

TUGAS AKHIR

ANALISA DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN FONDASI TIANG PANCANG HASIL STANDARD PENETRATION TEST (SPT) PADA GEDUNG TEKNIK INFORMATIKA POLITEKNIK NEGERI CILACAP

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan Pendidikan
Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang**



Disusun Oleh :

**Ifa Agustin Maharani
NIM : 30201800084**

**Laviola Oktavia Nisa
NIM : 30201800103**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN FONDASI TIANG PANCANG HASIL STANDARD PENETRATION TEST (SPT) PADA GEDUNG TEKNIK INFORMATIKA POLITEKNIK NEGERI CILACAP



Ifa Agustin Maharani
NIM : 30201800084



Laviola Oktavia Nisa
NIM : 30201800103

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, Agustus 2022

Tim Penguji

1. Dr. Ir. Soedarsono, Msi.
NIDN: 0620065301
2. Selvia Agustina, S.T., M.Eng.
NIDN: 0609099001
3. Prof. Ir. Pratikso, MST., Ph.D.
NIDN: 0627115501

Tanda Tangan

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No:

Pada hari ini tanggal dd-mm-yyyy berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Dr. Ir.Soedarsono,Msi.
Jabatan Akademik : Lektor Kepala IVb
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Selvia Agustina, S.T., M.Eng.
Jabatan Akademik : Asisten Ahli
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Ifa Agustin Maharani
NIM : 30201800084

Laviola Oktavia Nisa
NIM : 30201800103

Judul : Analisa Daya Dukung dan Penurunan Fondasi Tiang Pancang Hasil Standard Penetration (SPT) Pada Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap.

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	11 Februari 2022	ACC
2	Seminar Proposal	18 Maret 2022	ACC
3	Pengumpulan data	20 Marer 2022	ACC
4	Analisis data	29 April 2022	ACC
5	Penyusunan laporan	11 Mei 2022	ACC
6	Selesai laporan	16 Agustus 2022	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Soedarsono, Msi.
NIDN: 0620065301



Selvia Agustina, ST., M.Eng.
NIDN: 0609099001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil



PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Ifa Agustin Maharani

NIM : 30201800084

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

Analisa Daya Dukung dan Penurunan Fondasi Tiang Pancang Hasil Standard Penetration (SPT) Pada Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap.

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, __/Agustus/2022

Yang membuat pernyataan,



Ifa Agustin Maharani

NIM : 30201800084

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Laviola Oktavia Nisa

NIM : 30201800103

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

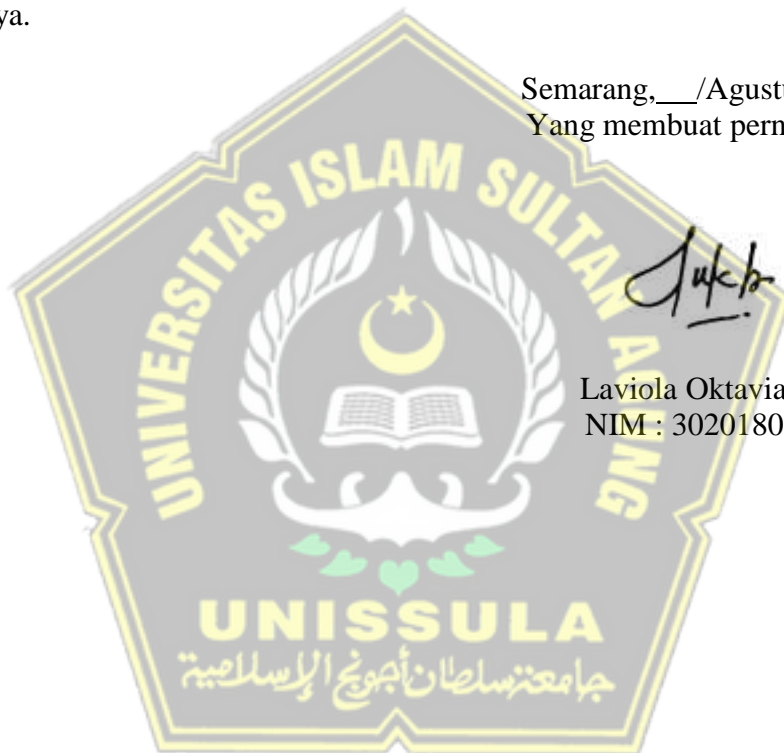
Analisa Daya Dukung dan Penurunan Fondasi Tiang Pancang Hasil Standard Penetration (SPT) Pada Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap.

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, ___/Agustus/2022

Yang membuat pernyataan,



Laviola Oktavia Nisa
NIM : 30201800103

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Ifa Agustin Maharani
NIM : 30201800084
JUDUL TUGAS AKHIR : Analisa Daya Dukung dan Penurunan Fondasi Tiang Pancang Hasil Standard Penetration (SPT) Pada Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, ___/Agustus/2022
Yang membuat pernyataan,



Ifa Agustin Maharani
NIM : 30201800084



PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Laviola Oktavia Nisa
NIM : 30201800103
JUDUL TUGAS AKHIR : Analisa Daya Dukung dan Penurunan Fondasi Tiang Pancang Hasil Standard Penetration (SPT) Pada Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, ___/Agustus/2022
Yang membuat pernyataan,



Laviola Oktavia Nisa
NIM : 30201800103

MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ
فُتُونًا مِّنْهُمْ الْمُؤْمِنُونَ وَأَكْثَرُهُمُ الْبَالِغَةُ وَلَوْ ءَامَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَهُ

“ Umat Islam adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, karena berbuat yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.”-

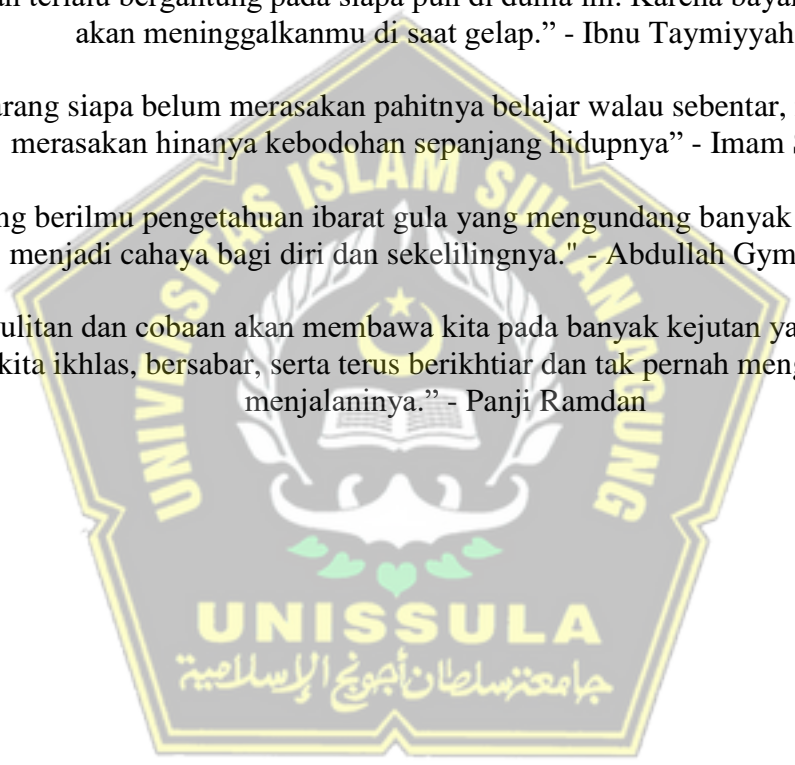
QS. Ali 'Imran Ayat 110

“Jangan terlalu bergantung pada siapa pun di dunia ini. Karena bayanganmu saja akan meninggalkanmu di saat gelap.” - Ibnu Taymiyyah

“Barang siapa belum merasakan pahitnya belajar walau sebentar, maka akan merasakan hinanya kebodohan sepanjang hidupnya” - Imam Syafi'i

“Orang berilmu pengetahuan ibarat gula yang mengundang banyak semut. Dia menjadi cahaya bagi diri dan sekelilingnya.” - Abdullah Gymnastiar

“Kesulitan dan cobaan akan membawa kita pada banyak kejutan yang terduga jika kita ikhlas, bersabar, serta terus berikhtiar dan tak pernah mengeluh dalam menjalaninya.” - Panji Ramdan



PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Dalam hal ini saya persembahkan dan saya ucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Bambang Budiyono Mulyo Wicaksono dan Ibu Toifah, yang telah memberikan segenap kasih sayang, dukungan materil, semangat, doadan pendidikan mental untuk terus mengejar impian menjadi seseorang yang mulia di dunia dan akhirat.
2. Sahabat saya, Fridha Asmi Ananda yang telah memberikan semangat, motivasi, dukungan dan doa agar terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir.Soedarsono, Msi dan Ibu Selvia Agustina, S.T., M.Eng.,selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar mengajarkan saya dalam pembuatan laporan ini.
4. Dosen-dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah mengajarkan saya tentang ilmu-ilmu keteknikan yang sebelumnya saya tidak ketahui dan selalu memberikan motivasi dan arahan kepada saya.
5. Juan Budi Prasetyo selaku mentor yang selalu membimbing serta memberi arahan saya dari awal hingga akhir.
6. Laviola Oktavia Nisa selaku rekan yang telah bekerja keras dan berjuang bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman saya dan yang lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.



Ifa Agustin Maharani
NIM : 30201800084

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Dalam hal ini saya persembahkan dan saya ucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Joko Waluyo dan Ibu Heni Ujiwati, yang telah memberikan segenap kasih sayang, dukungan materil, semangat, doa dan pendidikan mental untuk terus mengejar impian menjadi seseorang yang mulia di dunia dan akhirat.
2. Partner TA saya yang bolak balik asistensi Semarang-banjarnegara Ifa Agustin Maharani yang telah bekerja keras dan berjuang bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir ini
3. Bapak Dr. Ir. Soedarsono, Msi dan Ibu Selvia Agustina, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar mengajarkan saya dalam pembuatan laporan ini.
4. Dosen-dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah mengajarkan saya tentang ilmu-ilmu keteknikan yang sebelumnya saya tidak ketahui dan selalu memberikan motivasi dan arahan kepada saya.
5. Teman-teman saya dan yang lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.



Laviola Oktavia Nisa
NIM : 30201800103

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	vi
PERNYATAAN KEASLIAN.....	vii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	viii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN.....	x
PERSEMBAHAN.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
ABSTRAK	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Masalah.....	2
1.5 Lokasi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanah	5

2.2 Klasifikasi Tanah	7
2.2.1 Klasifikasi Tanah Dari Data Sondir	7
2.2.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan <i>Standard Penetration Test</i> (N-SPT)	9
2.3 Fondasi	15
2.4 Klasifikasi Fondasi	15
2.4.1 Fondasi Dangkal	15
2.4.2 Fondasi Sedang	16
2.4.3 Fondasi Dalam	16
2.5 Fondasi Tiang Pancang (<i>Driven Pile</i>)	18
2.5.1 Kelebihan Fondasi Tiang Pancang	18
2.5.2 Kelemahan Fondasi Tiang Pancang	19
2.5.3 Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Pancang	19
2.6 Analisa Daya Dukung Aksial Tiang Pancang	19
2.7 Kapasitas Daya Dukung Tiang Hasil <i>Standard Penetration Test</i> (SPT)	20
2.8 Efisiensi dan Kapasitas Kelompok Tiang	23
2.9 Analisa Daya Dukung Lateral Tiang Pancang	27
2.10 Penurunan Tiang Pancang Tunggal (<i>Single Pile</i>)	29
2.11 Perhitungan Penurunan Elastisitas Tiang	31
2.12 Perkiraan Penurunan Kelompok Tiang (<i>Pile Group</i>)	32
2.13 Penurunan yang diijinkan	37
2.14 Faktor Keamanan	37
2.15 Analisis Menggunakan Program Plaxis	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	38

3.1	Pendahuluan.....	38
3.2	Pengumpulan Data.....	38
3.3	Data Proyek	38
3.3.1	Lokasi Penelitian.....	38
3.3.2	Data Umum Proyek	39
3.4	Tahap Penelitian	40
3.5	Studi Literatur.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		42
4.1.	Tinjauan Umum	42
4.2	Analisa Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang	47
4.2.1	Daya Dukung Aksial Metode Meyerhoff.....	47
4.3	Analisa Perhitungan Daya Dukung Lateral Tiang Pancang	50
4.4	Perhitungan Penurunan Tiang Tunggal (<i>single pile</i>)	53
4.5	Perhitungan Penurunan Tiang Kelompok (<i>pile group</i>).....	55
4.6	Menghitung Efisiensi Tiang Pancang Kelompok.....	56
4.7	Analisisa dengan Program Aplikasi Plaxis 8.6.....	58
4.7.1	Penginputan Data	60
4.8	Perbandingan Perhitungan	77
4.9	Hasil dan Pembahasan	77
4.9.1	Daya Dukung Tiang pancang, Lateral dan Efisiensi Tiang Kelompok	77
4.9.2	Penurunan Tiang Pancang.....	78
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		79
5.1	Kesimpulan.....	79

5.2 Saran..... 79

DAFTAR PUSTAKA..... 81



DAFTAR TABEL

Tabel 2 1. <i>Nilai Perkiraan</i> Modulus Young	6
Tabel 2.2 Hubungan Antara Jenis Tanah dan Passion Ratio.....	6
Tabel 2.3. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dan Jenis Tanah.....	7
Tabel 2.4. Klasifikasi Tanah dari Data Sondir	8
Tabel 2.5 Hubungan antara Kepadatan, Berat.....	10
Tabel 2.6 Hubungan antarai Nilai N- SPT dengan Berat Jenis Tanah Jenuh (sat).....	10
Tabel 2.7 Hubungan antara Nilai Tipikal Berat Volume Kering	11
Tabel 2.8 Nilai Permeabilitas (k) dalam Satuan (cm/s).....	11
Tabel 2.9 Hubungan antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah.....	11
Tabel 2 10 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam,.....	12
Tabel 2.11 Hubungan antara N-SPT, Kohesi, Sudut Geser Tanah	12
Tabel 2.12 Hal –hal yang dipertimbangkan	21
Tabel 2.13 Hubungan SPT terhadap Sudut Geser Dalam.....	22
Tabel 2 14 Hubungan antara gamma tanah dengan nilai N.....	22
Tabel 2 16 Nilai –nilai n_h untuk Tanah Granuler ($c=0$).....	28
Tabel 2 17 Nilai n_h untuk Tanah Kohesif	28
Tabel 2 18 Nilai Koefisien Empiris (C_p)	32
Tabel 2 19 Faktor Keamanan yang Disarankan	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Grafik Hubungan Tekanan Conu dengan Perlawanan Geser	9
Gambar 2. 2	Fondasi Dangkal	16
Gambar 2. 3	Fondasi Tiang	17
Gambar 2. 4	Fondasi Tiang Pancang.....	18
Gambar 2. 5	Tiang Pancang Kelompok.....	23
Gambar 2. 6	Faktor Penurunan Io	30
Gambar 2. 7	Faktor Penurunan Rk.....	30
Gambar 2. 8	Faktor Penurunan Rh.....	29
Gambar 2. 9	Faktor Penurunan Ru.....	29
Gambar 2. 10	Faktor Penurunan Rb.....	30
Gambar 2. 11	Berbagai jenis tanah distribusi tahanan selimuti di tiang	32
Gambar 2. 12	contoh permasalahan regangan bidang dan <i>axi-simetris</i>	39
Gambar 2. 13	contoh permasalahan regangan bidang dan <i>axi-simetris</i>	39
Gambar 3. 1	Gambar Tabel jadwal penelitian secara umum.....	44

**ANALISA DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN FONDASI TIANG
PANCANG HASIL STANDARD PENETRATION TEST (SPT) PADA
GEDUNG TEKNIK INFORMATIKA POLITEKNIK NEGERI CILACAP**

ABSTRAK

Pondasi tiang termasuk dalam kategori pondasi dalam, yang berfungsi untuk memindahkan atau memindahkan berat struktur di atasnya ke lapisan tanah yang lebih dalam. Untuk menghindari jatuh di bawah batas keamanan yang ditetapkan, pondasi ini harus mampu menopang beban. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji, dengan menggunakan data dari Uji Penetrasi Standar (SPT) di Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap, daya dukung dan penurunan pondasi tiang.

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data sekunder yaitu data penyelidikan tanah dan data perhitungan struktur gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap. Kemudian kedua data dianalisis kapasitas dukung tanah menggunakan metode *Meyerhoff* dan penurunan tanah menggunakan metode *Vesic*. Hasil perhitungan penurunan metode *Vesic* kemudian dibandingkan dengan hasil penurunan aplikasi *plaxis*.

Hasil perhitungan daya dukung ultimate tiang pada kedalaman 30 meter diperoleh data SPT dengan menggunakan metode *Meyerhoff* Qult 444,122 Ton serta Qall 177,649 Ton, sedangkan hasil perhitungan daya dukung tiang kelompok diperoleh Qall = 423,692 Ton lebih besar dari gaya aksial fondasi sebesar 415,41 Ton. Untuk hasil perhitungan daya dukung lateral tiang tunggal dengan menggunakan metode *Broms* diperoleh hasil secara grafis 16,113 Ton . Penurunan tiang pancang tunggal dengan metode *Vesic* diperoleh hasil 14,825 mm, penurunan dengan program *Plaxis* diperoleh hasil 12,58 mm, serta penurunan tiang pancang kelompok metode *Vesic* didapat nilai sebesar 35,02mm dengan penurunan ijin 40 mm. Maka perhitungan penurunan tiang tunggal ataupun tiang kelompok masih memenuhi syarat batas yang diijinkan. Perbedaan daya dukung dan penurunan tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan jenis tanah dan perbedaan parameter yang digunakan dalam perhitungan.

Kata Kunci: *Daya dukung, SPT , Tiang pancang, Penurunan, Fondasi.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Politeknik Negeri Cilacap sedang melakukan kawasan perluasan dengan melaksanakan pembangunan Gedung Teknik Informatika. Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap merupakan sebuah bangunan yang akan digunakan untuk menunjang kegiatan pembelajaran sehingga dapat berjalan lebih nyaman dan efektif.

Dalam kegiatan Pembangunan Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap diklasifikasikan dalam 3 (tiga) tahap kegiatan yang meliputi : Tahap Pra Kontruksi, Tahap Konstruksi, dan Tahap Operasional.

Dalam sebuah proyek konstruksi, tanah sangat penting. Pondasi penyangga suatu bangunan atau bahan yang digunakan untuk membangun bangunan itu sendiri adalah tanah. Tujuan dari tanah dan pondasi sangat mirip; keduanya harus kokoh untuk menopang beban di atasnya. Daya dukung yang kuat merupakan tanda tanah yang baik, dan pondasi harus mampu menahan beban agar tidak jatuh di bawah batas aman yang telah ditentukan. Oleh karena itu, sangat penting untuk memiliki fondasi yang sulit runtuh dan daya dukung tanah yang kuat.

Pondasi tiang termasuk dalam kategori pondasi dalam, yang berfungsi untuk memindahkan beban struktur di atasnya ke lapisan tanah yang lebih dalam. Untuk mencegah kekuatan pondasi jatuh di bawah batas keamanan yang ditetapkan, pondasi harus mampu menopang beban. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji daya dukung dan penurunan pondasi tiang dengan menggunakan informasi dari Uji Penetrasi Standar (SPT) di Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap.

