

**ANALISIS DAYA DUKUNG TIANG PANCANG
BERDASARKAN KONDISI LAPANGAN TERHADAP
PERENCANAAN GEDUNG PASCASARJANA
UNIVERSITAS RIAU**

PROYEK AKHIR

*Proyek Akhir ini Diajukan Sebagai
Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada Prodi D3 Teknik Sipil Bangunan Gedung Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang*



Oleh

Viori Afrianto

NIM. 20062063

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL BANGUNAN GEDUNG
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

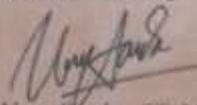
2023

PERSETUJUAN PROYEK AKHIR
ANALISIS DAYA DUKUNG TIANG PANCANG
BERDASARKAN KONDISI LAPANGAN TERHADAP
PERENCANAAN GEDUNG PASCA SARJANA
UNIVERSITAS RIAU

Nama : Viori Afrianto
Nim : 20062063
Prodi : D3 Teknik Sipil dan Bangunan Gedung
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Padang, 25 Agustus 2023

Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing

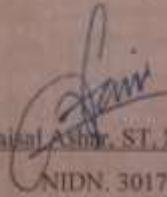


Dr. Eng. Nevy Sandra, ST, M.Eng

NIDN. 0005107903

Mengetahui

Ketua Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNP



Faizal Ashar, ST, MT, Ph.D

NIDN. 3017504

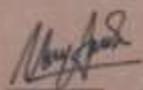
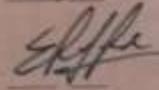
PENGESAHAN TUGAS AKHIR
ANALISIS DAYA DUKUNG TIANG PANCANG
BERDASARKAN KONDISI LAPANGAN TERHADAP
PERENCANAAN GEDUNG PASCA SARJANA
UNIVERSITAS RIAU

Nama : Viovi Afrianto
Nim : 20062063
Prodi : Teknik Sipil dan Bangunan Gedung
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan dinyatakan lulus sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik pada Prodi Teknik Sipil dan Bangunan Gedung, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Padang, 25 Agustus 2023

Tim Penguji

Nama	Tanda Tangan
1. Ketua : Dr. Eng. Nevy Sandra, ST, M.Eng	1. 
2. Anggota : Dr. Eng. Eka Juliafad, ST, M.Eng	2. 
3. Anggota : Dr. Ari Syaiful Rahman Arifin, ST, MT	3. 

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Proyek akhir ini ananda persembahkan pada kedua orang tua tercinta”

Amak dan Apa

Sebagai hadiah, bukti dan terima kasih yang tak terhingga karena telah memberikan segalanya kasih sayang, dukungan, cinta dan pengorbanan keringat dan air mata hanya dapat ananda balas dengan lembaran kertas yang mungkin saja tidak kalian pahami. Tapi percayalah ini semua adalah bukti dari keseriusan ananda dalam menjalankan kuliah dan belajar selama 3 tahun lamanya. Semoga ini adalah langkah awal ananda untuk membahagiakan dan membanggakan amak dan apa kedepannya.

MOTTO

"Kemarin adalah sejarah, Besok adalah misteri dan Hari ini adalah anugerah"

(jangan terlalu memikirkan yang telah berlalu dan yang akan datang, cukup maksimalkan untuk hari ini. Karena yang berlalu tidak akan pernah bisa dijemput kembali dan yang akan datang tak akan bisa diundang dahulu, tapi sekarang harus lebih baik dari kemarin dan semakin baik untuk esok hari.)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7055925, Fx (0751) 7055644, 4451118 Fax 7055644
E-mail: info@f.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vieri Afrianto
NIM/TM : 2021 2043 / 1490
Program Studi : Teknik Sipil Perencanaan Gedung (Ds)
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : PT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan judul Analisa Daur Hidup Tiang Pancang Perencanaan Kendiri Lapangan Terhadap Perencanaan Gedung Boxa Sengara Universitas Kiau

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara. Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Ketua Departemen Teknik Sipil

(Faishal Asfar, ST., MT., Ph.D.)
NIP. 9750103 200312 1 001

Saya yang menyatakan,



Vieri Afrianto

BIODATA

Nama Lengkap : Viori Afrianto
NIM/BP : 20062063/2020
Tempat/Tanggal Lahir : Muaro Paiti/11 Februari 2002
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Muaro Paiti, Kecamatan Kapur IX,
Kabupaten Lima Puluh Kota
Nomor Telepon : 082284067810
Riwayat Pendidikan
1. SD/MI : SDN 02 Muaro Paiti
2. SMP/MTs : SMPN 1 Kecamatan Kapur IX
3. SMA/MA/SMK : SMAN 1 Kecamatan Kapur IX



Padang, 19 Juli 2023

Viori Afrianto

20062063

ABSTRAK

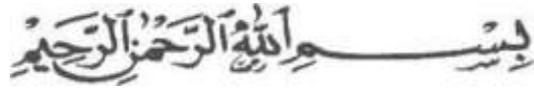
Perencanaan fondasi pada sebuah bangunan Gedung merupakan hal yang sangat penting dan perlu diperhatikan, mulai dari penyelidikan tanah sampai perencanaan dan penentuan jenis fondasi yang akan dipakai. Beberapa jenis fondasi dalam yang dipakai pada bangunan Gedung adalah fondasi tiang pancang, bore pile dan KJRB. Saat ini salah satu gedung yang dibangun menggunakan fondasi dalam adalah Gedung Pascasarjana Universitas Riau, yaitu menggunakan fondasi tiang pancang. Penggunaan fondasi tiang pancang dipengaruhi oleh sifat tanah dan kedalaman tanah keras yang tidak merata, yang mengakibatkan kedalaman fondasi menjadi berbeda dari kedalaman rencana. Maka perlu dilakukan penelitian mengenai daya dukung fondasi pada kedalaman yang berbeda. Kegiatan diawali dengan tinjauan lapangan dan pengambilan data yang diperlukan. Setelah mendapatkan data, analisis dan perhitungan dapat dilakukan. Berdasarkan kedalaman tiang pancang yang berbeda, daya dukung yang dihasilkan juga akan otomatis berbeda bisa jadi lebih besar ataupun lebih kecil.

Penelitian ini dilakukan demi mengetahui kekuatan daya dukung fondasi terhadap beban struktur akibat gravitasi. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan metode pilihan dan akurat, sesuai dengan data yang dipakai. Analisis yang dilakukan adalah perhitungan daya dukung tiang pancang dengan variabel pembeda yaitu kedalaman tiang, mulai dari kapasitas ujung tiang, kapasitas selimut tiang, kapasitas ultimit tiang dan kapasitas daya dukung kelompok tiang.

Dari perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan 3 variabel kedalaman yaitu 28 m, 26 m dan 24 m, diperoleh hasil daya dukung ultimit tiang tunggal (Q_u) berturut turut sebesar 1006,8 kN, 838,68 kN dan 694,68 kN. Sedangkan untuk nilai daya dukung kapasitas tiang kelompok untuk kedalaman 28 m sebesar 1510,2 kN (OK), untuk kedalaman 26 m sebesar 1258,02 kN (OK) dan untuk kedalaman 24 m sebesar 1042,02 kN (TIDAK OK).

Kata kunci : Fondasi, Tiang Pancang, Daya Dukung, Perbedaan Kedalaman, Analisis.

KATA PENGANTAR



Puji syukur Penulis ucapkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas atas rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini dengan judul “Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Terhadap Kondisi Lapangan Berdasarkan Perencanaan Gedung Pasca Sarjana Universitas Riau.”

Proyek Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Proyek Akhir sebanyak 4 SKS di Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang. Proyek Akhir ini bertujuan untuk membandingkan dan memastikan kekuatan daya dukung fondasi tiang pancang di lapangan berdasarkan perencanaan dengan variabel kedalaman yang berbeda. Ucapan terima kasih juga Penulis berikan atas pengarahan dan bimbingan dari :

1. Ibuk Dr. Eng. Nevy Sandra, ST, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir sekaligus Ketua Program Studi D-3 Teknik Sipil dan Bangunan Gedung FT UNP yang telah memberikan waktu untuk bimbingan, petunjuk, pengarahan dan nasehat dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
2. Dr. Eng. Eka Juliafad, ST, M.Eng selaku Dosen Penguji 1
3. Dr. Ari Syaiful Rahman Arifin, ST, MT selaku dosen penguji 2
4. Bapak Faisal Ashar, S.T., M.T., Ph.D., selaku Kepala Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Muvi Yandra, S.Pd., M.Pd.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik Penulis.
6. PT Nindya Karya yang telah berkenan memberikan data yang penulis butuhkan untuk penyelesaian Proyek Akhir.
7. Kepada Keluarga Penulis terutama Ibu dan Ayah yang selalu memberi dukungan dan semangat kepada penulis selama penyusunan Proyek Akhir ini sampai selesai.
8. Kepada teman-teman penulis yang memberi semangat serta dukungan untuk menyelesaikan laporan ini sesegera mungkin.
9. Kepada teman-teman satu angkatan, terkhusus RICH GENG REAL yang selalu mengingatkan dan memotivasi dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.

10. Teristimewa kepada diri penulis sendiri yang telah berusaha keras untuk tidak membuang-buang waktu dalam penyusunan Proyek Akhir ini dan selalu memotivasi diri sendiri untuk tetap bersemangat menyelesaikan hingga akhir.

Proyek Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi penulisan maupun pembahasan. Untuk itu penulis harapan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini. Terakhir penulis mengharapkan agar Proyek Akhir ini dapat memberi manfaat bagi mahasiswa teknik sipil dan khususnya bagi penulis sendiri.

Padang, 23 Juli 2023

Viori Afrianto
20062063

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PROYEK AKHIR	i
PENGESAHAN PROYEK AKHIR	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	v
BIODATA	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Maksud dan Tujuan.....	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Spesifikasi Teknis	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Pengertian Fondasi	5
B. Macam-Macam Fondasi	6
C. Proses Perencanaan Fondasi Tiang Pancang.....	16
D. Penyelidikan Tanah.....	17
E. Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Pada Tanah Berpasir ..	20
F. Faktor Aman.....	26
BAB III. PROSEDUR PERANCANGAN	
A. Rencana Rancangan Proyek Akhir.....	27
B. Waktu Perencanaan.....	29
C. Sifat Perancangan.....	29
D. Data Perancangan.....	29

E. Teknik Pengumpulan Data.....	31
F. Metode Pembahasan.....	32
G. Produk	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Data Perhitungan	33
B. Perhitungan.....	34
C. Pembahasan	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	43
B. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hubungan N dengan kerapatan relatif (D_r).....	19
Tabel 2. Faktor Aman yang disarankan	26
Tabel 3. Informasi Proyek.....	30
Tabel 4. Nilai N-SPT.....	33
Tabel 5. Nilai Q_s sampai kedalaman 28 meter	36
Tabel 6. Nilai Q_s sampai kedalaman 26 meter	38
Tabel 7. Nilai Q_s sampai kedalaman 24 meter	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Fondasi Tapak	6
Gambar 2. Fondasi Batu Kali.....	7
Gambar 3. Fondasi Sumuran.....	7
Gambar 4. Fondasi Bore Pile	9
Gambar 5. Konstruksi Fondasi Bore Pile.....	9
Gambar 6. Fondasi Tiang Pancang	10
Gambar 7. Pengaruh Ujung Tiang	22
Gambar 8. Bentuk tipikal susunan denah grup tiang	24
Gambar 9. Grup tiang di bawah bangunan.....	24
Gambar 10. Diagram Alir	28
Gambar 11. Lokasi Proyek.....	29
Gambar 12. Contoh Shop Drawing.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data N-SPT pengujian tanah	46
Lampiran 2. Surat tugas dosen pembimbing.....	47
Lampiran 3. Lembar konsultasi dosen pembimbing	48

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Universitas Riau merupakan satu dari sekian banyak Universitas terbaik dan unggul di Indonesia, menurut situs “unirank” tentang 2023 *Indonesian University Ranking*, Universitas Riau masuk dalam kategori 25 Universitas terbaik di Indonesia. Dengan berbagai pilihan jurusan yang menarik, seperti Kedokteran, Teknik Sipil, Arsitektur, Ilmu Hukum dan masih banyak lagi. Universitas Riau juga menawarkan Program Studi Magister (S2) dan *Doktor* (S3) yang berkembang pesat. Untuk itulah Universitas Riau selalu melakukan pembangunan demi tercapainya mutu pendidikan yang semakin baik. Pembangunan Gedung Pascasarjana salah satu bentuk usaha pembangunan yang dilakukan.

