TUGAS AKHIR (RC14-1501)

PERENCANAAN PONDASI DAN DINDING PENAHAN TANAH *BASEMENT* PADA PROYEK KINO *OFFICE TOWER*, ALAM SUTERA, TANGERANG.

ARDELIA SUNARYO
NRP. 03111440000073

Dosen Pembimbing I
Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II
Putu Tantri Kumala Sari, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

TUGAS AKHIR (RC14-1501)

PERENCANAAN PONDASI DAN DINDING PENAHAN TANAH BASEMENT PADA PROYEK KINO OFFICE TOWER, ALAM SUTERA, TANGERANG.

ARDELIA SUNARYO
NRP. 03111440000073

Dosen Pembimbing I
Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II
Putu Tantri Kumala Sari, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

FINAL PROJECT (RC14-1501)

DESIGN FOUNDATION AND RETAINING WALL OF BASEMENT AT PROJECT KINO OFFICE TOWER, ALAM SUTERA , TANGERANG.

ARDELIA SUNARYO
NRP. 03111440000073

Academic Supervisor I
Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T.

Academic Supervisor II
Putu Tantri Kumala Sari, S.T., M.T.

Civil Engineering Department
Faculty of Civil, Enviromental, and Geotechnical
Sepuluh Nopember Institut of Technology
Surabaya 2019

PERENCANAAN PONDASI DAN DINDING PENAHAN TANAH *BASEMENT* PADA PROYEK KINO *OFFICE TOWER*, ALAM SUTERA , TANGERANG

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Reguler Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
Ardelia Sunaryo
NRP. 03111440000073

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T. .....(Pembimbing I)

2. Putu Tantri Kumala Sari, S.T., M.T. .....(Pembimbing II)

SURABAYA
MEI, 2019

PERENCANAAN PONDASI DAN DINDING PENAHAN TANAH *BASEMENT* PADA PROYEK KINO *OFFICE TOWER*, ALAM SUTERA , TANGERANG

Nama : Ardelia Sunaryo
NRP : 03111440000073
Departemen : Teknik Sipil – FTSLK ITS
Dosen Pembimbing I : Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T.
Dosen Pembimbing II : Putu Tantri Kumala Sari, S.T., M.T

Abstrak

Kino Office Tower merupakan gedung yang terletak di daerah Alam Sutera, Tangerang dimana area pembangunan tersebut berdekatan dengan perumahan penduduk dan gedung pertokoan. Bangunan Kino Office Tower ini mempunyai ketinggian 24 lantai dan basement sedalam 3 lantai yang masing – masing lantai berkedalaman 4 m. Pembangunan Kino Office Tower menggunakan metode Bottom Up yang dimana tanah di area pembangunan merupakan tanah berjenis lempung relatif lunak.

Berdasarkan kondisi eksisting pada pembangunan tersebut, maka direncanakan desain pondasi beserta dinding penahan tanah basement. Pondasi yang digunakan mempunyai dua rencana, yaitu tiang pancang dan pondasi Raft serta untuk dinding penahan tanah menggunakan bored pile yang kemudian dicek untuk memenuhi persyaratan yang ada dalam segi stabilitas dan material.

Hasil yang akan digunakan dalam perencanaan proyek Kino Office Tower ini adalah pondasi tiang pancang berdiameter 80 cm dengan kedalaman 35 meter dari alas basement atau dapat digunakan pondasi Raft dengan dimensi 48 m x 24 m tebal 2 m, sedangkan dinding penahan tanah digunakan bored pile dengan diameter 120 cm yang dibantu oleh ground anchor dengan diameter 13.5 cm dengan panjang grouting 23 m dan sebanyak 1 buah permeter panjang lari.

Kata Kunci : Basement, bored pile, pondasi tiang pancang, pondasi Raft, dinding penahan tanah, angkur.

DESIGN FOUNDATION AND RETAINING WALL OF BASEMENT AT PROJECT KINO OFFICE TOWER, ALAM SUTERA , TANGERANG

Name : **Ardelia Sunaryo**
NRP : **03111440000073**
Major Department : **Civil Engineering – FTSLK ITS**
Supervisor I : **Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T.**
Supervisor II : **Putu Tantri Kumala Sari, S.T., M.T**

Abstract

Kino Office Tower is a building located in Alam Sutera, Tangerang in which the construction area is bordering the local residence and market place. Kino Office Tower building is 24 floors height and a has 3 basement floors with each floors is 4 m deep. Construction of Kino Office Tower is using Bottom Up approach where the soil in the area is a relatively soft clay.