Kajian matematis pada tugas akhir ini membandingkan daya dukung tanah terhadap pondasi tiang dan pengendapan tiang di Proyek Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap dengan metode Mayerhoff untuk menentukan daya dukung tanah terhadap tiang dan memanfaatkan program aplikasi Plaxis 8.6. Kami akan memanfaatkan program aplikasi Plaxis dan metode Vesic untuk menentukan penurunan tiang.

1.2 Rumusan Masalah

Berkaitan dengan konteks yang telah dipaparkan, permasalahan dalam pembuatan Tugas Akhir ini dapat dirumuskan dalam beberapa hal, antara lain sebagai berikut:

1. Berapa daya dukung aksial fondasi tiang pancang hasil SPT dengan metode *Meyerhoff*
2. Seberapa besar tiang dapat menahan beban lateral akibat penerapan metode Sapu SPT
3. Bagaimana tumpukan tunggal dan tumpukan kelompok mengendap saat menggunakan metode Vesic
4. Berapa banyak penurunan tanah yang terjadi ketika Plaxis 8.6 diterapkan

1.3 Batasan Masalah

Batasan permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Data *Soil-Invetigation* diperoleh dari Pembangunan Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap PT Sumber Alam Sejahtera.
2. Tiang pancang yang digunakan dari Produk Wika Beton K-600 dengan menggunakan tiang *Spun pile* berdiameter 40cm.
3. Perhitungan daya dukung fondasi tiang pancang dengan metode *Brooms* dan *Meyerhoff* dengan program aplikasi Plaxis.
4. Perhitungan penurunan fondasi dengan aplikasi Plaxis dan metode *Vesic*.

1.4 Tujuan Masalah

Tujuan tugas akhir dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui daya dukung fondasi tiang pancang hasil SPT menggunakan metode *Meyerhoff*.

2. Mengetahui daya dukung lateral fondasi tiang pancang hasil SPT menggunakan metode *Broms*.
3. Mengetahui analisa hitungan penurunan fondasi tiang tunggal dan kelompok dengan metode *Vesic*.
4. Mengetahui hasil penurunan tiang pancang dengan metode aplikasi Plaxis 8.6 .

1.5 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian daya dukung tanah dan penurunan fondasi tiang pancang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Informatika Politeknik Negeri Cilacap Jawa Tengah.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulis membagi tugas akhir dalam 5 bab dengan urutan seperti berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Konteks penelitian, maksud dan tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, lokasi penelitian, dan sistematika penulisan semuanya diuraikan dalam bab ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memberikan penjelasan tentang asumsi-asumsi yang dibuat penyusun mengenai pokok bahasan yang dikaji berdasarkan literatur, pendapat para ahli, dan penerapan pedoman rumus atau perhitungan yang berlaku dalam analisis perhitungan masalah yang akan dibahas.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memuat penjelasan tentang jenis penelitian yang dilakukan, metodologi yang digunakan dalam analisis berupa urutan tahapan pelaksanaan, berbagai jenis data, sumber data, metode pengumpulan data, dan diagram alur analisis, serta analisis daya dukung tanah dan penurunan pondasi tiang.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tahapan pemodelan pada aplikasi Plaxis 8.6 dari tahapan input, proses, dan output serta mencakup pembahasan terkait penelitian. Bab ini juga menyajikan hitungan daya dukung serta penurunan pondasi tiang.

BAB V PENUTUP

Bab ini menawarkan saran untuk analisis dan meringkas temuan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Bahan tanah mengandung udara dan air dan terdiri dari komponen padat yang terikat satu dengan lainnya (Verioef, 1994).

Agregat dan bahan organik yang lapuk menjadi partikel padat membentuk tanah, yang juga mengandung cairan dan gas untuk mengisi ruang antar partikel padat (Das, 1995).

Tanah kohesif dan tanah non-kohesif adalah dua bentuk utama tanah. Jika ciri-ciri fisik disebutkan dan tanah dikeringkan, tanah kohesif adalah tanah yang terdiri dari butir-butir tanah yang menyatu bersama sedemikian rupa sehingga gaya bertindak untuk memisahkannya ketika tanah kering. Sampel tanah liat (Bowles, 1991; 72)

Pemahaman menyeluruh tentang fitur tanah diperlukan untuk perencanaan. Sifat-sifat tanah sebagai tumpuan pondasi dipengaruhi oleh parameter-parameter tanah seperti ukuran butir, berat jenis tanah, kadar air tanah, berat jenis, rasio rongga, dan sudut geser.

Tiga aspek membentuk elemen bumi: butiran padat, air, dan udara. Memahami hubungan antara volume dan berat serta komposisi tanah akan membantu Anda memutuskan cara mendapatkan parameter tanah. Parameter tanah berikut diperlukan untuk menentukan sifat dan kualitas tanah:

a. *Modulus Young*

Nilai modulus Young, yang mewakili rasio tegangan terhadap regangan, menggambarkan nilai elastisitas tanah. Uji Triaksial dapat digunakan untuk menentukan nilai ini. Data jenis tanah dan sondir pada Tabel 2.1 di bawah ini dapat digunakan untuk menurunkan secara empiris nilai Modulus Elastisitas (E_s):

Tabel 2 1. Nilai Perkiraan *Modulus Young*

Macam Tanah	E(kg/cm ³)
LEMPUNG	
Sangat Lunak	3-30
Lunak	20-40
Sedang	45-90
Berpasir	300-425
PASIR	
Berlanau	50-200
Tidak Padat	100-250
Padat	500-1000
PASIR DAN KERIKIL	
Padat	800-2000
Tidak Padat	500-1400
Lanau	20-200
Loses	150-600
Cadas	1400-14000

(Sumber : *Bowles*, 1997)

b. *Passion Ratio*

Kompresi poros terhadap regangan ekspansi lateral digunakan untuk menghitung rasio Poisson. Seperti diilustrasikan pada Tabel 2.2, jenis tanah dapat digunakan untuk menentukan nilai rasio gairah.

Tabel 2.2 Hubungan Antara Jenis Tanah dan *Passion Ratio*

Jenis Tanah	Possion Ratio (p)
Lempung Jenuh	0,4-0,5
Lempung tak jenuh	0,1-0,3
Jenis Tanah	Possion Ratio (p)
Lempung Berpasir	0,2-0,3
Lanau	0,3-0,35
Pasir	0,1-0,1
Batuan	0,1-0,4
Umum Dipakai Tanah	0,3-0,4

(Sumber : *Braja M Das*, 2011)

c. Sudut Geser Dalam (ϕ)

Karena tegangan yang bertindak sebagai tekanan tanah lateral, nilai sudut geser internal dan kohesivitas mempengaruhi ketahanan tanah. Pengukuran Direct Shear Test juga dapat memberikan hasil ini. Tabel 2.3 menggambarkan hubungan antara sudut geser internal dan jenis tanah.

Tabel 2.3. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dan Jenis Tanah

Jenis Tanah	Sudut Geser Dalam (ϕ)
Kerikil Kepasiran	35° – 40°
Kerikil Kerakal	35° – 40°
Pasir Padat	35° – 40°
Pasir Lepas	30°
Lempung Kelanauan	25° – 30°
Lempung	20° – 25°

(Sumber : *Braja M Das, 2011*)

d. Kohesi (c)

Gaya tarik antar butir tanah disebut kohesi. Ketahanan terhadap deformasi yang disebabkan oleh regangan yang bekerja pada tanah secara simultan ditentukan oleh kohesi dengan sudut geser tanah dari kekuatan geser tanah dari kekuatan geser. Deformasi terjadi ketika tegangan geser dan tegangan normal bergabung dalam keadaan kritis. Temuan Direct Shear Test digunakan untuk menentukan nilai ini. Jumlah ini dihitung dengan menggunakan data sondir (q_c), seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.1.

$$\text{Kohesi (c)} = q_c/20 \text{ kg/cm}^2 \dots \dots \dots (2.1)$$

2.2 Klasifikasi Tanah

2.2.1 Klasifikasi Tanah Dari Data Sondir

Temuan pengujian lapangan, meliputi mnometer pada interval 20 cm hingga kedalaman ujung kerucut (q_c), serta pembacaan awal tahanan geser ($q_c + f_s$), yang digunakan dalam

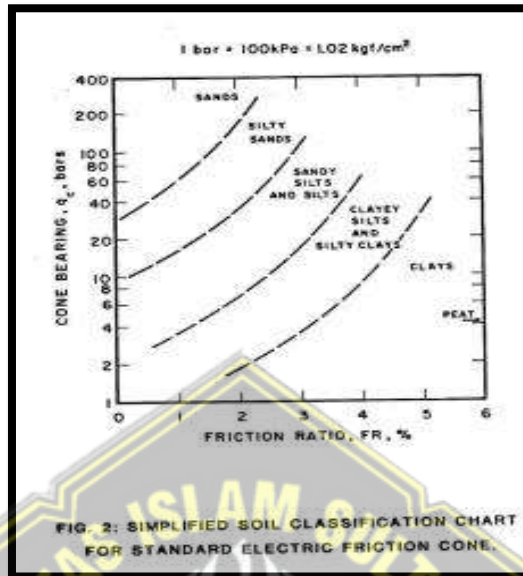
mengidentifikasi jenis tanah terlihat pada Tabel 2.4..

Tabel 2.4. Klasifikasi Tanah dari Data Sondir

Hasil Sondir		Klasifikasi
Qc	Fs	
6,0	0,15-0,40	Humus, lempung sangati lunak
6,0-10,0	0,20	Pasir kelanauan lepas, pasir sangat lepas
	0,20-0,60	Lempung lembek, lempungi kelanauanlembek
10,0-30,0	0,10	Kerikil lepas
	0,10-0,40	Pasir lepas
	0,80-2,00	Lempung agaki kenyal
30-60	1,50	Pasir kelanauan, pasiri agak padat
	1,0-3,0	Lempung atau lempung kelanauan kenyal
60-150	1,0	Kerikil kepasiran lepas
Hasil Sondir		Klasifikasi
Qc	fs	
	1,0-3,0	Pasir padat, pasir kelanauan atau lempung Padat dan lempung kelanauan
	3,0	Lempung kekerikilan kenyal
150-300	1,0-2,0	Pasir padat, pasir kekerikilan, dan pasir kasar

(Sumber :Braja M. Das, 1998)

Pada Gambar 2.1 di bawah, grafik yang menunjukkan hubungan antara tekanan conus (q_c) dan tahanan geser (f_s) juga dapat digunakan untuk menentukan jenis tanah:



Gambar 2. 1 Grafik Hubungan Tekanan Conus dengan Perlawanan Geser

2.2.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan *Standard Penetration Test* (N-SPT)

SNI 4153-2008, ialah modifikasi dari SNI 03-4153-1996, standar "Metode uji penetrasi lapangan menggunakan SPT" di Indonesia, sesuai dengan ASTM D 1586-84, "Standar uji penetrasi dan pengambilan sampel tanah split barrel." Uji penetrasi digunakan untuk mengetahui kekuatan tanah. Jumlah pukulan (30 cm terakhir) diperlukan untuk memasang sampler tabung Split dengan palu dan dijatuhkan dari ketinggian 75 cm dan berat 63,5 kg dikenal sebagai tahanan penetrasi (N-SPT).

Kesamaan terdapat pada hubungan antara kerapatan tanah kering, kerapatan tanah, N-SPT, kerapatan tanah jenuh, dan nilai. Tabel 2.5, 2.6, dan 2.7 menunjukkan hal ini sebagai berikut:

Tabel 2.5 Hubungan antara Kepadatan, Berat Jenis Tanah Kering, Nilai N-SPT, Qc, dan ϕ

Kepadatan	Berat Jenis Tanah Kering (d)	Nilai N SPT	Tekanan Conus qc (kg/cm ²)	Sudut
<i>Very loose</i> (sangatlepas)	< 0,2	< 4	< 20	< 30
<i>Loose</i> (lepas)	0,2 – 0,4	4 – 10	20 – 40	30 – 35
<i>Medium Dense</i> (agak padat)	0,4 – 0,6	10 – 30	40 – 120	35 – 40
<i>Dense</i> (padat)	0,6 – 0,8	30 – 50	120 – 200	40 – 45
<i>Very Dense</i> (sangatpadat)	0,8 – 1,0	> 50	> 200	> 45

(Sumber : Mayerhof, 1965)

Tabel 2.6 Hubungan antarai Nilai N-SPT dengan Berat Jenis Tanah Jenuh (sat)

N-SPT (blows/ft)	Konsentrasi	qu (Unconfined Compressive Strength) ton/ft ²	sat (kN/m ³)
< 2	<i>Very soft</i>	< 0,25	16 – 19
2–i 4	<i>Soft</i>	0,25 – 0,50	16 – 19
4–i 8	<i>Medium</i>	0,5 – 1,00	17 – 20
8 –i 15	<i>Stiff</i>	1,00 – 2,00	19 – 22
15–i 30	<i>Very stiff</i>	2,00 – 4,00	19 – 22
> 30	<i>Hard</i>	>4,00	19 – 22

(Terzaghi and Peck, 1948)

Tabel 2.7 Hubungan antara Nilai Tipikal Berat Volume Kering

Jenis Tanah	$\gamma_{sat} (kN / m^3)$	$\gamma_{dry} (kN/m^3)$
Kerikil	20 – 22	15 – 17
Pasir	18 – 20	13 – 16
Lanau	18 – 20	14 – 18

(John Wiley and Sons, 2000)

A. Permeabilitas (*Permeability*)

Tingkat di mana air menembus tanah jenuh dikenal sebagai permeabilitas. Penelitian tentang koefisien permeabilitas pada berbagai jenis tanah digunakan untuk memilih koefisien tanah ditunjukkan pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Nilai Permeabilitas (k) dalam Satuan (cm/s)

	Karakteristik	Nilai ki (cm/s)
Kerikil dan pasir tak terkonsolidasi	Kerikil bergradasi baik	$10^1 - 10^2$
	Pasir bergradasi baik/ pasir dankerikil	$1 - 10^{-2}$
	Pasir sangati halus	$10^{-1} - 10^6$
Lempungi dan tanah organic tak tekonsolidasi	Gambut	$10^{-2} - 10^{-3}$
	Lempung	$10^{-4} - 10^{-6}$
	Lempung gemuk	$10^5 - 10^{-10}$

(Sumber : Modifikasi Bear, 1972)

Tabel 2.9 Hubungan antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah

Jenis tanah	Sudut Geser Dalam
Kerikil Kepasiran	35-40
Kerikil Kerakal	35-40
Pasir Padat	35-40
Pasir Lepas	30
Lempungi Kelanaunan	25-30
Lempung Kelanaunan	20-25

Tabel 2.10 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam Tingkat Plastisitas, dan Jenis Tanah

Jenis tanah	Tingkat plastisitas	Φ
Lanau	Rendah	35-37
Lanauber lempung	Sedang	31-35
Lempung	Tinggi	<31

(Sumber : Bjerrum, 1960)

B. Kohesi

Dalam hal berat per satuan luas, kohesi adalah gaya tarik menarik yang bekerja pada partikel batuan. Nilai kohesivitas suatu batuan meningkat dengan bertambahnya kekuatan geser. Pengujian triaksial dan uji kuat geser langsung digunakan guna memperoleh nilai kohesi (c). Mengetahui nilai tegangan kerucut (q_c) pada data sondir akan memungkinkan seseorang untuk memperkirakan nilai kohesivitas secara empiris.

$$C = q_c / 20$$

pada Tabel 2.11 berikut dapat dipahami Hubungan kohesi, nilai N-SPT serta sudut geser:

Tabel 2.11 Hubungan antara N-SPT, Kohesi, Sudut Geser Tanah

<i>Cohesive Soil</i>					
<i>N-SPT</i>	<4	4-6	6-15	16-30	31-50
<i>State</i>	<i>Very Soft</i>	<i>Soft</i>	<i>Medium</i>	<i>Stiff</i>	<i>Hard</i>
<i>Cohesion</i> (<i>c</i>)	0-10	10-25	25-45	45-95	>100
<i>Unit</i> <i>Weight</i>	14-18	16-18	16-18	16-20	20-23

2.3 Fondasi

Bangunan paling bawah, pondasi, bertanggung jawab untuk mendistribusikan beban struktur ke tanah atau batuan di bawahnya (Setyanto, 1999). Tujuan dari pondasi yang merupakan salah satu komponen konstruksi bangunan gedung adalah guna meletakkan bangunan serta memindahkan beban dari struktur atas ke dasar tanah yang mempunyai daya dukung yang cukup kuat (Gunawan, 1990).

Kesimpulan: Pondasi yang merupakan komponen struktur bawah bangunan berfungsi untuk memindahkan berat bangunan di atasnya ke lapisan tanah di bawah pondasi tanpa menyebabkan pondasi melemah.

2.4 Klasifikasi Fondasi

Pondasi sedang, pondasi dangkal, serta pondasi dalam merupakan tiga jenis pondasi utama yang digunakan dalam pelaksanaan di lapangan. Berikut adalah 3 jenis yayasan:

2.4.1 Fondasi Dangkal

Karena pondasi yang dihasilkan cukup kokoh, maka pondasi dangkal adalah pondasi yang belum digali terlalu dalam. Karena tujuan utama pondasi dangkal adalah mengarahkan beban ke lapisan bumi, maka pondasinya adalah tempat yang paling kuat. Pondasi dangkal memiliki kedalaman yang kurang dari atau sama dengan lebar pondasi (D B) Pada tahun 1940, Terzaghi Ada lima kategori untuk pondasi dangkal:

- a. Fondasi setempat (single footing)

Dalam konstruksi bangunan kayu yang terletak di lokasi berawa, pondasi ini digunakan pada dasar struktur kolom.

- b. Fondasi menerus (*Continuous fouting*)

Karena penggunaannya dalam konstruksi satu lantai, batu kali (juga dikenal sebagai batu split) sering disebut sebagai fondasi. Struktur pada pondasi ini berfungsi sebagai sarana untuk meratakan berat bangunan dinding ke tanah.

- c. Fondasi Telapak

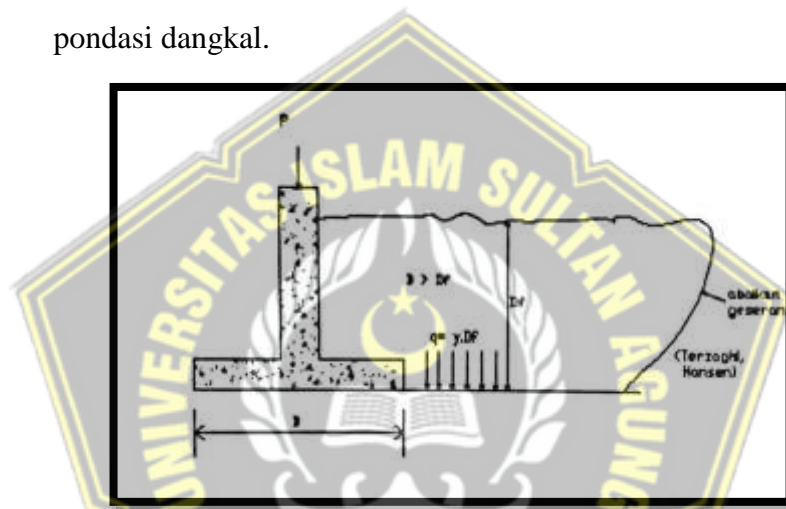
Pondasi ini diterapkan dalam berbagai daya dukung, termasuk yang berasal dari beban titik tunggal yang terlihat pada kolom struktural.

d. Fondasi Rakit

Tanah lunak diakomodasi oleh susunan kolom-kolom pondasi rakit ini yang berjarak merata ke segala arah.

e. Fondasi Sarang Laba-Laba

Pondasi dibuat dengan menggabungkan beberapa pondasi beton datar yang semakin ditingkatkan dengan tanah yang buruk untuk membuat komposit beton bertulang. Gambar 2.2 menggambarkan pondasi dangkal.



