



PROYEK AKHIR - VC 191845

PERENCANAAN PILE-RAFT FOUNDATION PADA APARTEMEN TAMANSARI EMERALD SURABAYA

MUHAMMAD AHDI HAFIDZ HASAN
NRP : 10111610013051

DOSEN PEMBIMBING 1
Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA.
NIP. 19501011 198203 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2
Prof. Ir. M. Sigit D, M.EngSc., Ph.D.
NIP. 19630726 198903 1 003

PROGRAM SARJANA TERAPAN
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



PROYEK AKHIR - VC 191845

PERENCANAAN PILE-RAFT FOUNDATION PADA APARTEMEN TAMANSARI EMERALD SURABAYA

MUHAMMAD AHDI HAFIDZ HASAN
NRP : 10111610013051

DOSEN PEMBIMBING 1
Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA.
NIP. 19501011 198203 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2
Prof. Ir. M. Sigit D, M.EngSc., Ph.D.
NIP. 19630726 198903 1 003

PROGRAM SARJANA TERAPAN
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



FINAL PROJECT - VC 191845

DESIGN OF PILE RAFT FOUNDATION ON TAMANSARI EMERALD APARTMENT SURABAYA

MUHAMMAD AHDI HAFIDZ HASAN
NRP : 10111610013051

1ST SUPERVISOR
Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA.
NIP. 19501011 198203 1 002

2ND SUPERVISOR
Prof. Ir. M. Sigit D, M.EngSc., Ph.D.
NIP. 19630726 198903 1 003

BACHELOR OF APPLIED DEGREE PROGRAM
DEPARTEMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
FACULTY OF VOCATION
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN PILE-RAFT FOUNDATION PADA APARTEMEN TAMANSARI EMERALD SURABAYA

PROYEK AKHIR

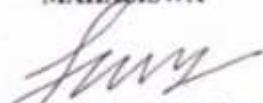
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan
pada

Program Sarjana Terapan
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Surabaya, 22 Agustus 2020

Oleh:

MAHASISWA


Mohammad Abdur Hafidz Hasan
NRP. 10111610013051

Disetujui Oleh:





Berita Acara Sidang Proyek Akhir

Departemen Teknik Infrastruktur S1/Ioil Fakultas Vokasi ITS

Semester Genap 2019-2020

Nomor BA :

Nomor. Ijin/wal :

76

Program Studi : D4 Teknik Sipil (TRIPES)

Dilanjut oleh : Fitria Wahyuni, ST., MT

Bahwa pada hari ini : Kamis, 13-Agt-2020

Di tempat : Online Meeting

Pukul : 8.00 s/d 10.00

Telah dilaksanakan sidang Penyajian Hasil Rancangan dan Penilaian

PERENCANAAN PILE-RAFT FOUNDATION PADA APARTEMEN TAMANSARI EMERALD SURABAYA

Yang dihadiri dan diresentasikan oleh mahasiswa : (Hadir / Tidak Hadir)
10111610013051 MUHAMMAD AHDI HAFIZZ HASAN Hadir

Yang dihadiri oleh dosen Pembimbing: (Hadir / Tidak Hadir)
1 Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA. Hadir
2 Prof. Ir. Muhammad Sigit Damawani, M.EngSc., Ph.D. Hadir

Yang dihadiri oleh dosen Penugui: (Hadir / Tidak Hadir)
1 Afrif Navir Refani, ST., MT. Hadir
2 Dr. Moh. Muntaha, ST., MT. Hadir
3 Fitria Wahyuni, ST., MT Hadir
4 Deris Faiza, ST., MT Hadir

Bahwasannya, musyawarah pembimbing dan peneguhi pada sidang proyek akhir ini memutuskan:
10111610013051 MUHAMMAD AHDI HAFIZZ HASAN

LULUS, DENGAN REVISI MINOR

Catatan / revisi / masukan :

Afrif Navir Refani, ST., MT.

- a. Inovasi atau perbedaan dari proyek adinya
- b. Apakah ada referensi pendukung atau justifikasi ilmiah untuk pemilihan tipe raft pondasi?
- c. Bagaimana aplikasi efek gempa pada perencanaan
- d. Perhitungan manual daya dukung pondasi sesuai teori?
- e. Penulangan pondasi raft
- f. Penentuan harga satuan dan acuannya

Dr. Moh. Muntaha, ST., MT.

- a Penjelasan history pemilihan raft pondasi
- b Cek tag (kerasa design menjadi jauh lebih mahal)
- c Kontrol perhitungan tegangan yang terjadi pada design pile raft pondasi
- d
- e
- f

Fitria Wahyuni, ST., MT

- a Grafik settlement
- b Diagram alir metodologi
- c
- Denit Faisa ST, MT
- a Mengelaskan complementary antara geoS dan plaxis
- b Detail sambungan antara raft dan spun pile

Tindak lanjut :

Mahasiswa memperbaiki/merevisi Projek Akhir sesuai dengan masukan di atas.

Penutup :

Demikian Berita Acara Sidang Projek Akhir ini dibuat sebagai panduan revisi oleh Mahasiswa.

Lampiran :

Tempekan screen capture peserta meeting online disini.





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SPTL

Kampus ITS , Jl. Mendo 127 Surabaya 62116

Telp. 031-5947037 Fax. 031-5938625

<http://www.its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama

NRP

Judul Tugas Akhir

: 1. Muhammad Andi Halida 2

: 2. 1011610013051 2

: Perancangan Pile - Raft Foundation pada

Afsofman Tambang Emas Emerald Surabaya

Dosen Pembimbing

: 1. Prof. Ir. M. Syaiful D. M. EngSt., Ph.D

: 2. Prof. Ir. M. Syaiful D. M. EngSt., Ph.D

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
1	12/02/2020	- Pelajaran : cara analisa sistem dengan metode B	<i>[Signature]</i>	
		- layer tanah pada plastis	<input type="checkbox"/>	B C K
		Literasi dan borongan . operasi penilaian tanah	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Irama pertambahan dari H-SPT		
2	19/02/2020	- Metode pemodelan , dengan teknik uji coba di kaca-kaca	<input type="checkbox"/>	B C K
		- analisa teknik tunjang	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	24/02/2020	- Pelajaran : apa yang harus di input pada metode tunjang	<i>[Signature]</i>	
4	27/02/2020	- CEK metode hasil pencampuran di RCI	<input type="checkbox"/>	B C K
		- Gunakan teknik teknik mencampur dalam kerangka pemodelan	<i>[Signature]</i>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	17/03/2020	- Analisa parameter tanah menggunakan tabel korrelasi	<input type="checkbox"/>	B C K
6	1/04/2020	- CEK pemodelan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Hitung Tegangan		
7	15/04/2020	- CEK Beda penurunan pada plastis		
8	23/04/2020	- CEK batuan pile	<input type="checkbox"/>	B C K
9	27/04/2020	- Metode perancangan diberi gambar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	15/05/2020	- Hasil perancangan + saran kesimpulan		

cat:

B = Lulus sejauh dari jadwal

C = Sesuai dengan jadwal

K = Tertunda dari jadwal

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

“PERENCANAAN PILE-RAFT FOUNDATION PADA APARTEMEN TAMANSARI EMERALD SURABAYA”

Nama Mahasiswa : Muhammad Ahdi Hafidz Hasan
NRP : 10111610013051
Departemen : Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi – ITS
Dosen Pembimbing 1 : Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA.
NIP : 19501011 198203 1 002
Dosen Pembimbing 2 : Prof. Ir. M. Sigit D, M.EngSc., Ph.D.
NIP : 19630726 198903 1 003

Abstrak

Surabaya menempati peringkat kedua sebagai kota dengan jumlah penduduk paling banyak di Indonesia. Surabaya menempati posisi 109 kota terbanyak dengan bangunan pencakar langit. Apartemen Tamansari Emerald ini memiliki ketinggian 143.9 meter. Di dalam bangunan ini memiliki jumlah lantai sebanyak 41 lantai, yang terdiri dari 8 lantai podium dan 33 lantai tower. Dimana dengan ketinggian tersebut menjadikan apartemen tamansari emerald nantinya akan menjadi gedung pencakar langit. Konsep gedung pencakar langit yang nantinya berfungsi menjadi hunian harus memiliki perencanaan dengan teliti dan hati-hati tidak hanya untuk struktur atas tetapi juga untuk Struktur bagian bawah sebagai penopang Gedung tersebut. Proyek Apartemen Tamansari Emerald terletak di Surabaya dimana kondisi tanah di Surabaya sebagian besar berupa tanah Lempung. Penentuan jenis pondasi yang dirasa cocok untuk diterapkan pada Gedung tinggi dan jenis tanah seperti di Kota Surabaya adalah Pondasi Pile-Raft, karena Pondasi Pile-Raft akan mengatasi penurunan yang akan terjadi. Bukan menghilangkan kemungkinan terjadinya penurunan.

Tahapan yang penulis lakukan dalam proses perancanaan pondasi Pile-Raft yang mengacu pada SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik yaitu Aplikasi Geo 5 digunakan dalam melakukan analisa daya dukung serta penurunan, serta aplikasi plaxis 2D dalam memodelkan Pile-raft foundation untuk mendapatkan nilai gaya gaya yang dapat digunakan untuk merancang tulangan dari Pile Raft Foundation.

Dari proses permodelan yang telah dilakukan pile raft foundation yang direncanakan dengan tebal raft 2 meter dan menggunakan spun pile diameter 600 mm serta kedalaman 48 meter memiliki nilai daya dukung tiang 5258,44 kN.serta nilai penurunan total sebesar 2,5 cm dan memiliki nilai beda penurunan yang sudah memenuhi persyaratan geoteknik yaitu lebih kecil 1/300 dari jarak antar kolom. Penulangan raft direncanakan berdasarkan momen yang dikeluarkan dari aplikasi Plaxis 2D dengan menggunakan tulangan D32 dipasang rangkap dengan jarak 150 mm. Metode pelaksanaan direncanakan dimulai dengan pekerjaan persiapan yang meliputi kegiatan pembesihan lahan, pemagaran, serta pengukuran, dilanjutkan pekerjaan injection tiang pancang, pekerjaan galian lalu pekerjaan pile raft foundation yang meliputi kegiatan pemasangan bekisting, pemasangan tulangan dan pengecoran. Biaya material yang dikeluarkan untuk pembangunan pondasi sesuai rencana sebesar Rp. 29,396,544,844

Kata kunci: Pondasi pile raft, Geo5, Plaxis 2D, Daya Dukung, Penurunan, Metode Pelaksanaan, Biaya Material

“DESIGN OF PILE RAFT FOUNDATION ON TAMANSARI EMERALD APARTMENT SURABAYA”

Name of Student	: Muhammad Ahdi Hafidz Hasan
NRP	: 10111610013051
Departement	: Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi – ITS
1st Supervisor	: Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA.
NIP	: 19501011 198203 1 002
2nd Supervisor	: Prof. Ir. M. Sigit D, M.EngSc., Ph.D.
NIP	: 19630726 198903 1 003

Abstract

Surabaya ranks second as the city with the most number of inhabitants in Indonesia. Surabaya occupies the position of 109 most cities with skyscrapers. Tamansari Emerald Apartment has a height of 143.9 meters. The building has a floor number of 41 floors, consisting of 8 floors of podium and 33 tower floors. In the same height, you will become a skyscraper apartment for Tamansari Emerald. The concept of skyscrapers that later functioned to be residential should have a thorough planning and careful not only for the upper structure but also for the lower structure as the support of the building. Tamansari Emerald Apartment Project is located in Surabaya where the soil condition in Surabaya is mostly land of Lempung. Determining the type of foundation that is deemed suitable to be applied to the tall building and type of land such as in the city of Surabaya is the Pile-Raft Foundation, because the Pile-Raft Foundation will overcome the decline that will occur. Not eliminate the possibility of decline.

The stage that the author is doing in the process of building a Pile-Raft foundation which refers to SNI 8460:2017 geotechnical planning requirements is the Geo 5 application is used in carrying out Bearing Capacity, as well as 2D Plaxis application in modeled

the Pile-raft Foundation to obtain a style value that can be used to design the reinforcement of the Pile Raft Foundation.

From the modelling process, the pile Raft Foundation was planned with 2 meters of thick raft and using spun pile diameter of 600 mm and a depth of 48 meters has the value of the carrying power of the pole 5258.44 kN. As well as a total decrease value of 2.5 cm and has a different value of decline that has fulfilled the requirement of geotechnical that is smaller 1/300 than the distance between columns. The repatriation of the raft is planned based on the moment removed from the Plaxis 2D application using a dual D32 mounted reinforcement with a distance of 150 mm. The planned implementation method starts with the preparation work which includes land-rearing activities, fencing, and measurement, followed by a pile of injection of pile, excavation, and then finished with raft plate work includes formwork installation, reinforcement and casting installation. The cost of material issued for foundation development according to the plan is Rp. 29,396,544,844

Keyword: Pile Raft Foundation, GEO5, Plaxis 2D, Bearing Capacity, deformation, work method, cost of Material

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya Tugas Akhir Terapan yang berjudul “Perencanaan *Pile Raft Foundation* Pada Apartemen Tamansari Emerald Surabaya dapat tersusun serta terselesaikan dengan baik dan dapat mempresentasikan pada Sidang Tugas Akhir Terapan.

Tugas Akhir Terapan ini merupakan salah satu syarat akademis pada Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari penulisan Tugas Akhir Terapan ini agar mahasiswa dapat memahami serta mengetahui langkah kerja dalam permodelan peracncangan *pile raft foundation* serta metode pekerjaannya.

Tersusunnya Laporan Tugas Akhir Terapan ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan orang sekitar. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir Terapan ini, yaitu : Allah SWT dan Rasulullah SAW.

1. Ibu, Bapak beserta keluarga penulis yang selalu memberikan motivasi serta doa yang tak pernah putus demi kesuksesan buah hatinya.
2. Bapak Mohamad Khoiri, ST., MT., Ph.D., selaku ketua Departemen Teknik Infrastruktur Sipil FV – ITS.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA. dan Bapak Prof. Ir. M. Sigit D, M.EngSc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dan bimbingan selama proses pembuatan proposal.
4. Bapak selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dan bimbingan selama proses pembuatan proposal.

5. Teman-teman Teknik Infrastruktur Sipil yang selalu mendukung dan memberikan semangat dalam penyelesaian proposal tugas akhir terapan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan proposal tugas akhir terapan ini masih banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis agar dimasa datang menjadi lebih baik. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan yang ada dalam proposal tugas akhir terapan ini.

Surabaya, 23 Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
Abstrak	ix
Abstract	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanah Lempung	5
2.2 Penurunan	5
2.2.1 Penurunan Izin.....	5
2.3 Pondasi pada Tanah Lempung.....	5
2.4 Spun Pile.....	6
2.5 Pondasi <i>Raft</i>	6
2.5.1 Penggunaan Raft Foundation	7

2.6	Perhitungan Tulangan Pondasi <i>Raft</i>	8
2.7	Pondasi Pile Raft	8
2.8	Studi Terdahulu	9
2.9	Pembebanan	10
2.10.	Efek Gempa pada Pondasi	10
2.11	Permodelan	11
2.11.1	Plaxis 2D	11
2.11.2	Geo 5	15
2.12	Korelasi Data Parameter Tanah	17
2.13	Metode Pelaksanaan.....	18
2.13.1	Pengecoran Mass Concrete	19
2.14	Perhitungan Biaya Material	19
BAB III METODOLOGI	21	
3.1	Flowchart.....	21
3.2	Studi Literatur.....	23
3.3	Pengumpulan Data.....	23
3.3.1	Data Bangunan Sebelum Modifikasi.....	23
3.3.2	Data Bangunan Modifikasi.....	24
3.4	Analisa Parameter Tanah.....	24
3.5	Analisa Pembebaran.....	27
3.6	Perencanaan Pondasi <i>Pile Raft</i>	27
3.7	Menghitung Daya Dukung <i>Spun Pile</i> dengan Geo 5	
	27	

3.8	Perhitungan Penurunan <i>Pile Raft Foundation</i> dengan Plaxis 2D.....	27
3.9	Cek Kontrol Berdasarkan SNI 8460:2017	28
3.10	Perancangan Metode Pelaksanaan	28
3.11	Perhitungan Biaya Material Pelaksanaan Pekerjaan	28
3.12	Kesimpulan dan Saran	28
BAB IV DATA DAN ANALISA TANAH		31
4.1	Data Tanah.....	31
4.2	Analisa Parameter Tanah.....	31
4.2.1	Parameter Tanah Titik <i>Bore Log</i>	31
4.3	Data dan Spesifikasi Bahan	32
4.3.1	Data Rencana Spun Pile	32
4.3.2	Data Rencana Pondasi Raft	33
4.4	Data Beban Struktur Atas	33
4.5	Analisa Beban Struktur Atas	34
BAB V HASIL PERMODELAN DAN PEMBAHASAN		37
5.1	Permodelan Tiang Tunggal menggunakan Geo5	37
5.1.1	Hasil <i>Vertical Capacity</i> Tiang Tunggal pada Geo 5	42
5.2	Permodelan <i>Pile Raft Foundation</i> dengan Program Plaxis 2D	43
5.3	Hasil Permodelan <i>Pile-Raft Foundation</i> Pada Progam Plaxis 2D	46

5.3.1	Nilai Penurunan Total pada <i>Pile Raft Foundation</i>	46
5.3.2	Cek Beda Penurunan	47
5.4	Penulangan Raft Foundation	51
5.5	Kontrol Kekuatan Bahan pada Pile	55
5.6	Geser Pons	56
5.7	Rekapitulasi	58
5.8	Metode Pelaksanaan	58
5.8.1	Pekerjaan Persiapan.....	58
5.8.2	Pekerjaan Injection Spun Pile	61
5.8.3	Pekerjaan Galian	63
5.8.4	Pekerjaan Raft Foundation	64
5.9	Biaya Material Pekerjaan <i>Pile Raft Foundation</i> ..	68
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	69
6.1.	Kesimpulan.....	69
6.2.	Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71	
BIODATA PENULIS	73	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Peringkat Kota Surabaya Berdasarkan Jumlah Bangunan Tinggi	1
Gambar 1. 2. Struktur Atas Apartemen Tamansari Emerald	2
Gambar 2. 1. Prestressed Concrete Pretension Spun Pile...	6
Gambar 2. 2 Jenis-jenis Raft Foundation	7
Gambar 2. 3. Jenis Interaksi pada Pondasi Tiang-Rakit	9
Gambar 2. 4. Permodelan Plaxis 2D 1.....	12
Gambar 2. 5. Permodelan Plaxis 2D 2.....	13
Gambar 2. 6. Permodelan Plaxis 2D 3.....	13
Gambar 2. 7. Permodelan Plaxis 2D 4.....	14
Gambar 2. 8. Permodelan Plaxis 2D 5.....	14
Gambar 2. 9. Menu Pile pada Geo 5.....	15
Gambar 2. 10. Permodelan Geo 5.....	16
Gambar 2. 11. Permodelan Geo 5 (2)	16
Gambar 2. 12. Permodelan Geo 5 (3)	17
Gambar 3. 1. Flowchart	22
Gambar 3. 2. Analisa Tegangan	27
Gambar 3. 3. Permodelan Pelat Raft tanpa Pile.....	28
Gambar 5. 1. Alur Permodelan Tiang Tunggal Menggunakan Geo 5	37
Gambar 5. 2. Geometri Lapisan Tanah pada Geo 5	38
Gambar 5. 3. Input Data Tanah Lapis 1 pada Geo 5	38
Gambar 5. 4. Input Data Tanah Lapis 2 pada Geo 5	39
Gambar 5. 5. Input Data Tanah Lapis 3 pada Geo5	39
Gambar 5. 6. Input Data Tanah Lapis 4 pada Geo5	40
Gambar 5. 7. Input Data Tanah Lapis 5 pada Geo5	40

