

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN FONDASI *SPUN PILE*
PADA ARUS HOTEL SEMARANG**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan Pendidikan Program
Sarjana (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Oleh:

GUARDIANA ESTI M.
30.2017.00.075

LIZA APRILIANI
30.2017.00.095

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM
SULTAN AGUNG
SEMARANG
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERENCANAAN FONDASI *SPUN PILE*
PADA ARUS HOTEL SEMARANG
(Jalan Wahidin No. 116, Semarang, Provinsi Jawa Tengah)**

Yang diajukan oleh :

Guardiana Esti Martyastuti
30.2017.00.075

Liza Apriliani
30.2017.00.095

Telah disetujui oleh :

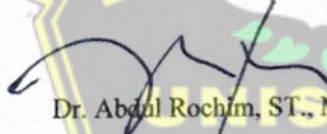
Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. H. Soedarsono, MSi

Tanggal :

Dosen Pembimbing II



Dr. Abdul Rochim, ST., MT

Tanggal :

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Sipil


M. Basli Anyar, ST., M.Eng



UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Kaligawe KM. 4 PO. BOX 1054 Telepon. 089608181018 Semarang 50112

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN FONDASI *SPUN PILE*
PADA ARUS HOTEL SEMARANG



Guardiana Esti Martvastuti
NIM: 30.2017.00.075



Liza Apriliani
NIM: 30.2017.00.095

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, tanggal Agustus 2021

Tim Penguji

1. Dr. Ir. H. Soedarsono, MSi
2. Dr. Abdul Rochim, ST., MT
3. Selvia Agustina, ST., M.Eng

Tanda Tangan

Universitas Islam Sultan Agung
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Ketua,

Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng



UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jalan Raya Kaligawe KM. 4 PO. BOX 1054 Telepon. 089608181018 Semarang 50112

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Nomor: 02/A.2/SA-T/III/2021 tanggal 07 Januari 2021

Pada hari ini Agustus 2021 berdasarkan Surat Keputusan rektor Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang perihal penunjukan dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II :

Bersama ini kami:

1. Nama : Dr. Ir. H. Soedarsono, MSi
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing I
2. Nama : Dr. Abdul Rochim, ST., MT
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing II

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir / Skripsi :

Nama : Guardiani Esti Martyastuti Nama : Liza Apriliani
NIM : 30.2017.00.075 NIM : 30.2017.00.095

Judul : PERENCANAAN FONDASI SPUN PILE PADA ARUS HOTEL SEMARANG. Dengan tahapan sebagai berikut :

NO	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	7 Januari 2021	-
2	Proposal	26 Maret 2021	ACC
3	Pengumpulan data	3 April 2021	-
4	Analisis data	5 April 2021	-
5	Penyusunan laporan	19 April 2021	-
6	Selesai laporan	23 Juli 2021	ACC

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

Dosen Pembimbing I,  Dosen Pembimbing II,

Dr. Ir. H. Soedarsono, MSi

Dr. Abdul Rochim, ST., MT



Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda-tangan dibawah ini:

Nama : Guardiana Esti Martyastuti

Nama : Liza Apriliani

NIM : 30201700075

NIM : 30201700095

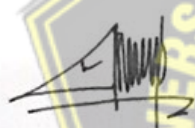
Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul:

“PERENCANAAN FONDASI SPUN PILE PADA ARUS HOTEL SEMARANG” Benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, Agustus 2021

Yang membuat pernyataan



Guardiana Esti Martyastuti



Liza Apriliani



PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda-tangan dibawah ini:

Nama : Guardiani Esti Martyastuti

Nama : Liza Apriliani

NIM : 30201700075

NIM : 30201700095

JUDUL : PERENCANAAN FONDASI *SPUN PILE* PADA ARUS HOTEL
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 ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian Pernyataan ini saya buat.

Semarang, Agustus 2021




Yang n





METERAI
TEMPEL
19069AJX341813306

Guardiani Esti Martyastuti

METERAI
TEMPEL
1914AJX341813307

Liza Apriliani

MOTTO

(Liza Apriliani)

مَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا، سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ

“Barang siapa menelusuri jalan untuk mencari ilmu padanya, Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga.” (HR. Muslim).

جُبُوا شَيْئًا وَهُوَ شَرٌّ لَكُمْ بَبَّ عَلَيْكُمْ الْقِتَالُ وَهُوَ كُرْهُ لَكُمْ وَعَسَى أَنْ تَكْرَهُوا شَيْئًا وَهُوَ خَيْرٌ لَكُمْ وَعَسَى أَنْ تُكْرَهُوا شَيْئًا وَهُوَ خَيْرٌ لَكُمْ وَأَنْتُمْ لَا تَعْلَمُونَ

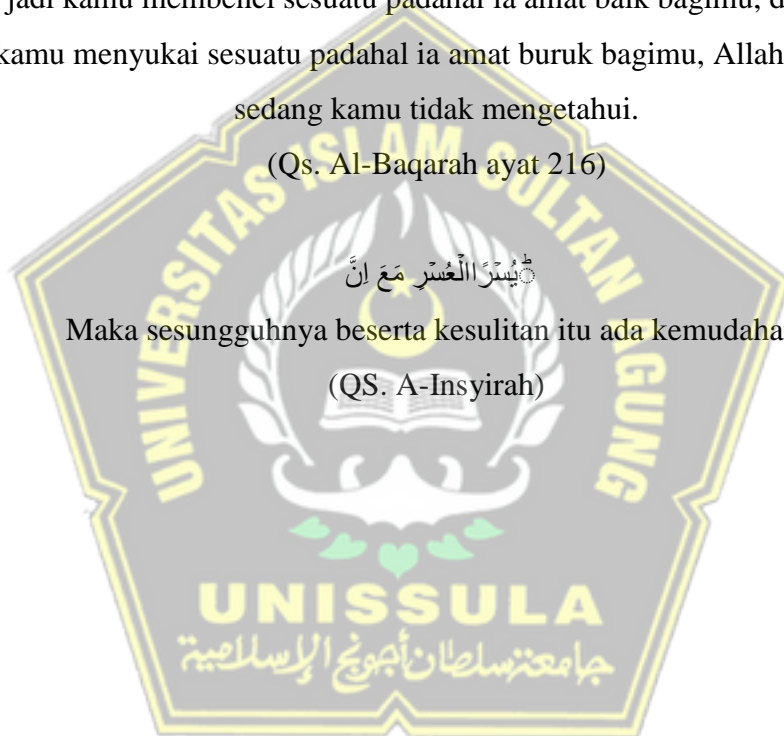
Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui.

(Qs. Al-Baqarah ayat 216)

يُسِّرُ الْعَسْرَ مَعَ الْيُسْرِ

Maka sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan.

(QS. A-Insyirah)



MOTTO

(Guardiana Esti M)

Allahumma Yassir Wala Tu'assir

“Ya Allah Permudahkan Urusanku, Jangan Engkau Persulit”

يُسِّرَ الْعُسْرَ مَعِ إِنَّ

Maka sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan.

(QS. A-Insyirah)



DEDIKASI

Tugas Akhir ini kami dedikasikan untuk ilmu pengetahuan Teknik Sipil pada umumnya dan ilmu Struktur Bawah pada khususnya, serta sebagai amal ibadah kami kepada Allah SWT.



PERSEMBAHAN

Alhamdulillah kita panjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Sukarjo dan Ibu Winarti, yang telah memberikan segenap kasih sayang, dukungan materil, semangat, do'a dan pendidikan mental untuk terus mengejar impian menjadi seseorang yang mulia di dunia dan akhirat.
2. Yth. Bapak Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Si selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran dan dorongan semangat.
3. Yth. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran dan dorongan semangat.
4. Kakak saya tercinta Andrean Novianto dan Devi yang selalu mendukung dan memberikan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Liza Apriliani selaku rekan kerja yang telah bekerja keras berjuang bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman belajar dan main selama masa perkuliahan : Hesti Winarni, Hanida Isna Reza Pahlevi, Muhammad Wildan, Faris Ni'am, Muhammad Fadli yang telah membantu saya selama masa kuliah, memberikan semangat, motivasi dan membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil angkatan 2017 khususnya kelas B

Semarang, Agustus 2021

Penulis

Guardiana Esti Martyastuti

30.2017.00.075

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah kita panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Sudarso dan Ibu Sri Lestari yang telah memberikan segenap kasih sayang, dukungan materil, semangat do'a dan pendidikan mental untuk terus mengejar impian menjadi seseorang yang mulia di dunia dan akhirat.
2. Yth. Bapak Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Si selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran dan dorongan semangat.
3. Yth. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir , yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran dan dorongan semangat.
4. Guardian Esti Martyastuti selaku rekan yang telah bekerja keras dan berjuang bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman belajar dan main selama masa perkuliahan : Hesti Winarni, Hanida Isna Reza Pahlevi, Intan Mekar B.C, Muhammad Wildan, Mas Koko Wicaksono yang telah membantu saya selama masa kuliah, memberikan semangat, motivasi dan membantu menyelesaikan Tugas Akhir Ini.
6. Teman-teman Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil angkatan 2017 khususnya kelas B

Semarang, Agustus 2021

Penulis

Liza Apriliani

30.2017.00.095

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah kita panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq, dan hidayah-nya. Tuhan semesta alam yang karena ridho-Nya penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “PERENCANAAN FONDASI *SPUN PILE* PADA ARUS HOTEL SEMARANG” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Yth. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik UNISSULA
2. Yth. Bapak M. Rusli Ahyar, ST, M.Eng. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UNISSULA atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan.
3. Yth. Bapak Dr. Ir. H. Soedarsono, MSi selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran dan dorongan semangat.
4. Yth. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, pemikiran, kritik, saran dan dorongan semangat.
5. Orang tua, keluarga, serta sahabat-sahabat dari kedua penulis atas dukungan dan serta bantuan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
PERNYATAAN KEASLIAN.....	vi
MOTTO	vii
DEDIKASI	viii
PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvii
ABSTRAK	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Maksud dan Tujuan	2
1.5. Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tanah Sebagai Pendukung Fondasi	3
2.2.1. Parameter Tanah	3
2.2. Fondasi	8
2.3. Klasifikasi Fondasi.....	9
2.3.1. Fondasi Dangkal	9
2.3.2. Fondasi Sedang	11

2.3.3.	Fondasi Dalam	11
2.3.4.	Tiang Pancang Kayu	12
2.3.5.	Tiang Beton Pra Cetak	13
2.3.6.	Tiang Beton Cor di tempat	14
2.3.7.	Tiang Bor (<i>Bored Pile</i>)	15
2.3.8.	Tiang Pancang Baja	15
2.4.	Kapasitas Daya Dukung Fondasi	16
2.4.1	Daya Dukung Aksial.....	17
2.4.2	Daya Dukung <i>lateral</i>	18
2.4.3	Perhitungan Daya Dukung Aksial Fondasi Satu Tiang (<i>Single Pile</i>)	20
2.4.4	Perhitungan Daya Dukung Fondasi Kelompok Tiang (<i>Group Pile</i>) menurut <i>Converse-Labarre</i>	24
2.5.	Perhitungan Penurunan Fondasi	25
2.5.1	Penurunan Elastis Pada Fondasi Tiang Tunggal (<i>Single Pile</i>)	25
2.5.2	Penurunan Elastis pada Fondasi Tiang Group (<i>Groupe Pile</i>)	25
2.6	Perhitungan Pile Cap.....	26
2.6.1	Berat sendiri <i>pile cap</i>	26
2.6.2	Perhitungan beban maksimum yang diterima oleh satu tiang	26
2.6.3	Perhitungan tinggi <i>pile cap</i>	26
2.6.4	Kontrol kuat geser	27
2.6.5	Penulangan <i>Pile Cap</i>	27
2.7	Analisa Pembebanan Menggunakan ETABS	28
2.8	Analisa Menggunakan Program Plaxis	29
2.9	Analisa Menggunakan Program Allpile	31
BAB III METODE PENELITIAN		33
3.1.	Pendahuluan	33
3.2.	Pengumpulan Data	33
3.2.1.	Data Primer	33
3.2.2.	Data Sekunder	33
3.3	Analisis Daya Dukung Tiang dan Penurunan	34
3.4	Cara Pengolahan atau Analisi Data	35

3.5	Metode Analisa	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1.	Tinjauan umum	37
4.2.	Pemodelan Struktur Atas Dengan Program ETABS 2017 versi 17.1	38
4.2.1	Data bangunan	38
4.2.2	Analisis Pembebanan Struktur	38
4.3	Daya Dukung Aksial Fondasi Satu Tiang (<i>Single Pile</i>).....	44
4.3.1	Metode (<i>Reese & Wright 1977</i>)	44
4.3.2	Metode <i>Mayerhoff</i>	48
4.3.3	Metode <i>Decourt</i>	51
4.4	Dayang Dukung Lateral	54
4.4.1	Metode Broms	54
4.4.2	Metode Brinh Hansen	56
4.5	Daya Dukung Fondasi Kelompok Tiang (<i>Group Pile</i>)	57
4.5.1	Metode <i>Convers-Labarre</i>	57
4.5.2.	Perhitungan untuk Metode <i>Reese & Wright 1977</i>	57
4.6	Penurunan Fondasi <i>Spun Pile</i> Menggunakan Metode <i>Vesic</i>	61
4.6.1	Penurunan Elastis Pada Fondasi Tiang Tunggal (<i>Single Pile</i>)	61
4.7	Penurunan Fondasi <i>Spun Pile</i> Menggunakan Program <i>Plaxis 8.6</i>	64
4.8	Menganalisis Pemodelan Dengan Program <i>AllPile</i>	74
4.9	Perhitungan <i>Pile Cap</i>	79
4.9.1	Berat Sendiri <i>Pile Cap</i>	79
4.9.2	Perhitungan Beban Maksimum yang diterima satu tiang	81
4.9.3	Perhitungan Tinggi <i>Pile Cap</i>	84
4.9.4	Perhitungan Penulangann <i>Pile Cap</i>	90
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		103
5.1	Kesimpulan	103
5.2	Saran	103
DAFTAR PUSTAKA		105
LAMPIRAN.....		107

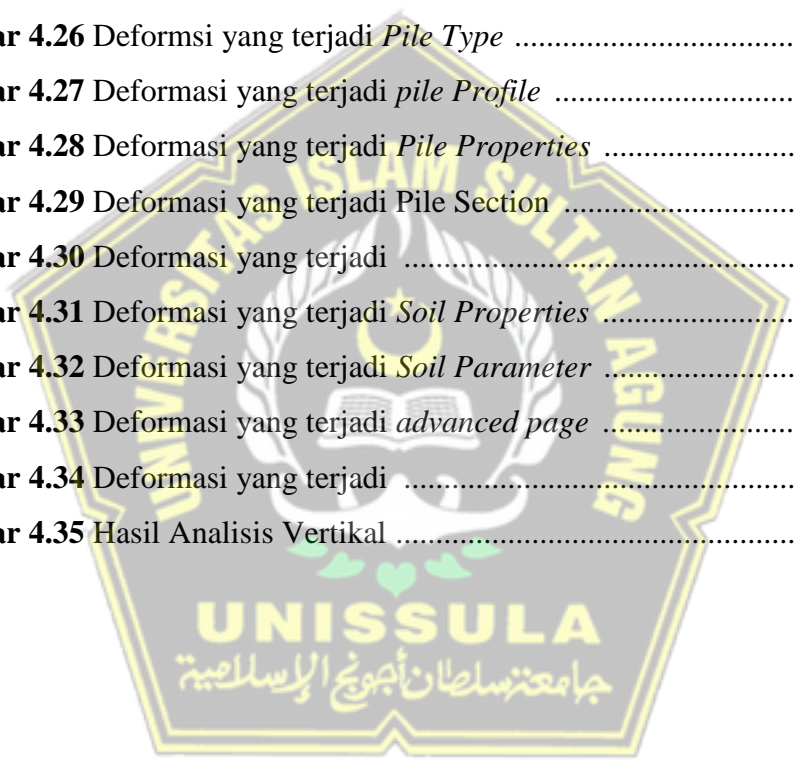
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanah dari Data Sondir	5
Tabel 2.2 Hubungan Antara Konsistensi dengan Tekanan <i>Conus</i>	6
Tabel 2.3 Hubungan Antara Kepadatan dengan <i>Relative Density</i>	6
Tabel 2.4 Nilai Perkiraan <i>Modulus Young</i>	7
Tabel 2.5 Hubungan Antara Jenis Tanah dan <i>Poisson Ratio</i>	7
Tabel 2.6 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dan Jenis Tanah	8
Tabel 2.7 Nilai-Nilai Tipikal Beban Izin Tiang Beton Pracetak	13
Tabel 2.8 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan	16
Tabel 2.9 nilai n_h –nilai n_h untuk tanah granuler ($c=0$)	18
Tabel 2.10 nilai n_h –nilai n_h untuk tanah kohesif	18
Tabel 2.11 Faktor Koerlasi Menurut <i>Decourt</i> (K_b) (<i>Canadian Geotechnical Society, 2006</i>)	23
Tabel 4.1 Faktor Keutamaan Struktur	41
Tabel 4.2. Beban Maksimum yang diperoleh dari Fondasi P4	43
Tabel 4.3 Daya Dukung Fondasi metode <i>Reese and Wright</i>	47
Tabel 4.4 Daya Dukung Fondasi metode <i>Mayerhoff</i>	50
Tabel 4.5 Daya Dukung Fondasi metode <i>Decourt</i>	53
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan dan Perbandingan Daya Dukung Fondasi	54
Tabel 4.7 Perhitungan Jumlah Tiang Pancang (n) Akibat beban Aksial	58
Tabel 4.8 Perhitungan daya dukung kelompok tiang fondasi	61
Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Pembebanan	104
Tabel 5.2 Hasil Perhitungan dan Perbandingan daya Dukung fondasi	104
Tabel 5.3 Perhitungan Fondasi	105
Tabel 5.4 Hasil Perhitungan dan Perbandingan Penurunan	105


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Elemen Tanah dalam Keadaan Asli	4
(b) Tiga Fase Elemen Tanah (<i>Das, 1995</i>).....	4
Gambar 2.2 Fondasi Memanjang atau Menerus	10
Gambar 2.3 Fondasi Telapak.....	10
Gambar 2.4 Fondasi Rakit 11	
Gambar 2.5 Fondasi Sumuran	11
Gambar 2.6 Fondasi Tiang	11
Gambar 2.7 Tiang Pancang Beton Pra Cetak Bujur Sangkar	12
Gambar 2.8 Tiang Pancang Beton Pra Cetak <i>Spun Pile</i> (<i>Bowles, 1999</i>)	13
Gambar 2.9 Tiang Standar Raymond (<i>Hardiyatmo, 2008</i>)	14
Gambar 2.10 Tiang Franki (<i>Hardiyatmo, 2008</i>)	14
Gambar 2.11 Proses Pemancangan Tiang Bore (<i>Hardiyatmo, 2008</i>)	14
Gambar 2.12 Penampang Melintang Tiang Pancang Baja (<i>Hardiyatmo, 2008</i>) ..	15
Gambar 2.13 Fondasi tiang pancang baja (<i>Sardjono, 1991</i>)	15
Gambar 2.14 Contoh Permasalahan Regangan Bidang <i>Axi-Simetri</i>	29
Gambar 2.15 Definisi E0 dan E50	30
Gambar 4.1 Denah Fondasi	38
Gambar 4.2 Pemodelan Struktur dengan Program ETABS 2017 versi 7.1	38
Gambar 4.3 Respons Spektrum Jenis Tanah Keras Wilayah Semarang	43
Gambar 4.4 Titik Joint yang di Rencanakan	43
Gambar 4.5 Klasifikasi lapisan tanah	44
Gambar 4.6 Penempatan Fondasi Grup Tiang	59
Gambar 4.7 Potongan Fondasi P1	64
Gambar 4.8 Potongan Fondasi P2	65
Gambar 4.9 Potongan Fondasi P3	65
Gambar 4.10 Potongan Fondasi P4	66
Gambar 4.11 Pengaturan global – dimensi	67
Gambar 4.12 Pemodelan Profil Tanah	68
Gambar 4.13 Data Umum Material Pasir	68
Gambar 4.14 Data Parameter Pasir	69
Gambar 4.15 Data Antar Muka Material Pasir	69

Gambar 4.16 Data Material Fondasi	70
Gambar 4.17 Pemodelan Fondasi Tiang Pancang	70
Gambar 4.18 Input Pembebanan	71
Gambar 4.19 Beban pada Tiang Pancang	71
Gambar 4.20 Susunan Jaringan Elemen	71
Gambar 4.21 Muka Air Tanah	72
Gambar 4.22 Tekanan Air Pori aktif	72
Gambar 4.23 Mengaktifkan Tekanan Air Pori diawal	73
Gambar 4.24 Tahap-tahap Perhitungan Konstruksi	73
Gambar 4.25 Extreme Total Displacement	74
Gambar 4.26 Deformasi yang terjadi <i>Pile Type</i>	74
Gambar 4.27 Deformasi yang terjadi <i>pile Profile</i>	75
Gambar 4.28 Deformasi yang terjadi <i>Pile Properties</i>	75
Gambar 4.29 Deformasi yang terjadi <i>Pile Section</i>	76
Gambar 4.30 Deformasi yang terjadi	76
Gambar 4.31 Deformasi yang terjadi <i>Soil Properties</i>	77
Gambar 4.32 Deformasi yang terjadi <i>Soil Parameter</i>	77
Gambar 4.33 Deformasi yang terjadi <i>advanced page</i>	78
Gambar 4.34 Deformasi yang terjadi	78
Gambar 4.35 Hasil Analisis Vertikal	79

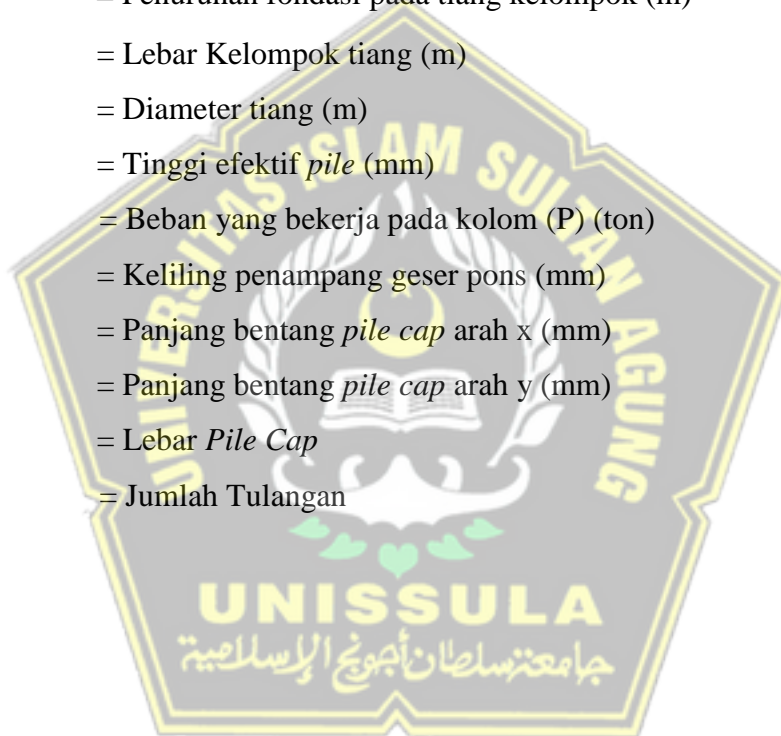


DAFTAR SINGKATAN



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)
Q_{ult}	= Kapasitas ultimit
Q_s	= Daya dukung selimut tiang
Q_p	= Daya dukung tiang
P	= Keliling (m)
L_i	= Tebal Lapisan (m)
A_p	= Luas Penampang (m)
L_b	= Kedalaman tanah keras – kedalaman tiang
C_u	= Kohesi tanah (ton/m^2)
α	= Faktor adhesi (0,55)
L	= Panjang tiang (m)
u	= Daya dukung ultimate
K_b	= Faktor korelasi menurut <i>Decourt</i> (ton/m^2) = Diambil nilai $K_b = 80$
N_b	= Rata-rata nilai N-SPT diujung tiang
N_{60}	= Rata-rat nilai N-SPT
P	= Beban bangunan pada joint
Q_a	= Qallowable
η	= Efisien kelompok tiang
n_1	= Jumlah baris tiang
n_2	= Jumlah tiang dalam satu baris
θ	= $\text{Tan}^{-1} \left(\frac{D}{S} \right)$
D	= Diameter tiang
$s/nd/d$	= Jarak pusat ke pusat tiang
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 yang ditransmisikan sepanjang kulit tiang.
Q_p	= Kapasitas dukung Ujung diijinkan (ton)
Q_s	= Kapasitas dukung selimut diijinkan (ton)
L	= Panjang tiang pancang (m)
A_p	= Luas Penampang tiang (m^2)
E_p	= Modulus elastisitas bahan tiang (ton/m^2)
C_p	= Koefisien empiris
S_g	= Penurunan fondasi pada tiang kelompok (m)
B_g	= Lebar Kelompok tiang (m)
D	= Diameter tiang (m)
D_x	= Tinggi efektif <i>pile</i> (mm)
V_u	= Beban yang bekerja pada kolom (P) (ton)
B_o	= Keliling penampang geser pons (mm)
b_1	= Panjang bentang <i>pile cap</i> arah x (mm)
b_2	= Panjang bentang <i>pile cap</i> arah y (mm)
b	= Lebar <i>Pile Cap</i>
n	= Jumlah Tulangan



PERENCANAAN FONDASI SPUN PILE PADA ARUS HOTEL SEMARANG

Oleh :

Guardiana Esti M¹, Liza Apriliani¹, Soedarsono², Abdul Rochim²

ABSTRAK

Dalam suatu proyek konstruksi, pondasi adalah bagian inti dalam struktur bangunan. Pondasi sendiri berfungsi untuk meneruskan beban struktur yang ada di atasnya dan dihitung daya dukungnya hingga cukup untuk meneruskan beban yang terjadi agar tidak terjadi penurunan yang berlebihan. Tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan perhitungan manual dengan menggunakan 3 metode *Reese & Wright 1977*, metode *Mayerhoff* dan metode *Decourt*. Dan untuk penurunan dihitung menggunakan metode *Vesic 1977* serta program Plaxis 8.6 dan Allpile.

Permodelan struktur atas Arus Hotel Semarang menggunakan program ETABS 2017 untuk mendapatkan beban dari struktur atas yang berguna untuk perencanaan pondasi.

Dalam analisa daya dukung pondasi *spun pile* secara manual, di dapat nilai daya dukung ujung (Q_p) pada kedalaman 25 meter 63,43 ton, daya dukung selimut sebesar 281,39 ton, daya dukung aksial (Q_u) sebesar 7,36 ton, dan nilai daya dukung ijin (Q_{all}) sebesar 137,92 ton., daya dukung lateral pada pondasi (H_u) sebesar 1362,075 kN. Analisa penurunan yang terjadi akibat beban aksial dan beban laterla pada fondasi *spun pile* secara manual di dapat nilai penurunan $S_{e(1)}$ 1,49 mm, penurunan $S_{e(2)}$ 1,56 mm, penurunan $S_{e(3)}$ 22 mm. Sehingga nilai penurunan total S_e 25 mm, dengan batas nilai penurunan yang diijinkan yaitu 80 mm. Untuk nilai penurunan elastis yang terjadi yaitu sebesar 39 mm. Analisa penurunan fondasi *spun pile* menggunakan program Allpile hasilkan nilai penurunan pada fondasi *spun pile* sebesar 60 mm. Selanjutnya analisa penurunan fondasi *spun pile* menggunakan program plaxis sebesar 41 mm.

Kata Kunci : Pondasi, Daya Dukung, Penurunan

¹) Mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA

²) Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA

ABSTRACT

Guardiana Esti M¹⁾, Liza Apriliani¹⁾, Soedarsono, ²⁾, Abdul Rochim.²⁾

In a construction project, the foundation is the core part of the building structure. The foundation itself serves to continue the load on the structure above it and bearing capacity is calculated until it is sufficient to continue the load that occurs so that there is no excessive settlement. This final project aims to compare the manual calculations using the Reese & Wright 1977 method, the Mayerhoff method and the Decourt method. And the settlement is calculated using the Vesic 1977 method and the Plaxis 8.6 and Allpile programs.

The structure modeling of Semarang Arus Hotel using ETABS 2017 program to obtain the load from the superstructure which is useful for foundation planning.

In analyzing the bearing capacity of the spun pile foundation manually, the end bearing capacity (Q_p) at a depth of 25 meters is 63.43 tons, blanket bearing capacity is 281.39 tons, axial bearing capacity (Q_u) is 7.36 tons, and the value of the allowable bearing capacity (Q_{all}) of 137.92 tons. The lateral bearing capacity of the foundation (H_u) of 1362.075 kN, analysis of the settlement that occurs due to axial loads on the spun pile foundation manually obtained a decrease in $Se_{(1)}$ 1.49 mm, a decrease in $Se_{(2)}$ 1.56 mm, a decrease in $Se_{(3)}$ 22 mm. so that the total reduction value of Se is 25 mm, with a limit of the allowable decrease value of 80 mm. For the value of the elastic decrease that occurs is 39 mm. Analysis of the settlement of the spun pile foundation using the Allpile Program resulted in a settlement value of 60 mm in the spun pile foundation. Furthermore, the analysis of the settlement of the spun pile foundation using the plaxis program 41 mm.

Keywords: Foundation, Bearing Capacity, Settlement

¹⁾ Student of Civil Engineering Faculty UNISSULA

²⁾ Lecture of Civil Engineering Faculty UNISSULA

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Semarang merupakan salah satu Kota metropolitan di Indonesia, sekaligus sebagai ibukota Provinsi Jawa Tengah. Kota dengan julukan Kota Atlas ini, terletak dipesisir utara Pulau Jawa dengan posisi yang sangat strategis yakni berada di tengah jalur Jakarta dan Surabaya, sehingga mempunyai potensi bagi simpul transportasi Regional Jawa Tengah. Di Kota Semarang pun terdapat banyak lokasi dan berbagai acara menarik, sehingga banyak wisatawan lokal maupun asing yang berkunjung ke Kota Semarang, baik untuk keperluan bisnis maupun hanya sekedar rekreasi. Untuk mendukung hal itu maka dibutuhkan fasilitas-fasilitas akomodasi seperti tempat menginap, tempat makan dan minum serta fasilitas lainnya.

Hotel sendiri merupakan sarana akomodasi yang dikelola secara komersial dengan menggunakan sebagian atau seluruh bangunannya untuk memberikan pelayanan seperti tempat menginap, tempat makan dan minum serta tempat untuk melakukan rapat bisnis, pernikahan maupun yang lainnya. Oleh karena itu, PT. Purikencana Mulyapersada yang sedang mengoptimalkan asetnya dengan mengembangkan usahanya di dunia property dan perhotelan.

Pembangunan Hotel Arus di Semarang yang berlokasi di Jalan Dr. Wahidin No 116 Semarang, Jawa Tengah. Hotel ini terdiri dari 11 lantai dan fondasi yang digunakan fondasi *bored pile*, dalam hal ini penulisan tugas akhir akan mengganti fondasi *spun pile*. Sehingga perlu perencanaan yang baik agar fondasi dapat menerima beban dari atas sebelum diteruskan ke tanah dan tidak mengalami penurunan tanah yang berlebih dengan metode perencanaan perhitungan berat beban bangunan menggunakan ETABS serta daya dukung fondasi tiang pancang menggunakan *Plaxis* dan *Allpile*.

Bedasarkan penjabaran di atas, maka penulis menyusun Tugas Akhir ini mengambil judul “Perencanaan Fondasi Spun Pile Pada Arus Hotel Semarang”

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pembebanan struktur atas dengan menggunakan program ETABS versi 17.1 ?
2. Bagaimana daya dukung yang terjadi pada fondasi *spun pile* yang dipakai pada proyek pembangunan Arus Hotel ?
3. Bagaimana penurunan yang terjadi pada fondasi *spun pile* yang dipakai pada proyek pembanguan Arus Hotel ?

1.3. Batasan Masalah

1. Hanya fokus pada fondasi
2. Merencanakan ulang fondasi dengan menggunakan fondasi *spun pile*
3. Menghitung daya dukung dan penurunan fondasi
4. Menghitung pembebanan dengan menggunakan program ETABS versi 17.1 agar mengetahui besarnya beban yang diterima fondasi

1.4. Maksud dan Tujuan

1. Mengetahui pembebanan struktur atas dengan menggunakan ETABS versi 17.1.
2. Mengetahui daya dukung pada fondasi *spun pile* dengan menggunakan metode *Resse and Wright* ,metode *Mayerhof* dan metode *Decourt*
3. Mengetahui penurunan pada fondasi *spun pile* dengan menggunakan metode *vesic 1966*.
4. Mengetahuui perbandingna perhitungan penurunan fondasi secara manual maupun menggunakan program *Plaxis* dan *Allpile*

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir “Perencanaan Fondasi Spun Pile Pada Arus Hotel Semarang” adalah

BAB – 1 PENDAHULUAN

Berisi latar belakang penulisan, rumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB – II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang mengenai landasan teori yang berkaitan dengan perhitungan daya dukung dan penurunan pada fondasi.

BAB – III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang pengumpulan data dan menganalisis data dan menganalisis data pada penyusunan tugas akhir

BAB – IV ANALISIS DAN PERHITUNGAN

Bab ini menjelaskan tentang daya dukung, pengolahan data dan penurunan fondasi secara manual

BAB – V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang berhubungan dengan perencanaan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah Sebagai Pendukung Fondasi

Tanah merupakan salah satu unsur penting dalam suatu bangunan, karena tanah yang akan menerima beban yang diterima oleh bangunan di atasnya lalu disalurkan ke dalam tanah. Jadi tanah memiliki peran penting dalam suatu konstruksi bangunan.

Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat mineral padat yang mengalami proses sedimentasi antar satu sama lain yang berasal dari bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang kosong antar partikel. (*Das, 1991:68*).

Tanah merupakan kumpulan dari bagian zat padat dengan tidak terikatnya antar partikel lain, diantaranya material organik dari rongga-rongga antara material yang terisi udara dan air (*Verhoef, 1994*).