Based on the existing condition of the construction, so foundation design is scheduled along with its basement's retaining wall. The foundation has two plans, there are pile foundation and raft foundation, and using bored pile for the retaining wall that will be checked to fulfill the condition of its stability and material.

The product that will be used in Kino Office Tower construction project is a pile foundation with 80 cm in diameter and 35 m in dept start from the basement or use raft foundation with dimention is 48 m x 24 m thickness 2 m, meanwhile the retaining wall is using bored pile with a diameter of 120 cm that will also be supported by 1 ground anchor per meter.

Keyword: Basement, bored pile, raft foundation, pile foundation, retaining wall, ground anchor.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Perencanaan pondasi dan dinding penahan tanah basement pada Proyek Kino Office Tower Alam Sutera, Tangerang. ” ini dengan baik.

Harapan penulis dengan adanya tugas akhir ini, penulis sebagai mahasiswa Teknik Sipil ITS mendapat pengetahuan dan pemahaman yang lebih mendalam tentang proses perencanaan dengan benar.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada para pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini, antara lain :

1. Ibu Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T**.** dan Ibu Putu Tantri Kumala Sari, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang tidak henti-hentinya memberikan doa dan support.
3. Kepada para dosen geoteknik dan seluruh dosen Jurusan Teknik Sipil ITS yang telah memberikan ilmu pengetahuan, dan didikkan yang sangat berarti bagi penulis.
4. Teman-teman S57, senior, dan junior jurusan teknik sipil ITS yang telah memberikan doa, bantuan, dan support. Beserta semua pihak yang turut membantu sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Kontraktor TATAMULIA NUSANTARA INDAH pada pekerjaan proyek Kino Office Tower yang telah membantu memberikan data sehingga dibuatlah laporan tugas akhir ini.

Penulis membutuhkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan tugas akhir penulis. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa, khususnya mahasiswa jurusan teknik sipil dan bagi pembaca pada umumnya.

Surabaya, Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL..... Error! Bookmark not defined.
TITLE PAGE..... Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN..... Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....**iv**
ABSTRACT.....**vi**
KATA PENGANTAR.....**vii**
DAFTAR ISI.....**ix**
DAFTAR GAMBAR.....**xiii**
DAFTAR TABEL.....**xv**
BAB I PENDAHULUAN.....**1**
1.1 Latar Belakang.....1
1.2 Rumusan Masalah.....3
1.3 Tujuan.....3
1.4 Batasan Masalah.....4
1.5 Manfaat.....4
BAB II STUDI LITERATUR.....**5**
2.1 Jenis dan Klasifikasi Tanah.....5
2.2 Analisis Data Tanah.....10
2.3 Pondasi.....13
2.3.1 Pengertian Pondasi.....13
2.3.2 Pondasi Tiang Pancang.....14
2.3.3 *Raft Foundation*.....16
2.4 Kontrol *Uplift / Buoyancy*.....19
2.5 Daya Dukung Tiang.....19

2.6. Daya Dukung Tiang Grup 21
2.7 Tekanan Tanah Lateral 21
2.7.1 Tekanan Lateral Aktif 22
2.7.2 Tekanan Lateral Pasif 22
2.8 Jenis-Jenis Dinding Penahan 23
2.8.1 Diaphargm Wall 23
2.8.2 Secant Pile 25
2.8.3 Soldier Pile 26
2.8.4 Sheet Pile 27
2.9 Perencanaan *Ground Anchor* 28
2.9.1 Komponen *Ground Anchor* 28
2.9.2 Tipe – Tipe *Ground Anchor* 30
2.9.3 Metode *Ground Anchor* 31
2.9.4 Desain Letak *Ground Anchor* dan Kekuatannya. 33
2.10 Pembebanan 34
2.10.1 Kombinasi Beban 39
2.11 Titik Jepit (Zf) 39
BAB III METODOLOGI 41
3.1 Bagan Alir 41
3.2 Penjelasan Bagan Alir Pelaksanaan Tugas Akhir 42
3.2.1 Data Tanah dan *Lay Out* 42
3.2.2 Studi Literatur 43
3.2.3 Analisis Data. 43
3.2.4 Perencanaan Pondasi. 43
3.2.5 Daya Dukung Tiang. 44