Gambar 5. 8. Input Data Tanah Lapis 6 pada Geo5	41
Gambar 5. 9. Input Data Beban pada Permodelan Tiang Tunggal Geo 5	41
Gambar 5. 10. Input Data Dimensi Tiang Pancang pada Geo 5	42
Gambar 5. 11. Output Vertical Capacity pada Geo 5	42
Gambar 5. 12. Geometri Lapisan Tanah pada Plaxis 2D .	43
Gambar 5. 13. Input data Raft Foundation	44
Gambar 5. 14. Input Data Spun Pile	44
Gambar 5. 15. Geometri Permodelan Pile Raft Foundation pada Plaxis 2D.....	45
Gambar 5. 16. Gambaran Stage Construction	46
Gambar 5. 17. Nilai Penurunan yang Terjadi pada Pile Raft Foundation.....	47
Gambar 5. 18. Penurunan yang Terjadi pada Pile A	48
Gambar 5. 19. Penurunan yang Terjadi pada Pile C.....	49
Gambar 5. 20. Penurunan yang Terjadi pada Pile B.....	49
Gambar 5. 21. Output Momen Raft pada Plaxis 2D.....	51
Gambar 5. 25. Nilai Gaya Aksial yang diterima	55
Gambar 5. 26. Nilai Momen yang diterima	55
Gambar 5. 27. Alur Pekerjaan Pile Raft Foundation	58
Gambar 5. 28. Pekerjaan Pembersihan	59
Gambar 5. 29. Pekerjaan Pemasangan Pagar Proyek	60
Gambar 5. 30. Pekerjaan Pengukuran.....	61
Gambar 5. 31. Pekerjaan Pemancangan	62
Gambar 5. 32. Pekerjaan Pengelasan.....	63
Gambar 5. 33. Pekerjaan Galian.....	64
Gambar 5. 34. Pemasangan Bekisting Batako.....	65
Gambar 5. 35. Penulangan Pelat Raft.....	66
Gambar 5. 36. Pengecoran Pelat Raft.....	67

Gambar 5. 37. Struktur Atas dan Pile Raft Foundation 67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Tabel Korelasi Nilai Koefisien Adhesi.....	17
Tabel 2. 2. Nilai Moudulus Elastisitas Tanah.....	18
Tabel 2. 3. Nilai Poisson Ratio (v)	18
Tabel 3. 1. Data Boring Log.....	25
Tabel 3. 2. Rekapitulasi Hasil Tes	26
Tabel 4. 1 Parameter Tanah untuk Input Geo5.....	31
Tabel 4. 2. Parameter Tanah untuk Input Plaxis 2D.....	32
Tabel 4. 3. Spesifikasi Spun Pile	32
Tabel 4. 4. Spesifikasi Pelat Raft.....	33
Tabel 4. 5. Hasil Analisa Pembebanan Struktur Atas.....	33
Tabel 5. 1. Data Input Beban pada Geo 5.....	37
Tabel 5. 2. Perhitungan QI Berdasarkan Metode Luciano Decourt	43
Tabel 5. 3. Kekuatan Bahan pada Pile	56
Tabel 5. 4. Rekapitulasi Nilai Output	58
Tabel 5. 5. Biaya Material Pile Raft Foundation	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Surabaya menempati peringkat kedua sebagai kota dengan jumlah penduduk paling banyak di Indonesia. Hal ini yang menyebabkan Surabaya memiliki jumlah hunian yang sangat banyak. Surabaya sendiri menjadi salah satu kota dengan deretan gedung pencakar langit. Setidaknya ada 85 gedung bertingkat yang tersebar di Surabaya. Surabaya menempati posisi 109 kota terbanyak dengan bangunan pencakar langit. Tercatat terdapat 13 gedung dengan tinggi di atas 100 meter, 7 gedung dengan tinggi di atas 150 meter, dan 1 gedung di atas 200 meter.



Gambar 1. 1. Peringkat Kota Surabaya Berdasarkan Jumlah Bangunan Tinggi

(Sumber : <http://www.skyscrapercenter.com/> [Diakses pada 5 Desember 2019])

Apartemen Tamansari Emerald ini memiliki ketinggian 143.9 meter. Di dalam bangunan ini memiliki jumlah lantai sebanyak 41 lantai, yang terdiri dari 8 lantai podium dan 33 lantai tower. Dimana dengan ketinggian tersebut menjadikan apartemen tamansari emerald nantinya akan menjadi gedung pencakar langit



Gambar 1. 2. Struktur Atas Apartemen Tamansari Emerald

Proyek Apartemen Tamansari Emerald terletak di daerah yang memiliki data tanah didominasi oleh tanah lempung. Dengan pertimbangan bangunan tergolong Gedung pencakar langit, serta karakteristik tanah pada lokasi tersebut, dilakukan alternatif perencanaan pondasi *pile raft*. Pondasi *pile raft* akan mengatasi penurunan yang akan terjadi. Bukan menghilangkan kemungkinan terjadinya penurunan. Tetapi, penurunan yang terjadi akan sama di semua bagian gedung.

Oleh karena itu, Penulis melakukan perencanaan pondasi *pile raft* menggunakan bantuan software geo5 untuk mengetahui kapasitas daya dukung *Spun Pile* dan permodelan pondasi *pile raft* dengan bantuan *software plaxis 2D* untuk mengetahui penurunan yang terjadi serta gaya gaya yang akan ditinjau untuk perancangan struktur pondasi *Pile Raft*. Selain itu penulis akan merencanakan metode pelaksaan serta menghitung biaya material untuk perancangan struktur pondasi *Pile Raft*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengetahui kapasitas daya dukung *Spun-pile* menggunakan aplikasi Geo 5?
2. Bagaimana memodelkan *pile-raft foundation* pada Apartemen Tamansari Emerald dengan menggunakan program bantu software Plaxis 2D?
3. Bagaimana kesesuaian nilai penurunan dari permodelan *pile raft foundation* pada software Plaxis 2D terhadap kontrol penurunan pada SNI 8460:2017?
4. Bagaimana metode pelaksanaan penggerjaan pondasi *pile raft* pada apartemen Tamansari Emerald?
5. Bagaimana perhitungan biaya material untuk pondasi *pile raft*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

1. Pondasi yang direncanakan adalah *Pile-Raft Foundation*
2. Gedung yang ditinjau telah dilakukan modifikasi menggunakan *system outrigger* dan *belt truss* baja.
3. Kapasitas daya dukung *Spun Pile* didapatkan dari permodelan menggunakan aplikasi Geo 5
4. Penurunan dan gaya yang terjadi pada pondasi *Pile-Raft Foundation* diperoleh dengan melakukan permodelan pada software Plaxis 2D
5. Perhitungan penulangan didasarkan pada gaya-gaya yang telah dikeluarkan dari Plaxis 2D
6. Perhitungan gempa pada struktur bawah mengikuti dari nilai tegangan yang merupakan konversi dari pembebanan struktur atas
7. Peraturan pekerjaan mengacu pada SNI 8460:2017 “Persyaratan Perancangan Geoteknik”
8. Pekerjaan struktur atas dihitung oleh Sdr. Febrie Akbar Rotieb dalam tugas akhirnya yang berjudul “Desain Modifikasi Sistem Struktur Bangunan Apartemen

Tamansari Emerald Surabaya dengan Menggunakan Sistem *Outrigger* dan *Belt-Truss Baja*”

9. Harga untuk perhitungan biaya menggunakan referensi harga di Kota Surabaya

1.4 Tujuan

Penyusunan tugas akhir terapan ini dimaksudkan untuk mencapai tujuan sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui kapasitas daya dukung *Spun pile* menggunakan aplikasi Geo 5
2. Dapat mengetahui permodelan *pile-raft foundation* pada Tamansari Emerald dengan menggunakan program bantu software plaxis 2D
3. Dapat merencanakan *pile-raft foundation* pada apartemen Tamansari Emerald berdasarkan kontrol penurunan pada SNI 8460:2017 dengan program bantu software Plaxis 2D
4. Dapat mengetahui metode pelaksanaan pekerjaan pondasi pada apartemen Tamansari Emerald
5. Dapat menentukan biaya material *pile-raft foundation* pada apartemen Tamansari Emerald

1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir terapan ini adalah sebagai berikut :

1. Memahami keuntungan dari pengaplikasian system *Pile-raft foundation* untuk struktur bawah pada bangunan tinggi yang berlokasi dikondisi tanah lunak.
2. Memberikan referensi mengenai rancangan struktur bawah menggunakan *Pile-raft foundation*.
3. Menambah wawasan tentang desain struktur bawah pada Gedung tinggi.
4. Menambah wawasan tentang metode pelaksanaan pengerjaan *Pile-raft foundation*.
5. Memahami perhitungan biaya material pekerjaan *Pile-Raft Foundation*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung

Lempung (*clays*) sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan parti kel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (*clay minerals*), dan mineral-mineral yang sangat halus lain

Menurut *Terzaghi* (1987) tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur- unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupsa hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang.

2.2 Penurunan

Penurunan adalah amblesnya suatu bangunan akibat deformasi lapisan tanah di bawah bangunan. Penurunan terjadi akibat suatu lapisan tanah mengalami pembebaran. Penurunan pondasi harus diperkirakan dengan sangat hati-hati untuk berbagai bangunan, jembatan, dan struktur-struktur penting/biaya mahal yang lainnya.

2.2.1 Penurunan Izin

Penurunan total dan beda penurunan yang diizinkan ditentukan berdasarkan toleransi struktur atas dan bangunan sekitar yang harus ditinjau berdasarkan masing-masing kasus tersendiri dengan mengacu pada integritas, stabilitas dan fungsi dari struktur diatasnya. Penurunan izin $< 15 \text{ cm} + b/600$ (b dalam satuan cm) untuk bangunan tinggi dan bisa dibuktikan struktur atas masih aman. (SNI 8640:2017 Pasal 9.2.4.3)

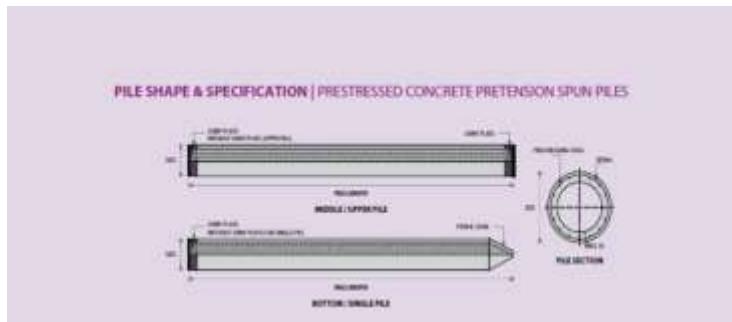
2.3 Pondasi pada Tanah Lempung

Semakin tinggi kadar lempung pada suatu tanah, semakin kuat pula pondasi yang dibutuhkan. Pondasi yang dikombinasikan

dengan tiang memiliki kekuatan yang baik jika berurus dengan tanah lempung. Karena pondasi tiang menjangkau lapisan tanah yang lebih dalam dimana tanah memiliki konsistensi yang lebih keras. Sehingga pondasi tiang memiliki ketstabilitan yang lebih baik.

2.4 Spun Pile

Spun pile adalah suatu pondasi tiang berbentuk bulat yang telah difabrikasi sebelumnya, memiliki keunggulan yang baik untuk stabilitas pada tanah yang bersifat lunak. Injeksi spun pile biasa dilakukan menggunakan alat *Hammer* atau *Hydraulic pile driven*



Gambar 2. 1. Prestressed Concrete Pretension Spun Pile

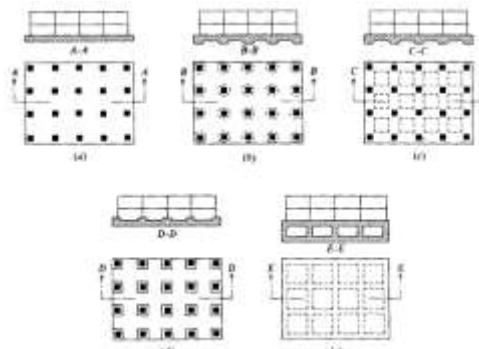
2.5 Pondasi Raft

Raft foundation adalah beton yang berbentuk rakit melebar keseluruh bagian dasar bangunan, yang digunakan untuk meneruskan beban bangunan ke lapisan tanah dasar atau batubatuhan di bawahnya. Sebuah pondasi rakit bisa digunakan untuk menopang tangki-tangki penyimpanan atau digunakan untuk menopang beberapa bagian peralatan industri. Pondasi rakit biasanya digunakan di bawah kelompok silo, cerobong, dan berbagai konstruksi bangunan. Selain itu, pondasi *raft* memiliki keunggulan untuk mengatasi masalah penurunan. Bukan tidak terjadi penurunan. Namun, penurunan yang terjadi akan sama di semua bagian gedung, dimana plat beton pada pondasi *raft* akan

mengimbangi gerakan diferensial antara posisi beban. Penurunan yang tidak sama di bagian-bagian gedung, akan menjadikan bangunan kita retak dan mengalami kegagalan baik secara struktural maupun arsitektural. Hal ini dikarenakan terjadi perbedaan gaya tarik antara sisi gedung yang satu dengan yang lain.

Pondasi *raft* terbagi dalam beberapa jenis yang lazim digunakan dalam perencanaan suatu struktur bangunan:

- a. Pelat rata
- b. Pelat yang ditebalkan di bawah kolom
- c. Balok dan pelat
- d. Pelat dengan kaki tiang
- e. Dinding ruangan bawah tanah sebagai bagian pondasi telapak



Gambar 2. 2 Jenis-jenis Raft Foundation
(Sumber : Bowles, 1988)

2.5.1 Penggunaan Raft Foundation

Berdasarkan C.C. Sharat (*Raft Foundation Design and Analysis with a Practical Approach*)

Raft foundation biasanya disarankan dalam situasi:

1. Ketika beban pada bangunan begitu berat
2. Ketika struktur sangat rentan terhadap perbedaan penurunan

Dikarenakan pondasi raft memiliki keunggulan dalam mengatasi beda penurunan, bukannya tidak terjadi penurunan namun penurunan yang terjadi menjadi lebih merata

2.6 Perhitungan Tulangan Pondasi *Raft*

Dalam mencari tulangan pada pondasi rakit, perhitungan yang dilakukan sama dengan melakukan perhitungan kebutuhan tulangan pada pelat, dalam buku *principles of foundation engineering (seventh edition)* dijelaskan bahwa penulangan dapat dihitung dengan cara (Braja M. Das 1995):

Dimana :

Mu : Momen yang terjadi pada pondasi raft (output plaxis)

As : Luas tulangan

per meter luas

d : diameter

tulangan

Fy : Mutu baja tulangan

Fc : Mutu beton

S : Jarak antar tulangan

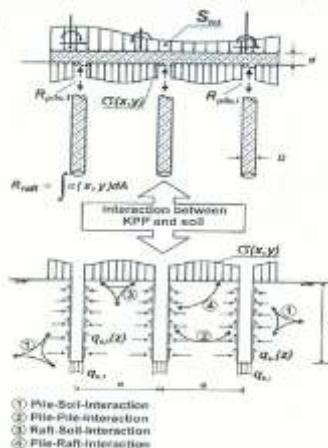
Φ : faktor reduksi (0,9)

Penulangan dapat dihitung dengan mencari momen kapasitas dari tulangan rencana yang akan dipasang dan setelah dikali dengan faktor reduksi maka momen ultimate akibat tulangan dapat di bandingkan dengan momen ultimate yang terjadi pada pondasi raft.

2.7 Pondasi Pile Raft

Pondasi *Pile-Raft* konsep umumnya adalah pondasi *raft* dengan menggunakan tiang yang mereduksi penurunan tanah. Pertama kali diajukan oleh Burland pada tahun 1977. Apabila

pondasi *Pile-Raft* biasa diberikan gaya merata di atasnya, maka penurunan tanah yang terjadi akibat beban tersebut terlihat seperti “mangkuk”. Hal ini disebabkan penurunan yang terjadi di bagian tengah pondasi *raft* memiliki nilai terbesar, sementara penurunan yang terjadi di bagian pinggir pondasi *raft* memiliki nilai terkecil. Oleh karena itu, tiang berfungsi untuk mereduksi penurunan pondasi *raft* di bagian tengah. Sedangkan, Katzenbach (2000) mendefinisikan pondasi tiang-rakit sebagai jenis pondasi yang bekerja sebagai struktur komposit dengan memanfaatkan tiga elemen penahan beban, yaitu tiang pancang, pondasi rakit, dan jenis tanah di bawah struktur. Oleh karena itu, terdapat empat jenis interaksi yang terjadi dalam struktur pondasi tiangrakit (Gambar 2.3). Keempat interaksi tersebut adalah interaksi antara tiang dengan tanah, interaksi antara tiang dengan tiang di sebelahnya, interaksi antara pondasi rakit dengan tanah, dan interaksi antara tiang dengan pondasi rakit.



Gambar 2. 3. Jenis Interaksi pada Pondasi Tiang-Rakit
(Sumber: Katzenbach, 2000)

2.8 Studi Terdahulu

Terdapat studi yang telah dilakukan oleh Rosy Lumintang (2019), Perancangan *Pile-Raft Foundation* pada Gedung

Apartemen Cornell Ciputra.

2.9 Pembebanan

Struktur bawah harus memenuhi persyaratan beban gempa rencana berdasarkan RSNI 1726-201X Pasal 4.2.2. Kombinasi Pembebanan yang digunakan untuk perhitungan beton bertulang sesuai dengan RSNI 1726-201X dalam pasal 4.2.2.1 sampai 4.2.2.3, dengan kombinasi pembebanan sebagai berikut :

1. $1,4D$
2. $1,2D + 1,6L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$
3. $1,2D + 1,6(L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
4. $1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
5. $0,9D + 1,0W$
6. $1,2D + Ev + Eh + L$
7. $0,9D - Ev + Eh$

2.10. Efek Gempa pada Pondasi

Efek gempa pada pondasi dijelaskan pada SNI 2847:2019 ” Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan” pada pasal 13.2.3.1 : Struktur dasar, seperti yang dijelaskan di dalam analisis, tidak perlu selalu terkait dengan fondasi atau lantai dasar, atau untuk bangunan dasar seperti yang dijelaskan pada peraturan umum gedung untuk perencanaan (sebagai contoh, batas ketinggian atau persyaratan untuk perlindungan terhadap api). Detail kolom dan dinding yang menerus di bawah dasar struktur ke fondasi diharuskan untuk tetap konsisten dengan struktur atasnya. Serta pada pasal 13.2.3.2 : Respons inelastik pada elemen struktur di atas fondasi diharapkan terjadi ketika goncangan kuat tanah yang mana elemen fondasi harus tetap elastis. Karena perbaikan fondasi bisa menjadi sangat sulit dan mahal. Persyaratan fondasi sebagai penopang bangunan yang masuk dalam Kategori Desain Seismik (KDS) D, E, atau F menunjukan kesepakatan tingkat minimum dari pelaksanaan yang baik dalam desain dan pendetailan fondasi beton dalam rangka mencapai tujuan tersebut.

2.11 Permodelan

Pemodelan adalah proses untuk membuat sebuah model yang dibantu dengan sebuah sistem. Model adalah representasi dari sebuah bentuk nyata, sedangkan sistem adalah saling berhubungan antar elemen yang membangun sebuah kesatuan. Permodelan biasanya dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* tertentu untuk mempermudah penggerjaan. Dalam geoteknik umumnya membutuhkan permodelan struktur tanah untuk kemudian disimulasikan, untuk melakukan simulasi pada penggerjaan tugas akhir ini menggunakan aplikasi *software* plaxis 2D untuk permodelan pondasi *pile raft* dan geo5 untuk mengetahui daya dukung dari *Spun pile*.