Gambar 2. 2 Fondasi Dangkal

2.4.2 Fondasi Sedang

Tujuan pondasi sedang adalah untuk mengarahkan beban bangunan ke batuan padat atau tanah keras pada kedalaman dangkal dan dalam. Jika pondasi tiang pancang tidak dapat digunakan, maka pondasi tersebut digunakan karena menimbulkan getaran yang dapat mempengaruhi stabilitas bangunan di sekitarnya.

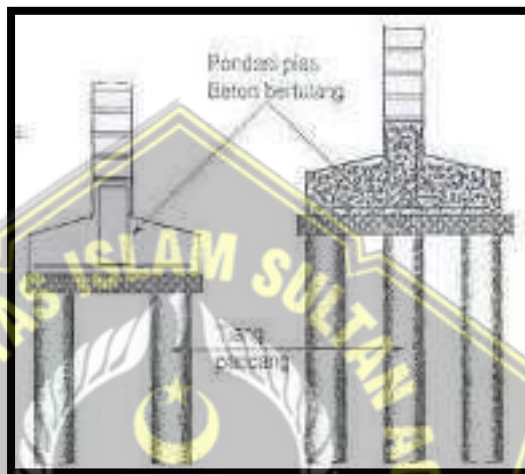
2.4.3 Fondasi Dalam

Ketika tanah yang kokoh berada di bawah tanah yang relatif dalam, sebuah fondasi yang dikenal sebagai "pondasi dalam" dibangun, dimulai dari atas permukaan bumi (Hariyatmo, 2002). Sampai tanah yang tepat dapat ditemukan yang dapat menopang berat pondasi, pondasi ini digunakan

untuk mendistribusikan beban ke tingkat yang lebih dalam.
Berikut jenis fondasi dalam :

a. Fondasi Tiang (*Pile Foundation*)

Beban vertikal dan horizontal ditransmisikan ke bumi melalui pondasi ini. Dibandingkan dengan pondasi pit, pondasi ini seringkali lebih pendek dan lebih kecil (Bowls, 1991). Gambar 2.3 menggambarkan Pondasi Tiang.



Gambar 2. 3 Fondasi Tiang

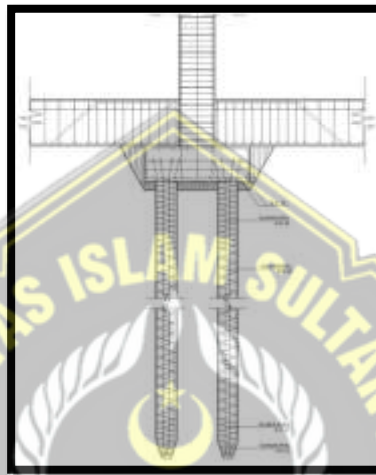
Menurut metode pelaksanaannya, tiang pancang dikategorikan sebagai berikut:

- a) Pile (Driven Pile): Untuk memasang tiang ini, bahan berbentuk lingkaran atau persegi panjang dibuat, dicetak, dan kemudian didorong ke tempatnya oleh tanah.
- b) Boring pile (disebut juga caisson) adalah pondasi tiang yang dicetak dahulu, untuk kemudian dimasukkan ke dalam tanah sampai pada kedalaman tertentu, serta dicor dengan beton.

2.5 Fondasi Tiang Pancang (*Driven Pile*)

Pondasi tiang bulat dan persegi berfungsi untuk menopang berat bangunan dan mentransfer berat tersebut ke tanah dasar. Untuk menopang bangunan dengan aman, daya dukung pondasi tiang pancang harus lebih besar dari bebannya. Gambar. menunjukkan Pondasi Tiang 2.4.

Gambar 2. 4 Fondasi Tiang Pancang



2.5.1 Kelebihan Fondasi Tiang Pancang

1. Memiliki tegangan yang kuat dikarenakan beton terbaik yang digunakan untuk pondasi tiang pancang.
2. Karena air tanah berdampak kecil pada penerapan tiang pancang beton bertulang, penggalian tanah akan membutuhkan lebih sedikit usaha.
3. Sangat kuat dan tahan lama, bahkan selama beberapa puluh tahun.
4. Beton dengan dek tebal harus berkualitas tinggi untuk melindungi bagian dalam tulangan beton dari kelembaban atau zat korosif.

2.5.2 Kelemahan Fondasi Tiang Pancang

1. Pembuatan tiang pancang membutuhkan waktu lebih lama karena beton harus kaliber tertinggi dan sekeras mungkin.
2. Harga pondasi tiang pancang lebih mahal.
3. Besar dan sangat berat. Mengingat proses transit yang rumit dan mahal, sangat tidak mungkin RTP ini diproduksi di pabrik.

2.5.3 Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Pancang

Tahanan gesek dinding yang ditambahkan ke tahanan dasar, yang sama dengan tahanan gesek pondasi tiang, menentukan daya dukung pondasi tiang. Pondasi tiang pancang mengandalkan untuk menopang berat vertikal yang diletakkan di atasnya :

1. Tahanan gesek dinding.
2. Daya dukung terbesar jika tanah dasar terbuat dari batu, kerikil, atau pasir padat..
3. Kombinasi dari keduanya.

Banyak desainer telah mengabaikan dampak resistensi gesekan dalam hal daya dukung karena masalah keamanan. Pendekatan Mayerhof dengan N-SPT merupakan salah satu cara untuk menentukan daya dukung pondasi.

2.6 Analisa Daya Dukung Aksial Tiang Pancang

A. Metode Mayerhoff

1. Daya dukung ujung fondasi pada tanah non kohesif dapat dipahami pada persamaan 2.2.

$$Q_p = 40 \times N - SPT_{av} \times \frac{L_b}{D} \times A_p > 400 \times N - SPT \times A \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

Q_p = Daya dukung ujung tiang pada tanah non kohesif (ton)

A_p = Luas Penampang (m^2)

L_b = Kedalaman Tiang (m)

D = Diameter Tiang (m)

2. Daya dukung fondasi selimut pada tanah non kohesif yang dapat dipahami pada persamaan 2.3.

$$Q_s = 2 \times N\text{-SPT} \times p \times L \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

L_i = Kedalaman tiang (m)

P = Keliling Tiang (m)

Q_s = Daya dukung selimut untuk tanah non kohesif (ton)

A_p = Luas penampang (m)

3. Daya dukung ujung pada Tanah yang dapat dipahami pada persamaan 2.4 dan 2.5

$$\text{Kohesif } Q_p = 9 \times c_u \times A_p \dots \dots \dots (2.4)$$

$$c_u = N\text{-SPT} \times \frac{2}{3} \times 10 \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

Q_p = Daya dukung ujung tiang (ton)

A_p = Luas Penampang (m²)

c_u = Kohesi Undrained (kN/m²)

4. Daya dukung selimut pada tanah kohesif yang dapat dipahami pada persamaan 2.6.

$$Q_s = \alpha \times c_u \times L_i \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

α = Koefisien Adhesi antara tanah dan tiang

c_u = Kohesi Undrained (kN/m²)

p = Keliling tiang (m)

L_i = Panjang lapisan tanah (m)

2.7 Kapasitas Daya Dukung Tiang Hasil *Standard Penetration Test* (SPT)

Alat uji yang disebut sendok ludah dimasukkan ke dalam struktur lapisan tanah selama penyelidikan tanah menggunakan metode Uji Penetrasi Standar (SPT). Kepadatan relatif setiap lapisan tanah dan sudut geser tanah (Φ)

berdasarkan jumlah pukulan palu (N) yang diperlukan guna mendorong sendok pecah ke dalam tanah diharapkan dapat dihitung dengan menggunakan metode penelitian tanah menggunakan penetrasi standar tes (SPT). sebagai metode perhitungan daya dukung pondasi tiang bor. Kuat geser tanah juga mempengaruhi daya dukungnya. ini terlihat dari persamaan. 2.12.

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan :

τ = kemampuan kuat geser tanah (kg/cm²)

c = Kohesi tanah (kg/cm²)

σ = Tegangan normal yang terjadi pada tanah (kg/cm²)

ϕ = Suduti geser tanah (°)



Tabel 2.12 Hal –hal yang dipertimbangkan
untuk penentuan harga

Klasifikasi	Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dan diperhatikan	
Hal yang perlu dipertimbangkan secara menyeluruh dari hasil – hasil survey sebelumnya	Unsur tanah, variasi daya dukung vertikal adanya lapisan lunak (ketebalan konsolidasi atau penurunan) kondisi draenase dll.	
Klasifikasi	Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dan diperhatikan	
Hal yang perlu diperhatikan langsung	Tanah pasir (tidak kohesif)	Berat isi, sudut geser, letahan terhadap penurunan dan daya dukung tanah
Tanah lempung	Keteguhan, kohesi, daya dukung dan ketahanan terhadap hancur	

(Sumber : Sosrodarsono, 1983)

Untuk tanah non-kohesif, yang seringkali merupakan tanah berpasir, persamaan Dunham (1962) digunakan untuk menghitung sudut geser tanah. Rumusnya berbunyi sebagai berikut:

1. Menentukan sudut geser untuk jenis tanah berpasir dengan bentuk bulat dan gradasi seragam (seragam), atau mungkin dengan gradasi tidak seragam ukuran persegi panjang. Informasi ini dapat ditemukan dalam persamaan 2.13 dan 2.14.

$$\Phi = \sqrt{2 - 50} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\Phi = \sqrt{2 - 50} \dots\dots\dots (2.14)$$

2. Persamaan sudut geser yang ditunjukkan pada persamaan 2.1.5 dapat dituliskan untuk butiran pasir yang memiliki gradasi (seragam) atau

seragam dengan butiran pasir persegi.

$$\phi = 0,3 N + 27 \dots \dots \dots (2.15)$$

Nilai uji penetrasi standar (SPT) digunakan untuk mengetahui keadaan setiap lapisan tanah dan untuk mengarahkan perkembangan kondisi tanah. Untuk jenis tanah berpasir, hubungan antara geser tanah, nilai penetrasi standar, sudut, dan kerapatan relatif dapat didekati seperti yang ditunjukkan pada Tabel.

Tabel 2.13 Hubungan SPT terhadap Sudut Geser Dalam

Angka penetrasi standard, N	Kepadatan relative Dr (%)	Sudut Geser Dalam ϕ
0-5	0-5	26-30
5-10	5-30	28-35
10-30	30-60	35-42
30-50	60-65	38-46

(Sumber : Das ,B.M 1985)

Hubungan antara kerapatan tanah dan nilai penetrasi dapat dihitung sebagai berikut, meskipun harga kerapatan sebagian besar tergantung pada jumlah air yang dapat ditampung oleh partikel tanah. Selain itu, tabel berikut menunjukkan nilai korelasi antara kerapatan tanah dan nilai penetrasi.

Tabel 2 14 Hubungan antara gamma tanah dengan nilai N

Tanah tidak kohesif	Harga N	<10	10-30	30-50	>50
	Berat Isi γ kN/m ³	12-16	14-18	16-20	18-23
Tanah kohesif	Harga N	<4	4-5	16-25	>25
	Berat Isi γ kN/m ³	14-18	16-18	16-18	>20

(Sumber : Sosrodarsono,1983)

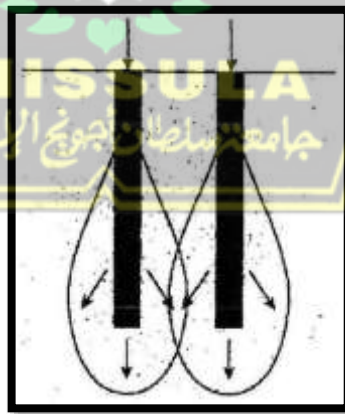
Selain itu, perkiraan berat efektif kondisi tanah di bawah muka air tanah (MAT) adalah antara setengah dan sepertiga dari kondisi tersebut di atas permukaan air tanah. Dan untuk kondisi tanah, jika memenuhi standar berikut, mereka dapat disebut memiliki daya dukung yang cukup besar:

1. Struktur lapisan tanah yang kohesif jika dilakukan pengujian memiliki Harga SPT, $N > 35$
2. Selain itu, kuat tekan struktur tanah kohesif berkisar dari $(q_u)3 - 4$ kg/cm^2

2.8 Efisiensi dan Kapasitas Kelompok Tiang

Kelompok tiang pancang merupakan kumpulan tiang yang diletakkan sangat berdekatan satu sama lain dan biasanya dihubungkan pada bagian atas oleh pile cap. Jumlah tiang dalam satu kelompok, jarak antar tiang, dan konfigurasi tiang semuanya harus diperhitungkan saat menghitung daya dukung tiang dari suatu kelompok tiang. Poeri dianggap/dibuat benar-benar kaku dalam perhitungan sehingga:

- a. Bidang poer akan tetap rata meskipun beban yang bekerja pada kelompok tiang menimbulkan reduksi di dalamnya.
- b. Gaya yang bekerja pada tiang berbanding terbalik dengan perpindahannya. Gambar 2.5 menggambarkan Group Piles.



Gambar 2. 5 Tiang Pancang Kelompok

(Sumber : Das, B.M)

Menurut Corduto (1983), efisiensi tiang tergantung pada factor berikut:

1. Jumlah, panjang, diameter, susunan, dan jarak tiang.
2. Model transfer beban (tahanan gesek terhadap tahanan dukung ujung).
3. Prosedur pelaksanaan pemasangan tiang.
4. Urutan pemasangan tiang.
5. Jenis tanah.
6. Waktu setelah pemasangan.
7. Interaksi antara pelat penutup *pile cap* dengan tanah.

Teknik perhitungan berdasarkan susunan tiang, tanpa memperhatikan panjang tiang, variasi bentuk tiang yang meruncing, perubahan kualitas tanah terhadap kedalaman, serta pengaruh muka air tanah. Dalam studi ini, kami menghitung efisiensi kelompok tiang menggunakan dua metodologi yang berbeda. ini terlihat dari persamaan 2.19-2.21.

- a). Metode *Converse-Labarre*

Efisiensi kelompok tiangi (η) diperoleh dari persamaan 2.19

$$\eta = 1 - \Theta \frac{(n-1)m + (m-1)}{90 \times m \times n} \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana :

Θ = Arc tan d/s dalam derajat

n = Jumlah tiang dalam satu barisan

m = Jumlah baris tiang

- b). Metode Los Angeles

Efisiensi kelompok tiang (μ) diperoleh dari persamaan 2.20

$$= 1 - \frac{d}{s \times m \times n} [m(n-1) + n(m-1) + \sqrt{2}(n-1)] \dots \dots \dots (2.20)$$

Keterangan :

- η = Efisiensi grup tiang
- n = Jumlah tiang dalam satu baris
- m = Jumlah baris tiang
- d = Diameter tiang (m)
- s = Jarak antar tiang (m)
- π = Phi lingkaran = $\frac{22}{7}$

Kapasitas ultimit kelompok tiang dengan memperlihatkan faktor efisiensi tiang dapat dinyatakan dengan persamaan 2.21

$$Q_g = \eta \times n \times Q_a \dots \dots \dots (2.21)$$

Dimana :

- Q_g = Beban maksimum kelompok tiang yang mengakibatkan keruntuhan (ton)
- n = Jumlah tiang dalam kelompok
- Q_a = Beban maksimum tiang tunggal (ton)

2.9 Analisa Daya Dukung Lateral Tiang Pancang

Tiang panjang atau pendek, daya dukung lateral pondasi tiang harus ditentukan selama tahap perencanaan pondasi tiang untuk menghitung faktor kekakuan pondasi tiang R dan T.

Modulus tanah biasanya dianggap konstan di seluruh rentang kedalaman dalam kasus tanah dengan kondisi (kaku di atas lempung yang memadat). Dalam persamaan tersebut, faktor kekakuan R pondasi tiang pancang dinyatakan sesuai dengan Broms (1964) 2.22

$$R = 4 \sqrt{E/K} \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana :

- $K = k_1 d = (k_1/1,5)$ = modulus tanah (MPa)
- E = modulus elastik fondasi tiang (MPa)
- I = momen inersia fondasi tiang (cm⁴)
- d = diameter fondasi tiang (m)

Tabel 2 15 Nilai –nilai n_h untuk Tanah Granuler ($c=0$)

Kerapatan Relatif (D_r)	Tak Padat	Sedang	Padat
Interval nilai A	100-300	300	1000-2000
Nilai A dipakai	200	1000	1500
n_h pasi terendam air			
Tezaghi	1386	4850	11779
Reese dkk	5300	16300	3400

(Sumber : Brooms,1964)

Tabel 2 16 Nilai n_h untuk Tanah Kohesif

Tanah	n_h (kN/m ³)	Referensi
Lempung Terkonsolidasi normal lunak	166-3518	Reese dan Matlock (1956)
	277-554	Davisson-Prakash (1963)
Lempung Terkonsolidasi normal organik	111-277	Peck dan Davidson (1962)
	111-831	Davidson (1970)
Tanah	n_h (kN/m ³)	Referensi
Gambut	55	Davidson (1970)
	27,7-111	Wilson dan Hils (1967)
Loess	8033-11080	Bowles (1968)

(Sumber : Brooms,1964)

1. Tiang Dalam Tanah Kohesif

a. Tiang Ujung Jepit

Untuk tiang pancang, Brooms membuat asumsi bahwa momen di ujung atas tiang, yang terjepit oleh tutup tiang, sama dengan momen di ujung

bawah tiang, yang terbenam di dalam tanah. Persamaan. dapat digunakan untuk menentukan ketahanan tiang pancang terhadap beban lateral untuk tumpukan panjang. yang terbukti dari persamaan 2.23 sampai 2.25.

$$H_u = \frac{2My}{1,5d + 0,5f} \dots\dots\dots(2.23)$$

b. Persamaan Tiang pendek H_u :

$$H_u = 9 \text{ cud } (-1,5d) \dots\dots\dots(2.24)$$

$$M_{\text{maks}} = H_u (0,5L + 0,75d) \dots\dots\dots(2.25)$$

2.10 Penurunan Tiang Pancang Tunggal (*Single Pile*)

Poulos dan Davis (1980) menyatakan bahwa karena penurunan tiang yang disebabkan oleh konsolidasi tanah tidak terlalu signifikan, penurunan jangka panjang untuk pondasi tiang tunggal tidak perlu diperhitungkan. Hal ini terjadi karena pondasi tiang pancang dibuat memiliki kekuatan dukung gesek dan kekuatan dukung ujung, atau kombinasi keduanya.