Pembangunan Gedung Pascasarjana dengan luas 7.517,375 (Tujuh Ribu Lima Ratus Tujuh Belas koma Tiga Ratus Tujuh Puluh Lima) meter persegi dengan 6 lantai dan atap. Setelah dilakukan observasi, didapatkan beberapa informasi mengenai data teknis proyek diantaranya bentuk bangunan yang tidak simetri dan kedalaman tiang pancang yang bervariasi atau berbeda dengan kedalaman yang direncanakan yaitu 28 meter. Kedalaman tiang pancang yang bervariasi tentu saja akan mempengaruhi daya dukung fondasi itu sendiri, serta kekuatan fondasi menahan beban yang telah direncanakan.

Menurut Undang-undang nomor 28 tahun 2002, bangunan Gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi dari gabungan beberapa komponen penopang yang membentuk sebuah struktur lengkap dan menyatu dengan tempat kedudukannya, padu dan kuat untuk menahan beban yang akan di tumpukan di atasnya, seperti beban hidup, beban mati, beban angin, beban gempa dan masih banyak lagi.

Struktur bangunan Gedung terbagi menjadi dua yaitu struktur atas yang meliputi tie beam, kolom, balok, plat, kuda-kuda dan atap, serta struktur bawah yang mana diantaranya yaitu fondasi dan *pile cap*. Semua komponen itu akan dibangun secara bertahap dan tersusun mulai dari yang terbawah yaitu fondasi sampai ke yang teratas yaitu atap.

Berbicara mengenai fondasi, bangunan Gedung biasanya menggunakan fondasi tiang pancang, bor pile dan Kontruksi Jaring Rusuk Beton (KJRB). Menurut Nurkholis pada tahun 2020, pemilihan fondasi yang sesuai untuk mendirikan bangunan didasarkan berbagai faktor, yaitu kondisi tanah keras, lunak atau berpasir, beban yang akan menumpu di atasnya dan beban di sekitarnya, waktu pekerjaan fondasi, biaya pekerjaan fondasi, fungsi bangunan, dan faktor lingkungan. Memperhatikan kondisi tanah sekitar merupakan faktor penting yang tidak boleh diabaikan dalam pemilihan jenis Fondasi karena akan mempengaruhi daya dukung pada Fondasi yang digunakan. Satu lagi faktor yang tidak kalah penting untuk diperhatikan adalah bencana alam seperti gempa yang akan sangat berpengaruh pada kekuatan bangunan terutama daya dukung fondasi.

Beberapa rangkaian tes dapat dilakukan untuk mengetahui kondisi visual dan bawah tanah, seperti *standard penetration test* (SPT). Menurut Prayogo tahun 2016, SPT adalah tes yang dirancang untuk memberikan informasi tentang sifat-sifat geoteknik tanah. Tes ini dilakukan dengan memasukan alat *standard split barrel* ke dalam *borehole* setelah dibor terlebih dahulu dengan alat bor. Alat ini diturunkan bersama-sama dengan pipa bor hingga ujungnya menumpu ke tanah dasar. Setelah menumpu alat ini kemudian dipukul dengan alat pemukul yang beratnya 63,5 kg dari atas. Pada pukulan pertama alat ini dipukul hingga sedalam 15,24 cm. Kemudian dilanjutkan dengan pemukulan tahap kedua sedalam 30,48 cm. Pada pukulan kedua inilah muncul nilai "N" yang merupakan manifestasi jumlah pukulan yang dibutuhkan untuk membuat tabung belah standar mencapai kedalaman 30,48 cm. ada juga jenis tes lain seperti CPT, Uji Sondir, dan Uji Boring. jika terpenuhi syarat maka pemilihan fondasi dapat dilakukan.

Perhitungan fondasi tak boleh luput dari perencanaan yang dilakukan. Untuk menghindari terjadinya penurunan fondasi, maka perhitungan yang tepat wajib diperhatikan dan sesuai dengan data tanah yang telah didapat dari rangkaian tes penyelidikan tanah yang telah dilakukan. Namun tes dan penyelidikan tanah tentu hanya dilakukan pada titik-titik tertentu saja, dengan kata lain jumlah yang terbatas dan tidak menyeluruh. Walaupun telah mendapatkan hasil dan diketahui tanah keras berada pada kedalaman tertentu, tetapi hasil tersebut tentu tidak bisa diberlakukan untuk menyeluruh. Karena tidak ada yang tau kondisi di dalam tanah, bisa saja pada beberapa titik lain di daerah yang sama kedalaman tanah keras-nya lebih dalam atau bisa lebih dangkal.

Untuk Gedung Pascasarjana Universitas Riau, kedalaman tanah keras yang didapat adalah 28 meter, sehingga kedalaman rencana fondasi adalah 28 meter. Pada saat pemancangan dilakukan, didapati beberapa titik pada kedalaman kurang dari 28 meter sudah mencapai tanah keras, sehingga kedalaman beberapa titik fondasi bervariasi atau kurang dari kedalaman rencana. Akibat kedalaman fondasi yang bervariasi tentu akan mempengaruhi daya dukung fondasi, bisa saja kekuatan fondasi melemah dan tidak dapat menahan beban yang direncanakan, serta akan terjadi penurunan drastis yang dapat mengakibatkan kerusakan struktur. Maka dari itu, perlu dilakukan analisis untuk mengetahui, dengan kedalaman tiang pancang yang bervariasi dan mengambil satu atau dua sampel pada titik tertentu pada kedalaman yang tidak sesuai dengan perencanaan, dan membuktikan kekuatan tiang pancang.

B. Maksud dan Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya dukung maksimal pada tiang pancang berdasarkan kondisi lapangan terhadap perencanaan dan kekuatan tiang pancang terhadap beban yang direncanakan.

C. Batasan Masalah

Pembatasan masalah hanya pada analisis daya dukung tiang pancang terhadap pengaruh gaya gravitasi berdasarkan kondisi lapangan terhadap perencanaan.

D. Spesifikasi Teknis

Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Riau menggunakan fondasi tiang pancang dengan dimensi 300 x 300 mm dengan kedalaman rencana 28 m. Dikarenakan kondisi tanah keras pada kedalaman yang tidak merata menyebabkan kedalaman pemancangan tiang yang bervariasi, ada yang melebihi kedalaman rencana bahkan ada yang kurang dari kedalaman rencana. Melihat dari permasalahan tersebut penulis ingin membandingkan daya dukung sesuai kedalaman rencana dan daya dukung dengan kedalaman yang kurang dari kedalaman rencana terhadap beban gaya gravitasi saja.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Pengertian Fondasi

Fondasi adalah komponen struktur suatu bangunan yang bersinggungan langsung dan berada di bawah tanah sebagai penopang bangunan. Fondasi harus mampu menahan beban yang akan di tumpukan di atasnya dan juga beban dari fondasi itu sendiri kemudian semua beban tersebut akan diteruskan ke dalam tanah. Karena fondasi termasuk bagian struktur bawah dan terletak di dalam tanah fondasi tidak bisa dilihat secara visual, tetapi bisa direncanakan.

Untuk merencanakan fondasi perlu memperhatikan kondisi tanah, karena kondisi tanah nantinya akan sangat berpengaruh pada jenis fondasi yang digunakan, juga terhadap masalah yang nantinya bisa terjadi. Jika tanah memiliki kualitas dan kondisi baik serta daya dukung yang tinggi, maka fondasi akan kuat dan tidak akan terjadi masalah terutama yang paling fatal adalah penurunan pada fondasi. Sebaliknya jika kualitas tanahnya buruk maka fondasi tidak akan kuat dan penurunan yang terjadi juga akan lebih maksimal dan akan berdampak besar pada bangunan, bisa saja terjadi keruntuhan.

Perencanaan memerlukan keahlian dan ketelitian yang maksimal, karena jika terjadi kegagalan pada fondasi maka semua struktur yang berdiri di atasnya pun akan gagal bahkan roboh. Berbagai usaha akan dilakukan supaya perencanaan fondasi lebih maksimal, kuat dan kokoh. Untuk itu penyelidikan tanah dan rangkaian tes pada lokasi akan dilakukan untuk mengetahui kualitas yang dimiliki tanah dan seberapa bagus daya dukung yang dimiliki tanah. Beberapa macam tes yang biasanya dilakukan untuk mengetahui daya dukung tanah adalah sondir dan SPT. Dengan melakukan tes penyelidikan tanah, maka akan didapatkan data yang akan digunakan untuk perhitungan daya dukung tanah dan daya dukung fondasi.

B. Macam-Macam Fondasi

Fondasi terbagi menjadi dua yaitu fondasi dalam dan fondasi dangkal, berikut penjelasannya :

1. Fondasi Dangkal

Merupakan jenis fondasi dengan kedalaman 1 sampai 3 meter, biasanya digunakan pada jenis tanah yang relatif keras dan kuat menopang beban maksimal. Fondasi ini biasanya digunakan untuk bangunan sederhana seperti rumah tinggal, ruko dua lantai, dan berbagai bangunan sederhana lainnya. Karena bentuk yang relatif kecil dan beban yang sedikit makanya bangunan tersebut hanya menggunakan fondasi dangkal. Ada beberapa macam fondasi dangkal yang umum digunakan, diantaranya.

a. Fondasi Tapak/Plat Setempat

Merupakan fondasi dengan kedalaman 1-2 meter, bagian bawah atau dasar fondasi ini biasanya berupa tapakan atau coran berbentuk persegi sebagai landasan fondasi untuk menahan beban, kemudian meneruskan ke dalam tanah.



Gambar 1. Fondasi Tapak

(Sumber : <https://www.ahlikuli.com/cara-menghitung-volume-pondasi/>)

b. Fondasi Batu Kali

Jenis fondasi ini merupakan fondasi menerus dengan kedalaman 0,5-1 meter. Fondasi ini digunakan pada rumah tinggal sederhana satu lantai.



Gambar 2. Fondasi Batu Kali

(Sumber : <https://perkim.id/rumah/pondasi-batu-kali-turun-dampak-dan-solusinya/>)

c. Fondasi Sumuran

Banyak teori mengatakan fondasi sumuran termasuk juga fondasi dalam.



Gambar 3. Fondasi Sumuran

(Sumber : <https://www.beritakonstruksi.com/2019/07/mengenal-jenis-jenis-pondasi.html>)

Memang benar adanya fondasi sumuran bisa dikatakan fondasi dalam dan juga fondasi dangkal, pada kondisi tertentu. Dikatakan dangkal apabila kedalamannya kurang dari empat meter, dikatakan dalam apabila kedalamannya melebihi empat meter.

Fondasi sumuran biasanya digunakan pada bangunan rumah tinggal dan juga ruko dua lantai, karena kedalamannya yang pas dan juga kekuatannya yang mencukupi.

2. Fondasi Dalam

Merupakan fondasi yang biasanya digunakan untuk Gedung dengan kapasitas lantai yang tinggi/banyak (lebih dari 2 lantai ke atas), dan posisi tanah keras yang jauh di bawah permukaan tanah. Fondasi dalam sendiri ada beberapa macam yang sering digunakan, diantaranya.