2.11.1 Plaxis 2D

Plaxis 2D adalah aplikasi yang ramah pengguna yang ditujukan untuk analisis dua dimensi, deformasi dan stabilitas dalam rekayasa Geoteknik dan mekanika batuan. Plaxis 2D digunakan di seluruh dunia oleh perusahaan dan institusi teknik terkemuka di industri teknik sipil dan Geoteknik. Aplikasi berkisar dari penggalian, tanggul dan tunnelling, pertambangan dan geomekanika reservoir. Permodelan Pile Raft Foundation pada Plaxis 2D dilakukan untuk mendapat nilai penurunan serta gaya gaya yang terjadi pada pile raft foundation

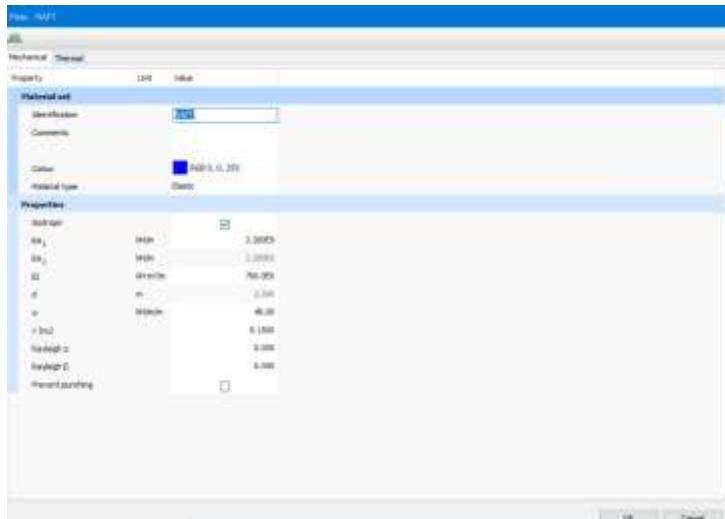
Langkah-langkah permodelan *Pile Raft Foundation* menggunakan plaxis 2D :

1. Membuat geometri dari *interface tanah*



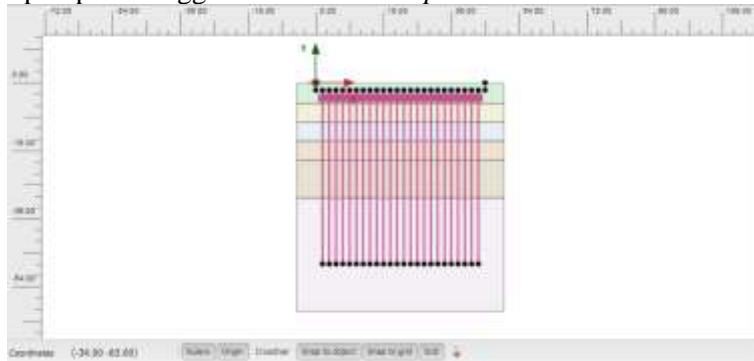
Gambar 2. 4. Permodelan Plaxis 2D 1

2. Input material *Raft Foundation*, serta *Spun pile* sesuai data perencanaan



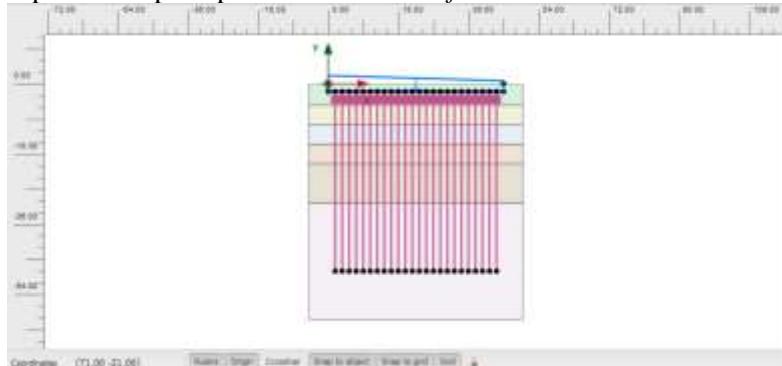
Gambar 2. 5. Permodelan Plaxis 2D 2

3. Modelkan Raft dengan menu *plate* sedangkan modelkan Spun pile menggunakan *embedded pile row*



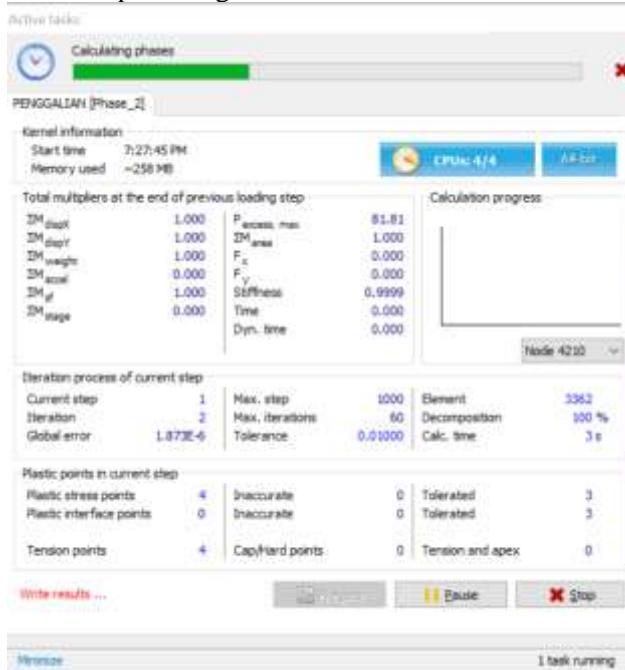
Gambar 2. 6. Permodelan Plaxis 2D 3

4. Input beban pada permodelan *Pile Raft Foundation*



Gambar 2. 7. Permodelan Plaxis 2D 4

5. Lakukan perhitungan



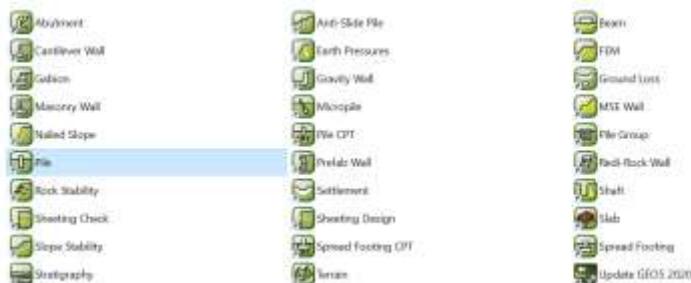
Gambar 2. 8. Permodelan Plaxis 2D 5

2.11.2Geo 5

Geo 5 merupakan salah satu program aplikasi geoteknik yang cepat digunakan untuk membantu memecahkan permasalahan geoteknik. Geo 5 dikhkususkan untuk menghitung dan menganalisis masalah-masalah yang berkaitan dengan pekerjaan tanah, misalnya pekerjaan pemancangan,dinding penahan tanah (retaining wall), menganalisis penurunan tanah (Settlement),menganalisis stabilitas lereng (Slope Stability), dan lain sebagainnya. Geo5 dapat menghitung dan menganalisis dalam waktu yang singkat, akan tetapi akurat dan tepat. Geo 5 dapat menghitung dan menganalisis salah satunya daya dukung dari satu tiang pancang (*pile*). Selain itu permodelan pile pada Geo 5 dilakukan untuk mendapatkan nilai axial skin resistance untuk diinput pada permodelan pada plaxis 2D

Langkah-langkah permodelan tiang pancang pada aplikasi geo 5

- Pilih menu pile untuk permodelan tiang pancang



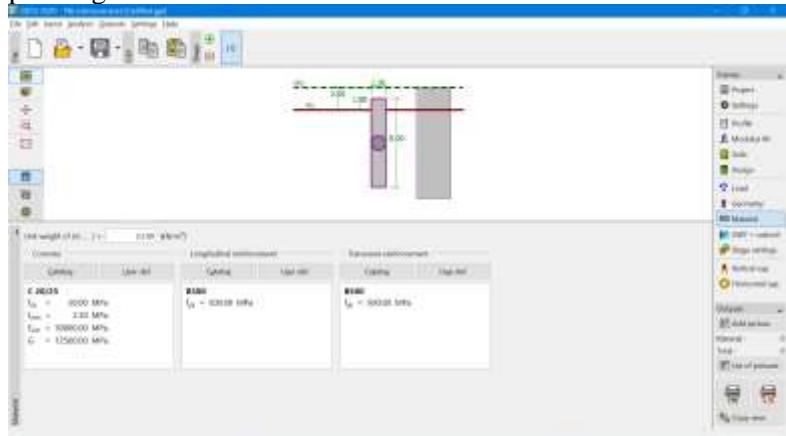
Gambar 2. 9. Menu Pile pada Geo 5

2. Masukan data interface dari data tanah yang ada



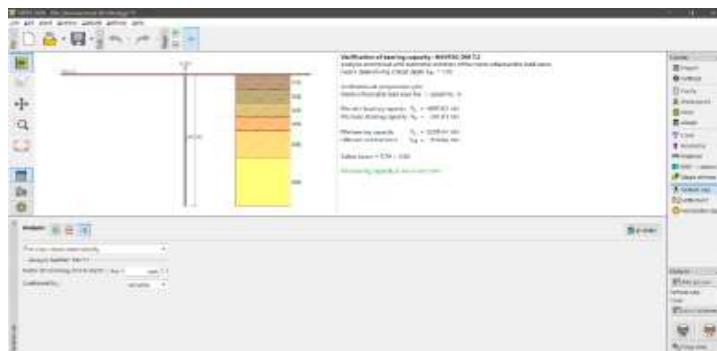
Gambar 2. 10. Permodelan Geo 5

3. Masukan material sesuai spesifikasi perencanaan tiang pancang



Gambar 2. 11. Permodelan Geo 5 (2)

4. Lihat *vertical capacity* untuk mengetahui nilai dari daya dukung tiang



Gambar 2. 12. Permodelan Geo 5 (3)

2.12 Korelasi Data Parameter Tanah

Korelasi data parameter tanah dilakukan untuk memenuhi data yang tidak tersedia dari laboratorium pengujian untuk melakukan permodelan *pile raft foundation*

Tabel 2. 1. Tabel Korelasi Nilai Koefisien Adhesi
Sumber : Geo 5 Manual

Pile material	Soil consistency	Cohesion range $c \text{ in } [\text{kPa}]$	Adhesion coefficient $\alpha [-]$
Timber and concrete piles	Very soft	0 - 12	0.00 - 1.00
	Soft	12 - 24	1.00 - 0.96
	Medium stiff	24 - 48	0.96 - 0.75
	Stiff	48 - 96	0.75 - 0.48
	Very stiff	96 - 192	0.48 - 0.33
Steel piles	Very soft	0 - 12	0.00 - 1.00
	Soft	12 - 24	1.00 - 0.92
	Medium stiff	24 - 48	0.92 - 0.70
	Stiff	48 - 96	0.70 - 0.36
	Very stiff	96 - 192	0.36 - 0.19

Literature:

NAVFAC DM 7.2, Foundation and Earth Structures, U.S. Department of the Navy, 1984.

Tabel 2. 2. Nilai Moudulus Elastisitas Tanah
 (Sumber : E. Bowles, 1988)

Soil	E_s	
	kN	kg/cm ²
Clay		
Very soft	0.05-0.4	3-30
Soft	0.2-0.6	20-40
Medium	0.6-1.2	45-90
Hard	1-3	70-200
Sandy	4-6	300-425
Glacial fill	1.5-22	100-1,600
Loess	2-8	150-600
Sand		
Silty	1-3	30-200
Loose	1.5-3.5	100-250
Dense	7-12	500-1,000
Sand and gravel		
Dense	14-28	800-2,000
Loose	7-20	500-1,400
Shales	20-2,000	1,400-14,000
Silt	0.3-3	30-200

Tabel 2. 3. Nilai Poisson Ratio (ν)
 (Sumber : (M.Das, 1995)

Type of soil	μ
Clay, saturated	0.4-0.5
Clay, unsaturated	0.1-0.3
Sandy clay	0.2-0.3
Silt	0.3-0.35
Sand (dense)	0.2-0.4
Coarse (void ratio = 0.4-0.7)	0.15
Fine-grained (void ratio = 0.4-0.7)	0.25
Rock	0.1-0.4 (depends somewhat on type of rock)
Loess	0.1-0.3
Ice	0.36
Concrete	0.15

2.13 Metode Pelaksanaan

Metode Pelaksanaan dari pekerjaan *Pile Raft Foundation* yang menggunakan Spun pile biasa dilakukan dengan injeksi pancang

menggunakan alat *hydraulic pile driven* serta pengecoran *raft* menggunakan metode *mass concrete*

2.13.1 Pengecoran Mass Concrete

Pada pengecoran pondasi *Pile raft* pengecoran dilakukan dengan *mass concrete* yaitu Pengecoran setiap volume beton dengan dimensi yang cukup besar sehingga diperlukan langkah-langkah yang diambil untuk mengatasi pembangkitan panas dari hidrasi semen dan perubahan volume yang ada untuk meminimalkan retak. Untuk menstabilkan suhu selama pengecoran sesuai ketentuan SNI 2847:2013 dan ACI 207 dimana suhu maksimal selama pengecoran yaitu 35°C berdasarkan ACI 207 untuk metode pendinginan beton selama pengecoran yaitu *pre-cooling*, metode *pre-cooling* dilakukan dengan beberapa hal yaitu penggunaan air es dalam proses *mixing* saat di *batching plant*, injeksi nitrogen dan penanaman pipa pendingin yang dapat mempertahankan suhu beton dibawah 24°C

2.14 Perhitungan Biaya Material

Pekerjaan pondasi mencakup pekerjaan pengeboran, bekisting, pekerjaan pemasangan dan pekerjaan pengecoran. Dalam tugas akhir ini, yang dihitung hanya biaya material saja yaitu material beton dan material tulangan.

1. Perhitungan Harga Spun Pile:

Harga (Rp.) x Jumlah Tiang

2. Perhitungan Biaya Pelat Raft

1. Volume Tulangan Pondasi Rakit

$$\text{Panjang tulangan pokok} = \text{panjang tulangan (m)} \\ \times \text{jumlah tulangan}$$

$$\text{Berat Total Tulangan} = \text{Berat tulangan/m} \times \\ \text{Panjang tulangan} \\ \text{pokok}$$

$$\text{Biaya} = \text{Harga (Rp.)} \times \text{Berat}$$

2. Volume Cor

$$\text{Volume total (m}^3\text{)} = \text{panjang (m)} \times \text{lebar} \\ (\text{m}) \times \text{tebal (m)}$$

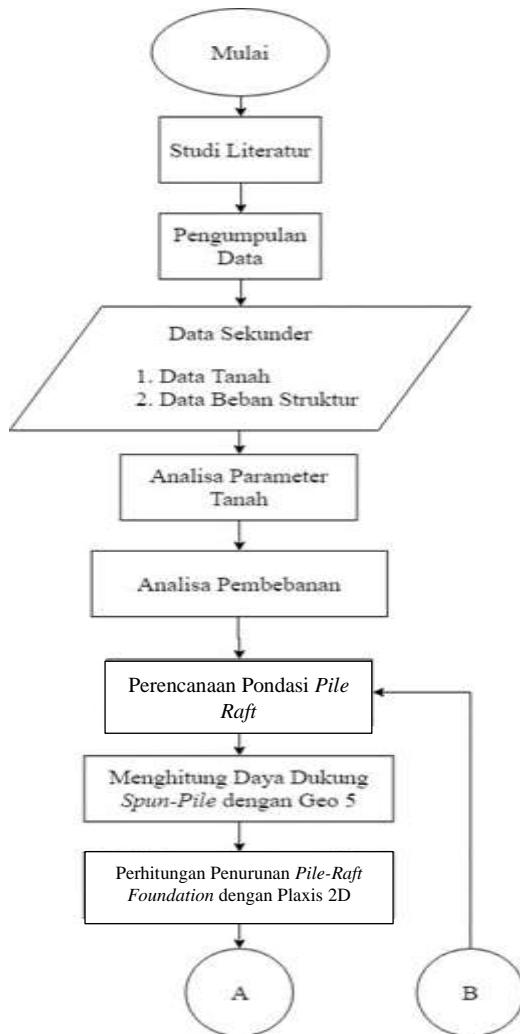
$$\text{Biaya} = \text{Harga (Rp.)} \times \text{Volume}$$

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI

3.1 Flowchart





Gambar 3. 1. Flowchart

3.2 Studi Literatur

Studi literatur adalah mencari refrensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan

Refrensi tersebut berisikan tentang :

1. Cara permodelan *software plaxis 2D*
2. Cara permodelan *software geo 5*
3. Korelasi data tanah yang dibutuhkan
4. Metode Pelaksanaan Pekerjaan
5. Menghitung Biaya Material

Refrensi tersebut dapat dicari dari buku,jurnal, artikel, ataupun internet. Dengan adanya refrensi adalah sebagai dasar teori dalam menyelesaikan tugas akhir dan juga menjadi dasar untuk melakukan perencanaan pondasi *pile raft* Tamansari Emerald.

3.3 Pengumpulan Data

3.3.1 Data Bangunan Sebelum Modifikasi

Dalam proses Perencanaan *Pile-Raft Foundation* dibutuhkan data eksisting dari *Pile-Raft Foundation*, Data Tanah dan Data Gambar. Data diperoleh dari PT. Wijaya Karya Gedung.

Berikut adalah data Eksiting yang diperoleh :

Nama Gedung	:	Apartemen Tamansari Emerald
-------------	---	--------------------------------

- Jumlah lantai : 2 tower, 41 Lantai, 1 Basement
- Lokasi : Jl. Emerald Mansion Citraland, Surabaya
- Jenis Tanah : Tanah Lunak
- Tinggi gedung : 143.9 m
- Data Material :

- *Pile Cap* : Beton f_c' 29.05
- Pancang : F_c' 52 MPa
- Dimensi Tiang : Ø 60 cm
- Kedalaman Tiang : 48 m
- Ketebalan Raft : 3.85 m

3.3.2 Data Bangunan Modifikasi

Berikut data bangunan setelah modifikasi :

- Perkuatan : Outriggered Belt-Truss Baja
- Ketebalan Raft : 2 meter
- Ketebalan Pelat Raft : 2.00 m

3.4 Analisa Parameter Tanah

Analisa Data tanah yang diperoleh dari Proyek Apartemen Tamansari Emerald terdapat data N-SPT dan hasil tes tanah. Data diberikan digunakan untuk input data pada software Geo5 dan Plaxis.

Tabel 3. 1. Data Boring Log
 (Sumber : Laboratorium Mekanika Tanah dan Batuan ITS)

Tabel 3.2. Rekapitulasi Hasil Tes
(Sumber : Laboratorium Mekanika Tanah dan Batuan ITS)

DEPTH (Meter)	VOLUMETRIC + GRAVIMETRIC							CONSOLIDATION			
	Gs	e	Sr	Wc	n	vt	vd	vsat	Pp	Cc	Cv
-5.50	2.059	1.388	66.76	43.00	58.14	1.050	1.050	1.674	-	-	-
-10.50	2.058	1.375	82.17	42.51	57.69	1.050	1.119	1.719	-	-	-
-15.50	2.071	1.325	93.98	41.66	56.99	1.021	1.149	1.710	-	-	-
-20.50	2.058	1.265	82.45	40.32	55.70	1.050	1.142	1.701	-	-	-
-30.50	2.060	1.196	82.21	38.42	54.50	1.050	1.222	1.656	-	-	-
-40.50	2.072	1.124	87.540	36.20	52.93	1.740	1.271	1.890	-	-	-

DEPTH (Meters)	SOIL ANALYSIS			ATTERBERG LIMITS			STRENGTH			PERMEABILITY
	G	S	S+C+I	LL	PL	IP	e	C	Cu	
-5.50	0.00	8.15	91.85	63.65	52.18	31.47	①	—	0.24	—
-10.50	0.00	8.47	91.56	63.65	50.25	30.64	①	—	0.32	—
-15.50	0.00	8.67	91.13	64.16	50.25	30.64	①	—	0.78	—
-20.50	0.00	7.68	92.22	64.24	39.42	33.19	①	—	0.86	—
-25.50	0.00	7.69	92.11	64.33	33.33	31.38	①	—	0.91	—
-30.50	0.00	8.79	91.21	63.54	33.47	30.07	①	—	1.53	—

REMARK	G = Gravel (%)	LL = Liquid Limit (%)	δ = Angle of internal friction (degrees)
S =	S = Sand (%)	PL = Plastic Limit (%)	C = Cohesion (kg/cm^2)
S + CL	S + CL = Clay (%)	P = Plastic Index (Cu)	CU = Cohesion Undrained (kg/cm^2)

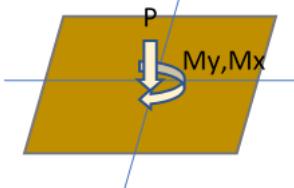
Gs	= Specific Gravity	Wc	= Water content (%)	Ts	= Saturated density (gr/cc)
n	= Void ratio	n	= Porosity (%)	Td	= Dry density (gr/cc)
Gr	= Degree of saturation (%)	γ	= Wet density (gr/cc)		

- P_p = Preconsolidation Pressure (kg/cm^2)
- C_c = Compression Index
- C_v = Coefficient of Consolidation (cm^2/kg)
- T_r = Test result

3.5 Analisa Pembebanan

Dalam melakukan perencanaan struktur bangunan harus memperhatikan beban-beban yang akan terjadi pada bangunan tersebut. Sehingga diperlukannya suatu pendekatan dengan asumsi yang mendekati keadaan yang sesungguhnya. Analisa pembebanan dilakukan agar permodelan yang dilakukan semakin mendekati kondisi eksisting bangunan. Beban yang diterima pondasi *pile raft* merupakan beban yang di salurkan oleh elemen struktur kolom. Permodelan pondasi *pile raft* dan pembebanannya menggunakan plaxis 2D. Sehingga, permodelan dilakukan pada daerah yang kritis atau tepat pada garis netral dari pondasi *pile raft*.

