

TUGAS AKHIR

**ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI DALAM
GEDUNG SHOWROOM WISMA SEHATI SEMARANG**

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



Disusun Oleh :

Reza Ahmad Hajri

NIM : 30201900178

Okvian Candra Wijaya

NIM : 30201900164

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

2023

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI DALAM
GEDUNG SHOWROOM WISMA SEHATI SEMARANG
(Jl. Dr. Cipto No. 1, Kota Semarang, Kota Semarang Jawa Tengah)

Yang diajukan oleh :



Reza Ahmad Hajri
NIM : 30201900178



Okvian Candra Wijaya
NIM : 30201900164

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, Juli 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Dr. Abdul Rochim, ST. MT**

NIDN : 0610118101

2. **Dr. Rifqi Brilyant Arief, ST.MT**

NIDN : 0622057701

3. **Prof. Ir. H. Pratikso, MST., Ph.D**

NIDN : 0610118101

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 28 / A.2 / SA – T / X / 2023

Pada hari ini tanggal 4-08-2023 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Dr. Abdul Rochim, ST., MT
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Dr. Rifqi Brilyant Arief, ST. MT
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

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

Reza Ahmad Hajri

Okvian Candra Wijaya

NIM : 30201900178

NIM : 30201900164

Judul : ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI DALAM GEDUNG SHOWROOM WISMA SEHATI SEMARANG

Dengan tahapan sebagai berikut :

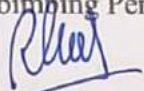
No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan Dosen Pembimbing	07/03/2023	ACC
2	Pengumpulan Data	20/03/2023	ACC
3	Seminar Proposal	12/05/2023	ACC
4	Analisis Data	05/06/2023	ACC
5	Penyusunan Laporan	15/06/2023	ACC
6	Selesai Laporan	01/08/2023	ACC

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

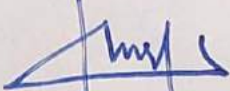
Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping


Dr. Abdul Rochim, ST., MT.


Dr. Rifqi Brilyant Arief, ST. MT

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil


Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

1. NAMA : Reza Ahmad Hajri

NIM : 30201900178

2. NAMA : Okvian Candra Wijaya

NIM : 30201900164

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI DALAM GEDUNG SHOWROOM WISMA SEHATI SEMARANG

benar bebas 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, Juli 2023
Yang membuat pernyataan

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2

Reza Ahmad Hajri
NIM : 30201900178

Okvian Candra Wijaya
NIM : 30201900164

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

1. NAMA : Reza Ahmad Hajri
NIM : 30201900178
2. NAMA : Okvian Candra Wijaya
NIM : 30201900164

JUDUL TUGAS AKHIR : Analisis Daya Dukung Fondasi Dalam Gedung
Showroom Wisma Sehati Semarang

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, Juli 2023
Yang membuat pernyataan,

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2



Reza Ahmad Hajri
NIM : 30201900178

Okvian Candra Wijaya
NIM : 30201900164

MOTTO

Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (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 :110)

.Jikalau penduduk negeri-negeri beriman dan bertaqwa. Pastilah kami akan melimpahkan kepada mereka berkah dari langit dan bumi, tetapi mereka mendustakan (ayat-ayat kami)itu, maka kami siksa mereka disebabkan perbuatannya (Qs. Al A'raf: 96)

Tidak ada kesuksesan melainkan dengan pertolongan Allah” (Qs. Huud : 88)

“Barang siapa yang bertaqwa kepada Allah, maka Allah memberikan jalan keluar kepadanya dan memberi rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka. (Qs. Ath Thalaq : 2)

Janganlah kamu bersikap lemah dan janganlah pula kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi derajatnya jika kamu beriman. (Qs. Ali Imran :139)

Dan barang -siapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Allah menjadikan baginya kemudahan dalam urusannya.” — (Q.S At-Talaq: 4)

"Ketahuilah bahwa kemenangan bersama kesabaran, kelapangan Bersama kesempitan, dan kesulitan bersama kemudahan". (HR Tirmidzi)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan pemilik jiwa dan alam semesta yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, sahabatnya dan juga para pengikutnya. Tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya, Bapak saya Slamet, S.Pd.Fis dan Ibu saya Wagini, atas semua dukungan moral maupun material, kasih sayang, kesabaran dan do'a.
2. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST. MT dan Dr. Rifqi Brilyant Arief, ST. MT yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberikan bimbingan pada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
3. Seluruh dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA, terimakasih atas semua ilmunya yang sangat bermanfaat.
4. Kakak saya Henny Prasetyani, M.Pd. dan seluruh keluarga saya, terima kasih atas support dan masukan yang selalu diberikan.
5. Sahabat sekaligus partner laporan tugas akhir saya Okvian Candra Wijaya, terimakasih atas waktu dan semangatnya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Semua teman-teman Fakultas Teknik Sipil UNISSULA angkatan 2019, dan seluruh elemen KMFT terimakasih atas semua bantuan, perhatian dan semangatnya.
7. Untuk teman-temanku Ghoru Menuju Cumlaude dan Bdx Team serta teman-teman seperjuangan terima kasih atas masukan dan bantuannya selama ini.

Reza Ahmad Hajri

NIM : 30201900178

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan pemilik jiwa dan alam semesta yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, sahabatnya dan juga para pengikutnya. Tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya, Bapak saya Sumaryo dan Ibu saya Suyati, atas semua dukungan moral maupun material, kasih sayang, kesabaran dan do'a.
2. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST. MT dan Dr. Rifqi Brilyant Arief, ST. MT yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberikan bimbingan pada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
3. Seluruh dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA, terimakasih atas semua ilmunya yang sangat bermanfaat.
4. Kakak saya Candra Tri Widodo, terima kasih atas support serta masukan yang selalu diberikan.
5. Sahabat sekaligus partner laporan tugas akhir saya Reza Ahmad Hajri, terimakasih sudah mau bertahan sampai sejauh ini dan juga terimakasih atas waktu serta semangatnya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Semua teman-teman Fakultas Teknik Sipil UNISSULA angkatan 2019, terkhusus kepada teman-teman Kontrakan Yellow dan Ghorl Menuju Cumlaude terimakasih atas semua bantuan, perhatian dan semangatnya.

Okvian Candra Wijaya

NIM : 30201900164

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya laporan Tugas Akhir ini dapat terselasaikan dengan baik tentang “ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI DALAM GEDUNG SHOWROOM WISMA SEHATI SEMARANG”, guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Sarjana Teknik Sipil di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyusunan tugas akhir ini, yaitu:

1. Bapak M. Rusli Ahyar, ST., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST. MT. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan pada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
3. Dr. Rifqi Brilyant Arief, ST. MT selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan pada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
5. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya, semoga tugas akhir ini bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembacanya.

Semarang, Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN	xv
ABSTRAK.....	xvii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 4
2.1. Definisi Umum Tanah.....	4
2.2. Penyelidikan Tanah di Lapangan dengan Kegiatan Pengeboran Tanah	4
2.3. Penyelidikan Lapangan dengan <i>Standart Penetration Test (SPT)</i>	5
2.3.1. Fungsi hasil penyelidikan <i>SPT</i>	6
2.4. Pengujian Sondir (<i>Cone Penetrometer Test, CPT</i>)	6
2.4.1. Fungsi pengujian sondir	7
2.5. Fondasi Dalam	8
2.6. Pengertian Fondasi Tiang Pancang	9
2.6.1. Pembagian Fondasi Berdasarkan Pada Bahan Penyusun	9
2.6.2. Tahapan Penyebaran Beban	11
2.7. Pemancangan Fondasi Tiang Pancang	12
2.7.1. Masalah Yang Menyangkut Pemancangan	12
2.8. Kapasitas Daya Dukung Aksial Tanah Fondasi	13
2.8.1. <i>Metode Reese & Wright 1977</i>	13
2.8.2. <i>Metode Meyerhof</i>	16
2.8.3. <i>Metode Tomlinson</i>	19
2.9. Kapasitas Daya Dukung Lateral Tanah Fondasi	22
2.9.1. <i>Metode Broms</i>	22
2.10. Penurunan Fondasi Tiang Pancang dengan Metode <i>Vesic</i>	23
2.10.1. Penurunan Fondasi Tiang <i>Single</i> atau Tunggal.....	23
2.10.2. Penurunan Fondasi Kelompok Tiang	25
2.11. Alasan Pemilihan Tiang Fondasi	25
2.12. Parameter Tanah	26

BAB III METODOLOGI.....	28
3.1. Data Umum	28
3.2. Data Teknis	28
3.3. Teknik Pengumpulan Data	36
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Tinjauan Umum	30
4.2. Permodelan Struktur Atas dengan Program Etabs v.20.30	31
4.2.1. Data Umum Bangunan	31
4.2.2. Analisis Pembebanan Struktur	32
4.3. Daya Dukung Aksial Tanah Fondasi <i>Existing (Single Pile)</i>	39
4.3.1. Daya Dukung Aksial Tanah Fondasi Metode <i>Reese & Wright</i>	42
4.3.2. Daya Dukung Aksial Tanah Fondasi Metode <i>Meyerhoff</i>	45
4.3.3. Daya Dukung Tanah Fondasi Metode <i>Tomlinson</i>	47
4.3.4. Hasil Perhitungan	49
4.4. Daya Dukung Lateral Fondasi Satu Tiang (<i>Single Pile</i>).....	49
4.4.1. Daya Dukung Lateral <i>Ultimit</i> Menurut Metode <i>Broms</i>	49
4.5. Daya Dukung Fondasi Kelompok Tiang (<i>Group Pile</i>).....	51
4.5.1. Menentukan Jumlah Pile	51
4.5.2. Menentukan Jarak Tiang	52
4.5.3. Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang.....	52
4.6. Mengetahui Penurunan Fondasi Tiang Pancang Menggunakan Bantuan Metode <i>Vesic</i>	55
4.6.1 Perhitungan Penurunan Fondasi Tiang Pancang Tunggal (<i>Single Pile</i>) ...	56
4.6.2. Perhitungan Penurunan Kelompok Tiang Fondasi Tiang Pancang (<i>Group Pile</i>).....	58
4.7. Hasil Perhitungan Menggunakan Aplikasi.....	60
4.7.1. Penurunan Fondasi Tiang Pancang Menggunakan <i>Plaxis 8.6</i>	60
4.7.2. Analisa Permodelan dengan Program Aplikasi <i>AllPile</i>	68
4.7.3. Hasil Perhitungan Penurunan Fondasi	73
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	74
5.1. Kesimpulan	74
5.2. Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

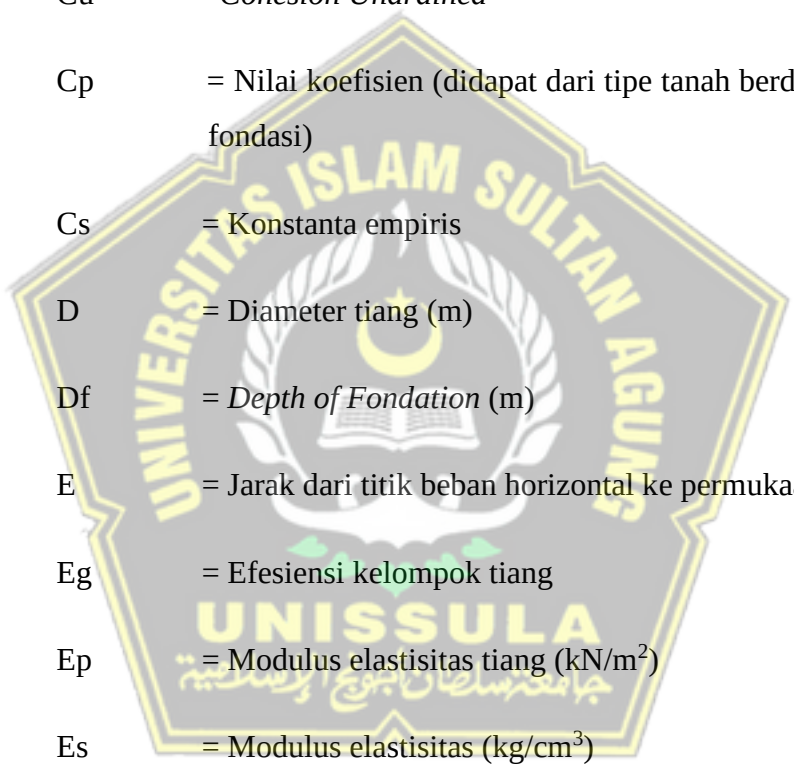
Tabel 2.1. Nilai Koefisien C_p	24
Tabel 2.2. Jarak Interval Nilai Modulus Elastisitas Tanah	24
Tabel 2.3. Korelasi Antara Jenis Tanah dan <i>Poission Ratio</i>	26
Tabel 2.4. Kuat Geser Dalam.....	26
Tabel 2.5. Nilai Permeabilitas Tanah.....	27
Tabel 4.1. Faktor Keutamaan Struktur.....	33
Tabel 4.2. Faktor Reduksi Gempa	35
Tabel 4.3. Beban Struktur Atas	38
Tabel 4.4. Perhitungan Daya Dukung Aksial Metode <i>Reese & Wright</i>	45
Tabel 4.5. Perhitungan Daya Dukung Aksial Metode <i>Meyerhoff</i>	47
Tabel 4.6. Perhitungan Daya Dukung Aksial Metode <i>Tomlinson</i>	48
Tabel 4.8. Hasil Perhitungan dan Perbandingan Daya Dukung Aksial Tanah Fondasi	49
Tabel 4.8. Perhitungan Jumlah Tiang Karena Beban Aksial	51
Tabel 4.9. Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang Fondasi	55
Tabel 4.10. Parameter Tanah.....	59
Tabel 4.11. Hasil Perhitungan	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Fondasi Sumuran.....	8
Gambar 2.2. <i>Spun Pile</i>	8
Gambar 2.3. Fondasi Tiang Pancang Kayu.....	9
Gambar 2.4. <i>Spun Pile</i>	10
Gambar 2.5. Fondasi Tiang Pancang Baja	10
Gambar 2.6. Fondasi Tiang Pancang <i>End Bearing pile</i>	11
Gambar 2.7. Fondasi Tiang Pancang <i>Friction Pile</i>	11
Gambar 2.8. Pekerjaan Pemancangan.....	13
Gambar 2.9. Grafik Korelasi antara Tahanan Ujung Ultimit dengan NSPT Tanah Non-kohefif (Reese, L.C.& Wright 1977).....	14
Gambar 2.10. Grafik Korelasi Tahanan Selimut dengan NSPT (Reese, L.C.& Wright 1977).....	16
Gambar 2.11. Grafik Korelasi antara Kohesi Tanah (Cu) dengan Faktor Adhesi (α) (Hardiyatmo 2018).....	18
Gambar 2.12. Grafik Daya Dukung <i>Lateral Ultimit</i> (Broms 1964).....	22
Gambar 3.1. Diagram Alir Analisis Fondasi Tiang Pancang.....	29
Gambar 4.1. Denah Fondasi.....	30
Gambar 4.2. Permodelan Struktur dengan Program ETABS v.20.30.....	31
Gambar 4.3. Grafik Respons Spektrum	34
Gambar 4.4. Respons Spektrum Jenis Tanah Lunak Wilayah Semarang.....	36
Gambar 4.5. Titik Joint yang Direncanakan	37
Gambar 4.6. Data Tanah	41
Gambar 4.7. Keterangan Tanah	42
Gambar 4.8. Detail Fondasi PC 3.....	53
Gambar 4.9. Detail Fondasi PC 7.....	54
Gambar 4.10. Pengaturan Awal Untuk Satuan	60
Gambar 4.11. Profil Tanah.....	60
Gambar 4.12. Kebutuhan Data Umum Bahan Material.....	61
Gambar 4.13. Data Tolak Ukur Penelitian.....	61
Gambar 4.14. Data Antar Muka Material	62

Gambar 4.15. Data Material Fondasi	62
Gambar 4.16. Pemodelan Fondasi Tiang Pancang.....	63
Gambar 4.17. Input Beban	63
Gambar 4.18. Beban Fondasi Tiang.....	64
Gambar 4.19. Susunan Jaringan Elemen.....	64
Gambar 4.20. Air Pada Permukaan Tanah	65
Gambar 4.21. Besar Tekanan Air Pada Pori Aktif.....	65
Gambar 4.22. Mengaktifkan Tekanan Air Pori Awal	66
Gambar 4.23. Tahap-tahap Perhitungan Konstruksi	66
Gambar 4.24. Perpindahan Total <i>Group P3</i>	67
Gambar 4.25. Perpindahan Total <i>Group P7</i>	67
Gambar 4.26. Input Pada <i>Pile Type</i>	68
Gambar 4.27. Input Pada <i>Pile Profile</i>	68
Gambar 4.28. Hasil Input Pada <i>Pile Section</i>	69
Gambar 4.29. Hasil Input Pada <i>Pile Properties</i>	69
Gambar 4.30. Hasil Input Pada <i>Load and Group</i>	70
Gambar 4.31. Hasil Input Dari <i>Soil Properties</i>	70
Gambar 4.32. Hasil Input Dari <i>Advance Page</i>	71
Gambar 4.33. Hasil Dari <i>Vertical Analysis</i>	71
Gambar 4.34. Hasil Yang Diperoleh Dari <i>Vertical Analysis Group Pile P3</i>	72
Gambar 4.35. Hasil Yang Diperoleh Dari <i>Vertical Analysis Group Pile P7</i>	72

ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN



A_p	= Luas penampang tiang (m^2)
A_s	= Luas selimut tiang (m)
A_s	= Luas tulangan tiang (m^2)
B	= Lebar (m)
B_g	= Lebar pilecap (m)
C	= Kohesi (kg/cm^2)
C_u	= <i>Cohesion Undrained</i>
C_p	= Nilai koefisien (didapat dari tipe tanah berdasarkan jenis fondasi)
C_s	= Konstanta empiris
D	= Diameter tiang (m)
D_f	= <i>Depth of Foundation</i> (m)
E	= Jarak dari titik beban horizontal ke permukaan tanah (m)
E_g	= Efisiensi kelompok tiang
E_p	= Modulus elastisitas tiang (kN/m^2)
E_s	= Modulus elastisitas (kg/cm^3)
W_s	= Berat butiran padat (gr)
Q_{ult}	= Kapasitas ultimit
Q_s	= Daya dukung selimut tiang
Q_p	= Daya dukung tiang
Q_a	= Q allowable

P	= Keliling (m)
V _a	= Volume udara (cm ³)
V _v	= Volume pori (cm ³)
V _s	= Volume padat (cm ³)
V _w	= Volume air (cm ³)
W _s	= Berat butiran padat (gr)
α	= Faktor adhesi (0,55)
L	= Panjang tiang (m)
u	= Daya dukung ultimit
P	= Beban bangunan pada joint
η	= Efisiensi kelompok tiang
n ₁	= Jumlah baris tiang
n ₂	= Jumlah tiang dalam satu baris
θ	= $\tan^{-1} (D/S)$
S _c	= Total penurunan tiang pancang
S _{e(1)}	= Penurunan elastis tiang pancang
S _{e(2)}	= Penurunan tiang pancang dikarenakan beban pada ujung tiang
S _{e(3)}	= Penurunan tiang pancang dikarenakan beban pada ditransmisikan sepanjang kulit tiang
S _g	= Penurunan fondasi pada tiang kelompok (m)
D _x	= Tinggi efektif pile (mm)
B _o	= Keliling penampang geser pons (mm)
b ₁	= Panjang bentang pile cap arah x (mm)
b ₂	= Panjang bentang pile cap arah y (mm)
b	= Lebar Pile Cap
n	= Jumlah Tulangan

ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI DALAM GEDUNG SHOWROOM WISMA SEHATI SEMARANG

Oleh :

Reza Ahmad Hajri¹⁾, Okvian Candra Wijaya¹⁾, Abdul Rochim²⁾, Rifqi Brilyant
Arief²⁾

ABSTRAK

Pembangunan Showroom Wisma Sehati Semarang yang terletak di Jalan Dr. Cipto No 1, Kota Semarang, Jawa Tengah. Dalam penyusunan tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui perhitungan besar pembebanan struktur atas gedung yang berjumlah 4 lantai, kapasitas fondasi, serta penurunan fondasi yang terjadi. Hal ini dilakukan agar dapat menghasilkan perhitungan struktur bangunan yang aman dan efisien sesuai dengan standar SNI yang berlaku di Indonesia. Tujuan studi ini adalah menganalisis penurunan fondasi P3 dan P7 pada proyek pembangunan Gedung Showroom Wisma Sehati Semarang.

Perencanaan awal dilakukan dengan memperhitungkan beban aksial dengan menggunakan program ETABS v.20.30. Sehingga memperoleh hasil *output* yang akan digunakan untuk menghitung daya dukung fondasi aksial dan lateral dengan menggunakan metode Resse & Wright, Meyerhoof, Tomlinson, dan Brooms. Selanjutnya dilakukan perhitungan penurunan dengan menggunakan metode manual Vesic, serta program aplikasi Allpile dan Plaxis.

Dalam analisis daya dukung fondasi *spun pile* dengan diameter 450 mm yang dihitung secara manual, di dapat nilai daya dukung ujung (QP) pada kedalaman 26 meter sebesar 200,214 kN, daya dukung selimut sebesar 474,13 kN, daya dukung aksial (Qu) sebesar 674,3 kN, dan nilai daya dukung ijin (Qall) sebesar 224,8 kN. Daya dukung lateral pada fondasi menggunakan metode *Brooms* sebesar 18,294 kN. Analisa penurunan yang terjadi akibat beban aksial dan beban lateral pada fondasi *spun pile* secara manual di dapat nilai penurunan $Se_{(1)}$ 10,084 mm, penurunan $Se_{(2)}$ 10,593 mm, penurunan $Se_{(3)}$ 0,932 mm. Sehingga nilai penurunan total Se 21,61 mm, dengan batas nilai penurunan yang diijinkan yaitu 45 mm. Analisa penurunan fondasi *spun pile* menggunakan program Plaxis menghasilkan penurunan pada fondasi *spun pile* pada P3 sebesar 58,45 mm dan pada P7 sebesar 128,57 mm. Selanjutnya Analisis penurunan fondasi *spun pile* menggunakan program Allpile pada P3 sebesar 2 mm dan pada P7 sebesar 2,6 mm.