3.2.6 Konfigurasi Pondasi. 44
3.2.7 Perencanaan Dinding Penahan Tanah. 44
3.2.8 Tekanan Horizontal. 44
3.2.9 Panjang Kebutuhan Dinding Penahan Tanah. 44
3.2.10 Perencanaan Angkur.....44
BAB IV DATA DAN ANALISA 45
4.1. Data Tanah 45
4.2 Analisa Data Bangunan Struktur.....51
BAB V PERENCANAAN 59
5.1. Perencanaan Pondasi Gedung 59
5.1.1 Perencanaan Kebutuhan Jumlah Tiang pada Masing-Masing Kolom. 59
5.1.2 Perencanaan Tiang Grup.....62
5.2 Perencanaan *Raft Foundation*. 74
5.2.1 Daya Dukung *Raft Foundation*.....74
5.2.2 Perhitungan Tegangan Akibat Beban. 75
5.2.3 Perencanaan Struktur *Raft Foundation*.....79
5.2.3.1 Perencanaan Slab.....79
5.3 Perencanaan Dinding Penahan Tanah *Basement*. 82
5.3.1 Perencanaan Dinding Penahan Tanah *Basement* Tanpa Angkur. 83
5.3.2 Perencanaan Dinding Penahan Tanah *Basement* Dengan Angkur. 89
5.3.3 *Check Overall Stability*.....92
BAB VI KESIMPULAN 99
DAFTAR PUSTAKA 101

LAMPIRAN.....103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Layout Proyek Kino Office Tower 1
Gambar 1. 2 Letak Kino Office Tower.....2
Gambar 1. 3 Potongan memanjang Kino Office Tower 2
Gambar 2. 1 *Rentang (range) dari batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk tanah dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7.* 8
Gambar 2. 2 Korelasi N-SPT terhadap nilai Cu (Terzaghi, 1943) 10
Gambar 2. 3 Korelasi N-SPT terhadap nilai Ø (Peck, Hanson, dan Thornburn, 1953) 11
Gambar 2. 4 Jenis-jenis Pondasi tikar yang lazim digunakan; (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 dari pondasi telapak. 17
Gambar 2. 5 *Secant Pile* 24 25
Gambar 2. 6 Konstruksi *Soldier Pile* (a) Tampak Depan, (b)Tampak Atas.....27
Gambar 2. 7 Komponen *Ground Anchor*.....28
Gambar 2. 8 Tipe-tipe *Ground Anchor*.....31
Gambar 2. 9 Metode Jangkar dengan Tabung Tekanan.....31
Gambar 2. 10 Metode Jangkar dengan Inti yang Dipancang. 32
Gambar 2. 11 Metode Jangkar dengan Membesarkan Bagian Bawah.....33
Gambar 2. 12 Desain Pemasangan *Ground Anchor* 34
Gambar 2. 13 Komponen dalam Perhitungan Panjang *Grouting*. 34
Gambar 3. 1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir 41
Gambar 3. 2 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir (lanjutan).....42
Gambar 4. 1 Lay Out titik Bor BH – 1A.....45
Gambar 4. 2 Grafik N-SPT BH-1 47
Gambar 4. 3 Korelasi nilai N-SPT terhadap C (Terzaghi, 1943) 49
Gambar 4. 4 Lay Out Pembebanan. 54