Pembebanan pada plaxis 2D dengan rumus sebagai berikut :



Gambar 3. 2. Analisa Tegangan

3.6 Perencanaan Pondasi *Pile Raft*

Perencanaan pondasi *pile raft* dilakukan untuk merencanakan dimensi serta material sebelum di masukan kedalam perhitungan menggunakan *software* Plaxis 2D atau Geo 5

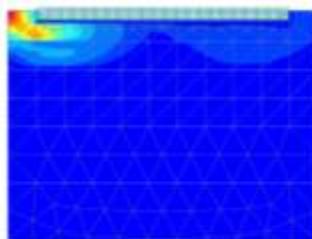
3.7 Menghitung Daya Dukung *Spun Pile* dengan Geo 5

Kapasitas daya dukung *Spun Pile* diketahui dari permodelan menggunakan *software geo5*.

3.8 Perhitungan Penurunan *Pile Raft Foundation* dengan Plaxis 2D

Setelah melakukan perhitungan daya dukung pancang menggunakan Geo 5 serta melakukan permodelan pelat raft tanpa

pile. Lakukan permodelan menggunakan plaxis 2D untuk mengetahui nilai penurunan.



Gambar 3. 3. Permodelan Pelat Raft tanpa Pile

3.9 Cek Kontrol Berdasarkan SNI 8460:2017

Besarnya penurunan total dan beda penurunan yang diizinkan ditentukan berdasarkan toleransi struktur atas dan bangunan sekitar yang harus ditinjau berdasarkan masing-masing kasus tersendiri dengan mengacu pada integritas, stabilitas dan fungsi dari struktur diatasnya. Penurunan izin $< 15 \text{ cm} + b/600$ (b dalam satuan cm) untuk bangunan tinggi dan bisa dibuktikan struktur atas masih aman. (SNI 8460:2017). Apabila *pile-raft foundation* eksisting tidak memenuhi persyaratan peraturan konstruksi, maka akan dilakukan permodelan ulang serta optimalisasi dari *pile-raft foundation*.

3.10 Perancangan Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan pekerjaan menjelaskan mengenai tahapan yang dilalui dalam pelaksanaan pekerjaan yang akan dilakukan untuk melakukan proses pembangunan.

3.11 Perhitungan Biaya Material Pelaksanaan Pekerjaan

Melakukan perhitungan harga material pekerjaan pile raft foundation

3.12 Kesimpulan dan Saran

Dengan perencanaan yang telah dilakukan, maka akan dilakukan kontrol penurunan pondasi tersebut sehingga berupa

suatu hasil analisa dan pembahasan. Setelah itu akan ditarik kesimpulan sesuai dengan control yang telah dilakukan berhubungan dengan Perancangan pondasi *pile raft*.

3.13 Penggambaran Teknik

Gambar Teknik digunakan untuk memvisualisasikan hasil perencanaan, selain itu gambar teknik menjadi media penyampaian informasi. Agar lebih mudah dipahami oleh pembaca. Penggambaran teknik dalam tugas akhir ini adalah penggambaran detail desain pondasi *pile raft*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

DATA DAN ANALISA TANAH

4.1 Data Tanah

Data tanah yang digunakan dalam Proyek Akhir ini adalah data SPT dari proyek pembangunan Gedung apartemen Tamansari Emerald, Surabaya dengan data SPT dengan kedalaman sampai dengan -60.50 m serta data rekapitulasi dari laboratorium.

4.2 Analisa Parameter Tanah

Analisa parameter tanah dilakukan untuk mendapatkan data parameter-parameter tanah yang tidak terdapat pada data tanah yang tersedia. Analisa dilakukan dengan metode korelasi.

4.2.1 Parameter Tanah Titik *Bore Log*

Nilai korelasi parameten tanah tersebut digunakan untuk input ke dalam program Geo5 dan Plaxis 2D. Hasil analisa parameter tanah yang juga telah dikorelasikan sesuai sub bab 2.11 dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Parameter Tanah untuk Input Geo5

Depth (m)	Jenis Tanah	N- SPT	γ	γ_{sat}	Edef	poisson ratio (v)	Cu	b	α
			(kN/m ³)	(kN/m ³)	(Mpa)		(kPa)	(°)	
0.00-5.50	LEMPUNG (SOFT)	5	15.32	16.42	3.0	0.2	23.54	0.0	1.00
5.50-10.50	LEMPUNG (STIFF)	9	15.64	16.65	7.0	0.2	48.05	0.0	0.75
10.50-15.50	LEMPUNG (STIFF)	12	15.96	16.86	7.0	0.2	76.49	0.0	0.75
15.50-20.50	LEMPUNG (STIFF)	15	15.72	16.68	8.0	0.2	84.34	0.0	0.75
20.50-30.50	LEMPUNG (VERY STIFF)	19	16.60	17.34	8.0	0.2	89.24	0.0	0.48
30.50-60.50	LEMPUNG (VERY STIFF to HARD)	33	17.06	17.71	15.0	0.2	150.04	0.0	0.48

Tabel 4. 2. Parameter Tanah untuk Input Plaxis 2D

Depth (m)	Jenis Tanah	N-SPT	γ	γ_{sat}	Kx	Ky	v	Cu	Φ (phi)	ψ (psi)	E
			(kN/m ³)	(kN/m ³)	(m/day)	(m/day)		(kPa)			Mpa
0.00-5.50	LEMPUNG (SOFT)	3	15.32	16.42	0	0	0.2	23.54	0	0	2500
5.50-10.50	LEMPUNG (STIFF)	9	15.64	16.65	0	0	0.2	48.05	0	0	5833.333333
10.50-15.50	LEMPUNG (STIFF)	12	15.96	16.86	0	0	0.2	76.49	0	0	5833.333333
15.50-20.50	LEMPUNG (STIFF)	15	15.72	16.68	0	0	0.2	84.34	0	0	6666.666667
20.50-30.50	LEMPUNG (VERY STIFF)	19	16.60	17.34	0	0	0.2	89.24	0	0	6666.666667
30.50-60.50	LEMPUNG (VERY STIFF to HARD)	33	17.06	17.71	0	0	0.2	150.04	0	0	12500

4.3 Data dan Spesifikasi Bahan

4.3.1 Data Rencana Spun Pile

Spun pile yang digunakan pada tugas akhir perencanaan pondasi pile raft apartemen tamansari emerald menggunakan *prestressed concrete pretension spun pile class A1* wika beton dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 4. 3. Spesifikasi Spun Pile

Spesifikasi Spun Pile				
γ beton bertulang	=	24	kN/m ³	
fc'	=	52	Mpa	
Baja Tulangan	=	PC-BAR		
Diameter	=	0.6	m	
Kedalaman Pile	=	48	m	
Jarak Antar Pile	=	1.8	m	
f _y	=	1420	Mpa	
E	=	33892181.99	kN/m ²	
A	=	0.15708	m ²	
I	=	0.0051051	m ⁴	
EA	=	5323783.9		
EI	=	173022.575		
w	=	393	kg/m	
jumlah spun pile	=	1224	bah	

4.3.2 Data Rencana Pondasi Raft

Pile raft foundation di rancang dengan dimensi raft 91.45 x 45 meter dengan ketebalan 2 meter menggunakan bahan beton bertulang f_c' 29.05 Mpa dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 4. 4. Spesifikasi Pelat Raft

Spesifikasi Raft Foundation				
Panjang	=	91,445	m	
Lebar	=	45	m	
Tebal	=	2	m	
γ beton bertulang	=	24	kN/m ³	
f_c'	=	40	Mpa	
Baja Tulangan	=	BJ 41		
f_y	=	410	Mpa	
E	=	29725410.01	kN/m ²	
A	=	90	m ²	
I	=	30	m ⁴	
EA	=	2675286901	Kn/m ²	
EI	=	891762300.2		
w	=	48	kN/m/m	

4.4 Data Beban Struktur Atas

Beban untuk pondasi didapatkan dari beban struktur atas yang telah dianalisa menggunakan aplikasi software ETABS. Struktur atas dianalisa menggunakan peraturan pembebaan dan gempa. Hasil output beban dari struktur atas (Base Reaction) melalui permodelan dengan software ETABS didapatkan data beban gaya aksial (P), momen arah x (Mx), momen arah y (My), gaya horizontal arah x (Hx), dan gaya Horizontal arah y (Hy). Untuk Melakukan Pembebasan pada progam plaxis 2D, output beban dari ETABS harus diolah dengan sehingga menjadi tegangan. berikut hasil gaya dari beban struktur atas :

Tabel 4. 5. Hasil Analisa Pembebaan Struktur Atas

Kombinasi	HX	HY	P	MX	MY
	kN	kN	kN	kN-m	kN-m
(1.2 D + L + Qy)	9561.146	27054.93	1122213	27106611	-39956195

4.5 Analisa Beban Struktur Atas

Untuk Melakukan Pembebanan pada program plaxis 2D, output beban dari ETABS harus dianalisa menggunakan rumus yang tercantum pada bab 3.5 mengenai analisa pembebanan sehingga beban tersebut akan menjadi beban tegangan yang nantinya akan menghasilkan dua tegangan yaitu tegangan maximum dan tegangan minimum. Adapun tahapan Pengelolahan dan hasil analisa beban struktur atas sebagai berikut :

$$P = 1122213 \text{ kN}$$

$$M_x = 27106611 \text{ kN}$$

$$M_y = -39956195 \text{ kN}$$

Untuk menjadi tegangan, maka dari itu digunakan rumus :

$$\sigma (\text{maks,min}) = \frac{P}{A} \boxed{\pm} \frac{M_x}{I_x} \boxed{\pm} \frac{M_y}{I_y}$$

Spesifikasi pondasi raft = 91.445 x 45 m



Gambar 0.1 Sketsa pondasi raft

$$A = 4115.025 \text{ m}^2$$

$$I_x = \frac{bh^3}{12} = \frac{91.445 \times 45^3}{12} = 694410,468 \text{ m}^3$$

$$I_y = \frac{b^3 h}{12} = \frac{91.445^3 \times 45}{12} = 2867551,065 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
 \sigma (\text{maks}) &= \frac{P}{A} + \frac{Mx}{Ix} + \frac{My}{Iy} \\
 &= \frac{1122212.633}{4115.025} + \frac{27106611}{694410,468} + \frac{39956195}{2867551.065} \\
 &= 325.680 \text{ kN/m}^2 \\
 \sigma (\text{min}) &= \frac{P}{A} - \frac{Mx}{Ix} - \frac{My}{Iy} \\
 &= \frac{1122212.633}{4115.025} - \frac{27106611}{694410,468} - \frac{39956195}{2867551.065} \\
 &= 219.741 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{Inclinasi} &= \sigma (\text{maks}) - \sigma (\text{min}) \\
 &= 105.938 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Jadi, beban yang akan diinputkan dalam plaxis sebesar 325,680 kN/m² dan 219,741 kN/m²

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

HASIL PERMODELAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Permodelan Tiang Tunggal menggunakan Geo5

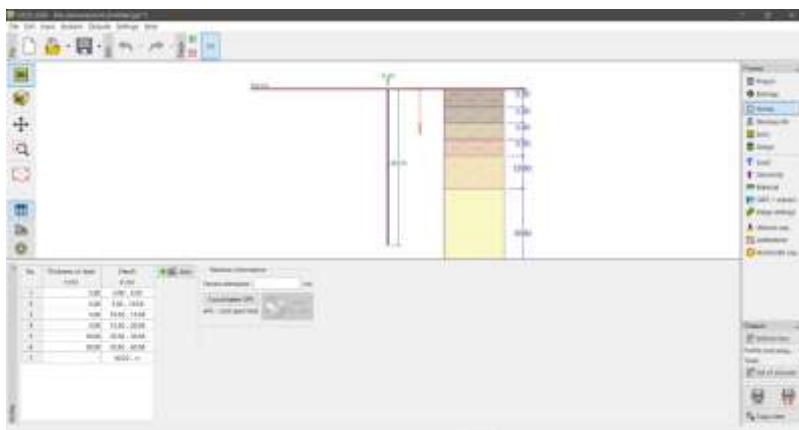
Permodelan tiang tunggal dilakukan untuk mengetahui kapasitas dukung dari satu tiang tunggal. Permodelan ini dilakukan menggunakan program bantu software GEO5 dengan menggunakan *menu pile*, data yang diinputkan pada geo 5 sesuai dengan korelasi pada tabel 4.1 dan spesifikasi bahan yang diinputkan sesuai tabel 4.4. setelah memasukan input data tanah maka, langkah selanjutnya adalah memasukan nilai beban aksial sesuai pada tabel 4.5 yang telah dibagi jumlah tiang pancang, dan selanjutnya dilakukan analisa. berikut gambaran dari tahap-tahap permodelan pile dengan geo 5.

Tabel 5. 1. Data Input Beban pada Geo 5

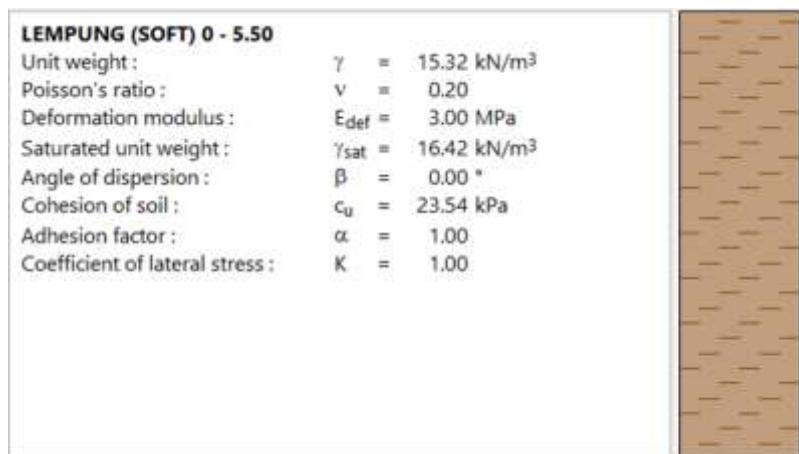
Kombinasi	Jumlah pancang	N kN
(1.2 D + L + Qy)		1122212.633
(1.2 D + L + Qy) / jumlah pancang	1224	916.8403864



Gambar 5. 1. Alur Permodelan Tiang Tunggal Menggunakan Geo 5



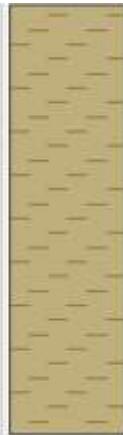
Gambar 5. 2. Geometri Lapisan Tanah pada Geo 5



Gambar 5. 3. Input Data Tanah Lapis 1 pada Geo 5

LEMPUNG (STIFF) 5.50 - 10.50

Unit weight :	γ =	15.54 kN/m ³
Poisson's ratio :	ν =	0.20
Deformation modulus :	E_{def} =	7.00 MPa
Saturated unit weight :	γ_{sat} =	16.65 kN/m ³
Angle of dispersion :	β =	0.00 °
Cohesion of soil :	c_u =	48.05 kPa
Adhesion factor :	α =	0.75
Coefficient of lateral stress :	K =	1.00



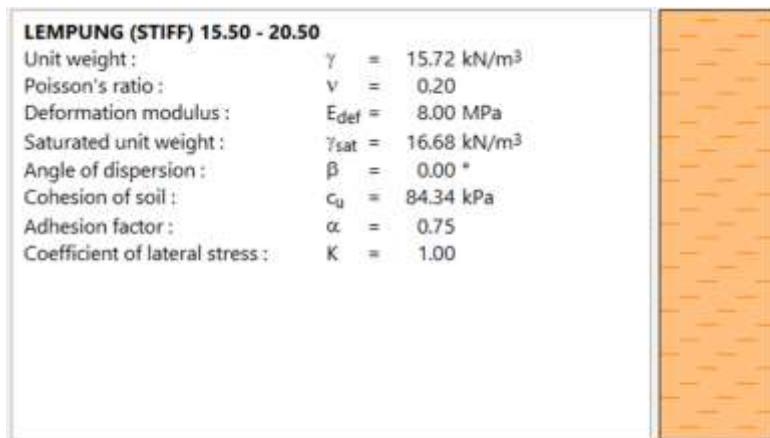
Gambar 5. 4. Input Data Tanah Lapis 2 pada Geo 5

LEMPUNG (STIFF) 10.50 - 15.50

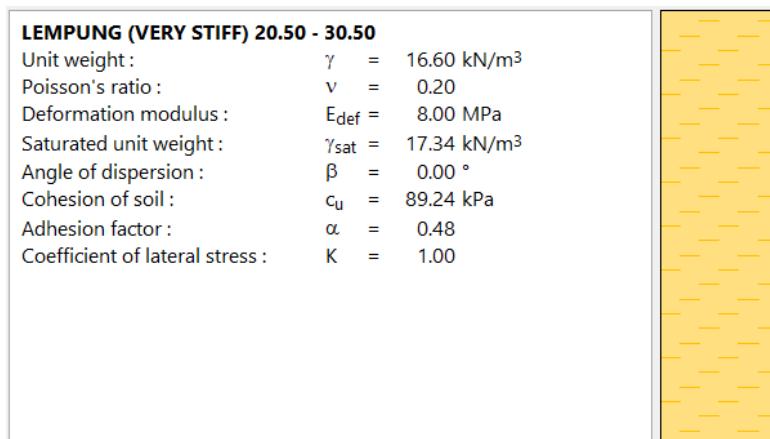
Unit weight :	γ =	15.96 kN/m ³
Poisson's ratio :	ν =	0.20
Deformation modulus :	E_{def} =	7.00 MPa
Saturated unit weight :	γ_{sat} =	16.86 kN/m ³
Angle of dispersion :	β =	0.00 °
Cohesion of soil :	c_u =	76.49 kPa
Adhesion factor :	α =	0.75
Coefficient of lateral stress :	K =	1.00



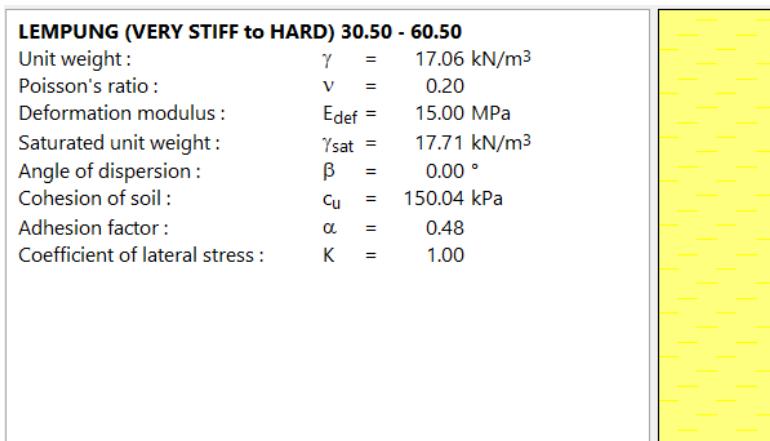
Gambar 5. 5. Input Data Tanah Lapis 3 pada Geo5