Kata Kunci : Fondasi, Tiang pancang *spun pile*, Daya dukung fondasi, penurunan fondasi.

ANALYSIS OF FOUNDATION BEARING CAPACITY IN THE WISMA SEHATI SHOWROOM SEMARANG

By :

Reza Ahmad Hajri¹⁾, Okvian Candra Wijaya¹⁾, Abdul Rochim²⁾, Rifqi Brilyant
Arief²⁾

ABSTRACT

The construction of the Wisma Sehati Semarang Showroom, situated at Jalan Dr. Cipto No. 1, Semarang City, Central Java, is currently underway. The objective of this final project is to ascertain the evaluation of the load-bearing capacity of the superstructure of a 4-story edifice, the foundation's ability to support said structure, as well as the settlement that occurs within the foundation. The aim is to generate precise and efficient calculations for the building's structure, adhering to the prevailing standards set by SNI in Indonesia. This study seeks to determine the decrease in the P3 and P7 foundations in the Wisma Sehati Semarang Showroom Building project.

The preliminary process involves computing the axial force utilizing the ETABS v.20.30 software. This is done in order to acquire the generated outcomes which will be utilized to determine the load-bearing capacity of both the axial and lateral foundations through the Resse & Wright, Meyerhoof, Tomlinson, and Brooms techniques. Additionally, settlement calculations were performed using the Vesic manual method, along with the Allpile and Plaxis Application software.

In the manually calculated bearing capacity analysis of the 450 mm diameter spun pile foundation, the final bearing capacity (QP) value at a depth of 26 meters is 200.214 kN, the bearing capacity of the cover is 474.13 kN. , the axle load capacity (Qu) is 674.3 kN and the allowable load capacity (Qall) is 224.8 kN. The lateral bearing capacity of the foundation according to the Broms method is 18,294 kN. The settlement analysis caused by axial and lateral loading of the pile foundations gives manual Se(1) settlement of 10.084 mm, Se(2) settlement of 10.593 mm, Se (3) settlement of 0.932 mm. So the total amount of settlement is 21.61 mm, at the limit of the permissible settlement value of 45 mm. The subsidence analysis of the surface pile foundations with the Plaxis program gave 58.45 mm subsidence of the spin pile foundations at points P3 and 128.57 mm at point P7. In addition, the compression analysis of pile foundations using the Allpile program is 2 mm at point P3 and 2.6 mm at point P7..

Keywords: *Foundation, spun pile, foundation bearing capacity, foundation settlement.*

¹⁾Student of Civil Engineering Faculty UNISSULA

²⁾Lecturer of Civil Engineering Faculty UNISSULA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan negara Indonesia sebagai negara berkembang ditandai adanya konstruksi bangunan yang melaju sangat pesat yang ditandai dengan terciptanya bangunan bertingkat. Terciptanya suatu bangunan di dukung dengan perencanaan yang baik dan tepat. Komponen penyusun suatu bangunan terdiri dari struktur, komponen arsitektur, komponen elektrik, dan komponen mekanikal. Berdirinya suatu bangunan tidak terhindar dari adanya fondasi. Fondasi merupakan aspek pertama yang harus dibangun untuk kemudian melanjutkan struktur diatasnya. Fungsi fondasi sangat penting untuk terciptanya bangunan yang tahan terhadap beban atau gaya. Fondasi diartikan sebagai konstruksi yang dibuat dengan tujuan menopang beban dan memberikan atau mendistribusikan beban dari beban struktur ke permukaan tanah yang ada di sekitar bangunan.

Pengelompokan jenis fondasi terbagi menjadi dua tipe yaitu fondasi dangkal dan fondasi dalam. Penggunaan fondasi berdasarkan pada fungsi beban bangunan yang akan di tumpu. Fondasi dangkal difungsikan untuk bangunan dengan beban sedang ke ringan atau menopang beban tidak terlalu besar. Penggunaan fondasi dangkal biasanya pada bangunan rumah sederhana, bangunan drainase, dan bangunan sederhana lainnya. Sedangkan untuk fondasi dalam biasanya digunakan untuk menahan beban sedang ke tinggi. penggunaan fondasi dalam untuk pembangunan dermaga pantai, bangunan gedung bertingkat dan bangunan dengan skala besar lainnya.

Penelitian ini akan memfokuskan tentang analisa daya dukung tanah pada fondasi dalam. Fondasi dalam yang dimaksudkan adalah fondasi tiang pancang. Fondasi tiang pancang dibuat dengan beton precast yang pembuatannya dilakukan di pabrik. Fondasi tiang pancang dapat menahan gaya horizontal dan dapat mendistribusikan beban ke lapisan tanah keras. Fondasi tiang pancang juga dapat menahan beban angin dan juga beban gempa bumi pada bangunan. Fondasi tiang pancang biasanya difungsikan untuk bangunan air seperti dermaga, kolam retensi, bendungan dan sebagainya.

Untuk mendukung penyelesaian pada proyek akhir ini, dibutuhkan data daya dukung tanah sekitar pembangunan gedung yang diteliti. Nilai daya dukung tanah didapatkan dari hasil penyelidikan tanah. Penyelidikan tanah yang umum dipakai untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah adalah pengujian sondir dan penyelidikan SPT atau *standard penetrasi test*. Penyelidikan sondir merupakan penyelidikan yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan tanah pada tiap-tiap lapisan. Hasil dari penyelidikan sondir akan dituangkan dalam bentuk diagram yang berisi tentang nilai tahanan konus. Tahanan konus digunakan untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah. Sedangkan, pengujian SPT merupakan pengujian yang bersifat dinamis dalam mendapatkan ciri dari tanah. Pengujian SPT juga difungsikan untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah.

Dengan demikian, pengujian tanah ini bersifat penting dalam langkah awal sebelum dibangun sebuah bangunan. Penyelidikan tanah penting untuk mendapatkan informasi mengenai tingkat kepadatan tanah, jenis tanah, karakteristik tanah, dan juga struktur lapisan tanah. Hal tersebut dilakukan untuk menciptakan suatu bangunan yang kuat, aman serta bernilai tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Peneliti mendapatkan rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapakah besar dari beban struktur yang ditopang oleh gedung?
2. Berapakah nilai daya dukung tanah yang dihasilkan dari penyelidikan sondir, penyelidikan *standard penetrasi test* dan parameter kuat geser pada tanah?
3. Berapakah nilai dari penurunan fondasi tiang pancang pada gedung?

1.3 Maksud dan Tujuan

Dari uraian latar belakang kemudian ditarik tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui besar dari beban struktur yang ditopang oleh gedung.
2. Mendapatkan nilai daya dukung tanah yang dihasilkan dari penyelidikan sondir, penyelidikan *standard penetrasi test* dan parameter kuat geser pada tanah.
3. Mendapatkan nilai dari penurunan fondasi tiang pancang pada gedung.

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi melebar nya masalah, penulis membatasi penelitian ini dengan batasan sebagai berikut:

1. Penelitian ini mengambil lokasi pengumpulan data di Jl. Dr. Cipto No. 1, Kota Semarang, Jawa Tengah.
2. Pemilihan struktur fondasi pada penelitian ini adalah jenis fondasi tiang.
3. Hanya menganalisa pada kekuatan daya dukung tanah fondasi tiang pancang.
4. Perhitungan nilai penurunan tanah menyertakan nilai akibat dari konsolidasi.
5. Penelitian ini menggunakan acuan SNI tentang pembangunan beban rumah dan gedung.
6. Untuk membantu menganalisis data digunakan *software* ETABS v.20.30.
7. *Software* yang digunakan untuk membantu perhitungan adalah *software* AllPile dan Plaxis v.8.6.

1.5 Manfaat Penelitian

Penulis berharap bahwa penulisan penelitian ini dapat bermanfaat dan memberi manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan pemahaman lebih luas mengenai pengetahuan tentang analisa daya dukung tanah.
2. Untuk pemahaman dalam menyelesaikan kasus tentang kapasitas daya dukung fondasi terutama jenis fondasi tiang pancang.
3. Dapat dijadikan acuan dalam penyusunan tugas akhir berikutnya yang mempunyai topik sejenis dengan penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Umum Tanah

Di dunia konstruksi tanah diartikan sebagai mineral alami yang tersusun dari zat *organic* yang bentuknya padat yang letaknya di atas bebatuan keras. Secara umum, tanah adalah material yang tersusun atas butiran agregat yang tergabung menjadi satu dengan zat zat lain dan membentuk padat yang diantara partikelnya diisi oleh air dan gas.

Tanah terdiri dari berbagai jenis. Jenis jenis tanah di Indonesia adalah tanah pasir, tanah lempung, tanah lumpur dan juga tanah lanau. Menurut (Hardiyatmo 1992), tanah lempung adalah tanah yang mempunyai kandungan kohesif dan daya plastis. Sedangkan untuk tanah pasir adalah tanah yang mempunyai butiran butiran lepas dan tidak mempunyai kohesif dan tidak plastis. Tanah pasir biasanya terdapat di pesisir pantai. Tanah tentunya tercampur oleh zat dan partikel yang beragam. Misalkan pada tanah lempung, kondisinya tidak hanya kandungan lempung saja tetapi terdapat kandungan lain berupa pasir atau zat *organic*. Tanah lempung merupakan tanah dengan kadar plastisitas tinggi. dari jenis- jenis tanah tersebut tentunya mempunyai nilai daya dukung tanah yang berbeda-beda.

Komponen penyusun tanah terdiri atas 3 macam yaitu berupa air udara dan zat padat. Udara pada tanah hanya berfungsi untuk mengisi rongga antar partikel tanah, kondisi rongga tersebut juga dapat diisi oleh air dan tanah mengalami keadaan jenuh. Namun saat kondisi rongga di isi oleh udara, maka kondisi tanah adalah kering atau lepas.

2.2 Penyelidikan Tanah di Lapangan dengan Kegiatan Pengeboran Tanah

Pengeboran pada proyek ini adalah pengeboran pada titik terdekat pada titik sondir. Pengeboran sondir dilakukan pada kedalaman 40 m dari tinggi permukaan tanah. Pengeboran dilakukan untuk mengetahui lapisan tanah di sekitar proyek yang berlandas pada jenis tanah, plastisitas tanah, ciri tanah dan lainnya. Setelah pengujian tanah akan dibawa ke laboratorium mekanika tanah dan akan dilaklkan

penyelidikan lebih lanjut. Tujuan penyelidikan pengeboran tanah ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendeskripsikan lapisan demi lapisan tanah.
2. Untuk mengambil sampel tanah yang terkontaminasi ataupun tidak terkontaminasi kemudian di lakukan pengujian di laboratorium.
3. Dilakukan penyelidikan SPT untuk mengasumsikan letak tanah keras.

• **Pada Lokasi BM :**

1. Kedalaman 0 sampai dengan -1.40 m berupa tanah Lempung lanau sisipan *organic* dan pasir halus relatif lunak.
2. Kedalaman -1.40 sampai dengan -6.00/-7.20 m tanah berupa Pasir lepas-sedang sisipan lanauan/lempungan sedang s/d kaku.
3. Kedalaman -7.20 sampai dengan -13.40 m tanah berupa Lempung lanauan sisipan pasir halus lunak – sedang dan pasir lanauan halus kulit kerang lepas.
4. Kedalaman -13.40 sampai dengan -20.00 m tanah berupa pasir halus lanauan/selipan serpih kulit kerang abu, lepas.
5. Kedalaman -20.00 sampai dengan -25.00 m tanah berupa Lanau lempungan keabu abuan sedang.
6. Kedalaman -25.00 sampai dengan -30.00 m tanah berupa tanah Lempung, sisipan lempung abu abu sangat teguh.
7. Kedalaman -30.00 sampai dengan -40.00 m tanah berupa bebatuan bercampur Lempung, sisipan lempung sedang teguh, dan batu pasir sisipan pasir padat teguh pada elevasi -40.0 m.

2.3 Penyelidikan Lapangan dengan *Standart Penetration Test (SPT)*

Pengujian atau penyelidikan tanah Metode *Standar Penetration* adalah pengujian yang tujuan utamanya untuk mengetahui kekerasan tanah. Penyelidikan ini dilakukan dengan cara menancapkan tiang pada tanah menggunakan hammer. Standar pengukuran pengujian SPT menggunakan pedoman ASTM D. 1536. Secara umum, hasil penelitian ini akan disandingkan dengan hasil dari laboratorium, (Husnah, 2015).

Tahapan pelaksanaan pengujian SPT adalah sebagai berikut:

1. Alat yang perlu disiapkan dalam pengujian ini adalah *Split Spoon Sampler*

dengan beban hammaer kurang lebih 63 kg dan tinggi jatuh sekitar 36 cm.

2. Pukulan dilakukan pada kedalaman 15 cm sampai dengan 15 cm.
 3. Pencatatan nilai N setiap melakukan penetrasi sedalam 30 cm terakhir.
 4. Pengujian SPT dilakukan pada kedalaman 1,4 meter hingga kedalaman 40 meter.
- Hasil dari pengujian SPT akan dilakukan pengujian lagi yaitu *drilling log* yang berisi tentang:

1. Mengulas tanah dengan ulasan meliputi jenis tanah, warna, kadar plastisitas dan juga ketebalan lapisan tanah.
2. Dilakukan pengambilan tanah asli.
3. Penyelidikan tanah metode *standard penetration test*.
4. Pengamatan muka air dam.
5. Tanggal awal dilakukan pekerjaan serta terselesainya pekerjaan.

Jumlah pukulan pada pengujian SPT akan menunjukkan tingkat kerapatan partikel tanah. Pengujian SPT biasanya dilakukan pada keadaan tanah keras seperti kerikil dan tanah tercampur bebatuan.

2.3.1 Fungsi Hasil Penyelidikan SPT

1. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan kedalaman pada tiap-tiap lapisan tanah.
2. Alat yang digunakan untuk pengujian sangat sederhana.
3. Hasil pengujian didapatkan karakteristik tanah sehingga dapat diasumsikan nilai kuat geser tanah.

2.4 Pengujian Sondir (Cone Penetrometer Test, CPT)

Proses penyelidikan sondir dilakukan dengan memasukkan alat sondir pada permukaan tanah dengan kedalaman tertentu. Kapasitas maksimum pengujian sondir adalah 25 ton dengan dilengkapi bikonus. Tujuan dari pengujian sondir adalah untuk mengetahui kadar perlawanan yang dilakukan oleh tanah untuk melawan tekanan konus dan lekatan. Pencatatan sondir dilakukan setiap interval 20 cm dengan kedalaman 20 m dari permukaan titik sondir. Menurut (Husnah, 2015), pengujian sondir ini untuk menemukan tanah keras yang nantinya akan dibuatkan desain pondasi yang cocok untuk keadaan tanah tersebut dan disesuaikan dengan beban yang akan diberi oleh bangunan di atasnya.

Peralatan pengujian sondir terdiri darkonus dan bikonus yang keduanya dihubungkan oleh batang penyangga atau casing. Alat sondir dimasukkan kedalam tanah dengan bantuan mesin sondir hidrolik. Ujung konus terdapat 2 jenis yaitu sebagai berikut:

1. Konus biasa atau standar. Konus ini digunakan untuk pengujian pada tanah kasar dimana perlawanan yang dihasilkan kecil.
2. Bikonus difungsikan untuk pengujian tanah yang berbutir halus.

Pencatatan dan pembacaan konus dan hambatan dilakukan pada kedalaman 20 cm. kegiatan tersebut dilakukan secara manual dengan mengukur tahanan ujung. Pengukuran tahanan ujung dilakukan menggunakan alat manometer. Data hasil sondir akan dituangkan dalam bentuk diagram atau grafik. Pehitungan sondir dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

- Hambatan lekat (HL) dihitung dengan rumus :

$$\text{Hambatan lekat} = (\text{Jumlah perlawanan} - \text{Perlawanan penetrasi konus}) / \text{interval} \dots \dots \dots (2.1)$$

- Jumlah hambatan dekat (JHL) dihitung dengan rumus :

$$JHLI = \sum_0^I HL \dots \dots \dots (2.2)$$

- Dimana :

PK = Perlawanan terhadap penetrasi konus (qc)
 JP = total atau jumlah perlawanan
 A = Interval baca atau pencatatan = 20 cm
 B = Faktor alat di tambah dengan luas konus dibagi luas torak = 10cm
 I = tingkat ketebalan lapisan yang di uji

2.4.1 Fungsi Pengujian Sondir

1. Bertujuan untuk menentukan profil dan ciri dari tanah.
2. Mendapatkan nilai daya dukung fondasi.
3. Mengetahui tingkat kedalaman lapisan tanah.
4. Memberikan ilustrasi atau deskripsi mengenai jenis tanah.
5. Untuk evaluasi mengenai karakteristik teknis tanah.

2.5 Fondasi Dalam

Fondasi dalam dibangun untuk mendistribusikan beban yang diperoleh dari bangunan ke tanah keras sekitar. Fondasi dalam terdapat dua tipe pada fondasi dalam diantaranya:

1. Fondasi Sumuran

Fondasi sumuran merupakan fondasi dengan kedalaman diatas 2 meter. Penggunaan fondasi sumuran ini dilakukan pada tanah keras. Komponen penyusun fondasi ini adalah beton dan batu belah.



Gambar 2.1 Fondasi Sumuran
(Brayen Wilar,2016)

2. Fondasi Tiang

Umumnya fondasi yang terbuat dari beton pracetak hasil pabrik. Fondasi ini di pasang dengan bantuan alat berat. Pemasangan dilakukan dengan cara memukul tiang sampai masuk ke dalam tanah. Fondasi tiang pancang sangat banyak tipe seperti *mini pile*, *flat sheet pile* dan lain sebagainya. Jenis fondasi ini biasanya digunakan pada bangunan dengan skala beban yang tinggi.



Gambar 2.2 Spun Pile
(Elmi Rahmantika 2020)

2.6 Pengertian Fondasi Tiang Pancang

Fondasi tiang pancang dilakukan dengan cara memancang tiang pancang masuk kedalam tanah. Menurut (Sihotang 2019), tiang pancang di dorong ke dalam tanah, namun ada beberapa macam jenis pengecoran setempat dengan cara melakukan pengeboran tanah. Fondasi tiang pancang sangat banyak tipe seperti *mini pile*, *flat sheet pile* dan lain sebagainya. Jenis fondasi ini biasanya digunakan pada bangunan dengan skala beban yang tinggi.

Fondasi pancang direncanakan dengan sedetail mungkin agar mendapatkan dimensi tiang pancang yang tepat. Kuat dari tiang pancang ditentukan dengan kapasitas daya dukung tanah. Fondasi tiang pancang mampu menahan gaya geser dan gaya horizontal. Fondasi ini akan mendistribusikan beban bangunan di atasnya.

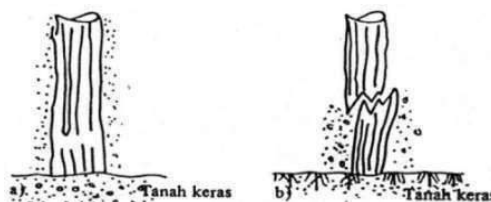
2.6.1 Pembagian Fondasi Berdasarkan Pada Bahan Penyusun

Klasifikasi fondasi tiang pancang terdapat beberapa jenis yang dibedakan menurut bahan material pembuatannya. Adapun jenis jenis fondasi tiang pancang dengan uraian sebagai berikut :

1. Tiang Pancang Kayu

Secara umum fondasi tiang kayu dibuat dari bahan kayu dengan mutu tinggi. fondasi tiang kayu digunakan untuk fondasi rumah tradisional di indonesia. Kayu mempunyai daya dukung tinggi karena kayu tahan terhadap perubahan iklim cuaca serat awet dan tahan terhadap gempa. Fondasi kayu mempunyai keawetan jika dilakukan perendaman terlebih dahulu. Selain metode sederhana tersebut, pengawetan kayu juga dapat dilakukan secara modern.

Penggunaan bahan pengawet kayu pada fondasi tiang pancang ini biasanya menggunakan cat pelapis anti rayap. Hal tersebut dilakukan untuk menahan kerusakan. Menurut (Kania 2019), material kayu dapat menahan beban sebesar 25 sampai 30 ton.



Gambar 2.3 Tiang Pancang Kayu

(Sumber: (Sihotang 2009))

2. Tiang Pancang Beton

Tiang pancang material beton merupakan tiang yang populer digunakan. Tiang pancang beton hasil pabrikan ini dibuat di lokasi pabrik dengan dimensi bentuk dan ukuran disesuaikan dengan kebutuhan. Jenis-jenis tiang pancang beton ini sangat beragam ada yang berbentuk silinder, pipih, segitiga dan lain sebagainya. Penggunaan fondasi tiang pancang ini dapat menghemat waktu namun biayanya cukup mahal. Beban yang dapat ditahan oleh tiang pancang sebesar 50 ton untuk setiap tiang pancangnya.



Gambar 2.4 *Spun Pile*

(Sumber: (Syamsul ,2019)

3. Tiang Pancang Baja

Bahan utama pembuatan tiang pancang jenis baja adalah baja dengan kekuatan yang sangat besar. Tiang pancang ini mempunyai keunggulan tidak mudah patah seperti tiang beton. Tiang baja yang digunakan paling populer adalah bentuk profil H. namun kelemahan dari tiang pancang jenis baja adalah tidak tahan terhadap karat. Menurut (Fahri 2018) penyebab terjadinya karat pada baja adalah tingkat kelembapan tanah lokasi pemancangan. Kondisi tanah yang dapat menahan karat adalah tanah yang di dalamnya tidak ada kandungan oksigen. Kondisi tersebut sama halnya dengan kondisi terendam air.