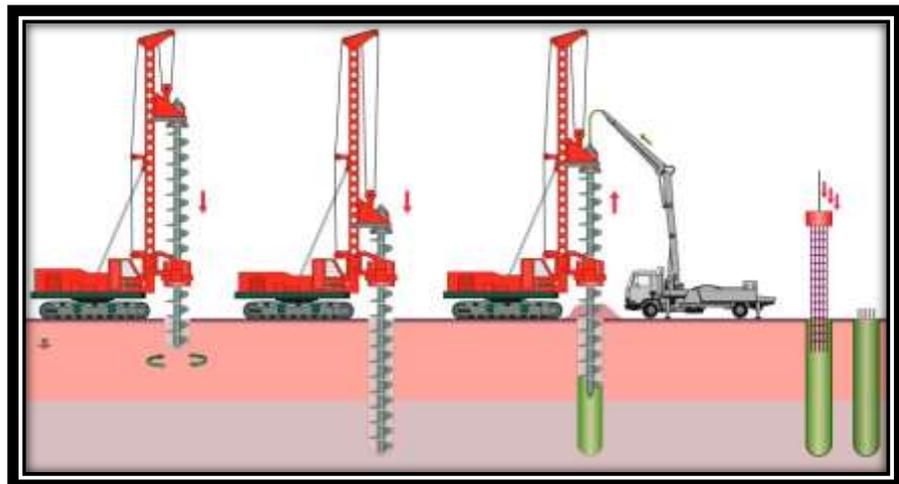
a. Bore Pile

Bore pile merupakan jenis fondasi dalam yang biasa digunakan dalam pembangunan Gedung dengan daerah terbatas, atau daerah padat penduduk. Karena jika lokasi proyek sudah dikelilingi oleh banyak bangunan lain, maka akan sulit untuk menggunakan fondasi tiang pancang yang pemasangannya dilakukan dengan cara menumbuk atau menekan tiang ke dalam tanah. Dengan metode tersebut maka akan menimbulkan getaran atau pergeseran tanah yang lumayan ekstrim, maka bisa saja akan mempengaruhi bangunan di sekitarnya. Makanya fondasi bor pile menjadi alternatif terbaik untuk mengatasi. Karena pelaksanaan/pembuatan fondasi bor pile yaitu dengan melakukan penggalian terlebih dahulu lalu masukan tulangan kemudian pengecoran.



Gambar 4. Fondasi Bor Pile

(Sumber : <https://kanopiistimewa.blogspot.com/2022/03/18-pondasi-sumuran-konsep-terkini.html>)



Gambar 5. Konstruksi Fondasi Bor Pile

(Sumber : <https://www.arsitur.com/2017/10/pengertian-pondasi-bored-pile-dan.html>)

b. Tiang Pancang

Tiang pancang biasanya digunakan pada kondisi tanah yang lunak atau lempung, atau yang memiliki kemungkinan geser yang relatif besar. Penggunaan tiang pancang akan lebih efektif dan terjamin karena daya dukungnya yang sudah pasti, dan juga konstruksinya yang lebih terjamin dari fondasi bor pile, yaitu

dengan menancapkan tiang ke dalam tanah menggunakan rangkaian alat berat tertentu, dan juga tingkat keberhasilan yang lebih tinggi. Berbeda dengan bor pile yang harus dilakukan penggalian, dan jika ditemukan sumber air, maka pengecoran akan sulit dilakukan. Dan juga tiang pancang akan lebih tahan untuk bangunan di daerah berair atau dekat pantai.



Gambar 6. Fondasi Tiang Pancang

(Sumber : <https://arsitekta.com/dasar-dasar-tentang-pondasi-sumuran-bore-pile-dan-pancang/>)

Menurut Nurhikmah pada tahun 2022, fondasi tiang pancang mempunyai bentuk seperti sebuah kolom-kolom yang terbuat dari semen ataupun baja kokoh yang akan memperkuat struktur bangunan. Dalam dunia konstruksi, fondasi tiang pancang adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan menyalurkan beban. Beban tersebut berasal dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu. Material yang digunakan biasanya berasal dari beton, kayu, atau baja dengan kekuatan yang sangat baik. Banyaknya keunggulan yang dimiliki fondasi tiang pancang sehingga membuatnya menjadi fondasi unggulan. Fondasi tiang pancang terpercaya untuk menahan beban

yang berat dari sebuah bangunan. Berikut beberapa jenis tiang pancang.

1. Tiang Pancang Kayu

Salah satu jenis tiang pancang yang lumayan jadul adalah tiang pancang kayu. Material konstruksi kuno ini merupakan salah satu dari beberapa jenis fondasi yang masih sering digunakan sampai sekarang, khususnya dalam konstruksi bangunan-bangunan sederhana seperti rumah panggung atau rumah adat tertentu. Tiang pancang kayu bagus digunakan pada kondisi daerah rawa. Bobot yang ringan serta daya tarik yang besar menjadi faktor utama yang menjadikan material ini layak digunakan dan banyak dipakai.

Tiang pancang kayu dibuat dari pohon yang cabang-cabangnya telah dipotong, dan biasanya diberi bahan pengawet, dan didorong dengan ujungnya yang kecil sebagai bagian yang runcing. Ujung runcing dapat dilengkapi dengan sebuah sepatu pendorong logam, bila tiang pancang harus menembus tanah keras atau tanah berkerikil, jika tidak maka ujung runcing tersebut dapat dipotong dalam bentuk persegi atau dengan suatu ujung runcing. Pada umumnya ada pembatasan pada ukuran ujung runcing dan ujung tebal sebagaimana halnya dengan ketidaksejajaran yang masih dapat diperkenankan (Widojoko dalam Jurnal Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung, 2015).

Ada tiga macam tiang pancang berdasarkan kelas :

- a. Kelas A : Digunakan untuk beban berat dan panjang tak bertopang yang besar, dengan diameter minimal dari ujung tebal adalah 360 mm.
- b. Kelas B : Untuk beban-beban sedang, diameter minimal ujung tebal adalah 300 mm.

- c. Kelas C : Untuk pekerjaan yang bersifat sementara, diameter ujung tebal minimal 300 mm. untuk jenis ini kulit kayu boleh dibiarkan saja.

Keuntungan pemakaian tiang pancang kayu adalah :

- a. Tiang pancang dari kayu relatif ringan sehingga mudah dalam masalah transportasinya.
- b. Kekuatan tarik besar sehingga pada waktu pengangkatan untuk pemancangan tidak menimbulkan kesulitan seperti misalnya pada tiang pancang beton.
- c. Mudah untuk memotongnya apabila tiang kayu ini sudah tidak dapat masuk lagi kedalam tanah.
- d. Tiang pancang kayu ini lebih sesuai/baik untuk *friction pile* daripada *end bearing pile*, sebab tekanannya relatif kecil.
- e. Karena tiang pancang kayu ini relatif fleksibel dan lenting terhadap arah horizontal dibandingkan dengan tiang pancang selain kayu. Maka apabila tiang ini menerima beban horizontal yang tidak tetap, tiang pancang kayu ini akan melentur dan segera kembali ke posisi semula setelah beban horizontal tersebut hilang. Hal ini sering terjadi pada dermaga-dermaga di mana mendapat tekanan ke samping dari kapal-kapal/perahu.

Adapun kerugian dari pemakaian Fondasi tiang pancang kayu :

- a. Karena tiang pancang kayu ini harus selalu terletak di bawah muka air tanah yang terendah agar dapat tahan lama, maka kalau air tanah yang terendah tersebut letaknya sangat dalam, hal ini akan menambah biaya untuk penggalian.
- b. Tiang pancang yang dibuat dari kayu mempunyai umur yang relatif kecil dibandingkan dengan tiang pancang yang terbuat dari baja atau beton, terutama pada daerah yang tinggi air tanahnya sering naik turun.

- c. Pada waktu pemancangan pada tanah yang berbatu (gravel), ujung tiang pancang kayu dapat patah atau ujung tiang tersebut dapat pula remuk. Apabila tiang kayu tersebut kurang lurus, maka pada waktu dipancangan akan menyebabkan penyimpangan terhadap arah yang telah ditentukan.
- d. Tiang pancang kayu tidak tahan terhadap benda-benda yang agresif dan jamur yang menyebabkan pembusukan.

2. Tiang Pancang Baja

Salah satu material tiang pancang dengan kualitas yang sering digunakan adalah fondasi tiang pancang dengan bahan dasar baja. Penggunaan jenis fondasi ini menjadi pilihan bagus untuk bangunan dengan kondisi tertentu. Tentu saja dengan berbagai macam kelebihan diantaranya, proses perakitan yang ideal, tingkat distilasi yang bagus, adanya proses prafabrikasi, material yang bisa di daur ulang, memiliki sifat seragam dan mampu menyerap energi (Agus Solehudin, 2018).

Tiang pancang pipa sering kali diisi dengan beton setelah pendorongan, walaupun di dalam beberapa hal pengisian ini tidak perlu. Pipa yang ujungnya terbuka melibatkan perpindahan volume yang relatif kecil selama pendorongan. Di dalam hal mengenai tiang pancang pipa, jika dijumpai batu-batu kecil maka batu-batu tersebut dapat dipecahkan dengan menggunakan mata bor pemotong, atau dengan peledakan, dan melalui pipa. Sambungan-sambungan tiang pada tiang pancang baja dilakukan dengan cara yang sama seperti di dalam kolom-kolom baja, yakni dengan pematrian/las, pemakaian paku keling (riveting) atau pemasangan baut. Tegangan-tegangan perencanaan di dalam sambungan tiang akan bergantung pada tempat sambungan tiang dan kode bangunan setempat.

Sambungan yang terletak di atas tanah haruslah sekuat tiang pancang. Untuk yang berada di bawah permukaan tanah, sambungan tiang tersebut hanya perlu mempunyai kekuatan yang besarnya sepertiga sampai setengah daripada kekuatan tiang pancang. Bila sebuah tiang pancang harus diberi sambungan maka semua peralatan yang perlu haruslah siap untuk dipakai sehingga bila palu ditutup maka sambungan tiang dapat dibuat dengan cepat. Tiang pancang H dan tiang pancang pipa mungkin memerlukan penguatan titik untuk menembus tanah-tanah keras atau tanah-tanah yang mengandung batu-batu tanpa menyebabkan kerusakan besar pada titik (ujung runcing) tersebut (Jurnal Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung, 2015).

Berikut kelebihan tiang pancang baja :

- a. Lebih mudah pada saat penyambungan
- b. Baja tentu memiliki kapasitas daya dukung yang lebih tinggi
- c. Pada saat penancangan terhindar dari resiko patah, terutama saat pengangkatan.

Adapun kekurangannya adalah :

- a. Baja mudah mengalami korosi
- b. Pada bagian H bisa rusak atau bengkok oleh tekanan yang besar

3. Tiang Pancang Beton

Fondasi tiang pancang beton adalah primadona dalam penggunaan fondasi. Tiang pancang di dalam kategori ini dibentuk di tempat pengecoran sentral dengan panjang yang sudah ditentukan, kemudian dikirimkan ke tempat konstruksi. Tiang pancang pracetak yang menggunakan penguatan biasa dibuat untuk tegangan-tegangan lentur selama waktu pengambilan dan pengangkutan, untuk momen lentur daripada

beban beban lateral, dan untuk menyediakan tahanan yang mencukupi terhadap beban beban vertikal dan terhadap setiap gaya tegangan yang timbul selama pendorongan. *Precast reinforced concrete pile* yaitu tiang pancang dari beton bertulang yang dicetak dalam acuan beton (bekisting). Tiang pancang ini dapat memikul beban yang besar, lebih besar 50 ton untuk setiap tiang, hal ini tergantung dari dimensi tiang itu sendiri. Dalam perencanaan tiang pancang beton precast ini, panjang tiang harus dihitung dengan teliti, sebab kalau ternyata panjang tiang ini kurang, terpaksa harus dilakukan penyambungan dan ini tentu memakan banyak waktu.

Bentuk-bentuk fondasi tiang pancang beton umumnya adalah sebagai berikut :

- a. Bentuk segi empat (*Square pile*)
- b. Bentuk segi delapan (*Octagonal pile*)
- c. Bentuk lingkaran

Fondasi tiang pancang beton pracetak digunakan pada kondisi tanah yang tidak memungkinkan untuk mengecor beton di tempat. Jika ruangan tersedia dan jumlah kuantitas yang diperlukan cukup, pengecoran dapat dilakukan di tempat pembangunan untuk mengurangi biaya transportasi. Pracetak di pabrik dapat mengurangi kebutuhan tempat pembangunan, namun memerlukan peralatan pengangkut tiang pancang dari tempat pembuatan ke tempat pembangunan. Tiang pancang beton pracetak dapat dibuat dengan menggunakan penguat biasa/beton bertulang (Jurnal Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung, 2015).