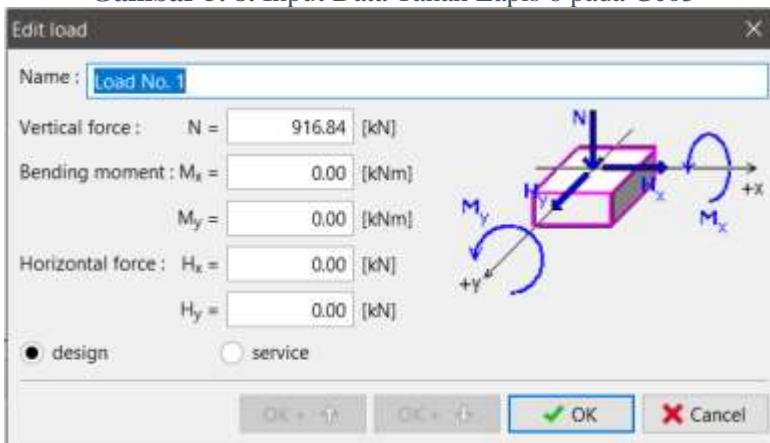
Gambar 5. 6. Input Data Tanah Lapis 4 pada Geo5



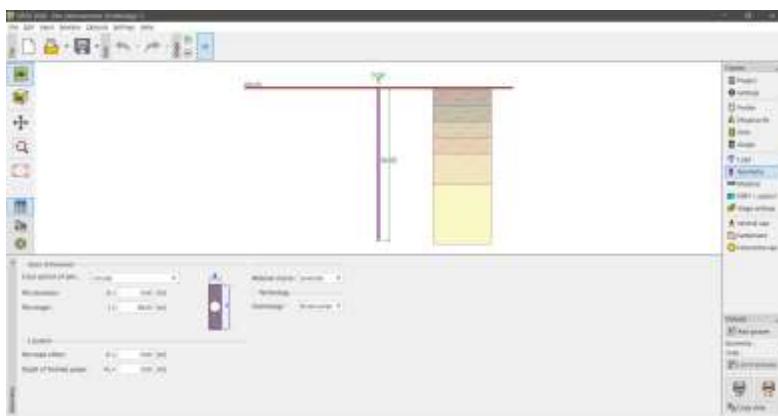
Gambar 5. 7. Input Data Tanah Lapis 5 pada Geo5



Gambar 5. 8. Input Data Tanah Lapis 6 pada Geo5



Gambar 5. 9. Input Data Beban pada Permodelan Tiang Tunggal Geo 5

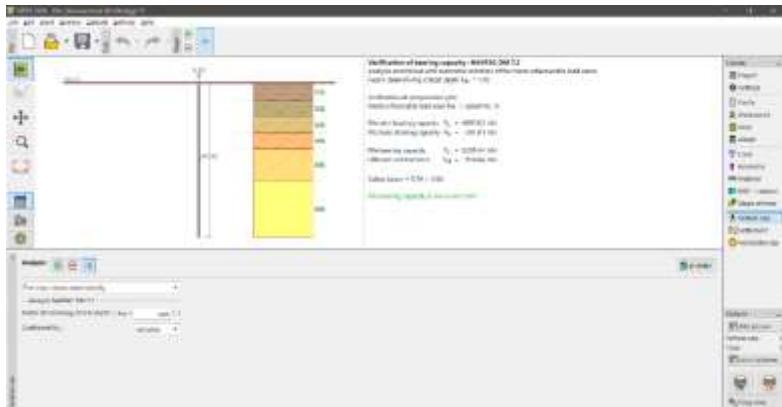


Gambar 5.10. Input Data Dimensi Tiang Pancang pada Geo 5

5.1.1 Hasil Vertical Capacity Tiang Tunggal pada Geo 5

Setelah semua data diinputkan berikut adalah hasil

dari *vertical capacity* :



Gambar 5.11. Output Vertical Capacity pada Geo 5

Berdasarkan hasil *output vertical capacity* permodelan tiang tunggal dari Geo-5 seperti pada Gambar 5.11 dapat diketahui jika tiang tunggal memiliki kapasitas daya dukung sebesar 5285.44 kN.

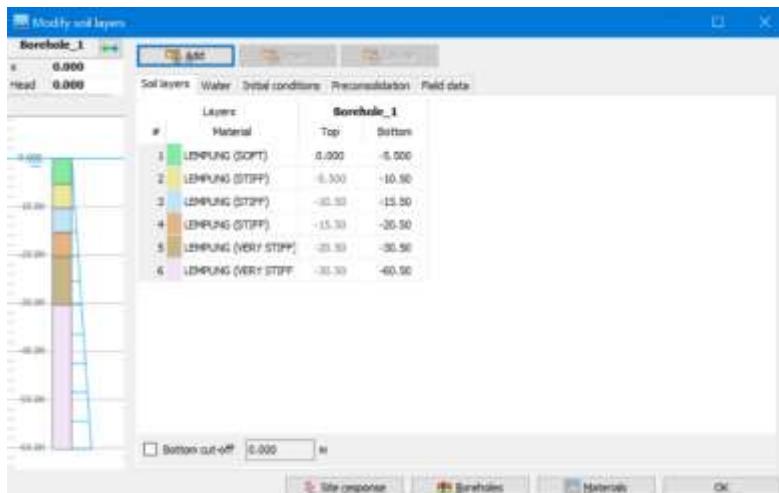
Tabel 5. 2. Perhitungan Ql Berdasarkan Metode Luciano Decourt

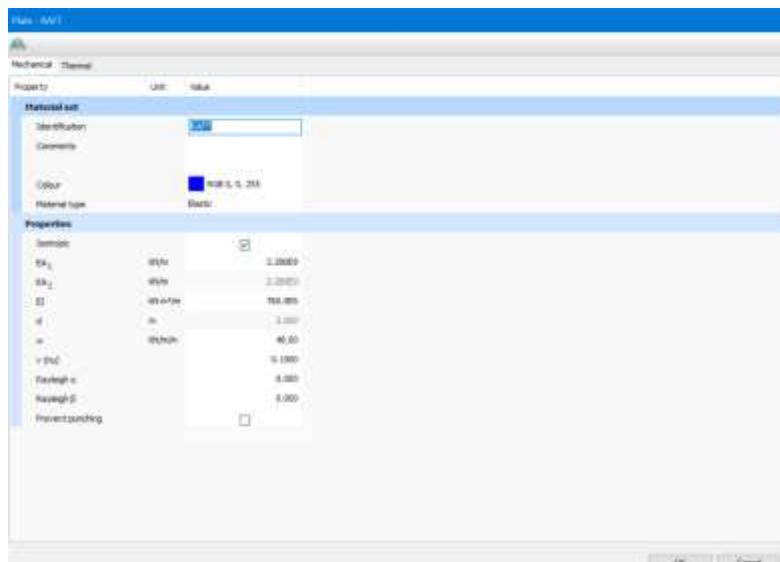
Kedalaman (m)	N	N'	K	qp	Ap	α	Qp (ton)	β	qs	As	QS	QL	
			(t/m ²)	(t/m' ²)	(m ²)				(t/m ²)	(m' ²)	(ton)	(kN)	
48	33	24	12	274	0.283	0.48	37.22	1	6	90.48	542.88	580.10	5688.84

5.2 Permodelan *Pile Raft Foundation* dengan Program Plaxis 2D

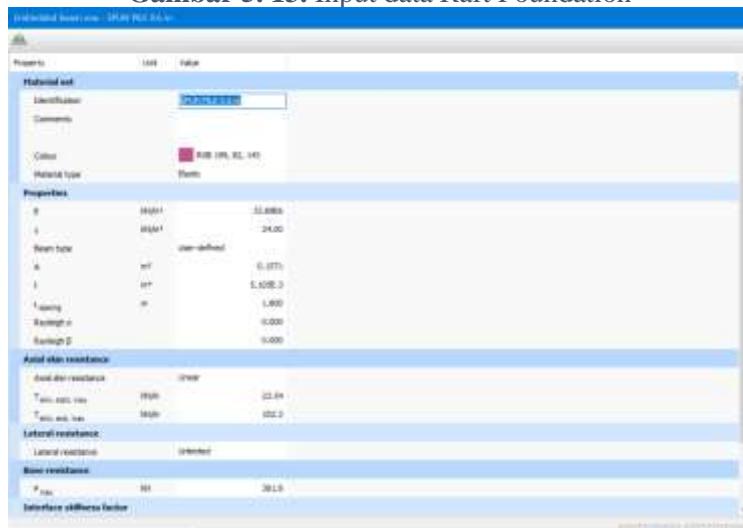
Permodelan *pile raft foundation* dilakukan dengan menggunakan program plaxis 2D ver 2015 dengan menu *plate* untuk memodelkan *raft foundation* dan *embedded beam row* untuk memodelkan *spun pile* dengan spesifikasi seperti pada tabel 4.3 dan 4.4. Data yang diinputkan pada program plaxis 2D ver 2015 sesuai dengan korelasi pada tabel 4.2 sebagai berikut :

Gambar 5. 12. Geometri Lapisan Tanah pada Plaxis 2D

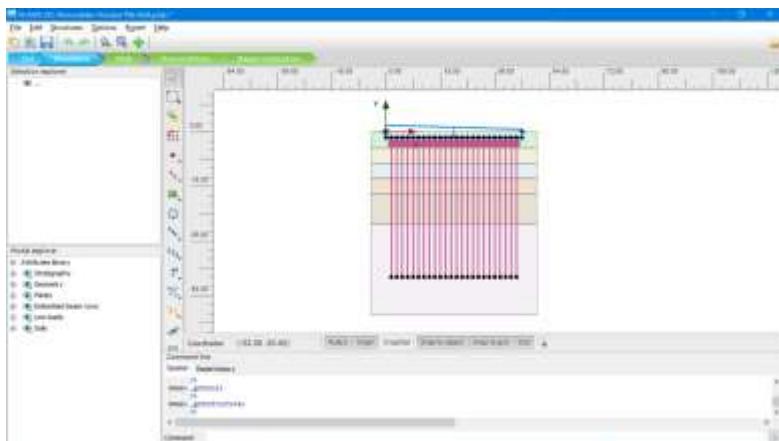




Gambar 5. 13. Input data Raft Foundation

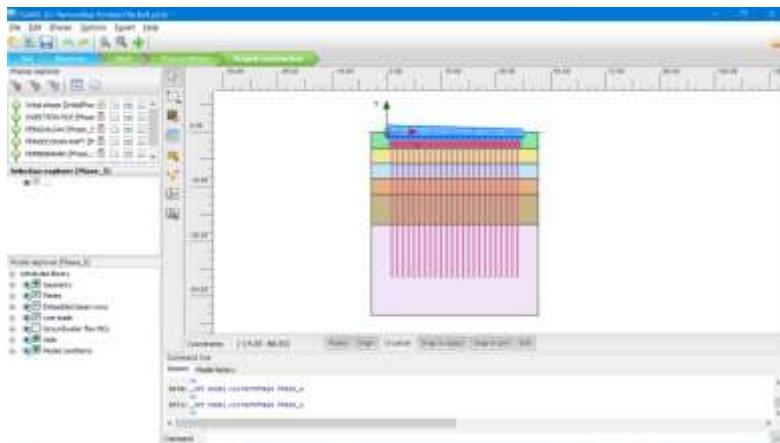


Gambar 5. 14. Input Data Spun Pile



Gambar 5.15. Geometri Permodelan Pile Raft Foundation pada Plaxis 2D

Setelah tahap input geometri dan struktur telah dilakukan maka tahap selanjutnya adalah tahap perencanaan *stage construction* yang akan di kalkulasi, pada tahap ini kita menentukan tahap tahap perkerjaan kita kedalam sebuah phase. Dalam tahap perhitungan *pile raft foundation* penulis membagi dengan 4 tahap, dimana phase 1 adalah tahap injeksi pile, phase 2 adalah tahap penggalian tanah, phase 3 adalah tahap pengcoran *raft foundation* dan phase 4 adalah tahap dimana beban mulai terjadi.

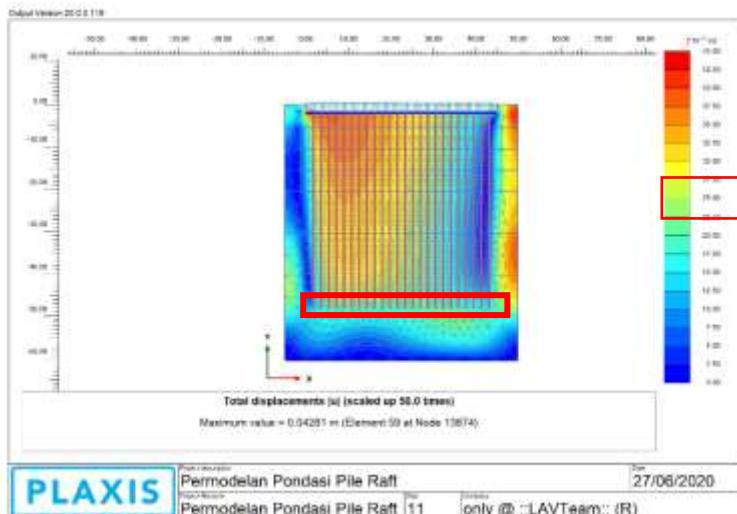


Gambar 5. 16. Gambaran Stage Construction

5.3 Hasil Permodelan *Pile-Raft Foundation* Pada Progam Plaxis 2D

Permodelan *pile raft foundation* pada progam bantu plaxis 2D ver 2015 ditujukan untuk mengetahui penurunan,yang terjadi pada *pile raft foundation*, nilai momen pada *Raft dan Pile* untuk perhitungan penulangan, serta nilai aksial dan moment pada pile untuk kontrol bahan yang dibandingkan dengan brosur spun pile wika beton.

5.3.1 Nilai Penurunan Total pada *Pile Raft Foundation*



Gambar 5.17. Nilai Penurunan yang Terjadi pada *Pile Raft Foundation*

Dari gambar 5.17 dapat diketahui bahwa penurunan yang terjadi dibawah pile sekitar 2,5 cm. Dengan demikian dapat dicek dengan kontrol penurunan (SNI 8640:2017 Pasal 9.2.4.3).

Total Displacement pada Plaxis 2D $< 15 \text{ cm} + b/600$

$$2,50 \text{ cm} \quad < 15 + 4500/600$$

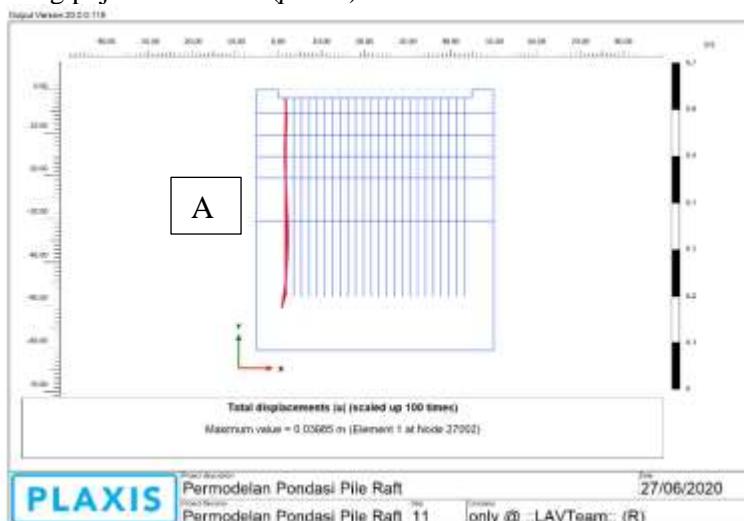
$$2,50 \text{ cm} \quad < 22,5 \text{ cm} \text{ (Memenuhi)}$$

Berdasarkan analisa diatas dapat dikatakan bahwa penurunan yang terjadi pada pile raft foundation memenuhi ketentuan.

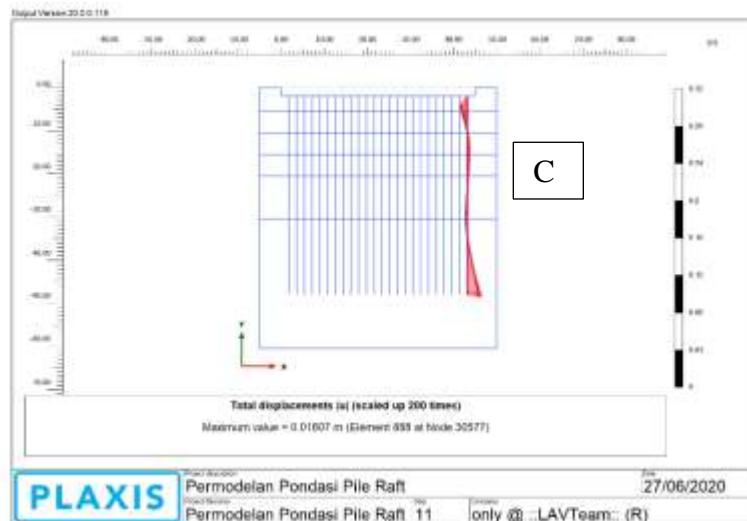
5.3.2 Cek Beda Penurunan

Perlu dilakukan beda penurunan untuk mengantisipasi terjadinya beda penurunan yang tidak dinginkan dan menyebabkan kegagalan struktur pada struktur atas. Berdasarkan SNI 8460:2017 tentang persyaratan perancangan geoteknik pada pasal 9

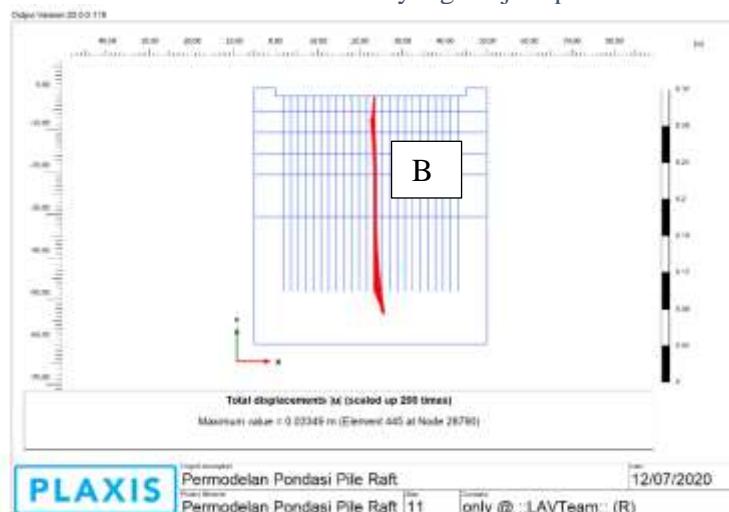
menyatakan bahwa batas nilai beda penurunan adalah sebesar $1/300 \times$ jarak antar kolom maksimal. Cek beda penurunan dilakukan pada *pile* paling pojok sisi kiri (*Pile A*) tehadap *pile* paling pojok sisi kanan (*Pile B*).



Gambar 5. 18. Penurunan yang Terjadi pada Pile A



Gambar 5. 19. Penurunan yang Terjadi pada Pile C



Gambar 5. 20. Penurunan yang Terjadi pada Pile B

Penurunan Pile A – Penurunan Pile C $< 1/300 \times$ Jarak antar kolom
 $39,85 - 16,07 < 1/300 \times 8000$

$23,78 \text{ mm} < 26,667 \text{ mm}$ (Memenuhi)

Penurunan Pile A – Penurunan Pile B $< 1/300 \times$ Jarak antar kolom
 $39,85 - 33,49 < 1/300 \times 8000$

$6,36 \text{ mm} < 26,667 \text{ mm}$ (Memenuhi)

Penurunan Pile A – Penurunan Pile B $< 1/300 \times$ Jarak antar kolom
 $33,49 - 16,07 < 1/300 \times 8000$

$17,42 \text{ mm} < 26,667 \text{ mm}$ (Memenuhi)

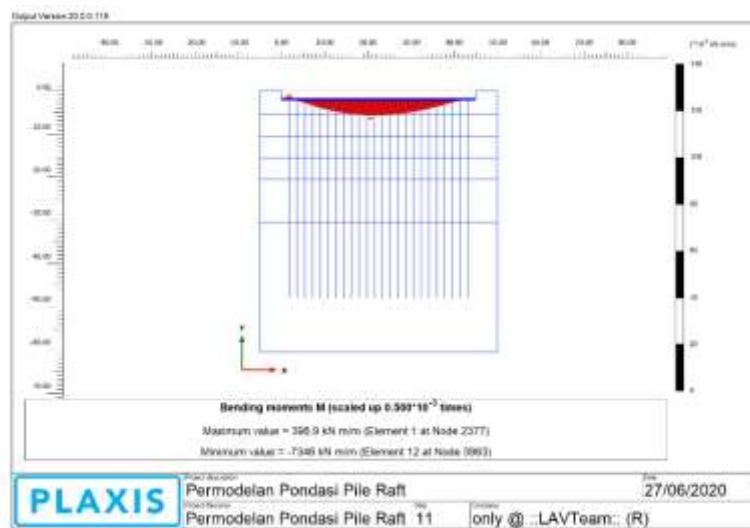
Berdasarkan analisa diatas dapat diakatanya bahwa beda penurunan yang terjadi pada pile raft foundation memenuhi ketentuan . Berikut adalah Grafik dari beda penurunan pada pile A-B-C.