Estimasi pengendapan satu tiang (*Single Pile*) dapat dihitung dengan menggunakan:

1. Untuk Tiang Apunga tau Tiang Friksi

$$v_s = \frac{Q \times 1}{E_s \times d} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$I = I_o \times R_k \times R_h \times R_u \dots\dots\dots(2.27)$$

2. Ujung Tiang Dukung Ujung (*End Bearing*)

$$S = \frac{Q \times 1}{E_s \times d}$$

$$I = I_o \times R_k \times R_h \times R_u$$

Dengan :

S = Penurunan untuk tiang tunggal (mm)

Q = Beban yang bekerja (kg)

I_o = Faktor pengaruh penurunan tiang yang tidak mudah mampat

R_k = Faktor koreksi tiang mudah mampat

R_h = Faktor koreksi untuk ketebalan lapisan yang terletak pada tanah

R_b = Faktor koreksi untuk kekakuan lapisan pendukung

R_u = Faktor koreksi angka poisson $\mu = 0,3$

Pada gambar (2.6), (2.7), (2.8), (2.9), dan (2.10) menunjukkan grafik factor koreksi. K merupakan suatu ukuran kompresibilitas relative tiang serta tanah

yang dinyatakan pada persamaan 2.28-2.29.

$$K = \frac{E_p \times R_a}{E_s} \dots\dots\dots(2.28)$$

$$R_a = \frac{A_p}{\frac{1}{4}\pi d} \dots\dots\dots(2.29)$$

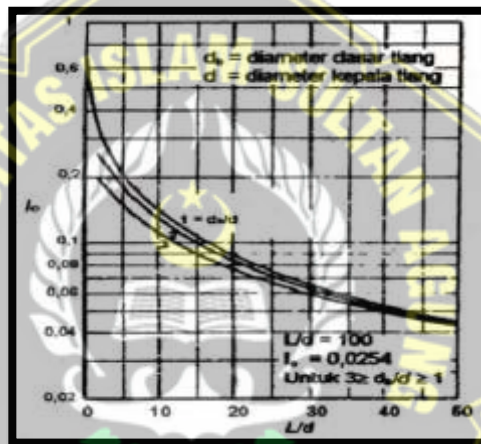
Dengan :

K = Faktor kekakuan tiang

E_p = Modulus elastisitas dari bahan tiang

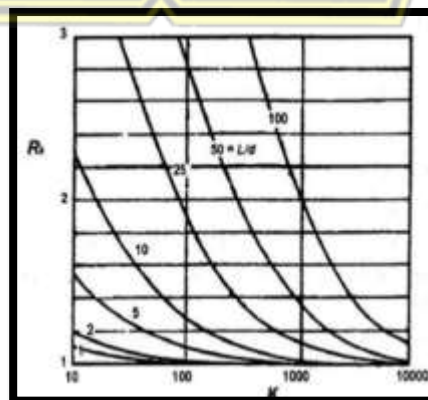
E_s = Modulus elastisitas tanah disekitar tiang

E_b = Modulus elastisitas tanah di dasar tiang



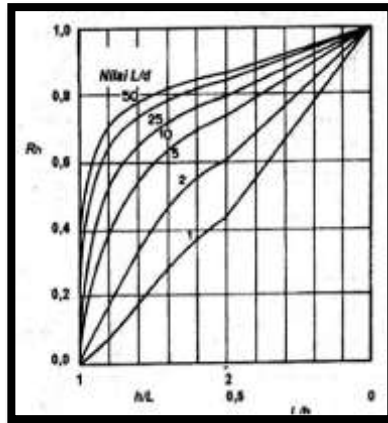
Gambar 2. 6 Faktor Penurunan I_0

(Sumber : Poulus dan Davis, 1980)

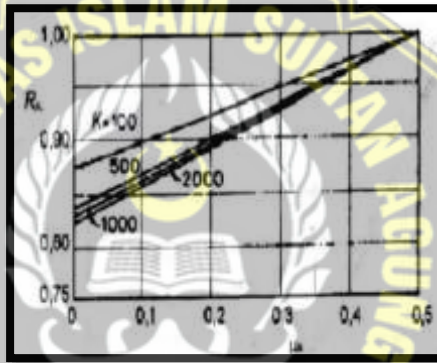


Gambar 2. 7 Faktor Penurunan R_k

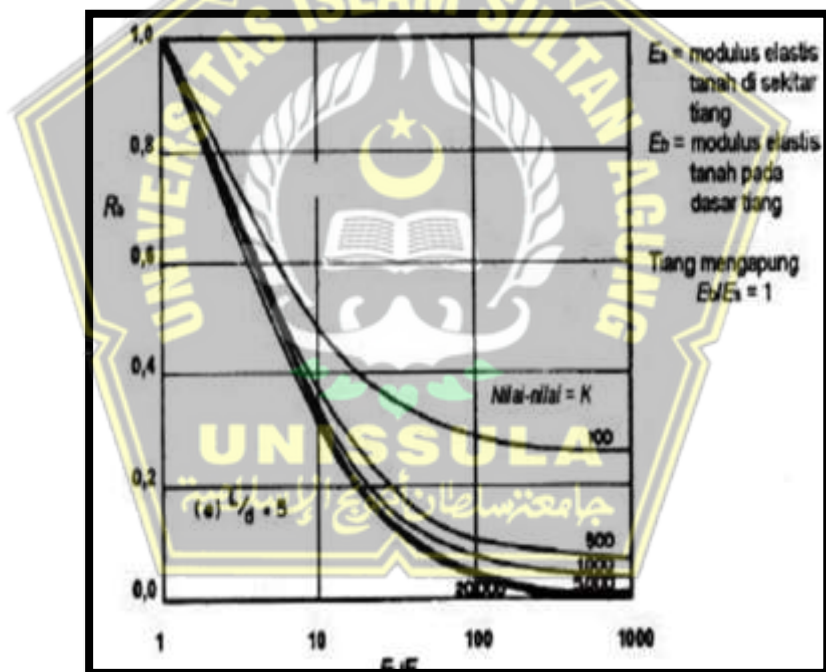
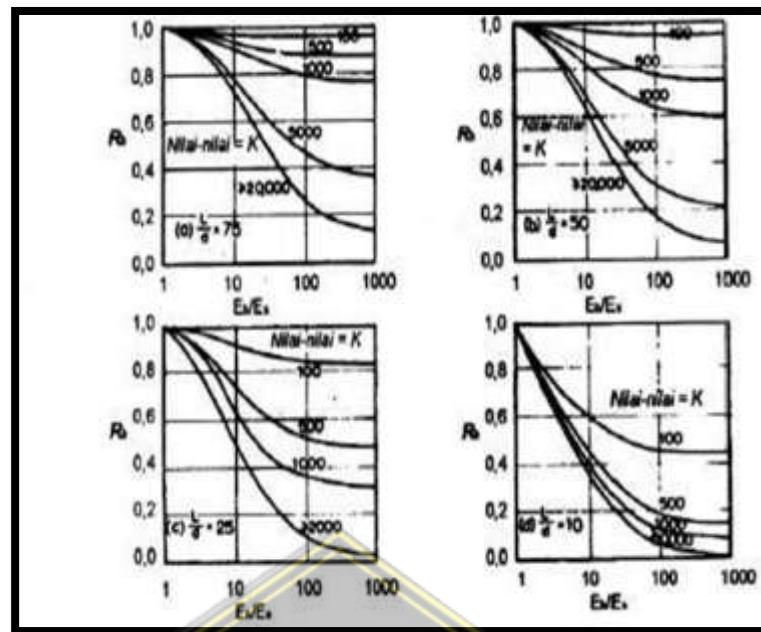
(Sumber : Poulus dan Davis, 1980)



Gambar 2. 8 Faktor Penurunan R_h
 (Sumber : Poulus dan Davis, 1980)



Gambar 2. 9 Faktor Penurunan R_u
 (Sumber : Poulus dan Davis, 1980)



Gambar 2. 10 Faktor Penurunan R_b

(Sumber : Poulos dan Davis, 1980)

2.11 Perhitungan Penurunan Elastisitas Tiang

Penurunan elastisitas fondasi tiang pancang akibat beban vertical Q_w Yang dapat dilihat pada persamaan 2.30-2.32.

$$S_e = S_{e(1)} + S_{e(2)} + S_{e(3)} \dots\dots\dots(2.30)$$

Dimana :

$S_{e(1)}$ = Penurunan elastis tiang

$S_{e(2)}$ = Penurunan tiangi yang disebabkan oleh bebani di ujung tiang

$S_{e(3)}$ = Penurunan tiang yangi disebabkan oleh beban di sepanjang selimut tiang

Jika bahan tiang diasumsikan elastis, deformasi selimut tiang dapat dianalisa, sesuai dengan prinsi-prinsip dasar mekanika bahan, seperti berikut:

$$S_{e(1)} = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p} \dots\dots\dots(2.31)$$

Dimana :

Q_{wp} = Beban yang ditanggung oleh ujung tiang dibawah kondisi beban kerja

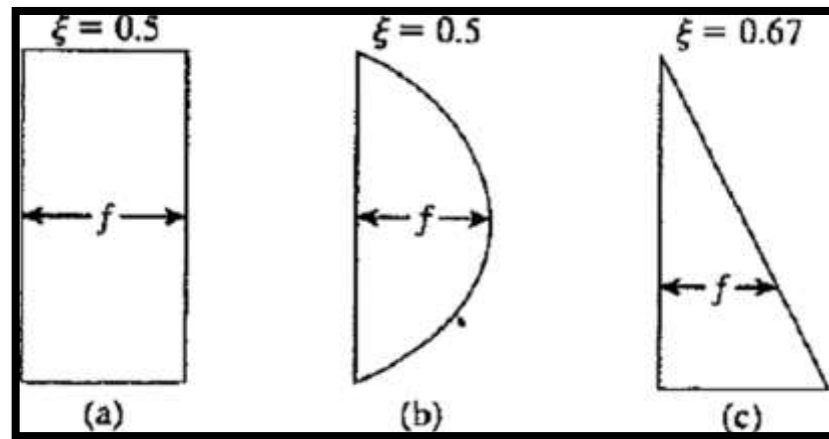
Q_{ws} = Beban yang ditanggung oleh tahanan gesekan (selimut) dibawah kondisi beban kerja

A_p = Luas penampang tiang

L = Panjang tiang

E_p = Modulus elastisitas bahan tiangi

Besar nilai ξ memiliki variasi antara 0.5 dan 0.67 dani akan bergantung dari distribusi tahanan seelimut f sepanjang seimut tiang. Jika distribusi dari f seragam atau parabola, seperti yang ditunjukkan melalui Gambar 2.2a dan 2.20b maka $\xi = 0.5$. Namun, untuki distribusi segitiga dari f (Gambar 2.20c), besarnya ξ_i adalah sekitar 0.67 (Vesic,1977).



Gambar 2. 11 Berbagai jenis tanah distribusi tahanan selimuti di tiang
(Sumber : Bowles, 1993)

Tabel 2 17 Nilai Koefisien Empiris (C_p)

Tipe Tanah	Tiang Pancang	Tiang Bor
Sand (dense to loose)	0,02 – 0,04	0,09 – 0,18
Clay (stiff to soft)	0,02 – 0,03	0,03 – 0,06
Silt (dense to loose)	0,03 – 0,05	0,09 – 0,12

(Sumber : Das, 1995)

Menurut Vesic (1977) metode semi-empiris untuk mendapatkan besarnya penurunan $S_{e(2)}$ persamaannya ialah :

$$S_{e(2)} = \frac{Q_{wp} \cdot C_p}{D q_p} \dots \dots \dots (2.32)$$

2.12 Perkiraan Penurunan Kelompok Tiang (*Pile Group*)

Kapasitas izin tiang paling sering tergantung pada persyaratan pengendapan saat menghitung pondasi tiang. Rasio tahanan ujung terhadap beban tiang menentukan seberapa banyak tiang utama mengendap. Penurunan mungkin sangat kecil jika berat yang ditopang oleh tiang kurang dari atau sama dengan tahanan ujung tiang. Persamaan 2.33 menunjukkan bagaimana rumus penurunan kelompok tiang menerapkan pendekatan Vesic.

$$S_g = S_e \sqrt{\frac{B_g}{D}} \dots\dots\dots(2.33)$$

Dimana :

S_g = Penurunan tiang kelompok group (m)

S_e = Penurunan fondasi tiang tunggal (m)

B_g = Lebar kelompok tiang (m)

D = Diameter

2.13 Penurunan yang diijinkan

Permukiman yang diperbolehkan pada suatu bangunan dipengaruhi oleh sejumlah variabel. Unsur-unsur tersebut meliputi jenis, tinggi, dan tujuan bangunan, serta jumlah, kecepatan, dan penyebaran penurunan. Jika penurunan terjadi secara bertahap, ada kemungkinan struktur dapat menyesuaikan diri tanpa mengalami kerusakan struktural akibat rangkai. Akibatnya, ada persyaratan yang berbeda untuk menurunkan pondasi pada tanah berpasir dan tanah liat.

Penurunan maksimum dapat diprediksi dengan akurasi yang cukup, dan umumnya hubungan dapat dibuat antara penurunan yang diizinkan dan penurunan maksimum. Kondisi rasio reduksi yang aman dapat dilihat pada persamaan 2.34.

$$S_{total} \leq S_{izin}$$

$$S_{izin} = 10\% D \dots\dots\dots(2.34)$$

Dimana :

D = Diameter Tiang

2.14 Faktor Keamanan

Kapasitas ultimit pondasi tiang dibagi dengan faktor keamanan tertentu untuk menentukan kapasitas ijin tiang. Faktor keamanan yang direkomendasikan oleh Reese dan O'Neill, yang akan digunakan dalam penyelidikan ini, ditunjukkan pada Tabel 2.12.

Tabel 2 18 Faktor Keamanan yang Disarankan

Klasifikasi Struktur	Faktor Keamanan			
	Kontrol Baik	Kontrol Normal	Kontrol Jelek	Kontrol Sangat Jelek
Monumental	2,3	3	3,5	4
Permanen	3	2,5	2,8	3,4
Sementara	1,4	2,0	2,3	2,8

(Sumber : Reese dan O'Neill)

2.15 Analisis Menggunakan Program Plaxis

Program Plaxis akan digunakan untuk membandingkan hasil perhitungan manusia dan untuk memperkirakan besarnya penurunan pondasi tiang yang terjadi pada saat pembangunan gedung rekayasa informasi di Politeknik Negeri Cilacap. Pendekatan elemen hingga, yang digunakan secara khusus untuk analisis geoteknik, membentuk dasar dari program Plaxis. Aplikasi Plaxis dapat digunakan untuk mempelajari berbagai masalah geoteknik, seperti sheet pile, pondasi, Pile Caps, dan lainnya. Teknik numerik standar digunakan untuk melakukan proses penghitungan. Program Plaxis dibagi dalam 4 program, dan masing - masing melakukan tugas yang berbeda, termasuk:

1. *Plaxis Input*

Ini adalah aplikasi plaxis yang digunakan dalam membuat model geometris dan karakteristik tanah dua dimensi.

2. *Plaxis calculation*

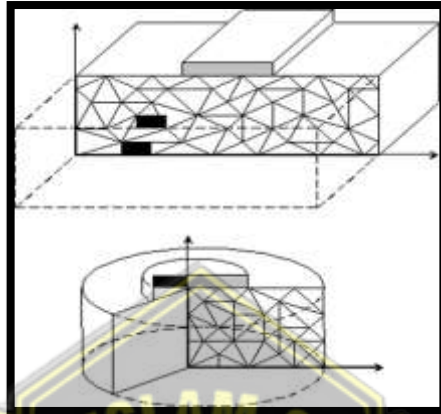
adalah komponen dari perangkat lunak plaxis, yang digunakan untuk melakukan perhitungan setelah entri data.

3. *Plaxis output*

Program keluaran Plaxis menampilkan hasil perhitungan dalam tabel dan grafik mengikuti operasi input dan perhitungan.

4. *Plaxis curve*

Diagram tegangan-regangan dari lokasi sebelumnya dipilih dalam program perhitungan sebagai program untuk menggambarkan kurva hubungan beban atau waktu dengan perpindahan.

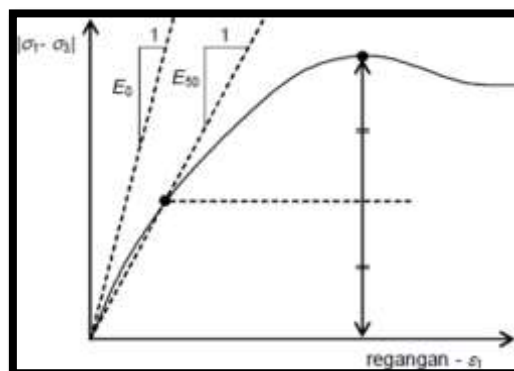


Gambar 2. 12 Contoh Permasalahan Regangan Bidang dan Axi-Simetris

Berikut informasi yang akan dimasukkan ke dalam program Plaxis beserta rumus yang digunakan:

a. Modulus Elastisitas

Dalam model elastis serta model Mohr-Coulumb, Plaxis menggunakan modulus Young sebagai modulus kekasaran dasar. Dalam mekanika tanah, modulus sparse pada kekuatan 50% biasanya ditulis sebagai E_{50} , sedangkan kemiringan awal lereng biasanya dinyatakan sebagai E_0 . Gambar 2.13 menggambarkan ilustrasi masalah sumbu-simetris dan regangan bidang.



Gambar 2. 13 Contoh Permasalahan Regangan Bidang dan Axi-Simetris

E50 dihitung dengan membagi rasio nilai tegangan terbesar dengan nilai regangan arus, dimana E0 adalah nilai hubungan tegangan-regangan awal yang terjadi. Sangat mungkin untuk menggunakan E0 pada tanah lempung yang sangat terkonsolidasi dengan beberapa relief, sedangkan E50 harus digunakan lebih sering pada jenis tanah berpasir dan lempung yang biasanya terkonsolidasi.

b. *Poisson's ratio*

Poisson's ratio pada material elastis dapat didefinisikan sebagai :

$$\nu = \frac{-\epsilon_h}{-\epsilon_v}$$

Angka *poisson's ratio* dalam analisis kondisi undrained untuk tanah diambil 0,3-0,5.

c. Parameter c dan ϕ

Sudut geser dalam tanah diukur dengan parameter c (kohesi), yang merupakan ukuran kekuatan tanah tanpa dimensi. Pengujian belaka langsung digunakan dalam eksperimen laboratorium untuk memperoleh parameter ini.

d. Parameter permodelan fondasi tiang pancang

Fondasi tiang pancang terlebih dahulu harus dimodelkan dalam dua dimensi pada Plaxis 8.6 agar dapat terus digunakan. Sifat-sifat material yang harus ditentukan antara lain :

$$E : 4700 \sqrt{F'c}$$

$$A : \frac{\text{Luas 1 Tiang}}{\text{Jarak Antar Pile Cap}}$$

$$t : \frac{A}{1}$$

$$I : \frac{1}{12} \cdot 1 \cdot tI$$

$$EI : E \cdot I$$

EA : E . A

W : Berat Jenis beton – Berat Jenis Tanah

PA : $\frac{\text{Jumlah Beban As A}}{\text{Panjang As A}}$

Dimana :

E : Modulus Elastisitas Tiang Pancang

A : Luas Penampang Tiang Pancang

I : Momen Inersia

PA : Beban Terpusat A



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan

Daya dukung dan penurunan pondasi tiang pancang pada Proyek Pembangunan Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap dihitung dan dianalisa sebagai bagian dari persiapan tugas akhir ini. Dalam tugas akhir ini, daya dukung dan penurunan tiang dihitung secara manual menggunakan metode Meyerhoff, Vesic, dan Broms atau dengan menggunakan program Plaxis 8.6.

