,25
9	0,51	306,3	0,41	168	807,82	20,09	62,92	870,74	290,25

Sumber : Hasil korelasi data sondir Ruang kelas baru kampus 1 (2023)



Gambar 4.3. Grafik daya dukung 1 tiang bambu

Sumber : Hasil analisis perhitungan (2023)

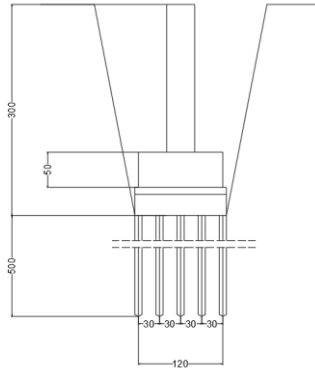
Dari hasil analisa perhitungan daya dukung 1 bambu, maka digunakan cerucuk bambu dimensi 10 cm dengan panjang 5 meter dengan nilai daya dukung ijinnya adalah 9,14 kN.

4.3.3. Daya dukung kelompok tiang (Eq)

Untuk membuktikan kekuatan kelompok maka dilakukanlah uji tiang fondasi dangkal sendiri dimodelkan menggunakan fondasi telapak dengan dimensi 1,2 meter x 1,2 meter dengan tebal fondasi adalah 0,5 meter. Dilakukanlah opsi rencana pada satu fondasi telapak dengan 1 baris 5 batang cerucuk bambu dengan jarak 0,3 m . Opsi kedua, pada satu fondasi telapak dengan 1 baris 7 batang cerucuk bambu dengan jarak antara cerucuk 0,2 m. Sedangkan panjang cerucuk bambu yang digunakan adalah 5 meter

dengan diameter 0,1 meter atau 10 cm. untuk analisis perhitungan daya dukung kelompok adalah sebagai berikut:

- 1 Baris 5 Cerucuk bambu jarak 0,5 m

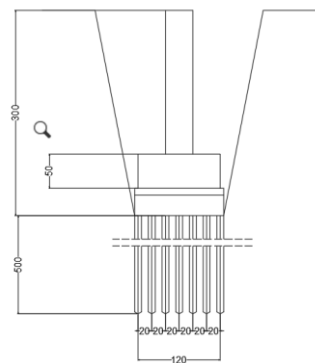


Gambar 4.4. 1 baris 5 cerucuk

Sumber : Gambar Autocad (2023)

$$\begin{aligned}
 E_q &= 1 - \left[\frac{(n-1) \times m + (m-1) \times n}{90 \times m \times n} \right] \times \theta \\
 &= 1 - \left[\frac{(5-1) \times 5 + (5-1) \times 5}{90 \times 5 \times 5} \right] \times \tan^{-1} \left(\frac{0,1}{0,3} \right) \\
 &= 1 \\
 Q_{\text{group}} &= E_q \times (m \times n) \times Q_{\text{all}} \\
 &= 1 \times 25 \times 9,14 \\
 &= 228,5 \text{ kN} \\
 Q_{\text{total}} &= Q_{\text{all fondasi telapak}} + Q_{\text{total}} \\
 &= 478 + 227,7 \\
 &= 705,7 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

2. 1 baris 7 Cerucuk bambu jarak 1m



Gambar 4.5. 1 baris 7 cerucuk bambu

Sumber: Gambar Autocad (2023)

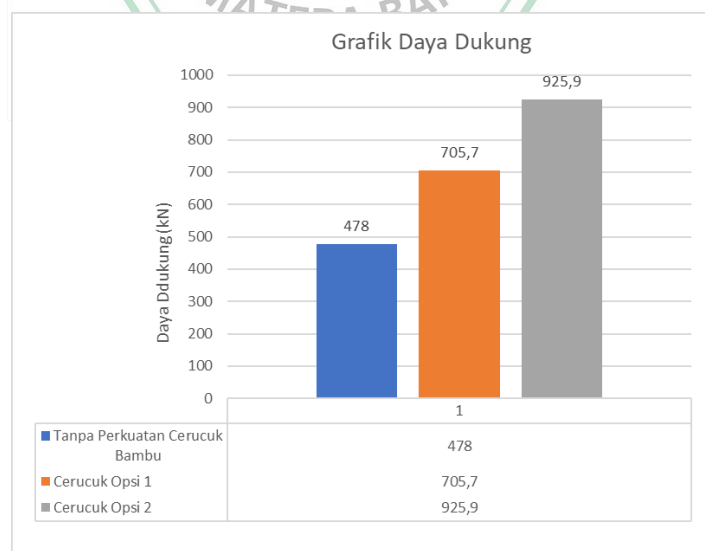
$$\begin{aligned}
 E_q &= 1 - \left[\frac{(n-1) \times m + (m-1) \times n}{90 \times m \times n} \right] \times \theta \\
 &= 1 - \left[\frac{(7-1) \times 7 + (7-1) \times 7}{90 \times 7 \times 7} \right] \times \tan^{-1} \left(\frac{0,1}{0,2} \right) \\
 &= 1 \\
 Q_{\text{group}} &= E_q \times (m \times n) \times Q_{\text{all}} \\
 &= 1 \times 9 \times 9,14 \\
 &= 447,9 \text{ kN} \\
 Q_{\text{total}} &= Q_{\text{all fondasi telapak}} + Q_{\text{group}} \\
 &= 478 + 447,9 \\
 &= 925,9 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Perhitungan rekapitulasi daya dukung kelompok fondasi cerucuk dapat dilihat pada tabel 4.5. berikut :