Gambar 4. 5 Tampilan Struktur pada aplikasi ETABS.....55
Gambar 5. 1 P_{IJIN} tiang pada setiap kedalaman. 60
Gambar 5. 2 Konfigurasi Tiang Pondasi.....63
Gambar 5. 3 Contoh Tiang Group 65
Gambar 5. 4 Letak Titik Eksentrisitas 77
Gambar 5. 5 Lapisan Tanah pada Dinding Penahan Tanah.....84
Gambar 5. 6 Distribusi Tegangan Tanah. 85
Gambar 5. 7 Spesifikasi dan Hasil dari SP COLUMN. 88
Gambar 5. 8 Ukuran Per Lapisan Tanah.....92
Gambar 5. 9 Parameter Tanah yang Dimasukkan Perlapisan Tanah.....92
Gambar 5. 10 Spesifikasi Secant Pile yang Dipakai. 93
Gambar 5. 11 Memasukkan Lapisan Tanah Pada Ukuran Ketebalan Lapisan Tanah. 93
Gambar 5. 12 Ukuran Galian. 94
Gambar 5. 13 Ketinggian air tanah. 94
Gambar 5. 14 Beban Kendaraan. 95
Gambar 5. 15 Spesifikasi Angkur. 95
Gambar 5. 16 Analisis Internal 96
Gambar 5. 17 Hasil Internal Stability 96
Gambar 5. 18 Hasil External Stability. 97

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Tanah untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya.....7
Tabel 2. 2 Klasifikasi Tanah untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya (Lanjutan).....7
Tabel 2. 3 Sistem Klasifikasi *Unified*. 9
Tabel 2. 4 Korelasi N-SPT dengan dengan relative density (Meyerhoff, 1956) 11
Tabel 2. 5 Korelasi N-SPT terhadap nilai γ dan qu (Bowles, 1984) 12
Tabel 2. 6 Korelasi N-SPT terhadap sudut geser tanah (Ø) (Burt G. Look, 2006) 12
Tabel 2. 7 Korelasi angka pori (e) dan berat volume jenuh tanah (γsat). (Biarez & Favre, 1975).....13
Tabel 2. 8 Beban Hidup pada Struktur. 36
Tabel 2. 9 Beban Hidup pada Struktur (lanjutan).....37
Tabel 2. 10 Nilai untuk $k1$.....40
Tabel 4. 1 Korelasi N-SPT terhadap nilai ɣ (Bowles,1984) 48
Tabel 4. 2 Korelasi nilai N-SPT terhadap sudut geser (Ø) (Burt G. Look, 2006) 49
Tabel 4. 3 Korelasi angka pori (e) terhadap berat volume jenuh tanah (ɣ**)**.....50
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Parameter-Parameter Tanah Perlapisan Tanah**.**.....51
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Hasil Pembebanan 56
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Hasil Pembebanan (lanjutan). 57
Tabel 4. 7 Penjelasan Kegunaan Gaya dari Data Pembebanan. .58
Tabel 5. 1 Rekapitulasi Kebutuhan Jumlah Tiang pada Masing-Masing Kolom.....61
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Daya Dukung Tiang Group (24 Tiang).66
Tabel 5. 3 Rekapitulasi Daya Dukung Tiang Group (45 Tiang).67
Tabel 5. 4 Rekapitulasi Daya Dukung Tiang Group (57 Tiang).67
Tabel 5. 5 Rekapitulasi Kekuatan Bahan.....68

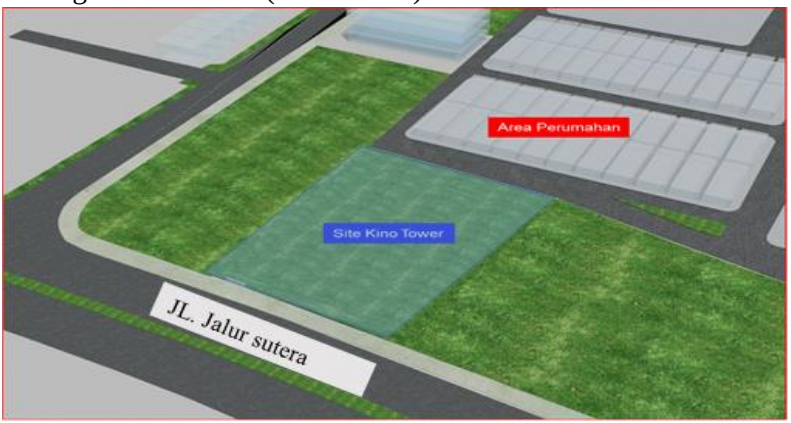
Tabel 5. 6 Rekapitulasi Kekuatan Bahan.....69
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Kontrol Tiang Group terhadap Gaya Lateral dan Momen. 70
Tabel 5. 8 Rekapitulasi Kontrol Tiang Group terhadap *Uplift* ...73
Tabel 5. 9 Harga-harga nilai Nγ, Nc, Nq (Caquot & Kerisel). ..75
Tabel 5. 10 Rekapitulasi perhitungan tergangan pertitik. 77
Tabel 5. 11 Rekapitulasi Nilai Tekanan Horizontal 84
Tabel 5. 12 Mencari Persamaan dari Perhitungan Momen. 86
Tabel 5. 13 Selisih Gaya Aktif dan Gaya Pasif 87
Tabel 5. 14 Mencari Persamaan dari Perhitungan Momen. 90
Tabel 5. 15 Perbedaan kebutuhan pada Dinding Penahan Tanah. 91