Beberapa keunggulan yang dimiliki Tiang Pancang diantaranya :

1. Kekuatan dan daya dukung yang terjamin
2. Pemasangan tanpa harus melakukan galian

3. Tahan lama
4. Tahan korosi

Terdapat juga kelemahan fondasi Tiang Pancang :

1. Bobot tiang pancang yang berat
2. Waktu produksi yang lumayan lama
3. Proses produksi yang rumit
4. Biaya yang mahal

C. Proses Perencanaan Fondasi

Perancangan sebuah Gedung dapat dilakukan secara bertahap, salah satunya tahap perencanaan fondasi. Perencanaan fondasi biasanya dilakukan dengan berbagai rangkaian tes dan prosedur terlebih dahulu, berikut proses/langkah-langkah perencanaan fondasi.

1. Penentuan Beban Rencana

Pembebanan pada struktur Fondasi merupakan akumulasi beban dari struktur atas dan beban-beban luar lainnya, seperti beban hidup, beban mati, beban angin, beban gempa, dan masih banyak lagi.

2. Tahap Penyelidikan Tanah

Untuk mendapatkan daya dukung tanah yang akan dibuat bangunan, penyelidikan tanah perlu dilakukan. Setelah mendapatkan kedalaman tanah keras dan daya dukung tanah maka kapasitas fondasi dapat dihitung dan pemilihan jenis fondasi dapat dilakukan.

Menurut Pramudianto dalam Hariyatno tahun 2006, tujuan penyelidikan tanah adalah.

- a. Mengetahui daya dukung tanah
- b. Mengetahui kedalaman muka air tanah
- c. Menentukan kedalaman fondasi

3. Pemilihan Jenis Fondasi

Jenis fondasi ditentukan berdasarkan jenis tanah dan kedalaman tanah keras, karena faktor-faktor tersebut dan juga muka air tanah sangat berpengaruh dalam penentuan jenis fondasi.

4. Penentuan Dimensi Fondasi

Penentuan dimensi fondasi harus berdasarkan hasil penyelidikan tanah dan data-data lainnya. Untuk menentukan dimensi fondasi tiang pancang, maka hal yang diperhitungkan adalah mengenai berapa jumlah tiang dalam pile cap serta dimensi, berapa Panjang, lebar, dan tebal pile cap.

5. Tahap Konstruksi

Setelah semua perencanaan selesai maka tahap konstruksi bisa dilakukan. Tahap konstruksi sendiri merupakan tahapan pelaksanaan pemancangan berdasarkan hasil perencanaan sebelumnya.

D. Penyelidikan Tanah

Dalam semua pekerjaan proyek konstruksi, Penyelidikan Tanah atau *Soil Investigation* merupakan kegiatan tidak akan lepas dari proses pelaksanaan sebuah proyek konstruksi. Penyelidikan Tanah dilakukan untuk mendapatkan informasi karakteristik dari fisik tanah atau batuan di area site. *Soil investigation* ini dilakukan di atas dan bawah permukaan untuk memperoleh data-data yang berisi informasi yang mempengaruhi sistem desain, konstruksi, biaya proyek, dan keselamatan pekerja.

Dalam melakukan pekerjaan soil investigation ada target yang harus didapatkan, antara lain :

1. Daya dukung ijin dari tanah (*allowable bearing capacity*) dari fondasi yang akan dibangun.
2. Mengetahui kedalaman dan tipe fondasi yang disarankan.
3. Menentukan kandungan jenuh air dan tinggi muka air yang dapat mempengaruhi fondasi.
4. Penentuan apakah *site* atau lapangan rawan terjadinya penurunan dan amblesnya bangunan.

Penyelidikan ini bertujuan untuk mengetahui susunan lapisan / sifat tanah beserta kekuatannya. Dalam pembuatan fondasi untuk bangunan

maupun jalan tentu kepadatan dan daya dukung tanah serta sifat korosifitas tanah harus mendukung untuk dibangun Fondasi.

Dengan melakukan pengujian tanah maka kita dapat menentukan jenis fondasi yang tepat untuk digunakan pada konstruksi bangunan. Selain itu juga dapat digunakan untuk menentukan perlakuan yang tepat agar tanah bisa mendukung terhadap jenis fondasi yang diterapkan. Dari penyelidikan inilah akan ditentukan baik alternatif, jenis, kedalaman hingga dimensi fondasi yang paling efisien namun tetap aman digunakan.

Karenanya sebelum memulai proyek konstruksi yang berskala besar, pekerjaan penyelidikan tanah mutlak harus dilakukan. Kondisi tanah yang tepat tentu akan mendukung struktur bangunan yang kokoh dan tahan gempa sehingga akan memberikan rasa aman bagi pengguna bangunan.

Untuk menghindari gangguan dalam pengambilan sampel para penyelidik biasanya melakukan pengujian tanah di lapangan secara langsung.

1. Uji Penetrasi Standar atau uji SPT (*Standard Penetration Test*)

Penetration test merupakan satu dari beberapa jenis pengujian tanah yang sering dilakukan guna untuk mengetahui daya dukung tanah. Pengujian dilakukan bersamaan dengan pengeboran dan mengetahui perlawanan dinamik tanah. Pramudianto pada tahun 2011, menuliskan bahwasanya uji SPT atau pengambilan angka SPT akan dilakukan setiap bor mencapai kedalaman 1,5-2 m atau bisa juga pada setiap pergantian jenis lapisan tanah.

Uji SPT dilakukan dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu dengan kedalaman yang akan diuji, setelah mencapai kedalaman tertentu mata bor dilepas dan akan diganti dengan alat yang disebut tabung belah yang dipukul kedalam tanah.

Untuk tanah berbatu menurut Pramudianto dalam Palmer dan Stuart (1957) memodifikasi tabung belah standar yang terbuka

menjadi tertutup dan meruncing 30° pada ujungnya. Setelah dilakukan pengamatan menunjukkan bahwa pada umumnya nilai N yang diperoleh dari kedua tipe alat tersebut mendekati sama untuk jenis tanah dan kerapatan relatif tanah yang sama. Dalam perancangan sebuah fondasi, nilai N dapat dipakai sebagai indikasi kemungkinan model keruntuhan fondasi yang akan terjadi (Pramudianto dalam Terzagi dan Peck, 1948).

Tabel 1. Hubungan N dengan kerapatan relatif (D_r)

Nilai N	Kerapatan Relatif (D_r)
< 4	Sangat tidak padat
04-Oct	Tidak padat
Oct-30	Kepadatan sedang
30-50	Padat
>50	Sangat padat

2. Uji Penetrasi Kerucut Statis (*Static Cone Penetration Test*)

Uji sondir juga merupakan penyebutan lain dari uji penetrasi kerucut statis, adalah pengujian yang biasanya digunakan pada tanah pasir yang tidak padat. Angka tahanan kerucut statis atau tahanan konus (qc) yang diperoleh dari pengujian, dapat dikorelasikan secara langsung dengan daya dukung tanah dan penurunan pada fondasi-fondasi dangkal dan fondasi tiang. Alat ini terdiri dari kerucut baja yang mempunyai sudut kemiringan 60° diameter 35,7 mm dengan luas tampang 1000 mm^2 .

Untuk mengoperasikan alat ini dilakukan dengan cara menekan pipa penekan dan mata sondir secara terpisah, dengan alat penekan mekanis atau dengan menggunakan tangan yang menekan ke bawah. Untuk penekanan yang sempurna dengan kecepatan 10 mm/detik dan arloji pengukur akan dibaca setiap penetrasi mencapai kedalaman 20 cm. tahanan ujung beserta tahanan selimut pada sondir akan dicatat sehingga diperoleh grafik tahanan kerucut atau tahanan konus.

E. perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Pada Tanah Berpasir

Daya dukung ultimit fondasi tiang pancang (Q_u) dapat dikalkulasikan dengan memakai persamaan sederhana yaitu menjumlahkan daya dukung ultimit pada ujung tiang (Q_p) dan daya dukung ultimit sisi/selimut pada tiang (Q_s).

Rumus atau metode yang akan digunakan untuk perhitungan daya dukung fondasi sendiri akan dipengaruhi oleh jenis dan kondisi tanah (Lempung dan Berpasir). Dalam proyek yang akan ditinjau kondisi tanah yang dibangun adalah tanah berpasir, sehingga rumus-rumus dan metode yang digunakan mengacu pada rumus dan metode khusus untuk tanah berpasir.

1. Metode Mayerehof (1976)

a. Daya dukung ultimit (Q_u)

Daya dukung ultimit adalah penjumlahan dari daya dukung ujung dan daya dukung selimut tiang pancang

$$Q_u = Q_p + Q_s \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

Q_u = Daya dukung ultimit

Q_p = Daya dukung ujung fondasi

Q_s = Daya dukung selimut fondasi

b. Daya dukung ujung pada tanah berpasir (Q_p)

Menurut Mayerhof (1976) daya dukung ujung fondasi pada tanah pasir akan meningkat dengan penambahan kedalaman pemancangan (penetrasi) namun tidak mengalami pertambahan setelah mencapai kedalaman tertentu. Peningkatan daya dukung bervariasi tergantung pada diameter fondasi dan sudut geser dalam tanah pasir tersebut. Dengan berdasarkan ketentuan tersebut maka dibuat grafik untuk menentukan rasio kedalaman penanaman (L_b) dengan diameter (B) terhadap sudut geser dalam tanah. Untuk

menentukan kedalaman penanaman, untuk tanah yang tidak homogen atau berlapis nilai (L_b) ditentukan dari dasar (ujung) ke bagian atas sampai pada batas lapisan tanah. Sedangkan untuk tanah homogen nilai L_b mencakup dari ujung sampai ke permukaan.

Berdasarkan hal tersebut Mayerhof menyatakan nilai faktor daya dukung meningkat sejalan dengan meningkatnya nilai rasio kedalaman penanaman dan diameter fondasi (L_b/B) dan mencapai nilai maksimum pada nilai rasio (L_b/B) sekitar $0,5(L_b/B)$ kritis.

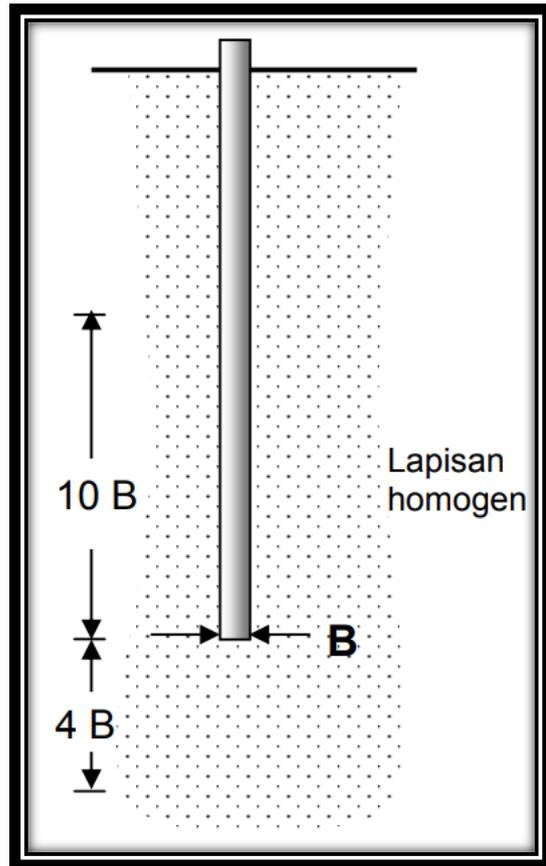
$$Q_p = A_p (40 \times N_{SPT}) \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

Q_p = Daya dukung ujung

A_p = Luas Penampang

N_{SPT} = (N_{SPT}) rata-rata



Gambar 7. Pengaruh ujung tiang
(Sumber : Buku Rekayasa Fondasi AHakam)