Gambar 5. 21. Grafik Beda Penuurunan pada Pile

5.4 Penulangan Raft Foundation

Penulangan pada *Raft Foundation* dilakukan dengan menggunakan perhitungan manual dengan konsep sama seperti penulangan pelat pada beton bertulang. Dari hasil permodelan *pile raft foundation* menggunakan plaxis 2D ver 2015 didapatkan hasil momen sebagai berikut :



Gambar 5. 22. Output Momen Raft pada Plaxis 2D

Berdasarkan hasil momen yang ada maka dapat dihitung penulangan pada pondasi *raft* seperti pada langkah-langkah dibawah ini :

Tulangan Bawah

- Momen ultimate = 7346 kN.m/m
- Mutu beton (f_c') = 40 Mpa
- Mutu baja tulangan ulir (f_y) = 420 Mpa
- Tebal pelat Raft = 2000 mm

- Diameter tulangan = D32
- Jumlah lapis (n) = 2
- Tebal selimut = 75 mm
- $dx = h - \text{decking} - D/2$
 $= 2000 - 75 - 32/2$
 $= 1909 \text{ mm}$
- $m = \frac{f_y}{0,85 \times f_{c'}} = \frac{390 \text{ MPa}}{0,85 \times 29,05 \text{ MPa}} = 12,05$
- $R_n = \frac{Mu}{\phi \times b \times dx^2} = \frac{7346000000 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \times 1909^2} = 2,2397 \text{ N/mm}^2$
- $\rho_{\min} = 0.002$
- $\rho_{\text{balance}} = \frac{0.85 \times \beta_1 \times f_{c'}}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$
 $= 0.0418$
- $\rho_{\max} = 0.75 \times \rho_{\text{balance}}$
 $= 0.0314$
- $\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right)$
- $\rho = \frac{1}{12.0588} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12.0588 \times 2,2397}{410}} \right) = 0,0056$
- $\rho_{\min} < \rho \text{ perlu} < \rho_{\max}$
 $0.002 < 0.0056 < 0.0314$
 $\rho_{\text{pakai}} = 0.0056$
- Maka luas tulangan perlu :
- $A_{S\text{perlu}} = \rho_{\text{pakai}} \times b \times d$

$$= 10796.5873 \text{ mm}^2$$

Dipasang tulangan bawah **D32 – 150 mm rangkap 2**

$$A_{\text{pasang}} = \frac{1}{4} \times \pi \times \emptyset^2 \times n$$

$$A_{\text{pasang}} = \frac{1}{4} \times \pi \times 32^2 \times 8 \times 2$$

$$A_{\text{pasang}} = 12867.9635 \text{ mm}^2$$

Jadi, Tulangan D32-150 Rangkap 2 dapat digunakan.

Tulangan Atas

Dipasang tulangan atas :

$$A'_{\text{perlu}} = 50\% A_s$$

$$A'_{\text{perlu}} = 50\% \times 10796.587 \text{ mm}^2$$

$$A'_{\text{perlu}} = 5398.293 \text{ mm}^2$$

Dipasang tulangan **D32– 150 mm**

$$A_{\text{pasang}} = \frac{1}{4} \times \pi \times \emptyset^2 \times n$$

$$A_{\text{pasang}} = \frac{1}{4} \times \pi \times 32^2 \times 8$$

$$A_{\text{pasang}} = 6433.981755 \text{ mm}^2$$

Jadi, Tulangan D32-150 dapat digunakan.

Tulangan Geser

- $V_u = 925,3 \text{ kN}$

➤ Kuat Geser Beton

$$V_c = 0,17 \times \lambda \times \sqrt{f_{c'}} \times b \times d$$

Dengan:

$$\lambda = 0.75$$

$$V_c = 0,17 \times 0,75 \times \sqrt{40 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \times 1000 \text{ mm} \times 1909 \text{ mm}$$

$$V_c = 1539,3809 \text{ kN}$$

$$0.5 V_c = 769,69 \text{ kN}$$

$0.5V_c < Vu < V_c$ (SNI 2847:2013, Pasal 11.4.6)

$769,69 \text{ kN} < 925,3 \text{ kN} < 1539,3809 \text{ kN}$ (maka menggunakan $A_{v\min}$)

$$A_{v\min} = 0.062 \times \sqrt{f_{c'}} \times \left(\frac{b w \times s}{f_y} \right) \geq \frac{0.35 b s}{f_y}$$

$$S_{\max} = \frac{D}{2} \text{ ataupun } 600 \text{ mm}$$

$$S_{\text{pakai}} = 600 \text{ mm}$$

$$A_{v\min} = 573,837 > 512,19$$

$$A_{v\text{perlu}} = 573,837$$

Dipasang tulangan D22 dengan 2 kaki

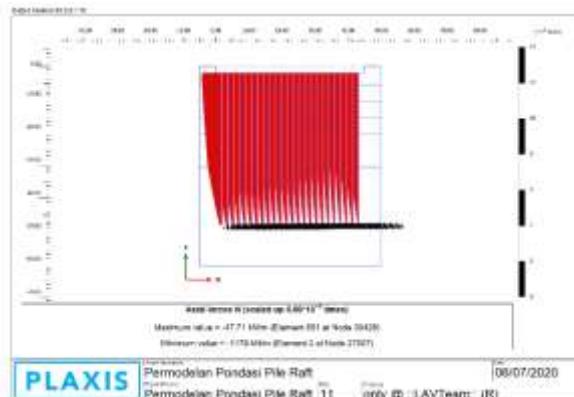
$$\begin{aligned} A_{v\text{pakai}} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times n_{\text{kaki}} \\ &= 760,26542 \end{aligned}$$

Jadi, Tulangan geser D22-600 dapat digunakan.

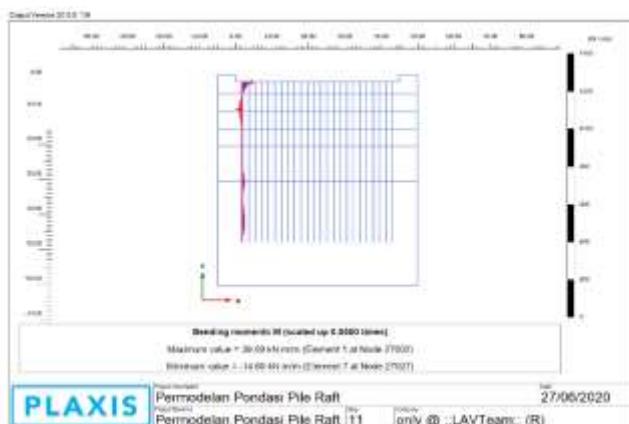
Sehingga, untuk tulangan arah x dan y menggunakan ukuran tulangan yang sama yaitu tulangan Bawah D32-150 Rangkap 2 dan tulangan Atas D32-150 dan Tulangan geser D22 - 600.

5.5 Kontrol Kekuatan Bahan pada Pile

Kontrol kekuatan bahan dilkakukan terhadap gaya aksial, dan momen yang terjadi pada saat permodelan dibandingkan dengan spesifikasi pancang dari produsen.



Gambar 5. 23. Nilai Gaya Aksial yang diterima



Gambar 5. 24. Nilai Momen yang diterima

Tabel 5. 3. Kekuatan Bahan pada Pile

Size (mm.)	Thickness (mm.) Wall (t)	Cross Section (cm ²)	Section Inertia (cm ⁴)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile ** (m)
						Crack*	Break (ton.m) (ton.m)			
600	100	1.570,80	510,508,81	393	A1	17,00	25,58	252,70	70,52	6 - 16
					A2	19,00	28,30	249,00	77,66	6 - 17
					A3	22,00	33,00	241,20	104,94	6 - 18
					B	25,00	45,00	238,10	131,10	6 - 19
					C	28,00	58,00	229,50	163,67	6 - 20

$$N_{max} = 118,32 \text{ Ton} < N_{izin} = 252,70 \text{ Ton} \text{ (Memenuhi)}$$

$$M_{max} = 3,99 \text{ Ton.m} < M_{izin} = 17 \text{ Ton.m} \text{ (Memenuhi)}$$

Dengan gaya aksial dan momen yang terjadi pada satu titik pancang maka *Prestressed Concrete Spun Pile Ø 60 cm Class A1* dapat digunakan.

5.6 Geser Pons

Vu dari Etabs	=	29280,196	kN
Mutu Beton (fc')	=	40	Mpa
Mutu baja tulangan ulir	=	410	Mpa
Tebal raft	=	2000	mm
d'	=	75	mm
d	=	1925	mm
B (Kolom)	=	1600	mm
H (Kolom)	=	1000	mm
A (b1)	=	3525	mm
B (b2)	=	2925	mm

Cek Geser 2 Arah Kolom Terhadap Raft

β_c	=	H/B
	=	0.625
b1	=	$d/2+d/2+300$
	=	3525 mm
b2	=	$d/2+d/2+900$
	=	2925 mm
b0	=	$2 \times (b1 + b2)$
	=	12900 mm
as	=	40 Kolom Dalam
		30 Kolom Tepi
		20 Kolom Sudut

$$\sqrt{f'_c} b_0 d = 157054520 \text{ N}$$

$$\phi Vc(1) = 0.75 \left(\frac{1}{6} \right) \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_0 d$$

$$\phi Vc(2) = 0.75 \left(\left(\frac{\alpha_s}{12} \right) \frac{d}{b_0} + \frac{1}{6} \right) \sqrt{f'_c} b_0 d$$

$$\phi Vc(3) = 0.75 \left(\frac{1}{3} \right) \sqrt{f'_c} b_0 d$$

$$\phi Vc(1) = 0.75 \left(\frac{1}{6} \right) \left(1 + \frac{2}{3} \right) \sqrt{40'8042.1410,5}$$

$$= 32719691.7 \text{ N}$$

$$= 32719.69167 \text{ kN}$$

$$\phi Vc(2) = 0.75 \left(\left(\frac{\alpha_s}{12} \right) \frac{d}{b_0} + \frac{1}{6} \right) \sqrt{f'_c} b_0 d$$

$$= 78222890.77 \text{ N}$$

$$= 78222.89077 \text{ kN}$$

$$\phi Vc(3) = 0.75 \left(\frac{1}{3} \right) \sqrt{f'_c} b_0 d$$

$$= 39263630 \text{ N}$$

$$= 39263.63 \text{ kN}$$

maka nilai ϕVc terkecil, sehingga

V_u	\leq	V_c
29280.196	\leq	32719.69
OK		

5.7 Rekapitulasi

Tabel 5. 4. Rekapitulasi Nilai Output

No	Output	Nilai		Satuan
1	Daya Dukung Tiang Tunggal	5285,44		kN
2	Momen pada <i>Raft</i>	7346		kN m/m
3	Aksial pada <i>Pile</i>	118.32		Ton m
4	Momen pada <i>Pile</i>	3.99		Ton m
No	Output	Nilai	Satuan	Kontrol
1	Penurunan Total	2,5	cm	22,5 cm
2	Beda Penurunan <i>Pile</i> A-B	23,78	mm	26,667 mm
3	Beda Penurunan <i>Pile</i> B-C	6,36	mm	26,667 mm
4	Beda Penurunan <i>Pile</i> A-C	17,42	mm	26,667 mm
				Keterangan

5.8 Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan konstruksi merupakan kunci untuk dapat mewujudkan seluruh perencanaan menjadi bentuk bangunan fisik. Metode pelaksanaan konstruksi terdiri dari tahap tahap pekerjaan yang dilakukan hingga proses pekerjaan selesai. Berikut adalah alur pekerjaan dari metode pelaksanaan pekerjaan *Pile Raft Foundation* pada Apartemen Tamansari Emerald Surabaya dalam proyek akhir ini:



Gambar 5. 25. Alur Pekerjaan *Pile Raft Foundation*

5.8.1 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan adalah pekerjaan awal yang harus dikerjakan kontraktor sebelum memulai pekerjaan utama. Pekerjaan persiapan yang dibahas pada proyek akhir ini meliputi pekerjaan pembersihan, pekerjaan pemagaran, dan pekerjaan pengukuran atau uitzet.

- Alat yang digunakan :
 - *Dump truck*
 - *Bulldozer*

- *Total Station*

Berikut adalah pekerjaan yang dilakukan pada tahap pekerjaan persiapan :

a. Pekerjaan Pembersihan

Pekerjaan pembersihan lahan di lokasi proyek yang akan dibangun dilakukan dengan menggunakan alat berat *excavator* dan *dump truck*. Pekerjaan pembersihan lahan dilakukan untuk membersihkan area proyek dari pepohonan, rerumputan, sampah, dan hal-hal lain yang dapat mengganggu pelaksanaan proyek.



Gambar 5. 26. Pekerjaan Pembersihan

b. Pekerjaan Pemagarahan

Pekerjaan pemagarahan dilakukan di lokasi proyek agar pada saat pelaksanaan proyek tidak terganggu dengan kegiatan di sekitar proyek. Pekerjaan ini membutuhkan konstruksi kayu ringan dengan penutup seng.



Gambar 5. 27. Pekerjaan Pemasangan Pagar Proyek

c. Pekerjaan Pengukuran atau Uitzet

Pekerjaan uitzet merupakan kegiatan pengukuran ulang lapangan yang dilakukan oleh surveyor. Tujuan pekerjaan ini adalah untuk memastikan seberapa besar jumlah perubahan yang akan diakibatkan oleh terjadinya pelaksanaan sebuah perencanaan yang telah ditetapkan sebelumnya.



Gambar 5. 28. Pekerjaan Pengukuran

5.8.2 Pekerjaan Injection Spun Pile

Pekerjaan Injection Spun Pile adalah pekerjaan tiang pancang yang menggunakan sistem hidrolik dengan menggunakan alat Hydraulic Static Pile Driven, dengan kedalaman 48 meter menggunakan 3 tiang sepanjang 16 meter dalam satu titik dengan sambungan pengelasan disetiap sambungan antar tiang.

- Alat yang digunakan :
 - *Hydraulic Static Pile Driven* kapasitas 450 Ton
 - *Service crane*
 - *Alat las*
- Bahan yang digunakan :
 - *Prestressed Concrete Spun Pile Ø 60 cm Class A1*
 - Cat anti karat *zinchromate*

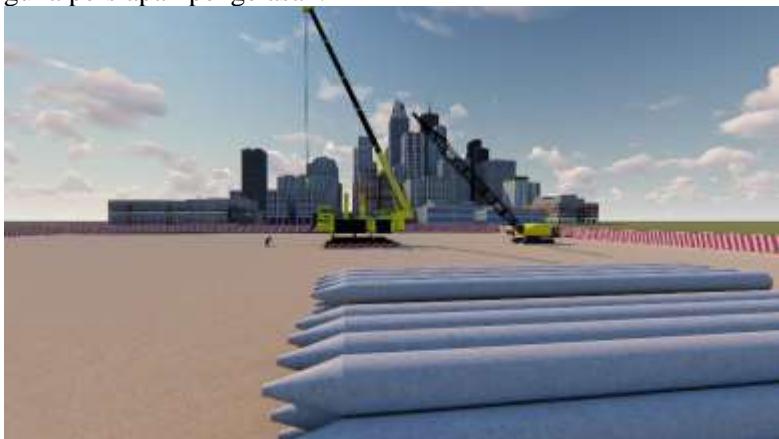
Berikut adalah pekerjaan yang dilakukan pada tahap pekerjaan *Injection Spun Pile* :

a. **Pekerjaan Mobilisasi Alat Berat.**

Pekerjaan Mobilisasi Alat Berat Hydraulic Static Pile Driven untuk injeksi serta service crane untuk mengangkat tiang pancang untuk dimasukan ke alat Hydraulic Static Pile Driven kelokasi titik pemancangan.

b. Pekerjaan Pemancangan Tiang

Pekerjaan Pemancangan Tiang dimulai dengan tiang pancang diangkat menggunakan bantuan service crane dan dimasukan ke lubang pengikat tiang (clamping box) kemudian tiang ditekan setiap 1.5 meter untuk memastikan tiang tidak miring. Penekanan tiang bawah dihentikan untuk persiapan sambungan yaitu dengan menyisakan tiang \pm 1 meter. Pemancangan tiang tengah dan atas dilakukan dengan metode yang sama. Penekanan dihentikan Ketika kedua tiang telah bersentuhan hal ini dilakukan guna persiapan pengelasan.



Gambar 5. 29. Pekerjaan Pemancangan

c. Pekerjaan Pengelasan

Pekerjaan Pengelasan dilakukan guna menyambung tiang. Pengelasan harus dilakukan dengan teliti karena apabila terjadi kesalahan pengelasan maka beban tidak akan tersalurkan dengan baik setelah dilakukan pengelasan diberi lapisan cat zinchromate untuk mencegah korosi pada bagian yang di las.



Gambar 5. 30. Pekerjaan Pengelasan

d. Akhir Pemancangan

Setelah Pengelasan selesai dilakukan maka tiang akan ditekan kembali hingga kedalaman yang direncanakan.

5.8.3 Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian merupakan pekerjaan yang dilaksanakan dengan membuat lubang di tanah untuk keperluan pondasi bangunan yang meliputi pekerjaan galian pelat *Raft* serta dilakukan sekaligus dengan pekerjaan pemotongan pancang. Galian tanah yang dibuat harus sesuai dengan gambar rencana dan pengukuran dilakukan menggunakan waterpass.

- Alat yang digunakan :
 - *Dump Truck*
 - *Excavator*



Gambar 5. 31. Pekerjaan Galian

5.8.4 Pekerjaan Raft Foundation

Pekerjaan Raft Foundation dilakukan setelah pekerjaan pemancangan dan galian selesai dikerjakan. Pekerjaan Raft Foundation dilakukan untuk mengikat pancang sebelum didirikan kolom di bagian atasnya.