BAB I
PENDAHULUAN

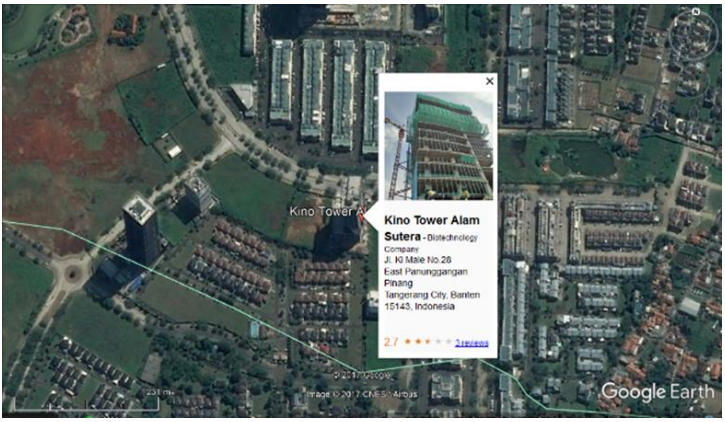
1.1 Latar Belakang

Kondisi laju pertumbuhan penduduk yang tinggi tidak seimbang dengan kebutuhan lahan sebagai kebutuhan primer. Hal ini menimbulkan berbagai macam permasalahan yang sulit untuk diselesaikan. Menjawab tantangan kelangkaan lahan tersebut, tuntutan adanya ruang bawah tanah atau biasa disebut basement pada pembangunan gedung-gedung komersial merupakan suatu keharusan.

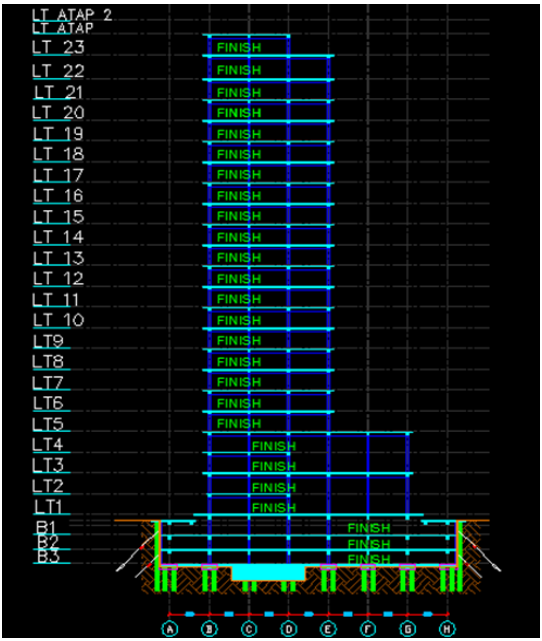
Salah satu gedung komersial yang menggunakan basement untuk efektifitas lahan adalah Gedung Kino *Office Tower* yang terletak di Alam Sutera, Tangerang (Gambar 1.1). Kino Office Tower ini berdekatan dengan perumahan, gedung pertokoan , dan berhadapan dengan jalan raya (Gambar 1.2). Gedung ini dibangun pada lahan dengan luas 5.969 m². Sedangkan gedungnya sendiri mempunyai luas 45.412 m² dengan luas *basemen*t 11.64 m² yang terdiri dari 3 level *basement* dimana mempunyai tinggi masing-masing *basement* 4 m (Gambar 1.3).