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwasanya untuk menentukan nilai (N_{SPT}) rata-rata harus mempertimbangkan pengaruh ujung tiang, dimana pengaruh ujung tiang dapat ditentukan dengan mempertimbangkan (N_{SPT}) pada titik 10 kali diameter fondasi diatas ujung fondasi sampai 4 kali diameter di bawah ujung fondasi.

c. Daya dukung selimut pada tanah berpasir (Q_s)

Daya dukung selimut fondasi tiang pancang merupakan bagian khusus yang dibahas untuk fondasi dalam. Sejumlah teori kapasitas daya dukung selimut dari beberapa penelitian yang secara global telah dikenal dan cukup terkemuka.

$$Q_s = \Sigma 4D \Delta l (\alpha C_u) + \Sigma 4D \Delta l (q_s) \dots\dots\dots (3)$$

Dikarenakan nilai kohesi (C_u) sama dengan nol (0) dan fondasi berbentuk persegi maka persamaan yang dipakai menjadi.

$$Q_s = \Sigma 4D \Delta l (q_s) \dots\dots\dots (4)$$

dimana :

Q_s = Daya dukung selimut

$4D$ = Keliling fondasi

Δl = Selisih lapisan tanah

q_s = Tahanan gesek

d. Daya dukung ijin

Untuk menentukan daya dukung ijin (Q_{all}) maka daya dukung ultimit harus dibagi terlebih dahulu dengan faktor aman (F_s)/ *Safety factor*. Pentingnya melakukan perhitungan daya dukung ijin untuk tiang pancang adalah untuk mengetahui batasan besaran daya dukung ultimate yang harus didapat oleh perencana, daya dukung ultimate haruslah lebih besar dari daya dukung ijin jika tidak maka perhitungan dianggap salah dan fondasi dianggap tidak kuat.

$$Q_{all} = Q_u \div F_s \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

Q_{all} = Daya dukung ijin

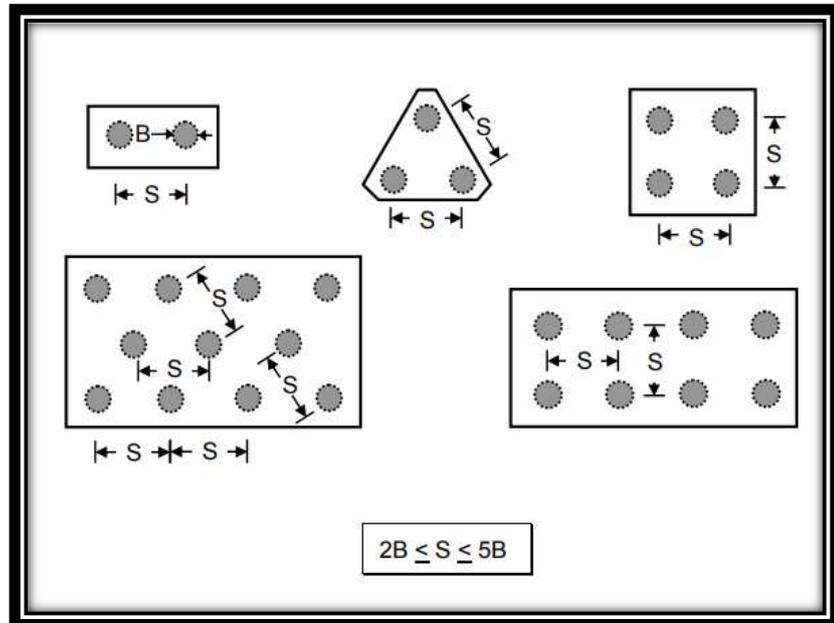
Q_u = Daya dukung ultimit

F_s = *Safety factor*

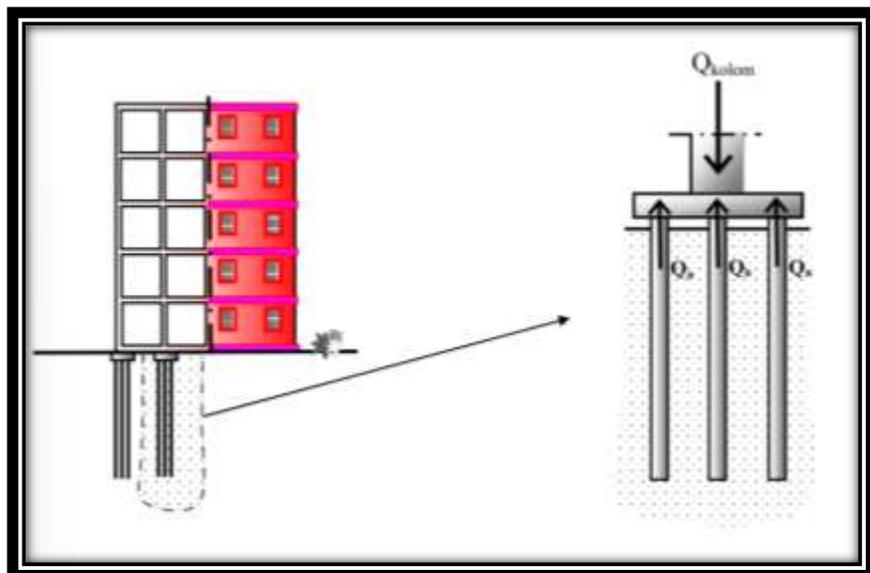
e. Efisiensi kelompok tiang

Dalam dunia konstruksi sesungguhnya, fondasi tiang selalu direncanakan dalam bentuk kelompok tiang. Dalam satu

kelompok/grup tiang akan diikat oleh satu kepala (pile cap). Pada pembangunan Gedung sudah pastinya akan menjumpai konstruksi fondasi demikian, pada setiap kolom biasanya ditopang oleh kelompok tiang di bawahnya dengan banyak tiang per kelompok diantaranya 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan seterusnya sesuai kebutuhan.



Gambar 8. Bentuk tipikal susunan denah grup tiang
(Sumber : Buku Rekayasa Fondasi AHakam)



Gambar 9. Grup tiang di bawah bangunan
(Sumber : Buku Rekayasa Fondasi AHakam)

Perhitungan efisiensi sendiri dilakukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$\eta = \frac{2(n_1+n_2-2)d+4D}{pn_1n_2} \dots\dots\dots (6)$$

dimana :

- η = Efisiensi kelompok tiang
- n_1 = Jumlah tiang pada baris pertama
- n_2 = Jumlah tiang pada baris kedua
- d = jarak/spasi antar tiang
- D = Diameter tiang
- P = Keliling tiang

Dalam perhitungan kapasitas kelompok tiang terdapat beberapa ketentuan sebagai berikut.

- 1) Jika kapasitas kelompok tiang (Q_g) lebih kecil daripada kapasitas tiang tunggal kali jumlah tiang (nQ_g), maka kapasitas dukung fondasi tiang dipakai adalah kapasitas dukung kelompok (Q_g).
- 2) Jika yang didapat sebaliknya yaitu kapasitas kelompok tiang (Q_g) lebih besar, maka yang dipakai adalah kapasitas tiang tunggal kali jumlahnya (nQ_g).

f. Daya dukung kelompok tiang ($Q_{g(u)}$)

Untuk menentukan daya dukung ijin kelompok tiang maka nilai efisiensi harus dikali dengan daya dukung ultimit tiang (Q_u). perhitungannya sendiri dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$Q_{g(u)} = \eta \times Q_u \dots\dots\dots (7)$$

dimana :

$Q_{g(u)}$ = Daya dukung kelompok tiang

η = Efisiensi Kelompok tiang

Q_u = Daya dukung ultimit tiang

F. Faktor Aman

Dalam perhitungan daya dukung tiang pancang, untuk mendapatkan daya dukung izin dari suatu tiang, maka perlu untuk membagi kapasitas ultimit tiang dengan faktor aman. Perlunya memberikan faktor aman adalah demi tercapainya beberapa hal.

1. Untuk memberikan keamanan terhadap metode hitungan yang tidak pasti.
2. Untuk memberikan keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompresibilitas tanah.
3. Untuk meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja.
4. Untuk meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok tiang masih dalam batas toleransi.
5. Untuk meyakinkan bahwa penurunan tidak seragam di antara tiang-tiang masih dalam batas toleransi.

Pramudianto dalam Reese dan O'Neil (1989) menyarankan pemilihan faktor aman (F) untuk perancangan fondasi tiang dengan mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut.

1. Tipe dan kepentingan struktur
2. Variabilitas tanah
3. Ketelitian penyelidikan tanah
4. Tipe dan jumlah uji tanah yang dilakukan
5. Ketersediaan data di tempat uji
6. Pengawasan atau kontrol kualitas di lapangan

7. Kemungkinan beban desain aktual yang terjadi selama beban layanan

Table 2. faktor aman yang disarankan

Klasifikasi Struktur	Faktor Aman			
	Kontrol baik	Kontrol normal	Kontrol jelek	Kontrol sangat jelek
Monumental	2,3	3	3,5	4
Permanen	2	2,5	2,8	3,4
Sementara	1,4	2	2,3	2,8

BAB III

PROSEDUR PERANCANGAN

A. Rencana Rancangan Proyek Akhir

Dalam pengerjaan proyek akhir bertahap secara teratur sampai proyek akhir selesai yaitu.

1. Melakukan studi literatur

Pada tahap awal perencanaan perlu dilakukan studi literatur untuk mendapatkan sumber yang jelas dan akurat demi tercapainya proyek akhir yang berkualitas. Studi literatur merupakan tahap pencarian referensi yang memuat masalah fondasi, dan tentu saja dalam proyek akhir ini fokus fondasi yang dicari adalah fondasi tiang pancang. Berkaitan dengan hal tersebut juga bisa langsung dilakukan pengumpulan data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan proyek akhir.

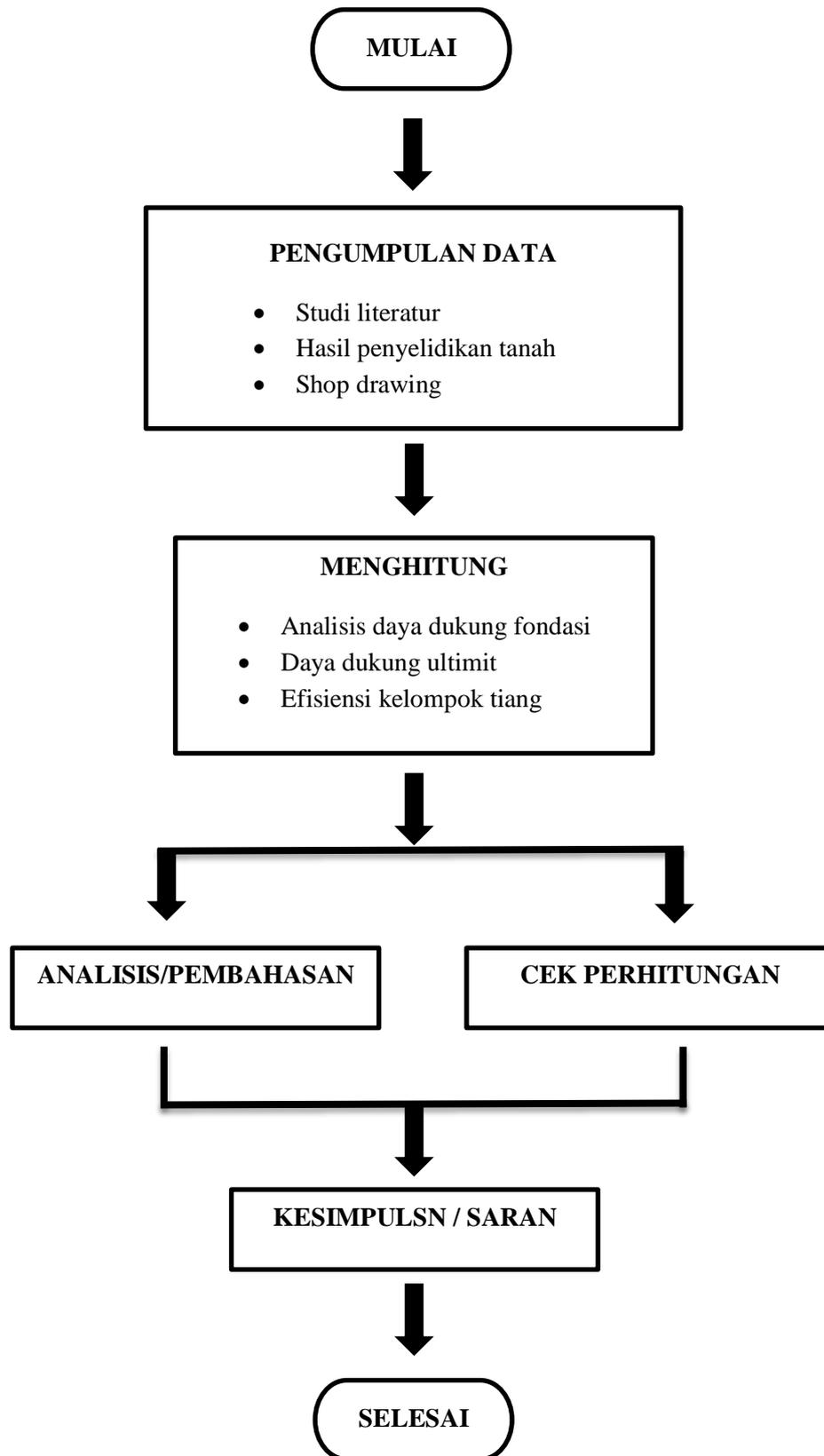
Referensi yang dikumpulkan bisa dalam bentuk buku, jurnal ataupun materi pembelajaran semasa kuliah. Setelah itu bisa langsung dipelajari mengenai masalah yang akan dibahas, juga bisa dilakukan sembari menyusun proposal dan menyalin materi yang diperlukan.