Gambar 2.5 Tiang Pancang Baja

(Sumber: (Iva Ardiningtyas, 2020)

2.6.2 Tahapan Penyebaran Beban

Ditinjau dari cara penyaluran beban, penyaluran beban pada fondasi terbagi menjadi 2 cara yaitu sebagai berikut:

1. Fondasi tiang disalurkan ke tahanan ujung (*End bearing Pile*).

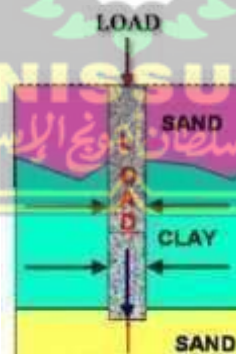
Beban yang disalurkan melalui tahanan ujung kemudian ke lapisan tanah pendukung. Untuk lebih jelasnya telah disajikan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Fondasi Tiang Pancang *End Bearing Pile*
(Gaurang Kakadiya, 2015)

2. Tiang pancang menahan gesekan (*Friction Pile*)

Beban yang disalurkan ke tanah pada jenis ini akan di bantu oleh gesekan antar tiang. Jika kondisi tanah halus maka tidak akan terjadi gesekan namun berlaku sebaliknya jika butiran kasar maka akan terjadi gesekan.



Gambar 2.7 Ilustrasi Fondasi Tiang Pancang *Friction Pile*
(Gaurang Kakadiya, 2015)

2.7 Pemancangan Fondasi Tiang Pancang

Metode pemancangan tiang pancang dikerjakan dengan bantuan alat berat. Alat berat yang digunakan biasanya adalah *hammer crane*. Tiang pancang dimasukkan ke dalam tanah dengan titik yang sudah ditentukan. Secara umum pelaksanaan tiang pancang dilakukan dengan tiga prosedur atau langkah. Tahap pertama adalah melakukan pengangkatan tiang dari tumpukan material. Setelah itu tahap kedua adalah melakukan pemindahan tiang ke titik pemancangan. Tahap terakhir atau ketiga adalah melakukan pemancangan dengan cara memukul tiang hingga masuk ke dalam tanah. Pada tahapan pemancangan, dilakukan juga pencatatan nilai pukulan dari penurunan tanah. Penurunan tiang biasanya berkisar antara 0.25 meter sampai 0.5 meter. Tujuan dari pencatatan tersebut untuk mengetahui apakah tiang sudah masuk ke tanah keras atau belum.

2.7.1 Masalah Yang Menyangkut Pemancangan

Terdapat hal yang menghambat proses pemancangan adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan peralatan

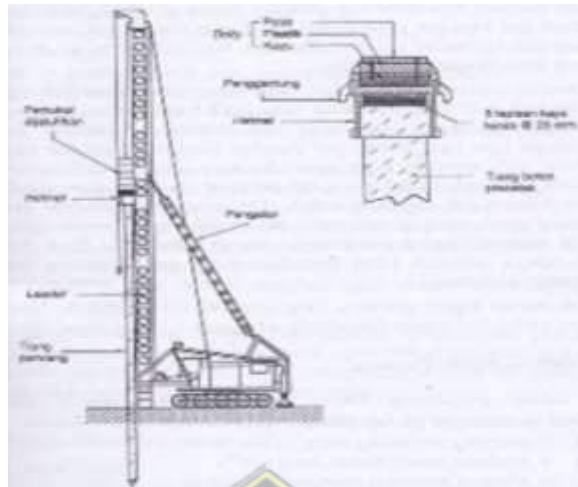
Pemilihan alat berat harus disesuaikan dengan kondisi lokasi dan kebutuhan beban untuk memancang tiang. Alat yang digunakan untuk pemancangan adalah *hammer crane* dimana alat tersebut bisa mengangkat tiang dan memukul tiang. *Hammer* dapat dipilih dengan besat sesuai dengan kebutuhan. Kelemahan alat ini adalah bising dan menimbulkan getaran pada lokasi sekitar. Untuk lebih memahami tentang alat pancang dapat dilihat pada gambar 2.8.

2. Pergerakan tanah fondasi

Pukulan yang diberikan oleh *crane* ke *hammer* menyebabkan getaran pada daerah sekitar. Hal tersebut menyebabkan tanah bergeser dan jika dilakukan terus menerus akan menyebabkan pergeseran lapisan tanah.

3. Kerusakan tiang pancang

Kerusakan tiang pada proses pemancangan biasanya terjadi karena patahnya tiang. Tiang patah jika menyentuh kondisi tanah yang cukup keras dan atas permukaan tiang masih di pukul dengan *hammer*.



Gambar 2.8 Pekerjaan Pemancangan

(Rahmat Hidayat, 2018.)

2.8 Kapasitas Daya Dukung Aksial Tanah Fondasi

2.8.1 Metode Reese & Wright 1977

a. Daya Dukung Aksial pada Ujung Tiang

Untuk memperoleh nilai daya dukung aksial dilakukan dengan penggunaan persamaan berikut ini:

$$Q_p = A_p \times q_p \dots\dots\dots(2.1)$$

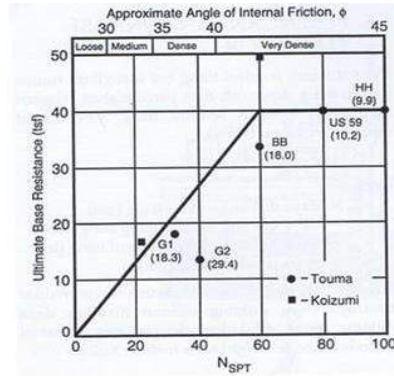
Dimana:

Q_p = Daya dukung ujung tiang (ton)

q_p = Tahanan ujung persatuan luas (ton/m²)

A_p = Luas Permukaan (m²)

Nilai tahanan ujung pada metode *Reese & Wright* di ambil sebanyak 9 kali dari kuat geser. Namun untuk tanah yang bersifat tidak kohesif menggunakan korelasi antara tahanan ujung dengan nilai spt. Untuk lebih jelas disajikan pada Gambar 2.14



Gambar 2. 9 Grafik Korelasi antara Tahanan Ujung Ultimit dengan NSPT Tanah Non-Kohesif (Reese, L.C. & Wright 1977)

Pada tanah kohesif untuk mendapatkan nilai tahanan ujung digunakan rumus sebagai berikut:

$$C_u = N_{SPT} \times \frac{2}{3} \times 10 \dots\dots\dots (2.2)$$

$$q_p = 9 \times C_u \dots\dots\dots (2.3)$$

$$Q_p = A_p \times q_p \dots\dots\dots (2.4)$$

Sementara pada tanah non-kohesif untuk memperoleh besar dari nilai Q_p digunakan rumus sebagai berikut:

Untuk $N \leq 60$, maka:

$$Q_p = 7 \times \frac{N_1 + N_2}{2} \times A_p \dots\dots\dots (2.5)$$

b. Daya Dukung Aksial Selimut Tiang

persamaan daya dukung ultimit selimut tiang dapat dicari sebagai berikut:

$$Q_s = F \times L_i \times k_{ll} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

Q = Daya dukung *ultimate* selimut

s = Tiang fondasi (ton)

f = Gesekan selimut (ton/m²)

L_i = Panjang kedalaman tiang (m)

Gesekan selimut tiang persatuan luas (f) pada metode *Reese & Wright*, ditentukan dan dipengaruhi oleh tolak ukur dari kuat geser tanah dan juga jenis tanah.

Untuk tanah kohesif nilai gesekan selimut persatuan luas (f) dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$f = \alpha \times C_u \dots \dots \dots (2.7)$$

Sementara untuk tanah non-kohesif nilai f dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$f = 0,32 \times N_{SPT} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

F = Gesekan selimut tiang (ton/m^2)

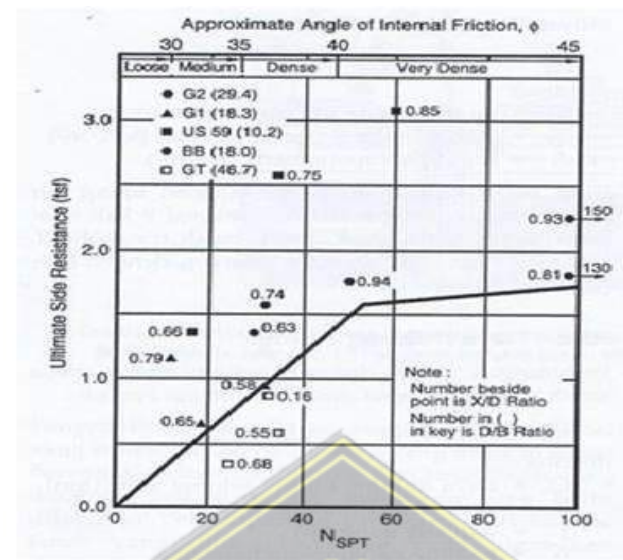
α = Faktor adhesi

- Berdasarkan pada penelitian *Reese & Wright* (1977) factor adhesi (α) = 0,5
- Berdasarkan penelitian dari Kullway (1984), pada Grafik *Undrained Searing Resestance VS Adhesion Factor*

C_u = Kohesi tanah (ton/m^2)

N_{SPT} = Nilai SPT per lapis tanah

Menurut penelitian *Reese & Wright*, nilai α pada tanah kohesif digunakan nilai sebesar 0,55 namun untuk tanah non kohesif menggunakan nilai 0,32. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar 2.15.



Gambar 2.10 Grafik Korelasi Tahanan Selimut dengan NSPT
(Reese & Wright, 1977)

2.8.2 Metode Meyerhof

Pada metode *Meyerhof* ini menggunakan nilai pengujian hasil SPT. Persamaan yang digunakan pun terbagi menjadi pada tanah kohesif dan non-kohesif. Berikut adalah klasifikasi tanah menurut daya lekatnya:

1. Tanah kohesif adalah tanah yang keadaan partikelnya mempunyai daya ikat kuat seperti tanah lempung
2. Tanah non kohesif adalah yang keadaan partikelnya lepas atau butiran yang tidak mempunyai daya ikat kuat seperti tanah pasir.

Menurut (*Mayerhof*, 2015) pada tanah kohesif dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

- Daya dukung pada ujung tiang (Q_p)

$$C_u = N\text{-SPT} \times \frac{2}{3} \times 10 \dots \dots \dots (2.9)$$

$$Q_p = 9 \times C_u \times A_p \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana:

Q_p = kapasitas Daya dukung ujung tiang (kN)

C_u = Kohesi pada tanah (kN/m²)

A_p = Luas permukaan tiang (m²)

- Daya dukung pada selimut tiang (Q_s)

$$Q_s = \alpha \times C_u \times k_{ll} \times L_i \dots \dots \dots (2.11)$$

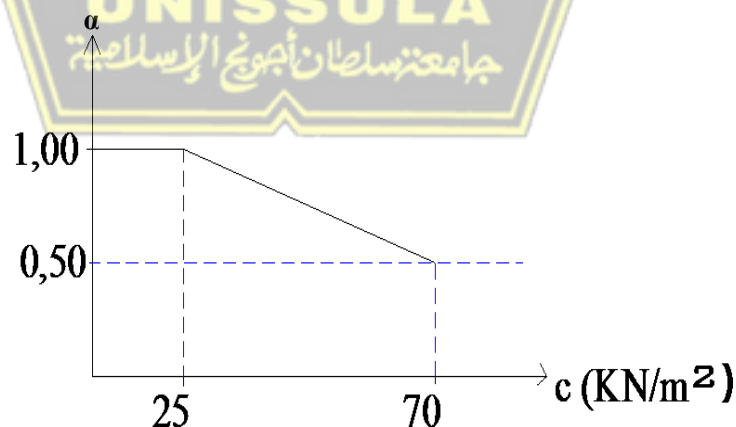
Dimana:

Q_s = Daya dukung selimut tiang (kN)

α = Faktor adhesi (berdasarkan grafik hubungan antara kohesi tanah dengan α)

k_{ll} = Keliling tiang (m)

L_i = Tebal lapisan tanah ke-I (m)



Gambar 2. 11 Grafik Korelasi antara Kohesi Tanah (C_u) dengan Faktor Adhesi (α) (Hardiyatmo, 2018)

Sementara pada tanah non-kohefif menurut *Meyerhof* dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

- Daya dukung pada ujung tiang (Q_p).

$$Q_p = 40 N_b \times A_p \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

Q_p = Daya dukung ujung fondasi tiang pancang (kN)

N_b = Nilai rata – rata N-SPT

A_p = Luas permukaan tiang pancang (m^2)

- Daya dukung pada selimut tiang (Q_s)

$$Q_s = 0,2 N\text{-SPT} \times p \times L_i \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana:

Q_s = Daya dukung pada selimut tiang pancang (kN)

P = Keliling permukaan tiang (m)

L_i = Tebal Lapisan tanah ke satu (m)

2.8.3 Metode Tomlinson

Menurut (Iin Oktaviani 1997), *Tomlinson* menyebutkan bahwa kapasitas dukung didapat dari penjumlahan kapasitas dukung ujung dengan kapasitas dukung friksi. Untuk mendapatkan nilai kapasitas daya dukung metode *Tomlinson* menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_{ult} = Q_e + Q_f \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

Q_{ult} = Kapasitas dukung ultimit (kg/cm^2)

Q_e = Kapasitas dukung ujung tiang (kg/cm^2)

Q_f = Kapasitas dukung friksi (kg/cm^2)

- Daya Dukung Ujung Tanah Fondasi (*Single Pile*)

Pada perhitungan daya dukung tanah dengan butiran halus menggunakan persamaan berikut: (c-soils)

$$Q_c = N_c \times c \times A_p \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

N_c = Faktor kapasitas dukung bawah ujung tiang

Pancang

Q_e = Kapasitas dukung pada ujung tiang (kg/cm^2)

A = Luas permukaan tiang pancang (cm^2)

C = Kohesi yang terdapat pada ujung tiang (kg/cm^2)

Untuk tanah butiran kasar, persamaanya adalah:

$$Q_c = A_p \times q \times N_q \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana:

N_c = Faktor kapasitas dukung bawah ujung tiang

Pancang

Q_e = Kapasitas dukung ujung tiang (kg/cm^2)

A = Luas permukaan tiang pancang (cm^2)

C = Kohesi yang terdapat pada ujung tiang (kg/cm^2)

Persamaan dibawah ini untuk kondisi $(c-\phi)$:

$$Q_c = A_p (c \times N_c + q \times N_q) \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana:

Q_c = Kapasitas dukung ujung yang didapat dari tanah
dibawah ujung pondasi (kg/cm^2)

A_p = Luas penampang tiang pancang (cm^2)

q = Effective overburden pressure (kg/cm^2)

c = Kohesi yang terdapat pada ujung tiang
pancang (kg/cm^2)

N_q = Faktor kapasitas dukung

- Daya Dukung Selimut Tanah Fondasi Satu Tiang (*Single Pile*)

Tahapan α dari *Tomlinson* dapat digunakan untuk tanah berbutir halus (c-soils), maupun tanah pada umumnya (c- ϕ soils).

Untuk tanah c- ϕ soils :

$$Q_f = \alpha c_u \times A_s + K \times q \tan (\delta) A_s \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana:

A = Faktor adhesi

c_u = Kohesi atau hasil underained shearing strength (kg/cm²)

K = *Coefficient of lateral pressure*, harganya terletak dari K_0 sampai 1.75.

Biasanya direncanakan mengambil harga yang mendekati K_0 .

Harga untuk tiang pancang dihitung sebagai berikut:

$$K_0 = (1 - \sin \phi) \sqrt{OCR} \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana:

K_0 = *Coefficient at rest condition* (koefisien saat kondisi diam)

OCR = Over consolidation ratio = 1

ϕ = Sudut geser dalam biasanya

A_s = Luas selimut tiang pancang yang menerima geser (cm²)

Δ = Sudut geser effectif antara tanah dan material tiang,

kalua tidak disebutkan dapat diambil $\delta = \frac{2}{3} \phi$

2.9 Kapasitas Daya Dukung Lateral Tanah Fondasi

2.9.1 Metode Broms

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai daya dukung dengan metode Broms adalah sebagai berikut:

$$H_u = \frac{2 \times M_y}{e + \frac{2f}{3}} \dots \dots \dots (2.20)$$

$$f = 0,82 \sqrt{\frac{H_u}{d \times K_p \times \gamma}} \dots \dots \dots (2.21)$$

Dimana:

H_u = Daya dukung lateral tiang (kN)

γ = Berat volume tanah (kN/m³)

d = Diameter tiang (m)

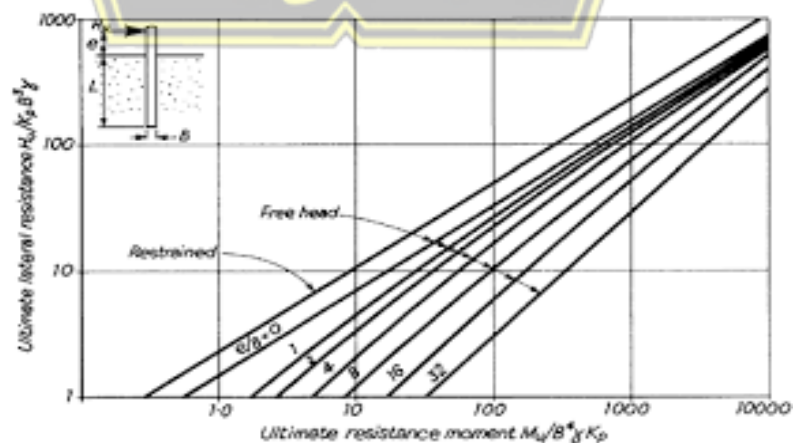
e = Jarak dari titik beban horizontal ke permukaan tanah (m)

f = Jarak kedalaman titik dimana gaya geser = 0 (m)

M_y = Momen maks yang dapat diterima tiang (kN/m³)

K_p = Koefisien tekanan tanah pasif

Namun untuk mendapatkan nilai H_u juga dapat menggunakan bacaan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Grafik Daya Dukung Lateral *Ultimit* (Broms 1964)

$$\frac{H_u}{K_p \times D^3 \times \gamma} = \text{Nilai dari grafik} \dots\dots\dots (2.22)$$

$$\frac{M_y}{D^4 \gamma K_p} = H_u \dots\dots\dots (2.23)$$

2.10 Penurunan Fondasi Tiang Pancang dengan Metode Vesic

2.10.1 Penurunan Fondasi Tiang Single atau Tunggal

(Vesic, 1977) menyebutkan bahwa perhitungan penurunan elastis tiang tunggal dapat di analisa dengan persamaan berikut ini:

$$Se = Se(1) + Se(2) + Se(3) \dots\dots\dots (2.24)$$

Dimana:

Se = Jumlah penurunan tiang pancang (mm)

Se(1) = Penurunan elastis pada tiang pancang (mm)

Se(2) = Penurunan tiang pancang yang disebabkan adanya beban pada ujung tiang (mm)

Se(3) = Penurunan tiang pancang yang didistribusikan sepanjang lapisan tiang (mm)

Jumlah dari se didapat dari ketiga Se yaitu Se(1), Se(2) dan Se(3) dengan persamaan sebagai berikut:

- Nilai Se(1) diperoleh dari persamaan

$$Se(1) = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p \times E_p} \dots\dots\dots (2.25)$$

- Untuk nilai Se(2) didapatkan dari persamaan

$$Se(2) = \frac{Q_{wp} \times C_p}{D \times q_p} \dots\dots\dots (2.26)$$

- Dan untuk nilai Se(3) didapatkan dari persamaan

$$Se(3) = \frac{Q_{ws} \times C_s}{L \times q_p} \dots\dots\dots (2.27)$$

Dimensi:

Q_{wp} = Daya dukung yang di ijin ujung tiang (kN)

Q_{ws} = Daya dukung yang ijin selimut tiang (kN)

- ξ = 0,5 sampai dengan 0,67
 C_p = Nilai koefisien yang disesuaikan dengan jenis tanah fondasi
 L = Dimensi panjang tiang pancang (m)
 A_p = Luas permukaan tiang pancang (m^2)
 E_p = Nilai modulus elastisitas
 q_p = Daya dukung ujung tiang (kN/m^2)
 C_s = Konstanta empiris $(0,93 + 0,16 \sqrt{L/D}) \times C_p$
 D = Diameter tiang pancang (m)

Tabel 2. 1 Nilai Koefisien C_p

Jenis Tanah	Tiang pancang	Tiang Bor
Jenis Pasir (padat hingga lepas)	Antara 0,02 - sampai 0,04	Antara 0,09 - sampai 0,18
Lempung (teguh hingga lunak)	Antara 0,02 - sampai 0,03	Antara 0,03 - sampai 0,06
Lanau (padat hingga lepas)	Antara 0,03 - sampai 0,05	Antara 0,09 - sampai 0,12

(Sumber : Manual fondasi Tiang)

Tabel 2. 2 Jarak Interval Nilai Modulus Elastisitas Tanah

Jenis Tanah	Nilai Modulus Elastisitas	
	Kg/cm ²	Psi
Tanah liat sangat lunak	Antara 3,5 sampai 30	Antara 50 sampai 400
Tanah liat lunak	Antara 20 sampai 50	Antara 250 sampai 600
Tanah liat sedang	Antara 40 sampai 80	Antara 600 sampai 1200
Tanah liat keras	Antara 70 sampai 180	Antara 1000 sampai 2500
Tanah liat berpasir	Antara 300 sampai 400	Antara 4000 sampai 6000

Pasir berlanau	Antara 70 sampai 200	Antara 1000 sampai 3000
Pasir lepas	Antara 100 sampai 250	Antara 1500 sampai 3500
Pasir padat	Antara 500 sampai 800	Antara 7000 sampai 12000
Pasir padat dan grosok	Antara 1000 sampai 2000	Antara 14000 sampai 28000

(Sumber :(sudarso)

2.10.2 Penurunan Fondasi Kelompok Tiang

Penurunan satu tiang sendiri biasanya kecil dan umumnya diabaikan dalam perencanaan fondasi di atas satu tiang. Akan tetapi, penurunan tiang dengan kondisi banyak akan lebih besar jika dibandingkan dengan penurunan dalam keadaan tunggal. Menurut *Vesic* penurunan fondasi kelompok tiang ini dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$S_g = S \cdot \sqrt{\frac{B_g}{D}} \dots \dots \dots (2.28)$$

Dimana :

S_g = nilai penurunan tiang fondasi secara kelompok tiang atau lebih dari satu(cm)

S = penurunan pondasi tiang tunggal atau single (cm)

B_g = diensi lebar kelompok tiang (cm)

D = dimensi diameter atau sisi tiang tunggal (cm)

2.11 Alasan Pemilihan Fondasi Pancang

Pemilihan fondasi tiang pancang didasari pada kebutuhan beban yang harus dipikul. Pemilihan fondasi tiang pancang umunya dipasang pada bangunan dengan daya dukung tanah tinggi dan pada tanah keras. Keunggulan dari fondasi tiang pancang ini memerlukan waktu yang singkat tapi biaya yang dikeluarkan juga banyak. Fondasi pancang ini dikhususkan untuk menahan struktur bangunan yang relatif besar.