Gambar 1. 1 Layout Proyek Kino Office Tower



Gambar 1. 2 Letak Kino Office Tower



Gambar 1. 3 Potongan memanjang Kino Office Tower

Kino *Office Tower* ini dibangun dengan metode *Bottom Up* pada tanah yang mempunyai nilai rata-rata N-SPT = 5 sampai kedalaman 12 m, maka tanah tersebut dapat dikatakan tanah *soft clay*. Dinding penahan tanah untuk *basement* pun menggunakan *bored pile* yang dibantu dengan *ground anchor* sepanjang 26 m dan pondasi pada basement ini menggunakan *bored pile* dan *raft foundation*. Muka air tanah pada tanah di wilayah ini setinggi lima sampai enam meter dari permukaan tanah.

Pada tugas akhir ini akan merencanakan ulang pondasi dan dinding penahan tanah seperti kondisi eksisting. Adapun tujuannya adalah untuk melihat stabilitas dari segi daya dukung maupun material apakah sudah memenuhi persyaratan yang ada.

1.2 Rumusan Masalah

Secara umum berdasarkan latar belakang di atas, maka terdapat beberapa masalah yang harus dibahas antara lain:

1. Bagaimana perencanaan dinding penahan tanah menggunakan *Secant Pile* yang dibantu dengan *Ground Anchor*?
2. Bagaimana perencanaan pondasi *basement* menggunakan tiang pancang dan *raft foundation*?
3. Bagaimana perencanaan pondasi tiang untuk menahan gaya *uplift*?

1.3 Tujuan

Tujuan pembuatan laporan ini yaitu sebagai berikut:

1. Merencanakan dinding penahan tanah menggunakan *Secant Pile* yang dibantu dengan *Ground Anchor*.
2. Merencanakan pondasi basement menggunakan tiang pancang dan *raft foundation.*
3. Merencanakan pondasi tiang pancang agar dapat menahan gaya *uplift.*

1.4 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini, permasalahan dibatasi pada pokok-pokok pembahasan sebagai berikut:

1. Tidak memperhatikan alat-alat pendukung lainnya.

1.5 Manfaat

Manfaat dari laporan akhir ini adalah sebagai bahan acuan dalam perencanaan pondasi beserta dinding penahan tanah.

BAB II
STUDI LITERATUR

2.1 Jenis dan Klasifikasi Tanah.

Tanah merupakan hasil pelapukan oleh waktu yang menggerogoti batuan keras dan lambat laun mengalami dekomposisi (Friedrich Fallou, 1855). Tanah memiliki komposisi berupa butiran padat, air, dan udara. Berdasarkan ukurannya, tanah terdiri dari berbagai ukuran butiran, mulai dari butiran yang paling kecil (halus) hingga butiran yang besar (kasar). Berdasarkan lolos ayakan, dikatakan tanah berbutir halus jika lolos ayakkan no. 200 dimana kelompok tersebut terdiri dari tanah berjenis lanau yang ukurannya berdiameter 0,05 sampai dengan 0,002 mm dan tanah berjenis lempung yang ukurannya berdiameter lebih kecil dari 0,002 mm, sedangkan tanah berbutir kasar terdiri dari tanah berjenis kerikil jika lolos ayakan no. 3 dan tertahan sampai ayakan no. 20 dan tanah berjenis pasir yang lolos ayakan no. 10 dan tertahan pada ayakan no. 200. Dalam ilmu teknik sipil, tanah perlu diklasifikasikan berdasarkan jenis dan karakteristiknya dengan tujuan untuk mengelompokkan tanah yang berbedabeda namun mempunyai sifat yang serupa ke dalam grup maupun subgroup.

Secara umum dari hasil survei lapangan dan tes laboratorium tanah memiliki sifat-sifat sebagai berikut (Braja M Das,1998):

1. Permeabilitas tanah.
2. Kemampuan dan konsoliditas tanah.
3. Kekuatan tegangan geser tanah.
4. Klasifikasi tanah.

Struktur tanah didefinisikan sebagai susunan geometrik butiran tanah. Di antara faktor-faktor yang mempengaruhi struktur tanah adalah bentuk, ukuran, dan komposisi mineral dari butiran tanah serta sifat dan komposisi dari air tanah. Secara umum, tanah dapat dimasukkan ke dalam dua kelompok berdasarkan sifat lekatnya yaitu; tanah tak berkohesi (*Cohesionless Soil*) dan tanah kohesif (*Cohesive Soil*). Tanah tak berkohesi adalah tanah yang tidak memiliki atau sedikit sekali lekatan antar butirnya seperti

pasir. Sedangkan tanah kohesif adalah tanah yang memiliki sifat lekatan antar butir-butirnya seperti tanah lempung.