2. Pengumpulan data

Setelah menetapkan permasalahan dalam proyek akhir, selanjutnya dapat dilakukan pengumpulan data-data yang dibutuhkan. Dalam proyek akhir ini data yang dikumpulkan diantaranya sebagai berikut.

- a. Data hasil penyelidikan tanah
- b. Shop drawing

3. Analisis dan perhitungan dilakukan secara manual berdasarkan pokok masalah yang dibahas, dengan menggunakan data yang didapat dan metode serta rumus. Berdasarkan judul penulis hanya melakukan perhitungan sebatas daya dukung tiang pancang terhadap pengaruh gaya gravitasi saja.



Gambar 10. Diagram Alir

B. Waktu Perencanaan

Proyek akhir ini sudah penulis rencanakan sejak April 2023, pengajuan proposal awal dilakukan pada tanggal 4 April 2023, setelah melakukan bimbingan dan revisi akhirnya pada tanggal 10 Mei 2023 di hari yang sama setelah di acc penulis langsung mengajukan ke jurusan dan mendapatkan pembimbing pada 22 Mei 2023. Proyek akhir ini direncanakan selesai pada Agustus 2023.

C. Sifat Perancangan

Proyek akhir ini berupa analisis dan perhitungan daya dukung tiang pancang dengan tinjauan pada proyek pembangunan Gedung pascasarjana Universitas Riau. Variabel yang dibandingkan adalah perbedaan kedalaman tiang pancang setelah dilakukan konstruksi, dengan hasil akhir berupa pembuktian kuat atau tidaknya fondasi menahan beban yang sama dengan kedalaman yang berbeda.

D. Data Perancangan

1. Informasi proyek

Proyek yang ditinjau adalah pembangunan Gedung pascasarjana kampus Universitas Riau yang terletak di provinsi Riau kota Pekanbaru kecamatan tampan.



Gambar 11. Lokasi Proyek

(Sumber : Data Proyek CWR 03 UNRI)

Berikut tabel informasi umum proyek.

Tabel 3. Informasi Proyek

Pekerjaan	: CWR 03 Pembangunan Gedung Kajian Ilmu Pangan, Gedung Pascasarjana, Gedung Ilmu Kelautan.
Pemilik Pekerjaan	: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Universitas Riau.
Alamat	: Jalan HR Soebrantas Km 12,5 Kelurahan Simpang Baru, Kecamatan Tampan, Pekanbaru, Riau 28293-Indonesia.
Lokasi Pekerjaan	: Universitas Riau, Kampus Bina Widya.
Nomor Kontak	: 769/UN19/PPK-PIU.AKASI/2022
Tanggal Kontrak	: 22 Agustus 2022
Jumlah Kontrak	: Rp. 104.393.201.000 tanpa Ppn
Nomor SPMK	: 778/UN19/PPK-PIU.AKSI/2022
Sifat Kontrak	: <i>Unit Price</i>
Tanggal SPMK	: 1 September 2022
Konsultan Perencana	: PT. Wiswakharman
Konsultan MK	: PT. Carijasa E.C
Sumber Dana	: ADB LOAN No.3749-INO
Jangka Waktu Pelaksanaan	: 390 (Tiga Ratus Sembilan Puluh) Hari kalender/ 01 September 2022 – 25 September 2023

2. Data teknis proyek

Data teknis proyek Pembangunan Fisik CWR 03 Universitas Riau sebagai berikut:

a. Pekerjaan Struktur

Pada pekerjaan struktur pihak proyek menggunakan beton dengan mutu K-300 untuk kolom, plat, balok, pile cap, tangga. Sedangkan untuk tiang pancang mutu beton K-500.

b. Pekerjaan non Struktural

Sedangkan untuk komponen non structural seperti lantai kerja menggunakan beton K-100 dan kolom praktis menggunakan beton K-225.

c. Baja Tulangan dan Baja Profil

Baja tulangan yang dipakai ada dua jenis yaitu tulangan ulir BJTS 420B ($f_y = 420$ Mpa), tulangan polos BJTP 280 ($f_y = 280$ Mpa) dan Wiremesh BJTS-520. Untuk baja profil yang dipakai menggunakan baja dengan mutu ST-37 ($f_y = 2400$ kg/cm, $f_u = 370$ Mpa)

d. Peralatan

Beberapa peralatan yang dipakai diantaranya las dengan mutu AWS E-70xx. Baut Angkur dengan mutu ASTM A-307, sambungan baut dengan mutu ASTM A-325 DIA ≥ 16 mm, ASTM A-307 DIA > 16 mm.

E. Teknik Pengumpulan Data

Untuk pengumpulan data, penulis mendapatkan data yang diperlukan dari instansi pelaksana proyek, bisa disebut pengumpulan data sekunder. Beberapa data yang didapat adalah hasil penyelidikan tanah (data N_{SPT}), shop drawing dari pekerjaan Gedung, dan data secara umum mengenai perbedaan kedalaman fondasi.

F. Metode pembahasan

Pembahasan dilakukan dengan melakukan analisis dan perhitungan. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan metode pilihan dan akurat, sesuai dengan data yang dipakai. Analisis yang dilakukan adalah perhitungan daya dukung tiang pancang dengan variabel pembeda yaitu kedalaman tiang, dimulai dari perhitungan kapasitas ujung, kapasitas selimut, kapasitas ultimit kemudian efisiensi kelompok dari fondasi tiang pancang. Terakhir akan ditarik kesimpulan yang akan menyatakan kuat atau tidaknya fondasi dengan kedalaman yang kurang dari kedalaman rencana.

G. Produk

Hasil yang diharapkan dari proyek akhir ini adalah tercapainya tujuan dari pembahasan masalah, hasil perhitungan yang tepat dengan metode yang dipilih. Perbedaan hasil dengan variabel yang berbeda yaitu kedalaman fondasi tentu akan menjabarkan hasil yang beda pula. Setelah didapatkan hasil, maka barulah bisa ditarik kesimpulan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Perhitungan

1. Hasil penyelidikan tanah (*Soil Test*)

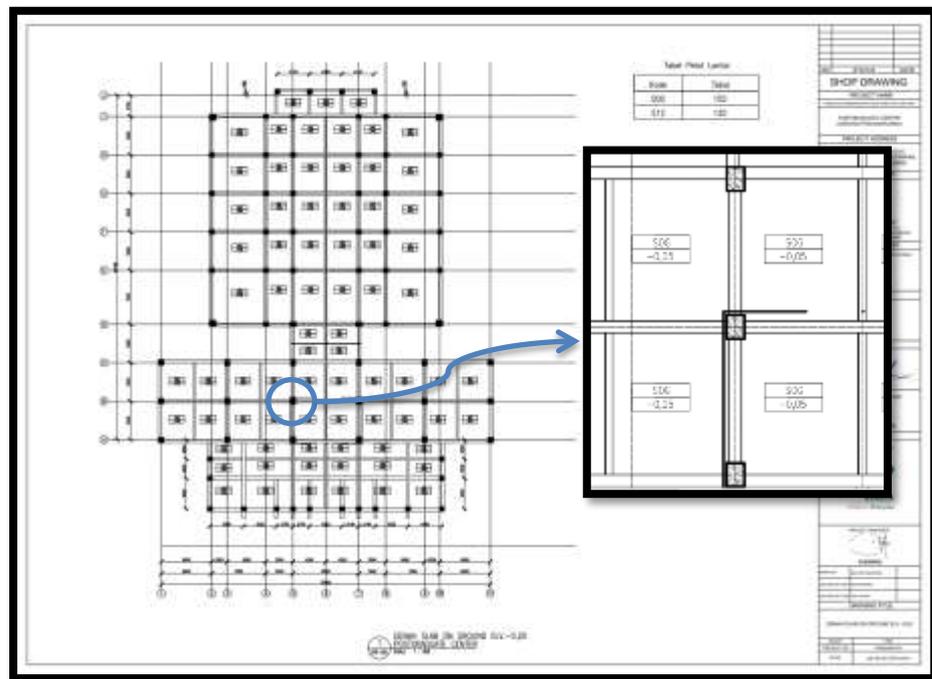
Dalam perencanaan suatu Gedung tentunya akan melakukan penyelidikan dan serangkaian tes terhadap kondisi lahan terlebih dahulu. Ada beberapa jenis tes yang bisa dilakukan, satu diantaranya adalah *Soil test*. Hasil dari tes ini nantinya adalah berupa angka N_{-SPT} yang nantinya akan digunakan dalam perhitungan. Sebagai bahan pertimbangan juga dalam pemilihan metode perhitungan dan rumus. Berikut hasil penyelidikan tanah berupa N_{-SPT} dari proyek pembangunan Gedung pasca sarjana Universitas Riau.

Tabel 4. Nilai N_{-SPT}

No	Kedalaman (m)	N_{-SPT}
1	2	11
2	4	23
3	6	27
4	8	17
5	10	22
6	12	34
7	14	37
8	16	26
9	18	15
10	20	9
11	22	12
12	24	23
	25	30
13	26	39
14	28	60
	29,2	39
15	30	17
16	32	25
17	34	60
18	36	60

2. Shop drawing

Shop drawing merupakan salah satu gambar kerja yang digunakan kontraktor dalam pelaksanaan konstruksi/pembangunan. Shop drawing sendiri dibuat oleh kontraktor dalam pelaksanaan sebuah proyek konstruksi bangunan. Gambar tersebut nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan pekerjaan, juga sebagai jembatan antara desainer dan pelaksana. Oleh karena itu gambar kerja/shop drawing harus sedetail mungkin agar pelaksana tidak kesulitan memahami gambar serta melakukan tindakan.



Gambar 12. Contoh Shop Drawing

(Sumber : Data Proyek CWR 03 UNRI)

B. Perhitungan

Analisis dan perhitungan kapasitas maksimal Fondasi tiang pancang pada proyek pembangunan Gedung pascasarjana Universitas Riau, akan dilakukan dengan perhitungan daya dukung unlimit tiang pancang dan kapasitas ijin kelompok tiang. Kelompok tiang yang dihitung dengan 5 titik tiang pancang.

1. Metode Mayerhof 1976

- a. Hitungan daya dukung ultimit dan kapasitas ijin pada tiang tunggal dengan kedalaman normal/sesuai rencana yaitu 28 meter.

Berikut data yang diketahui.

Beban	= 1254,88 kN
Dimensi Fondasi(D)	= 0,3 x 0,3 = 0,09 m ²
Kedalaman (L)	= 28 m
Luas ujung tiang (A _p)	= 0,09 m ²

Nilai N_{SPT} dapat dilihat pada **Tabel 4**.