2.12 Parameter Tanah

Data tanah didapatkan dari proses pengujian pada laboratorium. Hasil pengujian kemudian dilakukan analisa untuk mendapatkan hasil sesuai dengan nilai yang di butuhkan. Untuk mendapatkan karakteristik tanah berikut ada tolak ukur nya:

a. *Poission Ratio* Tanah

Tabel 2.3 Korelasi Antara Jenis Tanah dan *Poission Ratio*

Jenis Tanah	Poisson Ratio
Jenis Lempung Jenuh	Antara 0,4 sampai 0,5
Jenis Lempung tak jenuh	Antara 0,1 sampai 0,3
Jenis Lempung berpasir	Antara 0,2 sampai 0,3
Jenis Lanau	Antara 0,3 sampai 0,35
Jenis Pasir	Antara 0,1 sampai 1,0
Jenis Batuan	Antara 0,1 sampai 0,4
Jenis umum yang ada di tanah	Antara 0,3 sampai 0,4

(Sumber : (Buku Mekanika Tanah Braja jilid 1)

b. Sudut Geser Dalam

Nilai kuat geser dalam disajikan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kuat Geser Dalam

Jenis Tanah	Sudut Geser Dalam (ϕ)
Tipe Kerikil kepasiran	Antara 35 sampai 40
Tipe Kerikil kerakal	Antara 35 sampai 40
Tipe Pasir padat	Antara 35 sampai 40
Tipe Pasir lepas	30
Tipe Lempung kelanauan	Antara 25 sampai 30
Tipe Lempung	Antara 20 sampai 25

(Sumber : (Mekanika Tanah II)

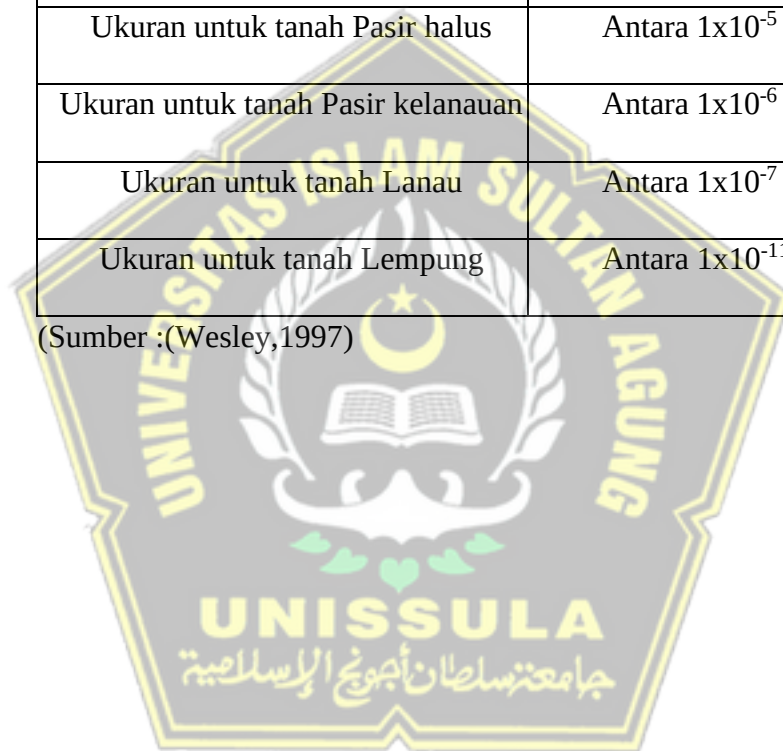
c. Permeabilitas

Permeabilitas tanah merupakan kondisi tanah untuk melalui air atau udara. Nilai permeabilitas disajikan pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Nilai Permeabilitas Tanah

Ukuran Partikel	Koefisien Permeabilitas, k (m/s)
Ukuran untuk tanah Pasir berlempung, pasir berlanau	Antara 5×10^{-5} sampai 1×10^{-4}
Ukuran untuk tanah Pasir halus	Antara 1×10^{-5} sampai 5×10^{-5}
Ukuran untuk tanah Pasir kelanauan	Antara 1×10^{-6} sampai 2×10^{-5}
Ukuran untuk tanah Lanau	Antara 1×10^{-7} sampai 5×10^{-6}
Ukuran untuk tanah Lempung	Antara 1×10^{-11} sampai 1×10^{-8}

(Sumber : (Wesley, 1997))



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data Umum

Data umum bersumber dari proyek Pembangunan Gedung Showroom Wisma Sehati Semarang disajikan berikut ini:

1. Identitas proyek : Gedung Showroom Wisma Sehati.
2. Tempat Proyek : Jl. Dr. Cipto No 1, Kota Semarang, Jawa Tengah.
3. Pemilik Proyek : PT. Sehati Premiere Indonesia.
4. Konsultan Perencana Struktur : Ir. Juliani Indrawati.
5. Kontraktor : PT. Sekawan Triasa.
6. Jenis Kontrak : Lumpsum
7. Luas Lahan : $\pm 881 \text{ m}^2$
8. Luas bangunan : $\pm 1600 \text{ m}^2$

3.2 Data Teknis

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data penelitian menurut hasil perencanaan dari konsultan perencanaan. Adapun data data tersebut sebagai berikut :

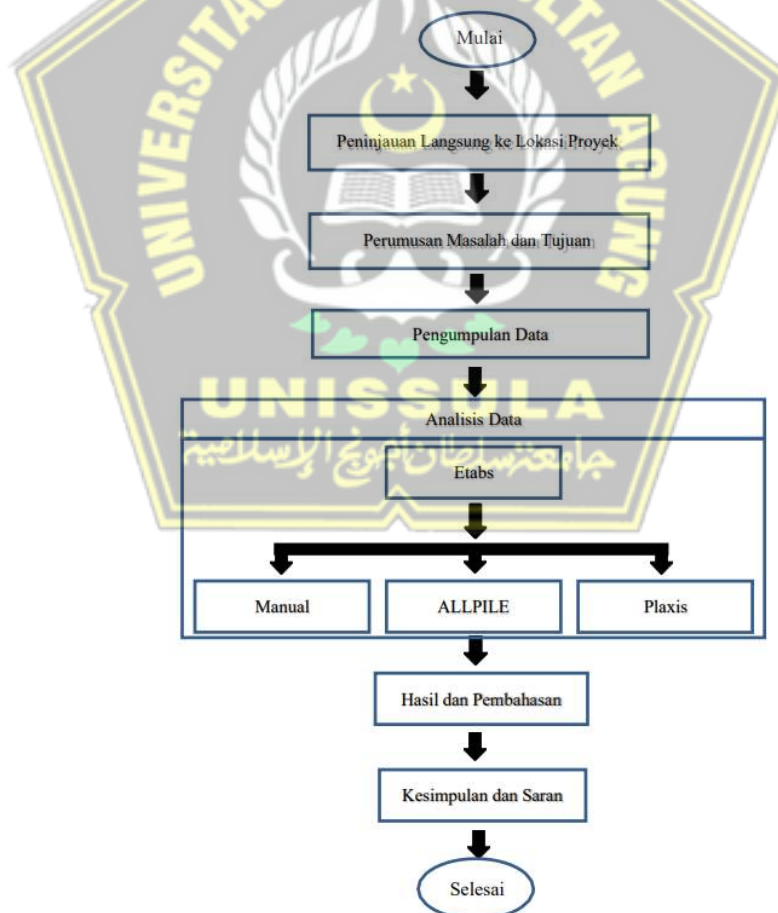
1. Ukuran panjang tiang : ± 26
2. Dimensi atau ukuran tiang : 45 x 45 cm
3. Mutu Beton : $f_c' 24.90 \text{ MPa}$ atau K-300

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, untuk memecahkan sebuah rumusan masalah dilakukan dengan beberapa langkah yaitu:

1. Tahap pertama yaitu melakukan studi literatur atau mencari pedoman yang selaras dengan isi permasalahan topik yang akan kita bahas. Studi literatur bisa berupa skripsi orang lain, jurnal, buku dan lain sebagainya.
2. Tahap kedua adalah menentukan lokasi untuk pengumpulan data.
3. Tahapan ketiga yaitu pengumpulan data
4. Tahapan keempat yaitu pengolahan data dengan analisis yang telah ditentukan
5. Tahap kelima adalah perhitungan untuk menganalisis rumusan masalah dan menarik kesimpulan dari hasil perhitungan.

Bagan alir di bawah ini menunjukkan Analisis Fondasi Tiang Pancang sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Analisis Fondasi Tiang Pancang

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Umum

Analisa perhitungan dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh daya dukung tanah dengan menggunakan 3 cara. Cara yang pertama menggunakan perhitungan manual dengan metode *Reese & Wright*, metode *Tomlinson*, metode *Meyerhoff*. Kemudian dilakukan juga perhitungan menggunakan *software* Plaxis. Hasil perhitungan Plaxis akan dibandingkan dengan *software* AllPile.

Pengumpulan data dilakukan pada proyek pembangunan Gedung Showroom Wisma Sehati Semarang, Jawa Tengah. Pada proyek ini dilakukan perencanaan fondasi tiang pancang dengan dimensi diameter 450 mm. Penulis melakukan perhitungan menggunakan aplikasi ETABS versi 20.3 yang bertujuan untuk mengetahui beban yang akan diterima fondasi. Seluruh perhitungan mengacu pada SNI 1726: 2019 dan SNI 1727:2020.



Gambar 4. 1 Denah Fondasi (PT. Sekawan Triasa)

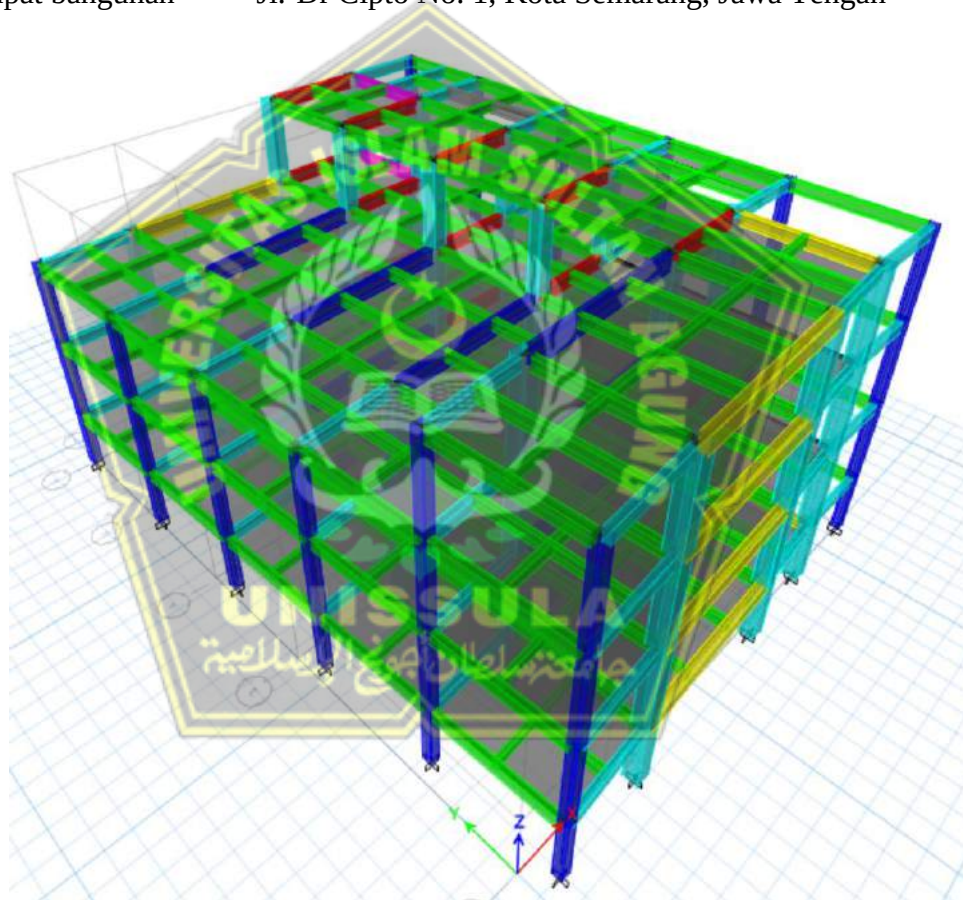
4.2 Permodelan Struktur Atas dengan Program Etabs v.20.30

Software ETABS v.2030 digunakan untuk memodelkan struktur bagian atas guna mengetahui berapa gaya yang bekerja pada bangunan tersebut dari suatu pembebanan yang diberikan. Permodelan balok dan kolom digunakan *shell*.

4.2.1 Data Umum Bangunan

Data bangunan pada tugas akhir ini:

1. Identitas bangunan = Gedung Showroom Wisma Sehati Semarang
2. Tempat bangunan = Jl. Dr Cipto No. 1, Kota Semarang, Jawa Tengah



Gambar 4. 2 Pemodelan Struktur dengan Program ETABS v.20.30

4.2.2 Analisis Pembebanan Struktur

Pembebanan struktur penelitian ini berpedoman pada standar (Badan Standardisasi Nasional, 2020) tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.

1. Beban Mati

Penggunaan ETABS v.20.30 pada perhitungan beban mati berpedoman (SNI 1727:2020). Untuk ketebalan plat pada penelitian ini adalah 0,12 dengan beban 0,288 KN/m².

➤ Beban mati pelat lantai dasar, lantai 1, lantai 2 dan lantai 3
(pembebanan sama).

$$\begin{aligned}\text{Berat dari bahan material pasir 1 cm} &= 0,01 \text{ m} \times 16 \text{ kN/m}^3 \\ &= 0,16 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat dari bahan material adukan semen 3 cm} &= 0,03 \text{ m} \times 22 \text{ kN/m}^3 \\ &= 0,66 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat keramik 1 cm dari bahan material} &= 0,01 \text{ m} \times 22 \text{ kN/m}^3 \\ &= 0,22 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Berat dari bahan material instalasi ME} = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned}\text{Berat dari bahan material langit-langit dan} &= 0,20 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Penggantung}\end{aligned}$$

$$\text{Berat total material bahan} = 1,49 \text{ kN/m}^2$$

Beban mati pada komponen balok :

$$\begin{aligned}\text{Berat dari bahan material dinding } \frac{1}{2} \text{ bata, tinggi 3} &= 3 \times 2,5 \text{ kN/m}^3 \\ &= 7,5 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

2. Beban Hidup atau live load

Beban hidup adalah berat yang diakibatkan oleh penggunaan bangunan dimana beban yang bekerja tergantung dari fungsi masing-masing ruang yang digunakan. Pada acuan (SNI 1727:2020) tentang Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain, menyebutkan berat bangunan ini sebesar 6 kN/m^2 .

3. Beban Gempa

a. Faktor Keutamaan Struktur (I_e)

Faktor keutamaan bangunan gedung penelitian sebesar 1,5 yang klasifikasinya dapat disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Faktor Keutamaan Struktur

Tabel 1.5-1 - Kategori risiko bangunan dan struktur lainnya untuk beban banjir, angin, salju, gempa, dan es	
Penggunaan atau pemanfaatan fungsi bangunan gedung dan struktur	Kategori risiko
Bangunan gedung dan struktur lain yang merupakan risiko rendah untuk kehidupan manusia dalam kejadian kegagalan	I
Semua bangunan gedung dan struktur lain kecuali mereka terdaftar dalam kategori risiko I, III, dan IV	II
Bangunan gedung dan struktur lain, kegagalan yang dapat menimbulkan risiko besar bagi kehidupan manusia.	III
Bangunan gedung dan struktur lain, tidak termasuk dalam kategori risiko IV, dengan potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi substansial dan/atau gangguan massa dari hari ke hari kehidupan sipil pada saat terjadi kegagalan.	IV
Bangunan gedung dan struktur lain tidak termasuk dalam risiko kategori IV (termasuk, namun tidak terbatas pada, fasilitas yang manufaktur, proses, menangani, menyimpan, menggunakan, atau membuang zat-zat seperti bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan peledak) yang mengandung zat beracun atau mudah meledak di mana kuantitas material melebihi jumlah ambang batas yang ditetapkan oleh pihak yang berwenang dan cukup untuk menimbulkan suatu ancaman kepada publik jika dirilis ^a	
Bangunan gedung dan struktur lain yang dianggap sebagai fasilitas penting.	
Bangunan gedung dan struktur lain, kegagalan yang dapat menimbulkan bahaya besar bagi masyarakat.	IV
Bangunan gedung dan struktur lain (termasuk, namun tidak terbatas pada, fasilitas yang memproduksi, memproses, menangani, menyimpan, menggunakan, atau membuang zat-zat berbahaya seperti bahan bakar, bahan kimia berbahaya, atau limbah berbahaya) yang berisi jumlah yang cukup dari zat yang sangat beracun di mana kuantitas melebihi jumlah ambang batas yang ditetapkan oleh pihak yang berwenang dan cukup menimbulkan ancaman bagi masyarakat jika dirilis ^a .	

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1.25
IV	1.50

(Sumber : SNI 1726:2019)

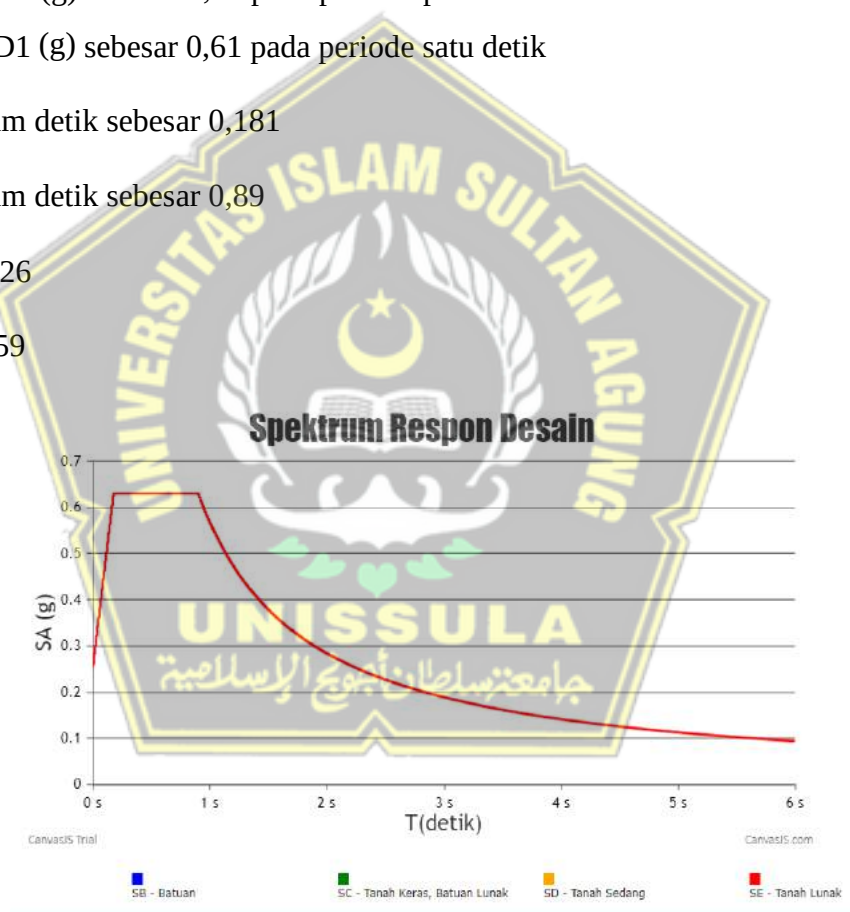
b. Zona Wilayah Gempa

Data-data parameter gempa pada penelitian ini dengan menggunakan bantuan respons spectra 2023 adalah sebagai berikut:

- Percepatan yang dihasilkan respon spectra pada periode pendek sebesar 0,282
- Percepatan yang dihasilkan respon spectra pada periode satu detik sebesar

0.17650 Nilai SMS(g) sebesar 0,2820 pada periode pendek

- Nilai SM1(g) sebesar 0,17 pada periode satu detik
- Nilai SDS(g) sebesar 0,28 pada periode pendek
- Nilai SD1(g) sebesar 0,61 pada periode satu detik
- T0 dalam detik sebesar 0,181
- T1 dalam detik sebesar 0,89
- Fa = 1,26
- Fv = 2,59



Gambar 4. 3 Grafik Respons Spektrum

(Sumber : <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/>. 2023)

c. Faktor Reduksi Gempa (R)

Perencanaan faktor reduksi gempa pada gempa untuk perencanaan konstruksi bangunan Gedung Showroom Wisma Sehati Semarang berpedoman berdasarkan (SNI 1726:2019). Nilai reduksi pada penelitian ini adalah 7. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat tabel 4.2.