Tabel 4.5. Hasil rekapitulasi perhitungan kelompok tiang

Opsi Rencana	Qijin Pondasi Telapak	Qijin	Jumlah Tiang Sebaris		D	s	Φ	Eff	Q _{group}	Q _{total}
	kN		m	n						
Kondisi pertama 1 baris 5 tiang cerucuk	478	9,14	5	5	0,1	0,3	0,322	0,996	227,7	705,7
Kondisi pertama 1 baris 7 tiang cerucuk	478	9,14	7	7	0,1	0,2	0,464	1,000	447,9	925,9

Sumber : Hasil analisa (2024)



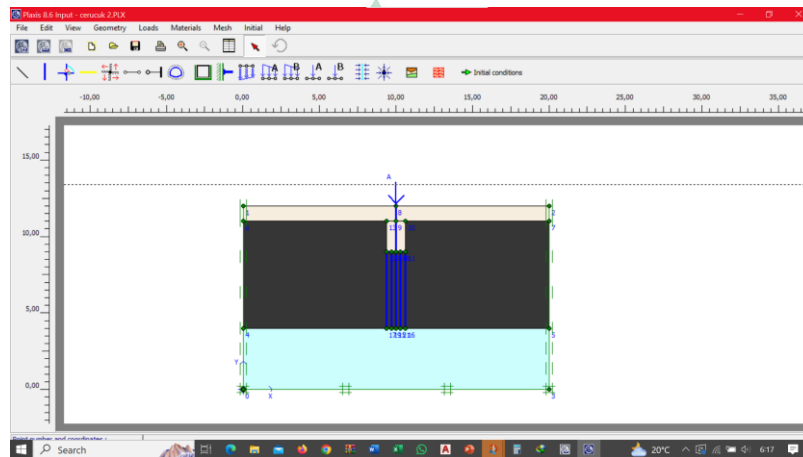
Gambar 4.6. Grafik daya dukung

Sumber: Hasil analisis perhitungan (2024)

Dari tabel 4.5 dan grafik diatas dapat diambil kesimpulan bahwa dengan menggunakan cerucuk bambu dapat meningkatkan daya dukung fondasi dimana fondasi telapak yang awalnya daya dukung hanya 478 kN setelah diberi perkuatan cerucuk bambu daya dukung fondasi meningkat, untuk opsi pertama dengan 5 baris cerucuk nilai daya dukung menjadi 705,7 kN , sedangkan opsi kedua dengan 7 cerucuk bambu 1 baris menghasilkan nilai 925,5 kN.

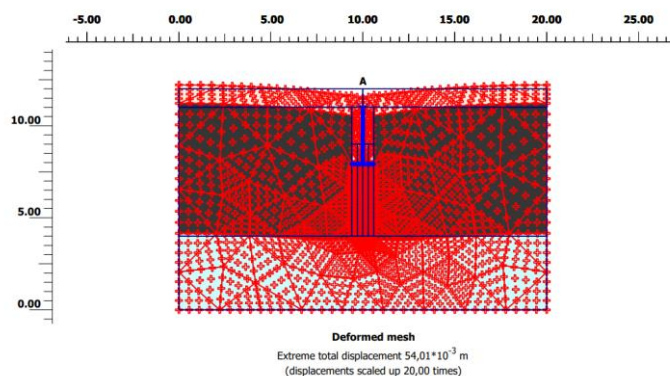
4.3.4. Analisa Penurunan Tanah menggunakan Plaxis