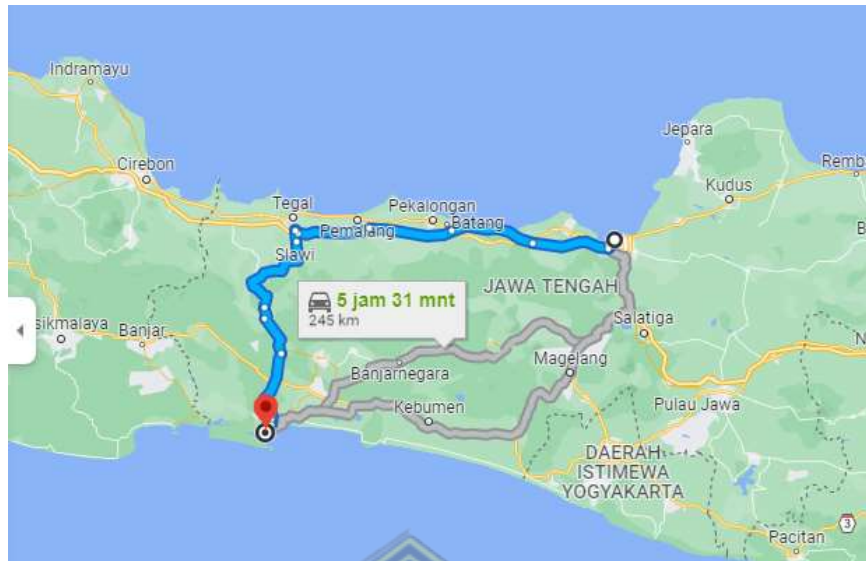
3.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk pembuatan tugas akhir ini berasal dari sumber sekunder seperti log bor, SPT, gaya aksial pada titik pilecap, gambar denah pondasi yang akan digunakan untuk perhitungan perencanaan, analisis pondasi, dan hasil penyelidikan tanah uji sondir. lampiran dan informasi perpustakaan lainnya menunjukkan. Data sekunder peneliti berasal dari Proyek Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap, PT. Sumber Alam Sejahtera, juga dari sumber perpustakaan dan data teknis instansi.

3.3 Data Proyek

3.3.1 Lokasi Penelitian

Pada Proyek Pembangunan Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap berlokasi di Jl. Dr. Soetomo No.1, Karangcengis, Sidakaya, Kec. Cilacap Selatan, Jawa Tengah, dan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



(Sumber : Google Maps)

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.3.2 Data Umum Proyek

Data Umum Proyek Pembangunan Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap dapat dilihat melalui Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Data – data Umum Proyek

Nama Proyek	Pembangunan Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap
Lokasi Proyek	Jl. Dr. Soetomo No.1, Karangcengis, Sidakaya, Kec. Cilacap Selatan, Jawa Tengah
Konsultan Perencana	PT. Artefak Arkindo
Managemen Konstruksi	PT. Solusi Utama Konsultan
Kontraktor Pelaksana	PT. Sumber Alam Sejahtera PT. Tri Dharma Mutiara, KSO
Sumber Dana	Surat Berharga Syariah Negara
Nilai Kontrak	Rp. 41.000.000.000,-
Nomor Kontrak	265/PL43.E02/PL.02.01/2021

(Sumber : PT. Sumber Alam Sejahtera)

3.4 Tahap Penelitian

Dalam mencapai tujuan dari penelitian ini, berbagai langkah untuk menghasilkan tugas akhir ini. Berikut langkah-langkah yang dilakukan penulis untuk membantu penulisan Tugas Akhir ini:

a. Tahap Pertama

Kumpulkan berbagai literatur yang berhubungan dengan subjek ini, termasuk novel dan artikel ilmiah.

b. Tahap Kedua

Pengumpulan informasi penelitian tanah dari proyek pembangunan Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap PT. Sumber Alam Sejahtera. Data umum proyek, data SPT, data tanah, dan data perhitungan struktural adalah beberapa dari data yang dikumpulkan.

c. Tahap Ketiga

Menganalisis data lapangan menggunakan buku dan literatur lain yang relevan dengan pembuatan tugas akhir ini.

d. Tahap Keempat

Dengan menggunakan informasi dari SPT, saat ini sedang dilakukan upaya untuk menghitung serta membandingkan daya dukung ultimit dan pengendapan pondasi tiang tunggal dan kelompok secara manual.

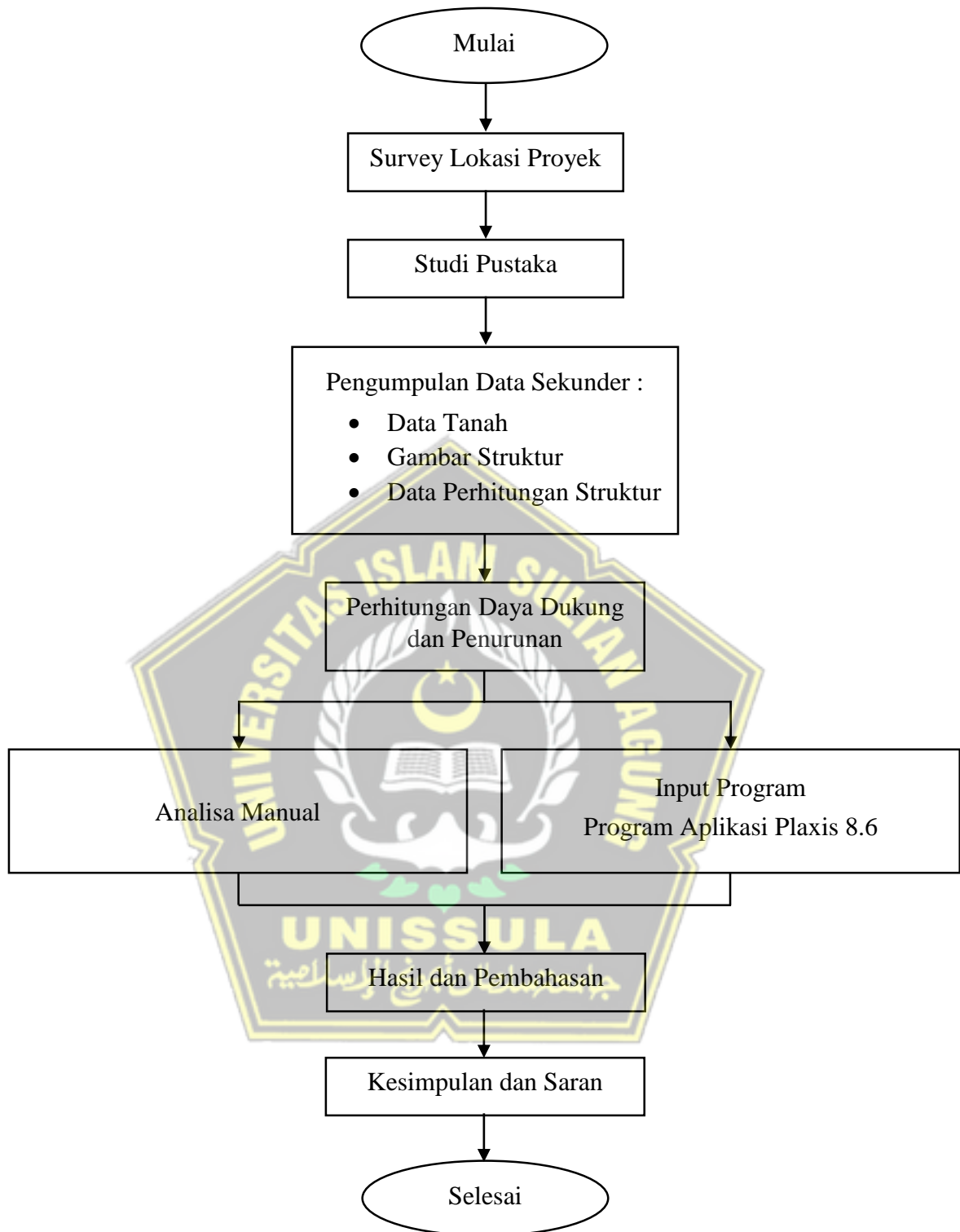
e. Tahap Kelima

Menarik kesimpulan setelah melakukan perhitungan dan perbandingan.

Gambar 3.2 memberikan ringkasan deskripsi langkah-langkah penelitian sebelumnya.

3.5 Studi Literatur

Untuk mendapatkan landasan teori dan kriteria yang diperlukan, sumber literatur atau literatur diambil dari berbagai sumber, termasuk jurnal, SK, peraturan, pedoman, dan referensi teoritis terkait..



Tabel 3. 2 Bagan Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tinjauan Umum

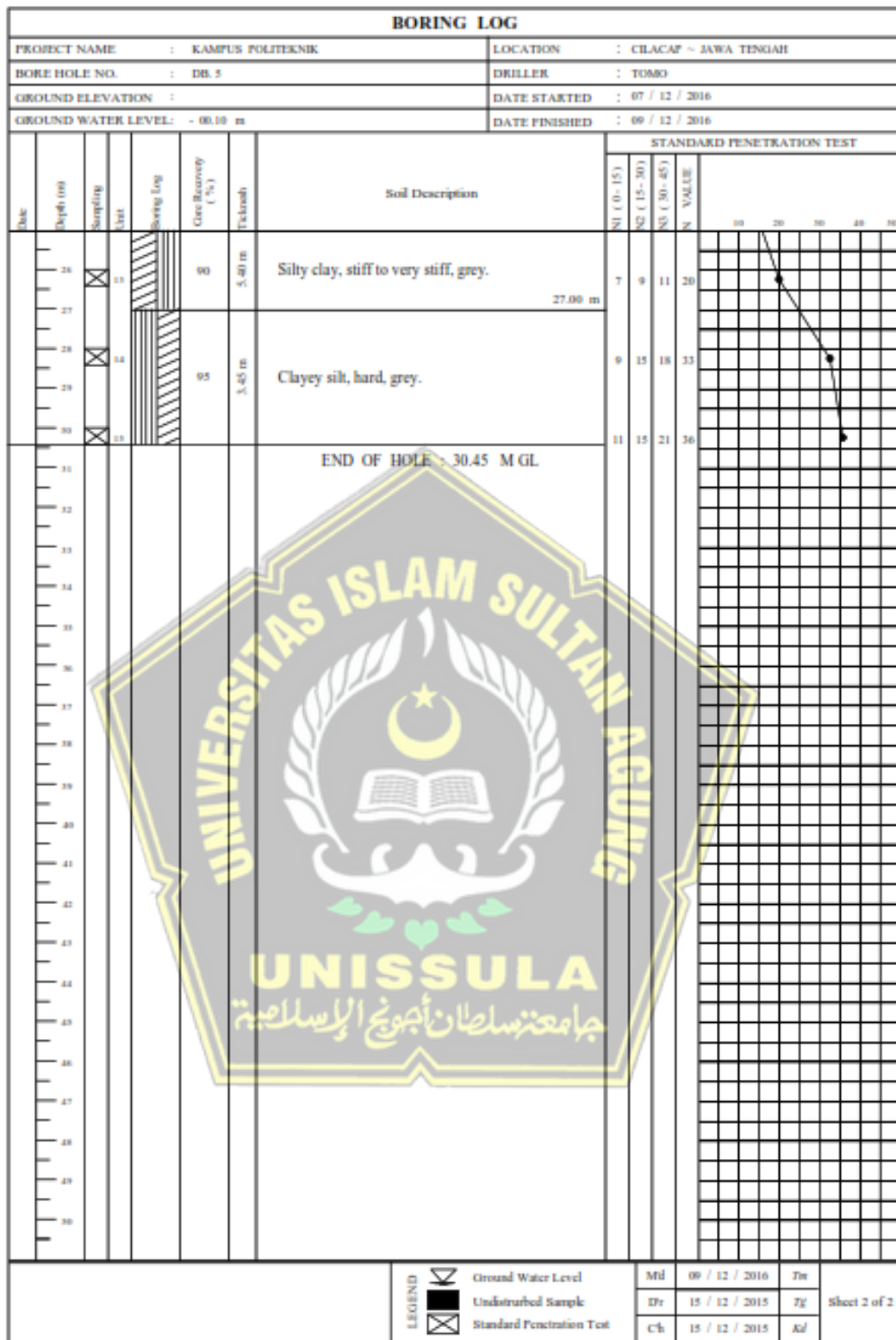
Hasil dan analisa bagian ini merupakan hasil analisis perhitungan daya dukung dan penurunann tiang pancang pada Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap. Data yang diperoleh untuk analisis berupa data penyelidikan tanah dan data tiang pancang. Data penyelidikan tanah dapat dilihat pada **Gambar 4.1** dan **Tabel 4.1** , sedangkan untuk data tiang pancang berupa gaya aksial dari data perencanaan dapat dilihat pada **Gambar 4.2** dan **Tabel 4.2**.

Analisis daya dukung fondasi menggunakan metode metode *Meyerhoff*. Sedangkan analisis penurunannya menggunakan metode *Vesic*, *Meyerhoff*, *Converse-Labarre*, *Los Angeles*. Hasil analisis penurunannya kemudian dibandingkan dengan hasil program *Plaxis*.



BORING LOG										
PROJECT NAME : KAMPUS POLITEKNIK					LOCATION : CILACAP ~ JAWA TENGAH					
BORE HOLE NO. : DB. 5					DRILLER : TOMO					
GROUND ELEVATION :					DATE STARTED : 07 / 12 / 2016					
GROUND WATER LEVEL: - 00.10 m					DATE FINISHED : 09 / 12 / 2016					
Date	Depth (m)	Sampling Unit	Soil Description	Core Recovery (%)	Technosh	STANDARD PENETRATION TEST				
						N1 (0 - 15)	N2 (15 - 30)	N3 (30 - 45)	N VALUE	
	1	1	Fill Material.		1.45 m					
	2	1	Clayey silt, medium stiff, grey.	95	3.55 m	2	3	3	6	
	3	2				2	2	3	5	
	4	2	Sandy silt, medium stiff, blackish brown.	85	2.00 m	3	3	4	7	
	5	3				3	3	4	7	
	6	3	Silty sand, loose, grey.	85	5.50 m	3	3	5	8	
	7	4				3	3	5	8	
	8	4	Clayey silt, stiff, grey.	95	4.50 m	4	5	6	11	
	9	5				4	5	6	11	
	10	5	Clayey silt, sandy, hard to very stiff, grey, brown.	95	4.60 m	3	3	4	7	
	11	6				5	8	10	18	
	12	6	Silty clay, stiff to very stiff, grey.	90	5.40 m	4	6	7	13	
	13	7				5	14	16	30	
	14	7				7	13	15	28	
	15	8				3	5	6	11	
	16	8				5	7	9	16	
	17	8								
	18	9								
	19	9								
	20	10								
	21	10								
	22	11								
	23	11								
	24	12								
	25	12								

LEGEND		Ground Water Level	M'd	09 / 12 / 2016	Tm	Sheet 1 of 2
		Undisturbed Sample	Dr	15 / 12 / 2015	Tg	
		Standard Penetration Test	C'h	15 / 12 / 2015	Kd	

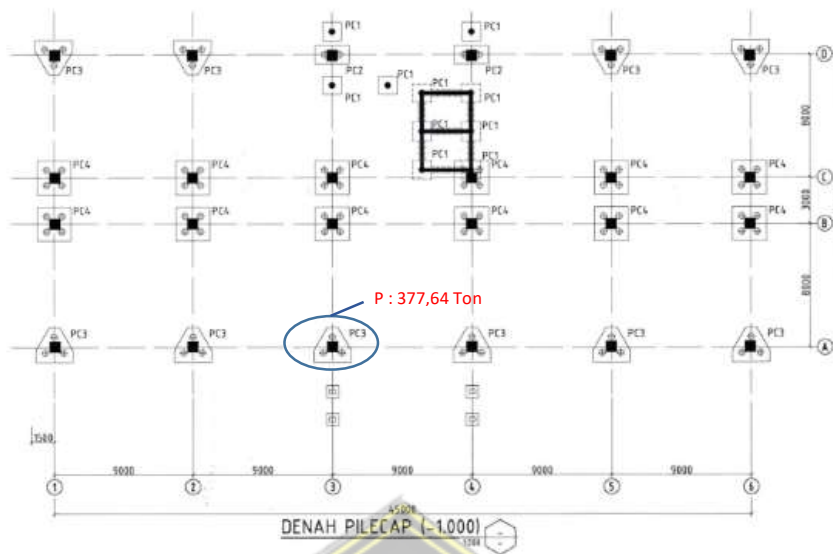


Gambar 4.1 Data Tanah Boring log Kampus Politeknik

Sumber : Data Perencanaan Proyek

Tabel 4.1 Parameter Tanah

No	Kedalaman (m)	Konsistensi	N-spt	\bar{X} N-spt	ϕ (phi)	kx (m/S)	ky (m/S)	v	γ dry (KN/M3)	γ sat (KN/m3)
1	1,45-5	MEDIUM	6, 5	5,5	25	0,0001	0,0001	0.3	8,9	18,7
2	5-7	MEDIUM	7	7	25	0,0001	0,0001	0.3	9,9	19,7
3	7-12,50	STIFF	8, 11, 7	8,667	25	0,0001	0,0001	0.3	10,3	20,1
4	12,50-17	STIFF	18, 13	15,5	30	0,00001	0,00001	0.3	10,9	20,7
5	17-21,6	VERY STIFF	30, 28	29	30	0,00001	0,00001	0,25	11,5	21,3
6	21,6-27	VERY STIFF	11, 16, 20	15,667	30	0,00001	0,00001	0,25	11	20,8
7	27-30,45	HARD	33, 36	34,5	30	0,00001	0,00001	0,25	11,8	21,6



Gambar 4.2 Denah Pilecap Proyek Pembangunan Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap

Sumber : Data Perencanaan Proyek

Tabel 4.2 Nilai Beban Gaya Aksial Pada Fondasi *Pilecap*

Titik <i>Pilecap</i>	Gaya Aksial (ton)	Titik <i>Pilecap</i>	Gaya Aksial (ton)	Titik <i>Pilecap</i>	Gaya Aksial (ton)
A1	189,94	C1	222,1	C5	353,71
A2	315,04	C2	340,25	C6	221,37
A3	377,64	C3	312,21	D1	193,09
A4	377,56	C3'	106,8	D2	309,87
A5	314,85	C4	256,58	D3	213,1
A6	189,92	C4'	106,8	D3'	16,25
B1	220,96	C4''	106,8	D4	244,5
B2	333,79	C4'''	106,8	D4'	17,41
B3	338,59	C4''''	106,8	D5	320,41
B4	339,35	C4'''''	106,8	D6	172,91
B5	333,19	C4''''''	106,8		
B6	218,89	C4'''''''	106,8		

Sumber : Data Perencanaan Proyek

4.2 Analisa Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang

Dengan menggunakan informasi dari pengujian lapangan berupa data Standard Penetration Test (SPT), dimungkinkan untuk menentukan dan menganalisis daya dukung aksial pondasi tiang pancang.