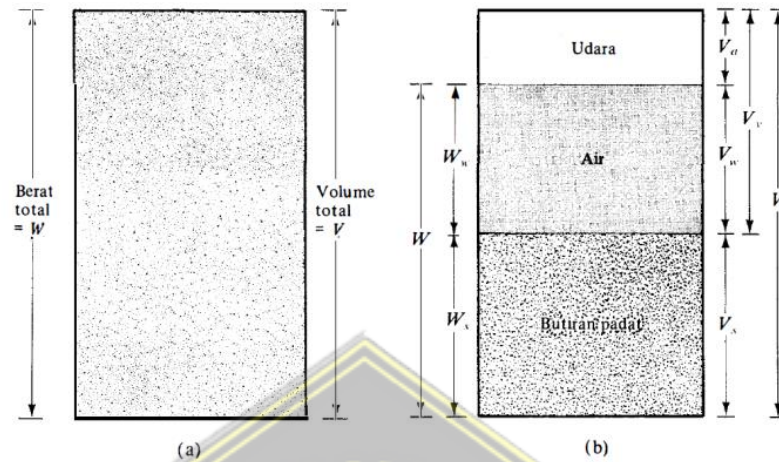
Sedangkan tanah (*soil*) menurut teknik sipil yaitu sisa tanah yang dibawa dari pelapukan batuan yang sudah melalui proses geologi yang digali tanpa menggunakan peledak dan bisa ditembus dengan alat pengambilan. Contoh (sampling) pada saat pengeboran (*Hendarsin, 2000*).

Secara Umum tanah dibedakan menjadi 2 jenis yaitu tanah kohesif dan tanah tidak kohesif. Tanah kohesif merupakan tanah jika karakteristik fisik terdapat pembasahan dan pengeringan yang tersusun dari butiran tanah yang menyatu sehingga gaya berfungsi untuk memisahkan dalam keadaan kering. Misal tanah lempung (*Bowles, 1991:72*).

Dalam suatu konstruksi harus mengetahui karakteristik dan parameter tanah seperti daya dukung tanah, kadar air yang terkandung dan sudut geser dalam yang terdapat dalam tanah tersebut. Untuk mengetahui daya dukung yang terkandung didalam tanah pada fondasi penelitian dan uji laboratorium sangat diperlukan.

2.2.1. Parameter Tanah

Elemen tanah terdapat 3 (tiga) fase, yaitu butiran padat, air, dan udara. Seperti pada Gambar 2.1 berikut ini ini



Gambar 2.1 (a) Elemen Tanah dalam Keadaan Asli
(b) Tiga Fase Elemen Tanah (Das, 1995)

Gambar tersebut memperlihatkan elemen tanah yang mempunyai volume V dan berat total W. Berikut hubungan volume-berat:

$$V = V_s + V_v = V_s + V_w + V_a \dots \dots \dots (2.1)$$

$$V_v = V_w + V_a \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

V_a = volume udara (cm³)

V_v = volume pori (cm³)

V_s = volume padat (cm³)

V_w = volume air (cm³)

Apabila udara dianggap tidak mempunyai berat, maka berat total dari contoh tanah dapat dinyatakan dengan:

$$W = W_s + W_w \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

W_s = berat butiran padat (gr)

Karakteristik tanah yaitu :

Klasifikasi Tanah W_w = berat air (gr)

Berikut adalah parameter tanah yang digunakan dalam mengetahui sifat dan

a. Data Sondir

Dari hasil pengujian sondir kita mengetahui data berupa tekanan conus (q_c) dan hambatan pelekat (f_s) yang dapat digunakan untuk mengetahui klasifikasi tanah. Seperti pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanah dari Data Sondir

Hasil Sondir		Klasifikasi
q_c	F_s	
6,0	0,15 – 0,40	Humus, lempung sangat lunak
6,0 – 10,0	0,20	Pasir Kelanauan lepas, pasir sangat lepas
	0,20 – 0,60	Lempung lembek, lempung kelanauan lembek
10,0 – 30,0	0,10	Kerikil lepas
	0,10 – 0,40	Pasir lepas
	0,40 – 0,80	Lempung atau lempung kelanauan
	0,80 – 2,00	Lempung agak kenyal
30 – 60	1,50	Pasir kelanauan, pasir agak padat
	1,0 – 3,0	Lempung atau lempung kelanauan kenyal
60 - 150	1,0	Kerikil kepasiran lepas
	1,0 – 3,0	Pasir padat, pasir kelanauan atau lempung padat dan lempung kelanauan
	3,0	Lempung kekerikilan kenyal
150 - 300	1,0 – 2,0	Pasir padat, pasir kekerikilan, pasir kasar, pasir kelanauan sangat padat

(Sumber : Das, 2011)

Hubungan antara konsistensi tekanan *conus* dan *undrained cohesion* tersebut setara, apabila nilai c dan q_c semakin rendah maka tanah tersebut semakin lunak, sebaliknya apabila nilai c dan q_c semakin tinggi maka tanah tersebut semakin keras. Seperti yang terdapat pada Tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Hubungan Antara Konsistensi dengan Tekanan *Conus*

Konsistensi Tanah	Tekanan Konus q_c (kg/cm^2)	Undrained Cohesion (T/m^2)
Very Soft	< 2,50	< 1,25
Soft	2,50 – 5,0	1,25 – 2,50
Medium Stiff	5,0 – 10,0	2,50 – 5,0
Stiff	10,0 – 20,0	5,0 – 10,0
Very Stiff	20,0 – 40,0	10,0 – 20,0
Hard	> 40,0	> 20,0

(Sumber : Bageman, 1965)

Hubungan antara kepadatan dengan relative *density*, nilai N-SPT, tekanan *conus* q_c dan sudut geser ϕ adalah setara. Seperti yang terdapat dalam Tabel 2.3 sebagai berikut :

Tabel 2.3 Hubungan Antara Kepadatan dengan *Relative Density*

Kepadatan	Relatif Density (γ_d)	Nilai N-SPT	Tekanan Konus q_c (kg/cm^2)	Sudut Geser (ϕ)
Very Loose	< 0,2	< 4	< 20	< 30
Loose	0,2 – 0,4	4 - 10	20 - 40	30 – 35
Medium Dense	0,4 – 0,6	10 – 30	40,0 – 120	35 – 40
Dense	0,6 – 0,8	30 - 50	120 - 200	40 – 45
Very Dense	0,8 – 1,0	>50	> 200	> 200

(Sumber : Mayerhof, 1965)

b. Modulus Young

Nilai *Modulus Young* menunjukkan ukuran kekakuan tanah yang berupa perbandingan antara tegangan terhadap regangan. Nilai dari *Modulus Young* diperoleh dari *Triaxial Test*. Nilai Modulus Elastisitas (E_s) secara empiris dapat ditentukan melalui data sondir dan jenis tanah seperti pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Nilai Perkiraan *Modulus Young*

Macam Tanah	E (kg/cm ²)
LEMPUNG	
• Sangat Lunak	3 - 30
• Lunak	20 - 40
• Sedang	45 - 90
• Berpasir	300 - 425
PASIR	
• Berlanau	50 - 200
• Tidak Padat	100 - 250
• Padat	500 - 1000
PASIR DAN KERIKIL	
• Padat	800 - 2000
• Tidak Padat	500 - 1400
LANAU	20 - 200
LOSES	150 - 600
CADAS	1400- 14000

c. *Poisson Ratio*

Nilai *poisson ratio* ditentukan sebagai kompresi poros terhadap regangan permukaan lateral. Jenis tanah digunakan untuk mengetahui nilai *Poisson Ratio* seperti yang terdapat dalam Tabel 2.5 sebagai berikut :

Tabel 2.5 Hubungan Antara Jenis Tanah dan *Poisson Ratio*

Jenis Tanah	<i>Poisson Ratio</i> (μ)
Lempung jenuh	0,4 – 0,5
Lempung tak jenuh	0,1 – 0,3
Lempung berpasir	0,2 – 0,3
Lanau	0,3 – 0,35
Pasir	0,1 – 1,0
Batuan	0,1 – 0,4
Umum dipakai untuk tanah	0,3 – 0,4

(Sumber : Das, 2011)

d. Sudut Geser Dalam (ϕ)

Nilai sudut geser dalam menentukan jenis tanah akibat tegangan yang bekerja berupa tekanan lateral pada tanah, nilai tersebut juga dapat diperoleh melalui pengukuran *Direct Shear Test*. Hubungan antara jenis tanah dan sudut geser dalam dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut.

Tabel 2.6 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dan Jenis Tanah

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

(Sumber : Das, 2011)

e. Kohesi

Kohesi merupakan gaya Tarik menarik antara butiran tanah. Kuat geser terhadap ketahanan tanah dengan deformasi akibat tegangan yang ada dalam tanah diketahui melalui gerakan lateral dari kohesi tersebut. Dalam keadaan kritis pada keadaan normal dan tegangan geser yang tidak aman dari perencanaan akan mengakibatkan deformasi. Nilai deformasi ini di dapat dari uji *Direct Shear Test*. Nilai kohesi didapat dari data sondir (q_c) yaitu Kohesi (c) = $q_c/20$

2.2. Fondasi

Fondasi merupakan bagian struktur yang sangat penting dalam sebuah bangunan. Karena fondasi memiliki fungsi menerima beban dan menyalurkan kedalam tanah.

Fondasi juga dapat mengurangi penurunan yang terjadi dalam tanah akibat beban bangunan di atasnya. Dan apabila terjadi penurunan dengan adanya fondasi penurunan tersebut terjadi secara bersamaan tanpa membahayakan bangunan yang ada di atasnya.

Fondasi merupakan bagian paling bawah dari suatu konstruksi bangunan. Fondasi berfungsi untuk meneruskan beban bangunan dan berat sendiri fondasi ke lapisan tanah keras yang berada di bawah fondasi. Perencanaan struktur fondasi harus pedoman bahwa beban yang diteruskan oleh fondasi ke tanah lebih kecil dari daya dukung tanah yang diijinkan. Apabila kekuatan tanah dilampaui maka penurunan yang berlebihan atau keruntuhan dari tanah akan terjadi (*Das, 1998*)

Sehingga pengertian fondasi adalah suatu bagian paling bawah dari konstruksi bangunan (*Upper Structure*) yang berfungsi meletakkan bangunan dan meneruskan beban bangunan ke lapisan tanah yang berada di bawah fondasi tersebut tanpa menyebabkan keruntuhan geser dan penurunan fondasi yang berlebihan. Fungsi dari fondasi ini adalah untuk meneruskan beban bangunan ke lapisan tanah yang berada di bawah fondasi. Suatu perencanaan fondasi dikatakan benar apabila beban yang diteruskan oleh fondasi ke tanah tidak melampaui kekuatan tanah yang diijinkan. Apabila kekuatan tanah dilampaui maka penurunan yang berlebihan atau keruntuhan dari tanah akan terjadi (*Das, 1998*).

2.3. Klasifikasi Fondasi

Secara umum fondasi dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu fondasi dangkal, fondasi sedang dan fondasi dalam.

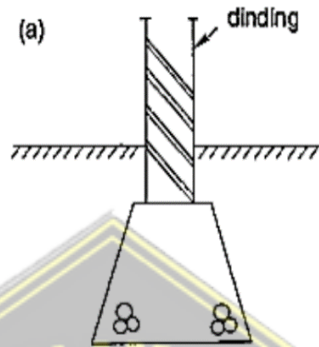
2.3.1. Fondasi Dangkal

Fondasi dangkal adalah fondasi yang tidak memerlukan galian tanah yang tidak terlalu dalam karena tanah dasar yang dihasilkan sudah cukup keras. Kekuatan fondasi dangkal berada pada alasnya, karena jenis fondasi ini memiliki fungsi meneruskan dan menyalurkan beban ke lapisan tanah. Fondasi dangkal apabila memiliki kedalaman kurang atau sama dengan lebar fondasi ($D \leq B$), (Menurut : *Terzaghi, 1940*).

Fondasi Dangkal dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu:

a. Fondasi Menerus

Fondasi menerus digunakan pada daya dukung keadaan tanah yang sama. Pada umumnya digunakan pada bangunan satu lantai. Fondasi menerus mempunyai fungsi menyalurkan beban bangunan secara merata ke lapisan tanah.

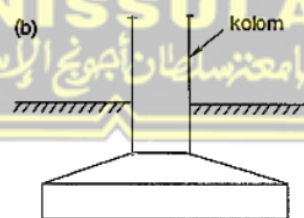


Gambar 2.2 Fondasi Memanjang atau Menerus

(Sumber : Hardiyatmo, 2002:80)

b. Fondasi Telapak

Fondasi telapak digunakan untuk jenis tanah lunak dengan daya dukung yang berbeda dari beban titik seperti yang ada pada kolom struktur bangunan. Untuk menyalurkan beban yang diterima antar fondasi yang dihubungkan oleh plat balok. Fondasi jenis ini biasanya digunakan pada bangunan yang terdiri dari dua lantai.

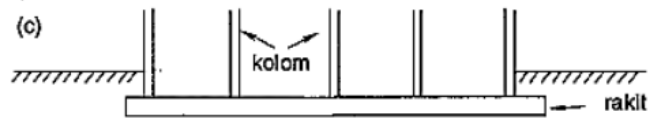


Gambar 2.3 Fondasi Telapak

(Sumber : Hardiyatmo, 2002:80)

c. Fondasi Rakit

Fondasi ini digunakan pada kondisi tanah lunak atau susunan jarak antar kolomnya berdekatan. Bila menggunakan fondasi telapak sisinya berdekatan satu sama lain.



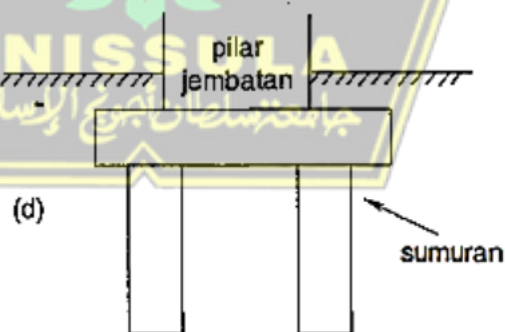
Gambar 2.4 Fondasi Rakit
(Sumber : Hardiyatmo, 2002:80)

2.3.2. Fondasi Sedang

Fondasi sedang merupakan fondasi yang menyalurkan beban struktur bangunan sampai kedalam tanah keras atau batuan yang dapat digunakan pada tanah kedalaman dangkal maupun dalam. Fondasi ini digunakan apabila fondasi tiang pancang tidak digunakan, karena *fibrasi* yang dihasilkan akibat tumbukan *hammer* pada saat proses pemancangan mengganggu kestabilan bangunan yang ada di sekitarnya. Fondasi sedang memiliki kedalaman fondasi yang lebih atau sama besar dengan lebar fondasi ($D \geq B$).

a. Fondasi Sumuran (*Strauss Pile*)

Fondasi sumuran dilaksanakan dengan cara pengeboran. Fondasi ini merupakan pergantian antara fondasi dangkal dengan fondasi dalam. Fondasi sumuran ini digunakan apabila tanah keras berada pada kedalaman yang cukup dalam. Nilai kedalaman fondasi sumuran adalah $(D_f/B) \geq 4$.



Gambar 2.5 Fondasi Sumuran
(Sumber : Hardiyatmo, 2002:80)

2.3.3. Fondasi Dalam

Fondasi dalam adalah fondasi yang dirancang apabila letak tanah keras relative dalam yang dimulai dari atas permukaan tanah (Hardiyatmo, 2002). Secara umum kedalaman fondasi ($D > B$). Fondasi ini digunakan untuk meneruskan beban

struktur kedalam lapisan yang lebih dalam sampai mencapai jenis tanah yang mendukung beban yang akan dipikul fondasi.

a. Fondasi Tiang (*Pile Foundation*)

Secara umum, fondasi ini berfungsi meneruskan beban *vertical* maupun beban *horizontal* ke tanah. Fondasi tiang umumnya berdiameter lebih kecil dan lebih panjang daripada fondasi sumuran (Bowles, 1991). Jenis fondasi yang sesuai dengan tanah pendukung yang terletak pada kedalaman 10 meter di bawah permukaan tanah adalah fondasi tiang. (Dr. Ir. Suyono Sosrodarsono dan Kazuto Nakazawa, 1990)



Gambar 2.6 Fondasi Tiang
(Sumber : Hardiyatmo, 2002:80)

2.3.4. Tiang Pancang Kayu

Tiang pancang kayu terbuat dari batang pohon yang telah dipotong dengan baik dan kemudian diberi bahan pengawet pada ujung kayu yang runcing. Pada daerah rawa-rawa tiang pancang kayu yang cocok karena terdapat banyak hutan kayu. Tiang pancang kayu akan mudah rusak apabila kondisi cuaca yang bergantian dari musim hujan dan kemarau, oleh karena itu tiang pancang ini akan lebih awet apabila selalu terendam penuh oleh air.

Tiang pancang kayu ini akan lebih cepat mengalami pembusukan apabila terdapat serangga di dalamnya. Untuk mengatasi kerusakan saat dilakukan pemancangan, pada bagian bottom tiang tersebut dilindungi oleh sepatu yang terbuat dari besi. Berat beban yang dapat di terima untuk tiang kayu tunggal ini 25 ton-30 ton.

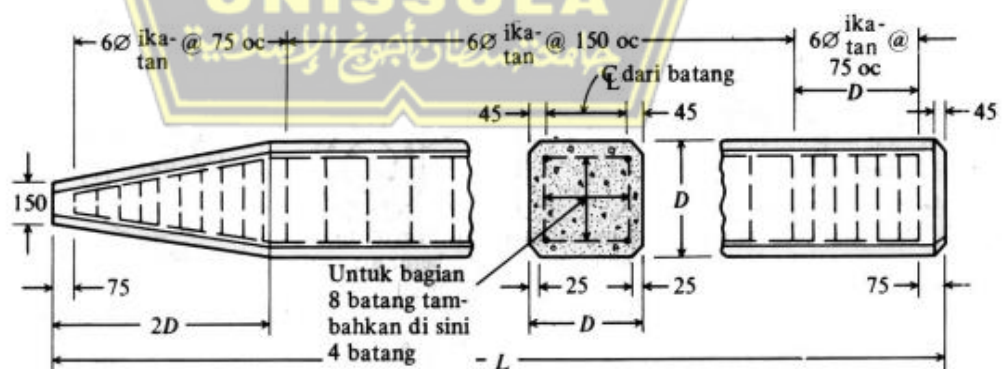
2.3.5. Tiang Beton Pra Cetak

Tiang beton pra cetak adalah tiang pancang yang terdiri dari beton bertulang yang dicetak lalu dicor terlebih dahulu kemudian diangkut menuju lokasi proyek. Beton ini memiliki tiga tipe dengan dibedakan dengan jumlah tulangan yang terdapat pada tiang pancang tersebut untuk menahan momen lentur saat dilakukan pemancangan.

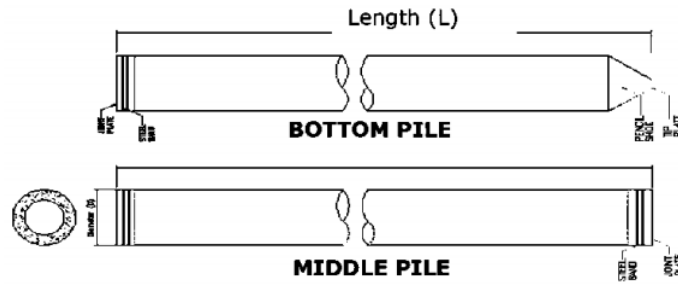
Tiang pancang beton pra cetak ini dapat menahan beban yang sangat besar (lebih dari 50 ton) tergantung dengan dimensi yang dipakai tiang pancang tersebut. Nilai beban maksimum pada tiang beton pra cetak dilihat dari segi kekuatan bahan dapat dilihat yang terdapat pada Tabel 2.7

Tabel 2.7 : Nilai-Nilai Tipikal Beban Izin Tiang Beton Pracetak

Diameter Tiang (cm)	Beban Maksimum (kN)
35	350 - 850
40	450 - 1200
45	500 - 1400
50	700 - 1750
60	800 - 2500
80	900 - 4100



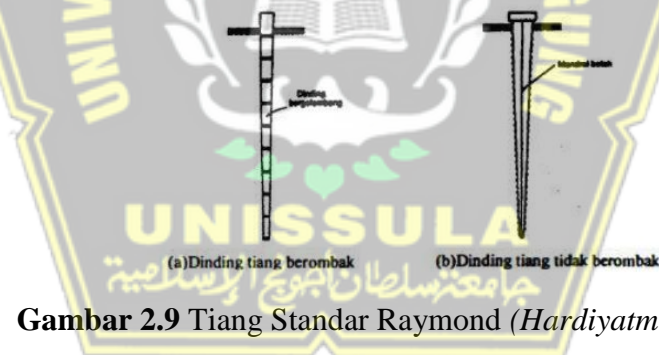
Gambar 2.7 Tiang Pancang Beton Pra Cetak Bujur Sangkar
(Bowles, 1999)



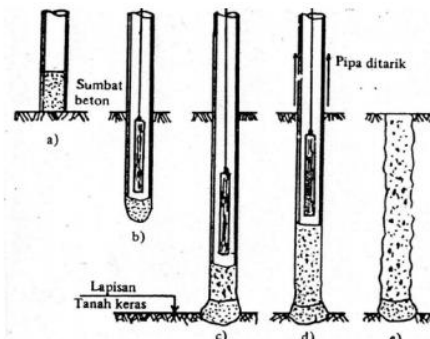
Gambar 2.8 Tiang Pancang Beton Pra Cetak *Spun Pile* (Bowles, 1999)

2.3.6. Tiang Beton Cor di tempat

Tiang beton cor ditempat terdiri dari dua jenis yang terselubung pipa dan tidak terselubung pipa. Pada tiang yang terselubung pipa, pipa dimasukkan kedalam tanah terlebih dahulu lalu adukan beton dimasukkan kedalam lubang pipa. Pipa baja yang dimasukkan tersebut akan tetap berada di dalam tanah, tiang pancang ini dinamakan *Tiang Standar Raimon*. Pada tiang yang tidak terselubung pipa, pipa baja dimasukkan ke dalam tanah dahulu setelah itu dituang adukan beton ke dalam pipa, kemudian pipa baja ditarik keluar saat penuangan. Tiang pancang ini dinamakan tiang *Franki*.



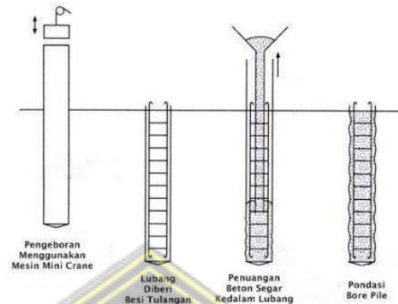
Gambar 2.9 Tiang Standar Raymond (Hardiyatmo, 2008)



Gambar 2.10 Tiang Franki (Hardiyatmo, 2008)

2.3.7. Tiang Bor (*Bored Pile*)

Tiang ini digunakan pada tanah yang keras dan stabil, sehingga tanah akan tetap stabil saat pengeboran. Setelah itu lubang tanah dimasukkan tulangan lalu dicor dengan beton. Pengecoran akan terasa sulit apabila terdapat air tanah, sehingga mutu beton sulit dikontrol.



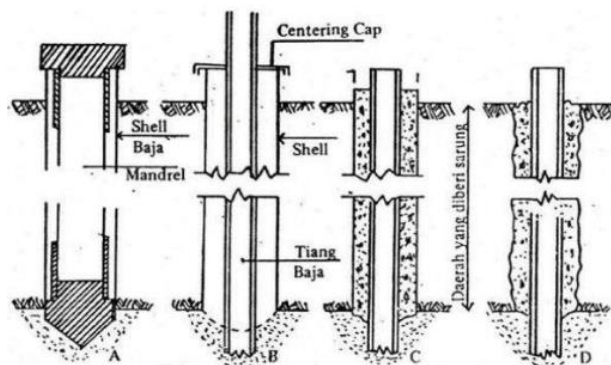
Gambar 2.11 Proses Pemancangan Tiang Bore (*Hardiyatmo, 2008*)

2.3.8. Tiang Pancang Baja

Tiang Pancang ini terbuat dari baja dengan profil H. tiang pancang ini mempunyai kekuatan sangat besar sehingga tidak menimbulkan patah pada saat pemancangan. Namun tiang pancang jenis ini mudah mengalami korosi.



Gambar 2.12 Penampang Melintang Tiang Pancang Baja (*Hardiyatmo, 2008*)



Gambar 2.13 Fondasi tiang pancang baja (*Sardjono, 1991*)

Tabel 2.8 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Fondasi *Bored Pile* dan Fondasi Tiang Pancang.

Perbandingan	Fondasi Bored Pile	Fondasi Tiang Pancang
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Bored Pile</i> dapat dipasang menembus lapisan batuan • Pemasangannya tidak menggunakan alat berat • Kedalaman tiang dapat disesuaikan dengan kondisi di lapangan. • Tidak ada resiko terjadinya kenaikan muka air tanah 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiang pancang dapat bertahan lama, apabila beton deking tebal untuk melindungi tulangnya tahan terhadap korosif. • Tiang pancang dapat dihitung sebagai <i>end bearing pile</i> maupun <i>friction pile</i> • Tiang pancang dapat mengurangi galian pada tanah
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak menjamin keseragaman mutu beton pada saat pengecoran di sepanjang badan <i>bored pile</i>, sehingga dapat mengurangi kapasitas dukung <i>bored pile</i>, terutama jika <i>bored pile</i> cukup dalam. • Pada pelaksanaannya memerlukan peralatan khusus dan tenaga yang terampil • Cuaca sangat mempengaruhi pelaksanaan pengecoran 	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan alat berat pada saat pemasangan. • Waktu produksi yang cukup lama. • Dalam pelaksanaannya akan cukup sulit dan memakan waktu yang cukup lama bila memerlukan pemotongan atau penyambungan.

2.4 Kapasitas Daya Dukung Fondasi

Analisis daya dukung tanah untuk mengetahui kemampuan tanah dalam menahan beban dari struktur bangunan yang ada di atasnya. Tahanan geser adalah kapasitas dukung untuk melawan penurunan akibat pembebanan dengan dikerahkan oleh tanah di sepanjang bidang-bidang gesernya. Untuk memenuhi stabilitas jangka panjang harus diberikan perletakan pada dasar fondasi. fondasi harus terletak pada kedalaman yang cukup dalam untuk mencegah terjadinya erosi permukaan, gerusan, sifat labil tanah dan terjadi gangguan tanah disekitar fondasi.

2.4.1 Daya Dukung Aksial

a. Metode Vesic (1997)

Metode ini untuk mengestimasi kapasitas daya dukung ujung tiang berdasarkan pada teori perluasan lubang.

b. Metode L. Decourt (1982)

Menurut L. Decourt (1982) daya dukung utimit tiang pancang dinyatakan dengan

$$Q_{ult} = Q_s + Q_p \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

Q_{ult} = Kapasitas ultimit

Q_s = Daya dukung selimut tiang

Q_p = Daya dukung tiang

c. Metode Begeman (1963,1965)

Begeman (1963, 1965) menyarankan q_b untuk tiang dengan besar yang berbeda merupakan rata-rata q_c dari dua lapis tanah, dan dapat disimpulkan bahwa tanah diatas dan di bawah tiang memberikan kontribusi yang hampir sama dengan q_b tiang.

d. Metode Aoki and Velloso (1975)

Aoki and Velloso (1975) menyarankan metode untuk memperkirakan kapasitas daya dukung tiang dari hasil uji penetrasi dinamis.

e. Metode Penpile (1978)

Metode ini dapat diaplikasikan untuk tanah pasir dan lempung untuk mengestimasi besarnya komonan daya dukung tiang.

2.4.2 Daya Dukung lateral

Gaya lateral merupakan beban yang memiliki arah *horizontal*. Besarnya beban lateral yang harus didukung oleh fondasi bergantung pada rangka bangunan yang mengirimkan gaya lateral tersebut ke kolom bagian bawah. Pada beban *horizontal* terdapat gaya lateral dan momen yang bekerja pada fondasi tiang diakibatkan oleh gaya gempa, gaya angin pada struktur atas, dan beban statis.

a. Metode Broms

Daya dukung lateral yang digunakan adalah jenis tanah sand (tanah granuler). Untuk nilai – nilai n_h pada tanah seperti pada **Tabel 2.9** dan **Tabel 2.10**.

Tabel 2.9 nilai –nilai n_h untuk tanah granuler ($c=0$)

Kerapatan Relatif (D_v)	Tak Padat	Sedang	Padat
Interval nilai A	100-300	300-1000	1000-2000
Nilai A dipakai	200	600	1500
N_h , pasir kering atau lembab (Terzaghi) (kN/m^3)	2425	7275	19400
N_h , pasir terendam air (Terzaghi) (kN/m^3)	1386	4850	11779
Reese et al	5300	16300	34000

(Sumber : Harry Cristady, 2013)

Tabel 2.10 nilai –nilai n_h untuk tanah kohesif

Tanah	$N_h(kN/m^3)$	Referensi
Lempung terkonsolidasi	166-3158	Reese dan Matlock (1956)
Norma lunak	277-554	Davisson-Prakash (1963)
Lempung terkonsolidasi	111-277	Peck dan Davisson (1962)
Normal organik	111-831	Davisson (1970)
Gambut	55	Davisson (1970)
	27,7-111	Wilson dan Hitls (1967)
<i>Loess</i>	8033-11080	Bowles (1968)

(Sumber : Poulos dan Davis, 1980)

Untuk perhitungan daya dukung lateral :

Cek Kekakuan Tiang Akibat Beban Lateral

$$E = 4700 \times \sqrt{f_c} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$I = \frac{1}{6} \times 3,14 \times (D)^4 \dots\dots\dots(2.6)$$

Untuk Mencari faktor Kekakuan tanah (T) adalah :

$$T = \left(\frac{E_p \times I_p}{nh} \right)^{1,5} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$4T = 4 \times T \dots\dots\dots(2.8)$$

Cek Keruntuhan Tanah Akibat Beban Lateral

Untuk mengetahui tanah runtuh atau tidak akibat beban lateral yang terjadi pada taing, maka dihitung besar momen maksimum yang ditahan oleh tiang jika tanah disesak ke arah horizaontal tiang tidak runtuh.

$$M_{max} = D \times \gamma \times L^3 \times K_p \dots\dots\dots(2.9)$$

Untuk $M_{max} > M_y$, maka tanah tidak akan runtuh sehingga gaya horozontal ultimit (H_u) ditentukan oleh kekuatan bahan tiang dalam menahan beban momen.

Cek Nilai H_u

$$f = 0,82 \sqrt{\frac{H_u}{D \times K_p \times \gamma}} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$H_u = \frac{2M_y}{e + \frac{2f}{3}} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$H_{ijin} = \frac{H_u}{SF} \dots\dots\dots(2.12)$$

Perhitungan pada thanan laterl ijin adalah :

$$5,2 = \frac{H_u}{K_p \times \gamma \times D^2} \dots\dots\dots(2.13)$$

b. Metode Brinch Hansen

Metode ini digunakan untuk menghitung tahanan lateral pada tiang pendek pada tanah uniform dan berlapis. Ditinjau tiang yang menahan gaya lateral, persamaan tahanan ultimit lateral tanah pada sembarang kedalaman z yang didasarkan teori tekanan tanah lateral.

Modulus Subgrade Horizontal (K_h) :

$$K_h = \frac{k_1}{1,5} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$K = 1,8 \times d \dots\dots\dots (2.15)$$

Dengan metode Brinch Hansen, menentukan gaya horizontal yang dapat didukung tiang.

Faktor kekakuan untuk modulus tanah konstan :

$$R = \sqrt[4]{\frac{E \times I}{K}} \dots\dots\dots (2.16)$$

Cek tiang Panjang atau pendek

$$\text{Tiang Panjang bila } L > 3,5 R \dots\dots\dots (2.17)$$

2.4.3 Perhitungan Daya Dukung Aksial Fondasi Satu Tiang (*Single Pile*)

a. Menurut *Meyerhof (1956)*

Penurunan elastis pada fondasi satu tiang dapat dirumuskan sebagai berikut :

Daya dukung ujung :

$$Q_p = A_p \times q_p \dots\dots\dots (2.18)$$

Daya dukung selimut

$$Q_s = X_m \times N_i \times p \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan :

N-SPT = Nilai SPT tiap lapisan

P = keliling (m)

Li = Tebal Lapisan (m)

Ap = Luas Penampang (m)

Lb = Kedalaman tanah keras – kedalaman tiang

b. Metode *Reese and Wright (1977)*

Daya dukung ujung fondasi tiang pancang (*end bearing*)

$$Q_p = q_p \times A_p \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana :

Q_p = Daya dukung ultimate ujung tiang (ton)

q_p = Tahanan ujung per satuan luas (ton/m^2)

A_p = Luas penampang fondasi tiang bor (m^2)

Untuk tanah kohesif :

C_u = $N\text{-SPT} \times 2/3 \times 10 \dots \dots \dots (2.21)$

q_p = $8,24 \times C_u \dots \dots \dots (2.22)$

Q_p = $A_p \times q_p \dots \dots \dots (2.23)$

Dimana :

C_u = Kohesi tanah (ton/m^2)

Untuk tanah no kohesif :

$N < 60$ maka $q_p = 7 N$ (ton/m^2) < 400 (ton/m^2)

$N > 60$ maka $q_p = 400$ (ton/m^2)

Dimana:

N = nilai rata-rata

Daya dukung selimut tiang pancang (*skin friction*)

F = $\alpha \times C_u \dots \dots \dots (2.24)$

Dimana :

α = Faktor adhesi (0,55)

C_u = Kohesi tanah (ton/m^2)

Q_s = $F_s \times L \times P \dots \dots \dots (2.25)$

Dimana :

Q_s = Daya dukung ultimate selimut tiang (ton)

F_s = Gesekan selimut tiang per satuan luas ($\alpha \times C_u$). (ton/m^2)

L = Panjang tiang (m)

P = Keliling penampang tiang (m)

Gesekan selimut tiang per satuan luas dipengaruhi oleh jenis tanah dan parameter kuat geser tanah. Untuk tanah kohesif dan non kohesif dapat dihitung dengan formula :

$$Q_u = Q_p + Q_s \dots\dots\dots(2.26)$$

$$Q_{all} = \frac{Q}{s} \dots\dots\dots(2.27)$$

Dimana :

u = Daya dukung ultimate

c. Metode Decourt

Daya dukung ujung fondasi:

$$Q_p = K_b \times N_b \times A_p \dots\dots\dots(2.28)$$

Dimana :

Q_p = Daya dukung tiang (ton)

A_p = Luas penampang m^2

K_b = Faktor korelasi menurut Decourt ton/m^2 = Diambil nilai $K_b = 80$

N_b = Rata-rata nilai N-SPT diujung tiang

Daya dukung selimut:

$$Q_s = \alpha \times (2,8 N_{60} + 10) \times p \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana :

α = Faktor adhesi

N_{60} = Rata-rata nilai N-SPT = 3,3

Pada teori Decourt terdapat nilai K_b sebagai faktor korelasi dalam perhitungan daya dukung ujung tiang. Faktor korelasi tersebut dibagi menjadi 2 kategori yaitu *Displacement Pile* dan *Non Displacement Pile*. *Displacement pile* sendiri dibagi menjadi 2 yaitu :

1. Tiang Perpindahan Besar (*Large Displacement Pile*)

Tiang perpindahan besar adalah tiang padat atau berlubang dengan ujung tertutup yang dipancang ke dalam tanah sehingga perpindahan volume tanah yang cukup besar. Contoh tiang tersebut antara lain : taing kayu, tiang beton, dantiang baja.