Permodelan fondasi menggunakan cerucuk dilakukan berdasarkan 2 opsi yang di rencanakan sebelumnya, sebelum memodelkan fondasi dengan 2 opsi tersebut, terlebih dahulu dimodelkan fondasi tanpa cerucuk bambu



Gambar 4.7. Permodelan menggunakan cerucuk

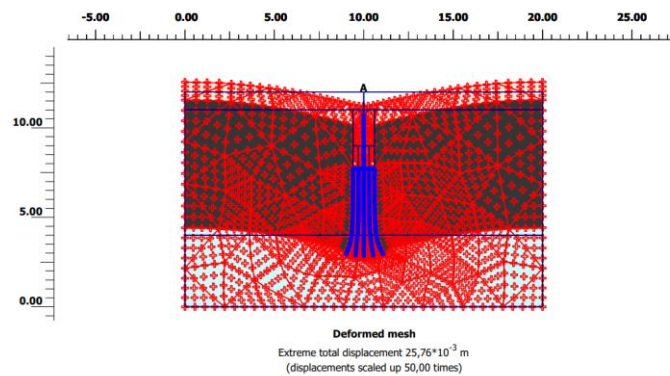
Sumber : Program Plaxis (2024)



Gambar 4.8. Penurunan fondasi tanpa cerucuk

Sumber : Analisis Plaxis (2024)

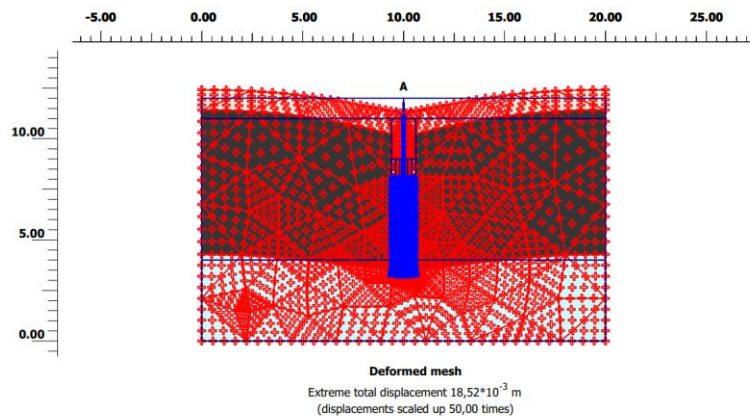
Permodelan fondasi tanpa perkuatan cerucuk bambu didapatkan penurunan 54 mm. Tidak aman karena melebihi penurunann ijin 25 mm



Gambar 4.9. Penurunan fondasi dengan 1 baris 5 cerucuk

Sumber : Analisis Plaxis (2024)

Sedangkan permodelan fondasi dengan perkuatan cerucuk bambu 1 baris 5 batang cerucuk di dapatkan penurunan 25,76 mm. Tidak aman karena melebihi penurunan ijin 25 mm



Gambar 4.10. Penurunan fondasi dengan 1 baris 7 cerucuk

Sumber : Analisis Plaxis (2024)

Sedangkan permodelan fondasi dengan perkuatan cerucuk bambu 1 baris 7 batang cerucuk di dapatkan penurunan 18,76 mm. Aman karena tidak melebihi penurunan ijin 25 mm.

Berdasarkan hasil analisa penurunan dengan menggunakan aplikasi Plaxis dengan 2 opsi jumlah cerucuk didapat penurunan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6. Tabel Rekapitulasi Penanganan Cerucuk

Opsi atau metode Penanganan	Penurunan	Keterangan
Tanpa perkuatan cerucuk bambu	54 mm	Tidak Aman
Opsi 1	25,76 mm	Tidak Aman
Opsi 2	18,76 mm	Aman digunakan

Sumber : Analisis Plaxis (2024)



PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari perhitungan dan analisa perkuatan fondasi menggunakan perkuatan cerucuk bambu , dapat disimpulkan bahwa :