4.2.1 Daya Dukung Aksial Metode Meyerhoff

Data fondasi tiang pancang :

$$\text{Diameter (D)} = 0,4 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling tiang pancang (P)} &= \pi \times D \\ &= 3,14 \times 0,4 \\ &= 1,256 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tiang pancang (A}_p\text{)} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= \frac{1}{4} 3,14 \times 0,4^2 \\ &= 0,1256 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas daya dukung ultimate terhadap ujung tiang pancang tanah kohesif adalah sebagai berikut ini untuk lapisan tanah kedalaman 2 m :

Tanah Kohesif

$$Q_p = 9 \times c_u \times A_p$$

Dimana :

$$Q_p = \text{Daya dukung ujung tiang (kN/m}^2\text{)}$$

$$c_u = \text{Cohesi undrained (kN/m}^2\text{)}$$

$$= (N - \text{SPT} \times \frac{2}{3} \times 10)$$

$$A_p = \text{Luas Penampang Tiang Pancang (m}^2\text{)}$$

❖ Perhitungan nilai *cohesi undrained* (c_u)

$$\begin{aligned} C_u &= (N - \text{SPT} \times \frac{2}{3} \times 10) \\ &= (6 \times \frac{2}{3} \times 10) \\ &= 40 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

❖ Daya dukungi ujung fondasi tiangi pancang pada tanah kohesif (Q_p)

$$\begin{aligned} Q_p &= 9 \times c_u \times A_p \\ &= 9 \times 40 \times 0,1256 \\ &= 45,216 \text{ kN} \end{aligned}$$

- ❖ Tahanan geser selimut tiangi pada tanah kohesif (Q_s)

$$Q_s = \alpha \times c_u \times A_p \times L_i$$

Dimana :

$$c_u = \text{Cohesi undrained (kN/m}^2\text{)}$$

$$= (N - \text{SPT} \times \frac{2}{3} \times 10)$$

$$\alpha = \text{faktor adhesi}$$

L_i = Tebal lapisan tanah, pengujian SPT dilakukan setiap interval kedalaman sampling (m)

Daya dukung selimut tiang pancang

$$Q_s = \alpha \times c_u \times A_p \times L_i$$

$$= 1 \times 40 \times 0,1256 \times 2$$

$$= 100,480 \text{ kN}$$

- ❖ Daya dukung ultimit tiang terhadap tanah kohesif (Q_{ult})

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

$$= 45,216 + 100,480$$

$$= 145,696 \text{ kN}$$

$$= 14,57 \text{ ton}$$

- ❖ Daya dukung ijin tiang terhadap tanah kohesif (Q_{ijin})

$$Q_{ijin} = Q_{ult} / SF$$

$$\text{Nilai faktor keamanan (SF)} = 2,5$$

$$= 14,57 / 2,5$$

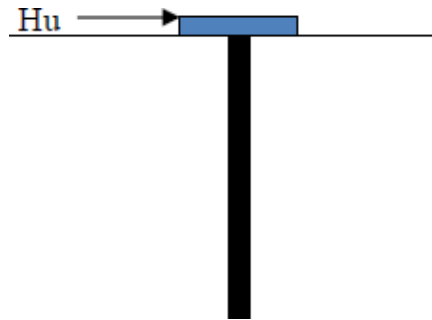
$$= 5,828 \text{ ton}$$

Hasil Perhitungan setiap lapisan tanah dapat dipahami pada **Tabel 4.3.** sebagai di bawah ini:

Tabel 4.3. Perhitungan Daya Dukung Aksial Tiang Pncang Berdasarkan Metode *Meyerhoff*

Deph	Layer	N-Spt	Cu (kN/m ²)	A	Skin Friction (kN)		End Bearing (kN)	Q _{ult} (kN)	Q _{ult} (ton)	Q _{ijin} (ton)
					Local	Cummulative				
0 - 2	1	6	40	1,00	100,480	100,480	45,216	145,696	14,570	5,828
2 - 4	2	5	33,333	1,00	83,733	184,213	37,680	221,893	22,189	8,876
4 - 6	3	7	46,667	1,00	117,227	301,440	52,752	354,192	35,419	14,168
6 - 8	4	8	53,333	1,00	133,973	435,413	60,288	495,701	49,570	19,828
8 - 10	5	11	73,333	1,00	184,213	619,627	82,896	702,523	70,252	28,101
10 - 12	6	7	46,667	1,00	117,227	736,853	52,752	789,605	78,961	31,584
12 - 14	7	18	120	1,00	301,440	1038,293	135,648	1173,941	117,394	46,958
14 - 16	8	13	86,667	1,00	217,707	1256,000	97,968	1353,968	135,397	54,159
16 - 18	9	30	200	1,00	502,400	1758,400	226,080	1984,480	198,448	79,379
18 - 20	10	28	186,667	1,00	468,907	2227,307	211,008	2438,315	243,831	97,533
20 - 22	11	11	73,333	1,00	184,213	2411,520	82,896	2494,416	249,442	99,777
22 - 24	12	16	106,667	1,00	267,947	2679,467	120,576	2800,043	280,004	112,002
24 - 26	13	20	133,333	1,00	334,933	3014,400	150,720	3165,120	316,512	126,605
26 - 28	14	33	220	1,00	552,640	3567,040	248,688	3815,728	381,573	152,629
28 - 30	15	36	240	1,00	602,880	4169,920	271,296	4441,216	444,122	177,649

4.3 Analisa Perhitungan Daya Dukung Lateral Tiang Pancang



Berdasarkan Metode Brooms (1964), yang pertama kali mengusulkan mengenai suatu metode untuk mengevaluasi kemampuan dukung lateral pondasi tiang. Perhitungan dengan tanah jenis Clay analitik.

$$\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi = 25,5^\circ$$

$$K_p = \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \\ = \tan^2\left(45^\circ + \frac{25,5}{2}\right) \\ = 2,51$$

Diperoleh gaya aksial fondasi terbesar sebesar 377,64 ton dapat dilihat **Tabel 4.2.** Beban divariasikan dengan penambahan 10% untuk mencari hasil yang maksimal maka beban diperoleh sebesar **415,41 Ton** pada fondasi pilecap PC3.

$$V_{\text{Tiang Tunggal}} = \frac{415,41}{3} \\ = 138,4 \text{ ton}$$

Spesifikasi tiang pancang

$$D = 0,4 \text{ m}$$

$$L = 30 \text{ m}$$

$$F_c' = 52 \text{ MPa (Data tabel dari Produk Wika)}$$

Cek kekakuan tiang akibat beban lateral

$$\begin{aligned}
 E_p &= 4700 \sqrt{f_c'} \\
 &= 4700 \sqrt{52} \\
 &= 33892,182 \text{ MPa} \\
 &= 33.892.182 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{1}{64} \times \pi \times (D)^4 \\
 &= \frac{1}{64} \times 3,14 \times (0,4)^4 \\
 &= 0,001256 \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

Dalam mencari factor kekakuan tanah (T) ialah :
(nilai nh diperoleh dari Tabel 2.17)

$$\begin{aligned}
 T &= \left(\frac{E_p \times I_p}{nh} \right)^{1/5} \\
 &= \left(\frac{33.892.182 \times 0,001256}{3518} \right)^{1/5} \\
 &= 1,646 \text{ m} \\
 4T &= 4 \times 1,646 \\
 &= 6,586 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, $L(30 \text{ m}) > 4T(6,586 \text{ m})$ tiang panjang termasuk kategori, panjang yang elastis

Cek keruntuhan tanah akibat beban lateral

Bending momen untuk diameter tiang 400 mm adalah 8,25 tm = 82,5 kNm. (*Data bending momen dari tabel produk spunpile (PT WIKA Beton)*).

$$\begin{aligned}
 \text{Maka : } M_{\max} &= B \times \gamma \times L^3 \times K_p \\
 &= 0,4 \times 19,5 \times (40)^3 \times 2,51 \\
 &= 528,606 \text{ kNm} > 82,5 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

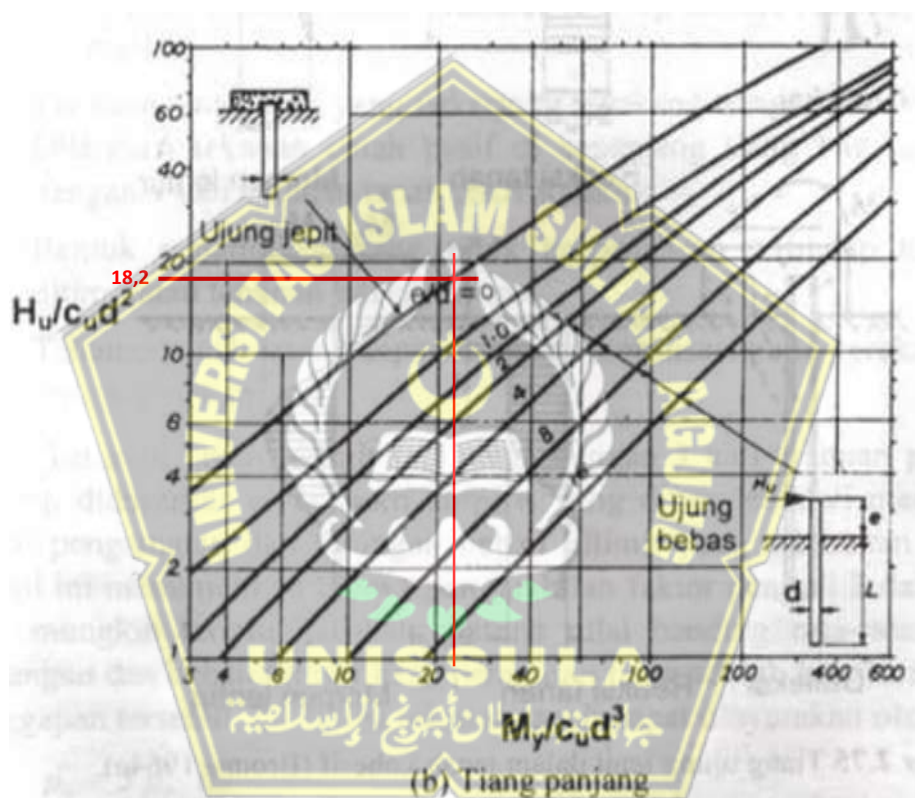
$M_{\max} > M_y$, maka tanah tidak akan runtuh sehingga gaya horizontal ultimate (H_u) ditentukan oleh kekuatan bahan tiang dalam menahan beban momen

- Secara grafik

Perhitungan control laeral dengan grafik Brooms, dengan perhitungan diambil c_u 55,33 kN/m², sumbu x sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tahanan momen ultimate} &= \frac{My}{c_u \times d^3} \\ &= \frac{82,5}{55,33 \times 0,4^3} \\ &= 23,296 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Lalu, nilai tahanan momen ultimit sebesar 23,296 diplot pada gambar



Gambar 4.3. Tahanan Lateral Ultimit Tiang pada Tanah Kohesif

Dari gambar 4.3 (Tahanan Lateral ultimit tiang dalam tanah kohesif untuk tiang panjang) diperoleh :

$$\begin{aligned} 18,2 &= \frac{H_u}{c_u d^2} \\ H_u &= 18,2 \times 55,33 \times 0,4^2 \\ &= 161,131 \text{ kN} \end{aligned}$$

Dengan Faktor Aman $F_s = 2,5$

$$H = \frac{H_u}{F_s} = \frac{161,131}{2,5} = 64,452 \text{ kN}$$

4.4 Perhitungan Penurunan Tiang Tunggal (*single pile*)

Menurut *Vesic* (1977), penurunan elastis fondasi tiang pancang tunggal dapat dihitung melalui rumus :

$$L = 30000 \text{ mm}$$

$$D = 400 \text{ mm}$$

$$F_c' = 52 \text{ MPa}$$

$$A_p = 125,6 \text{ mm}$$

$$Q_{wp} = 271,296 \text{ kN}$$

$$Q_{ws} = 602,88 \text{ kN}$$

- Penurunan tiang tunggal (*single pile*)

Untuk menghitung penurunan elastik tiang total digunakan persamaan

$$S_e = S_{e1} + S_{e2} + S_{e3}$$

- Menentukan modulus elastisitas dari bahani tiang :

$$E_p = 4700 \sqrt{f_c}$$

$$= 4700 \sqrt{52}$$

$$= 33892,182 \text{ MPa}$$

$$= 33.892.182 \text{ kN/m}^2$$

1. Untuk nilai penurunan S_{e1} menggunakan (Persamaan 2.31)

Untuk nilai *factor empiric* $E = 0,67$

$$\begin{aligned} S_{e1} &= \frac{(Q_{wp} + E \times Q_{ws}) \times L}{A_p \times E_p} \\ &= \frac{(271,296 + 0,67 \times 602,88) \times 30}{0,1256 \times 33892182} \\ &= 0,004759 \text{ m} \\ &= 4,759 \text{ mm} \end{aligned}$$

Analisis nilai penurunan Se(2)

Untuk nilai Se(2) menggunakan persamaan (2.32)

Diambil dari tabel 2.18 Nilai Koefisien Empiris (cp)

$$C_p = 0,03$$

$$q_p = \frac{271,296}{0,1256} = 2160 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} Se_2 &= \frac{Q_{wp} \times C_p}{D \times q_p} \\ &= \frac{271,296 \times 0,03}{0,4 \times 2160} \\ &= 0,00942 \text{ m} \\ &= 9,42 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Analisis nilai penurunan Se(3) menggunakan persamaan (2.33) serta persamaan 2.48

$$Se_3 = \frac{Q_{wp} C_s}{L q_p}$$

$$\begin{aligned} C_s &= \left(0,93 + 0,16 \sqrt{\frac{40}{0,4}} \right) 0,03 \\ &= 0,0695 \end{aligned}$$

Maka

$$Se_3 = \frac{Q_{ws} C_s}{L q_p}$$

$$\begin{aligned} Se_3 &= \frac{602,88 \times 0,0695}{30 \times 2160} \\ &= 0,000646 \text{ m} \\ &= 0,646 \text{ mm} \end{aligned}$$

Total penurunan elastis yang terjadi pada tiang pancang yaitu

$$\begin{aligned} Se &= Se(1) + Se(2) + Se(3) \\ &= 4,759 + 9,42 + 0,646 \\ &= 14,825 \text{ mm} \end{aligned}$$

Penurunan yang diijinkan menurut Terzahgi (1969) terhadap persamaan 2.49

$$\begin{aligned} S_{ijin} &= 10\% \times D \\ &= 0,1 \times 400 \\ &= 40 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi, penurunan total tiang tunggal lebih kecil dari syarat yang diijinkan yaitu $14,825 < 40$ mm, sehingga syarat tersebut terpenuhi.

4.5 Perhitungan Penurunan Tiang Kelompok (*pile group*)

Perhitungan penurunan tiang kelompok dapat digunakan metode *Vesic* :

$$S_e = 14,825 \text{ mm} = 0,0148 \text{ m}$$

$$D = 0,4 \text{ m}$$

$$B_g = 2,24 \text{ m}$$

Maka penurunan kelompok tiang dapat ditentukan dengan persamaan (2.34)

$$S_g = S_e \sqrt{\frac{B_g}{D}}$$

Dimana

S_g = Penurunan tiang kelompok group (m)

S_e = Penurunan fondasi tiang tunggal (m)

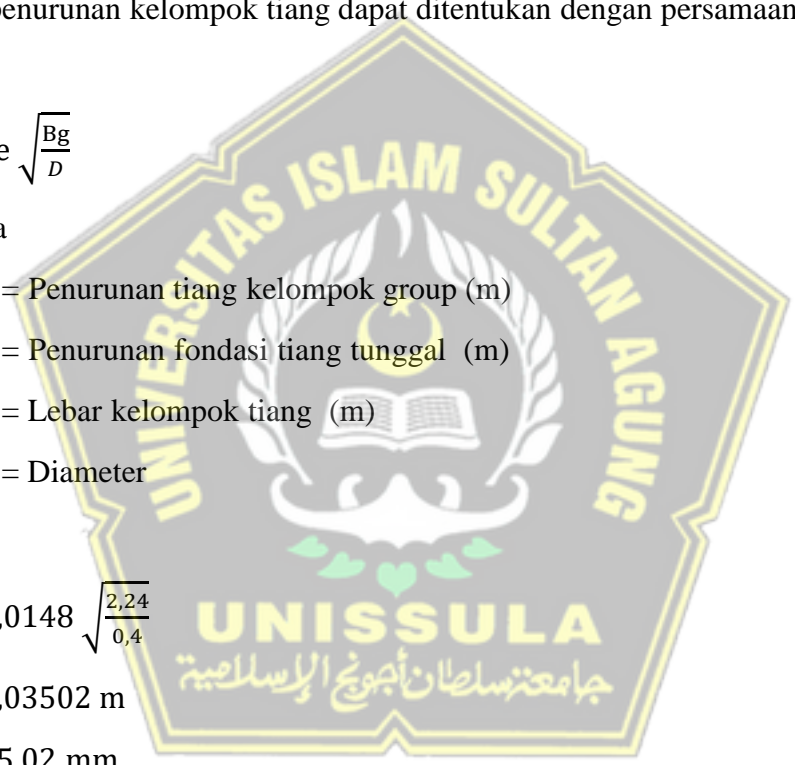
B_g = Lebar kelompok tiang (m)

D = Diameter

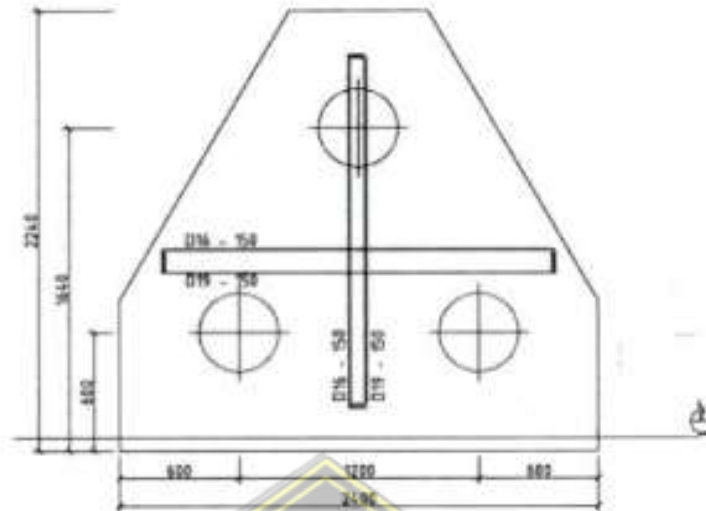
$$S_g = 0,0148 \sqrt{\frac{2,24}{0,4}}$$

$$S_g = 0,03502 \text{ m}$$

$$S_g = 35,02 \text{ mm}$$



4.6 Menghitung Efisiensi Tiang Pancang Kelompok



Gambar 4.4. Susunan Kelompok Tiang Pancang (Sumber : PT. SAS-TDM Kso)

Nilai pengali terhadap kapasitas daya dukung ultimit tiang tunggal dengan memperhatikan pengaruh kelompok tiang disebut efisiensi tiang.