Tabel 4.2 Faktor Reduksi Gempa

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.	$0,025h_{sx}^c$	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata ^d	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

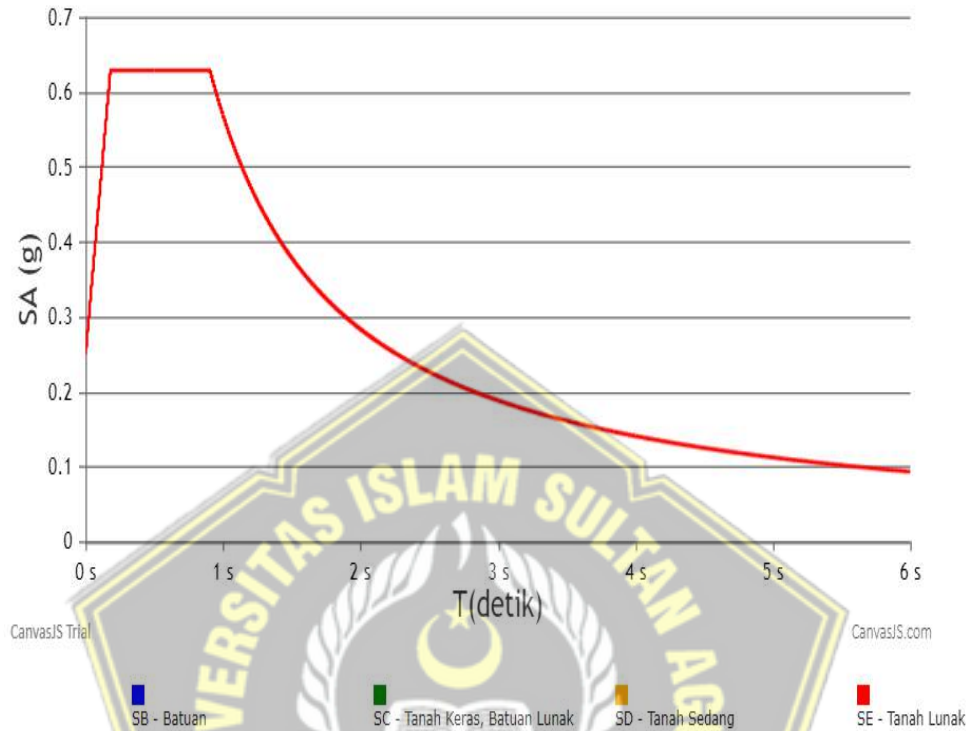
(Sumber : SNI 1726:1012)

d. Zona Wilayah Gempa

Data-data parameter gempa pada penelitian ini dengan menggunakan bantuan respons spectra 2023 adalah sebagai berikut:

- Percepatan yang dihasilkan respons spectra pada periode pendek sebesar 0,282
- Percepatan yang dihasilkan respon spectra pada periode detik sebesar 0,17
- Nilai SMS(g) sebesar 0,2820 pada periode pendek
- Nilai SM1(g) sebesar 0,17 pada periode satu detik
- Nilai SDS(g) sebesar 0,28 pada periode pendek
- Nilai SD1 (g) sebesar 0,61 pada periode satu detik
- T0 dalam detik sebesar 0,181
- T1 dalam detik sebesar 0,89
- Fa = 1,26
- Fv = 2,59

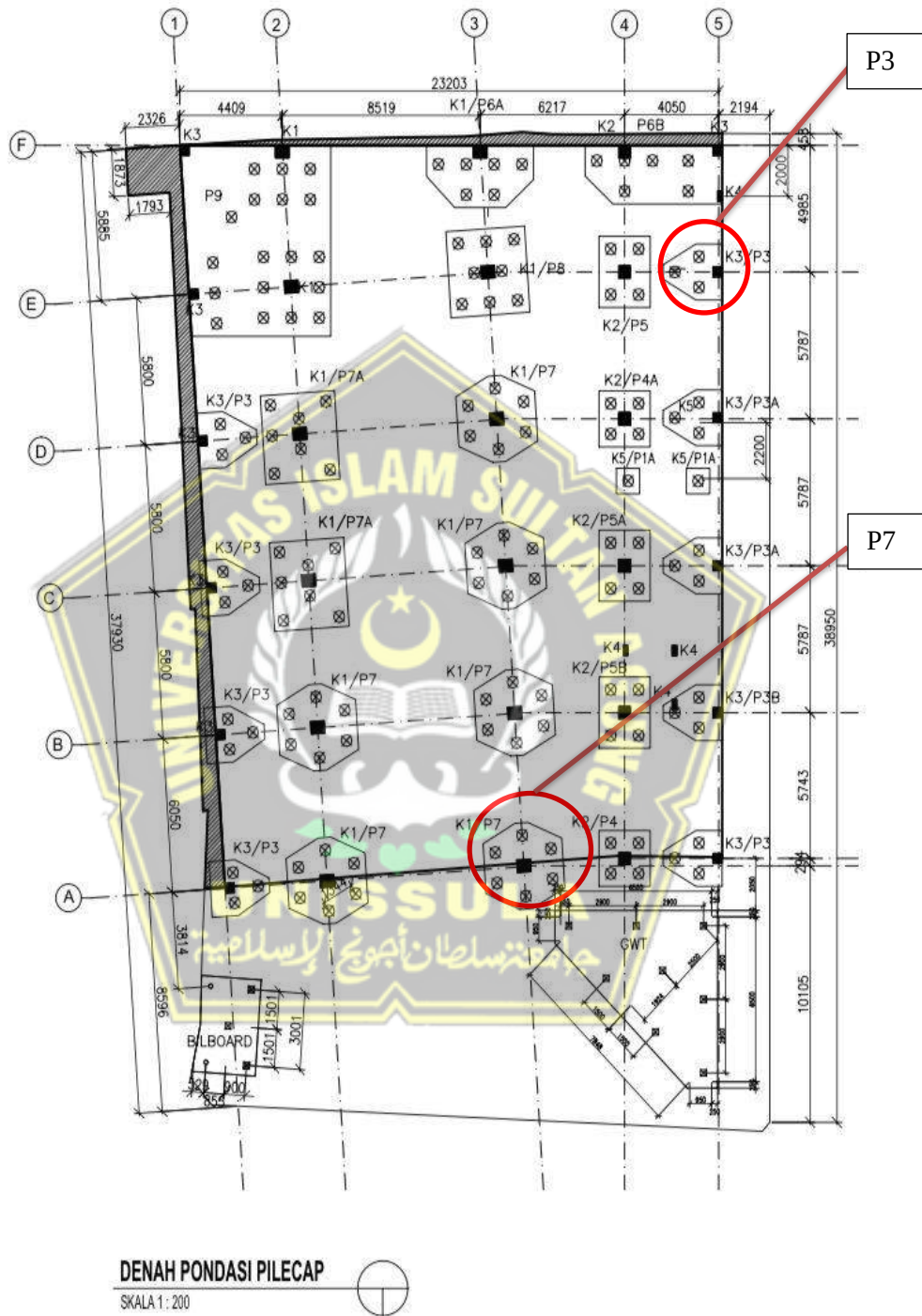
Spektrum Respon Desain



Gambar 4.4 Respons Spektrum Jenis Tanah Lunak Wilayah Semarang

(Sumber : <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2023>)

Jika seluruh data yang dibutuhkan sudah dimasukkan ke ETABS v.20.30 maka dilanjutkan dengan tahap analisis untuk mendapatkan nilai kapasitas daya dukung tanah.



Gambar 4. 5 Titik Joint yang direncanakan (PT. SEKAWAN TRIASA)

Untuk melihat beban struktur atas hasil dari permodelan ETABS v.20.30 dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini:

Tabel 4. 3 Beban Struktur Atas

P	V2	V3	M2	M3
169,96	1,5898	-0,5022	-0,0194	38,1015
28,1377	-12,4366	-14,1544	-33,8904	-1,7972
397,1132	6,9058	-2,3103	-2,0377	43,8853
136,8813	-18,2376	-17,469	-36,9358	-7,1464
668,3624	-0,0577	-5,8185	-5,5718	45,6725
206,8415	-20,0082	-24,844	-44,0024	-0,2495
606,834	-0,0687	-5,7729	-5,6007	45,7578
193,7567	-20,1022	-24,1882	-43,0218	-0,2479
570,2671	-1,1106	-5,1781	-5,0886	48,6222
166,7046	-23,1669	-23,0824	-41,5949	0,8906
227,2934	-2,7155	-0,7167	-0,7312	43,4537
124,4648	-18,0576	-13,3381	-31,5692	2,4711
259,4136	-5,7198	6,0796	5,9533	47,8852
38,4402	-23,3156	-11,2282	-29,5307	5,7002
938,8215	-11,048	-13,7759	-13,4667	245,8345
281,3267	-72,9854	-84,2501	-208,96	9,9724
810,7719	-13,6719	26,6325	25,2021	247,6897
253,4074	-76,8798	-51,8889	-178,062	13,1434
613,3658	-6,4911	-4,2388	-4,3835	237,1255
231,7132	-62,7934	-62,262	-187,716	5,1742
437,0619	12,3048	-1,8269	0,3498	223,9908
134,4287	-49,5786	-59,2785	-194,74	-13,2611
897,5886	4,5835	-4,7266	-2,8637	238,4544
288,8269	-64,0357	-71,5865	-205,27	-6,0769
1380,243	1,0865	0,4282	1,7445	241,3259
366,419	-65,96	-62,8363	-196,167	-2,9326
1240,967	-2,7897	-2,877	-2,1277	242,0873
393,4742	-67,6929	-66,0636	-196,018	1,5986
1333,923	-1,8522	-2,5591	-2,3441	242,598
374,3609	-68,0511	-64,5324	-192,329	0,7237
329,2967	10,2226	5,9217	6,3435	35,9153
30,0264	-11,0391	-12,085	-32,2142	-10,0394
489,3769	2,0922	13,7227	13,601	44,3615
82,0803	-19,6554	-10,5272	-29,3153	-1,996
470,8858	0,2417	13,8517	13,8432	44,5755
76,761	-19,8622	-10,8333	-30,0011	-0,1801
475,1282	0,7878	13,8649	13,9675	44,6726
75,541	-19,9307	-11,06	-30,5931	-0,7273
571,5558	-0,3822	14,389	14,6015	45,5397
100,3073	-20,7104	-10,8619	-30,7696	0,4403
728,8332	18,1717	12,3224	14,0387	219,0942
219,4198	-46,3455	-57,1824	-195,603	-17,7171
1590,52	4,2292	60,4534	58,2047	235,5809
431,5541	-63,5647	-47,43	-176,706	-4,1758
1509,211	8,9829	43,3498	42,7599	235,6546
430,223	-63,5537	-48,2707	-180,217	-8,7119
1522,824	1,703	45,1604	45,257	239,0058
431,7598	-67,1865	-49,0529	-183,533	-1,5535
1479,528	10,549	36,1701	37,3834	235,4442
496,3191	-63,1085	-51,8544	-188,56	-10,3128
1760,291	-3,5975	-29,838	-28,3627	244,8716
447,5834	-71,5201	-119,179	-244,642	2,8228
1707,199	4,8506	-30,2203	-28,2039	239,5235
440,7226	-65,5134	-109,681	-237,908	-5,8097
1691,012	-1,6032	-30,845	-28,259	244,0321
425,2887	-70,8346	-112,65	-242,865	0,8734
1564,655	5,0871	-27,1623	-24,2353	238,8336
150,846	-65,8644	-100,222	-248,163	-6,1667
740,4255	17,6139	-12,4414	-8,4733	221,0189
214,9519	-46,4714	-78,8173	-214,665	-18,1261

(Sumber : Hasil Perhitungan ETABS 2023)

4.3 Daya Dukung Aksial Tanah Fondasi Existing (Single Pile)

Adapun data fondasi *spun pile* adalah sebagai berikut:

- Diameter = 45 cm = 0,45 m
- Kedalaman = 26 m
- Keliling permukaan = $\pi \times \text{Diameter}$

$$= 3,14 \times 0,45$$

$$= 1,413 \text{ m}$$

- Luas (A_p) = $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2$

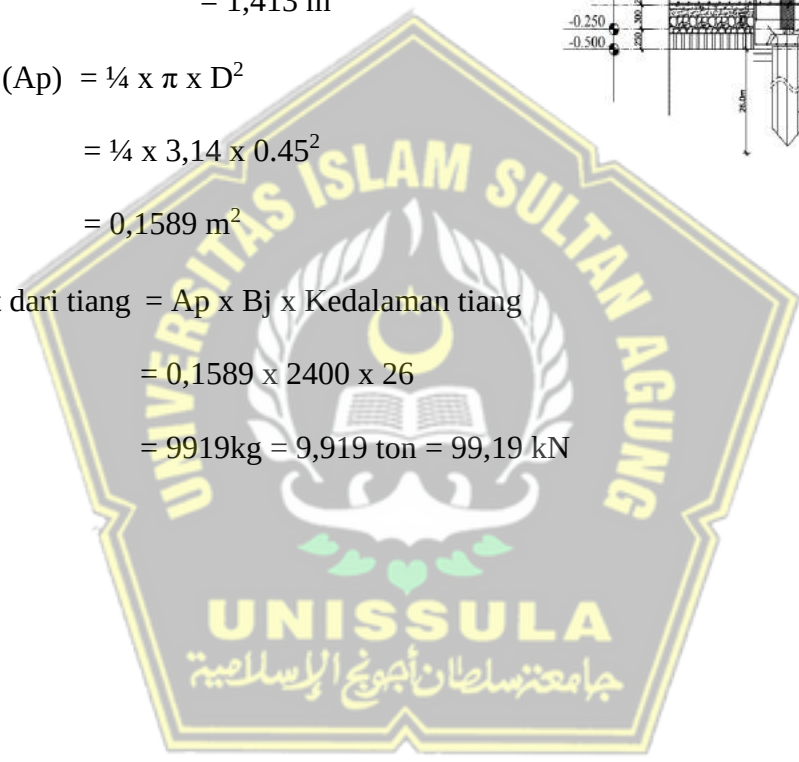
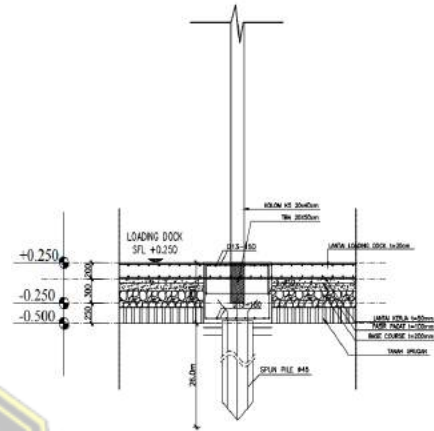
$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,45^2$$

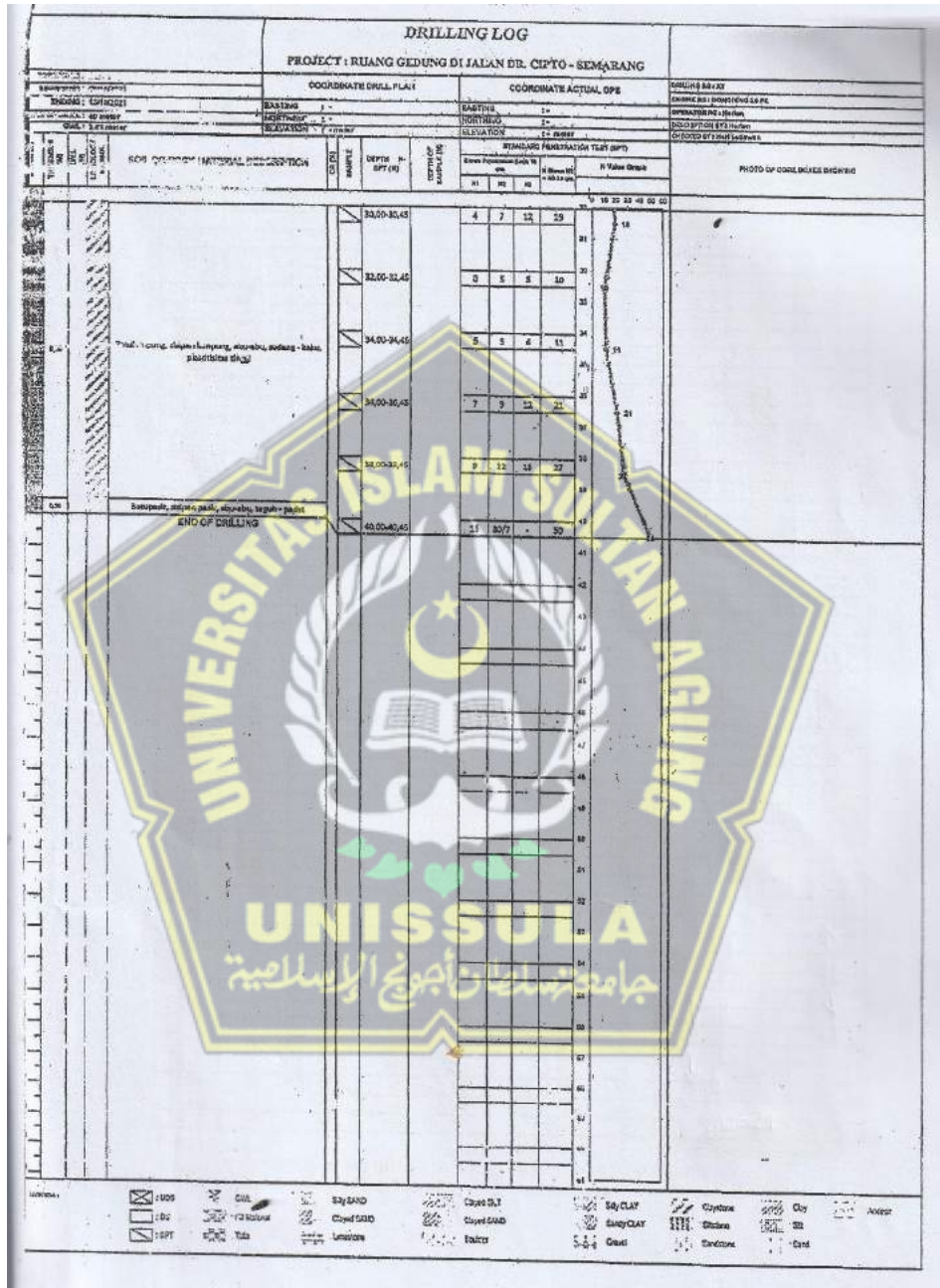
$$= 0,1589 \text{ m}^2$$

- Berat dari tiang = $A_p \times B_j \times \text{Kedalaman tiang}$

$$= 0,1589 \times 2400 \times 26$$

$$= 9919 \text{ kg} = 9,919 \text{ ton} = 99,19 \text{ kN}$$





Gambar 4. 6 Data Tanah (CV.GEOTECH)

Dibawah Titik BH1/S1-S4	Kedalaman Pemeriksaan (*)	NSPT	qc (kg/cm ²)	Jenis Tanah
Lapis 1	-0.00 s/d -1.40m (di BM1, sdh berupa tanah timbunan)	- variabel	<10 variabel	Lempung lanau sisipan organik dan pasir halus relatif lunak.
Lapis 2	-1.40s/d-6.00/-7.20 m	6-11 Variable elevasi	>10->70 Variable likasi dan elevasi	Pasir lepas-sedang sisipan lanauan /lempungan sedang s/d kaku
Lapis 3	-7.20 s/d-13.40 m	5	<10 s/d 20 Variable lokasi dan elevasi	Lempung lanauan sisipan pasir halus lunak - sedang dan pasir lanauan halus kulit kerang lepas.
Lapis 4	-13.40 s/d-20.00 m	4 - 6	>10 s/d 20 variabel lokasi stop Sondir di elevasi-20.0m	Pasir halus lanauan/selipan serpih kulit kerang abu, lepas
Lapis 5	-20.00 m s/d-25.00 m	5 - 6	-	Lanau lempungan abu-abu sedang
Lapis 6	-25.00 s/d-30.00 m	19 - 21	-	Batu lempung sisipan lempung abu2 sangat teguh.
Lapis 7	-30.00 s/d -40.00m Stop Boring pada elevasi -40,00 m	10 - 50 Variable elevasi	-	Batu lempung sisipan lempung sedang teguh, dan batu pasir sisipan pasir padat teguh Pd elevasi -40.0 m

(*) Diukur dari permukaan tanah di titik boring BM-1 ; M/T pada elevasi -2.62 m

Gambar 4. 7 Keterangan Tanah (CV.GEOTECH)

4.3.1 Daya Dukung Aksial Tanah Fondasi Metode Reese & Wright

a. Daya Dukung Ujung Fondasi

$$Q_p = A_p \times \left(7 \times \frac{N_1 + N_2}{2} \right) \text{ (Untuk tanah non kohesif)}$$

$$q_{p \text{ non kohesif}} = \left(7 \times \frac{N_1 + N_2}{2} \right)$$

$$Q_p = A_p \times q_p \text{ (Untuk tanah kohesif)}$$

Dimana :

Q_p = Daya dukung ujung tiang (kN)

A_p = Luas permukaan tiang (m²)

q_p = Tahanan ujung tiang (kN/m²)

Untuk perhitungan tanah kohesif pada lapisan tanah kedalaman 26 meter berikut ini:

$$\begin{aligned} C_u &= N-SPT \times 2/3 \times 10 \\ &= 21 \times 2/3 \times 10 \\ &= 140 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_p \text{ kohesif} &= 9 \times C_u \\ &= 9 \times 140 \\ &= 1260 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_p &= A_p \times q_p \\ &= 0,1589 \times 1260 \\ &= 200,214 \text{ kN} \end{aligned}$$

b. Daya Dukung Gesek Fondasi Tiang

Fungsi kohesi dan adhesi akan mempengaruhi dari gaya gesek yang timbul di selimut fondasi:

$$\begin{aligned} Q_s &= f \times L_i \times p \\ f \text{ (kohesif)} &= \alpha \times C_u \\ f \text{ (non kohesif)} &= \alpha \times N-SPT \end{aligned}$$

Dimana:

Q_s = Daya Dukung Selimut Tiang (kN)