1. Karena adanya pengaruh liquifaksi pada elevasi 0-3 m, fondasi telapak dimodelkan pada kedalaman 3 m dan dilakukan penggantian material tanah (*replacement*) yang berada di atas fondasi dangkal (0-3m)
2. Sebelum fondasi diberikan perkuatan cerucuk bambu hasil analisa daya dukung fondasi 478 kN sehingga fondasi tidak mampu menahan beban struktur atas sebesar 510 kN.
3. Sedangkan penurunan fondasi didapatkan dari hasil analisa adalah sebesar 11,8 cm melebihi penurunan yang syaratkan, penurunan yang disyaratkan adalah 25 mm atau 2,5 cm.
4. Pemilihan kedalaman Cerucuk yang diambil adalah kedalaman 5 meter dengan daya dukung 1 tiang fondasi cerucuk didapatkan berdasarkan hasil analisa adalah 9,14 kN.
5. Daya dukung tiang kelompok didapatkan dari hasil analisa digunakan 2 opsi jumlah cerucuk bambu, opsi pertama dengan menggunakan 1 baris dengan 5 cerucuk bambu jarak 0,3m atau 30 cm dengan total cerucuk bambu 25 batang cerucuk, hasil analisa yang didapatkan adalah 228,5 kN, kemudian dijumlahkan dengan daya dukung fondasi tanpa perkuatan cerucuk 478 kN didapatkan daya dukung total adalah 705,7 kN. Sedangkan opsi kedua dengan menggunakan 1 baris dengan 7 cerucuk bambu jarak 0,2 m atau 20 cm dengan total cerucuk bambu 49 batang cerucuk, hasil analisa yang didapatkan adalah 478,9 kN, kemudian dijumlahkan dengan daya dukung fondasi tanpa perkuatan cerucuk 478 kN didapatkan daya dukung total adalah 925,5 kN.
6. Analisis penurunan fondasi menggunakan program Plaxis didapatkan hasil, untuk fondasi tanpa perkuatan 54 mm , opsi 1 dengan 1 baris 5 cerucuk didapatkan penurunan 25,7 mm, dan untuk opsi 2 dengan 1 baris 7 cerucuk bambu didapatkan 18,5mm, maka diambil penurunan paling rendah yaitu 18,5 mm.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil analisa perkuatan cerucuk bambu menggunakan metode analitik dan metode bantuan program Plaxis saran penulis adalah :

1. Perlu adanya penambahan data-data tanah dan bambu yang memadai, supaya hasil perhitungan perkuatan daya dukung yang dihitung baik dengan cara analitis, maupun dengan bantuan program Plaxis 2D yang digunakan bisa lebih baik hasilnya.
2. Untuk menggunakan program plaxis 2D, perlu mempelajari hal-hal yang menyangkut dengan program plaxis tersebut, hal tersebut adalah data-data tanah dan bambu sebagai komposisi material, sebab program tersebut menghitung dengan cara *finite element*, maka hasilnya berbeda dengan cara analitis, sehingga perlu kedepannya lebih lagi mempelajari program plaxis tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- Ariefin, M. S., & Brawijaya, U. (2022). *Analisis Potensi Likuifaksi Di Area Pltu Pacitan*. 16(2), 125–131.
- Bowles. Joseph. E. 1983. *Analisa dan Disain Fondasi Jilid 1 Edisi ke 3*. Jakarta : Erlangga
- Dr. Abdul Hakam (2008). *Rekayasa Fondasi* : Padang
- Dirahesti. (n.d.). *Analisis perbandingan daya dukung fondasi mini pile dengan fondasi cerucuk galam pada proyek pembangunan gedung asrama man 4 banjar*.
- Hardiyatmo, H.C. (2002). *Teknik Fondasi 1*. Beta Offset :Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. (2002). *Teknik Fondasi 2*. Beta Offset :Yogyakarta.
- Iqbal, M., & Zaki, M. (2022, August). Analisis Pengaruh Perkuatan Cerucuk Bambu Terhadap Daya Dukung Fondasi Dangkal pada Tanah Lunak. In *Prosiding Seminar Intelektual Muda* (Vol. 3, No. 2, pp. 344-350). Rahardjo.P.P. 2005. *Manual Fondasi Tiang Edisi 3*, Geotechnical Engineering Center Universitas Katolik Parahyangan: Bandung.
- Ir. Muhrozi, M. *Fenomena Cerucuk Sebagai Peningkatan Daya Dukung Dan Mereduksi Penurunan Beban Bangunan Di Atas Tanah Lembek*. 1–17.
- Ir. Paulus P. Rahardjo. MSCE, P. D. (2013). *Manual Fondasi Tiang*. 104.
- Ir. Sadjono H.S. 1988. *Fondasi Tiang Pancang Jilid II* : Surabaya
- Iswanto, E. R. (2017). *Analisis potensi likuifaksi di tapak reaktor daya eksperimental serpong 1)3) 2)*. 261–269.
- Salauwe, R., Manoppo, F. J., & Monintja, S. (2015). Analisa Perkuatan Tanah Dengan Bambu Sebagai Micro Pile Pada Tanah Liquefaction (Proyek Pltu Manokwari). *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 5.
- Triastuti. N.S. (2022). *Berbagai Macam Fondasi*. Mitra Ilmu : Makasar