- 1) Daya dukung ujung tiang pancang (Q_p)

Pengaruh ujung tiang atas 10D= 10x0,3 = 3 m elevasi 25 m

Pengaruh ujung tiang bawah 4D= 4x0,3 = 1,2 m elevasi 29,2 m

$$\begin{aligned}N_{\text{SPT}} &= (N_{\text{SPT } 28} + N_{\text{SPT } 25} + N_{\text{SPT } 29,2}) \div 3 \\ &= (60 + 30 + 39) \div 3 \\ &= 129 \div 3 \\ &= 43\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_p &= A_p (40 \times N_{\text{SPT}}) \\ &= 0,09 (40 \times 43) \\ &= 154,8 \text{ kN}\end{aligned}$$

- 2) Daya dukung selimut tiang pancang (Q_s)

Kedalaman 2 m

$$Q_s = \Sigma 4D \times \Delta l (q_s)$$

$$\begin{aligned}Q_s &= 0,1N (t/m^2) \text{ untuk displacement kecil} \\ &= 0,1 (11) \\ &= 1,1 \text{ ton/m}^2 \\ &= 11 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_s &= 4 (0,3) \times 2 (11) \\ &= 1,2 \times 22 \\ &= 26,4 \text{ kN}\end{aligned}$$

Perhitungan daya dukung selimut dilakukan per lapisan tanah sesuai dengan nilai $N_{\text{-SPT}}$ setiap lapisan. Berikut perhitungan Q_s sesuai lapisan sampai kedalaman 28 m dalam bentuk tabel dengan menggunakan rumus yang sama.

Tabel 5. Nilai Q_s sampai kedalaman 28 meter.

No	Kedalaman (m)	$N_{\text{-SPT}}$	q_s	Q_s
1	2	11	11	26,4
2	4	23	23	55,2
3	6	27	27	64,8
4	8	17	17	40,8
5	10	22	22	52,8
6	12	34	34	81,6
7	14	37	37	88,8
8	16	26	26	62,4
9	18	15	15	36
10	20	9	19	21,6
11	22	12	12	28,8
12	24	23	23	55,2
13	26	39	39	93,6
14	28	60	60	144
Total				852 kN

Jadi daya dukung selimut total (Q_s) yang didapat adalah senilai **852 kN**.

- 3) Daya dukung ultimit tiang pancang (Q_u) untuk satu tiang

$$\begin{aligned}
 Q_u &= Q_p + Q_s \\
 &= 154,8 + 852 \\
 &= 1006,8 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- 4) Daya dukung ultimi kelompok tiang (Q_u total)

$$\begin{aligned}
 Q_u \text{ total} &= Q_u \times 5 \\
 &= 1006,8 \times 5 \\
 &= 5034 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

5) Daya dukung izin untuk satu tiang

$$\begin{aligned} Q_{\text{all}} &= Q_u \div F_s \\ &= 1006,8 \div 2,5 \\ &= 402,72 \text{ kN} \end{aligned}$$

6) Daya dukung izin kelompok tiang

$$\begin{aligned} Q_{\text{all}} &= 402,72 \times 5 \\ &= 2013,6 \text{ kN} \end{aligned}$$

7) Hitungan kapasitas ijin kelompok tiang dengan kedalaman normal/sesuai rencana.

Efisiensi (η)

$$\begin{aligned} \eta &= 1 - \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90 \times n_1 \times n_2} \right] \theta \\ &= 1 - \left[\frac{(2 - 1)1 + (1 - 1)1}{90 \times 2 \times 1} \right] \tan^{-1}(0,3/1,2) \\ &= 1 - \left[\frac{1 + 0}{180} \right] 14,037 \\ &= 1 - \left[\frac{1}{180} \right] 14,037 \\ &= \mathbf{0,92} \end{aligned}$$

Efisiensi Daya dukung untuk satu tiang

$$\begin{aligned} Q_{g(u)} &= \eta \times Q_u \\ &= 0,92 \times 1006,8 \\ &= 926,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

Efisiensi Daya dukung kelompok

$$\begin{aligned} Q_{g(u)} &= 926,25 \times 5 \\ &= 4631,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

b. Hitungan daya dukung ultimit dan kapasitas ijin pada tiang tunggal dengan kedalaman berbeda dari rencana yaitu 26 m.

Berikut data yang diketahui.

$$\text{Beban} = 1254,88 \text{ kN}$$

$$\text{Dimensi Fondasi (D)} = 0,3 \times 0,3 = 0,09 \text{ m}^2$$

$$\text{Kedalaman (L)} = 26 \text{ m}$$

$$\text{Luas ujung tiang (A}_p\text{)} = 0,09 \text{ m}^2$$

Nilai $N_{\text{-SPT}}$ dapat dilihat pada **Tabel 4**.

1) Daya dukung ujung tiang pancang (Q_p)

Pengaruh ujung tiang atas $10D = 10 \times 0,3 = 3 \text{ m}$ elevasi 23 m

Pengaruh ujung tiang bawah $4D = 4 \times 0,3 = 1,2 \text{ m}$ elevasi 27,2 m

$$N_{\text{-SPT}} = (N_{\text{-SPT } 26} + N_{\text{-SPT } 23} + N_{\text{-SPT } 27,2}) \div 3$$

$$= (38 + 18 + 52) \div 3$$

$$= 109 \div 3$$

$$= 36,3$$

$$Q_p = A_p (40 \times N_{\text{-SPT}})$$

$$= 0,09 (40 \times 36,3)$$

$$= 130,68 \text{ kN}$$

2) Daya dukung selimut tiang pancang (Q_s)

Kedalaman 2 m

$$Q_s = \Sigma 4D \times \Delta l (q_s)$$

$q_s = 0,1N \text{ (t/m}^2\text{)}$ untuk displacement kecil

$$= 0,1 (11)$$

$$= 1,1 \text{ ton/m}^2$$

$$= 11 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_s = 4 (0,3) \times 2 (11)$$

$$= 1,2 \times 22$$

$$= 26,4 \text{ kN}$$

Perhitungan daya dukung selimut dilakukan per lapisan tanah sesuai dengan nilai $N_{\text{-SPT}}$ setiap lapisan. Berikut perhitungan Q_s sesuai lapisan sampai kedalaman 26 m dalam bentuk tabel dengan menggunakan rumus yang sama.

Tabel 6. Nilai Q_s sampai kedalaman 26 meter.

No	Kedalaman (m)	N_{-SPT}	q_s	Q_s
1	2	11	11	26,4
2	4	23	23	55,2
3	6	27	27	64,8
4	8	17	17	40,8
5	10	22	22	52,8
6	12	34	34	81,6
7	14	37	37	88,8
8	16	26	26	62,4
9	18	15	15	36
10	20	9	19	21,6
11	22	12	12	28,8
12	24	23	23	55,2
13	26	39	39	93,6
Total				708 kN

Jadi daya dukung selimut total (Q_s) yang didapat adalah senilai **708 kN**.

- 3) Daya dukung ultimit tiang pancang (Q_u) untuk satu tiang

$$\begin{aligned}
 Q_u &= Q_p + Q_s \\
 &= 130,68 + 708 \\
 &= 838,68 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- 4) Daya dukung ultimit kelompok tiang

$$\begin{aligned}
 Q_u \text{ total} &= Q_u \times 5 \\
 &= 838,68 \times 5 \\
 &= 4193,4 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- 5) Daya dukung ijin untuk satu tiang

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{all}} &= Q_u \div F_s \\
 &= 838,68 \div 2,5 \\
 &= 335,472 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

6) Daya dukung ijin kelompok tiang

$$\begin{aligned} Q_{\text{all}} &= 335,472 \times 5 \\ &= 1677,135 \text{ kN} \end{aligned}$$

7) Hitungan kapasitas ijin kelompok tiang dengan kedalaman 26 m.

Efisiensi (η)

$$\begin{aligned} \eta &= 1 - \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90 \times n_1 \times n_2} \right] \theta \\ &= 1 - \left[\frac{(2 - 1)1 + (1 - 1)1}{90 \times 2 \times 1} \right] \tan^{-1}(0,3/1,2) \\ &= 1 - \left[\frac{1 + 0}{180} \right] 14,037 \\ &= 1 - \left[\frac{1}{180} \right] 14,037 \\ &= \mathbf{0,92} \end{aligned}$$

Efisiensi Daya dukung untuk satu tiang

$$\begin{aligned} Q_{g(u)} &= \eta \times Q_u \\ &= 0,92 \times 838,68 \\ &= 771,59 \text{ kN} \end{aligned}$$

Efisiensi daya dukung kelompok tiang

$$\begin{aligned} Q_{g(u)} &= 771,59 \times 5 \\ &= 3857,95 \text{ kN} \end{aligned}$$

c. Hitungan daya dukung ultimit dan kapasitas ijin pada tiang tunggal dengan kedalaman yang berbeda dari rencana yaitu 24 m.

Berikut data yang diketahui.

$$\begin{aligned} \text{Beban} &= 1254,88 \text{ Kn} \\ \text{Dimensi Fondasi (D)} &= 0,3 \times 0,3 = 0,09 \text{ m}^2 \\ \text{Kedalaman (L)} &= 24 \text{ m} \\ \text{Luas ujung tiang (A}_p\text{)} &= 0,09 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nilai N_{SPT} dapat dilihat pada **Tabel 4**.

1) Daya dukung ujung tiang pancang (Q_p)

Pengaruh ujung tiang atas $10D = 10 \times 0,3 = 3$ m elevasi 21 m

Pengaruh ujung tiang bawah $4D = 4 \times 0,3 = 1,2$ m elevasi 25,2 m

$$\begin{aligned} N_{\text{SPT}} &= (N_{\text{SPT } 24} + N_{\text{SPT } 21} + N_{\text{SPT } 25,2}) \div 3 \\ &= (23 + 10 + 34) \div 3 \\ &= 67 \div 3 \\ &= 22,3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_p &= A_p (40 \times N_{\text{SPT}}) \\ &= 0,09 (40 \times 22,3) \\ &= 80,28 \text{ kN} \end{aligned}$$

2) Daya dukung selimut tiang pancang (Q_s)

Kedalaman 2 m

$$Q_s = \Sigma 4D \times \Delta l (q_s)$$

$$\begin{aligned} q_s &= 0,1N (t/m^2) \text{ untuk displacement kecil} \\ &= 0,1 (11) \\ &= 1,1 \text{ ton/m}^2 \\ &= 11 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= 4 (0,3) \times 2 (11) \\ &= 1,2 \times 22 \\ &= 26,4 \text{ kN} \end{aligned}$$

Perhitungan daya dukung selimut dilakukan per lapisan tanah sesuai dengan nilai N_{SPT} setiap lapisan. Berikut perhitungan Q_s sesuai lapisan sampai kedalaman 24 m dalam bentuk tabel dengan menggunakan rumus yang sama.

Tabel 7. Nilai Q_s sampai kedalaman 24 meter.

No	Kedalaman (m)	N _{-SPT}	q_s	Q_s
1	2	11	11	26,4
2	4	23	23	55,2
3	6	27	27	64,8
4	8	17	17	40,8
5	10	22	22	52,8
6	12	34	34	81,6
7	14	37	37	88,8
8	16	26	26	62,4
9	18	15	15	36
10	20	9	19	21,6
11	22	12	12	28,8
12	24	23	23	55,2
Total				614,4 kN

Jadi daya dukung selimut total (Q_s) yang didapat adalah senilai **614,4 kN**.

- 3) Daya dukung ultimit tiang pancang (Q_u) untuk satu tiang

$$\begin{aligned}
 Q_u &= Q_p + Q_s \\
 &= 80,28 + 614,4 \\
 &= 694,68 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- 4) Daya dukung ultimit kelompok tiang

$$\begin{aligned}
 Q_u \text{ total} &= Q_u \times 5 \\
 &= 694,68 \times 5 \\
 &= 3473,4 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- 5) Daya dukung izin untuk satu tiang

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{all}} &= Q_u \div F_s \\
 &= 694,68 \div 2,5 \\
 &= 277,872 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- 6) Daya dukung izin kelompok tiang

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{all}} &= 277,872 \times 5 \\
 &= 1389,135 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

7) Hitungan kapasitas ijin kelompok tiang dengan kedalaman 24 m.