F = Gesekan selimut tiang (kN/m²)

A = Faktor Adhesi

- 0,32 untuk tanah non-kohesif

- 0,55 untuk tanah kohesif

C_u = Kohesi tanah (kN/m²)

Perhitungan yang digunakan untuk tanah kohesi dengan ukuran kedalaman sebesar 26 meter diulas berikut ini:

$$\begin{aligned} f \text{ (kohesif)} &= \alpha \times C_u \\ &= 0,55 \times 140 = 77 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= f \times L_i \times p \\ &= 77 \times 2 \times 1,413 \\ &= 217,6 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Q_s &= (f \times L_i \times P) + \sum Q_s(0 \text{ m} - 24 \text{ m}) \\ &= (22 \times 2 \times 1,413) + 256,43 \\ &= 474,13 \text{ kN} \end{aligned}$$

c. Daya Dukung Ultimit Tiang Tunggal (*Single Pile*)

- Untuk kedalaman 26 meter

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_p + \sum Q_s \\ &= 200,214 + 474,13 \\ &= 674,3 \text{ kN} \end{aligned}$$

d. Daya Dukung Ijin Tiang Tunggal (*Single Pile*)

- Untuk kedalaman 26 meter

$$\begin{aligned} Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\ &= \frac{674,34}{3} \\ &= 224,8 \text{ kN} \end{aligned}$$

Analisa perhitungan kedalaman lainnya disajikan pada tabel 4.4 berikut

Tabel 4. 4 Perhitungan Daya Dukung Aksial Metode Reese & Wright

Depth (m)	Nspt	Cu (kN /m2)	a (alfa)	f (kN /m2)	Li (m)	p (m)	Qs		Ap (m2)	qp (kN/m2)	Qp (kN)	Qult (kN)	Qall (kN)
							Local	Cum					
0	0	0	0,32	0	0	1,413	0	0	0,1589	31,73333	5,0424	5,04243	1,6808
2	6	40	0,32	1,92	2	1,413	5,4259	5,42592	0,1589	46,66667	7,4153	12,8413	4,2804
4	11	73,33	0,32	3,52	2	1,413	9,9475	15,3734	0,1589	49	7,7861	23,1595	7,7198
6	8	53,33	0,32	17,07	2	1,413	48,23	63,6038	0,1589	480	76,272	139,876	46,625
8	5	33,33	0,32	1,6	2	1,413	4,5216	68,1254	0,1589	41,3	6,5626	74,688	24,896
10	5	33,33	0,32	1,6	2	1,413	4,5216	72,647	0,1589	35,23333	5,5986	78,2456	26,082
12	5	33,33	0,32	1,6	2	1,413	4,5216	77,1686	0,1589	35	5,5615	82,7301	27,577
14	4	26,67	0,32	1,28	2	1,413	3,6173	80,7859	0,1589	35	5,5615	86,3474	28,782
16	6	40	0,32	1,92	2	1,413	5,4259	86,2118	0,1589	38,03333	6,0435	92,2553	30,752
18	5	33,33	0,32	1,6	2	1,413	4,5216	90,7334	0,1589	36,86667	5,8581	96,5916	32,197
20	6	40	0,55	22	2	1,413	62,172	152,905	0,1589	360	57,204	210,109	70,036
22	5	33,33	0,55	18,33	2	1,413	51,81	204,715	0,1589	300	47,67	252,385	84,128
24	5	33,33	0,55	18,33	2	1,413	51,81	256,525	0,1589	300	47,67	304,195	101,4
26	21	140	0,55	77	2	1,413	217,6	474,127	0,1589	1260	200,21	674,341	224,78

4.3.2 Daya Dukung Aksial Tanah Fondasi Metode Meyerhof

a. Daya Dukung Ujung Tanah Fondasi (Single Pile)

- Daya dukung ujung (Qp) untuk tanah kohesif

$$Q_p = 9 C_u \times A_p$$

Dimana:

$$C_u = \text{Kohesi tanah (kN/m}^2\text{)}$$

$$A_p = \text{Luas penampang tiang (m}^2\text{)}$$

Untuk tanah kohesif pada lapisan tanah kedalaman 26 meter berikut ini :

$$C_u = N\text{-SPT} \times 2/3 \times 10$$

$$= 21 \times 2/3 \times 10$$

$$= 140 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_p = 9 C_u \times A_p$$

$$= 9 \times 140 \times 0,1589$$

$$= 200,21 \text{ kN}$$

b. Daya Dukung Selimut Tiang

- Daya dukung selimut tiang (Q_s) untuk tanah kohesif

$$Q_s = \alpha \times C_u \times p \times L_i$$

Dimana:

α = Faktor adhesi (didapat dari grafik pada Gambar 2.16)

- 0,2 untuk tanah non-kohesif

- 0,6 untuk tanah kohesif

C_u = Kohesi tanah (kN/m^2)

P = Keliling penampang tiang (m)

L_i = Tebal lapisan tanah ke-i (m)

Untuk tanah kohesif pada lapisan tanah kedalaman 26 meter berikut ini :

$$Q_s = \alpha \times C_u \times p \times L_i$$

$$= 0,6 \times 140 \times 1,413 \times 2$$

$$= 237,384 \text{ kN}$$

$$\sum Q_s = \alpha \times C_u \times p \times L_i + \sum Q_s (0 \text{ m} - 24 \text{ m})$$

$$= 0,6 \times 40 \times 1,413 \times 2 + 297,86$$

$$= 237,384 + 297,86$$

$$= 535,244 \text{ kN}$$

c. Daya Dukung Ultimit Tanah Fondasi Satu Tiang (Q_{ult})

- Untuk kedalaman 26 meter

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

$$= 200,21 + 535,244$$

$$= 735,46 \text{ kN}$$

d. Daya Dukung Ijin Tanah Fondasi Satu Tiang (Qall)

- Untuk kedalaman 26 meter

$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{735,46}{3} \\
 &= 245,153 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk kedalaman berikutnya, dapat dilihat pada Tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4. 5 Perhitungan Daya Dukung Aksial Metode *Meyerhoff*

Depth	N-SPT	40Nb	0.2 N-SPT	Cu (kN/m ²)	a	Li (m)	Keliling (m)	Ap (m ²)	Qs		Qp	Qult	Qall
(m)									Local	Cumulative			
0	0	10,67	0	0	0,2	0	1,413	0,1589	0	0	0	0	0
2	6	10,67	1,2	40	0,2	2	1,413	0,1589	3,3912	3,3912	67,819	71,2097	23,7366
4	11	10,67	2,2	73,33	0,2	2	1,413	0,1589	6,2172	9,6084	67,819	77,4269	25,809
6	8	10,67	1,6	53,33	0,6	2	1,413	0,1589	90,432	100,0404	67,819	176,312	58,7708
8	5	10,67	1	33,33	0,2	2	1,413	0,1589	2,826	102,8664	67,819	170,685	56,895
10	5	10,67	1	33,33	0,2	2	1,413	0,1589	2,826	105,6924	67,819	173,511	57,837
12	5	10,67	1	33,33	0,2	2	1,413	0,1589	2,826	108,5184	67,819	176,337	58,779
14	4	10,67	0,8	26,67	0,2	2	1,413	0,1589	2,2608	110,7792	67,819	178,598	59,5326
16	6	10,67	1,2	40	0,2	2	1,413	0,1589	3,3912	114,1704	67,819	181,989	60,663
18	5	10,67	1	33,33	0,2	2	1,413	0,1589	2,826	116,9964	67,819	184,815	61,605
20	6	10,67	1,2	40	0,6	2	1,413	0,1589	67,824	184,8204	57,204	242,024	80,6748
22	5	10,67	1	33,33	0,6	2	1,413	0,1589	56,52	241,3404	47,67	289,01	96,3368
24	5	10,67	1	33,33	0,6	2	1,413	0,1589	56,52	297,8604	47,67	345,53	115,177
26	21	10,67	4,2	140	0,6	2	1,413	0,1589	237,384	535,2444	200,21	735,458	245,153

4.3.3 Daya Dukung Tanah Fondasi Metode Tomlinson

Analisa perhitungan kapasitas daya dukung fondasi tiang pancang untuk kondisi tanah kohesif menggunakan metode *Tomlinson*, pada kedalaman 26 m.

a. Perhitungan nilai kohesi tanah

$$\begin{aligned}
 C_u &= 1/20 \times q_c \\
 &= 1/20 \times 30 \\
 &= 1,5 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 147,099 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan daya dukung di ujung tiang

$$Q_p = ((N_c \times C_u) + (\gamma + L_i) \times A_p) / 3 \text{ Dimana:}$$

N_c = faktor daya dukung dibawah ujung tiang bor, bernilai 9

γ = berat jenis tanah (kohesif), bernilai 1,6

L_i = Kedalaman tiang

A_p = luas penampang ujung tiang

$$\begin{aligned} Q_p &= ((N_c \times C_u) + (\gamma + L_i) \times A_p) / 3 \\ &= ((9 \times 147,099) + (1,6 + 26) \times 0,1589) / 3 \\ &= 442,761 \text{ kN} \end{aligned}$$

c. Perhitungan daya dukung selimut fondasi tiang pancang

$$\begin{aligned} Q_s &= ((s \times (D \times L_i)) \times (\alpha \times C_u)) / 5 \\ &= ((1 \times ((0,45 \times 26)) \times (0,55 \times 147,100)) / 5 \\ &= 189,317 \text{ kN} \end{aligned}$$

d. Perhitungan daya dukung ijin (Q_{all})

$$\begin{aligned} Q_{all} &= Q_p + Q_s \\ &= 442,761 + 189,317 \\ &= 632,079 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Perhitungan Daya Dukung Aksial Metode Tomlinson

Depth	qc	Cu	Ap	Qp	Qs	Qall
0	0	0	0,1589	0	0	0
2	15	73,550	0,1589	220,840	7,28144	228,122
4	30	147,100	0,1589	441,596	29,1258	470,722
6	15	73,550	0,1589	221,052	21,8443	242,896
8	10	49,033	0,1589	147,608	19,4172	167,025
10	10	49,033	0,1589	147,714	24,2715	171,986
12	15	73,550	0,1589	221,370	43,6886	265,059
14	15	73,550	0,1589	221,476	50,9701	272,446
16	15	73,550	0,1589	221,582	58,2515	279,833
18	20	98,067	0,1589	295,238	87,3773	382,615
20	20	98,067	0,1589	295,344	97,0858	392,429
22	25	122,583	0,1589	368,999	133,493	502,492
24	25	122,583	0,1589	369,105	145,629	514,734
26	30	147,100	0,1589	442,761	189,317	632,079

4.3.4 Hasil Perhitungan

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan dan Perbandingan Daya Dukung Aksial Tanah
Fondasi

Metode	Daya Dukung Ujung (kN)	Daya Dukung Selimut (kN)	Daya Dukung Ultimit (kN)	Daya Dukung Ijin (kN)
Reese & Wright	200,21	474,127	674,34	224,8
Meyerhof	200,21	535,244	735,458	245,153
Tomlinson	442,761	189,317	632,079	632,079
Daya dukung yang dipakai	200,21	474,127	674,34	224,78

(Sumber : Hasil Perhitungan 2023)

Nilai hasil perhitungan dengan nilai terkecil akan disajikan sebagai bahan analisa berikutnya. Perhitungan dengan metode *Reese & Wright* memperoleh nilai 200,21 kN, selimut 474,127 KN, ulimit 674,34 KN ijin 224,78 kN.

4.4 Daya Dukung Lateral Fondasi Satu Tiang (Single Pile)

4.4.1 Daya Dukung Lateral Ultimit Menurut Metode Broms

$$\gamma = 1,319 \text{ kN/m}^3$$

$$K_p = \tan^3 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

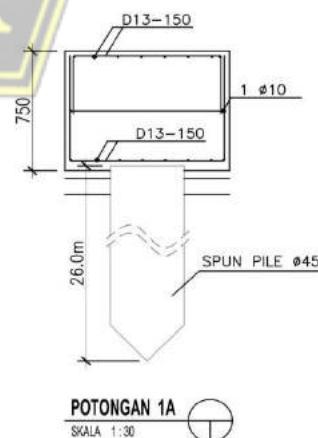
$$K_p = 3,044$$

Spesifikasi Tiang yang digunakan

$$D = 0,45 \text{ m}$$

$$L = 26 \text{ m}$$

$$F_c' = 350 \text{ kg/cm}^3 = 30 \text{ Mpa}$$



Cek kekakuan tiang fondasi:

$$\begin{aligned} E &= 4700\sqrt{f'c'} \\ &= 4700\sqrt{30} \\ &= 257429,6 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Kekakuan tiang fondasi:

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{64} \times \pi \times D^4 \\ &= 1/64 \times 3,14 \times 0,45^4 \\ &= 0,002 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

Kekakuan fondasi dapat dicari nilainya dengan menggunakan rumus persamaan berikut ini:

Nilai ηh didapat 280 kN/m² Untuk faktor kekakuan tanah.

$$\begin{aligned} T &= \left(\frac{E_p \times I_p}{\eta h} \right)^{1,5} \\ &= \left(\frac{257429,6 \times 0,0045}{280} \right)^{1,5} \\ &= 2,493 \\ 4T &= 4 \times T \\ &= 4 \times 2,493 \\ &= 9,974 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari hasil analisa perhitungan L lebih dari 4D yang diartikan bahwa fondasi panjang yang elastis.

Proses pengecekan keruntuhan tanah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} M_{\max} &= D \times \gamma \times L^3 \times K_p \\ &= 0,45 \times 1,319 \times 26^3 \times 3,044 \\ &= 31755,72273 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Cek nilai H_u :

$$\begin{aligned} f &= 0,82 \sqrt{\frac{H_u}{D \times K_p \times \gamma}} \\ &= 0,82 \sqrt{\frac{H_u}{0,45 \times 3,044 \times 17,04}} \end{aligned}$$

$$f = 0,164 \sqrt{Hu}$$

$$\begin{aligned} H_u &= \frac{2My}{e + \frac{2f}{3}} \\ &= \frac{2 \times 1500}{0 + \frac{2(0,164\sqrt{Hu})}{3}} \\ &= 913,02 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{izin} &= \frac{H_u}{S_f} \\ &= \frac{913,02}{3} \\ &= 304,34 \text{ kN} \end{aligned}$$

Perhitungan pada tahanan lateral ijin adalah:

$$\begin{aligned} 50 &= \frac{H_u}{k_p \times \gamma \times D^3} \\ H_u &= 50 \times 3,044 \times 1,319 \times 0,45^3 \\ &= 18,294 \text{ kN} \end{aligned}$$

4.5 Daya Dukung Fondasi Kelompok Tiang (*Group Pile*)

Dari hasil perhitungan yang dilakukan pada daya dukung tunggal, kelompok menggunakan metode *converse labbarae* bertujuan untuk mendapatkan asumsi jumlah tiang.

4.5.1 Menentukan Jumlah Pile

Tabel 4. 8 Perhitungan Jumlah Tiang Karena Beban Aksial

joint	n1	n2	S	D	θ	Efisiensi	%	n	Qall	Qallowable	Beban Kolom	Keterangan
						Group			Single			
10	2	1	180	45	20,556	0,89	89	3	224,78	600,163	571,56	AMAN
8	2	1	180	45	20,556	0,89	89	3	224,78	600,163	571,56	AMAN
6	2	1	180	45	20,556	0,89	89	3	224,78	600,163	571,56	AMAN
4	2	1	180	45	20,556	0,89	89	3	224,78	600,163	571,56	AMAN
2	2	1	180	45	20,556	0,89	89	3	224,78	600,163	571,56	AMAN
46	2	1	180	45	20,556	0,89	89	3	224,78	600,163	571,56	AMAN
57	2	1	180	45	20,556	0,89	89	3	224,78	600,163	571,56	AMAN
66	2	1	180	45	20,556	0,89	89	3	224,78	600,163	571,56	AMAN
63	2	1	180	45	20,556	0,89	89	3	224,78	600,163	571,56	AMAN
121	2	3	180	45	20,556	0,73	73	7	224,78	984,536	740,425	AMAN
117	2	3	180	45	20,556	0,73	73	7	224,78	984,536	740,425	AMAN
204	2	3	180	45	20,556	0,73	73	7	224,78	984,536	740,425	AMAN
202	2	3	180	45	20,556	0,73	73	7	224,78	984,536	740,425	AMAN
201	2	3	180	45	20,556	0,73	73	7	224,78	984,536	740,425	AMAN
200	2	3	180	45	20,556	0,73	73	7	224,78	984,536	740,425	AMAN

(Sumber : Hasil Perhitungan 2023)

$$n = \frac{p}{Qa}$$

Dimana:

P = Beban bangunan yang terdapat pada titik

Qa = Qallowable

4.5.2 Menentukan Jarak Tiang

4.5.2.1 Syarat jarak tiang (as ke as)

$2,5D \leq s < 3D$ nilai s lebih dari 2,5 D dan kurang dari 3D

$$(2,5 \times 45) < s < (3 \times 45) = 112,5 < S < 135$$

$$= 135 \text{ cm} = 1,35 \text{ m}$$

4.5.2.2 Syarat jarak as tiang ke bagian tepi

S kurang dari $1,25D$

$$S \text{ kurang dari } 1,25 \times 0,45 = S < 0,6$$

$$= 0,6 \text{ m}$$

4.5.3 Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang

$$E_g = 1 - \left[\frac{(n_1 - 1) \cdot n_2 + (n_2 - 1) \cdot n_1}{90 \cdot n_1 \cdot n_2} \right] \cdot \theta$$

Dimana :

n_1 = total baris tiang fondasi

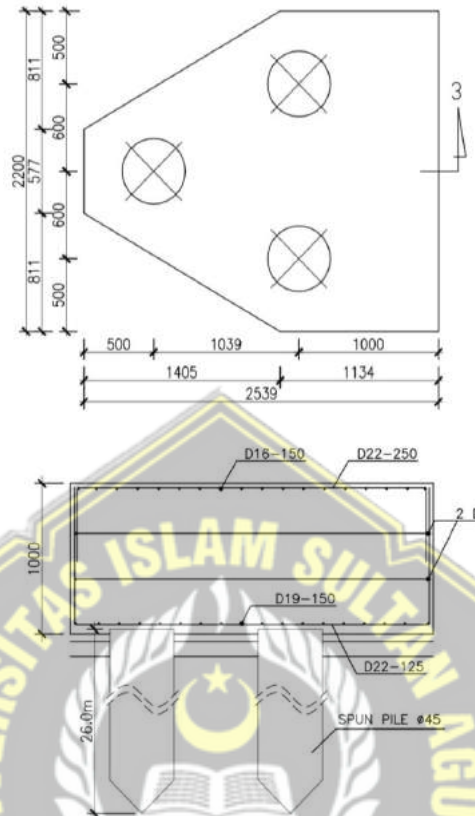
n_2 = total tiang dalam 1 baris

s = space antar tiang

D = dimensi diameter atau sisi tiang

$$\theta = \tan^{-1}(D/s) (^{\circ})$$

a. Perhitungan daya dukung kelompok tiang PC 3



Gambar 4. 8 Detail Fondasi PC.3

$$S = 1,2 \text{ m}$$

$$D = 0,45 \text{ m}$$

$$n_1 = 2$$

$$n_2 = 1$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{D}{S} \right)$$

$$= \tan^{-1} \frac{0,45}{1,2}$$

$$= 20,556$$

$$E_g = 1 - \left[\frac{(2-1) \cdot 2 + (1-1) \cdot 1}{90 \cdot 1} \right] \cdot 20,556$$

$$= 0,89$$

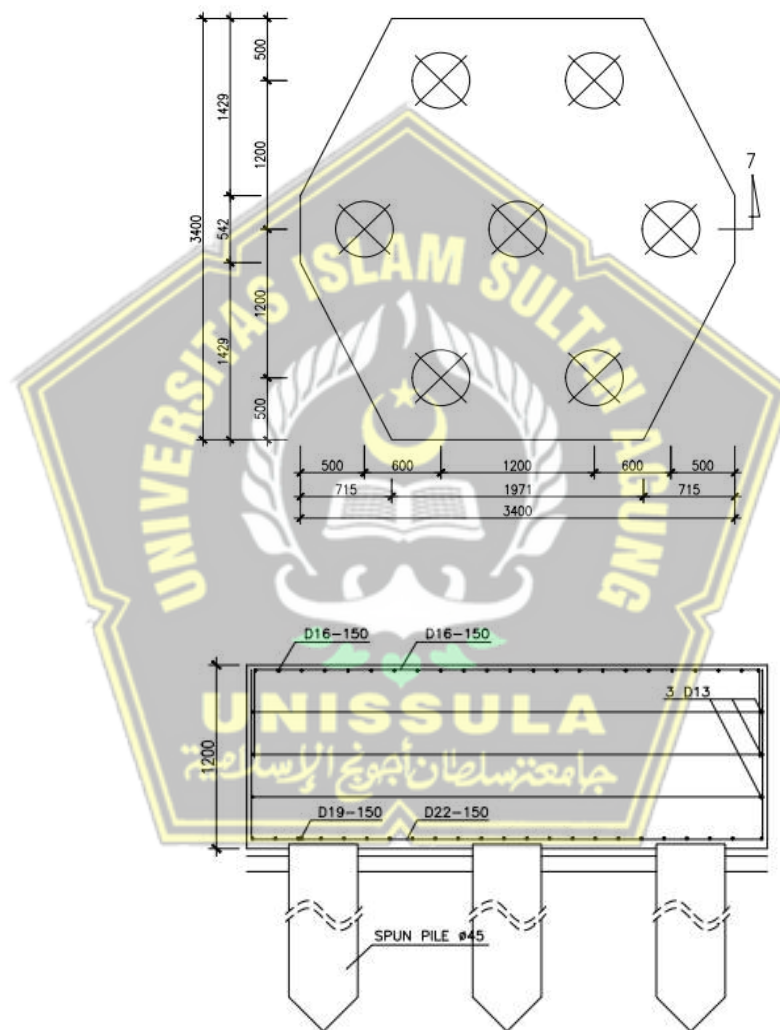
$$= 89 \%$$

$$Q_{all}(group) = n \times Q_{all}(single) \times E_g$$

$$= 3 \times 224,78 \times 0,89$$

$$= 600,163 \text{ kN} > 571,556 \text{ kN (AMAN)}$$

b. Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang PC 7



Gambar 4. 9 Detail Fondasi PC.7

$$S = 1,20 \text{ m}$$

$$D = 0,45 \text{ m}$$

$$n_1 = 2$$

$$n_2 = 3$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{D}{S} \right)$$

$$= \tan^{-1} \frac{0,45}{1,20}$$

$$= 20,556$$

$$E_g = 1 - \left[\frac{(3-1).3 + (3-1).3}{90.3.3} \right] \cdot 20,556$$

$$= 0,73$$

$$= 73 \%$$

$$Q_{all}(group) = n \times Q_{all}(single) \times E_g$$

$$= 6 \times 224,78 \times 0,73$$

$$= 984,536 \text{ kN} > 740,425 \text{ kN (AMAN)}$$

Hasil analisa perhitungan disajikan pada tabel dibawah.