Yorizal Putra (2022). *Analisis Numerik Fondasi Ruang Kelas UMSB Kampus Padang Dengan Menggunakan Fondasi Cerucuk Bambu.*: Padang

Yudiawati, Y., & Marzuki, A. (2008). *INFO – TEKNIK Fondasi Dangkal diatas Tanah Lunak dengan Perkuatan Cerucuk Galam Berdasarkan Percobaan Lapangan.* 9(2), 212–217.





REVISI SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
Tanggal Ujian: 02 Desember 2023

Nama : **Endah Febri Yanti**
NIM : 20180015
Judul Proposal : **Perencanaan Struktur Bawah Menggunakan Pondasi Cerucuk Bambu Pada Ruang Kelas Baru UM SUMBAR**

Catatan Perbaikan :

- Perbaiki lagi judul.
- flowcat diperbaiki
- lengkapi data $\frac{1}{2}$ Aimer A Sekunder
- penulisan rumus diperbaiki

Ketua Penguji,

Selva Dewi, S.T., M.T.
NIDN. 1011097602



REVISI SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 02 Desember 2023

Nama : Endah Febri Yanti
NIM : 20180015
Judul Proposal : Perencanaan Struktur Bawah Menggunakan Pondasi Cerucuk Bambu Pada Ruang Kelas Baru UM SUMBAR

- Catatan Perbaikan *1
- *1) Latar Belakang di tambahkan.
 - *2) Judul di perbaiki
 - *3) Data pemukiman rumah
 - *4) Siapkan program revisi
 - *5) gambar perencanaan
 - *6) pemisa di perbaiki
 - *7) Daftar pustaka

Penguji,

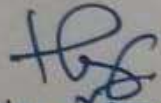
Masril, S.T., M.T.
NIDN. 1005057407

REVISI SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 02 Desember 2023

Nama : Endah Febri Yanti
NIM : 20180015
Judul Proposal : Perencanaan Struktur Bawah Menggunakan Pondasi Cerucuk Bambu
Pada Ruang Kelas Baru UM SUMBAR
Catatan Perbaikan : Judul direvisi, tambah sumber kutipan pada Bab I
1.4 Tujuan & Manfaat Penelitian
Sumber tabel & gambar : nama pengarang (tahun)
Sitasi jurnal dosen terbaru (3 tahun terakhir)
+ Daftar pustaka

Penguji,


Helga Yermadona
Febrian Herista, S.T., M.T.
NIDN. 1001026901



REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 21 Februari 2024

Nama : Endah Febri Yanti
NIM : 20180015
Judul Skripsi : Evaluasi Struktur Bawah Menggunakan Pondasi Cerucuk Bambu
Pada Gedung Kampus I UM Sumbar

Catatan Perbaikan :

- cara penulisan
- penulisan diperbaiki

Sekretaris/Penguji,

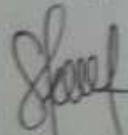
Ishak S.T., M.T.
NIDN. 1010047301

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI
Tanggal Ujian: 21 Februari 2024

Nama : Endah Febri Yanti
NIM : 20180015
Judul Skripsi : Evaluasi Struktur Bawah Menggunakan Pondasi Cerucuk Bambu
Pada Gedung Kampus I UM Sumbar
Catatan Perbaikan :

- Abstrak ?
- Cek setiap penulisan.

Ketua Penguji,



Selpa Dewi, S.T., M.T.
NIDN. 1011097602



REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI
Tanggal Ujian: 21 Februari 2024

Nama : **Endah Febri Yanti**
NIM : 20180015
Judul Skripsi : **Evaluasi Struktur Bawah Menggunakan Pondasi Cerucuk Bambu Pada Gedung Kampus I UM Sumbar**

Catatan Perbaikan : *1. kelas 2 & 3 keping Hg Lignifera*
2. tipe balok & tumpuan
taubate keping foto puaean cadens?