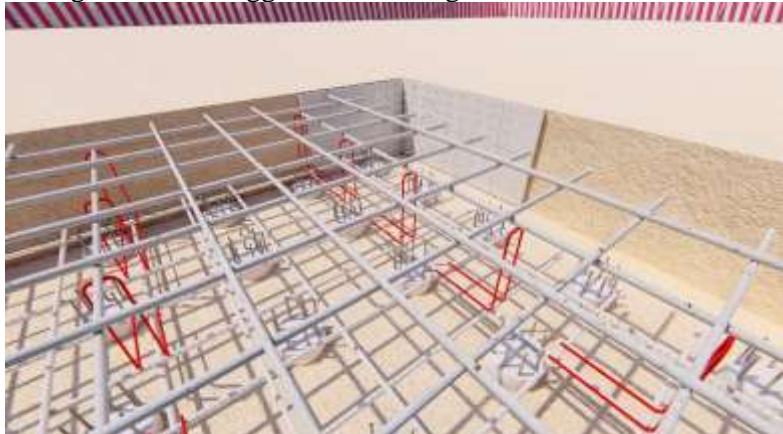
- Alat yang digunakan :
 - *Truck mixer*
 - *Concrete pump*
 - *Vibrator*
 - *Air compressor*
 - *Wheel barrow*
 - *Styrofoam*
 - *Bar cutter*
 - *Bar bender*
 - Bahan yang digunakan :
 - Beton Ready Mix K-500
 - Besi Tulangan (BJTS40)
- Berikut adalah pekerjaan yang dilakukan pada tahap pekerjaan *Raft Foundation* :

a. Pekerjaan Lantai Kerja

Pekerjaan lantai kerja merupakan pekerjaan yang bertujuan untuk memudahkan pekerja berdiri di atas lahan datar serta berfungsi sebagai dudukan besi pada Raft Foundation. Pekerjaan lantai kerja dilaksanakan setelah pekerjaan urugan pasir setebal 15 cm selesai dikerjakan. Ketebalan lantai kerja Raft Foundation dibuat sebesar 5 cm.

b. Pekerjaan Bekisting

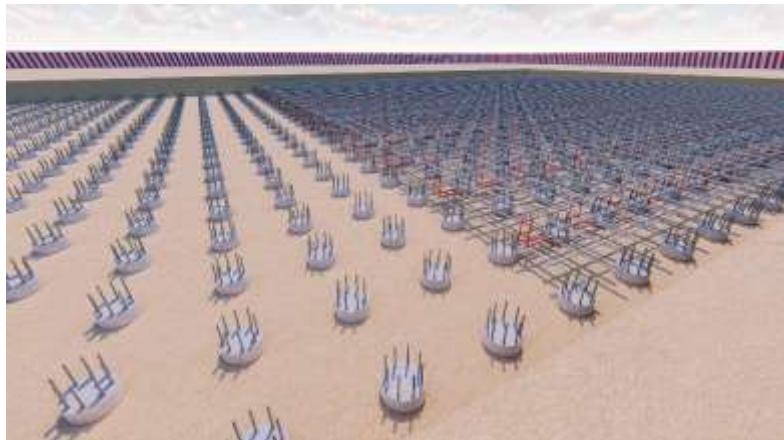
Bekisting Raft Foundation dibuat menggunakan bekisting batako dengan ukuran 40 cm x 20 cm x 10 cm yang dipasang dengan tenaga manusia menggunakan alat angkut wheel barrow.



Gambar 5. 32. Pemasangan Bekisting Batako

c. Pekerjaan Pembesian

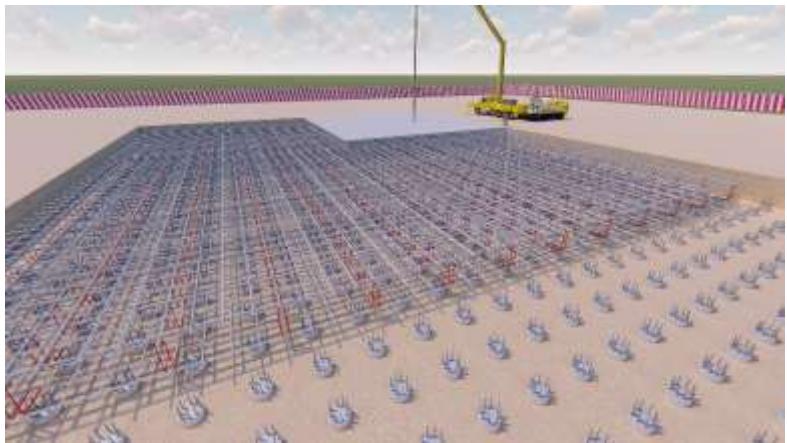
Pekerjaan pembesian dimulai dengan pekerjaan fabrikasi tulangan dilakukan di area sekitar proyek, pekerjaan fabrikasi meliputi pemotongan, pembengkokan, serta pengaitan besi sesuai dengan gambar perencanaan menggunakan alat bar cutter maupun bar bender. Kemudian dilanjutkan dengan perakitan tulangan di lokasi pemasangan. Setelah itu dilakukan pemasangan beton decking untuk menjaga jarak selimut beton yang diikatkan pada tulangan agar tidak berubah posisi saat dilakukan pengecoran.



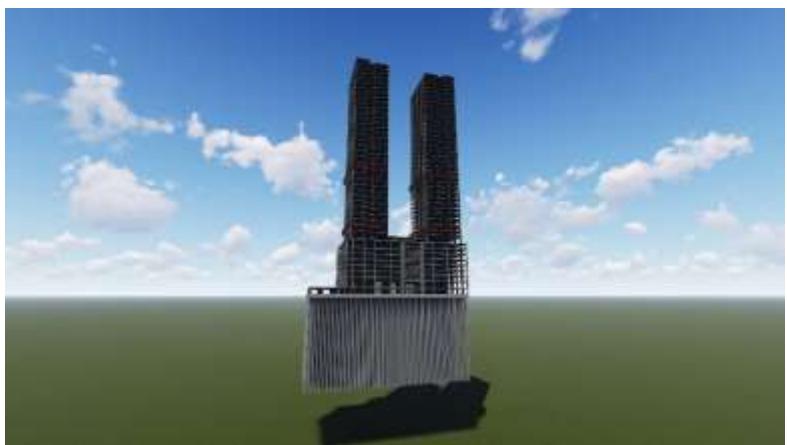
Gambar 5. 33. Penulangan Pelat Raft

d. Pekerjaan Pengecoran

- Langkah-langkah pengecoran pelat *Raft foundation*
 1. Pembersihan area pengecoran menggunakan alat air compressor.
 2. Uji Slump Beton
 3. Memindahkan adukan beton dari *truck mixer* ke *concrete pump*
 4. Lakukan pengecoran secara berkelanjutan untuk meminimalisir beton yang mengeras terlebih dahulu dan akan menyebabkan keretakan.
 5. Selama pengecoran dilakukan pemadatan beton menggunakan *vibrator*
 6. Setelah pengerjaan pengecoran selesai beton ditutupi dengan Styrofoam untuk pengendalian retak thermal



Gambar 5. 34. Pengecoran Pelat Raft



Gambar 5. 35. Struktur Atas dan Pile Raft Foundation

5.9 Biaya Material Pekerjaan *Pile Raft Foundation*

Tabel 5. 5. Biaya Material Pile Raft Foundation

Spun Pile Ø = 60 cm Class A1 Wika Beton						
1	Tiang Bottom	1224	buah	Rp 590,000.00	Rp 722,160,000.00	
2	Tiang Single	2448	buah	Rp 560,000.00	Rp 1,370,880,000.00	
Raft						
1	Tul. Utama (HSPK Surabaya 2019)	1394080	Kg	Rp 13,500.00	Rp 18,820,081,143.64	
2	Beton fc' 40 Mpa (Readymix.co.id)	7876.00	m ³	Rp 1,075,000	Rp 8,466,700,000.00	
Bekisting						
1	Batako 40x20x10 (CV. Orient Tech) sumber : indotrading.com	6826	buah	Rp 2,450.00	Rp 16,723,700.00	
		Jumlah Total				Rp 29,396,544,843.64

Berdasarkan tabel diatas untuk biaya material yang digunakan untuk perancangan pile raft yaitu sebesar Rp. 29,396,544,844

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada tugas akhir tugas akhir ini dapat disimpulkan:

1. Nilai dari kapasitas tiang tunggal berupa *driven pile* dengan diameter 600 mm dan kedalaman 48 meter yang telah dimodelkan dengan Geo5 adalah 5285.44 kN.
2. Untuk memodelkan *pile raft foundation* pada plaxis 2D yang perlu dilakukan adalah input geometri lapisan tanah serta input parameter tanah yang telah tersedia kemudian input data struktur untuk raft dan pile, kemudian input nilai beban yang terjadi pada pile raft foundation, kemudian dilakukan input perencanaan *staged construction* yang kemudian di kalkulasi.
3. Perencanaan pile raft foundation dengan software plaxis 2D, direncanakan dengan tebal pelat 2 meter, serta *spun pile* dengan diameter 600 mm dan kedalaman 48 meter. Telah memenuhi kontrol penurunan pada SNI 8460:2017. Dengan nilai 2.50 cm sedangkan menurut SNI 8460:2017 nilai penurunan harus kurang dari 15 cm + b/600, dengan demikian nilai penurunan total dari pile raft foundation yang telah dimodelkan dengan *software* Plaxis 2D telah memenuhi syarat. Selain itu untuk beda penurunan dengan syarat kurang dari $1/300 \times$ Jarak antar kolom juga telah memenuhi dengan nilai masing masing 23,78 mm untuk pile A dan pile C; 6,36 mm untuk pile A dan pile B; serta 17,42 mm untuk pile B dan pile C
4. Metode pelaksanaan direncanakan dimulai dengan pekerjaan persiapan yang meliputi kegiatan pembesihan lahan, pemagaratan, serta pengukuran, dilanjutkan pekerjaan *injection* tiang pancang, pekerjaan galian lalu pekerjaan pile raft foundation yang meliputi kegiatan pemasangan bekisting, pemasangan tulangan dan pengecoran.

5. Biaya material yang dikeluarkan untuk penggerjaan *Pile Raft Foundation* yang telah direncanakan sebesar Rp. 29,396,544,844

6.2. Saran

1. Permodelan *pile raft foundation* akan lebih baik dilakukan dengan program bantu plaxis 3D agar didapatkan hasil yang akurat dan dapat memodelkan menyerupai kondisi lapangan sesungguhnya.
2. Permodelan dilakukan pada Plaxis yang memiliki fitur perhitungan dynamic gempa
3. Perbandingan menggunakan beberapa dimensi dari struktur pondasi.

DAFTAR PUSTAKA

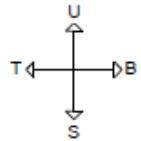
- [1] J. E. Bowles, Analisa dan Desain Pondasi Jilid 1, Jakarta: Erlangga, 2013.
- [2] B. M. Das, Mekanika Tanah Jilid 1, Jakarta: Erlangga, 1995.
- [3] B. M. Das, Mekanika Tanah Jilid 2, Jakarta: Erlangga, 1995.
- [4] Standar Nasional Indonesia 8460:2017, Persyaratan Perancangan Geoteknik..
- [5] Rancangan Standart Nasional Indonesia 1726:201X, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- [6] Standar Nasional Indonesia 2847:2013, Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
- [7] ACI Commite 207.1R-05, Guide to Mass Concrete.
- [8] R. Lumintang, PERANCANGAN PILE-RAFT FOUNDATION PADA GEDUNG APARTEMENT CORNELL CIPUTRA, 2019.

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Muhammad Ahdi Hafidz Hasan, lahir di Jakarta, 07 Maret 1998, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Patra IV Sinabung, SD Islam Dian Didaktika, SMP Islam Dian Didaktika dan SMA Negeri 5 Depok. Setelah penulis lulus dari SMA pada tahun 2016, penulis diterima di Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil program studi Teknologi Rekayasa Pengelolaan dan Pemeliharaan Bangunan Sipil (TRPPBS). Pada saat kuliah penulis pernah aktif dalam kegiatan kepanitiaan, organisasi dan beberapa kegiatan minat bakat yang ada dikampus seperti Dewan Perwakilan Angkatan tahun 2018-2019, menjadi counselor comitte pada tahun 2017-2018, mengikuti kepanitiaan INI LHO ITS 2017 sebagai sie keamanan dan perizinan, mengikuti pelatihan LKMM pra Tingkat Dasar dan LKMM Tingkat Dasar pada tahun 2017. Menjadi bagian dari tim basket departemen sejak 2017 hingga 2020 dan menorehkan gelar juara 2 (2018) dan juara 3 (2019) pada kejuaraan bola basket antar jurusan, serta menjadi bagian tim bola basket fakultas vokasi pada tahun 2019 dan menorehkan juara 2 pada ajang lomba bola basket pada dies natalis 2019, serta sempat mengikuti kerja praktek di PT. PP (persero) Tbk. Pada pembangunan apartemen Tower Olive Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya, jawa timur berikut disertakan alamat email penulis : ahdihafidz7@gmail.com

NO	NAMA	X	Z	LANTAI
1	KAM	100	100	BB.B
2	KAD	130	80	10.17
3	KAB	110	80	10.25
4	KAM	100	70	20.33
5	KAB	80	80	30.ATAP
6	KBI	80	70	BB
7	KBD	80	70	BB.B
8	KBD	240	30	BB.B
9	KCI	100	100	BB.B
10	KCZ	100	80	10.17
11	KCB	110	80	10.25
12	KCA	100	70	20.33
13	KCC	80	80	30.ATAP



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM SARJANA TERAPAN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN PILE RAFT FOUNDATION PADA APARTEMEN TAMANSARI EMERALD SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

DOSEN I:

Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA
NIP. 19501011 198203 1 002

DOSEN II:

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M. EngSc., Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Abdi Hafida Hasan
NRP : 10111610013051

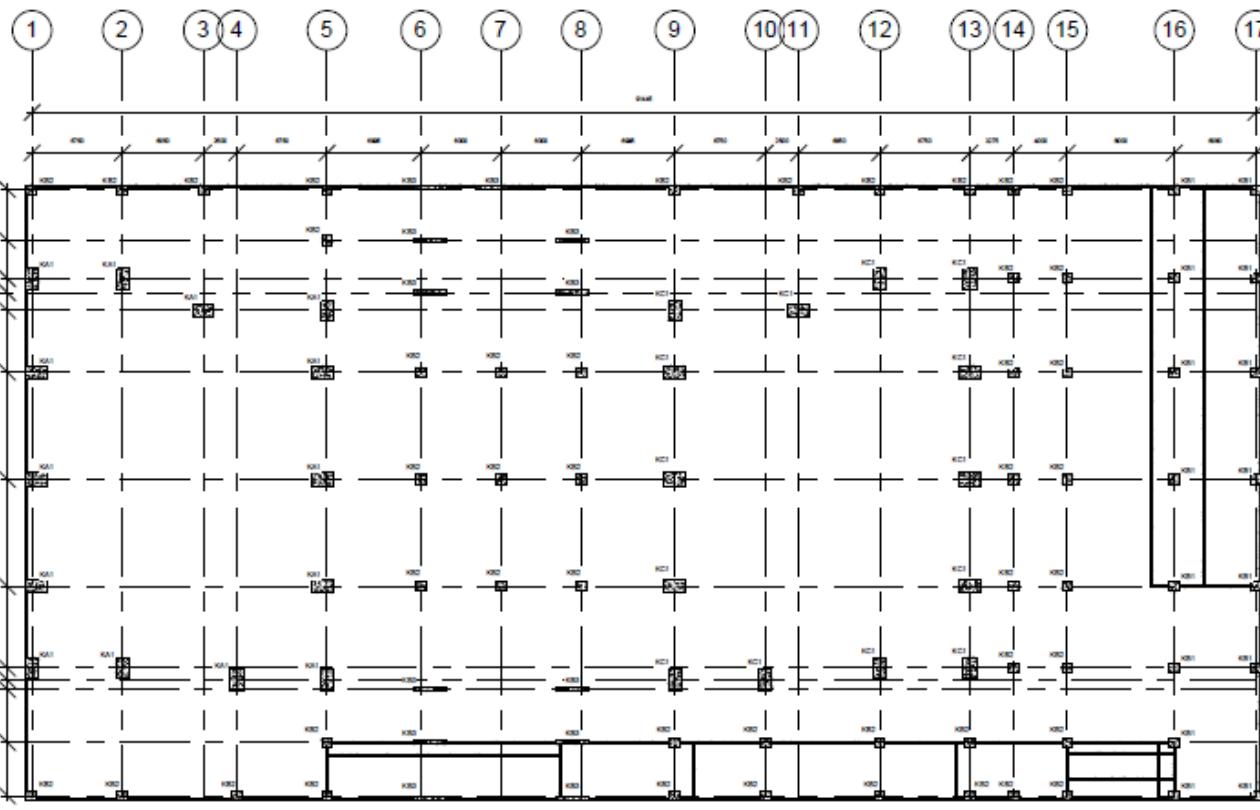
KETERANGAN

Fungsi Bangunan : Apartemen
Jenis Pondasi : Pile Raft Foundation

NAMA GAMBAR

Denah Kolom

KODE GAMBAR	SKALA
STR1	1 : 400
NO LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
1	8



Denah Kolom

1 : 400



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM SARJANA TERAPAN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN PILE RAFT
FOUNDATION
PADA APARTEMEN
TAMANSARI EMERALD
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

DOSEN I:

Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA
NIP. 19501011 198203 1 002

DOSEN II:

Prof. Ir. M. Sigit Damawan, M. EngSc., Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Abdi Hafida Hasan
NRP. 10111610013051

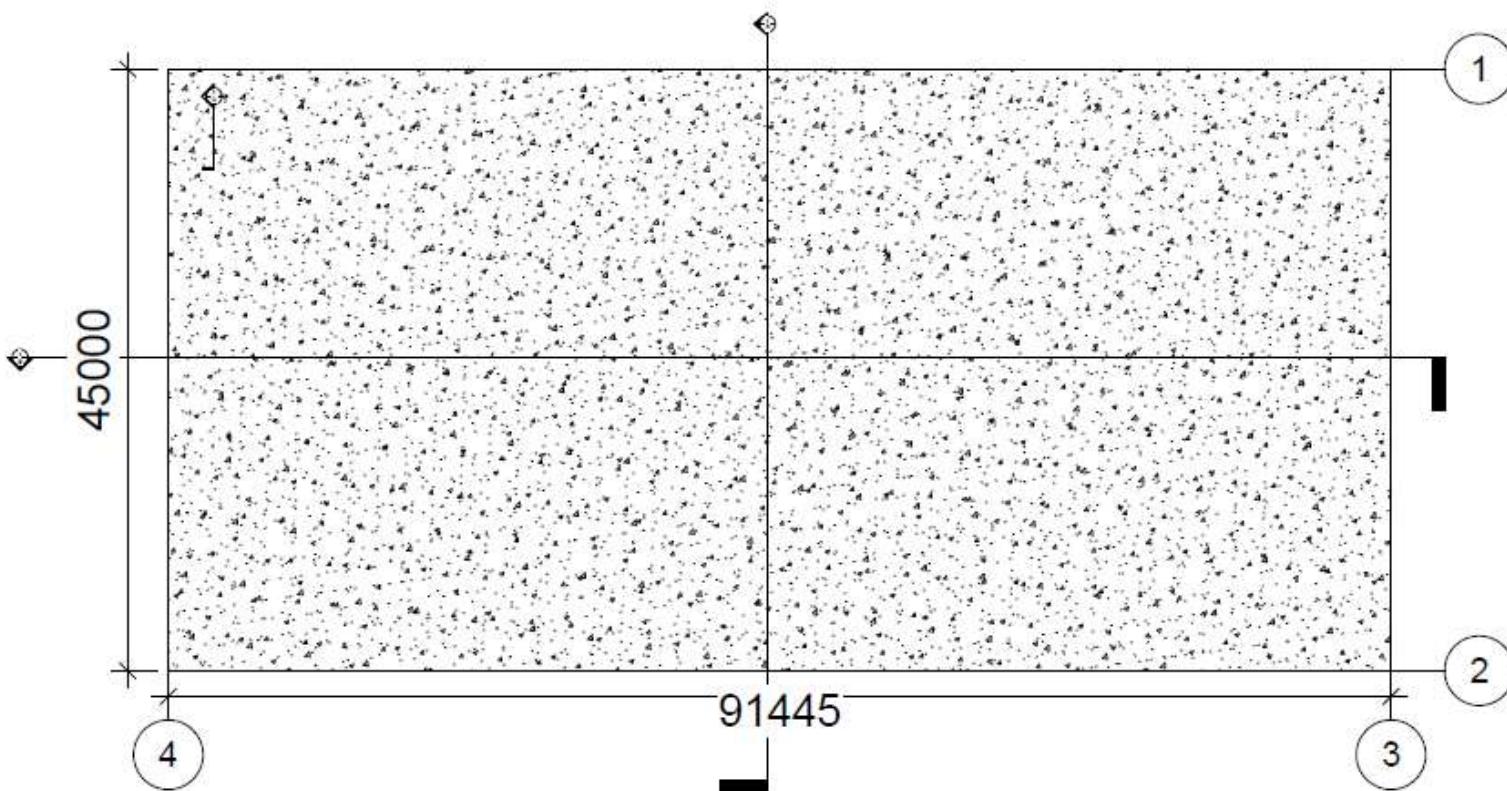
KETERANGAN

Fungsi Bangunan : Apartemen
Jenis Pondasi : Pile Raft Foundation

NAMA GAMBAR

Pondasi Raft

KODE GAMBAR	SKALA
STR2	1 : 400
NO LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
2	8



1 Pondasi Raft
1 : 400



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM SARJANA TERAPAN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN PILE RAFT
FOUNDATION
PADA APARTEMEN
TAMANSARI EMERALD
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