2. Tiang Perpindahan Kecil (*Small Displacement Pile*)

Tiang perpindahan kecil adalah tiang padat atau berlubang dengan ujung tertutup yang dipancnag ke dalam tanah sehingga perpindahan volume tanahnya kecil. Contoh tiang tersebut antara lain : tiang beton dengan ujung terbuka, tiang baja profil H, dan tiang baja bulat dengan ujung terbuka.

Untuk pengertian *Non Displacement Pile* perpindahan adalah tiang yang dipasang dalam tanah dengan cara menggali atau mengebor tanha selubung pipa baja yang sebelumnya dipancang ke dalam tanah. Contoh tiang tersebtu adalah *bored pile*.

Tabel 2.11 Faktor Koerlasi Menurut *Decourt* (K_b) (*Canadian Geotechnical Society, 2006*)

<i>Soil Type</i>	<i>Displacement Piles</i>	<i>Non-Displacement Piles</i>
Sand	325	165
Sandy silt	205	115
Clayey silt	165	100
Clay	100	80

Daya dukung selimut (*skin friction*) dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_s = \alpha \times (2,8 N_{60} + 10) \times p \dots\dots\dots(2.30)$$

Dimana :

α = Faktor adhesi

N_{60} = Rata- rat nilai N-SPT

2.4.4 Perhitungan Daya Dukung Fondasi Kelompok Tiang (*Group Pile*) menurut *Converse-Labarre*

Perhitungan kapasitas dukung fondasi kelompok tiang berdasarkan pada data perhitungan fondasi satu tiang diatas menggunakan rumus dari *converse-Labarre* sebagai berikut :

a. Menentukan Jumlah tiang pancang (n)

$$n = \frac{p}{Qa} \dots \dots \dots (2.31)$$

Dimana :

P = Beban bangunan pada joint

Qa = Qallowable

b. Menentukan Jarak Tiang

$$2,5 D < s < 3D \dots \dots \dots (2.32)$$

c. Perhitungan Daya Dukung

$$n = 1 - \left[\frac{(n_1-1).n_2 + (n_2-1).n_1}{90 \times n_1 \times n_2} \right] \times \theta : \text{dimana : } \theta = \tan^{-1} \left(\frac{D}{s} \right) \dots \dots \dots (2.33)$$

Dimana :

η = efisien kelompok tiang

n_1 = jumlah baris tiang

n_2 = jumlah tiang dalam satu baris

θ = $\tan^{-1} \left(\frac{D}{s} \right)$

D = diameter tiang

s/nd/d = Jarak pusat ke pusat tiang



2.5. Perhitungan Penurunan Fondasi

2.5.1 penurunan Elastis Pada Fondasi Tiang Tunggal (*Single Pile*)

Vesic (1977) mengusulkan metode semi-empiris, dan empiris untuk perhitungan penurunan elastis pada tiang tunggal dapat dirumuskan sebagai berikut

$$S_c = S_{e(1)} + S_{e(2)} + S_{e(3)} \dots \dots \dots (2.34)$$

Dimana :

$$S_{e(1)} = \frac{(Q_{wp} + \epsilon Q_{ws})L}{A_p E_p} \dots \dots \dots (2.35)$$

$$S_{e(2)} = \frac{Q_{wp} \cdot C_p}{D q_p} \dots \dots \dots (2.36)$$

$$S_{e(3)} = \frac{Q_{ws} \cdot C_s}{L q_p} \dots \dots \dots (2.37)$$

Keterangan :

- 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 yang ditransmisikan sepanjang kulit tiang.
- Q_p = Kapasitas dukung Ujung diijinkan (ton)
- Q_s = Kapasitas dukung selimut diijinkan (ton)
- ϵ = 0,5 ~ 0,67
- L = Panjang tiang pancang (m)
- A_p = Luas Penampang tiang (m^2)
- E_p = modulus elastisitas bahan tiang (ton/m^2)
- C_p = Koefisien empiris

2.5.2 Penurunan Elastis pada Fondasi Tiang Group (*Groupe Pile*)

Menurut Vesic (1977), Penurunan elastis pada fondasi tiang kelompok dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$S_g = S_e \cdot \sqrt{\frac{B_g}{D}} \dots\dots\dots(2.38)$$

Dimana :

S_g = Penurunan fondasi pada tiang kelompok (m)

B_g = Lebar Kelompok tiang (m)

D = Diameter tiang (m)

2.6 Perhitungan Pile Cap

2.6.1 Berat sendiri *pile cap*

Berat sendiri pile cap dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan (2.35)

$$W = (P_{pilecap} + L_{pilecap}) \times \text{berat jenis beton} \dots\dots\dots(2.39)$$

Maka total beban yang diterima *pile cap* :

$$\xi P_v = P_u + W \dots\dots\dots(2.40)$$

2.6.2 Perhitungan beban maksimum yang diterima oleh satu tiang

Untuk menghitung beban maksimum pile cap dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan : 2.35.

$$P = \left(\frac{\sum P_v}{n}\right) \pm \left(\frac{M_x \cdot y_i}{n_x \cdot \sum y^2}\right) \pm \left(\frac{M_x \cdot y_i}{n_x \cdot \sum x^2}\right) \dots\dots\dots(2.41)$$

2.6.3 Perhitungan tinggi *pile cap*

a. Control tegangan geser dua arah

$$d_x = h - \text{selimut beton} - \text{diameter tulangan} \dots\dots\dots(2.42)$$

$$\beta_c = c_1/c_2 \dots\dots\dots(2.43)$$

$$b_o = 2 \times (c_1 + d_x) = 2 \times (c_2 + d_x) \dots\dots\dots(2.44)$$

b. Perhitungan kuat geser beton

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \times \frac{\lambda \times f_c^{0.5} \times b_o \times d}{6} \dots\dots\dots(2.45)$$

V_u dihitung berdasarkan tiang yang beradadi luar bidang kritis dua arus, Maka :

$$V_u = P_1 + P_2 + \dots P_n \dots\dots\dots(2.46)$$

2.6.4 Kontrol kuat geser

Dalam menghitung gaya tekan ke atas, digunakan rumus padaa Persamaan 2.40

$$\phi V_c = 0,6 \times 0,33 \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d_x \dots\dots\dots(2.47)$$

Dimana d_x dan b_o didapat dari :

$$D_x = h_t - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D \dots\dots\dots(2.48)$$

$$b_o = 2 (b_1 + d_x) + 2 (b_2 + d_x) \dots\dots\dots(2.49)$$

Dimana:

D_x = Tinggi efektif *pile* (mm)

V_u = Beban yang bekerja pada kolom (P) (ton)

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)

Dari nilai ϕV_c di atas, selanjutnya dilakukan pengecekan dengan syarat $V_u < \phi V_c$.

2.6.5 Penulangan *Pile Cap*

Menghitung rasio tulangan *pile cap* arah x dan y digunakan rumus

$$d = 0,9 \times \text{lebar} \dots\dots\dots(2.50)$$

Dengan syarat rasio tulangan $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$.

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times 0,85 \times f_c \times b \times d^2} \dots\dots\dots(2.51)$$

$$W_n = 1 - (\sqrt{1 - 2 \times R_n})^{1/2} \dots\dots\dots(2.52)$$

$$\rho = \frac{W \times 0,85 \times f}{f_y} \dots\dots\dots(2.53)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots(2.54)$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \frac{0,85 \beta f}{f} \times \frac{6000}{6000 + f_y} \dots\dots\dots(2.55)$$

Menghitung jumlah tulangan yang digunakan dengan menggunakan persamaan 2.56
 $S = b/n$ tulangan(2.56)

Dimana :

b = Lebar *Pile Cap*

n = Jumlah Tulangan

2.7 Analisa Pembebanan Menggunakan ETABS

Program ETABS digunakan untuk mengetahui beban pada setiap kolom. Hasil pembebanan yang didapat dari program ETABS kami gunakan sebagai acuan untuk mengetahui daya dukung fondasi.

Keutamaan program ETABS untuk perencanaan struktur beton dan baja dapat digunakan untuk merencanakan dan menentukan elemen struktur dengan menggunakan profil baja yang memiliki tingkat keamanan dan ekonomis.

Untuk menentukan metode pembebanan bangunan pada ETABS diperlukan prinsip perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (SNI 1726 – 1989), tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SNI 2847 – 2013) dan tata cara ketahanan gempa untuk bangunan gedung (SNI 1726 – 2012).

Beban mati merupakan berat keseluruhan suatu gedung yang sifatnya tetap termasuk semua unsur tambahan termasuk dinding, lantai, atap, plafond, tangga dan komponen struktur lainnya. Dengan menggunakan ETABS berat sendiri material dapat terhitung melalui program ETABS.

Untuk beban hidup merupakan beban yang di dapatkan dari pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lainnya yang tidak termasuk beban konstruksi, seperti beban gempa, beban angin, beban hujan dan beban banjir. Besarnya nilai beban hidup pada lantai bangunan menurut SNI 1727 – 2013 tentang beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lainnya sebesar $2,50 \text{ kN/m}^2$ untuk bangunan apartemen dan asrama.

Pada program ETABS juga memperhitungkan beban gempa apabila terjadi gempa. Untuk merencanakan beban gempa tersebut diperlukan pedoman sesuai SNI 1726 – 2012 tentang beban gempa.

2.8 Analisa Menggunakan Program Plaxis

Program plaxis ini digunakan untuk mengetahui besar penurunan yang terjadi pada proyek Hotel Arus, khususnya pada perencanaan fondasi *spun pile*, dan digunakan sebagai perbandingan perhitungan dengan manual. Program plaxis merupakan suatu program elemen hingga untuk menganalisis deformasi pada fondasi dibidang geoteknik. Menggunakan program plaxis dapat menganalisa beberapa permasalahan yang terjadi seperti turap (*sheet pile*), fondasi, bendungan, timbunan dan stabilitas lereng. Perhitungan dalam program plaxis berdasarkan pada prosedur numeric yang baku. Program plaxis dapat dibagi menjadi empat program yaitu :

1. *Plaxis input*

Plaxis input berfungsi untuk permodelan geometrid an parameter tanah yang digunakan sebagai bentuk dua dimensi.

2. *Plaxis Calculation*

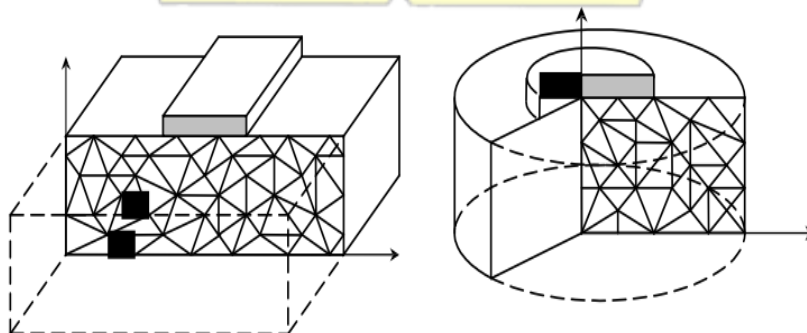
Plaxis calculation berfungsi melakukan perhitungan saat proses input data sudah selesai.

3. *Plaxis Output*

Plaxis output merupakan hasil perhitungan yang berupa tabel dan grafik setelah proses input dan calculation sudah selesai.

4. *Plaxis Curve*

Plaxis Curve menggambarkan hubungan beban *displacement*, diagram tegangan dan regangan dari lokasi sebelumnya yang telah ditentukan pada *Calculation Program*.

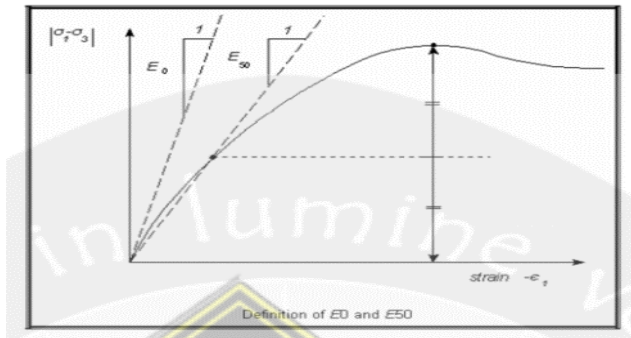


Gambar 2.14 Contoh Permasalahan Regangan Bidang Axi-Simetri

Rumus-rumus dan data yang digunakan pada program plaxis sebagai berikut :

a. Modulus elastisitas

Plaxis menggunakan *modulus young* yang digunakan sebagai modulus kekasaran pada dasar model elastic dan model *Mohr-Coulumb*. Kemiringan awal pada tanah slope ditunjukkan dengan E0 dan modulus *Scant* pada kekuatan 50% dinyatakan dalam E50.



Gambar 2.15 Definisi E0 dan E50
(Sumber : Manual Plaxis)

E0 didapat dari hasil perbandingan antara hubungan tegangan regangan awal yang terjadi, sehingga E50 didapat dari nilai pembagian antara dua perbandingan nilai tegangan maksimum dengan nilai regangan yang terjadi. Pada keadaan tanah lempung yang mengalami *over* konsolidasi dapat menggunakan E0, sedangkan pada kondisi tanah berpasir dan tanah lempung yang mengalami konsolidasi normal dapat digunakan E50

b. Poisson's ratio

Berikut *poisson ratio's* pada material elastis :

$$V = \frac{-\epsilon_h}{-\epsilon} \dots \dots \dots (2.57)$$

Angka *poisson's ratio* pada kondisi *Undrained* untuk tanah diambil 0,3 – 0,5

c. Parameter c dan φ

Parameter c (kohesi) merupakan parameter yang didapat dari kekuatan tanah yang mempunyai dimensi, dan c (kohesi) adalah sudut geser tanah dengan satuan derajat. Parameter tanah dapat diperoleh melalui pengujian direct shear di ruang uji laboratorium.

d. Parameter permodelan

Pada plaxis 8.6 menggunakan permodelan dua dimensi, untuk itu fondasi *spun pile* perlu dimodelkan secara dua dimensi pada sebelumnya.

2.9 Analisa Menggunakan Program Allpile

Allpile merupakan salah satu aplikasi yang digunakan untuk melakukan perencanaan suatu fondasi dalam suatu proyek konstruksi. *Software* ini digunakan untuk mendesain fondasi tiang, baik itu *bored pile* maupun tiang pancang.

Adapun menu-menu yang ditampilkan dalam *software Allpile*

1. *Pile Type*

Pada *pile type*, *software allpile* menyediakan macam-macam tipe dari fondasi. Hal ini akan mempermudah kita dalam perhitungan karena bermacam-macam dan kita bisa menyesuaikan sesuai kebutuhan.

Tipe-tipe fondasi *allpile* antara lain :

- a. *Drilled Pile* ($D \leq 24$ in atau 61 cm)
Jenis fondasi bor dengan diameter lebih kecil 61 cm.
- b. *Drilled pile* ($D \geq 24$ in atau 61 cm)
Jenis fondasi bor dengan diameter lebih besar 61 cm
- c. *Driving Steel Pile (open ended)*
Jenis fondasi tiang pancang baja dengan ujungnya terbuka.
- d. *Driving Steel Pile (close ended)*
Jenis fondasi tiang pancang baja dengan ujungnya tertutup.
- e. *Driving Concrete Pile*
Jenis fondasi tiang pancangbeton.

2. *Pile Profile*

Menu ini kita isi dengan informasi tentang pile yang digunakan seperti panjang pile, jarak dari permukaan tanah, kemiringan pile (bila fondasi pada saat dipancang posisi miring), serta kemiringan permukaan tanah.

3. *Pile Properties*

Bagian ini berisi data-data properties fondasi yang digubakan meliputi lebar fondasi, kedalaman fondasi, material, jenis bahan yang digunakan dan lain-lain.

4. *Load and Group*

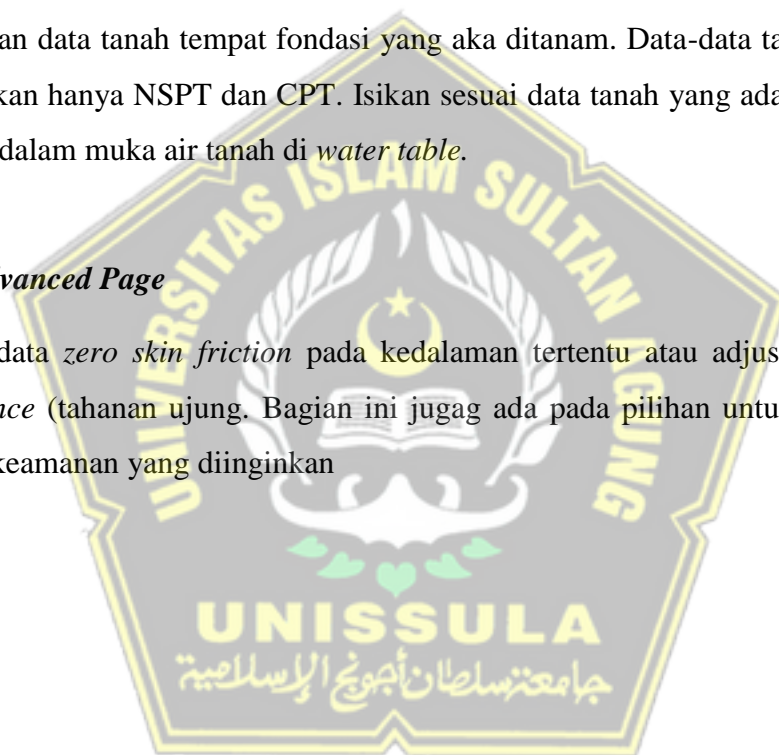
Bagian ini menyediakan beberapa perhitungan baik itu *single pile*, *group pile*, dan *tower foundation* yang sederhana.

5. *Soil Properties*

Berisikan data tanah tempat fondasi yang aka ditanam. Data-data tanah yang bisa digunakan hanya NSPT dan CPT. Isikan sesuai data tanah yang ada dan masukan juga kedalam muka air tanah di *water table*.

6. *Advanced Page*

Berisi data *zero skin friction* pada kedalaman tertentu atau adjust besarnya *tip resistance* (tahanan ujung. Bagian ini jugag ada pada pilihan untuk menentukan angka keamanan yang diinginkan



BAB III

METODE PENELITIAN

3.3. Pendahuluan

Metode Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan dan menganalisis fondasi spun pile pada proyek Pembangunan Hotel Arus yang berlokasi di jalan Wahidin No.116 Semarang, Jawa Tengah yang terdiri dari 11 lantai. Untuk menganalisis pembebanan menggunakan program perangkat lunak ETABS, dan perhitungan fondasi menggunakan Plaxis. Tahapan dalam metode penelitian dilakukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan, memenuhi syarat, efektif dan efisien yang mendukung keseluruhan dari proses pembuatan laporan tersebut.

3.4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dapat berupa data primer dan data sekunder. Dimana data primer diperoleh peneliti secara langsung dengan dilakukan penelitian, observasi atau secara langsung dari pihak pertama. Sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh peneliti baik secara langsung maupun tidak langsung atau dari sumber yang sudah ada sebelumnya, atau dapat juga dari pustaka-pustaka yang diperoleh dari instansi terkait. Dalam pembuatan tugas akhir ini menggunakan data sekunder yang didapat dari hasil uji tanah yaitu berupa data sondir, boring, dan SPT dan gambar denah fondasi yang digunakan untuk perhitungan perencanaan dan analisa fondasi.

3.4.1. Data Primer

Berikut hasil survey pengamatan langsung di lapangan :

- a. Kondisi lokasi proyek pembangunan Hotel Arus Semarang.
- b. Kondisi bangunan-bangunan yang berada disekitar lokasi proyek.
- c. Denah lokasi perencanaan

3.4.2. Data Sekunder

Klasifikasi data sekunder meliputi literature-literatur yang dibutuhkan, grafik, tabel dan tanah yang berkaitan dengan perencanaan dan analisis pembangunan proyek Arus Hotel Semarang. Setelah mendapatkan data-data yang akan digunakan, kemudian menentukan metode pengumpulan data. Berikut pengumpulan data yang dilakukan :

1) Observasi

Observasi adalah pengumpulan data dan pengamatan secara langsung dilapangan.

2) Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan kumpulan data yang didapat dari hasil penyelidikan, penelitian, tes atau uji laboratorium, pedoman, maupun standar yang digunakan dalam perencanaan bangunan yang diperoleh melalui perpustakaan ataupun instansi-instansi pemerintah yang terkait.

Setelah semua data telah didapat, maka selanjutnya dapat dilakukan proses perhitungan.

Data-data utama proyek pembangunan Hotel Arus Semarang sebagai berikut :

a. Data Proyek

Nama proyek	: Perencanaan dan analisis fondasi <i>spun pile</i> Hotel Arus Semarang
Fungsi bangunan	: Sarana Tempat menginap
Jumlah lantai	: 11 lantai
Lokasi	: Jalan Wahidin No. 116 Semarang Jawa Tengah
Struktur bangunan	: Konstruksi rangka beton bertulang
Struktur atap	: Konstruksi beton dak
Fondasi	: <i>Spun pile</i>

b. Struktur Utama

1) Mutu Beton

Kolom, Balok, Plat, Fondasi = K-350 ($f_c' = 29,05 \text{ Mpa}$)

2) Mutu Baja Tulangan

Baja tulangan polos menggunakan ($f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$)

Baja tulangan ulir menggunakan ($f_y = 3900 \text{ kg/cm}^2$)

c. Data Tanah : N-SPT

3.3 Analisis Daya Dukung Tiang dan Penurunan

Langkah-langkah dalam perhitungan perencanaan fondasi *spun pile*:

1. Menghitung dan menganalisis pembebanan menggunakan aplikasi ETABS berdasarkan data yang didapat dari proyek

2. Menghitung dan menganalisa penurunan daya dukung fondasi *spun pile* pada proyek pembangunan Arus Hotel Semarang menggunakan metode *Vesic 1977* dan dengan menggunakan aplikasi *plaxis 8.6*
3. Membandingkan hasil manual *Vesic 1977* dengan menggunakan program *plaxis 8.6*

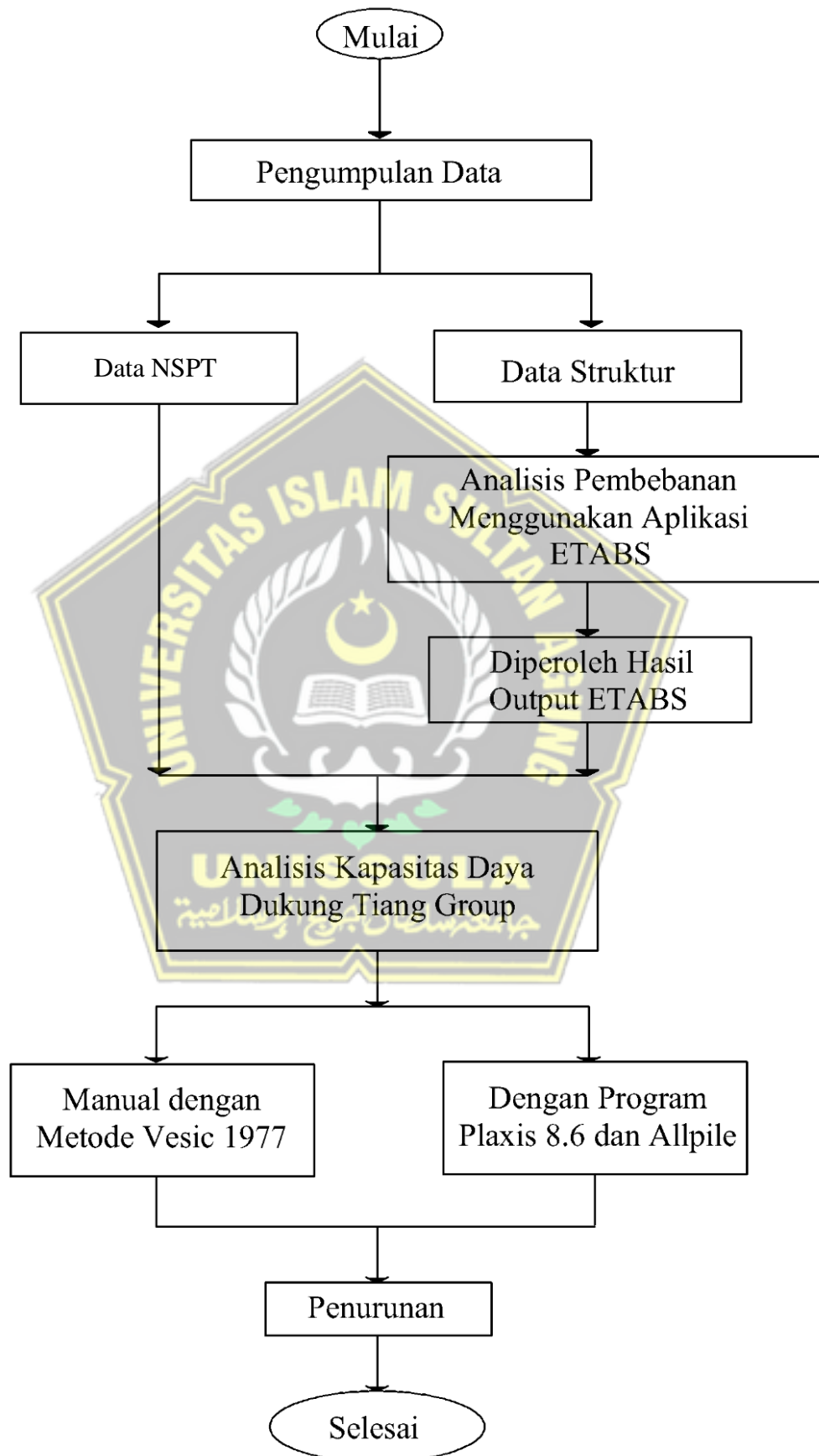
3.4 Cara Pengolahan atau Analisi Data

Setelah dilakukan perhitungan daya dukung dan perhitungan penurunan pada satu tiang maupun fondasi tiang kelompok, dengan metode perhitungan manual maupun menggunakan program perangkat lunak *plaxis 8.6*, yaitu untuk mengetahui penurunan yang terjadi pada fondasi, hasil tersebut dimasukkan kedalam tabel perbandingan antara perhitungan secara manual dan perhitungan dengan menggunakan program *plaxis*.



3.5 Metode Analisa

Berikut perencanaan fondasi *spun pile* dapat dilihat pada *flow chart* dibawah ini :



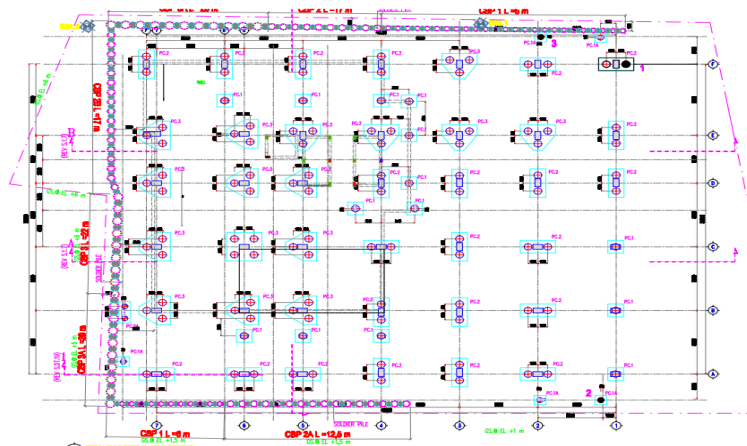
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tinjauan umum

Tahap analisa dan pembahasan pada bab ini adalah hasil analisa data yang diperoleh dari hasil pengolahan data pada proyek Pembangunan Hotel Arus yang berada di jalan Wahidin Semarang, Jawa Tengah dan pembahasan dari hasil-hasil perhitungan. Pada perencanaan fondasi sebelumnya menggunakan fondasi bored pile dengan diameter 60, 80, dan 100 cm. Untuk perencanaan ulang pada Tugas Akhir ini, fondasi yang digunakan adalah jenis fondasi *spun pile* dengan diameter 80 cm. Berikut perbandingan kelebihan dan kekurangan antara fondasi *bored pile* dan fondasi tiang pancang adalah sebagai berikut :

Data yang tersedia akan digunakan untuk perhitungan perencanaan fondasi spun pile. Pada perhitungan daya dukung fondasi satu tiang (*Single Pile*) diambil dari data N-SPT dengan menggunakan metode *Reese & Wright* 1977, metode *Mayerhoff* dan metode *Decourt* serta untuk perhitungan daya dukung fondasi kelompok (*Group Pile*) menggunakan metode *Converse-Labarre*. Sedangkan pada perhitungan penurunan menggunakan metode *vesic* 1977 serta dilakukan perhitungan menggunakan program plaxis 8.6 dan Allpile sebagai pembanding.

Sebelum menghitung daya dukung dan penurunan fondasi langkah awal yang dilakukan adalah menghitung pembebanan dengan menggunakan program ETABS 2017 versi 17.1 yang bertujuan untuk mengetahui besarnya beban yang akan diterima oleh fondasi, sesuai dengan ketentuan Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (SNI 03-1727-1989 PPURG dan SKBI 1.3.53.1987), Persyaratan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013), dan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726: 2012)



Gambar 4.1 Denah Fondasi

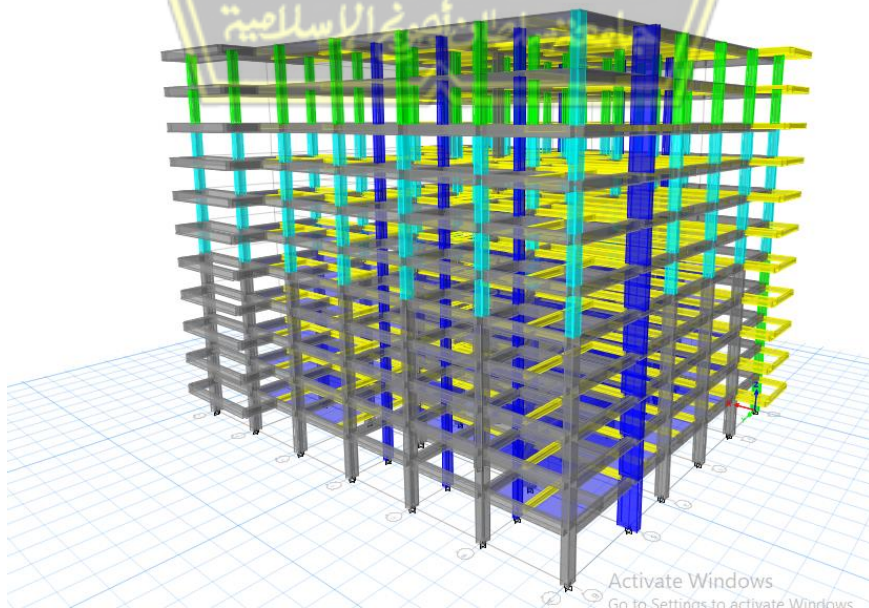
4.2. Pemodelan Struktur Atas Dengan Program ETABS 2017 versi 17.1

Tahap pemodelan pada struktur atas menggunakan ETABS 2017 versi 17.1 untuk mengetahui gaya-gaya yang bekerja pada struktur bangunan hasil dari pembebanan. Pada balok dan kolom dimodelkan sebagai *frame* dan plat dimodelkan sebagai *shell*.