Adapun data tiang kelompok:

$$M = 2$$

$$n = 2$$

$$S = 1200 \text{ mm}$$

$$D = 400 \text{ mm}$$

a. Metode *Converse-Labarre*

Dari persamaan (2.19), efisiensi kelompok tiang (η) :

$$E_g = 1 - \Theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \times m \times n}$$

Dimana :

E_g = Efisiensi Kelompok Tiang

m = Jumlah tiang dalam satu baris

$$\begin{aligned}
 n &= \text{Jumlah baris tiang} \\
 \Theta &= \text{Arc tan } (0,4/1,2) \\
 &= 18,435' \\
 E_g &= 1 - (18,435) \left\{ \frac{(2-1)^2 + (2-1)^2}{90 \times 2 \times 2} \right\} = 0,795
 \end{aligned}$$

b. Metode *Los Angeles*

Berdasarkan persamaan (2.20) maka efisiensi kelompok tiang ialah :

$$E_g = 1 - \frac{d}{\pi \cdot s \cdot m \cdot n} [m(n-1) + n(m-1) + \sqrt{2} (n-1) (m-1)]$$

Dimana :

S = Jarak antar tiang (mm) (as ke as)

π = phi lingkaran = $\frac{22}{7}$

$$\begin{aligned}
 E_g &= 1 - \frac{0,4}{\pi \times 1,2 \times 2 \times 2} [2(2-1) + 2(2-1) + \sqrt{2}(2-1)(2-1)] \\
 &= 1 - 0,145 = 0,855
 \end{aligned}$$

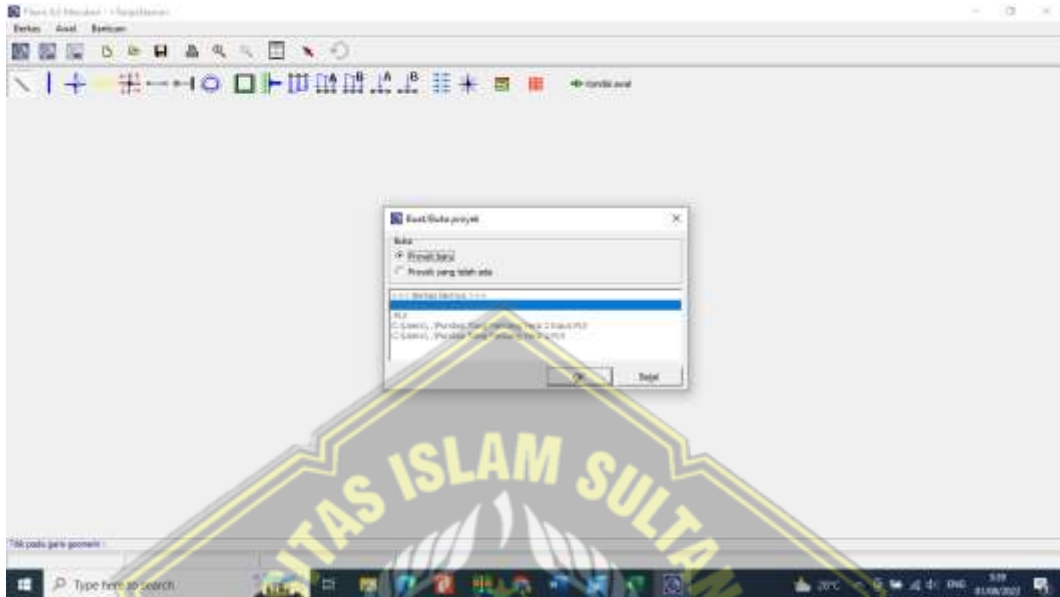
Berdasarkan kedua metode efisiensi kelompok tiang, diambil nilai terkecil, yaitu metode Converse-Labarre dengan $E_g = 0,795$. Dari data hasil perhitungan dengan nilai yaitu = 177,649 Ton

Maka daya dukung ultimate tiang tekan hidrolik kelompok yaitu :

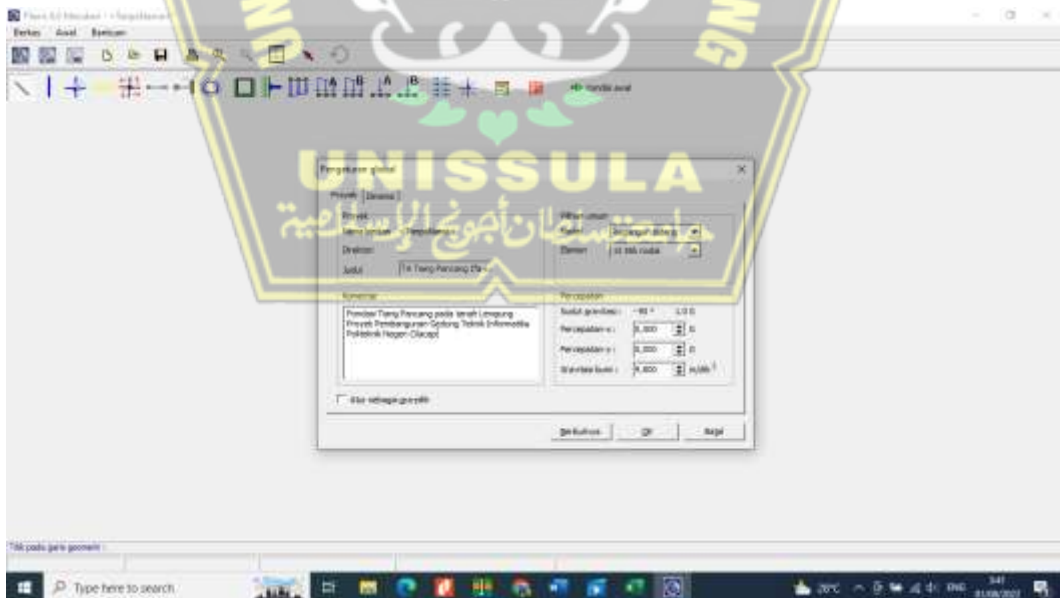
$$\begin{aligned}
 Q_g &= E_g \times n \times Q_{All} \\
 Q_g &= 0,795 \times 3 \times 177,649 \\
 &= 423,693 \text{ Ton} < \text{Gaya Aksial Pondasi} = \mathbf{415,41 \text{ Ton}}
 \end{aligned}$$

4.7 Analisa dengan Program Aplikasi Plaxis 8.6

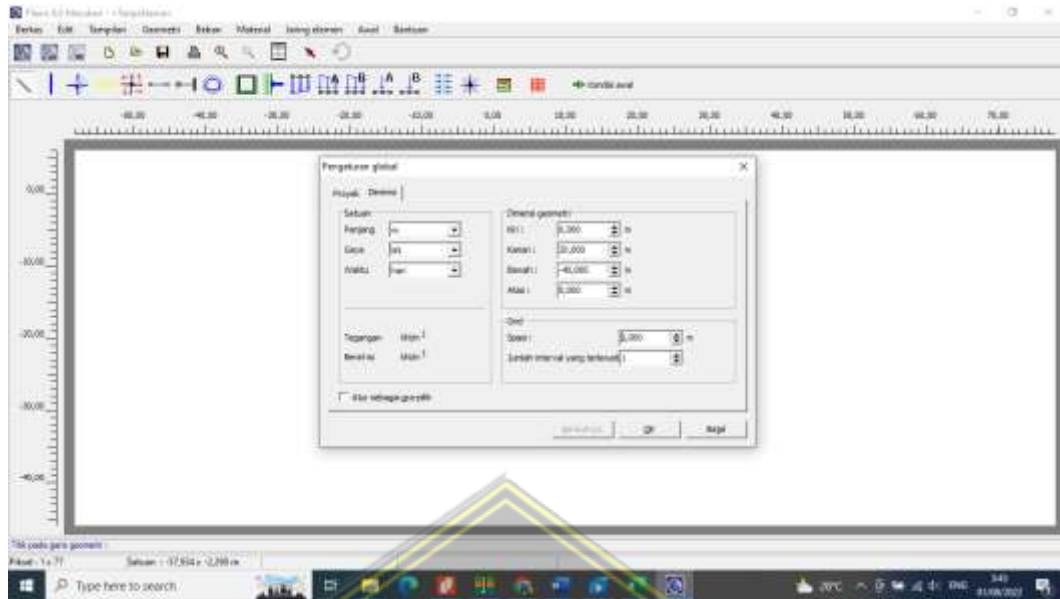
Permodelan menggunakan program plaxis 8.6 dalam menghitung penurunan tanah dengan beban perencanaan sebesar 1384 kN. Langkahnya seperti di bawah:



Gambar 4.5 Kotak dialog toolbar



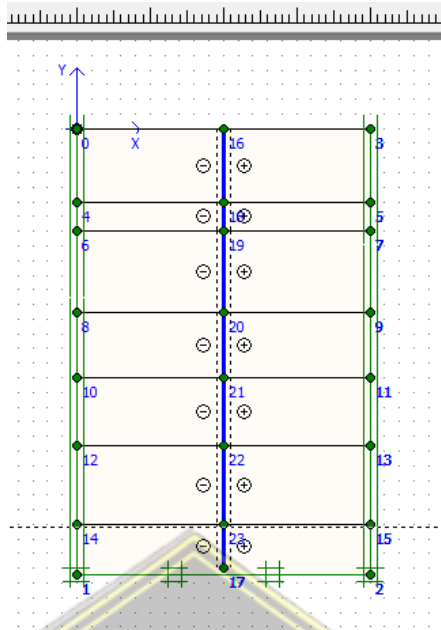
Gambar 4.6 Kotak dialog pilih proyek



Gambar 4.7 Kotak dialog pilih dimensi

Area gambar dengan koordinat sumbu X dalam arah horizontal dan sumbu Y dalam arah vertikal akan muncul setelah mengisi informasi di Pengaturan Umum. Tombol ikon pada toolbar dapat digunakan untuk membuat objek gambar.

Anda dapat menggunakan Line Geometry Toolbar atau titik pada geometri garis di bagian bawah halaman Plaxis untuk membuat pemodelan geometri penampang untuk sementara. memaksakan kondisi batas pada hasil pemodelan penampang untuk setiap sumbu. Fixties Standar (kekakuan standar) digunakan untuk menyediakan kondisi batas, memodelkan lapisan tanah yang terjepit dengan tepat sambil memungkinkan pergerakan vertikal di sisi kanan dan kiri ($U_x=0$; U_y =bebas). memanfaatkan bentuk pemodelan geometrik seperti pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Model geometri penampang Melintang Jepit Standar
(*Standard Fixties*)

4.7.1 Penginputan Data

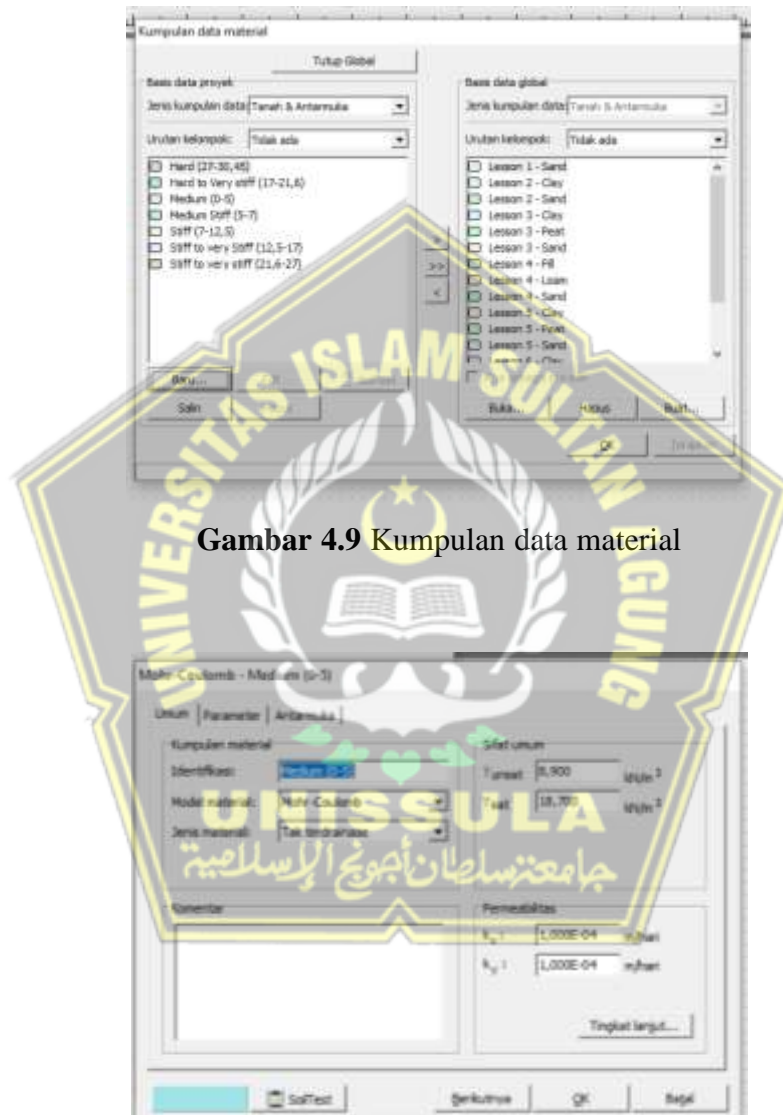
Setting parameter pada Material Sets menghasilkan informasi profil yang digunakan untuk menganalisa bagaimana aplikasi Plaxis 8.6 digunakan, khususnya:

a. Tanah Asli

Model tanah yang dipilih ialah Mohr-Coloumb dengan kebutuhan parameter sebagai berikut:

- Berat volume tanah jenuh air (γ_{sat})
- Berat volume tanah tak jenuh air (γ_{unsat})
- Permeabilitasvarah *horizontal* (k_x)
- Permeabilitas arah vertikal (k_y)
- *Poisson rasio* (μ)
- *Modulus elastisitas* (E)
- Kohesi (c)
- Sudut geser (ϕ)
- Sudut dilatasi (ψ)

Pengisian material lapisan tanah sesuai dengan data parameter tanah yang telah ditentukan pada **Tabel 4.1.** Klik *Material sets* kemudian masukan material jenis-jenis lapisan tanah sesuai dengan data yang didapatkan pada perencanaan proyek Gedung Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap pada Gambar 4.9, Gambar 4.10, dan Gambar 4.11 .



Gambar 4.9 Kumpulan data material


Gambar 4.10 Properti lapisan tanah – pilih umum

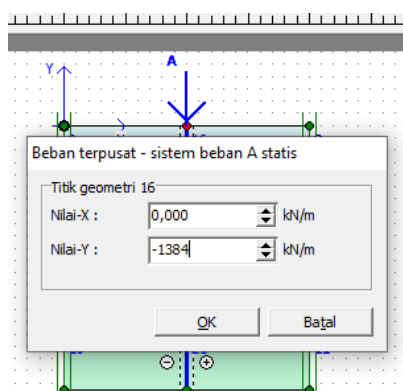


Gambar 4.11 Properti lapisan tanah – pilih parameter

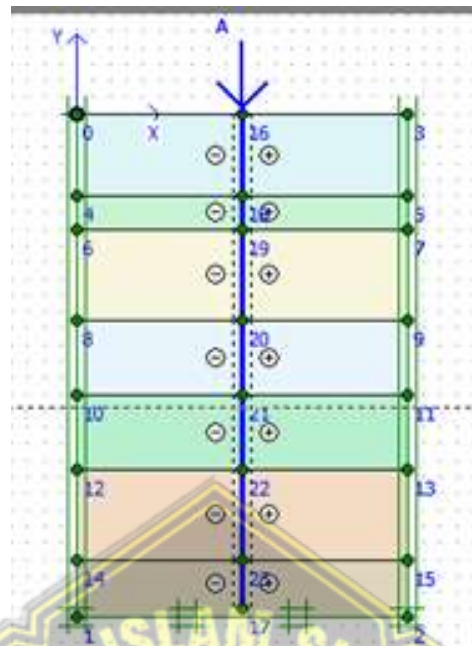


Gambar 4.1 Properti lapisan tanah – pilih antarmuka


- 1) Ulangi langkah diatas untuk menentukan data-data tanah yang akan digunakan.
- 2)  guna memberi beban 1384 kN/m terhadap pile yang dilakukan permodelan sebelumnya.

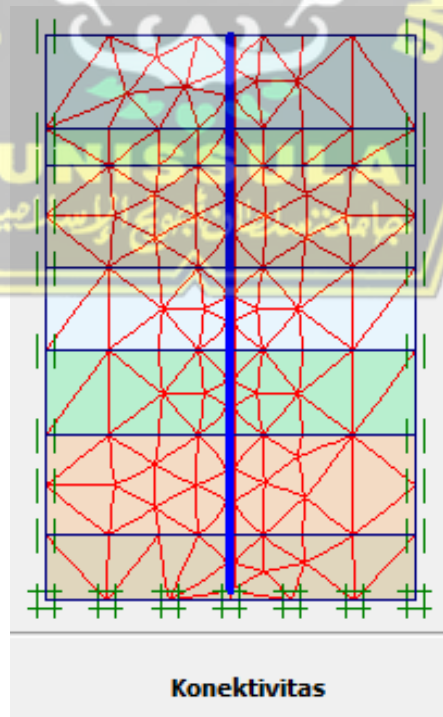


Gambar 4.13 Beban terpusat




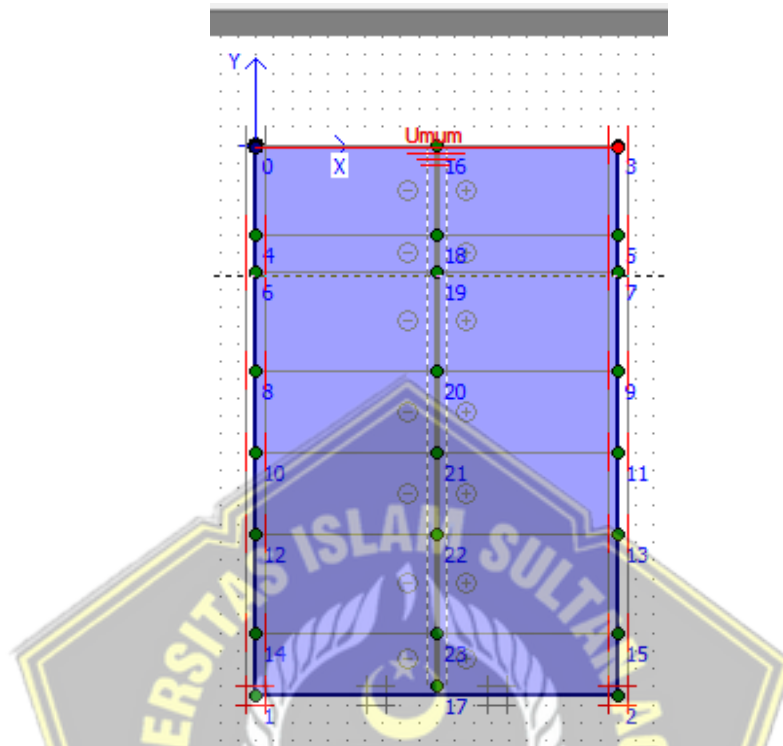
Gambar 4.14 Geometri penampang

- 3)  klik susun jaringan elemen (*mesh*) guna menunjukkan susunan jaringan antar elemen




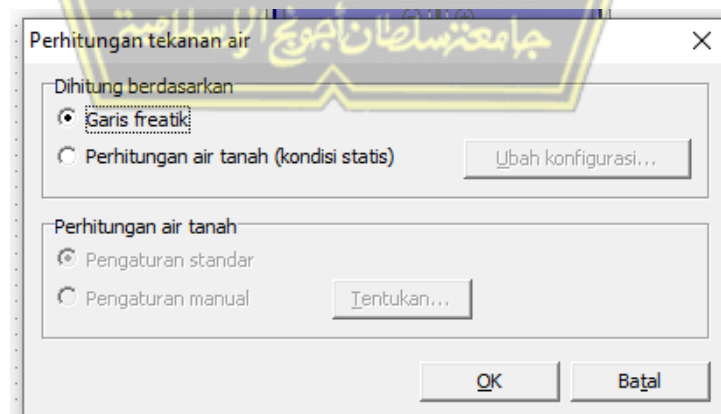
Gambar 4.15 Susunan jaringan elemen (*mesh*)

Klik tombol  guna mendapatkan muka air tanah dengan berat isi air tanah ialah 10 kN/m^3 .