Tabel 4. 9 Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang Fondasi

Type	Beban (kN)	N	Eg	Qall Group (kN)	Keterangan
PC. 3	571,556	3	0,89	600,163	AMAN
PC. 7	740,425	6	0,73	984,536	AMAN

(Sumber : Hasil Perhitungan 2023)

4.6 Mengetahui Penurunan Fondasi Tiang Pancang Menggunakan Bantuan

Metode Vesic

Menurut Vesic (1977), penurunan suatu fondasi dapat dianalisis menggunakan 2 metode perhitungan yaitu perhitungan secara kelompok dan perhitungan secara tunggal.

4.6.1 Perhitungan Penurunan Fondasi Tiang Pancang Tunggal (Single Pile)

Menurut Vesic (1977), untuk mendapatkan nilai penurunan elastis dapat menggunakan persamaan berikut:

$$Se = Se(1) + Se(2) + Se(3)$$

- Nilai $Se(1)$ dihitung dari :

$$Se(1) = \frac{Q_{wp} \times C_p}{D \times q_p}$$

- Untuk nilai $Se(2)$ dihitung dari :

$$Se(2) = \frac{Q_{wp} \times C_p}{D \times q_p}$$

- Dan untuk nilai $Se(3)$ dihitung dari :

$$Se(3) = \frac{Q_{ws} \times C_s}{L \times q_p}$$

$$Q_p = 200,21 \text{ kN}$$

$$Q_{wp} = 200,21/4 = 50,053 \text{ kN}$$

$$Q_s = 474,127 \text{ kN}$$

$$Q_{ws} = 474,127/4 = 118,532 \text{ kN}$$

$$\xi = 0,67$$

$$L = 26 \text{ m}$$

$$A_p = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,45^2 = 0,15896 \text{ m}^2$$
$$E_p = 2,1 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$$

$$C_p = 0,03$$

$$C_s = \text{Konstanta empiris } (0,93 + 0,16 \sqrt{L/D}) \times C_p$$

$$= (0,93 + 0,16 \sqrt{\frac{26}{0,45}}) \times 0,03 = 0,966486$$

$$D = 0,45 \text{ m}$$

$$Q_p = Q_{wp} / A_p = 50,053 / 0,15896$$

$$= 315 \text{ kN/m}^2 \text{ (tahanan ultimate ujung tiang)}$$

a. Perhitungan Penurunan Elastis Tiang Tunggal

$$\begin{aligned} Se(1) &= \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p \times E_p} \\ &= \frac{(50,053 + 0,67 \times 118,532) \times 26}{0,15896 \times 2,1 \times 10^6} \\ &= 0,010084 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Se(2) &= \frac{Q_{wp} \times C_p}{D \times q_p} \\ &= \frac{50,053 \times 0,03}{0,45 \times} \\ &= 0,010593 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Se(3) &= \frac{Q_{ws} \times C_s}{L \times q_p} \\ &= \frac{118,532 \times 0,064386}{26 \times 31} \\ &= 0,000932 \text{ m} \end{aligned}$$

Total penurunan :

$$\begin{aligned} Se &= Se(1) + Se(2) + Se(3) \\ &= 0,010084 + 0,010593 + 0,000932 \\ &= 0,0216 \text{ m} \\ &= 2,161 \text{ cm} \end{aligned}$$

b. Penurunan Yang Diijinkan (Sijin) Menurut Terzaghi (1969) :

$$\begin{aligned} Sijin &= 10\% \times D \\ &= 10\% \times 0,45 \\ &= 0,045 \text{ m} \\ &= 4,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penurunan tiang tunggal lebih kecil dari standar yang diizinkan yaitu 2,161 cm kurang dari 4,5 cm sehingga dapat diartikan bahwa penurunan terpenuhi (AMAN).

4.6.2 Perhitungan Penurunan Kelompok Tiang Fondasi Tiang Pancang (Group Pile)

Menurut Vesic (1977), untuk mendapatkan nilai penurunan elastis dapat menggunakan persamaan berikut:

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

Dimana:

S_g = Penurunan pondasi pada tiang kelompok (m)

B_g = Lebar dari kelompok tiang (m)

D = Ukuran Diameter tiang (m)

a. Fondasi PC 3

Diketahui:

$$S_e = 0,0216 \text{ cm}$$

$$B_g = 2,539 \text{ m}$$

$$D = 0,45 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} S_g &= S_e \times \sqrt{\frac{B_g}{D}} \\ &= 0,0216 \times \sqrt{\frac{2,5}{0,45}} \\ &= 5,091 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi penurunan yang terjadi pada fondasi PC 3 adalah 5,091 cm.

b. Pondasi PC 7

Diketahui :

$$S_e = 0,021609 \text{ m}$$

$$B_g = 3,5 \text{ m}$$

$$D = 0,45 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} S_g &= S_e \times \sqrt{\frac{B_g}{D}} \\ &= 0,0216 \times \sqrt{\frac{3,5}{0,45}} \\ &= 6,023 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi penurunan yang terjadi pada fondasi PC 7 adalah 6,023 cm.

Tabel 4. 10 Parameter Tanah

Dept (m)	N SPT	Deskripsi	E (kN/m ²)	c (kN/m ²)	φ (phi)	kx (m/s)	ky (m/s)	V	γ unsat (kN/m ³)	γ sat (kN/m ³)
0- 25	11	Slit Clay	11000	9,3	23,99	3,33E- 05	3,330E- 05	0,3	11,56	16,51
25- 30	21	Slit Clay	21000	11,7	35,10	3,33E- 05	3,330E- 05	0,3	12,76	17,34
30- 40	50	Slit Clay	50000	25,0	37,70	3,33E- 05	3,33E- 05	0,3	12,46	17,91

Untuk melanjutkan permodelan fondasi pada plaxis V 8.6, digunakan data-data sebagai berikut:

$$E = 4700 \sqrt{fc} = 4700 \sqrt{24,9} = 23452952,9 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$I = \frac{1}{2} \times m \times d^4 = \frac{1}{2} \cdot 2400 \cdot 0,45^4 = 49,21 \text{ m}^4$$

$$A = 0,15896 \text{ m}^2$$

$$EA = 23452950 \times 0,15896 = 3728080,93 \text{ kN/m}$$

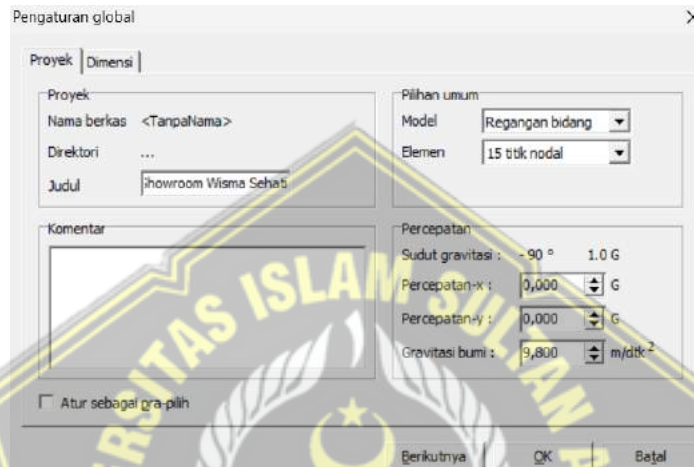
$$EI = 23452950 \times 49,21 = 115411970 \text{ kNm}^2/\text{m}$$

4.7 Hasil Perhitungan Menggunakan Aplikasi

4.7.1 Penurunan Fondasi Tiang Pancang Menggunakan Plaxis v.8.6

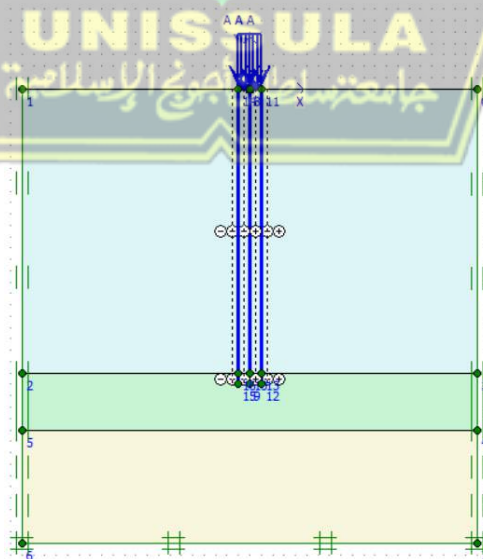
Untuk mendapatkan nilai penurunan fondasi dengan bantuan aplikasi Plaxis dapat dilakukan dengan langkah langkah berikut:

1. Tahap awal yang dilakukan adalah pemilihan satuan yang akan digunakan.



Gambar 4. 10 Pengaturan Awal Untuk Satuan

2. Tahapan kedua adalah memencet opsi  yang bertujuan untuk mengatur pemodelan geometri tanah.



Gambar 4. 11 Profil Tanah

3. Tahapan ketiga adalah pemilihan simbol  yang diartikan sebagai pemilihan bahan material.

Mohr-Coulomb - 0-25

Umum | Parameter | Antarmuka

Kumpulan material

Identifikasi: 0-25

Model material: Mohr-Coulomb

Jenis material: Tak terdrainase

Sifat umum

γ_{unsat} : 11,560 kN/m³

γ_{sat} : 16,510 kN/m³

Komentar

Permeabilitas

k_x : 3,300E-05 m/hari

k_y : 3,300E-05 m/hari

Tingkat lanjut...

SoilTest Berikunya OK Batal

Gambar 4. 12 Kebutuhan Data Umum Bahan Material

Mohr-Coulomb - 0-25

Umum | Parameter | Antarmuka

Kekakuan

E_{ref} : 1,100E+04 kN/m²

ν (nu): 0,300

Kekuatan

c_{ref} : 9,300 kN/m²

ϕ (phi): 23,99 °

ψ (psi): 0,000 °

Alternatif

G_{ref} : 4230,769 kN/m²

E_{oed} : 1,481E+04 kN/m²

Kecepatan

V_s : 59,890 m/dtk

V_p : 112,000 m/dtk

Tingkat lanjut...

SoilTest Berikunya OK Batal

Gambar 4. 13 Data Tolak Ukur Penelitian

Mohr-Coulomb - 0-25

Umum | Parameter | Antarmuka

Kekuatan

☒ Kaku
☐ Manual

R_{inter} : 1,000

Tebal antarmuka sebenarnya

δ_{inter} : 0,000

SoilTest Berikunya OK Batal

Gambar 4.14 Data Antar Permukaan

4. Lakukan langkah 1 sampai 3 untuk menentukan lapisan material tanah.
5. Tahap kelima adalah memilih opsi kumpulan data material, kemudian klik opsi plat

Sifat pelat

Kumpulan material

Identifikasi: Fondasi

Jenis material: Elastis

Komentar

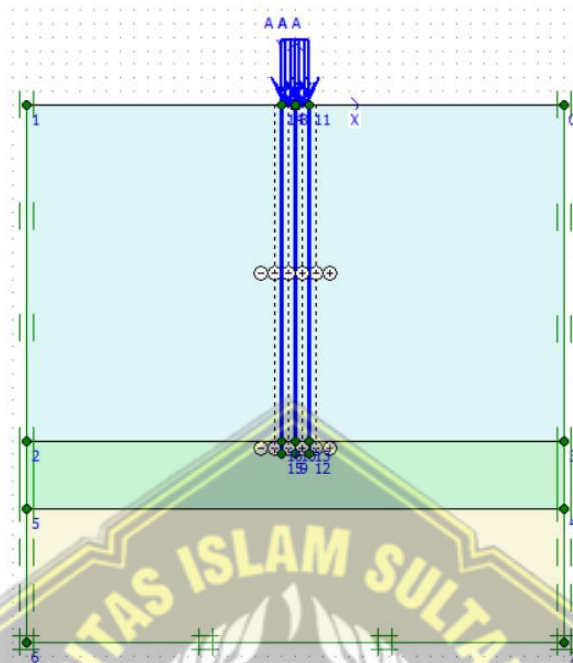
Sifat-sifat

EA :	3,728E+06	kN/m
EI :	1,154E+09	kNm ² /m
d :	60,947	m
w :	0,000	kN/m/m
v :	0,000	
M_p :	1,000E+15	kNm/m
N_p :	1,000E+15	kN/m
α Rayleigh :	0,000	
β Rayleigh :	0,079	

OK Batal

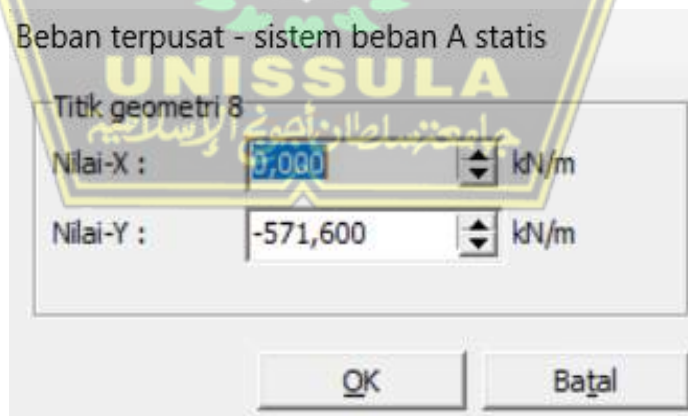
Gambar 4. 15 Data Material Fondasi

6. Pilih simbol  untuk menentukan jenis fondasi tiang pancang

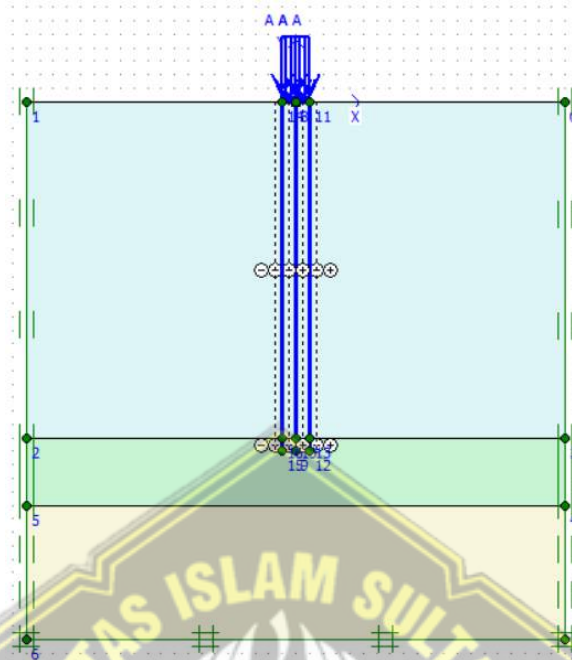


Gambar 4. 16 Pemodelan Fondasi Tiang Pancang

7. Langkah ke tujuh adalah menginput data material kedalam pemodelan.
8. Pilih simbol  untuk pemberian pembebanan pada fondasi tiang pancang.

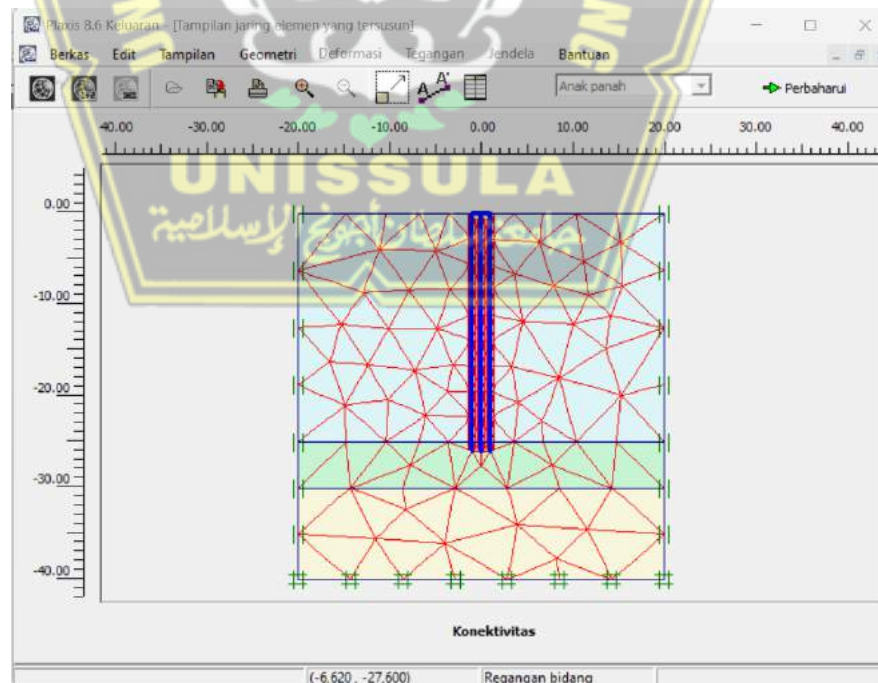


Gambar 4. 17 Input Beban



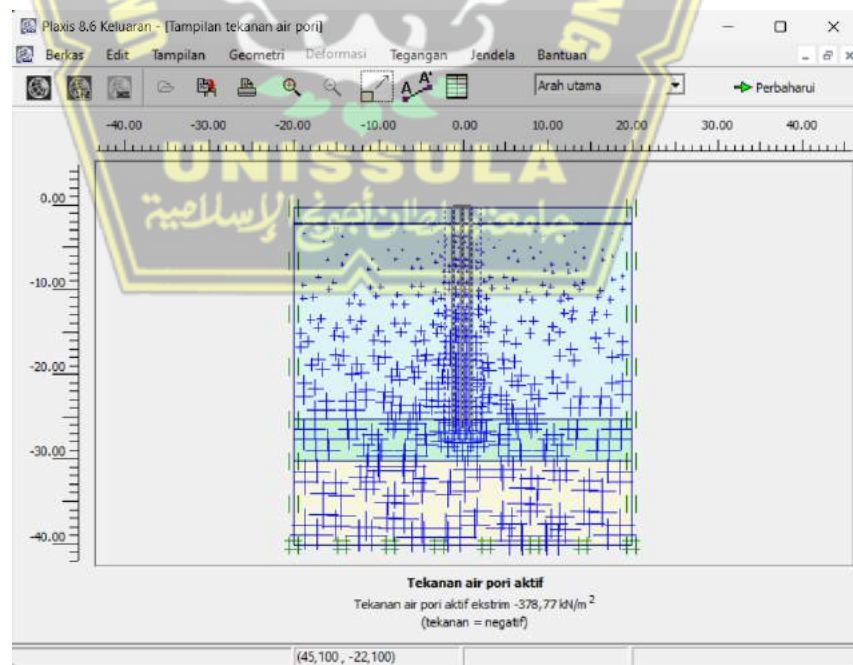
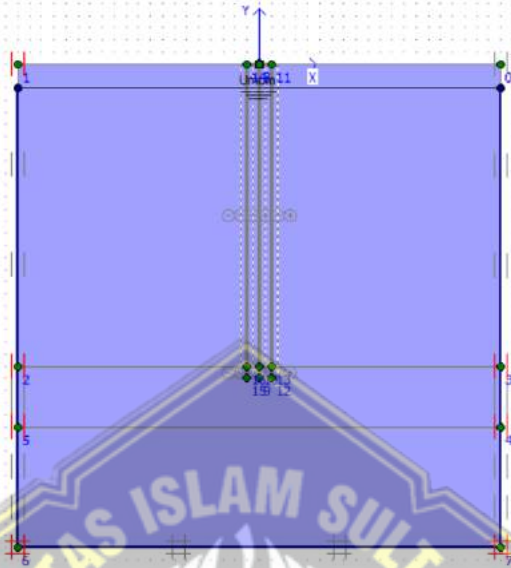
Gambar 4. 18 Beban Fondasi Tiang