4.2.1 Data bangunan

Data bangunan pada tugas akhir ini :

1. Nama bangunan = Arus Hotel
2. Lokasi bangunan = Jl. Dr. Wahidin No. 116, Semarang



Gambar 4.2 Pemodelan Struktur dengan Program ETABS 2017 versi 7.1

4.2.2 Analisis Pembebanan Struktur

Menurut Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, SK SNI T-15-1991-03, beban-beban diperhitungkan terdiri dari beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Beban-beban tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Beban Mati (Dead Load)

Beban Mati adalah berat seluruh konstruksi yang berada pada bangunan tersebut seperti dinding, lantai, atap, tangga, bagian arsitektur serta bagian struktur lainnya. Pada pemodelan menggunakan ETABS 2017 versi 17.1 berat sendiri material dapat dihitung berdasarkan acuan SNI 03-1727-1989 dan SKBI.1.3.53.1987 (*dapat dilihat pada lampiran*). Berikut adalah beban-beban yang bekerja pada struktur atas :

Pada bangunan ini menggunakan pelat yang mempunyai ketebalan 0,14 m sehingga beban pelatnya sendiri yaitu $3,36 \text{ kN/m}^2$

✚ Beban mati plat lantai basement :

- Berat pasir 1 cm $= 0,01 \times 16 \text{ kN/m}^2$
 $= 0,16 \text{ kN/m}^2$
- Berat adukan semen 3 cm $= 0,03 \text{ m} \times 21 \text{ kN/m}^2$
 $= 0,63 \text{ kN/m}^2$
- Berat Keramik 1 cm $= 0,01 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^2$
 $= 0,24 \text{ kN/m}^2$
- Berat instalasi ME $= 0,25 \text{ kN/m}^2$
- Berat langit-langit dan penggantung $= 0,18 \text{ kN/m}^2$
- Berat total $= 1,46 \text{ kN/m}^2$
- Beban mati pada balok :
Berat dinding ½ bata, tinggi 4,5 m $= 4,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ kN/m}^2$
 $= 11,25 \text{ kN/m}^2$

✚ Beban mati plat lantai 2 :

- Berat pasir 1 cm $= 0,01 \times 16 \text{ kN/m}^2$
 $= 0,16 \text{ kN/m}^2$
- Berat adukan semen 3 cm $= 0,03 \text{ m} \times 21 \text{ kN/m}^2$
 $= 0,63 \text{ kN/m}^2$
- Berat Keramik 1 cm $= 0,01 \text{ m} \times 24 \text{ kN/m}^2$

- = 0,24 kN/m²
- Instalasi ME = 0,25 kN /m²
- Berat langit-langit dan penggantung = 0,18 kN /m²
- Berat total = 1,46 kN/m²
- Beban mati pada balok :
 Berat dinding ½ bata, tinggi 3,5 m = 3,5 x 2,5 kN/m²
 = 8,75 kN/m²

✚ Beban mati plat lantai 3-10 :

- Berat pasir 1 cm = 0,01 x 16 kN/m²
 = 0,16 kN/m²
- Berat adukan semen 3 cm = 0,03 m x 21 kN/m²
 = 0,63 kN/m²
- Berat Keramik 1 cm = 0,01 m x 24 kN/m²
 = 0,24 kN/m²
- Berat instalasi ME = 0,25 kN /m²
- Berat langit-langit dan penggantung = 0,18 kN /m²
- Berat total = 1,46 kN/m²
- Beban mati pada balok :
 Berat dinding ½ bata, tinggi 3,5 m = 3,5 x 2,5 kN/m²
 = 8,75 kN/m²

✚ Beban mati plat lantai Atas

- Berat pasir 1 cm = 0,01 x 16 kN/m²
 = 0,16 kN/m²
- Berat adukan semen 3 cm = 0,03 m x 21 kN/m²
 = 0,63 kN/m²
- Berat Keramik 1 cm = 0,01 m x 24 kN/m²
 = 0,24 kN/m²
- Berat instalasi ME = 0,4 kN /m²
- Berat langit-langit dan penggantung = 0,18 kN /m²
- Total = 1,46 kN/m²
- Beban mati pada balok :
 Berat dinding ½ bata, tinggi 3,5 m = 3,5 x 2,5 kN/m²
 = 8,75 kN/m²

2. Beban hidup (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 1727-2013) tentang Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur lain, menyebutkan berat bangunan untuk hotel yaitu sebesar 250 kg/m^2 (lihat lampiran)

3. Beban Gempa

a. Faktor Keutamaan Struktur (*I*)

Berdasarkan (SNI 1726:2019) untuk bangunan sebesar 1,0

Tabel 4.1 Faktor Keutamaan Struktur

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri 	II

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, <i>I_e</i>
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

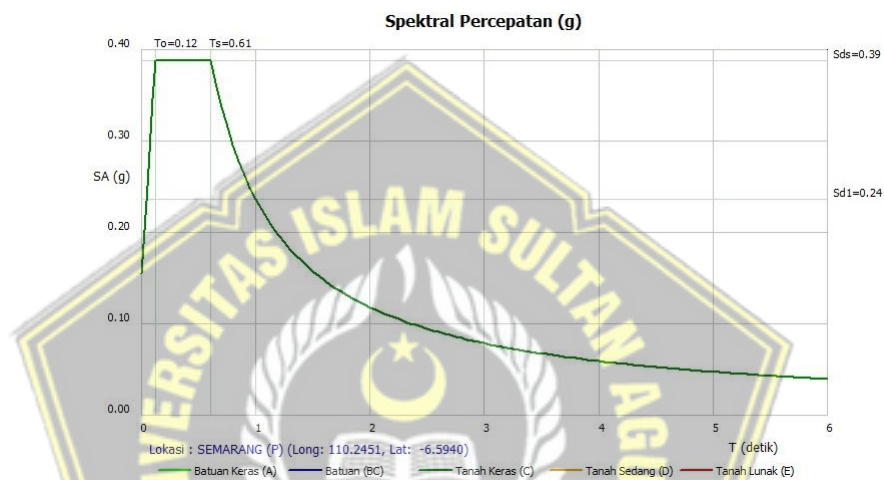
(sumber : SNI 1726:2019)

b. Zona Wilayah Gempa

Untuk menentukan Zona yang akan direncanakan yaitu berdasarkan Peta Gempa dan Respons Spektra 2019 sehingga akan didapatkan data-data parameter gempa dan grafik Response spectrum.

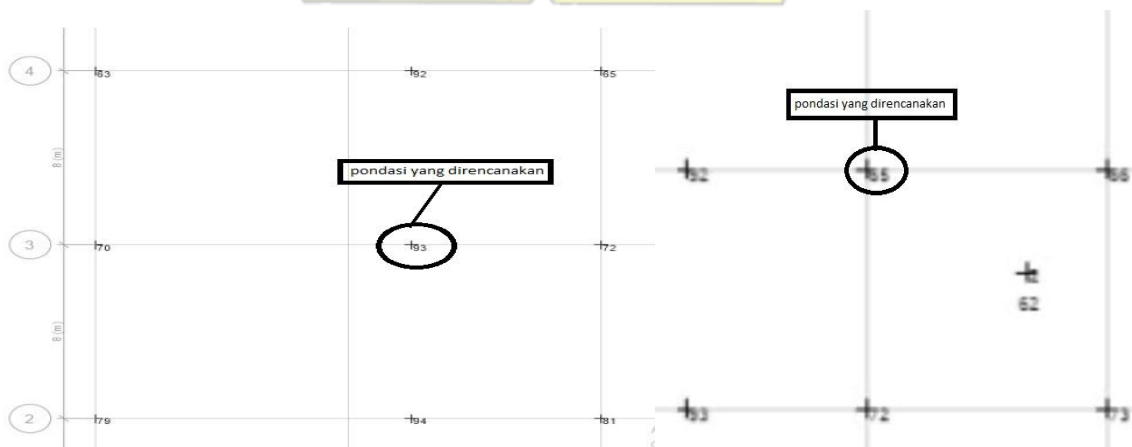
- ✚ Percepatan respon spectral MCE dari
Peta gempa pada periode pendek, $S_S (g) = 0,4477$
- ✚ Percepatan respon spectral MCE dari
Peta gempa pada periode 1 detik, $S_1 (g) = 0,2362$
- ✚ Percepatan respon spectral MCE pada

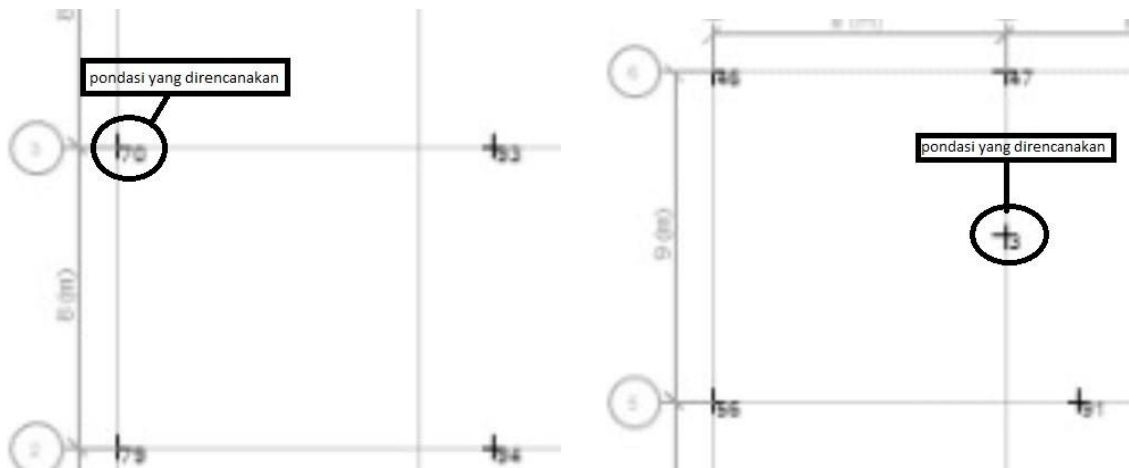
- Periode pendek, $S_{MS}(g)$ = 0,5820
- ✚ Percepatan respon spectral MCE pada
Periode 1 detik, $S_{M1}(g)$ = 0,3543
- ✚ Percepatan respon spectral pada
Periode pendek, $S_{DS}(g)$ = 0,3880
- ✚ Percepatan respon spectral pada
Periode 1 detik, $S_{D1}(g)$ = 0,2362
- ✚ T_0 (detik) = 0,1217
- ✚ T_s (detik) = 0,6087



Gambar 4.3 Respons Spektrum Jenis Tanah Keras Wilayah Semarang
(Sumber: <http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/>)

Selanjutnya data parameter gempa yang telah didapat di masukan ke dalam data gempa di *software* ETABS 2017 versi 17.1. Setelah seluruh beban dimasukkan pada pemodelan struktur dengan memakai program ETABS 2017 versi 17, diperoleh hasiloutput joint reactions.





Gambar 4.4 Titik Joint yang di Rencanakan

Tabel 4.2. Beban Maksimum yang diperoleh dari Fondasi P4

Joint	P	Tipe Pondasi	Joint	P	Tipe Pondasi
55	2753,9652	P1	31	6694,3011	P3
89	2679,4532		50	6644,0027	
95	2492,7705		60	6340,9221	
26	2446,8947		78	6315,6472	
3	3831,5524		70	6230,01	
2	3702,248	77	6031,0726		
61	3657,2436	91	5708,3214		
48	3654,1639	51	5532,5073		
83	3636,1239	81	5509,9927		
29	3572,8787	93	8175,2911	P4	
66	3347,0859	56	7549,5376		
1	3211,073	72	7323,3541		
87	3112,5138	92	7010,5277		
39	2994,2118	73	6934,2781		
52	2964,1117				
28	2926,4955				
54	2923,9131				

(Sumber : Hasil Output ETABS 2017)

Pada Tabel 4.2 beban maksimum yang diperoleh dari fondasi P1 adalah 2753,9652 ton, beban maksimum pada fondasi P2 sebesar 3831,5524, beban maksimum pada fondasi P3 adalah 6694,3011 ton, dan beban maksimum pada fondasi P4 adalah 8175,2911 ton.

CODE	DEPTH	SPT	DESKRIPSI TANAH
sampel	meter	(N)	
BH 1	1	2	Silty clay, with a trace of sand, brownish grey soft consistency
BH 1	3	3	Silty clay, with a trace of sand, brownish grey, soft consistency
BH 1	6	8	Silty clay, greyish brown, soft to medium consistency
BH 1	11	11	Silty Clay, brownish grey, stiff consistency
BH 1	15	23	Silty clay, grey, stiff consistency, Silty clay, with a little of sand dark
BH 1	19	8	grey, very stiff consistency
BH 1	21	20	Silty clay, grey
BH 1	25	23	Silty clay, brownish grey, very stiff consistency

Gambar 4.5 Klasifikasi lapisan tanah

4.3 Daya Dukung Aksial Fondasi Satu Tiang (*Single Pile*)

Pada perencanaan proyek Hotel Arus Semarang, akan direncanakan menggunakan fondasi tiang pancang dengan diameter sebesar 80 cm. Pada perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang dihitung dengan 3 metode manual dan menggunakan data Borlog di titik SM-1. Adapun data tiang pancang adalah sebagai berikut :

- Diameter tiang (D) = 80 cm = 0,8 m
- Keliling penampang fondasi (p) = $\pi \times D$
= 3,14 x 0,8 m
= 2,512 m
- Luas penampang (Ap) = $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2$
= $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,8^2$
= 0,502 m²

4.3.1 Metode (*Reese & Wright 1977*)

(Menggunakan hasil penyelidikan N-SPT dan menggunakan tanah kohesif)

✚ Daya dukung ujung fondasi

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

$$Q_p = A_p \cdot q_p \text{ (untuk tanah kohesif)}$$

Dimana :

Q_p = Daya dukung ujung tiang (ton)

A_p = Luas penampang tiang pancang (m^2)

q_p = Tahanan ujung tiang (ton/m^2)

Untuk tanah kohesif pada lapisan tanah kedalaman 1 meter :

- Diameter tiang 80 cm

$$C_u = N-SPT \times 2/3 \times 10 \dots\dots\dots(2.21)$$

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

$$= 13,33 \text{ kN}/m^2$$

$$= 1,33 \text{ ton}/m^2$$

$$q_p = 8,24 \times C_u \dots\dots\dots(2.22)$$

$$= 8,24 \times 1,33$$

$$= 10,987 \text{ ton}/m^2$$

$$Q_p = A_p \times q_p \dots\dots\dots(2.23)$$

$$= 0,502 \times 10,987$$

$$= 5,52 \text{ ton}$$

✚ Daya dukung selimut

Gesekan selimut tiang per satuan luas dipengaruhi oleh jenis tanah dan parameter kuat geser tanah.

$$Q_s = f \times L_i \times P \dots\dots\dots(2.25)$$

$$f_{(non\ kohesif)} = \alpha \times N-SPT$$

$$f_{(kohesif)} = \alpha \times C_u \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana :

Q_s = Daya dukung selimut

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

α = Faktor adhesi

- 0,32 (untuk tanah non kohesif)

- 0,55 (untuk tanah kohesif)

C_u = Kohesi tanah (ton/m^2)

Untuk tanah kohesif pada lapisan tanah kedalaman 1 meter :

- Diameter tiang 80 cm

$$\begin{aligned} f_{(kohesif)} &= \alpha \times C_u \\ &= 0,55 \times 1,33 \\ &= 0,73 \text{ (ton/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= f \times L_i \times P \\ &= 0,73 \times 1 \times 2,512 \\ &= 1,84 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Daya dukung ultimit

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

Dimana :

$$u = \text{Daya dukung ultimit}$$

Untuk tanah kohesif :

- Diameter tiang 80 cm

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_p + Q_s \\ &= 5,52 + 1,84 \\ &= 7,36 \text{ ton} \end{aligned}$$

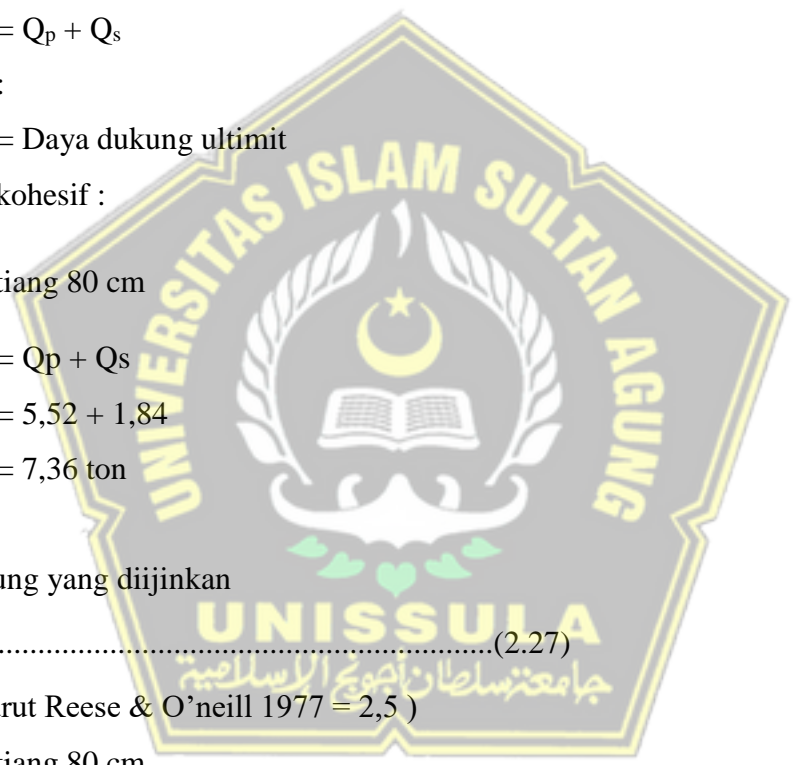
- ✚ Daya dukung yang diijinkan

$$Q_{all} = \frac{Q}{S} \dots\dots\dots(2.27)$$

(SF menurut Reese & O'neill 1977 = 2,5)

Diameter tiang 80 cm

$$\begin{aligned} Q_{all(kohesif)} &= \frac{Q}{S} \\ &= \frac{7,36}{2,5} \\ &= 2,94 \text{ ton} \end{aligned}$$



Untuk kedalaman berikutnya, dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini :

Tabel 4.3 Daya Dukung Fondasi metode *Reese and Wright*

Depth	N	Cu	α	f	p (m)	Skin Friction (ton)		Ap (m ²)	qp (ton/m ²)	Qp (ton)	Qult (ton)	Qall (ton)
		(ton/m ²)		(ton/m ²)		Local	Cummulative					
0	0	0,00	0,55	0,00	2,512	0,00	0,00	0,502	0	0,00	0,00	0,00
1	2	1,33	0,55	0,73	2,512	1,84	1,84	0,502	10,987	5,52	7,36	2,94
2	2,5	1,67	0,55	0,92	2,512	2,30	4,14	0,502	13,733	6,89	11,04	4,42
3	3	2,00	0,55	1,10	2,512	2,76	6,91	0,502	16,48	8,27	15,18	6,07
4	5	3,33	0,55	1,83	2,512	4,61	11,51	0,502	27,467	13,79	25,30	10,12
5	7	4,67	0,55	2,57	2,512	6,45	17,96	0,502	38,453	19,30	37,26	14,91
6	8	5,33	0,55	2,93	2,512	7,37	25,33	0,502	43,947	22,06	47,39	18,96
7	9	6,00	0,55	3,30	2,512	8,29	33,62	0,502	49,44	24,82	58,44	23,38
8	9	6,00	0,55	3,30	2,512	8,29	41,91	0,502	49,44	24,82	66,73	26,69
9	9	6,00	0,55	3,30	2,512	8,29	50,20	0,502	49,44	24,82	75,02	30,01
10	10	6,67	0,55	3,67	2,512	9,21	59,41	0,502	54,933	27,58	86,99	34,79
11	11	7,33	0,55	4,03	2,512	10,13	69,54	0,502	60,427	30,33	99,87	39,95
12	10,5	7,00	0,55	3,85	2,512	9,67	79,21	0,502	57,68	28,96	108,17	43,27
13	10	6,67	0,55	3,67	2,512	9,21	88,42	0,502	54,933	27,58	116,00	46,40
14	16,5	11,00	0,55	6,05	2,512	15,20	103,62	0,502	90,64	45,50	149,12	59,65
15	23	15,33	0,55	8,43	2,512	21,18	124,80	0,502	126,35	63,43	188,23	75,29
16	19,5	13,00	0,55	7,15	2,512	17,96	142,77	0,502	107,12	53,77	196,54	78,62
17	16	10,67	0,55	5,87	2,512	14,74	157,50	0,502	87,893	44,12	201,62	80,65
18	12	8,00	0,55	4,40	2,512	11,05	168,56	0,502	65,92	33,09	201,65	80,66
19	8	5,33	0,55	2,93	2,512	7,37	175,92	0,502	43,947	22,06	197,98	79,19
20	14	9,33	0,55	5,13	2,512	12,89	188,82	0,502	76,907	38,61	227,43	90,97
21	20	13,33	0,55	7,33	2,512	18,42	207,24	0,502	109,87	55,15	262,39	104,96
22	19	12,67	0,55	6,97	2,512	17,50	224,74	0,502	104,37	52,40	277,14	110,85
23	18	12,00	0,55	6,60	2,512	16,58	241,32	0,502	98,88	49,64	290,96	116,38
24	20,5	13,67	0,55	7,52	2,512	18,88	260,20	0,502	112,61	56,53	316,73	126,69
25	23	15,33	0,55	8,43	2,512	21,18	281,39	0,502	126,35	63,43	344,81	137,92

4.3.2 Metode Mayerhoff

Pada teori ini ada beberapa faktor yang dipertimbangkan dalam menentukan daya dukung tanah, faktor-faktor tersebut adalah pengaruh kedalaman fondasi, bentk fondasi, dan kemiringan beban.

✚ Daya dukung ujung fondasi

$$Q_p = A_p \times q_p \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana :

Q_p = Daya Dukung ujung tiang (ton)

A_p = Luas penampang (m^2)

N_b = Nilai rata-rata SPT pada zona 8D keatas dan 3D kebawah ujung tiang

N_b = -8D = 8 x 80 cm = 640 cm = 6,4 m

= -3D = 3 x 80 cm = 240 cm = 2,4 m

Didapat nilai $N_b = 17,3$

q_p = Tahanan ujung tiang (ton/m^2)

= 40 N_b untuk tanah non kohesif dan 20 N_b untuk tanah kohesif.

q_p (kohesif) = 20 x N_b

= 20 x 17,3

= 346 ton/m^2

Q_p (kohesif) = $A_p \times q_p$

= 0,502 x 346

= 173,69 ton

✚ Daya dukung selimut

$$Q_s = X_m \times N_i \times p \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

$X_m = 0,5 ton/m^2$

N_i = Nilai N-SPT rata-rata = 12,22

(Nilai X_i . N_i memiliki nilai maksimum yaitu 10 ton/m^2)

$Q_s = X_m \times N_i \times p$

= 0,5 x 12,22 x 2,512

= 15,35 ton

✚ Daya dukung ultimit

Untuk tanah kohesif :

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_p + Q_s \\ &= 173,69 + 15,35 \\ &= 189,04 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung yang diijinkan

$$Q_{all} = \frac{Q}{S}$$

(SF menurut *Mayerhoff* = 3)

$$\begin{aligned} Q_{all} \text{ (kohesif)} &= \frac{Q}{S} \\ &= \frac{189,04}{3} \\ &= 63,01 \text{ ton} \end{aligned}$$



Untuk kedalaman berikutnya, dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini :

Tabel 4.4 Daya Dukung Fondasi metode *Mayerhoff*

Depth	N	Nb	Xm	p	Ni	Skin Friction		Ap	qp	Qp	Qult	Qall
				(m)		Local	Cummulative	(m2)	(ton/m2)	(ton)	(ton)	(ton)
0	0	17,3	0,5	2,512	12,22	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00
1	2	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	15,35	0,502	346	173,69	189,04	63,01
2	2,5	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	30,70	0,502	346	173,69	204,39	68,13
3	3	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	46,04	0,502	346	173,69	219,74	73,25
4	5	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	61,39	0,502	346	173,69	235,09	78,36
5	7	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	76,74	0,502	346	173,69	250,43	83,48
6	8	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	92,09	0,502	346	173,69	265,78	88,59
7	9	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	107,44	0,502	346	173,69	281,13	93,71
8	9	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	122,79	0,502	346	173,69	296,48	98,83
9	9	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	138,13	0,502	346	173,69	311,83	103,94
10	10	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	153,48	0,502	346	173,69	327,18	109,06
11	11	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	168,83	0,502	346	173,69	342,52	114,17
12	10,5	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	184,18	0,502	346	173,69	357,87	119,29
13	10	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	199,53	0,502	346	173,69	373,22	124,41
14	16,5	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	214,88	0,502	346	173,69	388,57	129,52
15	23	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	230,22	0,502	346	173,69	403,92	134,64
16	19,5	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	245,57	0,502	346	173,69	419,27	139,76
17	16	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	260,92	0,502	346	173,69	434,61	144,87
18	12	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	276,27	0,502	346	173,69	449,96	149,99
19	8	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	291,62	0,502	346	173,69	465,31	155,10
20	14	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	306,97	0,502	346	173,69	480,66	160,22
21	20	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	322,31	0,502	346	173,69	496,01	165,34
22	19	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	337,66	0,502	346	173,69	511,36	170,45
23	18	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	353,01	0,502	346	173,69	526,70	175,57
24	20,5	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	368,36	0,502	346	173,69	542,05	180,68
25	23	17,3	0,5	2,512	12,22	15,35	383,71	0,502	346	173,69	557,40	185,80

4.3.3 Metode *Decourt*

Daya dukung ujung fondasi

$$Q_p = K_b \times N_b \times A_p \dots\dots\dots(2.28)$$

Dimana :

Q_p = Daya dukung tiang (ton)

A_p = Luas penampang m^2

K_b = Faktor korelasi menurut *Decourt* ton/ m^2
= Diambil nilai $K_b = 80$

N_b = Rata-rata nilai N-SPT diujung tiang

Daya dukung selimut

$$Q_s = \alpha \times (2,8 N_{60} + 10) \times p \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana :

α = Faktor adhesi

N_{60} = Rata-rata nilai N-SPT
= 0,92

Daya dukung ujung fondasi

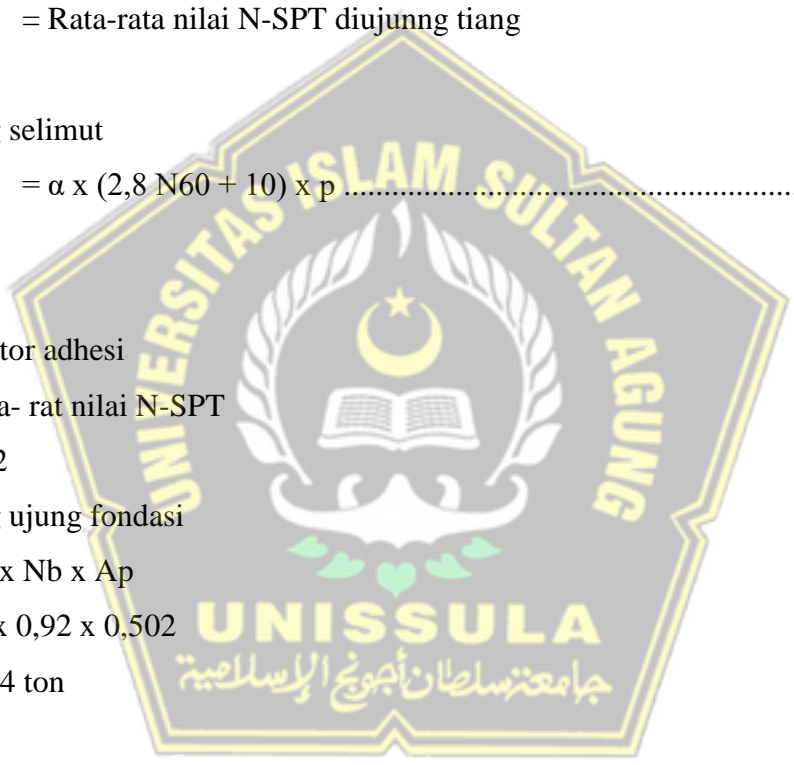
$$\begin{aligned} Q_p &= K_b \times N_b \times A_p \\ &= 80 \times 0,92 \times 0,502 \\ &= 36,94 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung ultimit

Untuk tanah kohesif

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_p + Q_s \\ &= 36,94 + 31,59 \\ &= 68,54 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{all} &= \frac{Q_u}{s} \\ &= \frac{68,54}{3} \\ &= 22,85 \text{ ton} \end{aligned}$$



Daya dukung selimut

$$\begin{aligned} Q_s &= \alpha \times (2,8 N_{60} + 10) \times p \\ &= 1 \times (2,8 \times 0,92 + 10) \times 2,512 \\ &= 31,6 \text{ ton} \end{aligned}$$

Untuk kedalaman berikutnya, dapat dilihat pada tabel 4.7 dibawah ini :



Untuk kedalaman berikutnya, dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini :

Tabel 4.5 Daya Dukung Fondasi metode *Decourt*

Depth	N	Kb	Nb	α	N60	p	Skin Friction		Ap	Qp (ton)	Qult (ton)	Qall (ton)
							Local	Cummulative				
0	0	80	0,92	1	0,92	2,512	0	0	0,502	0	0	0
1	2	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	31,59	0,502	36,95	68,54	22,85
2	2,5	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	63,18	0,502	36,95	100,13	33,38
3	3	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	94,77	0,502	36,95	131,72	43,91
4	5	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	126,36	0,502	36,95	163,31	54,44
5	7	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	157,95	0,502	36,95	194,90	64,97
6	8	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	189,55	0,502	36,95	226,49	75,50
7	9	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	221,14	0,502	36,95	258,08	86,03
8	9	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	252,73	0,502	36,95	289,67	96,56
9	9	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	284,32	0,502	36,95	321,27	107,09
10	10	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	315,91	0,502	36,95	352,86	117,62
11	11	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	347,50	0,502	36,95	384,45	128,15
12	10,5	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	379,09	0,502	36,95	416,04	138,68
13	10	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	410,68	0,502	36,95	447,63	149,21
14	16,5	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	442,27	0,502	36,95	479,22	159,74
15	23	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	473,86	0,502	36,95	510,81	170,27
16	19,5	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	505,45	0,502	36,95	542,40	180,80
17	16	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	537,05	0,502	36,95	573,99	191,33
18	12	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	568,64	0,502	36,95	605,58	201,86
19	8	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	600,23	0,502	36,95	637,17	212,39
20	14	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	631,82	0,502	36,95	668,77	222,92
21	20	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	663,41	0,502	36,95	700,36	233,45
22	19	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	695,00	0,502	36,95	731,95	243,98
23	18	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	726,59	0,502	36,95	763,54	254,51
24	20,5	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	758,18	0,502	36,95	795,13	265,04
25	23	80	0,92	1	0,92	2,512	31,59	789,77	0,502	36,95	826,72	275,57

Setelah menghitung dengan 3 metode manual, berikut ini adalah tabel hasil perhitungan dan perbandingan dari 3 metode yang telah digunakan :

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan dan Perbandingan Daya Dukung Fondasi

Metode	Daya Dukung Ujung (ton)	Daya Dukung Selimut (ton)	Daya Dukung Total (ton)	Daya Dukung Ijin (ton)
Reese & Wright	63,43	281,39	344,81	137,92
Mayerhoff	173,69	383,71	557,40	185,80
Decourt	36,95	789,77	826,72	275,57

Pada kesimpulan tabel diatas dapat diambil daya dukung fondasi yang memiliki nilai terkecil dan dijadikan acuan untuk perhitungan berikutnya. Hasil nilai daya dukung fondasi yang terkecil yaitu dari perhitungan menggunakan metode Reese & Wright dengan hasil daya dukung ujung yaitu 63,43 ton, daya dukung selimut yaitu 281,39 ton, daya dukung total adalah 344,81 ton, dan daya dukung ijin 137,92 ton.

4.4 Dayang Dukung Lateral

4.4.1 Metode Broms

$$\gamma = 15,89 \text{ kN/m}^3$$

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

$$K_p = 3,044$$

Spesifikasi tiang

$$D = 0,8 \text{ m}$$

$$L = 25 \text{ m}$$

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

Cek kekauan tiang fondasi

$$\begin{aligned} E &= 4700\sqrt{f_c'} \dots\dots\dots(2.5) \\ &= 4700\sqrt{30} \\ &= 25742,96 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Kekakuan taing fondasi

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{64} \times \pi \times D^4 \dots\dots\dots(2.6) \\ &= \frac{1}{64} \times 3,14 \times 0,8^4 \\ &= 0,02 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai kekauan dari fondasi tiang dibutuhkan nilai ηh yang didapat dari Tabel 2.6 nilai – nilai ηh untuk tanah kohesif.

Nilai ηh didapat 150 kN/m²

Untuk faktor kekakuan tanah

$$\begin{aligned} T &= \left(\frac{E_p \times I_p}{\eta h} \right)^{1/5} \dots\dots\dots(2.7) \\ &= \left(\frac{25742,96 \times 0,02}{150} \right)^{1,5} \\ &= 1,279 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4T &= 4 \times T \dots\dots\dots(2.8) \\ &= 4 \times 0,690 \\ &= 5,116 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, $L > 4T$, maka tiang fondasi termasuk tiang fondasi panajng yang elastis

Cek keruntuhan tanah

$$\begin{aligned} M_{\max} &= D \times \gamma \times L^3 \times K_p \dots\dots\dots(2.9) \\ &= 0,8 \times 15,89 \times 25^3 \times 3,044 \\ &= 604614,5 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Cek nilai H_u

$$f = 0,82 \sqrt{\frac{H_u}{D \times K_p \times \gamma}}$$

$$= 0,82 \sqrt{\frac{H_u}{0,8 \times 3,044 \times 15,89}}$$

$$f = 0,132 \sqrt{H_u} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$H_u = \frac{2My}{e + \frac{2f}{3}} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$H_u = \frac{2 \times 1500}{0 + (2 \times 0,133) \times \frac{\sqrt{H_u}}{3}}$$

$$H_u = \frac{34482,76}{\sqrt{H_u}}$$

$$H_u^{2/3} = 34482,76$$

$$H_u = 1059,42 \text{ kN}$$

$$H_{ijin} = \frac{H_u}{SF} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$= \frac{1059,42}{3}$$

$$= 353,14 \text{ kN}$$

Perhitungan pada tahanan lateral ijin adalah :

$$55 = \frac{H_u}{K_p \times \gamma \times D^2} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$55 = \frac{H_u}{3,044 \times 15,89 \times 0,8^3}$$

$$H_u = 1362,075 \text{ kN}$$

4.4.2 Metode Brinh Hansen

$$E = 25742,96 \text{ kN/m}^2$$

$$I = 0,02 \text{ m}^4$$

Modulus subgrade Horizontal (k_h)

Nilai k_1 didapat dari tabel hubungan terzaghi $27 \text{ MN/m}^3 = 2,7 \text{ kg/cm}^3$

$$k_h = \frac{k_1}{1,5} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$= \frac{2,7}{1,5}$$

$$= 1,8 \text{ kg/cm}^3 = 176,52 \text{ kN/m}^2$$

$$K = 1,8 \times d \dots\dots\dots(2.15)$$

$$= 176,52 \times 80$$

$$= 1412,6 \text{ kN/m}^2$$

Faktor kekakuan untuk modulus tanah konstan :

$$\begin{aligned}
 R &= \sqrt[4]{\frac{E \times I}{K}} \dots\dots\dots(2.16) \\
 &= \sqrt[4]{\frac{25742,96 \times 0,02}{1412,6}} \\
 &= 0,78 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Cek tiang panjang atau pendek

Tiang panjang bila $L > 3,5R$(2.17)

$$\begin{aligned}
 3.5 R &= 3,5 \times 0,78 \\
 &= 2,73 \text{ m (termasuk tiang panjang)}
 \end{aligned}$$

Termasuk tiang panjang maka perhitungan dengan metode Brinch Hansen ini tidak dapat digunakan karena metode ini hanya digunakan untuk tiang pendek.