Stacey
Kampus I
26/2/2024

Penguji,

Zuheldi, S.T., M.T.
NIDN. 8926810021



REVISI SIDANG SKRIPSI
Tanggal Ujian: 28 Februari 2024

Nama : **Endah Febri Yanti**
NIM : 20180015
Judul Skripsi : **Evaluasi Perencanaan Pondasi Cerucuk Bambu Pada Gedung Kampus I UM Sumatera Barat**

Catatan Perbaikan :
.....
.....
.....
.....
Belajar lagi
Ace and Safa 20/24

Ketua Penguji,

Selpa Dewi, S.T., M.T.
NIDN. 1011097602



REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 28 Februari 2024

Nama : Endah Febri Yanti
NIM : 20180015
Judul Skripsi : Evaluasi Perencanaan Pondasi Cerucuk Bambu Pada Gedung Kampus
IUM Sumatera Barat

Catatan Perbaikan : *Revisi ddt terzagli*

Sekretaris/Penguji,

Ishak, S.T., M.T.
NIDN. 1010047301

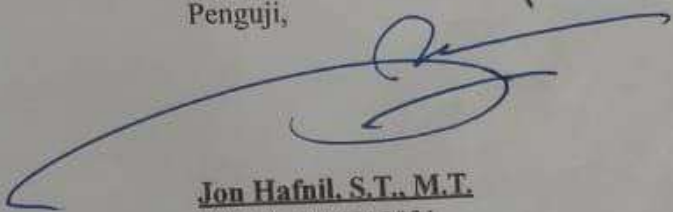
REVISI SIDANG SKRIPSI
Tanggal Ujian: 28 Februari 2024

Nama : Endah Febri Yanti
NIM : 20180015
Judul Skripsi : Evaluasi Perencanaan Pondasi Cerucuk Bambu Pada Gedung Kampus
I UM Sumatera Barat
Catatan Perbaikan :

Terap Belajar
Umu Tek April

see
Mid
19 24
03

Penguji,



Jon Hafnil, S.T., M.T.
NIDN. 8916810021

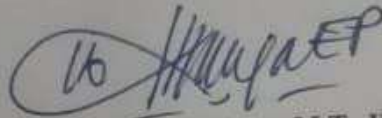


REVISI SIDANG SKRIPSI
Tanggal Ujian: 28 Februari 2024

Nama : Endah Febri Yanti
NIM : 20180015
Judul Skripsi : Evaluasi Perencanaan Pondasi Cerucuk Bambu Pada Gedung Kampus
IUM Sumatera Barat
Catatan Perbaikan : * Perbaiki ya terkurangi.

ACC filid

20/3/24
Penguji,


Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP
NIDN. 1016026603

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	: Endan Febri Yanti
NIM	: 20180015
Program Studi	: Teknik Sipil
Pembimbing II	: Ishak, S.T., M.T.
Judul	: Perencanaan Struktur Bawah menggunakan pondasi cecuk baner pada mang keas ban um sunan

No	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing II
1.	26/11-23	Acc sempur	acc
2.			
3.	5/24	laykempi deta lampiran	acc
4.	20/1-24	Acc seminar final	acc
5.	24/2-24	Acc sedang kompre	acc
6.		Acc' gubel	acc
7.			
8.			
9.			
10.			

Catatan:
3. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat penulisan seminar
4. Dapat dipertanyakan bila diperlukan

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik _____

NIDN. _____



KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	: Endang Febri Yanti
NIM	: 20180015
Program Studi	: Teknik Sipil
Pembimbing I	: Selpa Dewi, S.T., M.T
Judul	: Perencanaan Struktur Bawah menggunakan pondasi cecak bambu pada mangkaf Baru umsumbar.

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I
1.	13/23 /11	Perbaiki lagi latar belakang masalah, batasan, manfaat & tujuan dalam penelitian metode yg di pakai dan penelitian harus jelas	[Signature]
2.	16/23 /11	lanjut bab II	[Signature]
3.	23/23 /11	tambahkan penulisan filecar. lanjutkan ke pleksi. / diagram.	[Signature]
4.		lanjut bab III.	[Signature]
5.	26/23 /0	acc sempu	[Signature]
6.	16/23 /12	perbaiki lagi judul, & flowcat. lanjut.	[Signature]
7.	24/24. /1	Ace sambas. Selpa Dewi	[Signature]
8.	23/24 /2	Ace compre. Selpa Dewi (Selpa Dewi) 23/24 /2	[Signature]
9.			[Signature]
10.		Ace jurnal	[Signature]

- Catatan:
1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar.
 2. Dapat diperbanyak bila diperlukan.

Mengetahui,
 Ketua Program Studi Teknik

NIDN.