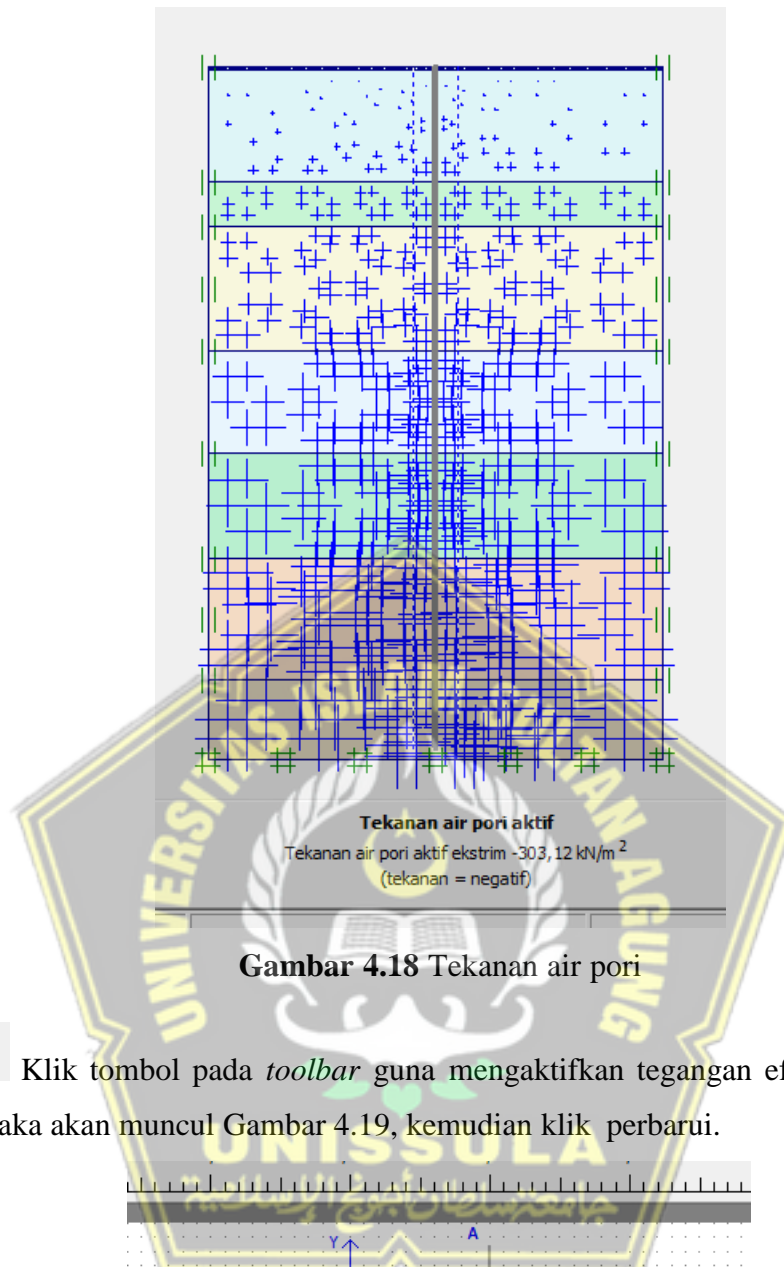


Gambar 4.16 Muka air tanah


- 4)  Klik *toolbar* guna mengaktifkan tekanan air pori, dan klik oke. Kemudian terlihat gambar 4.17, dan klik “perbarui”



Gambar 4.17 Jendela Perhitungan tekanan air

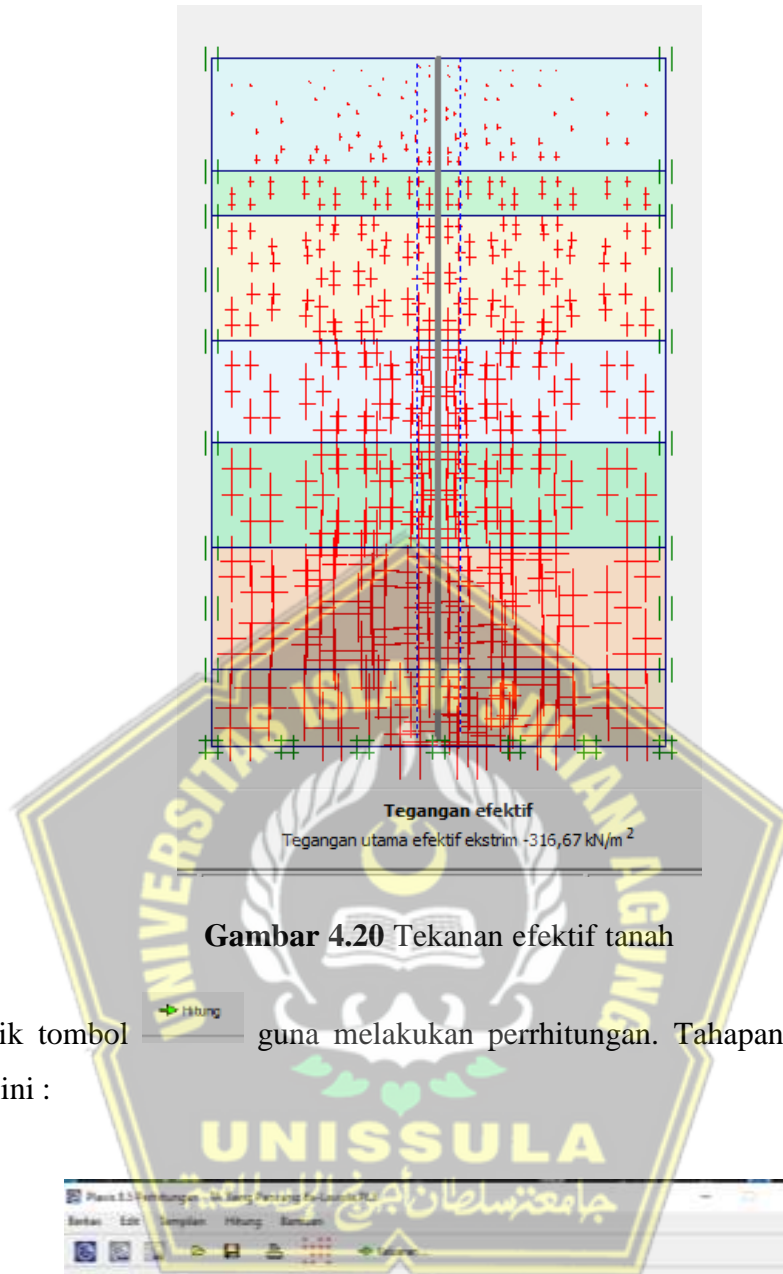


Gambar 4.18 Tekanan air pori


- 5)  Klik tombol pada *toolbar* guna mengaktifkan tegangan efektif dan klik OK, maka akan muncul Gambar 4.19, kemudian klik perbarui.

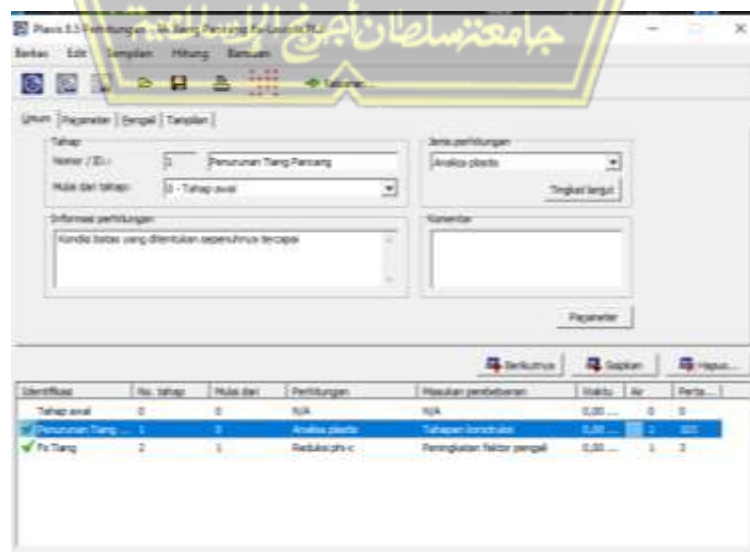
Klaster	Material	OCR	POP	K0
1	MC	N/A	N/A	0,500
2	MC	N/A	N/A	0,500
3	MC	N/A	N/A	0,500
4	MC	N/A	N/A	0,500
5	MC	N/A	N/A	0,500

Gambar 4.19 Prosedur – K0



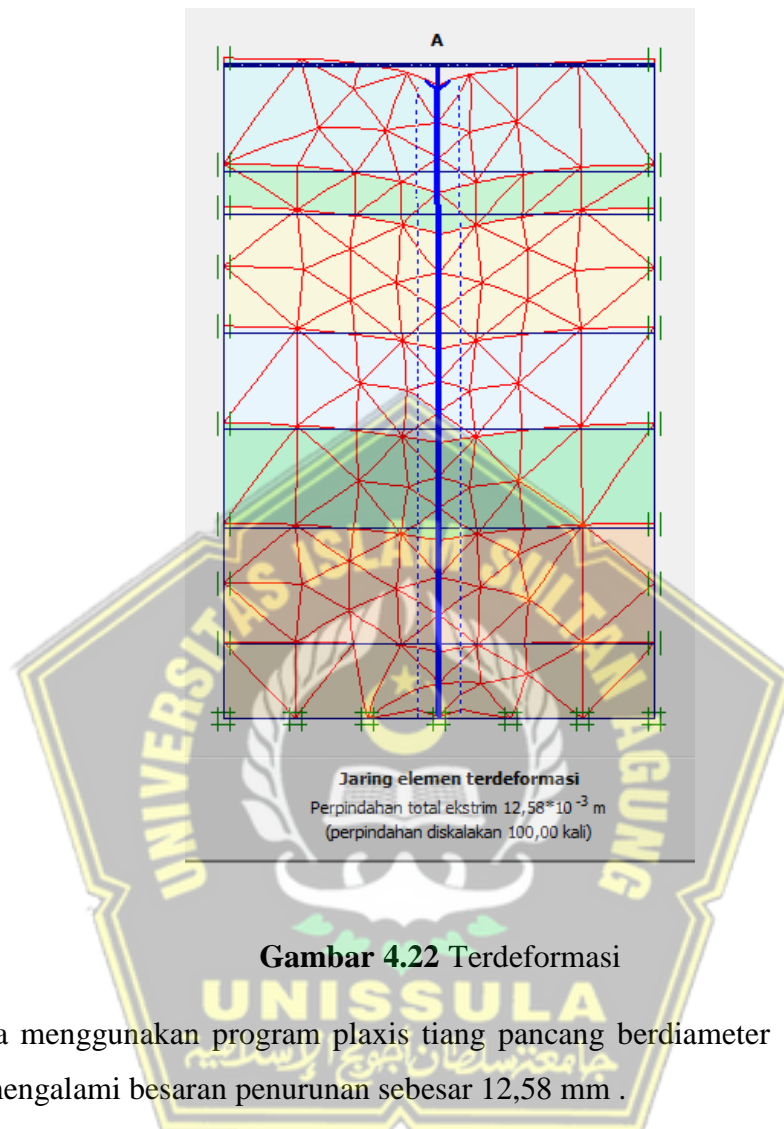
Gambar 4.20 Tekanan efektif tanah

6) Klik tombol  guna melakukan perhitungan. Tahapannya seperti di bawah ini :



Gambar 4.21 Tahap – tahap perhitungan kontruksi

7) Klik simbol  guna melihat *output* perhitungan deformasi



Analisa menggunakan program plaxis tiang pancang berdiameter 0,4 m tunggal akan mengalami besaran penurunan sebesar 12,58 mm .

4.8 Perbandingan Perhitungan

Perhitungan manual dan berbasis komputer menggunakan program aplikasi selesai pada titik ini. Daya dukung tiang dan penurunan tiang merupakan salah satu perhitungan yang dibandingkan antara perhitungan manusia dan perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan program aplikasi.

4.9 Hasil dan Pembahasan

4.9.1 Daya Dukung Tiang pancang, Lateral dan Efisiensi Tiang Kelompok

Dari hasil perhitungan daya dukung fondasi tiang pancang dan penurunan tiang pancang pada Proyek Pembangunan Gedung Informatika dan Teknik Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap baik secara analitis maupun metode elemen hingga, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.4 Daya Dukung Tiang Pancang dari Data Boring Log (Nspt)

Titik	Kedalaman (m)	Metode Meyerhoff	
		Q _{ult} (ton)	Q _{ijin} (ton)
BH-5	30	444,122	148,041

Tabel 4.5 Daya Dukung Lateral Fondasi Tiang Pancang pada Titik BH-5

Metode	Gaya Lateral Ultimit	Gaya Lateral Ijin
	(H _u) (ton)	(H _{ijin}) (ton)
Grafis	16,113	6,445

Tabel 4.6 Efisiensi Tiang Pancang Kelompok

Metode	Efisiensi Tiang (Eg)
<i>Converse – Labarre Formula</i>	0,795
<i>Los Angeles Group</i>	0,855

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa hasil untuk setiap strategi berbeda. Menurut hasil Meyerhoff untuk metode SPT, untuk menghasilkan Qijin yang aman dan realistis, hasil Qu harus dibagi dengan SF (Safety factor) yang signifikan. $E_g = 0,795$ adalah hasil estimasi Formula Converse-Labarre untuk efisiensi grup tiang, sedangkan $E_g = 0,855$ adalah hasil perhitungan Grup Los Angeles. Daya dukung tiang pancang akan berkurang karena efisiensi ini, meskipun tidak memberikan dampak yang signifikan.

4.9.2 Penurunan Tiang Pancang

Tabel 4.7 Hasil Penurunan Tiang Pancang

Metode Penurunan	Hasil Penurunan Tiang (mm)	Kontrol Penurunan Tiang (mm)
Metode <i>Vesic</i> (Tiang Tunggal)	13,253	≤ 40
Program Plaxis	12,58	≤ 40
Metode <i>Vesic</i> (Tiang Kelompok)	31,4	≤ 40

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil Analisa perhitungan manual ataupun proram Software aplikasi pada Proyek Pembangunan Gedung Informatika dan Teknik Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisa perhitungan daya dukung fondasi tiang pancang berdiameter 40cm pada kedalaman 30m dengan metode *Meyerhoff* menggunakan data *Standard Penetration Test* (SPT) diperoleh hasil daya dukung ultimate sebesar 444,122 ton serta daya dukung ijin sebesar 148,041 ton.
2. Hasil analisa perhitungan daya dukung lateral tiang pancang menggunakan metode *Broms* diperoleh sebesar 64,452 kN dan H_u ijin sebesar 6,445 kN
3. Hasil dari perhitungan penurunan fondasi tiang pancang dengan metode *Vesic* diperoleh nilai penurunan tiang tunggal (*single pile*) sebesar 13,253 mm dan penurunan tiang kelompok (*group pile*) sebesar 12,58 mm, dengan penurunan yang diijinkan sebesar 40mm.
4. Hasil dari perhitungan penurunan fondasi tiang pancang dengan menggunakan program aplikasi *Plaxis* diperoleh nilai penurunan tiang tunggal sebesar 12,58 mm, dengan penurunan yang diijinkan sebesar 40mm.

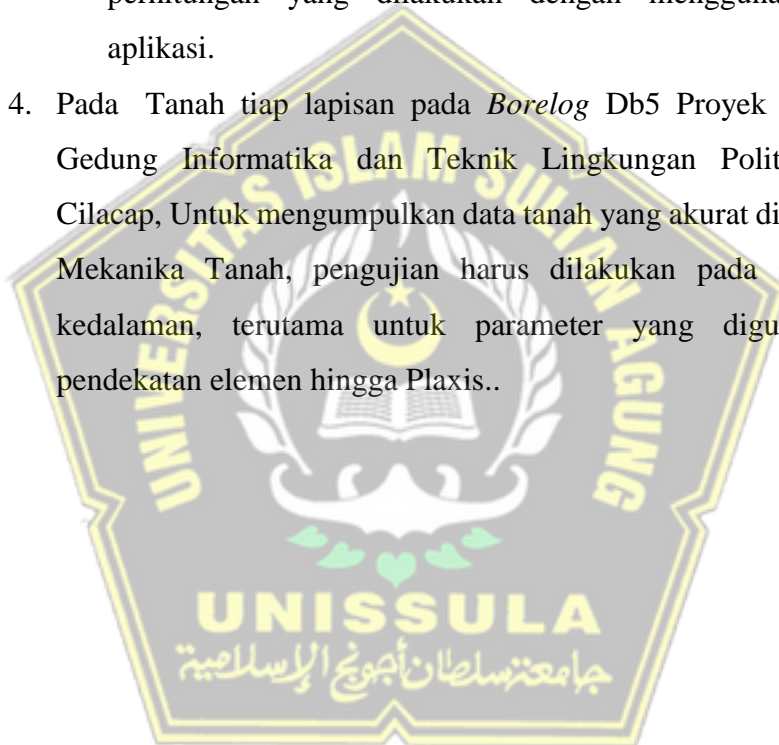
5.2 Saran

Hasil perhitungani analisa laporan tugas akhiri menyimpulkan beberapa saran:

1. Karena keterbatasan data yang dapat penulis kumpulkan, analisis pondasi tiang pancang masih memiliki banyak kekurangan; penulis harus memiliki data teknis lengkap dan data laboratorium (parameter tanah). Penulis akan dapat memperoleh perhitungan

yang lebih akurat berkat kelengkapan data.

2. Saat melakukan perhitungan manual atau menggunakan program aplikasi Plaxis V.8.6, perhatian yang lebih besar harus digunakan.
3. Untuk membantu sebagai alternatif dari hasil perhitungan manual daya dukung dan pengendapan pondasi tiang maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan software aplikasi. Hasilnya dibandingkan dengan perhitungan manual. Oleh karena itu, perlu membandingkan hasil dari kedua perhitungan dalam laporan ini dengan temuan perbandingan antara perhitungan manual dan perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan program aplikasi.
4. Pada Tanah tiap lapisan pada *Borelog* Db5 Proyek Pembangunan Gedung Informatika dan Teknik Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap, Untuk mengumpulkan data tanah yang akurat di Laboratorium Mekanika Tanah, pengujian harus dilakukan pada setiap lapisan kedalaman, terutama untuk parameter yang digunakan dalam pendekatan elemen hingga Plaxis..



DAFTAR PUSTAKA

- Akbar Tawakal, Surya (2018) “ *Analisis Fondasi Tiang Pancang Ditinjau Dari Daya Dukung Dan Penurunan (Studi Kasus Jembatan UB Relokasi Jalan Tol Semarang – Batang Seksi 4-5)* . Undergraduate Thesis, Universitas Islam Sultan Agung.
- Das Braja M., 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*, Erlangga.
- Gunawan, Muhammad, Oktaviana, Ida Sri, B. Arifin. 2014, *Rasio Hubungan Nilai Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Pengujian Sondir, Kalendering, Dan Tes PDA Pada Jembatan Pelawa Kabupaten Marigi Mautong*, JOURNAL TEKNIK SIPIL INFRASTRUKTUR, Vol 4, No.1.
- Hanun, Amirah, “ *Analisis Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang Dengan Metode Analitis Dan Metode Elemen Hingga (Proyek Pembangunan Jalan Tol Medan – Binjai Seksi 1 Lokasi Jembatan Sungai Deli STA 1 + 575) “*
- Hardiyatmo, HC. 2003. “*Mekanika Tanah II*”, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Pane, Nurhayati, “ *Analisis Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang Diameter 0.6 Meter Panjang 21 Meter (Proyek Pembangunan Jalan Tol Medan – Kualanamu –*

Tebing Tinggi Seksi IA Lokasi Box Traffic Interchange STA 32 + 844.390) “

Rasyid, Faris Al (2020) “ *Analisis Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang Struktur Jembatan Pada Tanah Lempung (Studi Kasus : Proyek Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 3). S1 – Sarjana Thesis. Universitas Mercu Buana Jatisampurna.*

Sardjono. 1998, *Fondasi Tiang Pancang Jilid I*, Surabaya ; Sinar Wijaya.