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

4.5.1 Metode *Convers-Labarre*

Perhitungan daya dukung fondasi kelompok tiang berdasarkan pada data perhitungan satu tiang di atas memakai rumus *Converse-Labarre* seperti di bawah ini :

4.5.2. Perhitungan untuk Metode *Reese & Wright 1977*

- Menentukan jumlah tiang pancang (n)

$$n = \left(\frac{P}{Q} \right) \dots\dots\dots(2.31)$$

Dimana :

P = Beban Bangunan pada joint

Qa = $Q_{\text{allowable}}$

Tabel 4.7 Perhitungan Jumlah Tiang Pancang (n) Akibat beban Aksial

Joint	P	Qa	n	Joint	P	Qa	n
55	2753,9652	137,92	2	31	6694,3011	137,92	5
89	2679,4532	137,92	2	50	6644,0027	137,92	5
95	2492,7705	137,92	2	60	6340,9221	137,92	5
26	2446,8947	137,92	2	78	6315,6472	137,92	5
3	3831,5524	137,92	3	70	6230,01	137,92	5
2	3702,248	137,92	3	77	6031,0726	137,92	5
61	3657,2436	137,92	3	91	5708,3214	137,92	5
48	3654,1639	137,92	3	51	5532,5073	137,92	5
83	3636,1239	137,92	3	81	5509,9927	137,92	5
29	3572,8787	137,92	3	93	8175,2911	137,92	6
66	3347,0859	137,92	3	56	549,5376	137,92	6
1	3211,073	137,92	3	72	7323,3541	137,92	6
87	3112,5138	137,92	3	92	7010,5277	137,92	6
39	2994,2118	137,92	3	73	6934,2781	137,92	6
52	2964,1117	137,92	3				
28	2926,4955	137,92	3				
54	2923,9131	137,92	3				

- Menentukan jarak tiang

a. Syarat jarak tiang (as ke as)

$$2,5 D < s < 3 D \dots\dots\dots(2.32)$$

$$(2,5 \times 80) < s < (3 \times 80)$$

$$200 < s < 240$$

Maka, diambil nilai s = 200 cm

b. Syarat jarak as tiang ke tepi

$$s < 1,25 \times D$$

$$s < 1,25 \times 80$$

$$s < 100$$

Maka, diambil nilai s = 80 cm

- Perhitungan daya dukung

Converse-Labarre equation :

$$\eta = \left[\frac{(n_1-1).n_2+(n_2-1).n_1}{90 \times n_1 \times n_2} \right] \times \theta \dots\dots\dots(2.33)$$

Dimana :

η = efisien kelompok tiang

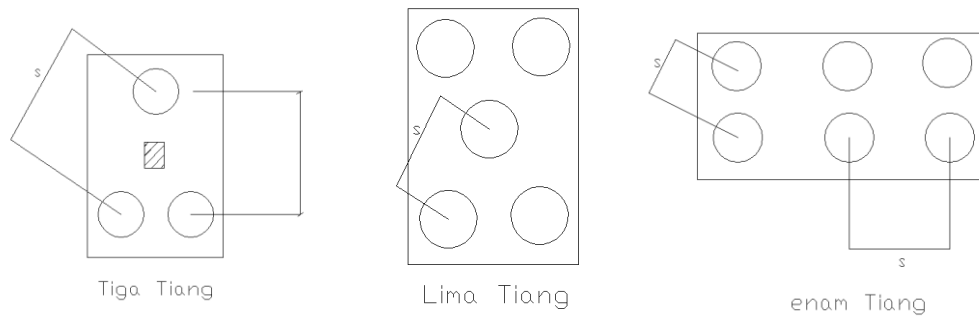
n_1 = jumlah baris tiang

n_2 = jumlah tiang dalam satu baris

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

D = diameter tiang

s/nd/d = Jarak pusat ke pusat tiang



Gambar 4.6 Penempatan Fondasi Grup Tiang

➤ Fondasi P1 (2 Tiang)

$$s = 200 \text{ cm}$$

$$D = 80 \text{ cm}$$

$$n_1 = 1$$

$$n_2 = 2$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{D}{s} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{80}{200} \right) = 21,8$$

$$n = 1 - \left[\frac{(1-1).2 + (2-1).1}{90 \times 1 \times 2} \right] \times 21,8$$

$$= 1 - 0,121$$

$$= 0,879$$

$$= 87,9 \%$$

$$Q_{\text{all (group)}} = n \times Q_{\text{allowable}} \times \eta$$

$$= 2 \times 137,92 \times 0,879$$

$$= 298,46 \text{ ton}$$

➤ Fondasi P2 (3 tiang)

$$s = 200 \text{ cm}$$

$$D = 80 \text{ cm}$$

$$n_1 = 2$$

$$n_2 = 2$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{D}{s} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{80}{200} \right) = 21,8$$

$$n = 1 - \left[\frac{(2-1).2 + (2-1).3}{90 \times 2 \times 2} \right] \times 21,8$$

$$= 1 - 0,303$$

$$= 0,697$$

$$= 69,7 \%$$

$$Q_{\text{all (group)}} = n \times Q_{\text{allowable}} \times \eta$$

$$= 3 \times 137,92 \times 0,697$$

$$= 392,20 \text{ ton}$$

➤ Fondasi P3 (5 tiang)

$$s = 200 \text{ cm}$$

$$D = 80 \text{ cm}$$

$$n_1 = 3$$

$$n_2 = 3$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{D}{s} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{80}{200} \right) = 21,8$$

$$n = 1 - \left[\frac{(3-1).3 + (3-1).3}{90 \times 3 \times 3} \right] \times 21,8$$

$$= 1 - 0,323$$

$$= 0,677$$

$$= 67,7 \%$$

$$Q_{\text{all (group)}} = n \times Q_{\text{allowable}} \times \eta$$

$$= 5 \times 137,92 \times 0,677$$

$$= 673,4 \text{ ton}$$

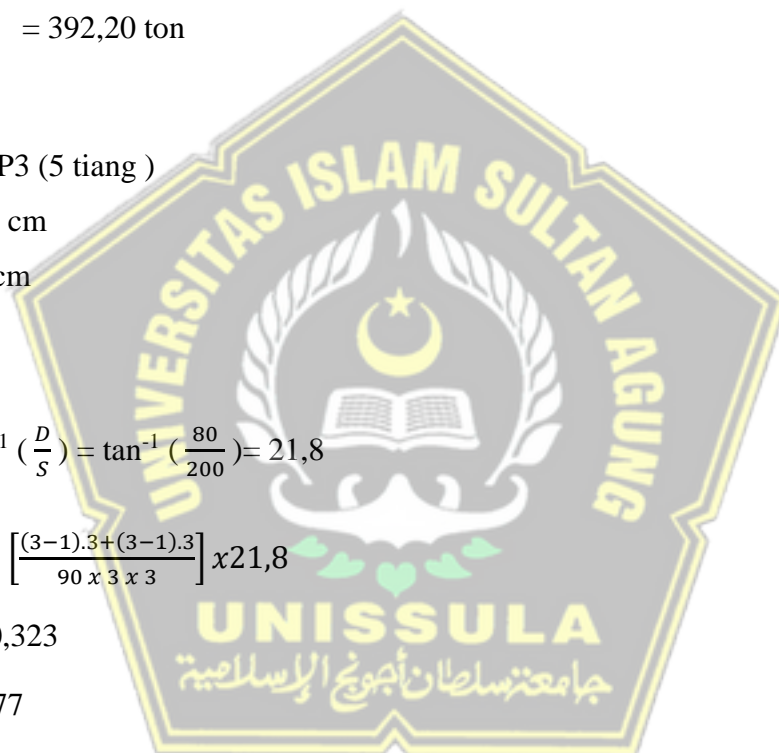
➤ Fondasi P4 (6 tiang)

$$s = 200 \text{ cm}$$

$$D = 80 \text{ cm}$$

$$n_1 = 2$$

$$n_2 = 3$$



$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{D}{s} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{80}{200} \right) = 21,8$$

$$n = 1 - \left[\frac{(2-1).3 + (3-1).2}{90 \times 2 \times 3} \right] \times 21,8$$

$$= 1 - 0,283$$

$$= 0,717$$

$$= 71,7 \%$$

$$Q_{\text{all (group)}} = n \times Q_{\text{allowable}} \times \eta$$

$$= 6 \times 137,92 \times 0,717$$

$$= 838,33 \text{ ton}$$

Tabel 4.8 Perhitungan daya dukung kelompok tiang fondasi

Tipe Fondasi	n1	n2	s	D	θ	Efisien Group (n)	%	n	Qall (single)	Qallowable	Beban Kolom
P1	1	2	200	80	21,8	0,879	87,9	2	137,92	298,46	275,4
P2	2	2	200	80	21,8	0,697	69,7	4	137,92	392,20	383,2
P3	3	3	200	80	21,8	0,677	67,7	9	137,92	673,41	669,4
P4	2	3	200	80	21,8	0,717	71,7	6	137,92	838,33	817,5

Jadi, hasil perhitungan daya dukung dari kelompok tiang fondasi didapatkan besar Qall pada P1 adalah 298,46 ton, Qall P2 sebesar 392,20 ton, Qall P3 sebesar 673,41 ton, dan P4 adalah 838,33 ton.

4.6 Penurunan Fondasi *Spun Pile* Menggunakan Metode *Vesic*

4.6.1 Penurunan Elastis Pada Fondasi Tiang Tunggal (*Single Pile*)

Menurut *Vesic (1977)*, penurunan elastis di tiang tunggal dapat dihitung

Dengan rumus seperti di bawah ini :

$$Se = Se_{(1)} + Se_{(2)} + Se_{(3)} \dots\dots\dots(2.34)$$

Dimana :

Se = Total Penurunan tiang pancang

Se₍₁₎ = Penurunan elastis tiang pancang

Se₍₂₎ = Penurunan tiang pancang dikarenakan beban pada ujung tiang

$S_{e(3)}$ = Penurunan tiang pancang dikarenakan beban yang ditransmisikan sepanjang kulit tiang

Nilai $S_{e(1)}$ diperoleh dari :

$$S_{e(1)} = \frac{(Q_{wp} + \varepsilon Q_{ws})L}{A_p E_p} \dots\dots\dots(2.35)$$

Untuk nilai $S_{e(2)}$ diperoleh dari :

$$S_{e(2)} = \frac{Q_{wp} \cdot C_p}{D q_p} \dots\dots\dots(2.36)$$

Dan untuk nilai $S_{e(3)}$ diperoleh dari :

$$S_{e(3)} = \frac{Q_{ws} \cdot C_s}{L q_p} \dots\dots\dots(2.37)$$

Perhitungan kapasitas dukung fondasi

$$Q_p = 63,43 \text{ ton}$$

$$Q_{wp} = 63,43 / 4 \\ = 15,86 \text{ ton}$$

$$Q_s = 281,39 \text{ ton}$$

$$Q_{ws} = 281,39 / 4 \\ = 70,35 \text{ ton}$$

$$\xi = 0,67 \text{ (Faktor empirik dari tipe tanah dengan tiang pancang)}$$

$$L = 25 \text{ m}$$

$$A_p = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,8^2 \\ = 0,502 \text{ m}^2$$

$$E_p = 2,1 \times 10^6 \text{ ton/m}^2$$

$$C_p = 0,03 \text{ (koefisien empirik dari tipe tanah dengan tipe tiang pancang)}$$

$$C_s = A_n \text{ empirical constant } (0,93 + 0,16 \sqrt{L/D}) \times C_p \\ = 0,93 + 0,16 \sqrt{25/0,8} \times 0,003 = 0,96$$

$$D = 0,8 \text{ m}$$

$$q_p = \frac{Q}{s} \\ = \frac{63,43}{0,502} = 127 \text{ (tahanan ultimate ujung tiang)}$$



Perhitungan elastisitas tiang tunggal :

$$\begin{aligned} S_{e(1)} &= \frac{(Q_{wp} + \varepsilon Q_{ws})L}{A_p E_p} \\ &= \frac{(Q_{wp} + \varepsilon Q_{ws})L}{A_p E_p} \\ &= \frac{(15,86 + 0,67 \times 70,35)25}{0,502 \times 2,1 \cdot 10^6} \end{aligned}$$

$$S_{e(1)} = 0,00149 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} S_{e(2)} &= \frac{15,86 + 0,03}{0,8 \times 127} \\ &= 0,00156 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{e(3)} &= \frac{70,35 + 0,956}{25 \times 127} \\ &= 0,022 \text{ m} \end{aligned}$$

Total penurunan :

$$\begin{aligned} &= 0,00149 + 0,00156 + 0,022 \\ &= 0,025 \text{ m} = 25 \text{ mm} \end{aligned}$$

Penurunan yang diijinkan (S_{ijin}) menurut *Terzhagi (1969)*

$$\begin{aligned} S_{ijin} &= 10\% \times D \\ &= 0,1 \times 0,8 \\ &= 0,08 \text{ m} \\ &= 80 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi penurunan total tiang tunggal lebih kecil dari syarat yang diijinkan yaitu $25 \text{ mm} < 80 \text{ mm}$, sehingga syarat tersebut terpenuhi.

4.6.2 Penurunan Elastis Pada Tiang Kelompok (*Group Pile*)

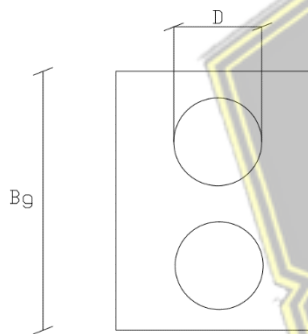
Menurut Vesic (1977), penurunan elastis di tiang kelompok dapat dihitung dengan rumus seperti di bawah ini :

$$S_g = S_e \times \sqrt{\frac{B_g}{D}} \dots\dots\dots(2.38)$$

Dimana :

- S_g = Penurunan fondasi pada tiang kelompok (m)
- B_g = Lebar kelompok tiang (m)
- D = Diameter tiang (m)

➤ Fondasi P1



Gambar 4.7 Potongan Fondasi P1

Diketahui :

$$S_e = 25 \text{ mm} = 0,025 \text{ m}$$

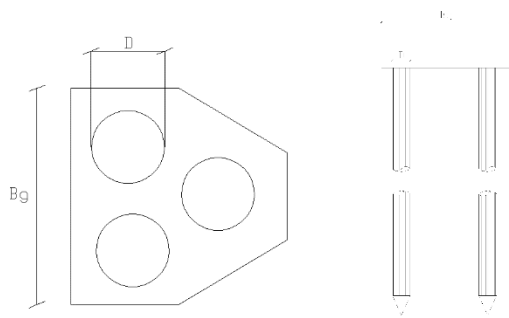
$$B_g = 2 \text{ m}$$

$$D = 0,8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} S_g &= S_e \times \sqrt{\frac{B_g}{D}} \\ &= 0,025 \times \sqrt{\frac{2,00}{0,8}} \\ &= 0,039 \text{ m} \\ &= 39 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi, penurunan yang terjadi pada fondasi P1 adalah 39 mm

➤ **Fondasi P2**



Gambar 4.8 Potongan Fondasi P2

Diketahui :

$$S_e = 25 \text{ cm} = 0,025 \text{ m}$$

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

$$D = 0,8 \text{ m}$$

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

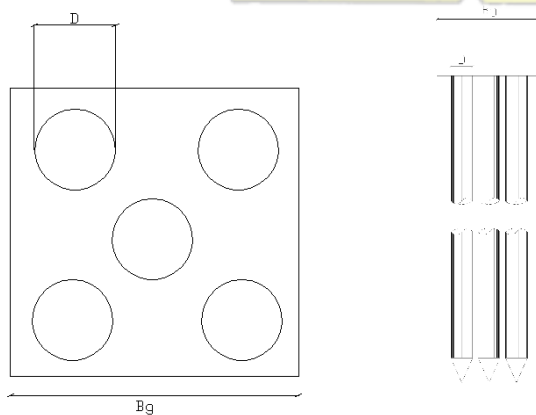
$$= 0,025 \times \sqrt{\frac{2,00}{0,8}}$$

$$= 0,039 \text{ m}$$

$$= 39 \text{ mm}$$

Jadi, penurunan yang terjadi pada fondasi P2 adalah 39 mm

➤ **Fondasi P3**



Gambar 4.9 Potongan Fondasi P3

Diketahui :

$$S_e = 25 \text{ mm} = 0,025 \text{ m}$$

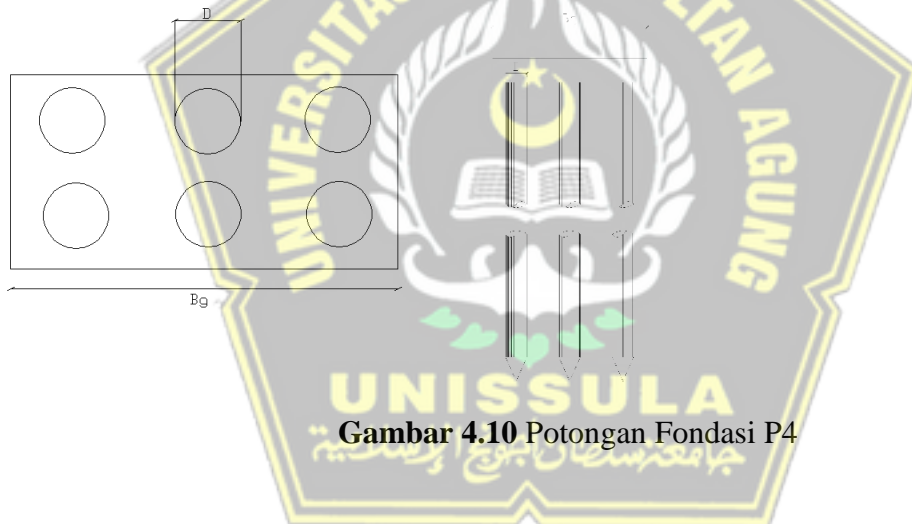
$$B_g = 2 \text{ m}$$

$$D = 0,8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} S_g &= S_e \times \sqrt{\frac{B_g}{D}} \\ &= 0,025 \times \sqrt{\frac{2,00}{0,8}} \\ &= 0,039 \text{ m} \\ &= 39 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi, penurunan yang terjadi pada fondasi P3 adalah 39 mm

➤ **Fondasi P4**



Gambar 4.10 Potongan Fondasi P4

Diketahui :

$$S_e = 25 \text{ mm} = 0,025 \text{ m}$$

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

$$D = 0,8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} S_g &= S_e \times \sqrt{\frac{B_g}{D}} \\ &= 0,025 \times \sqrt{\frac{3,00}{0,8}} \end{aligned}$$

= 0,05 m

= 50 mm

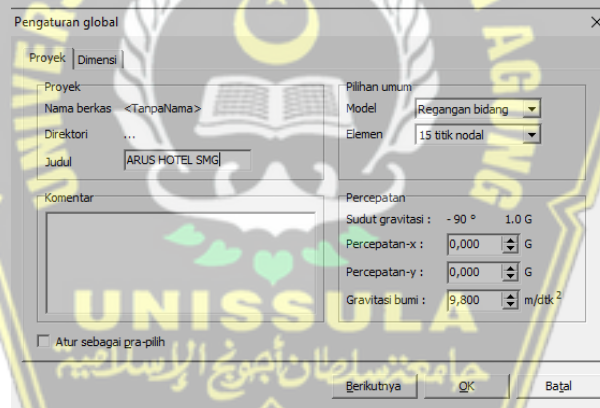
Jadi, penurunan yang terjadi pada fondasi P4 adalah 50 m

4.7 Penurunan Fondasi Spun Pile Menggunakan Program Plaxis 8.6


Permodelan Fondasi Spun Pile menggunakan program Plaxis 8.6 untuk menghitung penurunan fondasi tiang pancang yang terjadi akibat beban aksial. Di bawah ini adalah parameter tanah dengan menggunakan data literature mekanika tanah, dikarenakan data asli dari tanah tersebut tidak ditemukan. Berikut adalah data tanah yang digunakan :

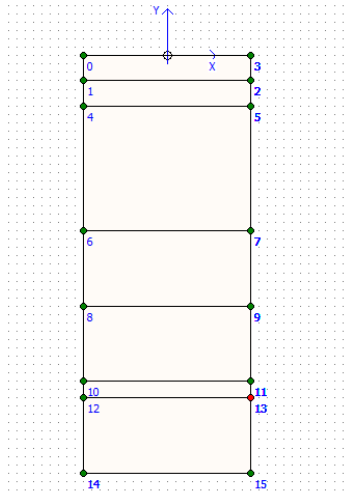
Berikut langkah-langkah perhitungan pada fondasi P3 dengan menggunakan perangkat lunak program plaxis sebagai berikut :

1. Langkah awal pada perhitungan plaxis yaitu menentukan satuan yang akan digunakan




Gambar 4.11 Pengaturan global – dimensi

2. Kemudian klik simbol  untuk mengatur pemodelan geometri tanah dan disesuaikan dengan data tanah.



Gambar 4.12 Pemodelan Profil Tanah

3. Kemudian klik simbol  lalu tentukan jenis material tanah yang akan digunakan dalam perencanaan

Gambar 4.13 Data Umum Material Pasir

Mohr-Coulomb - LAYER 1

Umum | Parameter | Antarmuka

Kekakuan E_{ref} : 3,000E+04 kN/m ² ν (nu) : 0,200		Kekuatan c_{ref} : 2,000E-04 kN/m ² ϕ (phi) : 12,000 ° ψ (psi) : 0,000 °	
Alternatif G_{ref} : 1,250E+04 kN/m ² E_{oed} : 3,333E+04 kN/m ²		Kecepatan V_s : 107,000 m/dtk V_p : 174,800 m/dtk	

Tingkat lanjut...

SoilTest | Berikutnya | OK | Batal

Gambar 4.14 Data Parameter Pasir

Mohr-Coulomb - LAYER 1

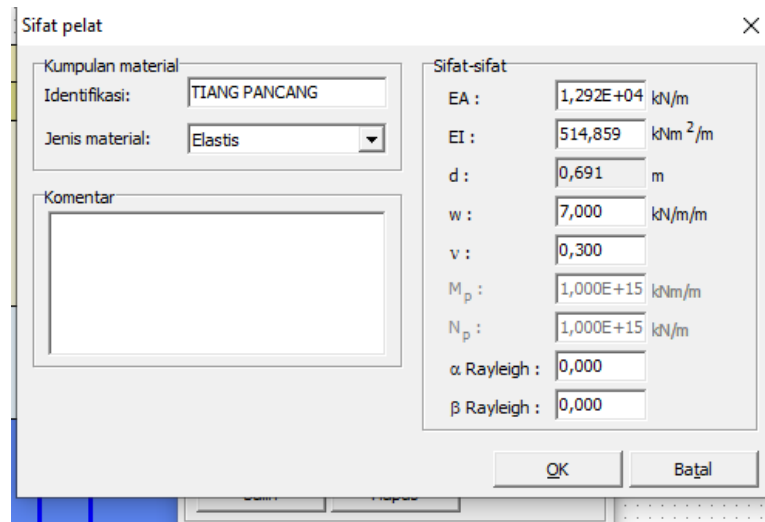
Umum | Parameter | Antarmuka

Kekuatan <input checked="" type="radio"/> Kaku <input type="radio"/> Manual R_{inter} : 1,000	
Tebal antarmuka sebenarnya δ_{inter} : 0,000	



SoilTest | Berikutnya | OK | Batal

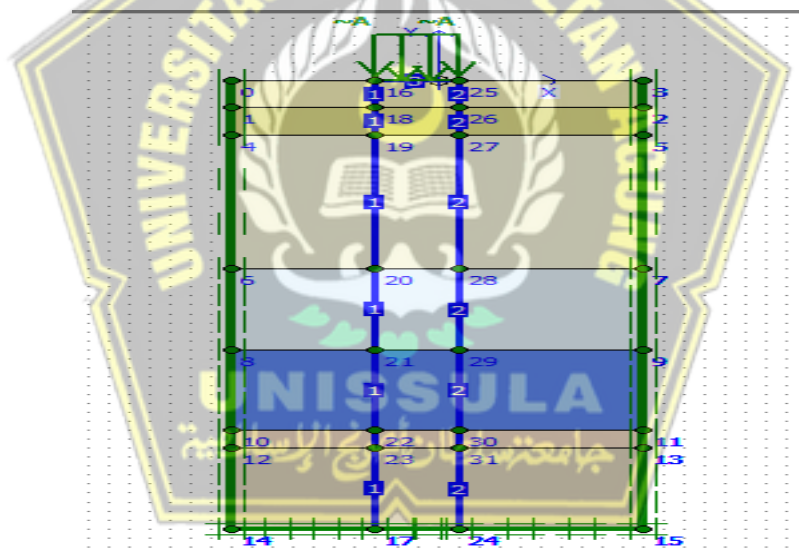
Gambar 4.15 Data Antar Muka Material Pasir

4. Untuk selanjutnya ulangi langkah 1 sampai 3 untuk menentukan material tanah lainnya
5. Kemudian klik kembali kumpulan data material, selanjutnya pilih plat untuk membuat data tanah material pile sesuai hasil dari perhitungan.




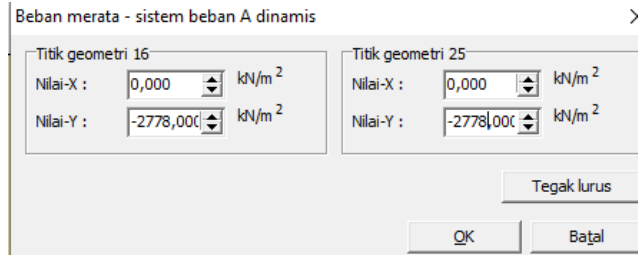
Gambar 4.16 Data Material Fondasi

6. Klik simbol  untuk menentukan pemodelan fondasi tiang pancang, kemudian klik simbol  yaitu untuk menentukan tekanan positif dan tekanan negatif yang terdapat pada daerah keliling fondasi.

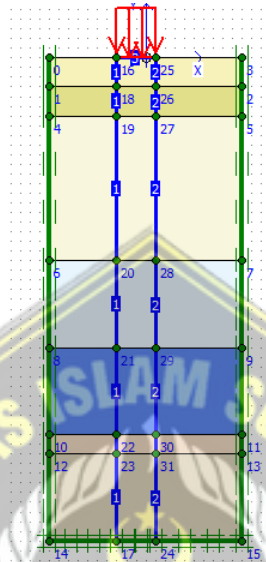


Gambar 4.17 Pemodelan Fondasi Tiang Pancang


7. Selanjutnya isilah data material ke pemodelan sesuai dengan data material yang sebelumnya telah dibuat
8. Klik simbol  untuk memberi beban sebesar 2778,32 kN/m² diatas fondasi tiang pancang.

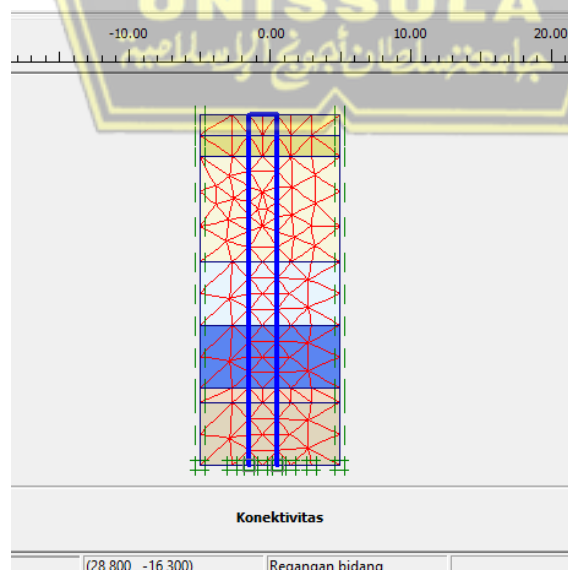


Gambar 4.18 Input Pembebanan

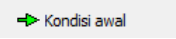


Gambar 4.19 Beban pada Tiang Pancang

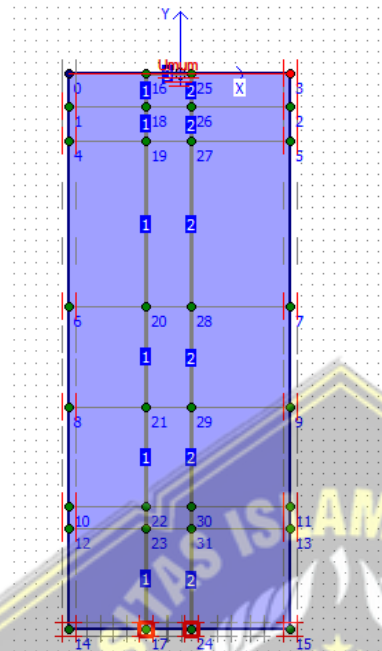
9. Lal klik simbol  yang berfungsi untuk melihat berapa hasil dari susunan jaringan antar elemen




Gambar 4.20 Susunan Jaringan Elemen

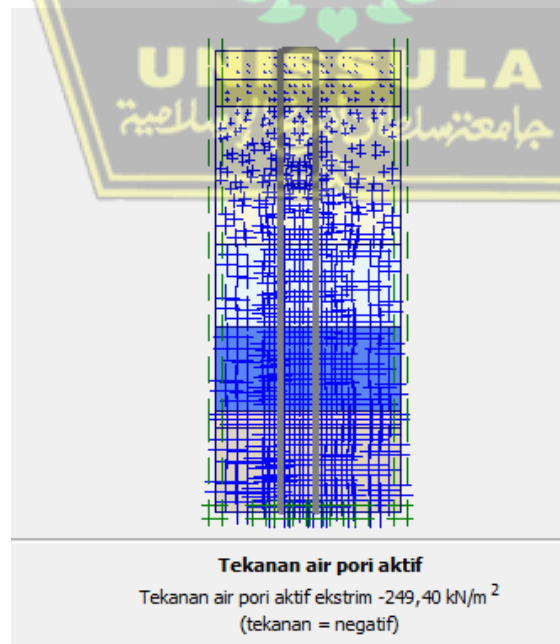
10. Kemudian klik simbol  yang terdapat di toolbar

11. Klik simbol  untuk menambah berat isi air



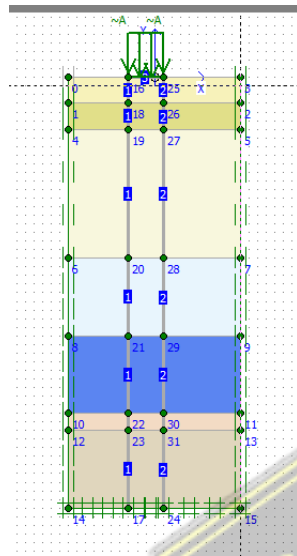
Gambar 4.21 Muka Air Tanah

12. Setelah penambahan berat isi air kemudian klik simbol  untuk mengaktifkan tekanan air pada pori




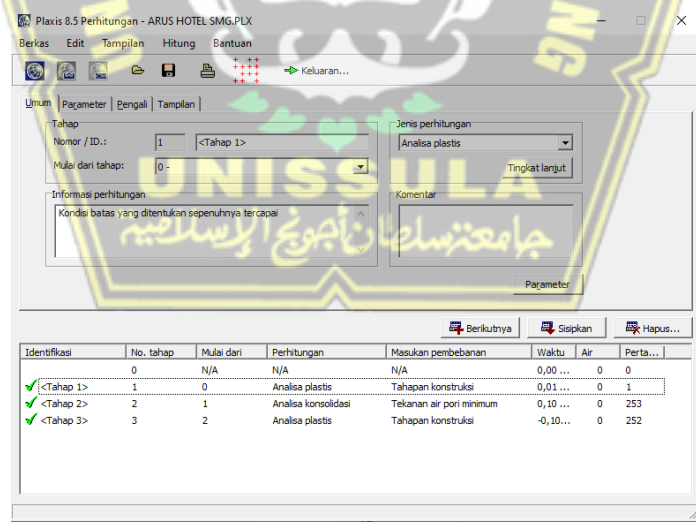
Gambar 4.22 Tekanan Air Pori aktif

13. Klik simbol  yaitu untuk mengaktifkan tekanan air pori pada saat keadaan awal



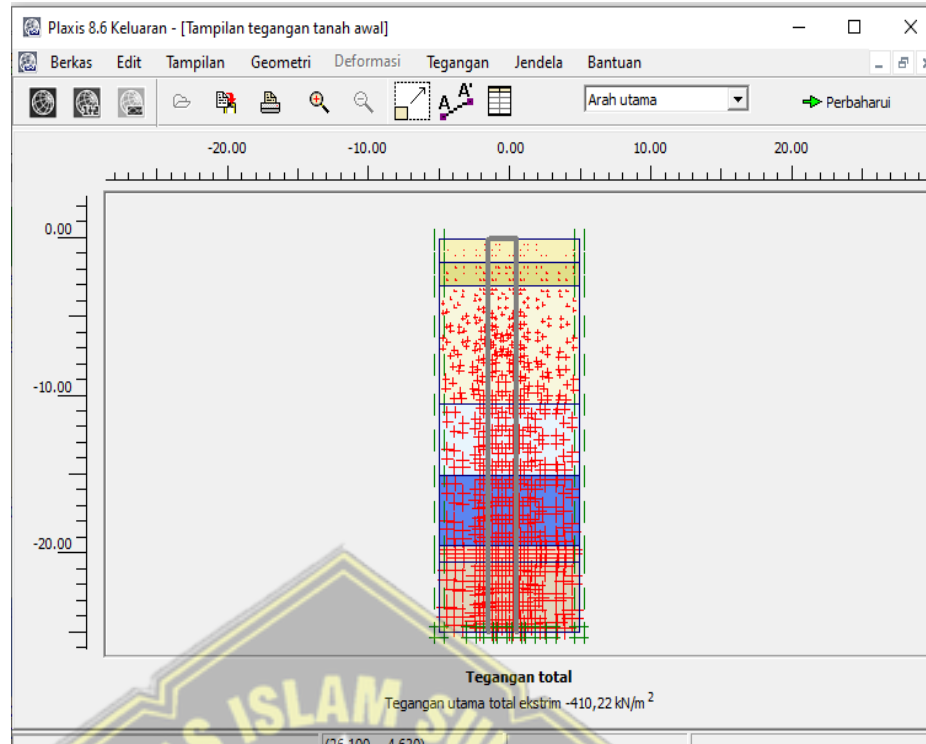
Gambar 4.23 Mengaktifkan Tekanan Air Pori diawal

14. Klik simbol  pada toolbar yang berfungsi untuk mengaktifkan tekanan efektif. Selanjutnya klik ok, sehingga muncul gambar, kemudian klik perbarui



Gambar 4.24 Tahap-tahap Perhitungan Konstruksi

15. Pada langkah terakhir klik simbol  Keluaran... yang fungsinya untuk melihat hasil perhitungan penurunan yang terjadi pada fondasi tersebut



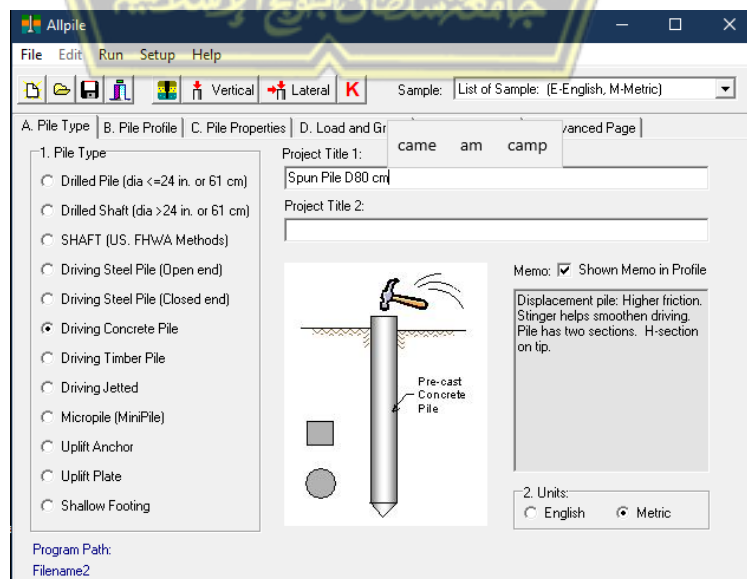
Gambar 4.25 Extreme Total Displacement

Jadi penurunan pada P1 menggunakan plaxis adalah 4,1 cm

4.8 Menganalisis Pemodelan Dengan Program AllPile

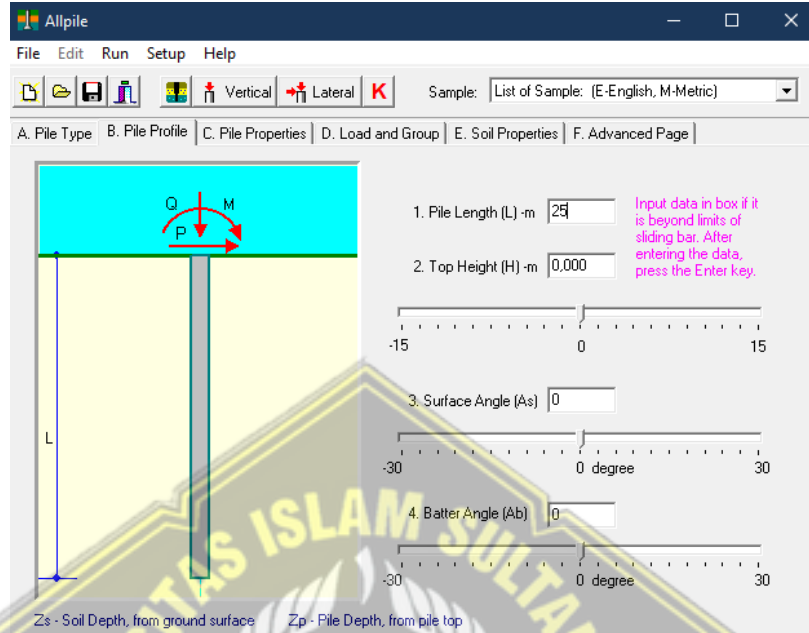
Langkah-langkah perhitungan dengan program Allpile7 sebagai berikut :

1. Memilih pile tipe atau tipe fondasi yang akan digunakan, lalu menulis pada project title atau memberi judul



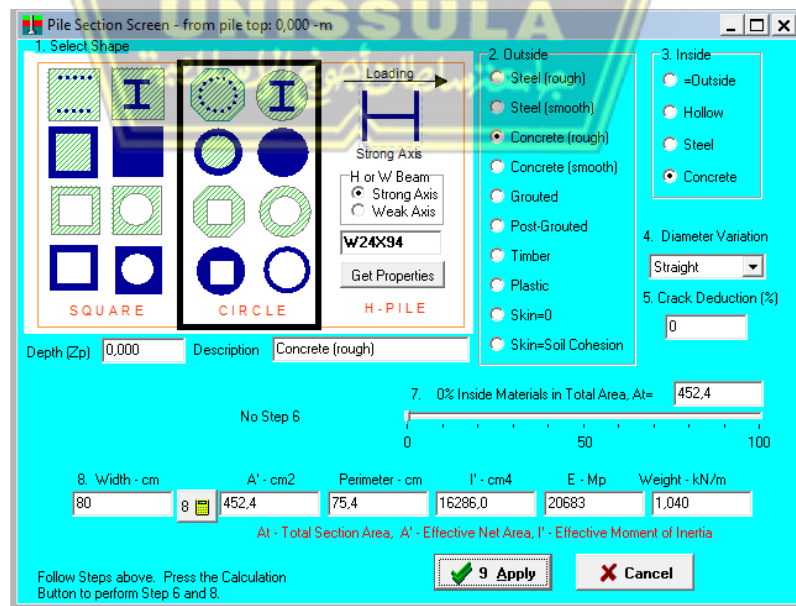
Gambar 4.26 Deformasi yang terjadi *Pile Type*

2. Profil fondasi, memasukkan data yang sudah direncanakan meliputi panjang fondasi keseluruhan, panjang fondasi yang akan dimunculkan dipermukaan, kemiringan tanah, kemiringan fondasi.