9. Tahap ke sembilan pilih opsi  yang bertujuan untuk melihat hasil perhitungan antar elemen.



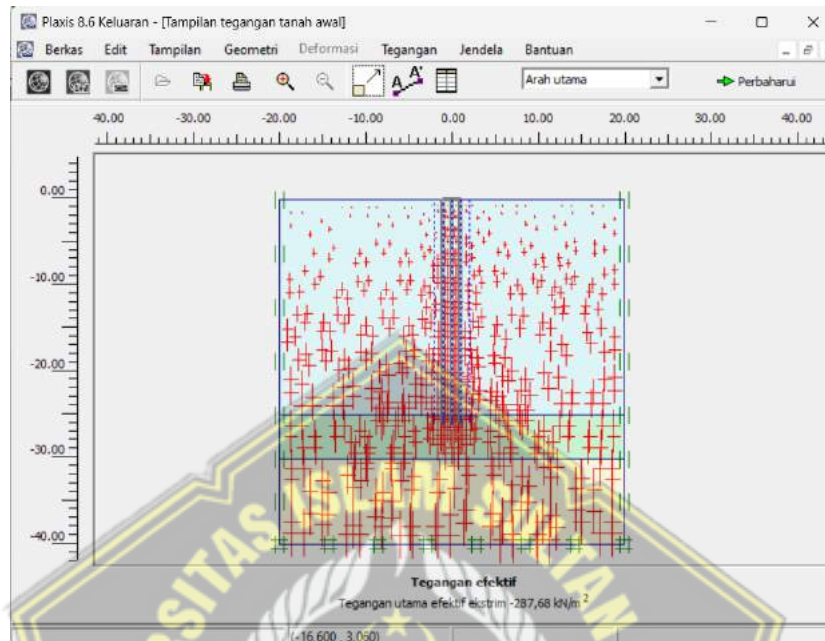
Gambar 4. 19 Susunan Jaringan Elemen

➡ Kondisi awal



Gambar 4. 21 Besar Tekanan Air Pada Pori Aktif

13. Aktifkan tegangan efektif dengan memilih tombol .



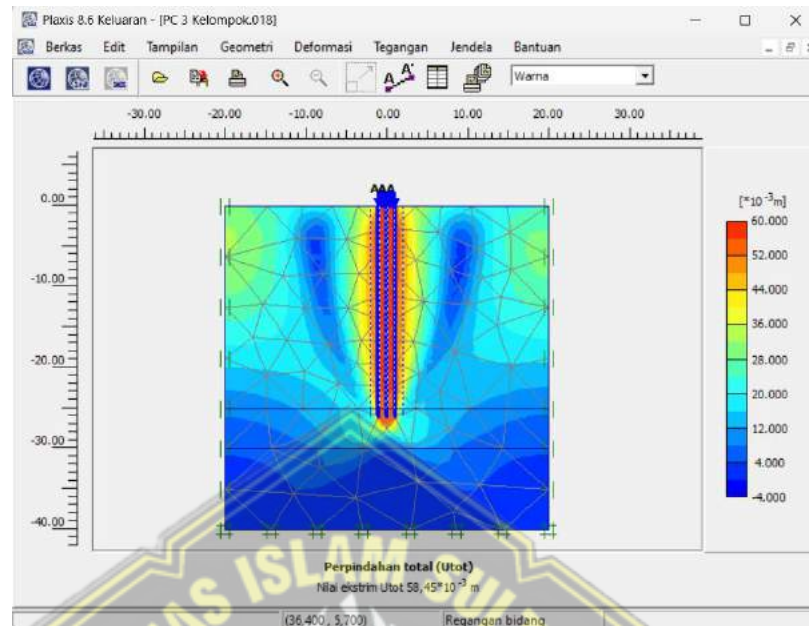
Gambar 4. 22 Mengaktifkan Tegangan Efektif

14. Aktifkan perhitungan konstruksi.

Identifikasi	No. tahap	Mulai dari	Perhitungan	Masukan pembebanan	Waktu	Air	Perts...
Tahap awal	0	0	N/A	N/A	0,00 ...	0	0
✓ Fondasi	1	0	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0,00 ...	1	1
✓ Pile Cap	2	1	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0,00 ...	2	3
✓ Beban	3	2	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0,00 ...	3	5
✓ Faktor Aman	4	3	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0,00 ...	3	9

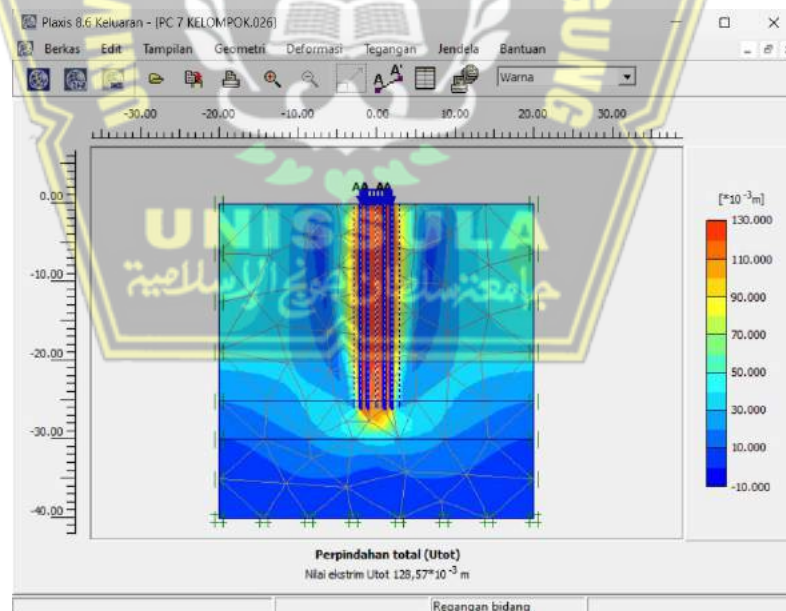
Gambar 4. 23 Tahap-tahap Perhitungan Konstruksi

15. Pilih gambar  untuk melihat hasil penurunan fondasi.



Gambar 4. 24 Perpindahan Total Group P3

Jadi penurunan pada fondasi kelompok P3 menggunakan aplikasi plaxis adalah 5,845 cm.



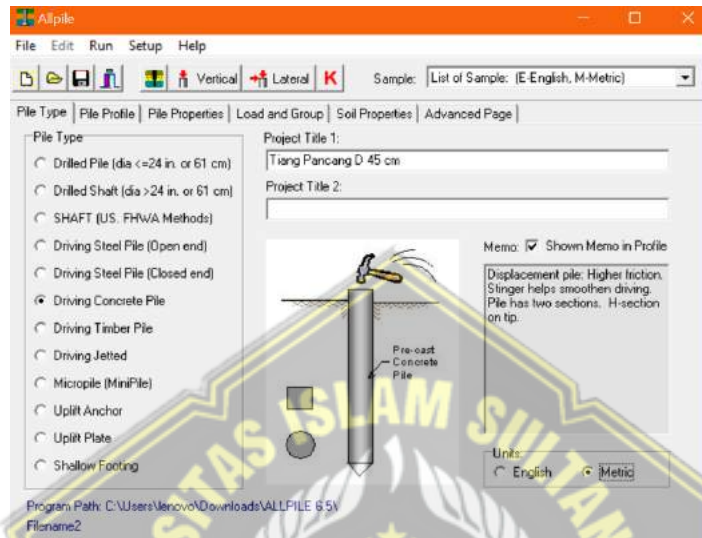
Gambar 4. 25 Perpindahan Total Group P7

Jadi penurunan pada fondasi kelompok P7 menggunakan aplikasi plaxis adalah 12,857 cm.

4.7.2 Analisa Permodelan dengan Program Aplikasi AllPile

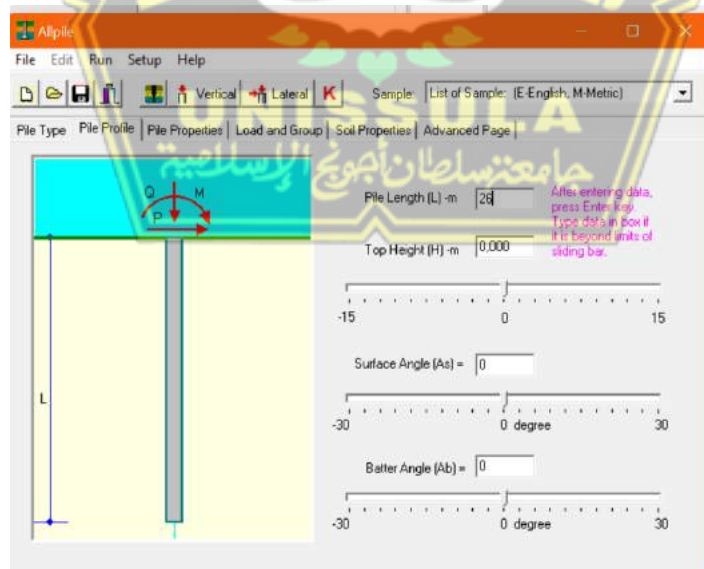
Langkah-langkah penyelesaian dengan menggunakan aplikasi AllPile adalah:

1. Penentuan jenis fondasi dan beri judul pada proyek yang akan dibuat.



Gambar 4. 26 Input Pada Pile Type

2. Input data pada *software* yang meliputi data dimensi panjang fondasi keseluruhan, panjang muncul fondasi, nilai kemiringan tanah serat nilai kemiringan fondasi.



Gambar 4. 27 Input Pada Pile Profile

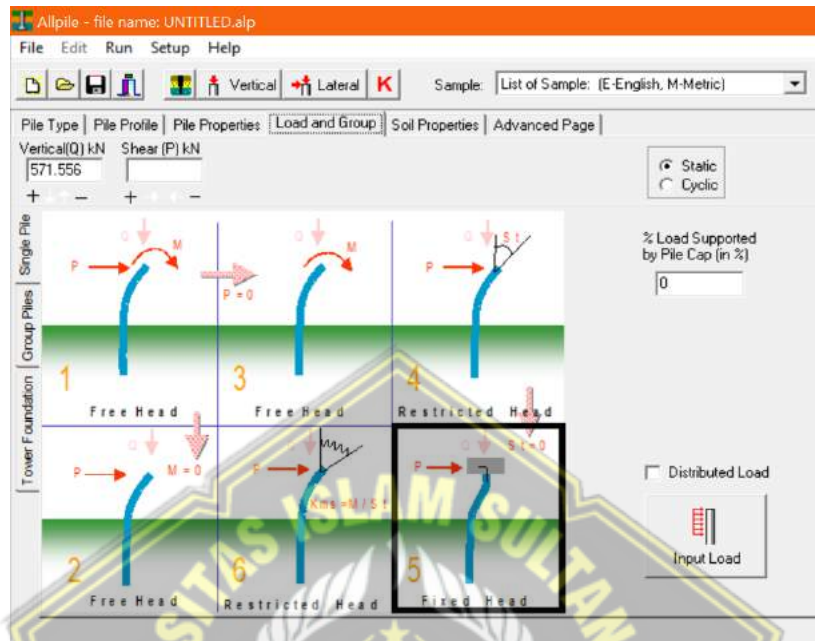
3. Melakukan input data dan memilih data-data fondasi yang akan direncanakan berdasarkan material, tulangan, ukuran fondasi.

Gambar 4. 28 Hasil Input Pada *Pile Section*

Zp-m	Pile Data Input	Width-cm	A'-cm²	Per.-cm	I'-cm⁴	E-MP	W-kN/m	A1-cm²
0	● Concrete (rough)	45	1590.4	141.4	201289.0	20683	3.658	1590.4
26	● Concrete (rough)	45	1590.4	141.4	201289.0	20683	3.658	1590.4
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							

Gambar 4. 29 Hasil Input Pada *Pile Properties*

- Memasukkan pembebanan yang diterima yang diperoleh dari hasil perhitungan ETABS v.20.30.



Gambar 4. 30 Hasil Input Pada *Load and Group*

- Memasukkan data-data tanah yang diperoleh dari N-SPT, serta kedalaman tanah beserta parameter-parameter yang akan direncanakan.

Zg-m	Soil Data Input	G-kN/m ³	Phi	C-kN/m ²	k-MN/m ³	es0 or Dr	Nsp1	Type
0	Soft Clay	15.5	0.0	6.0	3.8	3.53	1	1
4	Soft Clay	20.5	0.0	65.8	97.6	0.82	11	1
8	Soft Clay	18.7	0.0	29.9	25.9	1.33	5	1
12	Soft Clay	18.7	0.0	29.9	25.9	1.33	5	1
16	Stiff Clay	18.7	0.0	29.9	25.9	1.33	5	2
20	Stiff Clay	19.2	0.0	35.9	37.1	1.19	6	2
24	Soft Clay	18.7	0.0	29.9	25.9	1.33	5	1
26	Stiff Clay	20.9	0.0	125.7	235.5	0.56	21	2
28	Stiff Clay	20.9	0.0	119.7	221.0	0.57	20	2

Gambar 4. 31 Hasil Input Dari *Soil Properties*

6. Memasukkan angka keamanan atau *safety factor* (SF)

The screenshot shows the 'Advanced Page' of the Alpile software. The 'Sample' dropdown is set to 'List of Sample: (E-English, M-Metric)'. The 'Pile Type' is 'Vertical'. The 'Zero Friction (Non-load zone) and Negative Friction (Downdrag force):' section has 'Input Depth (Zg)' set to 10. The 'Zero Friction from' and 'Negative Friction from' fields are empty. The 'Zero Tip Resistance' checkbox is checked. The 'Tip resistance based on stratum from pile tip extends to' is set to 10 times of pile diameter (10 recommended). The 'Analysis Parameters' table is as follows:

Parameters	Value [1]	Value [2]
FS for Downward: [1] FS_side; [2] FS_tip	2.0	2.0
FS for Uplift: [1] FS_side; [2] FS_weight	2.0	2.0
Load Factor: [1] Vertical; [2] Lateral; P, M, T	1.0	1.0
(Critical Depth)/(Pile Diameter): [1] Side; [2] Tip	20.0	20.0
Resistance Limits: [1] Side; [2] Tip - kN/m2 (No Limit: 9999)	9999.0	9999.0
Allowable Deflection: [1] Vertical; x_allow; [2] Lateral; y_allow -cm	2.0	2.0
Group Deduction Factor for Lateral Analysis: [1] Rfront [2] Rside	1.0	1.0

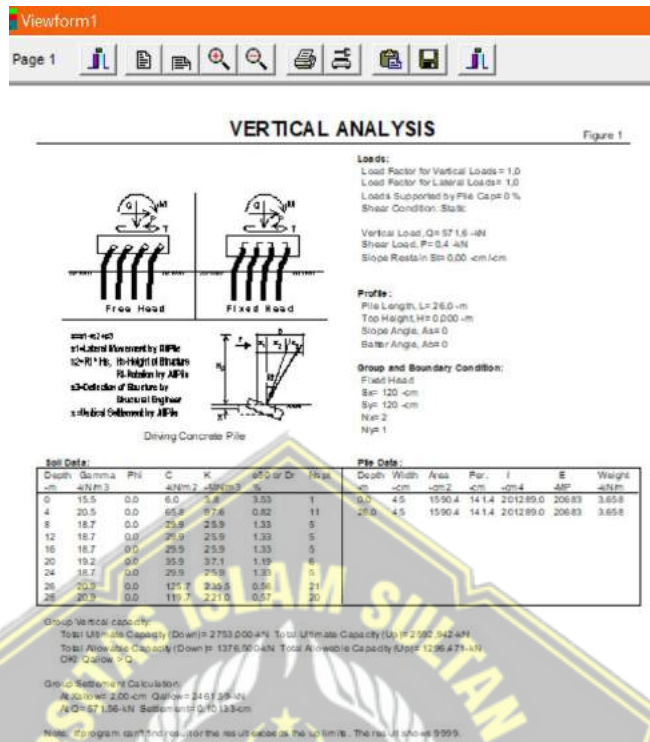
The 'Settlement Calculation' section has 'Vesic Method' selected. The 'Define p-y, t-z Output Points' button is visible.

Gambar 4. 32 Hasil Input Dari Advance Page

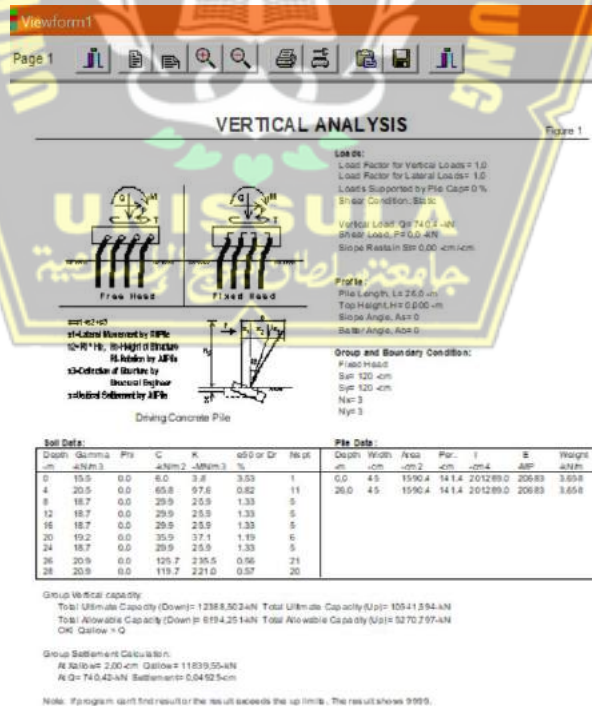
7. Pada tahap terakhir mengklik opsi toolbar dengan tulisan *vertical* dan *software* akan menghasilkan data angka yang diinginkan.

The screenshot shows the 'VERTICAL ANALYSIS RESULTS' window. The 'Name' is 'UNTITLED.alp'. The 'Run' button is highlighted. The 'Data' button is selected. The 'Submittal Report' button is visible. The 'Load - Settlement' button is selected. The 'Capacity - Length' button is selected. The 'Length From' is set to 0.001 to 30.480. The 'Ultimate' radio button is selected. The 't-z Curve' button is selected. The 'q-w Curve' button is selected. The 'Figure No.' is set to 'Figure 1'. The 'Close' button is visible.

Gambar 4. 33 Hasil Dari Vertical Analysis



Gambar 4. 34 Hasil Yang Diperoleh Dari Vertical Analysis Group Pile P3



Gambar 4. 35 Hasil yang Diperoleh Dari Vertical Analysis Group Pile P7

4.7.3 Hasil Perhitungan Penurunan Fondasi

Perbandingan hasil perhitungan secara manual dan pemakaian *software* disajikan pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan

Fondasi	Vesic 1977	Plaxis	AllPile
P3	5,091 cm	5,845 cm	0,20 cm
P7	6,023 cm	12,857 cm	0,26 cm

(Sumber : Hasil Perhitungan 2023)

Hasil perhitungan menggunakan metode Plaxis, memiliki hasil penurunan yang relative lebih besar dengan program karena pada aplikasi Plaxis mencantumkan kondisi keadaan tanah.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa perhitungan fondasi tiang pancang pada proyek pembangunan Gedung Showroom Wisma Sehati Semarang dengan menggunakan metode manual serta menggunakan *software* dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pembebanan struktur atas menggunakan ETABS v.20.30, pada *pilecap* 3 dan *pilecap* 7, didapatkan beban sebesar P3 : 571,556 kN, P7 : 740,425 kN.
2. Berdasarkan hasil perhitungan nilai daya dukung fondasi tiang pancang yang dihitung manual menggunakan metode *Resse & Wright* karena memiliki nilai kecil agar aman untuk dijadikan acuan pada perhitungan berikutnya. Diperoleh nilai daya dukung sebesar Qp : 200,21 kN, Qs : 474,127 kN, Qult : 674,34 kN, dan Qall : 224,78 kN.
3. Berdasarkan hasil perhitungan nilai penurunan fondasi yang dihitung dengan manual dan menggunakan aplikasi dipilih nilai yang terkecil yaitu pada analisis menggunakan *software* Allpile. Dengan diperoleh nilai angka penurunan sebesar P3 : 0,20 cm dan P7 : 0,26 cm. sehingga besarnya angka penurunan tersebut dapat disimpulkan bahwa perhitungan aman.

5.2 Saran

Saran bertujuan untuk memperbaiki hal yang perlu diperbaiki. Dalam penelitian ini penulisan menyarankan:

- a. Dalam perencanaan dan perhitungan fondasi diperlukan adanya pengalaman serta keahlian dalam mengambil keputusan, sehingga akan memperoleh hasil perencanaan yang baik dan sesuai dengan standart konstruksi yang ada di Indonesia.
- b. Dalam perhitungan daya dukung dan nilai penurunan alangkah lebih baiknya jika disamakan dengan kondisi dilapangan.



DAFTAR PUSTAKA

- Atikah, D., & Priadi, E. (n.d.). *Kontribusi Daya Dukung Friksi Dan Daya Dukung Laci Pada Pondasi Tiang Tongkat*. 1–8.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Standarisasi Nasional. Sni 1727-2020*, 8, 8–336.
- Bowles, J. E. (1989). *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Erlangga, 607.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*. Penerbit Erlangga, 1–300.
- Fahrriana, N., Ismina, Y., Lydia, E. N., & Ariesta, H. (2019). Analisis Klasifikasi Tanah Dengan Metode UsCs (Meurandeh Kota Langsa). *Jurnal Ilmiah Jurutera*, 6 (2), 005–013. <https://ejurnalunsam.id/index.php/jurutera/article/view/1622/1284>
- Gunawan, H., & Dudung Hermawan, D. (2019). APLIKASI SAP 2000 UNTUK RANCANG BANGUN KONSTRUKSI BAJA RINGAN BENTANG PANJANG Application of SAP 2000 for Engineering Design of the Long Span Light Steel Construction. *Jurnal Baut Dan Manufaktur*, 01(01), 26.
- Husnah. (2015). Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Pondasi Tissue Block 5 & 6. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1)(73), 15–25.
- I Wayan Jawat, Putu Panji Tresna Gita, & I Made Satria Dharmayoga. (2020). Kajian Metoda Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile Pada Tahap Perencanaan Pelaksanaan. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 9(2), 126–142. <https://doi.org/10.22225/pd.9.2.1830.126-142>
- Luthfiani, F., Nurhuda, I., & Atmamto, I. D. (2017). Analisis Penurunan Bangunan Pondasi Tiang Pancang dan Rakit pada Proyek Pembangunan Apartemen Surabaya Central Business District. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(2), 166–179. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>

Mekanika-Tanah-624-.131-WES-m.pdf. (n.d.).

Panguriseng, D., & Makassar, U. M. (2018). *DASAR-DASAR* (Issue January).

Paso, E. (n.d.). *Das et al.*, 1995.

https://www.academia.edu/43371493/Mekanika_Tanah_Prinsip_prinsip_Rekayasa_Geoteknis_Jilid_II_Braja_M_Das

Pondaei, T. (n.d.). *fuIEKANIKA XANAH* &.

Sudrajat, P., & Nandang, R. (2021). *Analisa Daya Dukung Dan Penurunan Fondasi Tiang Pancang Pada Tanah Lunak Madukoro*.