Efisiensi (η)

$$\begin{aligned}\eta &= 1 - \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90 \times n_1 \times n_2} \right] \theta \\ &= 1 - \left[\frac{(2 - 1)1 + (1 - 1)1}{90 \times 2 \times 1} \right] \tan^{-1}(0,3/1,2) \\ &= 1 - \left[\frac{1 + 0}{180} \right] 14,037 \\ &= 1 - \left[\frac{1}{180} \right] 14,037 \\ &= \mathbf{0,92}\end{aligned}$$

Efisiensi Daya dukung untuk satu tiang

$$\begin{aligned}Q_{g(u)} &= \eta \times Q_u \\ &= 0,92 \times 694,68 \\ &= 639,10 \text{ kN}\end{aligned}$$

Daya dukung kelompok tiang

$$\begin{aligned}Q_{g(u)} &= 639,10 \times 5 \\ &= 3195,5 \text{ kN}\end{aligned}$$

C. Pembahasan

Daya dukung/Kapasitas dukung yang didapat Dari hasil perhitungan analisis daya dukung dengan menggunakan variabel kedalaman sesuai rencana yaitu 28 m didapatkan hasil untuk tiang tunggal/satu tiang yaitu daya dukung ultimit tiang tunggal (Q_u) = 1006,8 kN, tahanan ujung (Q_p) = 154,8 kN dan tahanan selimut total (Q_s) = 852 kN, daya dukung ijin (Q_{all}) = 402,72 kN dan daya dukung kelompok tiang ($Q_{g(u)}$) = 926,25 kN. Sedangkan untuk kelompok tiang setiap hasil yang didapat akan dikali dengan jumlah tiang dalam kelompok tiang. Pada proyek akhir ini penulis mendapatkan daya dukung ultimit kelompok tiang sebesar 5034 Kn, daya dukung izin kelompok tiang sebesar 2013,6 kN, dan efisiensi daya dukung kelompok sebesar 4631,25 kN. Jika ketiganya dibandingkan dengan beban rencana yaitu sebesar 1254,88 kN, maka dapat disimpulkan daya dukung fondasi memenuhi syarat untuk digunakan.

Dari hasil perhitungan analisis daya dukung dengan menggunakan variabel kedalaman yang berbeda dari rencana yaitu 26 m didapatkan hasil daya dukung ultimit (Q_u) = 838,68 kN, tahanan ujung (Q_p) = 130,68 kN dan tahanan selimut total (Q_s) = 708 kN, daya dukung ijin (Q_{all}) = 335,472 kN dan daya dukung kelompok tiang ($Q_{g(u)}$) = 771,59 kN. Sedangkan untuk kelompok tiang setiap hasil yang didapat akan dikali dengan jumlah tiang dalam kelompok tiang. Pada proyek akhir ini penulis mendapatkan daya dukung ultimit kelompok tiang sebesar 4193,4 Kn, daya dukung izin kelompok tiang sebesar 1677,135 kN, dan efisiensi daya dukung kelompok sebesar 3857,95 kN. Jika ketiganya dibandingkan dengan beban rencana yaitu sebesar 1254,88 kN, maka dapat disimpulkan daya dukung fondasi memenuhi syarat untuk digunakan.

Dari hasil perhitungan analisis daya dukung dengan menggunakan variabel kedalaman yang berbeda dari rencana yaitu 24 m didapatkan hasil daya dukung ultimit (Q_u) = 694,68 kN, tahanan ujung (Q_p) = 80,28 kN dan tahanan selimut total (Q_s) = 614,4 kN, daya dukung ijin (Q_{all}) =

277,872 kN dan daya dukung kelompok tiang ($Q_{g(u)}$) = 639,10 kN. Sedangkan untuk kelompok tiang setiap hasil yang didapat akan dikali dengan jumlah tiang dalam kelompok tiang. Pada proyek akhir ini penulis mendapatkan daya dukung ultimit kelompok tiang sebesar 3473,4 Kn, daya dukung izin kelompok tiang sebesar 1389,135 kN, dan efisiensi daya dukung kelompok sebesar 3195,5 kN. Jika ketiganya dibandingkan dengan beban rencana yaitu sebesar 1254,88 kN, maka dapat disimpulkan daya dukung fondasi memenuhi syarat untuk digunakan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap daya dukung fondasi tiang pancang dengan kedalaman yang berbeda menggunakan metode Mayerhof, dilakukan perhitungan sebanyak tiga kali dengan variabel kedalaman yang berbeda, yaitu 28 m (sesuai rencana), 26 m dan 24 m. Dari ketiga perhitungan yang dilakukan maka didapatkan hasil semuanya memenuhi dan kuat untuk menahan beban yang telah direncanakan. Maka dapat disimpulkan semakin dalam penanaman fondasi akan semakin besar daya dukung fondasi tersebut, sebaliknya semakin dangkal penanaman fondasi maka akan semakin kecil daya dukungnya.

B. Saran

Saran yang dapat dikemukakan untuk proyek akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk pihak kontraktor sebaiknya lebih maksimal lagi dalam melaksanakan konstruksi fondasi. Usahakan penanaman fondasi dengan kedalaman sesuai kedalaman rencana. Kalaupun mengambil kedalaman yang kurang dari kedalaman rencana, sebaiknya lakukan perhitungan kembali dan gunakan kedalaman yang masih memenuhi dan kuat untuk beban yang telah direncanakan.
2. Untuk penulis berikutnya bisa melakukan perhitungan penurunan pada fondasi dan juga pengaruh akibat beban gempa pada fondasi.

DAFTAR PUSTAKA

UU No. 28 tahun 2002 tentang pengertian bangunan gedung.

Jurnal teknik sipil Bandar Lampung (2015). "Analisis dan desain fondasi tiang pancang berdasarkan bentuk tiang"

Pramudianto, Tedy. (2011) "Analisis fondasi tiang pancang gedung rusunawa universitas negeri yogyakarta kampus wates"

Hakam, Abdul (2008). Rekayasa Pondasi. Padang (sumbar) : CV. Bintang Grafika.

Widjojoko, Lilies. "Analisa dan desain pondasi tiang pancang berdasarkan bentuk tiang." *Jurnal Teknik Sipil* 6.2 (2015).

Husnah, Husnah. "Analisa daya dukung pondasi tiang pancang pada proyek pembangunan pondasi tissue block 5 & 6." *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil* 1.1 (2015): 15-25.

Purba, Jesron, Nuril Mahda Rangkuti, and Melloukey Ardan. "Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang pada Proyek Pembangunan Perhotelan/Apartemen/Kondominium di Jalan Ring Road Medan." *Journal of civil engineering building and transportation* 1.1 (2017): 19-26.

Maulida, Puteri (2022) Analisis daya dukung ijin fondasi tiang pancang tunggal dan kelompok pada proyek pembangunan pendopo kabupaten tapin.

Mulyono, Mulyono, and Dian Hastari Agustina. "Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Dan Kelompok (Studi Kasus Proyek Hangar Lion Air Batam)." *SIGMA TEKNIKA* 5.2 (2022): 372-382.

Debataraja, Semangat Marudut Tua, Diego Perdana Simanjorang, and Nelson Hutahaean. "Analisa daya dukung pondasi tiang pancang dermaga

menggunakan data spt pada pembangunan pelabuhan balohan kota sabang sabang, aceh." *JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL* 10.1 (2021): 8-18.

Siregar, Christina Romauli. "Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Secara Analitis Pada Proyek GBI Bethel Medan." *Jurnal Teknik Sipil USU* 1.2 (2013).

Purba, Jesron. *Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang pada Proyek Pembangunan Perhotelan/Apartemen/Kondominium di Jalan Ring Road–Medan (Studi Kasus)*. Diss. 2015.

Wora, Mikael. "Studi Evaluasi Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Beton Pada Proyek Pembangunan Gedung Rumah Sakit Internasional Surabaya." *TEKNOSIAR* 7.2 (2013): 44-55.

Kawengian, Sabrina, Sjachrul Balamba, and Alva N. Sarajar. "Analisis Daya Dukung Lateral pada Tiang Pancang Kelompok di Dermaga Belang." *Jurnal Sipil Statik* 6.9 (2018).

Lampiran 2. Surat tugas dosen pembimbing.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131
Telp. (0751) 7059966 - FT. (0751) 7055644-440118 Fax. 7059844
E-mail : info@ft.unp.ac.id

SURAT TUGAS PEMBIMBING
No.119/WUN35.2.6/AK/2023

Sehubungan dengan pelaksanaan Proyek Akhir mahasiswa di bawah ini:

Nama : Viori Afrianto
NIM/TM : 2020/20062053
Judul : Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Kondisi Lapangan Terhadap Perencanaan Gedung Pasca Sarjana Universitas Riau

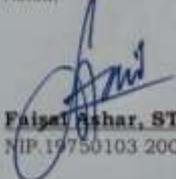
Terdaftar pada KRS Semester Januari-Juni 2023

Berdasarkan persetujuan mahasiswa dengan Penasehat Akademis dan pertimbangan Jurusan, maka untuk membimbing mahasiswa tersebut di atas kami tugaskan kepada :

Nama : Dr. Eng. Nevy Sandra, ST.,M.Eng
NIP : 19791005 200501 2 001
Pangkat/Gol. : Penata / III.c
Jabatan : Lektor

Demikianlah Surat Tugas ini disampaikan untuk dilaksanakan. Atas kerja sama dan bantuannya diucapkan terima kasih.

Padang, 22 Mei 2023
Ketua,


Faizal Bahar, ST.,MT.,Ph.D
NIP.19750103 200312 1 001

Tembusan:

1. Dekan FT UNP Padang
2. Dosen Pembimbing
3. Mahasiswa Ybs.
4. Arsip.

Catatan: Proyek Akhir berlaku paling lama 1 tahun terhitung dari pengeluaaran surat penugasan pembimbing

Lampiran 3. Lembaran Konsultasi Dengan Dosen Pembimbing

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7059996, FT: (0751) 7055044, 445118 Fax. 7055644
E-mail: info@f.unp.ac.id

CATATAN KONSULTASI DENGAN DOSEN PEMBIMBING

Nama Mahasiswa : Vieri Afrianto
Jurusan/NIM : Teknik Sipil/20062063
Pembimbing : Dr. Eng. Nevy Sandra, ST, M.Eng
Judul : Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Kondisi Lapangan Terhadap Perencanaan Gedung Pasca Sarjana Universitas Riau.

Tanggal	Topik Masalah Yang Dibahas & Saran Perbaikan	Paraf Dosen
24 Mei 2023	<ol style="list-style-type: none">1. Lakukan literature review2. Tentukan rumus dan metode yang mau digunakan.	
10 Juli 2023	<ol style="list-style-type: none">1. Perbaiki penggunaan huruf kapital2. Sesuaikan penulisan singkatan dengan KBBI3. Perbaiki penulisan paragraf sesuai SPOK4. Perbaiki penggunaan kata hubung5. Penulisan referensi diperbaiki6. Parbaiki penulisan judul-judul7. Sesuaikan pembuatan tabel pada buku panduan8. Perbaiki diagram alir	

25 Juli 2023	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maksud dan tujuan diperbaiki dan ditambah lagi 2. Hapus bagian awal batasan masalah 3. Poin bab 2 A diganti dengana pengertian fondasi 4. Bab 2 a ditambah 5. Perbaiki sumber 6. Perbaiki semua typo 7. Bagian C bab 2 dihapus digabung ke poin B 8. Perbaiki penulisan poin-poin 9. Poin F diganti dengan "perhitungan daya dukung fondasi pada tanah berpasir" 10. Perbaiki hitungan 	
8 Ags 2023	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perbaiki abstrak 2. Perbaiki daftar pustaka 3. Perbaiki bab iv 	
<p>22 Agustus 2023</p> <p>23 Agustus 2023</p>	<p>Perbaiki kesimpulan dan saran, lengkapi semua lampiran</p> <p>acc sedang pa</p>	 