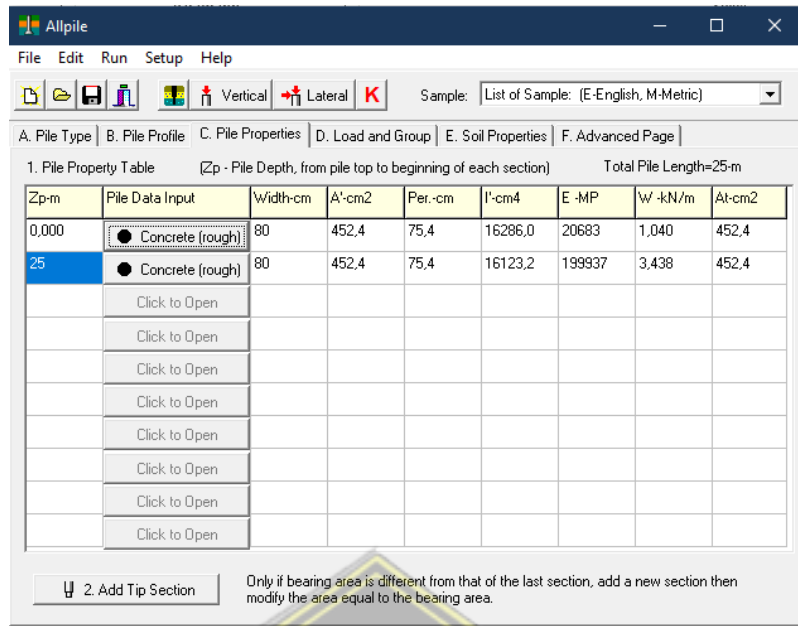


Gambar 4.27 Deformasi yang terjadi *pile Profile*

3. Memasukkan data fondasi, data yang diperlukan adalah bentuk fondasi, material fondasi, tulangan, kendala fondasi, ukuran fondasi. Untuk luas penampang, inersia modulus elastisitas, berat fondasi akan terhitung sendiri dalam programnya apabila sudah memasukkan diameter fondasi.

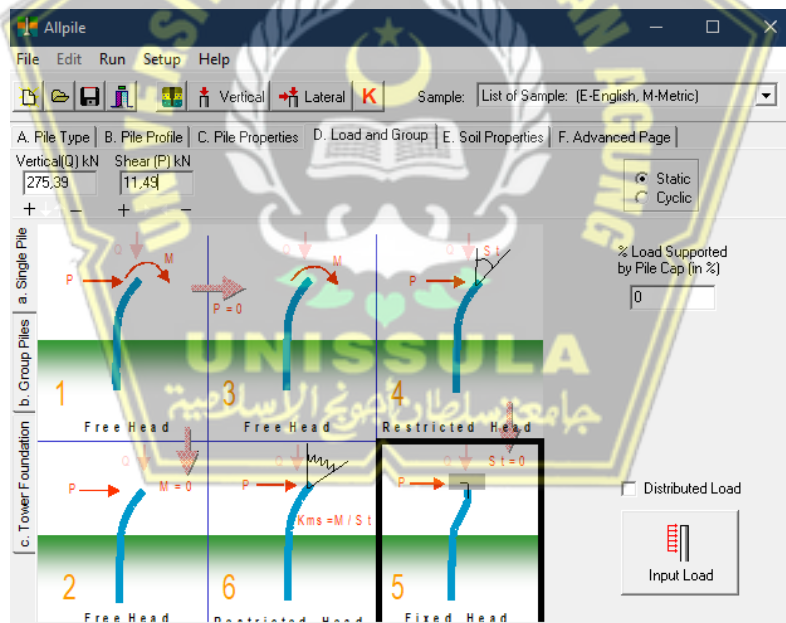


Gambar 4.28 Deformasi yang terjadi *Pile Properties*



Gambar 4.29 Deformasi yang terjadi Pile Section

4. Pembebanan, didapat dari hasil perhitungan ETABS



Gambar 4.30 Deformasi yang terjadi

5. Soil properties atau data tanah, data ini didapat dari N-SPT. Dan tidak lupa memasukkan tinggi muka air tanah serta elevasi

Zs-m	Soil Data Input	G-kN/m ³	Phi	C-kN/m ²	k-MN/m ³	e50 or Dr	Nspt	Type
0	Soft Clay	15.9	0.0	8.4	5.3	2.88	1	1
3	Soft Clay	16.5	0.0	12.0	7.5	2.32	2	1
6	Soft Clay	19.8	0.0	45.5	55.7	1.03	8	1
11	Stiff Clay	20.5	0.0	66.4	98.9	0.82	11	2
15	Stiff Clay	20.9	0.0	133.5	254.7	0.54	22	2
19	Soft Clay	1.6	0.0	2552.0	19.4	0.94	9	1
21	Stiff Clay	1.7	0.0	5731.2	60.0	0.57	20	2
25	Stiff Clay	1.7	0.0	6392.0	69.1	0.54	22	2
	Click to Open							
	Click to Open							

Gambar 4.31 Deformasi yang terjadi *Soil Properties*

Soil Parameter Screen - from ground surface: 0 - m

1. Soil Type: Soft Clay Stiff Clay Silt (Phi + C) Sand/Gravel Weak Rock User Defined p-y

Above Water Table: Static Loading Depth (Zg) 0 Description: Soft Clay

2. Input N1* V_Soft|Soft|Medium| Stiff | Very Stiff | Hard

N1 (spt)=1 Links

CPT=13.3 kgf/cm²

3. Adjust Values below

G=15.1 lb/ft³ 2.4 kN/m³

Friction=0.0

C=4.20 kip/ft² 201.10 kN/m²

K=2.6 lb/in³ 0.7 MN/m³

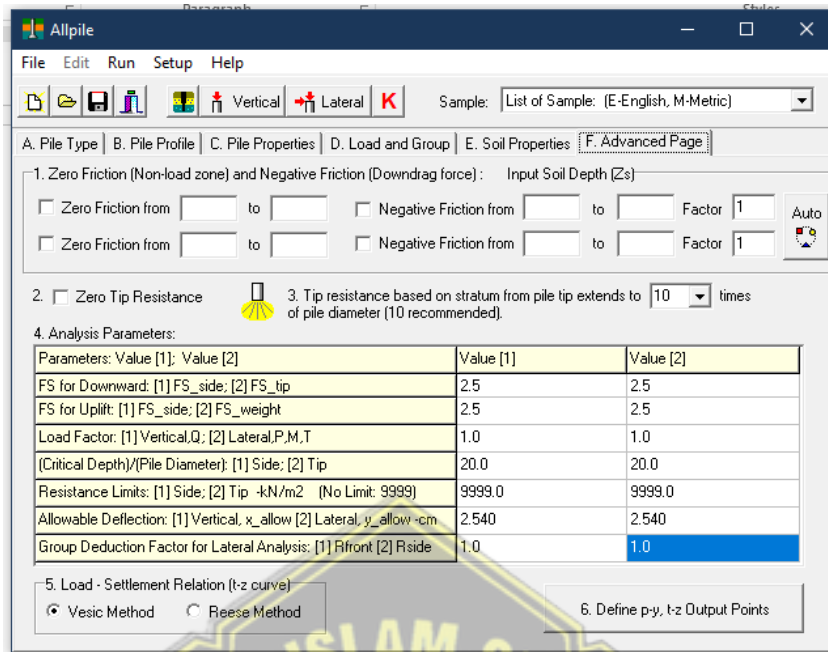
e50=4.38%

*N1 is corrected SPT, which does not apply for Rock. CPT is for reference only.

This Screen is Copyright© protected by CivilTech Software

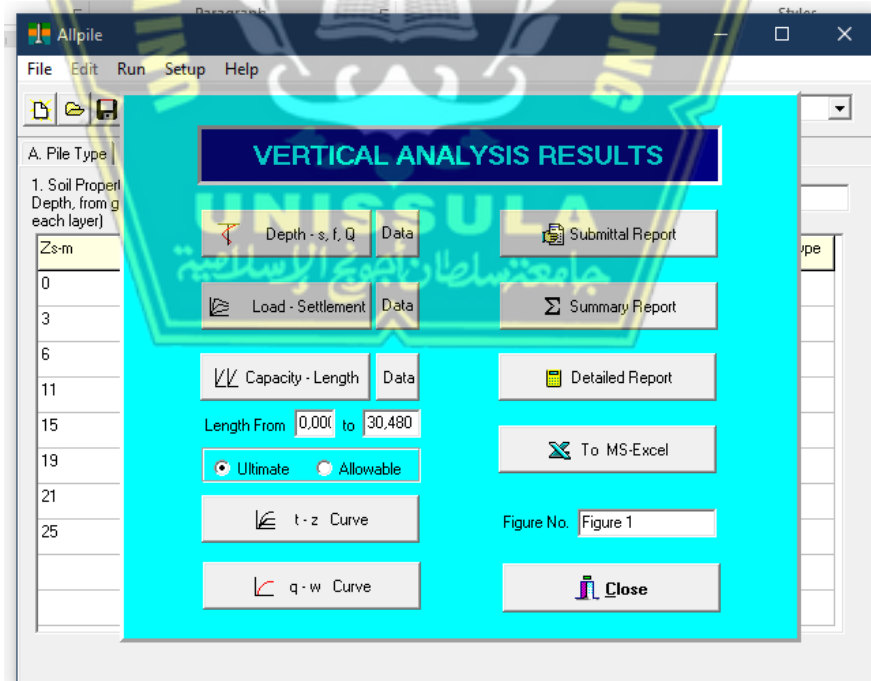
Gambar 4.32 Deformasi yang terjadi *Soil Parameter*

6. Tahap akhir perencanaan adalah memasukkan angka keamanan (SF)

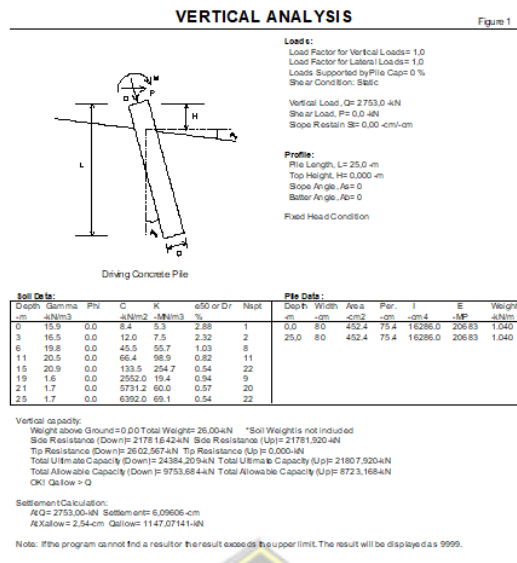


Gambar 4.33 Deformasi yang terjadi *advanced page*

7. Menjalankan program dengan mengklik toolbar yang bertuliskan vertical dan program akan segera memproses serta mendapatkan sangka-angka yang dibutuhkan.



Gambar 4.34 Deformasi yang terjadi



Gambar 4.35 Hasil Analisis Vertikal

4.9 Perhitungan *Pile Cap*

4.9.1 Berat Sendiri *Pile Cap*

✚ Pile Tipe P1

Panjang = 1 m

Lebar = 2 m

P_u = 275,40 ton (hasil dari ETABS)

$$\begin{aligned}
 W &= (P \text{ pile cap} + L \text{ pile cap}) \times \text{berat jenis beton} \dots\dots\dots(2.39) \\
 &= (1 + 2) \times 2,4 \\
 &= 7,2 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Maka total beban yang diterima pile cap :

$$\begin{aligned}
 \sum Pv &= P_u + W \dots\dots\dots(2.40) \\
 &= 275,40 + 7,2 \\
 &= 282,60 \text{ ton} = 28260 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

✚ Pile Tipe P2

Panjang = 2 m

Lebar = 2 m

P_u = 383,16 ton (hasil dari ETABS)

$$\begin{aligned}
 W &= (P \text{ pile cap} + L \text{ pile cap}) \times \text{berat jenis beto} \\
 &= (2 + 2) \times 2,4 \\
 &= 9,6 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Maka total beban yang diterima pile cap :

$$\begin{aligned}\sum Pv &= P_u + W \\ &= 383,16 + 9,6 \\ &= 392,76 \text{ ton} = 39276 \text{ kg}\end{aligned}$$

✚ Pile Tipe P3

Panjang = 3 m

Lebar = 2 m

P_u = 669,43 (hasil dari ETABS)

W = (P pile cap + L pile cap) x berat jenis beton
= (3 + 2) x 2,4
= 12 ton

Maka total beban yang diterima pile cap :

$$\begin{aligned}\sum Pv &= P_u + W \\ &= 669,43 + 12 \\ &= 681,43 \text{ ton} = 68143 \text{ kg}\end{aligned}$$

✚ Pile Tipe P4

Panjang = 2 m

Lebar = 3 m

P_u = 817,53 ton (hasil dari ETABS)

W = (P pile cap + L pile cap) x berat jenis beton
= (2 + 3) x 2,4
= 12 ton

Maka total beban yang diterima pile cap :

$$\begin{aligned}\sum Pv &= P_u + W \\ &= 817,53 + 12 \\ &= 829,53 = 82953 \text{ kg}\end{aligned}$$

4.9.2 Perhitungan Beban Maksimum yang diterima satu tiang

✚ Pada Pile cap P1

$$\sum Pv = 282,60 \text{ ton}$$

$$Mx = 11,49 \text{ ton}$$

$$My = 6,59$$

eban Pmaks dan Pmin pada tiang fondasi adalah :

$$P = \frac{\epsilon Pv}{n} \pm \frac{Mx.yi}{nx.\epsilon y^2} \pm \frac{My.xi}{ny.\epsilon x^2} \dots\dots\dots(2.41)$$

$$= \frac{282,60}{2} \pm \frac{11,49.0}{2.0} \pm \frac{6,59.1}{1.0}$$

$$Pmaks = 147,89 \text{ ton}$$

$$Pmin = 134,71 \text{ ton}$$

Maka :

$$N = 2$$

$$nx = 2$$

$$ny = 1$$

$$xi = 1 \text{ m}$$

$$yi = 0$$

$$\sum x^2 = (1^2) + (1^2) = 2 \text{ m}^2$$

$$\sum y^2 = (0^2) + (0^2) = 0 \text{ m}^2$$

Maka perhitungan

$$Pmaks < Qallgrup$$

$$147,89 < 298,46 \text{ (OK)}$$

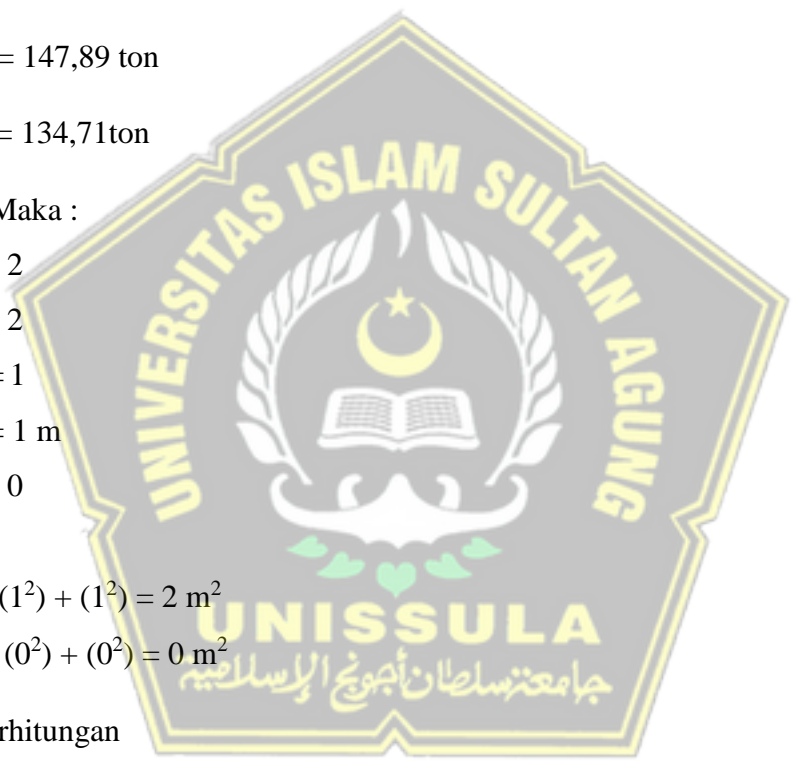
Jadi beban maksimum yang diterima tiang adalah :

$$P1 = 147,89 \text{ ton}$$

$$P2 = 134,71 \text{ ton}$$

✚ Pada pile cap tipe P2

$$\sum Pv = 392,76 \text{ ton}$$



$$M_x = 25,42 \text{ ton}$$

$$M_y = 27,26 \text{ ton}$$

$$n = 3$$

$$n_x = 2$$

$$n_y = 1$$

$$x_i = 1 \text{ m}$$

$$y_i = 0$$

$$\sum x^2 = (1^2) + (1^2) = 2 \text{ m}^2$$

$$\sum y^2 = (0^2) + (0^2) = 0 \text{ m}^2$$

Maka perhitungan beban Pmaks dan Pmin pada tiang fondasi adalah :

$$P = \frac{\varepsilon Pv}{n} \pm \frac{M_x y_i}{n x_i y_i^2} \pm \frac{M_y x_i}{n y_i x_i^2}$$
$$= \frac{392,76}{3} \pm \frac{25,42 \cdot 0}{2 \cdot 0} \pm \frac{27,6 \cdot 1}{1 \cdot 0}$$

$$P_{\text{maks}} = 158,52 \text{ ton}$$

$$P_{\text{min}} = 103,32 \text{ ton}$$

Maka :

$$P_{\text{maks}} < Q_{\text{allgroup}}$$

$$158,52 < 392,20 \text{ (OK)}$$

Jadi beban maksimum yang diterima tiang adalah :

$$P_1 = P_2 = P_3 = 158,52 \text{ ton}$$

✚ Pada pile cap tipe P3

$$\sum Pv = 689,83 \text{ ton}$$

$$M_x = 17,41 \text{ ton}$$

$$M_y = 12,09 \text{ ton}$$

$$n = 5$$

$$n_x = 3$$

$$n_y = 2$$

$$x_i = 1 \text{ m}$$

$$y_i = 2$$

$$\sum x^2 = (1^2) + (1^2) = 2 \text{ m}^2$$

$$\sum y^2 = (2^2) + (2^2) = 8 \text{ m}^2$$

Maka perhitungan beban Pmaks dan Pmin pada tiang fondasi adalah :

$$P = \frac{\varepsilon Pv}{n} \pm \frac{Mx.yi}{nx.\varepsilon y^2} \pm \frac{My.xi}{ny.\varepsilon x^2}$$
$$= \frac{689,83}{5} \pm \frac{17,41.2}{3.8} \pm \frac{12,09.1}{2.2}$$

$$P_{maks} = 142,44 \text{ ton}$$

$$P_{min} = 133,49 \text{ ton}$$

Maka :

$$p_{maks} < Q_{allgrup}$$

$$142,44 < 673,41 \text{ (OK)}$$

Jadi beban maksimum yang diterima tiang adalah :

$$P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = 142,44 \text{ ton}$$

✚ Pada pile cap tipe P4

$$\sum Pv = 837,93$$

$$M_x = 0,63 \text{ ton}$$

$$M_y = 3,23 \text{ ton}$$

$$n = 6$$

$$n_x = 3$$

$$n_y = 2$$

$$x_i = 1 \text{ m}$$

$$y_i = 2$$

$$\sum x^2 = (1^2) + (1^2) = 2 \text{ m}^2$$

$$\sum y^2 = (2^2) + (2^2) = 8 \text{ m}^2$$

Maka perhitungan beban Pmaks dan Pmin pada tiang fondasi adalah :



$$P = \frac{\epsilon Pv}{n} \pm \frac{Mx.yi}{nx.\epsilon y2} \pm \frac{My.xi}{ny.\epsilon x2}$$

$$= \frac{837,93}{6} \pm \frac{0,63.2}{3.8} \pm \frac{3,23.1}{2.2}$$

$$P_{maks} = 140,51 \text{ ton}$$

$$P_{min} = 138,79 \text{ ton}$$

Maka :

$$P_{maks} < Q_{allgrup}$$

$$140,51 < 838,33 \text{ (OK)}$$

Jadi beban maksimum yang diterima tiang adalah :

$$P1 = 140,51 \text{ ton}$$

$$P2 = 138,79 \text{ ton}$$

$$P3 = 140,51 \text{ ton}$$

$$P4 = 138,79 \text{ ton}$$

$$P5 = 140,51 \text{ ton}$$

$$P6 = 138,79 \text{ ton}$$

4.9.3 Perhitungan Tinggi Pile Cap

✚ Pile Cap tipe P1

$$P_u = 267,95 \text{ ton}$$

$$C1 = 600 \text{ mm}$$

$$C2 = 600 \text{ mm}$$

$$B_x = 650 \text{ mm}$$

$$B_y = 650 \text{ mm}$$

$$M_{ux} = 11,49 \text{ ton}$$

$$A_s = 325 \text{ mm}$$

$$D_{tulangan} = 20 \text{ mm}$$

$$F_c' = 33 \text{ Mpa}$$

$$F_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$\lambda = 1, \text{ untuk beton normal}$$

$$\text{selimut beton} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Asumsi tebal Pile cap} = 600 \text{ mm}$$

Perhitungan :

a. Kontrol Tegangan Geser Dua Arah

Perhitungan tinggi efektif

$$dx = h - \text{selimut beton} - \text{diameter tulangan} \dots\dots\dots(2.36)$$

$$= 600 - 50 - 20$$

$$= 530 \text{ mm}$$

$$\beta_c = c1/c2 \dots\dots\dots(2.37)$$

$$= 600/600$$

$$= 1$$

$$bo = 2 \times (c1 + d) + 2 \times (c2 + d) \dots\dots\dots(2.38)$$

$$= 2 \times (600 + 530) + 2 \times (600 + 530)$$

$$= 4520 \text{ mm}$$

b. Perhitungan Kuat Geser Beton

- $V_c = (1 + \frac{2}{\beta_c}) \times \frac{\lambda \times (f_c^{0,5}) \times bo \times d}{6} \dots\dots\dots(2.39)$

$$= (1 + \frac{2}{1}) \times \frac{1 \times (33^{0,5}) \times 4520 \times 530}{6}$$

$$= 6880837,138 \text{ N}$$

$$= 68808,371 \text{ kN}$$

- $V_c = (\frac{as \times d}{bo} + 2) \times \lambda \times (f_c^{0,5}) \times bo \times d$

$$= (\frac{325 \times 530}{4520} + 2) \times 1 \times (33^{0,5}) \times 4520 \times 530$$

$$= 1048870971 \text{ N}$$

$$= 1048870,971 \text{ kN}$$

- $V_c = 0,33 \times \lambda \times (f_c^{0,5}) \times bo \times d$

$$= 0,33 \times 1 \times (33^{0,5}) \times 4520 \times 530$$

$$= 4541352,51 \text{ N}$$

$$= 4541,35 \text{ kN}$$

$$Vu = P1 + P2 \dots\dots\dots(2.40)$$

$$= 148,25 + 148,25 = 296,5 \text{ Ton}$$

Dipilih V_c yang nilainya terkecil, jadi $= 0,75 \times 4541,35 = 3406,014 \text{ kN} = 347,5525 \text{ ton}$.
 Sehingga syarat $V_c > Vu$ terpenuhi, yaitu $347,5525 \text{ ton} > 296,5 \text{ ton}$, maka tebal pile cap aman.

✚ Pile cap tipe P2

$$P_u = 383,16 \text{ ton}$$

$$C_1 = 600 \text{ mm}$$

$$C_2 = 600 \text{ mm}$$

$$B_x = 650 \text{ mm}$$

$$B_y = 650 \text{ mm}$$

$$M_{ux} = 25,42 \text{ ton}$$

$$A_s = 325 \text{ mm}$$

$$D_{tulangan} = 20 \text{ mm}$$

$$f_c' = 33 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$\lambda = 1, \text{ untuk beton normal}$$

$$\text{Selimut beton} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Asumsi tebal pile cap} = 800 \text{ mm}$$

Perhitungan :

a. Kontrol Tegangan Geser Dua Arah

Perhitungan tinggi efektif

$$D_x = h - \text{selimut beton} - \text{diameter tulangan}$$

$$= 1000 - 50 - 20$$

$$= 930 \text{ mm}$$

$$\beta_c = c_1/c_2$$

$$= 600/600 = 1$$

$$b_o = 2 \times (c_1 + d) + 2 \times (c_2 + d)$$

$$= 2 \times (600 + 930) + 2 \times (600 + 930)$$

$$= 6120 \text{ mm}$$

b. Perhitungan Kuat Geser Beton

- $V_c = (1 + \frac{2}{\beta_c}) \times \frac{\lambda \times (f_c^{0,5}) \times b_o \times d}{6}$
 $= (1 + \frac{2}{1}) \times \frac{1 \times (33^{0,5}) \times 6120 \times 930}{6}$
 $= 16347876,38 \text{ N}$
 $= 16347,88 \text{ kN}$
- $V_c = (\frac{a_s \times d}{b_o} + 2) \times \lambda \times (f_c^{0,5}) \times b_o \times d$
 $= (\frac{325 \times 930}{6120} + 2) \times 1 \times (33^{0,5}) \times 6120 \times 930$
 $= 1680144981 \text{ N}$
 $= 1680144,98 \text{ kN}$
- $V_c = 0,33 \times \lambda \times (f_c^{0,5}) \times b_o \times d$
 $= 0,33 \times 1 \times (33^{0,5}) \times 6120 \times 930$
 $= 10789598,51 \text{ N}$
 $= 1078,96 \text{ kN}$
- $V_u = P_1 + P_2 + P_3$
 $= 162,36 + 162,36 + 162,36 = 487,08 \text{ Ton}$

Dipilih V_c yang nilainya terkecil, jadi $= 0,75 \times 1078,96 = 809,22 \text{ kN} = 825,2 \text{ ton}$.
Sehingga syarat $V_c > V_u$ terpenuhi, yaitu $825,2 \text{ ton} > 487,08 \text{ ton}$, maka tebal pile cap aman.

✚ Pile Cap Tipe P3

$P_u = 669,43 \text{ ton}$

$C_1 = 600 \text{ mm}$

$C_2 = 600 \text{ mm}$

$B_x = 650 \text{ mm}$

$B_y = 650 \text{ mm}$

$M_{ux} = 17,41 \text{ ton}$

$A_s = 325 \text{ mm}$

Dtulangan = 20 mm

$F_c' = 33 \text{ Mpa}$

$F_y = 400 \text{ Mpa}$

$\lambda = 1$, untuk beton normal

Selimut beton = 50 mm

Asumsi tebal pile cap = 900 mm

Perhitungan :

a. Kontrol Tegangan Geser Dua Arah

Perhitungan tinggi efektif

$D_x = h - \text{selimut beton} - \text{diameter tulangan}$

$$= 1000 - 50 - 20$$

$$= 730 \text{ mm}$$

$\beta_c = c_1/c_2$

$$= 600/600 = 1$$

$b_o = 2 \times (c_1 + d) + 2 \times (c_2 + d)$

$$= 2 \times (600 + 730) + 2 \times (600 + 730)$$

$$= 5320 \text{ mm}$$

b. Perhitungan Kuat Geser Beton

$$\bullet V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \times \frac{\lambda \times (f_c^{0,5}) \times b_o \times d}{6}$$

$$= \left(1 + \frac{2}{1}\right) \times \frac{1 \times (33^{0,5}) \times 5320 \times 730}{6}$$

$$= 11154791,75 \text{ N}$$

$$= 11154,79 \text{ kN}$$

$$\bullet V_c = \left(\frac{a_s \times d}{b_o} + 2\right) \times \lambda \times (f_c^{0,5}) \times b_o \times d$$

$$= \left(\frac{325 \times 730}{5320} + 2\right) \times 1 \times (33^{0,5}) \times 5320 \times 730$$

$$= 994915166,16 \text{ N}$$

$$= 994915,17 \text{ kN}$$

$$\bullet V_c = 0,33 \times \lambda \times (f_c^{0,5}) \times b_o \times d$$

$$= 0,33 \times 1 \times (33^{0,5}) \times 4920 \times 630$$

$$= 7362162,55 \text{ N}$$

$$= 7362,16 \text{ kN}$$

$$V_u = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

$$= 143,73 + 143,73 + 143,73 + 143,73 + 143,73 = 574,92 \text{ Ton}$$

Dipilih V_c yang nilainya terkecil, jadi $= 0,75 \times 7362,16 = 5521,62 \text{ kN} = 583,4308 \text{ ton}$.
 Sehingga syarat $V_c > V_u$ terpenuhi, yaitu $583,4308 \text{ ton} > 574,92 \text{ ton}$, maka tebal pile cap aman.