DOSEN I:

Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA
NIP. 19501011198203 1 002

DOSEN II:

Prof. Ir. M. Sigit Damawuan, M. EngSc., Ph.D
NIP. 19630726 198803 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Abdi Haqida Hasan
NRP : 10111610013051

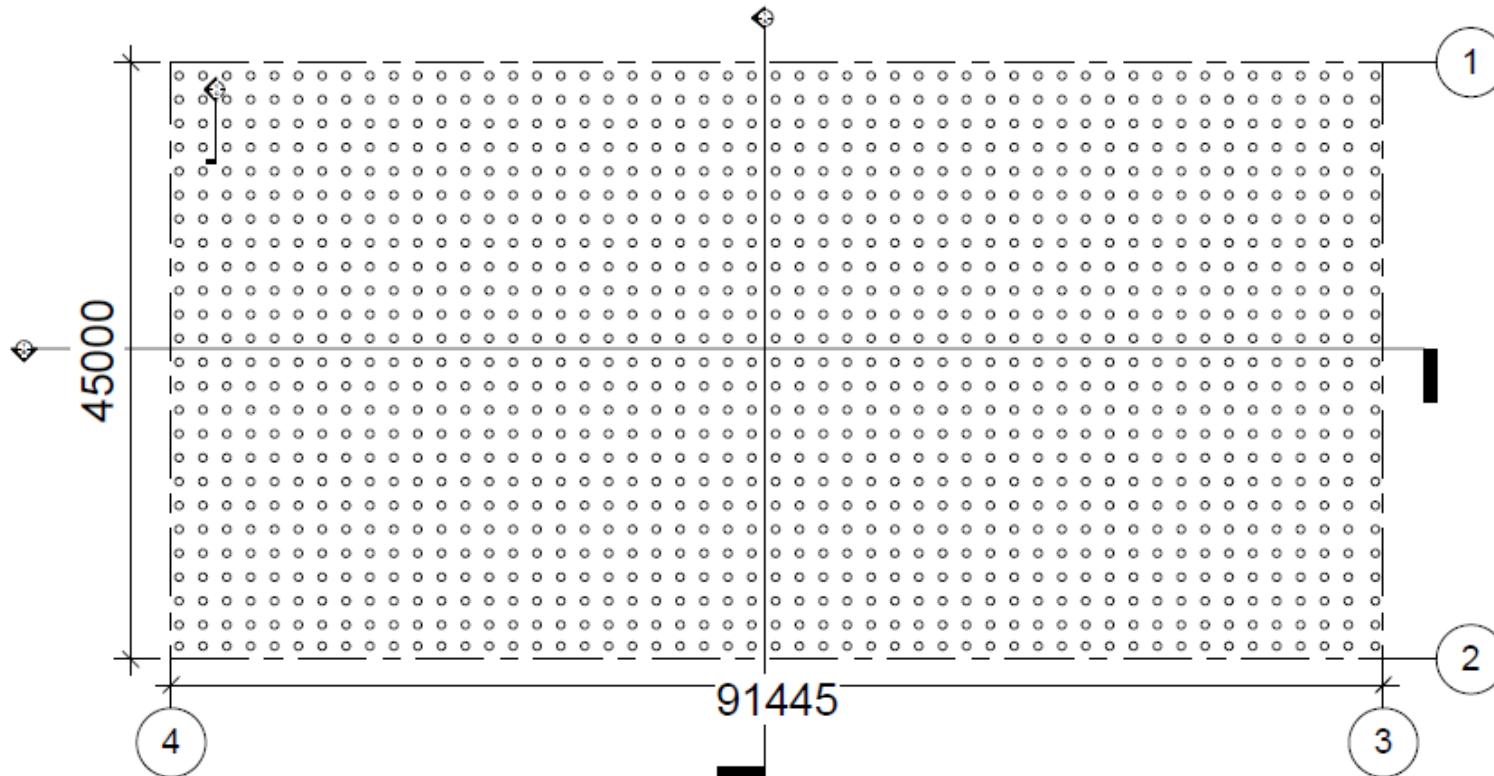
KETERANGAN

Fungsi Bangunan : Apartemen
Jenis Pondasi : Pile Raft Foundation

NAMA GAMBAR

Denah Spun Pile

KODE GAMBAR	SKALA
STR3	1:400
NO LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
3	8



1 Denah Spun Pile

1 : 400



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM SARJANA TERAPAN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN PILE RAFT
FOUNDATION
PADA APARTEMEN
TAMANSARI EMERALD
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

DOSEN I:

Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA
NIP. 19501011 198203 1 002

DOSEN II:

Prof. Ir. M. Sigit Damayana, M. EngSc., Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Abdi Hafida Hasan
NRP : 10111610013051

KETERANGAN

Fungsi Bangunan : Apartemen
Jenis Pondasi : Pile Raft Foundation

NAMA GAMBAR

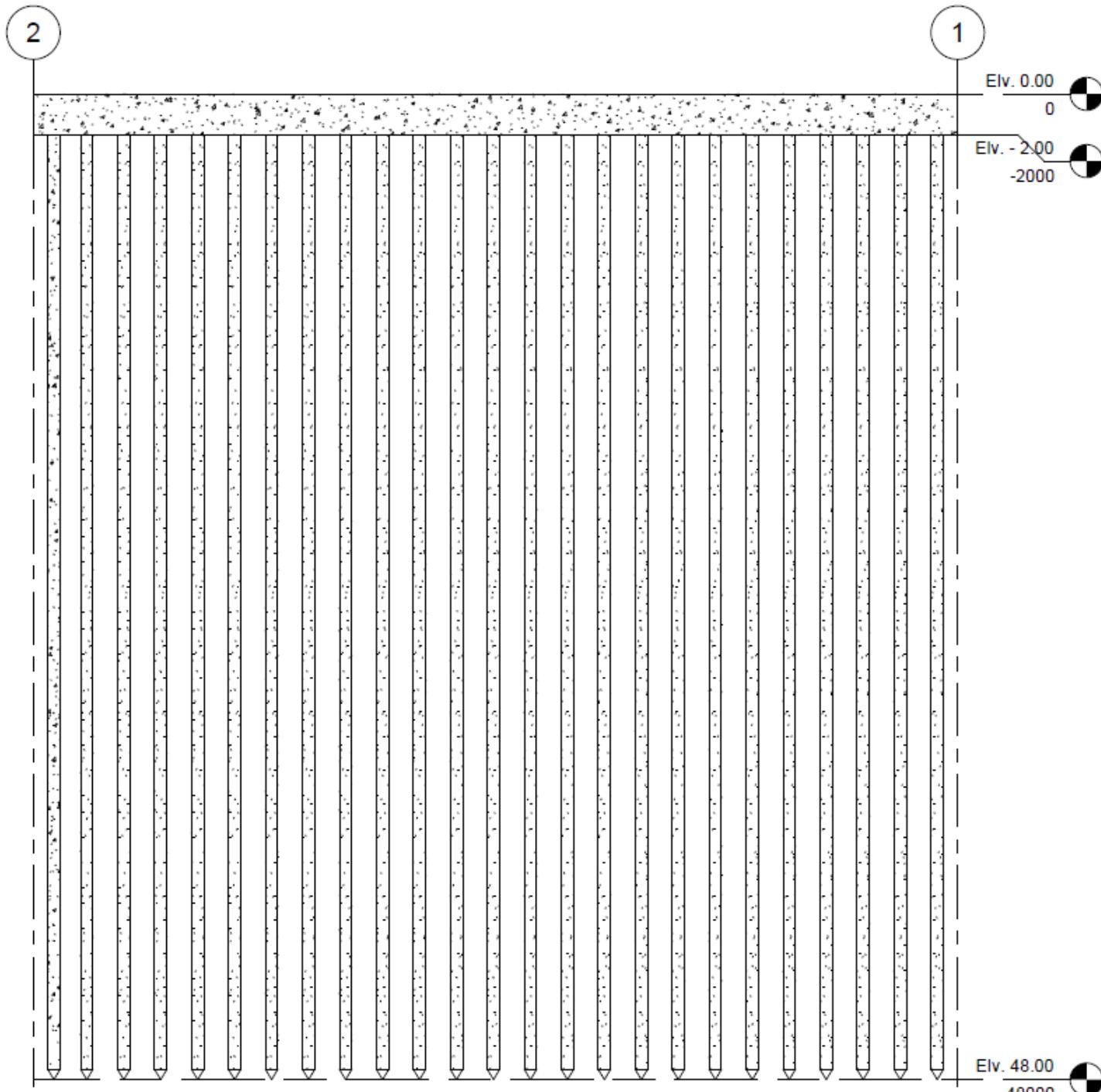
Tampak Timur

KODE GAMBAR SKALA

STR4 1 : 200

NO LEMBAR JUMLAH LEMBAR

4 8





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM SARJANA TERAPAN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN PILE RAFT
FOUNDATION
PADA APARTEMEN
TAMANSARI EMERALD
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

DOSEN I:

Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA
NIP. 19501011 198203 1 002

DOSEN II :

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, M. EngSc., Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Abdi Hafidz Hasan
NRP : 10111610013051

KETERANGAN

Fungsi Bangunan : Apartemen
Jenis Pondasi : Pile Raft Foundation

NAMA GAMBAR

Tampak Selatan

KODE GAMBAR	SKALA
STR5	1 : 350
NO LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
5	8

Selatan

1 : 350

Elv. 0.00

0

-2000

-2000

Elv. 48.00

-48000

-48000



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM SARJANA TERAPAN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN PILE RAFT
FOUNDATION
PADA APARTEMEN
TAMANSARI EMERALD
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

DOSEN I:

Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA
NIP. 19501011198203 1 002

DOSEN II:

Prof. Ir. M. Sigit Darmawana, M. EngSc., Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Ahdz Hafida Hasan
NRP : 10111610013051

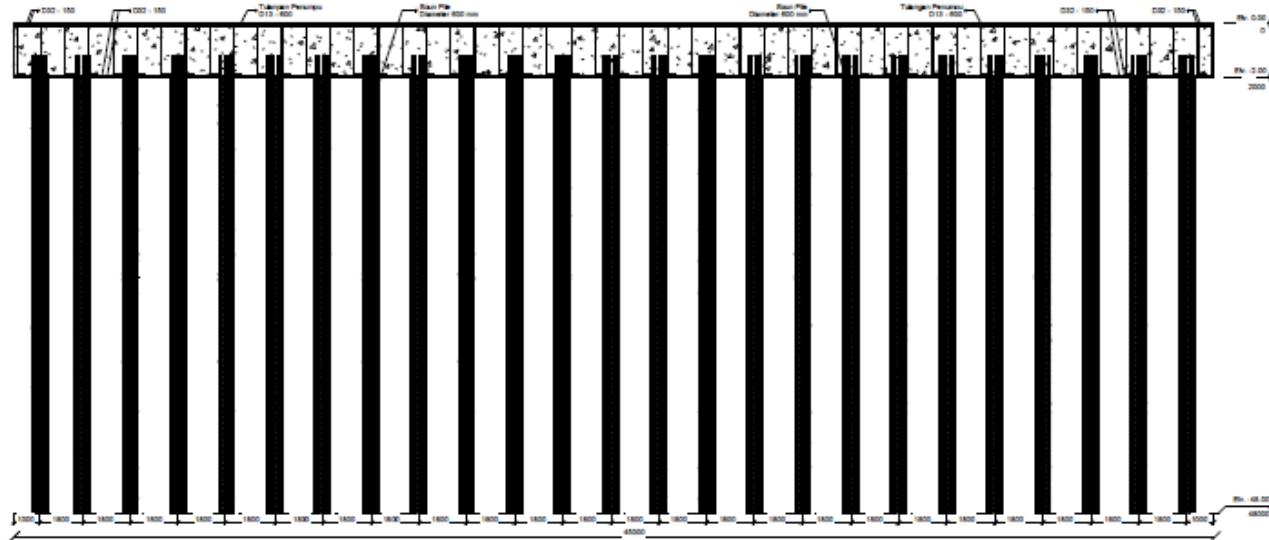
KETERANGAN

Fungsi Bangunan : Apartemen
Jenis Pondasi : Pile Raft Foundation

NAMA GAMBAR

Potongan 1-A

KODE GAMBAR	SKALA
STR6	1 : 200
NO LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
6	8



1 Potongan 1-A
1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM SARJANA TERAPAN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN PILE RAFT
FOUNDATION
PADA APARTEMEN
TAMANSARI EMERALD
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

DOSEN I:

Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA
NIP. 19501011 198203 1 002

DOSEN II:

Prof. Ir. M. Sigit Darmaawan, M. EngSc., Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Abdi Hafida Hasan
NRP : 10111610013051

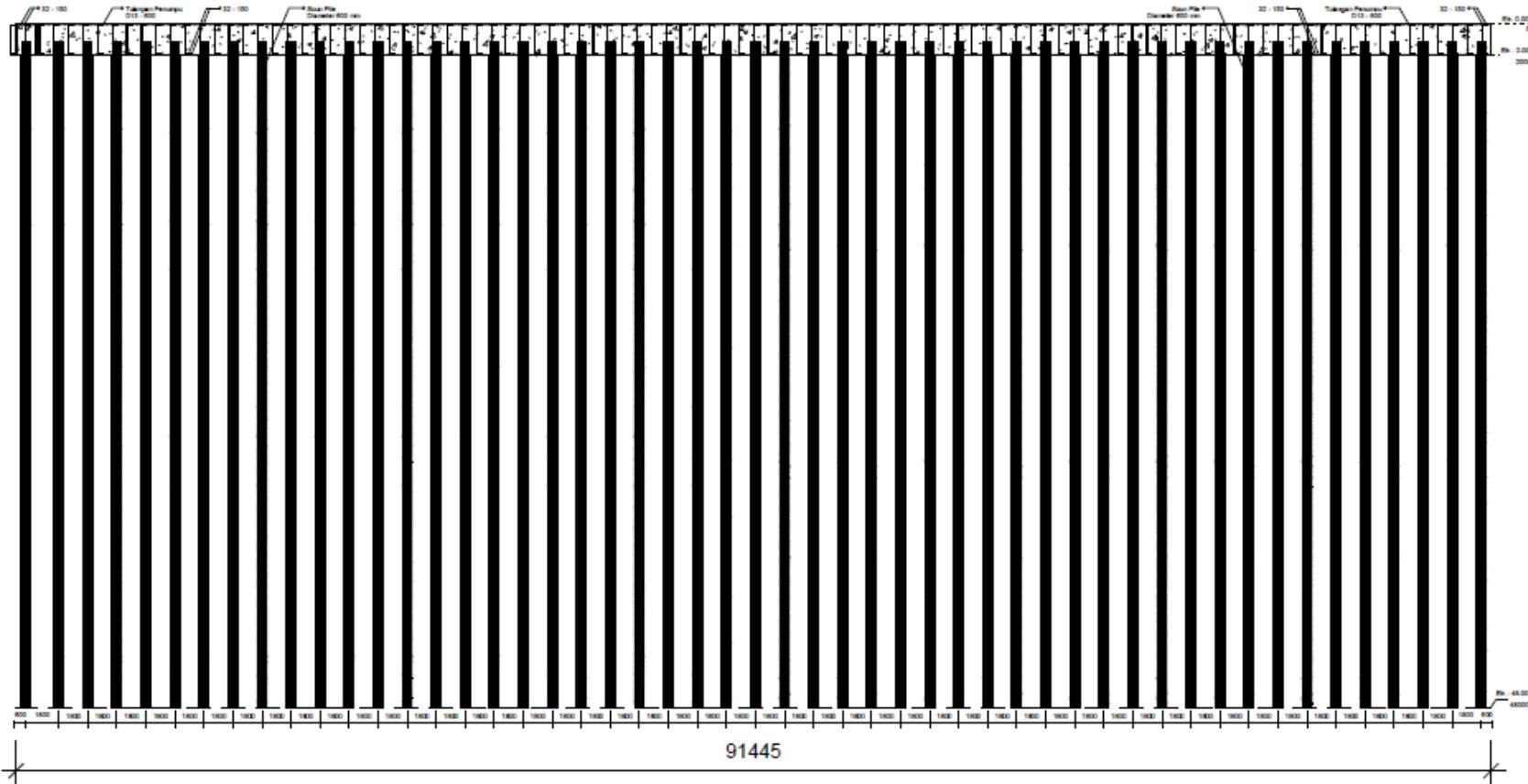
KETERANGAN

Fungsi Bangunan : Apartemen
Jenis Pondasi : Pile Raft Foundation

NAMA GAMBAR

Potongan 1-B

KODE GAMBAR	SKALA
STR7	1 : 300
NO LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
7	8



1 Potongan 1-B

1 : 300



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM SAJIANA TERAPAN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN PILE RAFT
FOUNDATION
PADA APARTEMEN
TAMANSARI EMERALD
SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

DOSEN I:

Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA
NIP. 19501011 198203 1 002

DOSEN II:

Prof. Ir. M. Sigit Damawwan, M. EngSc., Ph.D
NIP. 19630726 198903 1 003

NAMA MAHASISWA

Muhammad Abdi Hafida Hasan
NRP : 10111610013051

KETERANGAN

Fungsi Bangunan : Apartemen
Jenis Pondasi : Pile Raft Foundation

NAMA GAMBAR

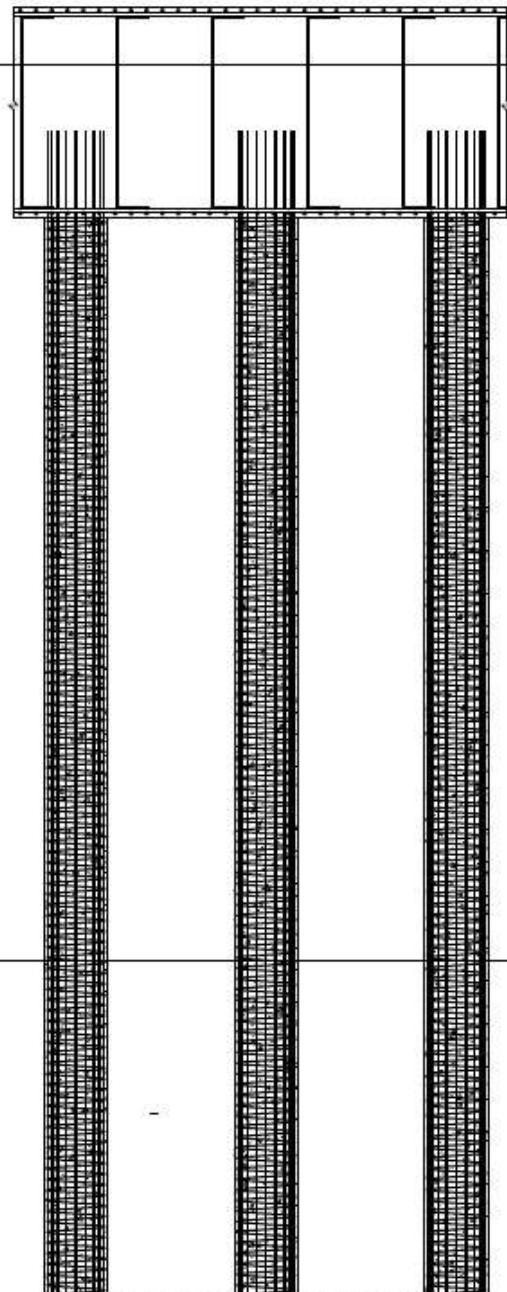
Potongan 1-C

KODE GAMBAR	SKALA
-------------	-------

STR8 1 : 200

NO LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
-----------	---------------

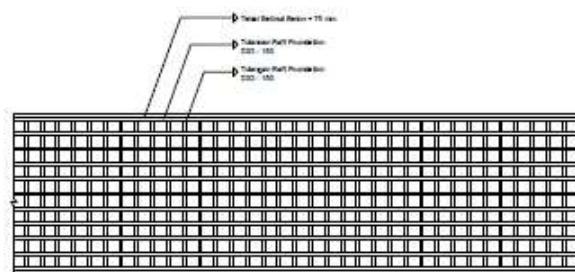
8 8



1 Potongan 1-C
1 : 50



2 Detail Spun Pile
1 : 25



3 Detail Raft Foundation
1 : 50