Pile Cap Tipe P4

$$P_u = 817,53 \text{ ton}$$

$$C_1 = 600 \text{ mm}$$

$$C_2 = 600 \text{ mm}$$

$$B_x = 650 \text{ mm}$$

$$B_y = 650 \text{ mm}$$

$$M_{ux} = 0,63 \text{ ton}$$

$$A_s = 325 \text{ mm}$$

$$D_{tulangan} = 20 \text{ mm}$$

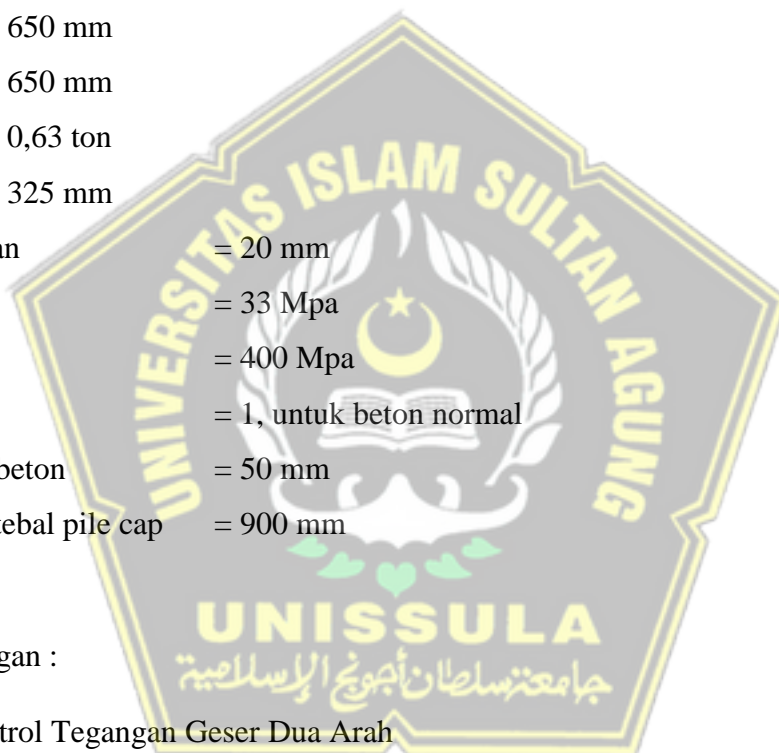
$$f_c' = 33 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$\lambda = 1, \text{ untuk beton normal}$$

$$\text{Selimut beton} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Asumsi tebal pile cap} = 900 \text{ mm}$$



Perhitungan :

a. Kontrol Tegangan Geser Dua Arah

Perhitungan tinggi efektif

$$D_x = h - \text{selimut beton} - \text{diameter tulangan}$$

$$= 700 - 50 - 20$$

$$= 830 \text{ mm}$$

$$\beta_c = c_1/c_2$$

$$= 600/600 = 1$$

$$b_o = 2 \times (c_1 + d) + 2 \times (c_2 + d)$$

$$= 2 \times (600 + 830) + 2 \times (600 + 830)$$

$$= 5720 \text{ mm}$$

b. Perhitungan Kuat Geser Beton

- $$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \times \frac{\lambda \times (f_c^{0,5}) \times b_o \times d}{6}$$

$$= \left(1 + \frac{2}{1}\right) \times \frac{1 \times (33^{0,5}) \times 5720 \times 830}{6}$$

$$= 13636442,81 \text{ N}$$

$$= 13636,44 \text{ kN}$$

- $$V_c = \left(\frac{a_s \times d}{b_o} + 2\right) \times \lambda \times (f_c^{0,5}) \times b_o \times d$$

$$= \left(\frac{325 \times 830}{5720} + 2\right) \times 1 \times (33^{0,5}) \times 5720 \times 830$$

$$= 1286164492,3 \text{ N}$$

$$= 1286164,49 \text{ kN}$$

- $$V_c = 0,33 \times \lambda \times (f_c^{0,5}) \times b_o \times d$$

$$= 0,33 \times 1 \times (33^{0,5}) \times 5720 \times 830$$

$$= 9000052,25 \text{ N}$$

$$= 90000,05 \text{ kN}$$

$$V_u = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6$$

$$= 142,55 + 142,55 + 142,55 + 142,55 + 142,55 + 142,55 = 855,3 \text{ Ton}$$

Dipilih V_c yang nilainya terkecil, jadi $= 0,75 \times 10789,59 = 8092,19 \text{ kN} = 825,17 \text{ ton}$.
 Sehingga syarat $V_c > V_u$ terpenuhi, yaitu $825,17 \text{ ton} > 574,92 \text{ ton}$, maka tebal pile cap aman.

4.9.4 Perhitungan Penulangann Pile Cap

✚ Pada Pile Cap tipe P1

Direncanakan :

- Tebal pile cap = 600 mm
- Selimut beton = 50 mm
- Diameter tulangan = 28 mm
- Pu = 267,95 ton
- Mux dari ETABS = 11,49 ton
- Muy dari ETABS = 6,59 ton
- Bx = 650 mm

$$\begin{aligned}
B_y &= 650 \text{ mm} \\
F_y &= 400 \text{ Mpa} \\
F_c' &= 33 \text{ Mpa} \\
\phi &= 0,8 \text{ (untuk momen lentur)} \\
\beta &= 0,83
\end{aligned}$$

Tulangan arah X :

$$M_{ux} = 11,49 \text{ ton} = 11490000 \text{ kg.mm}$$

$$\begin{aligned}
d &= 0,9 \times \text{lebar} \dots\dots\dots(2.50) \\
&= 0,9 \times 2000 = 1800 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R_n &= \frac{M_u}{\phi \times 0,85 \times f_c \times b \times d^2} \dots\dots\dots(2.51) \\
&= \frac{11,49}{0,83 \times 0,85 \times 33 \times 650} \\
&= 0,00076
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W_n &= 1 - (\sqrt{1 - 2 \times R_n})^{1/2} \dots\dots\dots(2.52) \\
&= 1 - (\sqrt{1 - 2 \times 0,00076}) \\
&= 0,5
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\rho &= \frac{W \times 0,85 \times f_c}{f_y} \dots\dots\dots(2.53) \\
&= \frac{0,7 \times 0,85 \times 33}{400} \\
&= 0,05
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots(2.54) \\
&= \frac{1,4}{400} \\
&= 0,0035
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\rho_{\max} &= 0,75 \times \frac{0,85 \beta \times f}{f} \times \frac{6000}{6000 + f_y} \dots\dots\dots(2.55) \\
&= 0,75 \times \frac{0,85 \times 0,83 \times 0,33}{400} \times \frac{6000}{6000 + 400} \\
&= 0,04
\end{aligned}$$

Cek syarat rasio tulangan :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

Karena $\rho_{\min} > \rho$ maka diambil $\rho_{\min} = 0,05$

$$\begin{aligned}
\text{Luas tulangan perlu} &= \rho_{\text{pakai}} \times b \times d \\
&= 0,0035 \times 4400 \times 1800
\end{aligned}$$

$$= 27720 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan D28} &= 1/4 \times \pi \times D^2 \\ &= 1/4 \times 3,14 \times 28^2 \\ &= 615,4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan, yaitu : $\frac{27720}{615,4} = 45$ buah

Jarak antar tulangan

$$s = \frac{b}{n \text{ tulangan}} = \frac{4400}{45} = 98 \sim 100 \text{ mm} \dots\dots\dots(2.56)$$

Jadi dipakai tulangan D28 = 100 mm

Tulangan arah Y :

$$M_{uy} = 6,59 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} D &= 0,9 \times \text{lebar} \\ &= 0,9 \times 4400 \\ &= 3960 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_u}{\phi \times 0,85 \times f_c \times b \times x} \\ &= \frac{11,49}{0,83 \times 0,85 \times 33 \times 650} \\ &= 0,00076 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_n &= 1 - (\sqrt{1 - 2 \times R_n})^{1/2} \\ &= 1 - (\sqrt{1 - 2 \times 0,00076}) \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{W \times 0,85 \times f_c}{f_y} \\ &= \frac{0,5 \times 0,85 \times 33}{400} \\ &= 0,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \frac{0,85 \beta \times f_c}{f_y} \times \frac{6000}{6000 + f_y} \\ &= 0,75 \times \frac{0,85 \times 0,83 \times 0,33}{400} \times \frac{6000}{6000 + 400} \\ &= 0,04 \end{aligned}$$



Cek syarat rasio tulangan :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

Karena $\rho_{\min} > \rho$ maka diambil $\rho_{\min} = 0,0035$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan perlu} &= \rho_{\text{pakai}} \times b \times d \\ &= 0,0035 \times 2000 \times 39600 \\ &= 27720 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan D28} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 28^2 \\ &= 615,4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan yang dibutuhkan, yaitu : } \frac{27720}{615,4} = 45 \text{ buah}$$

Jarak antar tulangan

$$s = \frac{b}{n \text{ tulangan}} = \frac{2000}{45} = 44 \sim 45 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan D28 = 45 mm

✚ Pada pile cap tipe P2

Direncanakan :

$$\text{Tebal pile cap} = 800 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut beton} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter tulangan} = 40 \text{ mm}$$

$$\text{Pu} = 383,16 \text{ ton}$$

$$\text{Mux dari ETABS} = 25,42 \text{ ton}$$

$$\text{Muy dari ETABS} = 27,26 \text{ ton}$$

$$\text{Bx} = 650 \text{ mm}$$

$$\text{By} = 650 \text{ mm}$$

$$\text{Fy} = 400 \text{ Mpa}$$

$$\text{Fc} = 33 \text{ Mpa}$$

$$\Phi = 0,8 \text{ (untuk momen lentur)}$$

$$\text{B} = 0,83$$

Tulangan arah X

$$M_{ux} = 25,42 \text{ ton} = 254200000 \text{ kg.mm}$$

$$D = 0,9 \times \text{lebar} \\ = 0,9 \times 2000 = 1800 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times 0,85 \times f_c \times b \times d} \\ = \frac{25,42}{0,83 \times 0,85 \times 33 \times 650} \\ = 0,0017$$

$$W_n = 1 - (\sqrt{1 - 2 \times R_n})^{1/2} \\ = 1 - (\sqrt{1 - 2 \times 0,00076}) \\ = 0,5$$

$$\rho = \frac{W \times 0,85 \times f_c}{f_y} \\ = \frac{0,5 \times 0,85 \times 33}{400} \\ = 0,05$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \\ = \frac{1,4}{400} \\ = 0,0035$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \frac{0,85 \beta f}{f} \times \frac{6000}{6000 + f_y} \\ = 0,75 \times \frac{0,85 \times 0,83 \times 0,33}{400} \times \frac{6000}{6000 + 400} \\ = 0,04$$

Cek syarat rasio penulangan :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

Karena $\rho_{\min} > \rho$ maka diambil $\rho_{\min} = 0,0035$

Luas tualangan perlu = $\rho_{\text{pakai}} \times b \times d$

$$= 0,0035 \times 4400 \times 1800 = 27720 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan D28} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 28^2 = 615,4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan yang dibutuhkan, yaitu : } \frac{27720}{615,4} = 45 \text{ buah}$$

Jarak antar tulangan

$$s = \frac{b}{n \text{ tulangan}} = \frac{4400}{45} = 98 \sim 100 \text{ mm}$$

jadi dipakai tulangan D28 = 100 mm

tulangan arah Y

$$M_{uy} = 27,26 \text{ ton}$$

$$D = 0,9 \times \text{lebar}$$

$$= 0,9 \times 4400$$

$$= 3960 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_u}{\phi \times 0,85 \times f_c \times b \times x} \\ &= \frac{27,26}{0,83 \times 0,85 \times 33 \times 650} \end{aligned}$$

$$= 0,0018$$

$$\begin{aligned} W_n &= 1 - (\sqrt{1 - 2 \times R_n})^{1/2} \\ &= 1 - (\sqrt{1 - 2 \times 0,0018})^{1/2} \end{aligned}$$

$$= 0,5$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{W \times 0,85 \times f_c}{f_y} \\ &= \frac{0,5 \times 0,85 \times 33}{400} \end{aligned}$$

$$= 0,05$$

$$\rho \text{ min} = \frac{1,4}{f_y}$$



$$= \frac{1,4}{400}$$

$$= 0,0035$$

$$\begin{aligned}\rho \text{ max} &= 0,75 \times \frac{0,85 \beta f}{f} \times \frac{6000}{6000 + fy} \\ &= 0,75 \times \frac{0,85 \times 0,83 \times 0,33}{400} \times \frac{6000}{6000 + 400} \\ &= 0,04\end{aligned}$$

Cek syarat rasio penulangan :

$$\rho \text{ min} < \rho < \rho \text{ max}$$

Karena $\rho \text{ min} > \rho$ maka diambil $\rho \text{ min} = 0,0035$

$$\begin{aligned}\text{Luas tulangan perlu} &= \rho \text{ pakai} \times b \times d \\ &= 0,0035 \times 2000 \times 39600 = 27720 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas tulangan D28} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 28^2 = 615,4 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan yang dibutuhkan, yaitu : } \frac{27720}{615,4} = 45 \text{ buah}$$

Jarak antar tulangan

$$s = \frac{b}{n \text{ tulangan}} = \frac{2000}{45} = 44 \sim 45 \text{ mm}$$

jadi dipakai tulangan D28 - 45 mm

✚ Pada pile cap tipe P3

Direncanakan :

$$\text{Tebal pile cap} = 800 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut beton} = 50 \text{ mm}$$

Diameter tulangan = 40 mm
 Pu = 669,43 ton
 Mux dari ETABS = 17,41 ton
 Muy dari ETABS = 12,09 ton
 Bx = 650 mm
 By = 650 mm
 Fy = 400 Mpa
 Fc = 33 Mpa
 Φ = 0,8 (untuk momen lentur)
 B = 0,83

Tulangan arah X

$$Mux = 17,41 \text{ ton} = 174100000 \text{ kg.mm}$$

$$d = 0,9 \times \text{lebar}$$

$$= 0,9 \times 4400 = 3960 \text{ mm}$$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \times 0,85 \times f_c \times b \times d}$$

$$= \frac{17,41}{0,83 \times 0,85 \times 33 \times 650}$$

$$= 0,0012$$

$$Wn = 1 - (\sqrt{1 - 2 \times Rn})^{1/2}$$

$$= 1 - (\sqrt{1 - 2 \times 0,0012})^{1/2}$$

$$= 0,5$$

$$\rho = \frac{W \times 0,85 \times f_c}{f_y}$$

$$= \frac{0,5 \times 0,85 \times 33}{400}$$

$$= 0,05$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$= \frac{1,4}{400}$$

$$= 0,0035$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \frac{0,85 \beta f}{f} \times \frac{6000}{6000 + f_y}$$

$$= 0,75 \times \frac{0,85 \times 0,83 \times 0,33}{400} \times \frac{6000}{6000 + 400}$$

$$= 0,04$$

Cek syarat rasio penulangan :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

Karena $\rho_{\min} > \rho$ maka diambil $\rho_{\min} = 0,0035$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan perlu} &= \rho_{\text{pakai}} \times b \times d \\ &= 0,0035 \times 4400 \times 3960 = 60984 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan D40} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 40^2 = 1256 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan yang dibutuhkan, yaitu : } \frac{60984}{1256} = 49 \text{ buah}$$

Jarak antar tulangan

$$s = \frac{b}{n \text{ tulangan}} = \frac{4400}{49} = 91 \sim 100 \text{ mm}$$

jadi dipakai tulangan D40 = 100 mm

tulangan arah Y

$$M_{uy} = 12,09 \text{ ton}$$

$$D = 0,9 \times \text{lebar}$$

$$= 0,9 \times 4400$$

$$= 3960 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_u}{\phi \times 0,85 \times f_c \times b \times x} \\ &= \frac{12,09}{0,83 \times 0,85 \times 33 \times 650} \\ &= 0,00079 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_n &= 1 - (\sqrt{1 - 2 \times R_n})^{1/2} \\ &= 1 - (\sqrt{1 - 2 \times 0,0018})^{1/2} \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{W \times 0,85 \times f_c}{f_y} \\ &= \frac{0,5 \times 0,85 \times 33}{400} \\ &= 0,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \frac{0,85 \beta f}{f} \times \frac{6000}{6000 + f_y} \\ &= 0,75 \times \frac{0,85 \times 0,83 \times 0,33}{400} \times \frac{6000}{6000 + 400} \\ &= 0,04 \end{aligned}$$

Cek syarat rasio penulangan :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

Karena $\rho_{\min} > \rho$ maka diambil $\rho_{\min} = 0,0035$

Luas tulangan perlu = ρ pakai $\times b \times d$

$$= 0,0035 \times 4400 \times 3960 = 60984 \text{ m}^2$$

Luas tulangan D40 = $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 40^2 = 1256 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan, yaitu : $\frac{60984}{1256} = 49$ buah

Jarak antar tulangan

$$s = \frac{b}{n \text{ tulangan}} = \frac{2000}{49} = 91 \sim 100 \text{ mm}$$

jadi dipakai tulangan D40 - 100 mm

✚ Pada Pile Cap tipe P4

Direncanakan :

Tebal pile cap = 900 mm

Selimut beton = 50 mm

Diameter tulangan = 40 mm

Pu = 817,53 ton

Mux dari ETABS = 0,63 ton

Muy dari ETABS = 3,23 ton

Bx = 650 mm

By = 650 mm

Fy = 400 Mpa

Fc' = 33 Mpa

ϕ = 0,8 (untuk momen lentur)

β = 0,83

Tulangan arah X :

Mux = 0,63 ton = 640000 kg.mm

d = 0,9 x lebar

= 0,9 x 4400 = 3960 mm

Rn = $\frac{Mu}{\phi \times 0,85 \times f_c \times b \times d}$

= $\frac{0,63}{0,83 \times 0,85 \times 33 \times 650}$

$$= 0,000042$$

$$\begin{aligned} W_n &= 1 - (\sqrt{1 - 2 \times R_n})^{1/2} \\ &= 1 - (\sqrt{1 - 2 \times 0,000042}) \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{W \times 0,85 f_c}{f_v} \\ &= \frac{0,5 \times 0,85 \times 33}{400} \\ &= 0,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \frac{0,85 \beta \times f}{f} \times \frac{6000}{6000 + f_y} \\ &= 0,75 \times \frac{0,85 \times 0,83 \times 0,33}{400} \times \frac{6000}{6000 + 400} \\ &= 0,04 \end{aligned}$$

Cek syarat rasio tulangan :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

Karena $\rho_{\min} > \rho$ maka diambil $\rho_{\min} = 0,0035$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan perlu} &= \rho \text{ pakai} \times b \times d \\ &= 0,0035 \times 6800 \times 3960 \\ &= 94248 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan D28} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 40^2 \\ &= 1256 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan, yaitu : $\frac{94248}{1256} = 75$ buah

Jarak antar tulangan

$$s = \frac{b}{n \text{ tulangan}} = \frac{6800}{75} = 91 \sim 100 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan D40 = 100 mm

Tulangan arah Y :

$$M_y = 3,23 \text{ ton}$$

$$D = 0,9 \times \text{lebar}$$

$$= 0,9 \times 6800$$

$$= 6120 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_u}{\phi \times 0,85 \times f_c \times b \times x} \\ &= \frac{3,23}{0,83 \times 0,85 \times 33 \times 650} \\ &= 0,00021 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_n &= 1 - (\sqrt{1 - 2 \times R_n})^{1/2} \\ &= 1 - (\sqrt{1 - 2 \times 0,00076}) \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{W \times 0,85 \times f_c}{f_y} \\ &= \frac{0,5 \times 0,85 \times 33}{400} \\ &= 0,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \frac{0,85 \times \beta \times f_c}{f_y} \times \frac{6000}{6000 + f_y} \\ &= 0,75 \times \frac{0,85 \times 0,83 \times 0,33}{400} \times \frac{6000}{6000 + 400} \\ &= 0,04 \end{aligned}$$

Cek syarat rasio tulangan :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

Karena $\rho_{\min} > \rho$ maka diambil $\rho_{\min} = 0,0035$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan perlu} &= \rho_{\text{pakai}} \times b \times d \\ &= 0,0035 \times 4400 \times 6120 \\ &= 94248 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan D28} &= 1/4 \times \pi \times D^2 \\ &= 1/4 \times 3,14 \times 40^2 \\ &= 1256 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan, yaitu : $\frac{94248}{1256} = 75$ buah

Jarak antar tulangan

$$s = \frac{b}{n \text{ tulangan}} = \frac{4400}{45} = 59 \sim 60 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan D59 = 60 mm

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.2 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang dilakukan pada proyek pembangunan Arus Hotel Semarang didapat kesimpulan seperti di bawah ini :

1. Hasil perhitungan pembebanan yang terdapat pada beberapa titik pada fondasi Spun Pile menggunakan ETABS 2017 :

Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Pembebanan

Fondasi	Beban Max (ton)
P1	275,40
P2	383,16
P3	669,43
P4	817,53

2. Hasil perhitungan dan perbandingan daya dukung fondasi Spun Pile menggunakan perhitungan manual 3 metode dengan menggunakan data SPT dapat dilihat pada table, sehingga daya dukung fondasi tunggal dan kelompok yang digunakan yaitu :

Tabel 5.2 Hasil perhitungan dan perbandingan Daya Dukung Fondasi

Metode	Daya Dukung Ujung (ton)	Daya Dukung Selimut (ton)	Daya Dukung Total (ton)	Daya Dukung Ijin (ton)
Reese & Wright	63,43	281,39	344,81	137,92
Mayerhoff	173,69	383,71	557,40	185,80
Decourt	36,95	789,77	826,72	275,57

3. Hasil perhitungan penurunan pada fondasi Spun Pile dengan menggunakan metode Vesic 1977

Fondasi	Vesic 1977
P1	39 mm
P2	39 mm
P3	39 mm
P4	40 mm

Tabel 5.3 Hasil Perhitungan Penurunan fondasi

4. Hasil perbandingan penurunan fondasi Spun Pile dengan perhitungan manual menggunakan metode Vesic 1977 dan program Allpile dapat dilihat pada tabel 5.4

Fondasi	Vesic 1977	Allpile	plaxis
P1	3,9 cm	6,0 cm	4,1 cm
P2	3,9 cm	6,0 cm	4,6 cm
P3	3,9 cm	6,0 cm	5,3 cm
P4	4,0 cm	8,1 cm	6,1 cm

Tabel 5.4 Hasil Perhitungan dan Perbandingan Penurunan fondasi

5.3 Saran

Dari penelitian tugas akhir yang dilakukan, terdapat beberapa saran sebagai berikut :

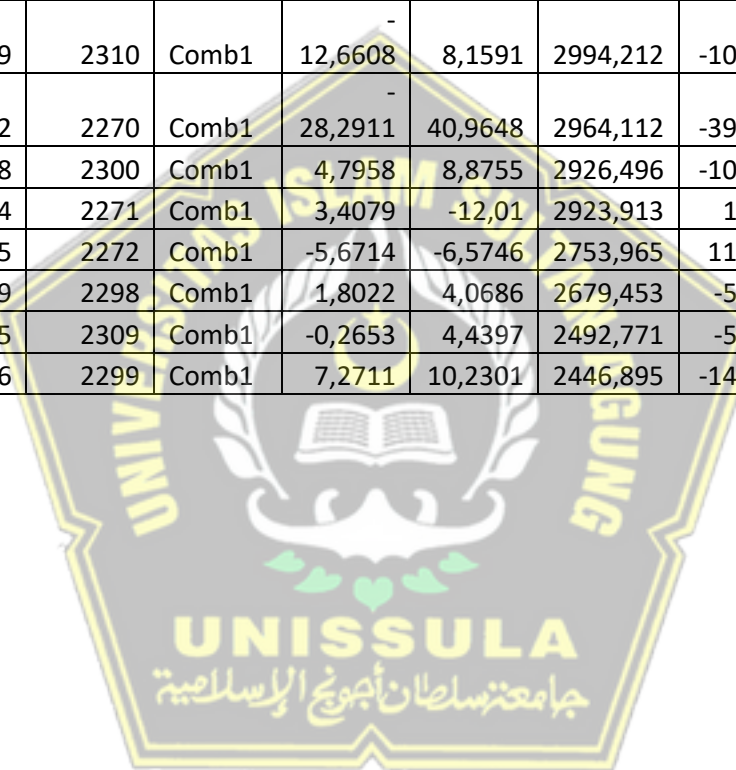
- Pada perencanaan pondasi diperlukan pengalaman dan keahlian dalam menentukan keputusan yang akan diambil, sehingga didapat hasil perencanaan yang baik
- Perhitungan daya dukung dan penurunan baik perhitungan secara manual maupun program perlu disesuaikan dengan kondisi lapangan

DAFTAR PUSTAKA

- Das. Braja M, 1991, *Principles of Foundation Engineering Fourt Edition, California State University, Sacramento.*
- Bowles, J.E, 1991, *Analisa dan Desain Fondasi : Edisi Ketiga Jilid II, Erlangga, Jakarta.*
- Bowles, J.E, 1991, *Analisa dan Desain Fondasi : Edisi Keempat Jilid I, Erlangga, Jakarta.*
- Badan Standardisasi Nasional. 2018. *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.* RSNi 1727:2018. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung.* SNI 1726:2019. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Das Braja M.,1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa GeotekNis) jilid I, Erlangga, Jakarta.*
- Hardiyatmo, H.C, 2002, *Mekanika Tanah I,* Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2002, *Analisis dan Perancangan TekNik Fondasi I Edisi ke II,* Beta Offset, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2008, *TekNik Fondasi II Edisi ke II Cetakan ke-4,* Beta Offset, Yogyakarta.
- Sardjono, H.S, 1991, *Fondasi Tiang Pancang Jilid I Cetakan ke II,* Sinar Wijaya, Surabaya.
- VESIC, A. S, 1977, *Design of Pile Foundations,* National Cooperative Highway Research Program Synthesis of Practice No. 42, Transportation Research Board, Washington, DC.
- Mayerhof, G.G.,1956. Penetration Tests and Bearing Capacity of Cohesionless Soils. JSMFD, ASCE, Vol.82, SM I, pp. 1-19.
- Reese, L.C. & Wright, S.J. 1977. *Drilled Shaft Design and Construction Guidelines Manual, Vol.I.* Washington D.C: U.S Department of Transportation.
- Sardjono H.S, 1991, *Fondasi Tiang Pancang Jilid 1 cetakan Ke II,* Sinar Wijaya,Surabaya.
- Sardjono H.S, 1988, *Fondasi Tiang Pancang Jilid 1,* Sinar Jaya Wijaya, Surabaya
- Asfarina, D. & Nur Aini L. 2019. *Perencanaan Fondasi Bore Pile pada Hotel Marina Labuan Bajo Dengan Menggunakan SAP 2000 dan Plaxis 8.2.* Universitas Islam Sultan Agung. Semarang.

TABLE: Joint Reactions									
Base	93	2307	Comb1	-5,9621	0,9209	8175,291	-0,6325	-3,2332	-0,2722
Base	56	2273	Comb1	41,3148	18,1061	7549,538	-25,9816	99,1374	-0,5967
Base	72	2286	Comb1	0,9272	-5,7024	7323,354	9,327	6,2693	-0,2722
Base	92	2306	Comb1	-5,5453	34,4534	7010,528	48,4832	0,3285	-0,2722
Base	73	2287	Comb1	1,3108	19,4205	6934,278	29,3104	6,7791	-0,2722
Base	31	2301	Comb1	9,3179	15,6467	6694,301	-17,4084	12,0986	-0,2722
Base	50	2268	Comb1	27,2656	69,9686	6644,003	102,2448	42,3816	-0,2722
Base	60	2276	Comb1	-6,8728	56,9041	6340,922	-66,3603	-6,0423	-0,2722
Base	78	2292	Comb1	-5,6047	19,7085	6315,647	35,4526	-6,9176	-0,2722
Base	70	2285	Comb1	14,0508	0,6297	6230,01	-1,3706	23,7097	-0,2722
Base	77	2291	Comb1	11,5124	57,0969	6031,073	-69,2772	16,822	-0,2722
Base	91	2305	Comb1	21,1749	10,0674	5708,321	14,6625	18,4466	-0,2722
Base	51	2269	Comb1	31,0119	22,1628	5532,507	41,3749	-38,443	-0,2722
Base	81	2294	Comb1	3,1583	38,2599	5509,993	-51,644	6,5736	-0,2722
Base	79	2293	Comb1	-4,4589	17,5332	5378,911	-24,814	-3,5492	-0,2722
Base	63	2279	Comb1	14,4503	18,5931	5374,76	25,2894	26,9012	-0,2722
Base	94	2308	Comb1	-8,1005	51,5096	5372,937	-70,7384	-8,3886	-0,2722
Base	82	2295	Comb1	2,8329	65,3016	5348,467	94,8583	6,1411	-0,2722
Base	76	2290	Comb1	-5,5417	11,4274	5306,745	24,4476	-5,8724	-0,2722
Base	30	2304	Comb1	9,296	35,9713	5061,396	-38,542	12,7902	-0,2722
Base	34	2302	Comb1	52,3531	8,6638	4914,273	-6,766	69,8579	-0,2722
Base	65	2280	Comb1	-5,8474	38,1449	4887,15	54,3212	-0,073	-0,2722
Base	67	2282	Comb1	-5,7749	-7,5138	4817,424	19,2467	-5,238	-0,2722
Base	59	2275	Comb1	20,6395	-0,5093	4650,779	7,2776	32,1143	-0,2722
Base	47	2265	Comb1	-9,7742	24,0855	4624,068	33,2872	-8,9886	-0,2722
Base	49	2267	Comb1	24,0341	26,9222	4355,48	42,3784	37,8999	-0,2722
Base	46	2264	Comb1	28,0249	54,3241	4341,202	70,8116	43,4347	-0,2722
Base	58	2274	Comb1	0,6244	17,7298	4328,869	-19,6217	4,3556	-0,2722

Base	3	2313	Comb1	20,4288	18,3129	3831,552	25,4249	27,2644	-0,0952
Base	2	2312	Comb1	9,1832	16,4532	3702,248	-16,9538	15,4665	-0,2722
Base	61	2277	Comb1	-8,3472	49,1537	3657,244	-53,3998	-8,0871	-0,2722
Base	48	2266	Comb1	2,7447	13,3583	3654,164	21,6923	8,3738	-0,2722
Base	83	2296	Comb1	12,0996	40,5294	3636,124	61,4597	13,7031	-0,2722
Base	29	2303	Comb1	6,0365	14,4004	3572,879	-12,5364	8,2697	-0,2722
Base	66	2281	Comb1	8,3203	27,0558	3347,086	-29,3546	14,3106	-0,2722
Base	1	2311	Comb1	-5,9541	10,1863	3211,073	-6,3585	-6,2119	-0,2722
Base	87	2297	Comb1	9,419	6,1312	3112,514	-6,1305	13,7877	-0,0952
Base	39	2310	Comb1	12,6608	8,1591	2994,212	-10,6158	17,1096	-0,2722
Base	52	2270	Comb1	28,2911	40,9648	2964,112	-39,8566	34,6696	-0,2722
Base	28	2300	Comb1	4,7958	8,8755	2926,496	-10,8909	6,089	-0,2722
Base	54	2271	Comb1	3,4079	-12,01	2923,913	17,865	6,1345	-0,0952
Base	55	2272	Comb1	-5,6714	-6,5746	2753,965	11,4862	-6,5869	-0,0952
Base	89	2298	Comb1	1,8022	4,0686	2679,453	-5,4189	3,0265	-0,0952
Base	95	2309	Comb1	-0,2653	4,4397	2492,771	-5,9845	0,1427	-0,0952
Base	26	2299	Comb1	7,2711	10,2301	2446,895	-14,4913	9,8028	-0,0708



DRILLING LOG										HOLE NO : BH-1.									
PROJECT : Transmart Majapahit LOCATION : Semarang.					DEPTH : 40.00 m. COORDINATE :					GWL : -0.50 m* (Water Trap) Drill Master : Inul.									
DEPTH (m)	DATE	SOIL / ROCK		SAMPLE DEPTH (m)	SPT				STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS					γ_t k/m ³	Gs	e _s
		SYMBOL	DESCRIPTION		N	0	20	40	60	TYPE	C kg/cm ²	ϕ^0	q _a	0	20	40			
1	28 February - 1 March 2018	▽	Fill of Materials																
1.00		xx xx xx xx xx	Silty clay, with a trace of sand, brownish grey, soft consistency	1.45	1	1	2												
2		CH	xx xx xx xx xx		3.00	1	2	3		UU	0.02	12							
3			xx xx xx xx xx	Silty clay, greyish brown, soft to medium consistency	3.45	1	2	3											
4			xx xx xx xx xx		5.00	3	4	7											
5			xx xx xx xx xx		5.45	3	4	7											
6			xx xx xx xx xx		7.00	4	5	9											
7			xx xx xx xx xx	Silty clay, brownish grey, stiff consistency	7.45	4	5	9											
8			xx xx xx xx xx		9.00	4	5	9											
9			xx xx xx xx xx		9.45	4	5	9											
10			xx xx xx xx xx		11.00	5	6	11											
11			xx xx xx xx xx		11.45	5	6	11											
12			xx xx xx xx xx	Silty clay, grey, stiff consistency	13.00	4	6	10											
13			xx xx xx xx xx		13.45	4	6	10											
14			xx xx xx xx xx		15.00	10	13	23											
15			xx xx xx xx xx		15.45	10	13	23											
16			xx xx xx xx xx	Silty clay, with a little of sand, dark grey, very stiff consistency	17.00	8	8	16											
17			xx xx xx xx xx		17.45	8	8	16											
18			xx xx xx xx xx		19.00	3	5	8		UU	0.14	4							
19			CH	xx xx xx xx xx	19.45	3	5	8											
20		xx xx xx xx xx	Silty clay, grey, stiff consistency																

REMARKS : 0 TO 10 % : TRACE
10 TO 20 % : LITTLE
20 TO 35 % : SOME
35 TO 50 % : AND

Open Drive Sample
Mazier Sample

● WATER CONTENT, %
○ PLASTIC LIMIT, %
△ LIQUID LIMIT, %

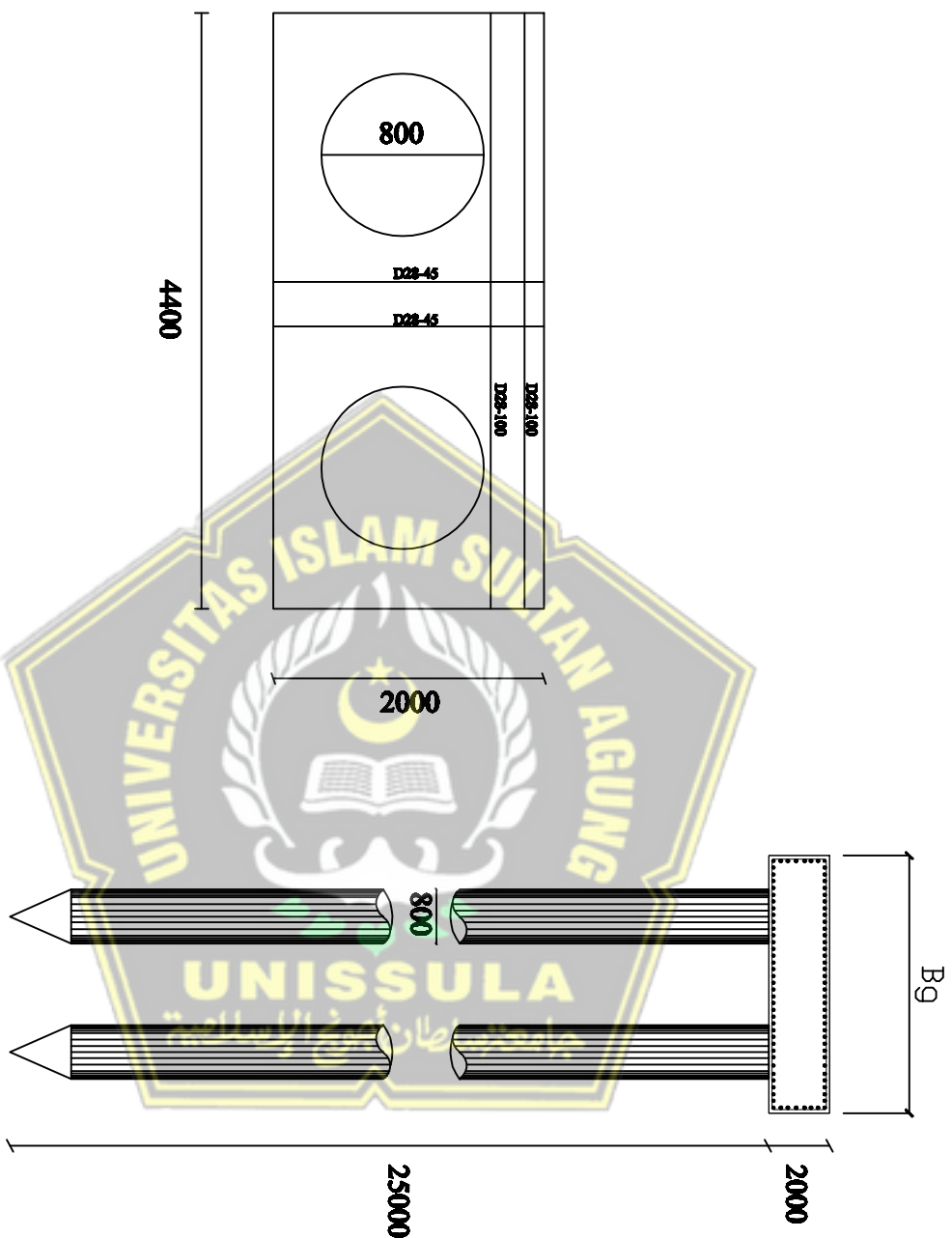
TESTANA
INDOTEKNIKA
Soil Investigation and Foundation Engineering

DRILLING LOG										HOLE NO : BH-1.										
PROJECT : Transmart Majapahit LOCATION : Semarang.				DEPTH : 40.00 m. COORDINATE :				GWL : -0.50 m*. (Water Trap) Drill Master : IruI.												
DEPTH (m)	DATE	SOIL / ROCK		SAMPLE DEPTH (m)	SPT			STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS					γ_t U/m ³	Gs	e ₀		
		SYMBOL	DESCRIPTION		N	0	20	40	60	TYPE	C kg/cm ²	ϕ^0	Q _v	0	20				40	60
21	2 - 3 March 2018	xx xx xx	Silty clay, grey	21.00 21.45	9 15	11 15														
22		xx xx xx xx xx xx xx xx	Silty clay, brownish grey, very stiff consistency	23.00 23.45	8 15	10 15														
23		xx xx xx xx xx xx xx xx		25.00 25.45	10 15	13 15														
24		xx xx xx xx xx xx xx xx	Silty clay, with a trace of sand, brownish grey, very stiff consistency	27.00 27.45	9 15	12 15														
25		xx xx xx xx xx xx xx xx		29.00 29.45	10 15	14 15														
26		xx xx xx xx xx xx xx xx	Silty clay, dark grey, very stiff consistency	31.00 31.45	10 15	11 15														
27		xx xx xx xx xx xx xx xx		33.00 33.45	9 15	13 15														
28		xx xx xx xx xx xx xx xx	Silty clay, dark grey, very stiff consistency	35.00 35.45	8 15	10 15														
29		xx xx xx xx xx xx xx xx		37.00 37.45	7 15	12 15														
30		xx xx xx xx xx xx xx xx	Silty clay, dark grey, very stiff consistency	39.00 39.45	9 15	11 15														
31		xx xx xx xx xx xx xx xx		End Of Drilling																

REMARKS : 0 TO 10 % : TRACE
10 TO 20 % : LITTLE
20 TO 35 % : SOME
35 TO 50 % : AND

Open Drive Sample
 Mazier Sample
 ● WATER CONTENT, %
 ○ PLASTIC LIMIT, %
 △ LIQUID LIMIT, %


**TESTANA
INDOTEKNIKA**
 Soil Investigation and Foundation Engineering



GAMBAR TAMPAK ATAS PILE CAP P1
SKALA 1:20

GAMBAR DETAIL PONDASI SPUN PILE P1
SKALA 1:10



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN
AGUNG SEMARANG

PERENCANAAN FONDASI
SPUN PILE PADA ARUS HOTEL
SEMARANG

GAMBAR DETAIL PONDASI
SPUN PILE DAN TAMPAK ATAS
PILE CAP

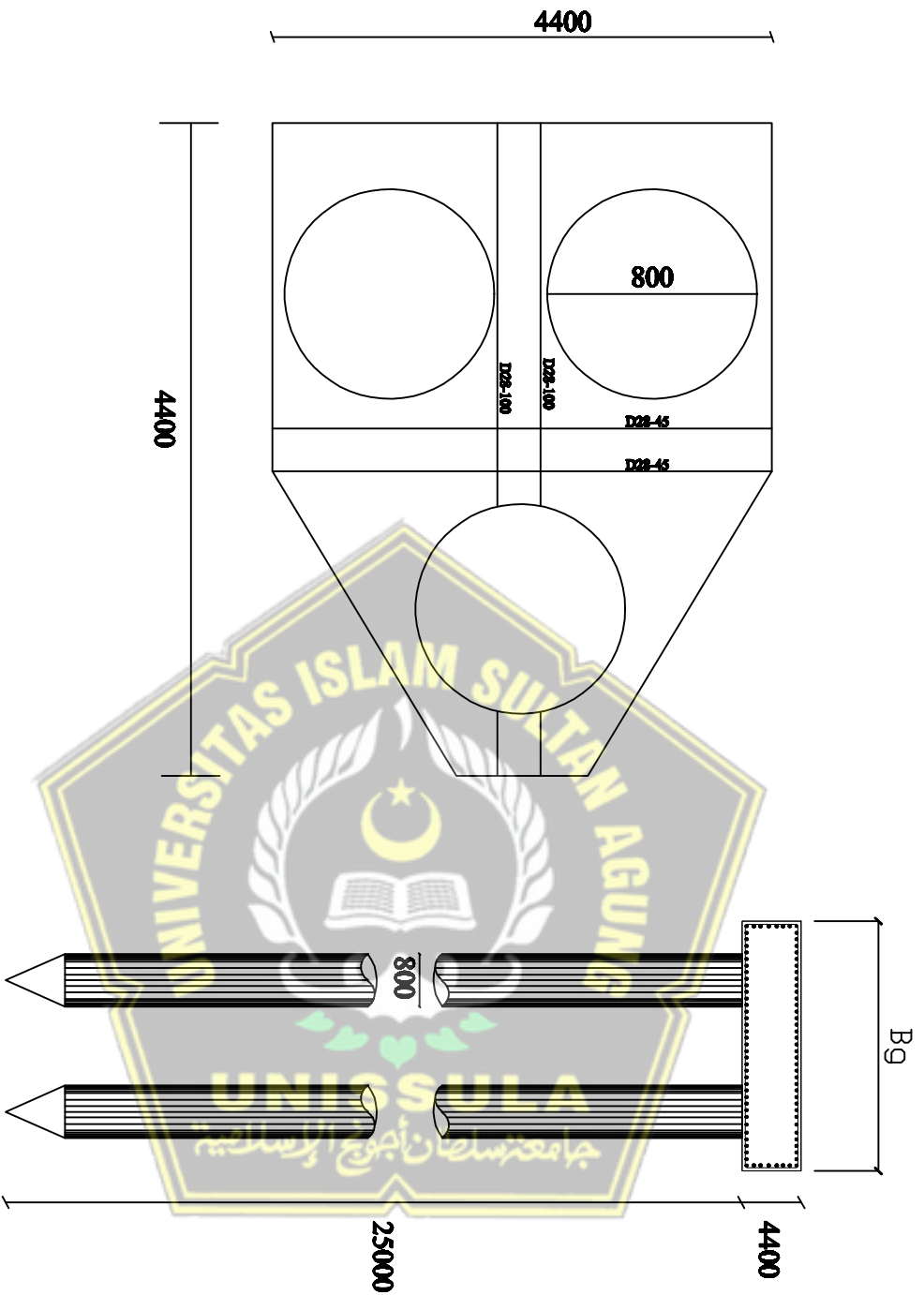
- DIKERJAKAN :
1. GUARDIANA ESTI M.
30201700075
 2. LIZA APRILIANI
30201700095

DIPERIKSA OLEH :

Dr.Ir.H.Soedansono,M.si

SKALA	HALAMAN
1:10	

KETERANGAN :



GAMBAR TAMPAK ATAS PILE CAP P2
SKALA 1:20

GAMBAR DETAIL PONDASI SPUN PILE P2
SKALA 1:10



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN
AGUNG SEMARANG

PERENCANAAN FONDASI SPUN
PILE PADA ARUS HOTEL
SEMARANG

GAMBAR DETAIL PONDASI
SPUN PILE DAN TAMPAK ATAS
PILE CAP

DIKERJAKAN :

1. GUARDIANA ESTI M.
30201700075
2. LIZA APRILIANI
30201700095

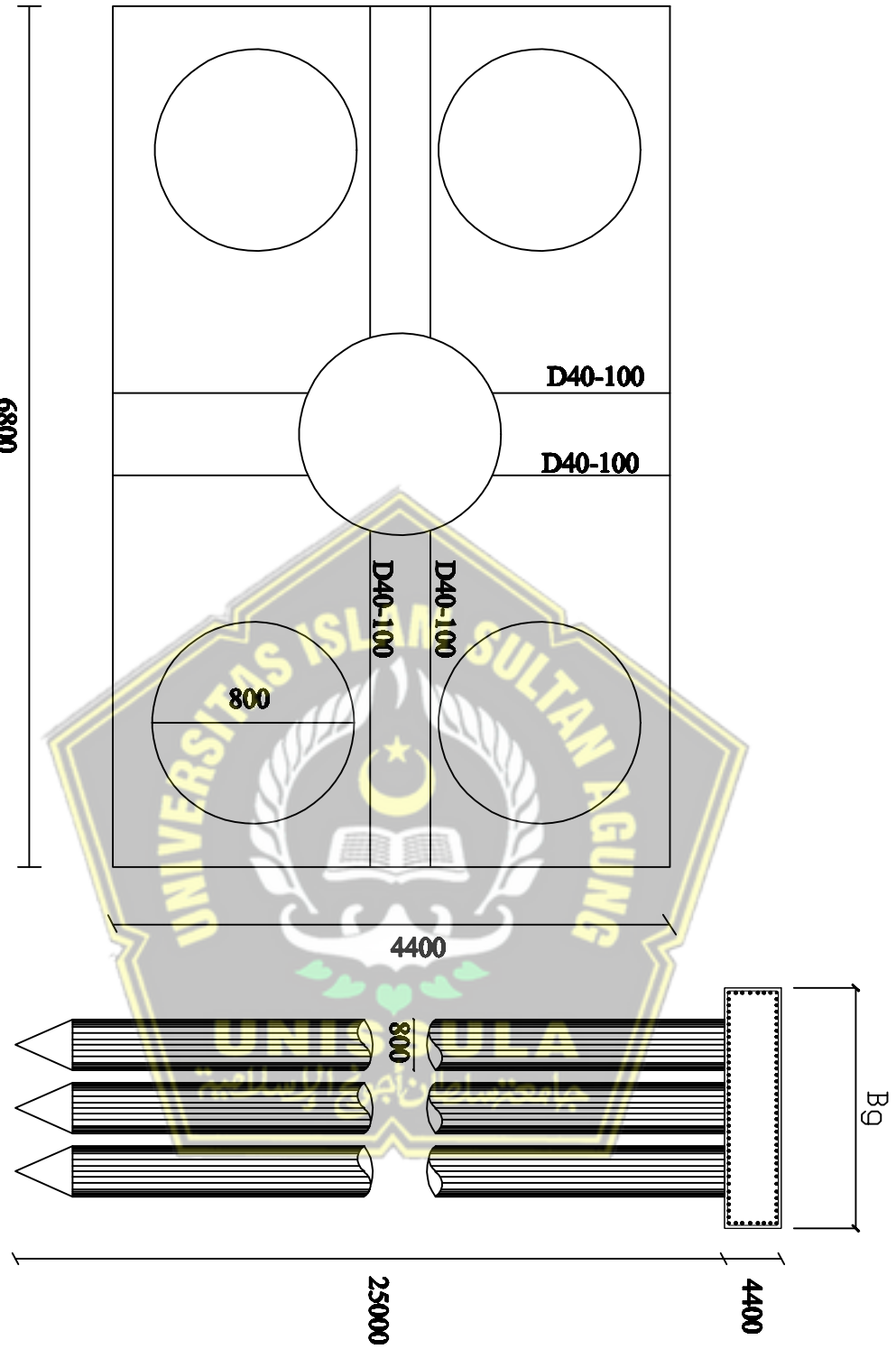
DIPERIKSA OLEH :

Dr.Ir.H.Soedansono,M.si

SKALA HALAMAN

1:10

KETERANGAN :



GAMBAR TAMPAP ATAS PILE CAP P3
SKALA 1:20

GAMBAR DETAIL PONDASI SPUN PILE P3
SKALA 1:10



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN
AGUNG SEMARANG

PERENCANAAN FONDASI SPUN
PILE PADA ARUS HOTEL
SEMARANG

GAMBAR DETAIL PONDASI
SPUN PILE DAN TAMPAP ATAS
PILE CAP

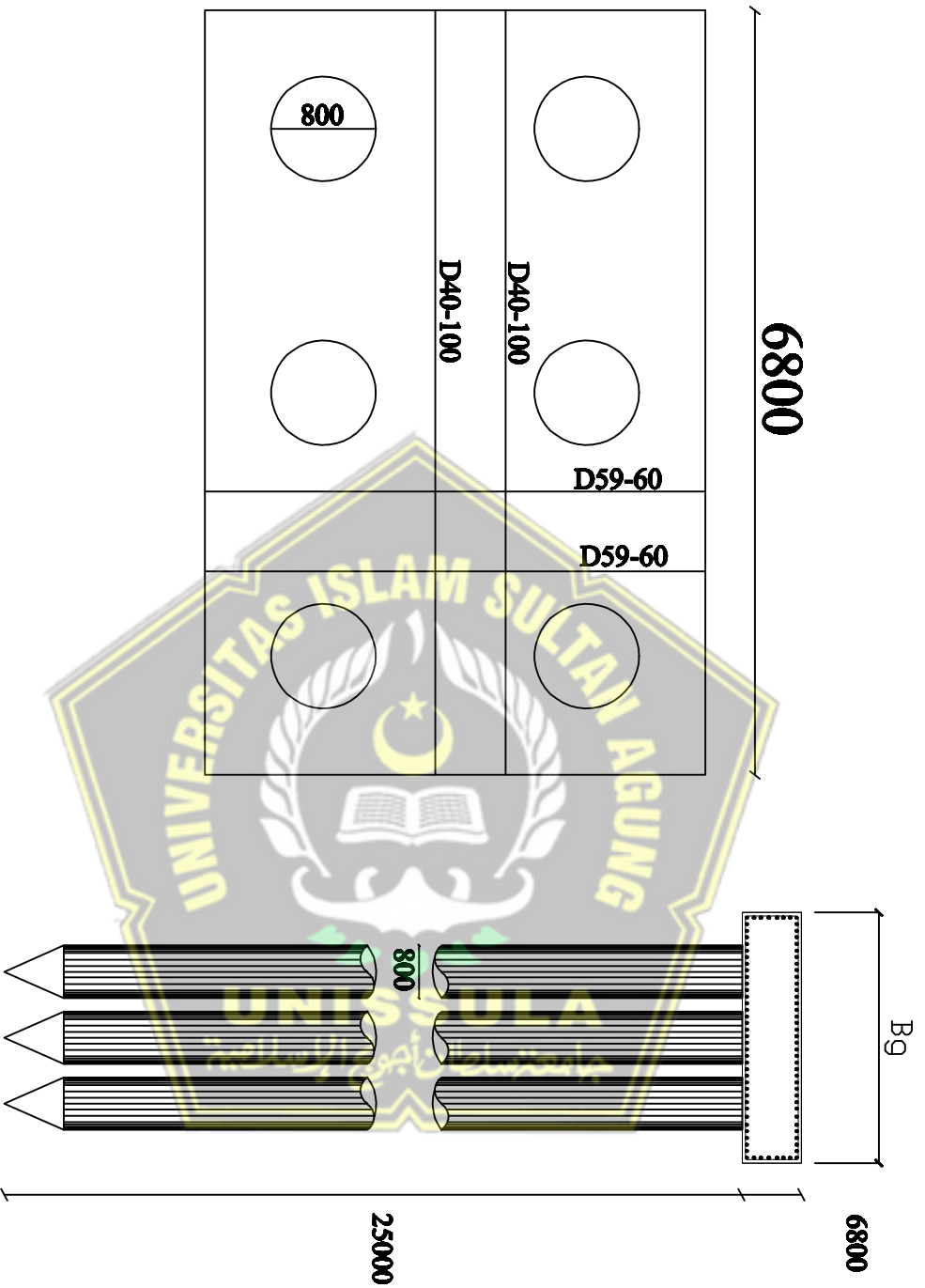
- DIKERJAKAN :
1. GUARDIANA ESTI M.
30201700075
 2. LIZA APRILIANI
30201700095

DIPERIKSA OLBH :

Dr.Ir.H.Soedansono,M.si

SKALA	HALAMAN
1:10	

KETERANGAN :



GAMBAR TAMPAP ATAS PILE CAP P4
SKALA 1:20

GAMBAR DETAIL PONDASI SPUN PILE P4
SKALA 1:10



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN
AGUNG SEMARANG

PERENCANAAN FONDASI SPUN
PILE PADA ARUS HOTEL
SEMARANG

GAMBAR DETAIL PONDASI
SPUN PILE DAN TAMPAP ATAS
PILE CAP

- DIKERJAKAN :
1. GUARDIANA ESTI M.
30201700075
 2. LIZA APRILIANI
30201700095

DIPERIKSA OLBH :

Dr.Ir.H.Soedansono,M.si

SKALA	HALAMAN
1:10	


KETERANGAN :

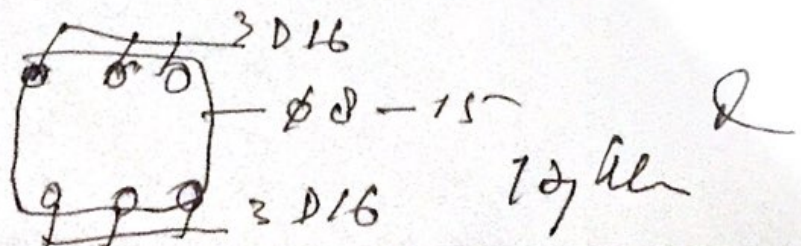
LEMBAR ASISTENSI



Nama : Guardian Esti M. 30201700075
 Liza Apriliani 30201700095
Laporan Tugas : Tugas Akhir
Nama Proyek : Perencanaan Pondasi Spun Pile pada
 Arus Hotel Semarang
Dosen Pembimbing 1 : Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Si

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	19/4/2020	- Perencanaan Struktur Perencanaan Esan yg terkait esan. Struktur - Bayi ulu Bagan Alir Perumahan di sisi Cera Bayi ulu - Bayi ulu	

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
	8/6-2020	<p>— Pelajari Struktur atas (Perencanaan)</p> <p>— Rencanakan Pondasi sum pile</p> <p>4. Hei</p>  <p>Tulangi dan beri ukuran +</p> <p>Palas</p> <p>Disei & ulu' D16</p> <p>Palas Ø 8 —</p>	<p>Q</p> <p>Q</p>



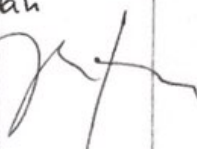



NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
09/07	2021	- Lanjutkan Perhitungan Jumlah Tiang	d
12/07	2021	- Menghitung penurunan fondasi Menggunakan Aplikasi Plaxis dan Allpile	d
19/07	2021	- Lanjutkan Perhitungan Penulangan pile cap.	d
20/07	2021	- Getas Pondasi dihitung dgambar komplit Penulangan dan dgambar pula hubungan antara pile cap dg Pondasi Bel	d
20/07	2021	- Uj m Semu Bel	Bel

LEMBAR ASISTENSI



Nama : Guardiana Esti M. 30201700075
 Liza Apriliani 30201700095
 Laporan Tugas : Tugas Akhir
 Nama Proyek : Perencanaan Pondasi Spun Pile pada
 Arus Hotel Semarang
 Dosen Pembimbing II : Dr. Abdul Rochim, ST, MT

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
01	$\frac{20}{04}$ 2021	① Hitung dahulu kapasitas pondasi boredpile kemudian hitung struktur atas dgn ETABS/SAP ② Bab I - III bisa di emailkan ke saya	
02	$\frac{26}{05}$ 2021	① Hitung dahulu pembebanan atas dengan SAP/ETABS.	
03.	$\frac{02}{06}$ 2021	① Flowchart, harusnya antara Manual-Plaxis - allpile itu setingkat bukan allpile dibawah. ② Revisi semua untuk yang keterangan rumus-rumus. ③ Sub bab 4.4 Rumus Daya dukung aksial dan Lateral dimasukkan di sub babnya. ④ Hasil hitungan : dicetak kembali situasinya apakah sudah benar (ditabel hasil ada yang kN/dayang ton) terkait Reese-Mayerhof Kenapa sangat jach hasilnya.	

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
04	05 06 2021	① Analisis tanah dasarnya berdasarkan data tanah ② Daya dukung vertikal fondasi satu tiang vertikal dirubah menjadi Aksial. ③ Dicek kembali benar Cu dalam tabel 4.5 satuannya Ton/m ² ? ④ Pastikan dahulu pada ujung tiang fondasi berada pada tanah kohent atau non-kohent ⑤ hal 37 lapisan tanahnya dibagi beberapa lapis ⑥ setelah Aksial dilanjut dulu ke sub bab Daya dukung lateral baru sub bab penurunan ⑦ Bisa ditambahkan yg belum ada tinjauan geser.	 
05	05 07	① Lengkapi bab V Kesimpulan dan Saran ② Daftar pustaka ③ Cover, dll, lengkapi dari awal s.d Akhir.	
06	12 Juli 2021	Bisa maju Semua TA	





YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
Jl. Raya Semarang-Cilacap No. 101, Semarang 50132, Indonesia
Telp. (061) 8210000 Fax. (061) 8210000
Email: unissula@unissula.ac.id www.unissula.ac.id

FAKULTAS TEKNIK

Alamat Semarang, Indonesia 50132

DOSEN PENGUJI
SEMINAR TUGAS AKHIR

Hari: Jumat
Tanggal: 23 Juli 2021
Jam: 13.00 WIB

Judul Tugas Akhir

Perencanaan Fondasi Spun Pile Pada Aris Hotel Semarang

1	Guardian Estri M	50201700075	
2	Liza Aprihanu	50201700095	

NO	NAMA	TANDA TANGAN
1	Dr. Ir. H Soedarsono,MSI	
2	Dr. Abdul Rochim,ST,MT	
3	Selvia Agustina,ST,M,Eng	

Semarang, 23 Juli 2021

Ketua Program Studi Teknik Sipil





YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
R. Raya Kaligawe Km 4 Semarang 50112 Telp. (024) 6583584 (8 Sal) Fax (024) 6582455
email: informasi@unissula.ac.id web: www.unissula.ac.id

FAKULTAS TEKNIK

Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

JUDUL TUGAS AKHIR
DALAM BAHASA INGGRIS

Hari Jum'at
Tanggal 23 Juli 2021
Jam 13.00 WIB

Judul Tugas Akhir

Perencanaan Fondasi Spun Pile Pada Arus Hotel Semarang
0
0

JUDUL TUGAS AKHIR DALAM BAHASA INGGRIS

Redesign Spun pile foundation at Arus Hotel Semarang
--

1	Guardian Esti M	30201700075	1	
2	Liza Apriliani	30201700095	2	

Pembimbing Tugas Akhir

NO	NAMA	TANDA TANGAN
1	Dr. Ir. H. Soedarsono,MSI	1
2	Dr. Abdul Rochim,ST,MT	2

Semarang, 23 Juli 2021
Kema Program Studi Teknik Sipil





YAYASAN BANGUN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
Jl. Sekeloa Selatan 1 No. 10 Semarang 50132 Telp. (061) 821-3131 Fax. (061) 821-3132
E-mail: unissula@unissula.ac.id

FAKULTAS TEKNIK

Departemen Teknik Sipil dan Perencanaan

Nomor 06 / A2 / SA - T / VII / 2021

Pada hari ini, Jumat Tanggal 23 Juli 2021 telah dilaksanakan

Seminar Tugas Akhir dengan peserta sebagai berikut

1. Nama	Guardian Fatm	30201700075
2. Nama	Lara Apriana	30201700095

Judul TA Perencanaan Fasilitas Spa Pile Pada Arus Hotel Semarang

0
0

Dengan Hasil

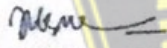
Hasil baik dengan beberapa
kekeliruan dari dosen

Demikian Berita Acara Seminar Tugas Akhir ini dibuat untuk diketahui dan persakuan seperlunya


Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing


Dr. Ir. H. Soedarsono, MSi


Dr. Abdul Rochim, ST, MT


Selva Kusuma, ST, M. Eng





YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km 4 Semarang 50112 Telp. (024) 6583584 (8 Sal) Fax (024) 6583455
email: informasi@unissula.ac.id web: www.unissula.ac.id

FAKULTAS TEKNIK Bersinilah Membangun Dirinetas: Khaira Ummah!

SEMINAR TUGAS AKHIR
MAHASISWA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG

Hari : Jum'at
Tanggal : 23 Juli 2021
Tempat :

NO	NAMA	NIM	TANDA TANGAN
1		1	
2			2
3		3	
4			4
5		5	
6			6
7		7	
8			8
9		9	
10			10
11		11	
12			12
13		13	
14			14
15		15	
16			16
17		17	
18			18
19		19	
20			20

MENGETAHUI

DOSEN PENGUJI	DOSEN PENGUJI



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km 4 Semarang 50132 Telp. (024) 6583584 (8 Sal) Fax (024) 6582455
email: informasi@unissula.ac.id web: www.unissula.ac.id

FAKULTAS TEKNIK

Bismillah Memajukan Generasi Khaira Ummah

SEMINAR TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa / NIM : Guardana Esti M (30201700075)
Liza Apriliani (30201700095)
Hari / Tanggal : Jum'at / 23 Juli 2021
Judul TA : Perencanaan Fondasi Spun Pile
pada Arus Hotel Semarang.....

NO	
1	Tambahkan Perhitungan Efisiensi tiang
2	
3	
4	
5	

DOSEN PENGUJI

[Signature]



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km. 4 Semarang 50112 Telp. (024) 6583584 (8 Sal) Fax (024) 6582455
email: informasi@unissula.ac.id web: www.unissula.ac.id

FAKULTAS TEKNIK

Bismillah Membangun Generasi Khairu Ummah

SEMINAR TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa / NIM : Guardiana Eti Martyasuti (30201700075)
Liza Apriliani (30201700095)
Hari / Tanggal : Jumat / 23 Juli 2021
Judul TA : Perencanaan Pondasi Spun pile pada
Arus Hotel Semarang.

NO	
1	Perbaiki Penulisan Judul
2	Perbaiki nomor pada halaman berita Acara
3	Perbaiki Abstrak
4	Daftar Pustaka Sesuaikan dengan Isi dari BAB I - BAB V
5	

DOSEN PENGUJI



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
Jl. Pahlawan No. 4 Semarang 50132 Telp. (021) 82220418 Fax (021) 82220417
Email: admin@unissula.ac.id web: www.unissula.ac.id

FAKULTAS TEKNIK

Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan


SEMINAR TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa / NIM - Guadriana Esti M / 30201700075
- Lita Apriliana / 30201700095
Hari / Tanggal Jumat / 23 Juli 2021
Judul TA Perencanaan Fondasi Spun Pile
pada Arus Hotel Semarang

No	
1	- pada halaman cover hanya tahun tidak menggunakan bulan
2	- Rumus Daya Dukung Tanah dengan Metode Meyerhoff 1956 yang ada di BAB II sesuaikan dengan BAB IV
3	Perbaiki ABSTRAK
4	- Data primer diganti dengan Data Sekunder.
5	ACC 3/8/2021

UNISSULA
جامعته سلطان أبو جوح الإسلامية

DOSEN PENGURI



PERENCANAAN FONDASI SPUN PILE pada ARUS HOTEL SEMARANG


ORIGINALITY REPORT

25% SIMILARITY INDEX	24% INTERNET SOURCES	3% PUBLICATIONS	15% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	------------------------------

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Sultan Agung Islamic University Student Paper	4%
2	repository.unissula.ac.id Internet Source	2%
3	repositori.usu.ac.id Internet Source	2%
4	repository.its.ac.id Internet Source	2%
5	www.scribd.com Internet Source	1%
6	eprints.undip.ac.id Internet Source	1%
7	pt.scribd.com Internet Source	1%
8	jom.unpak.ac.id Internet Source	1%
9	idoc.pub Internet Source	1%

09/08/2024


a. Abdel Rochin

10	es.scribd.com Internet Source	1 %
11	id.123dok.com Internet Source	1 %
12	123dok.com Internet Source	1 %
13	miniaha34.blogspot.com Internet Source	<1 %
14	repository.usu.ac.id Internet Source	<1 %
15	digilib.polban.ac.id Internet Source	<1 %
16	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	<1 %
17	journal.untar.ac.id Internet Source	<1 %
18	Submitted to Universitas International Batam Student Paper	<1 %
19	journal.unpar.ac.id Internet Source	<1 %
20	jiwapamungkas.blogspot.com Internet Source	<1 %
21	Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya	<1 %



22	Submitted to Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi Universitas Trisakti Student Paper	<1 %
23	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
24	id.scribd.com Internet Source	<1 %
25	portalrekayasa.wordpress.com Internet Source	<1 %
26	Submitted to Udayana University Student Paper	<1 %
27	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
28	core.ac.uk Internet Source	<1 %
29	eprints.unram.ac.id Internet Source	<1 %
30	Submitted to Universitas Islam Syekh-Yusuf Tangerang Student Paper	<1 %
31	media.neliti.com Internet Source	<1 %
32	Submitted to University of Hong Kong Student Paper	<1 %

33	fexdoc.com Internet Source	<1 %
34	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
35	jurnal.untan.ac.id Internet Source	<1 %
36	repo.itera.ac.id Internet Source	<1 %
37	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
38	journal.ubb.ac.id Internet Source	<1 %
39	Submitted to UIN Sunan Gunung Djati Bandung Student Paper	<1 %
40	Submitted to Universitas Muhammadiyah Surakarta Student Paper	<1 %
41	ejurnal.untag-smd.ac.id Internet Source	<1 %
42	Submitted to Marquette University Student Paper	<1 %
43	docplayer.info Internet Source	<1 %

44	archive.org Internet Source	<1 %
45	eprints.upnjatim.ac.id Internet Source	<1 %
46	repository.polimdo.ac.id Internet Source	<1 %
47	Rizqa Zain, Amris Azizi, M. Agus Salim Al Fathoni. "ANALISIS DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN PONDASI TIANG BOR PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG K UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO", CIVeng: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 2021 Publication	<1 %
48	jurnal.umj.ac.id Internet Source	<1 %
49	A Gazali, Fathurrahman, Muthmainnah. "Analysis study of soil bearing capacity and settlement of single pile foundation based on N-SPT data", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021 Publication	<1 %
50	lppm.upiyptk.ac.id Internet Source	<1 %
51	Submitted to Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta	<1 %

52	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
53	jharwinata.blogspot.com Internet Source	<1 %
54	www.adhi.co.id Internet Source	<1 %
55	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1 %
56	repository.univ-tridianti.ac.id Internet Source	<1 %
57	syahrulciv.blogspot.com Internet Source	<1 %
58	jurnal.unma.ac.id Internet Source	<1 %
59	look-better.icu Internet Source	<1 %
60	mafiadoc.com Internet Source	<1 %
61	sipilusm.wordpress.com Internet Source	<1 %
62	www.neliti.com Internet Source	<1 %

- | | | |
|----|--|------|
| 63 | Andyt Tegar Zakahfi, Rini Kusumawardani.
"PERBANDINGAN ANALISA DAYA DUKUNG
TIANG PANCANG MENGGUNAKAN METODE
PERHITUNGAN L. DECOURT DAN TES PDA",
Teknika, 2018
Publication | <1 % |
| 64 | G.J. Padondan, S. Ramadhani. "Kajian
Penerapan Fondasi Sumuran Pada Jembatan
Pombeve di Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah",
REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering
Journal on Research and Development, 2020
Publication | <1 % |
| 65 | docobook.com
Internet Source | <1 % |
| 66 | ejournal.uika-bogor.ac.id
Internet Source | <1 % |
| 67 | sttgarut.ac.id
Internet Source | <1 % |
| 68 | dspace.uii.ac.id
Internet Source | <1 % |
| 69 | www.repository.trisakti.ac.id
Internet Source | <1 % |
| 70 | Hilmi Hilmi, Lilis Puspitawati, Ranti Utari.
"Pengaruh Kompetisi, Pertumbuhan Laba dan
Kinerja Lingkungan terhadap Pengungkapan | <1 % |

Informasi Emisi Karbon pada Perusahaan",
Owner (Riset dan Jurnal Akuntansi), 2020
Publication

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