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu Bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi namun tidak ada satupun dari sistem-sistem tersebut yang benar-benar memberikan penjelasan yang tegas mengenai segala kemungkinan pemakaiannya (Braja M Das,1988).

Pada saat sekarang ada dua buah sistem kalsifikasi tanah yang selalu dipakai oleh para ahli teknik sipil. Kedua sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butir dan batas-batas *Atterberg*. Sistem-sistem tersebut adalah; Sistem klasifikasi AASHTO dan sistem klasifikasi *USCS*.

- Sistem klasifikasi AASHTO

Pada sistem klasifikasi AASHTO, tanah diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang diklasifikasikan ke dalam A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir di mana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No.200. Tanah dimana lebih dari 35% butirannya lolos ayakan No.200 diklasifikasikan ke dalam kelompom A-4, A-5, A-6, dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung.

Apabila sistem klasifikasi AASHTO dipakai untuk mengklasifikasikan tanah, maka data dari hasil uji dicocokkan dari kolom sebelah kiri ke kolom sebelah kanan dengan angka-angka yang diberikan dalam Tabel 2.1 yang menunjukkan Klasifikasi tanah untuk lapisan tanah dasar jalan raya, hingga ditemukan angka-angka yang sesuai.

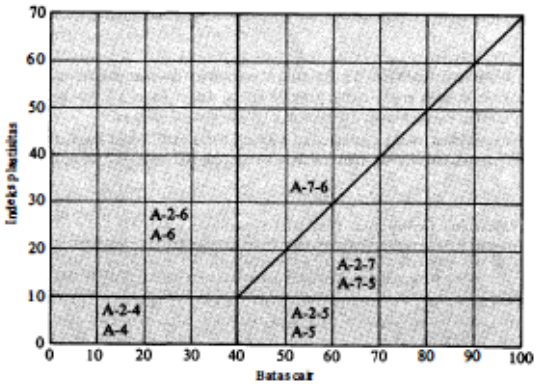
Tabel 2. 1 Klasifikasi Tanah untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya.

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						
Klasifikasi kelompok	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos)							
No. 10	Maks 50		Min 51				
No. 40	Maks 30	Maks 50	Maks 10				
No. 200	Maks 15	Maks 25		Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40							
Batas cair (*LL*)			NP	Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41
Indeks plastisitas (*PI*)	Maks 6			Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						

Tabel 2. 2 Klasifikasi Tanah untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya (Lanjutan)

Klasifikasi umum	Tanah lanau – lempung (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)			
Klasifikasi kelompok	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6†
Analisis ayakan (% lolos)				
No. 10				
No. 40				
No. 200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40				
Batas cair (*LL*)	Maks 40	Maks 41	Maks 40	Min 41
Indeks plastisitas (*PI*)	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek			

*Untuk A-7-5, $PI \leq LL - 30$
†Untuk A-7-6, $PI > LL - 30$



Gambar 2. 1 *Rentang (range) dari batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk tanah dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7.*

- Sistem klasifikasi USCS

Sistem klasifikasi *Unified Soil Classification System* diberikan dalam Tabel 2.3. Sistem klasifikasi *Unified*. Sistem ini mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu:

1. Tanah berbutir-kasar (*coarse-grained-soil*) yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S. G adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil, dan S adalah untuk pasir (*Sand*) atau tanah berpasir.

2. Tanah berbutir-halus (*fine-grained-soil*) yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau-organik dan lempung-organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), *muck*, dan tanah-tanah lain dengan kadar organic yang tinggi.

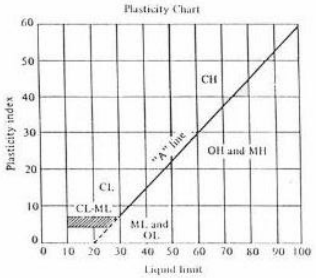
Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah:

W = *well graded* (tanah dengan gradasi baik)
P = *poorly graded* (tanah dengan gradasi buruk)
L = *low plasticity* (plastisitas rendah)(LL<50)
H = *high plasticity* (plastisitas tinggi)(LL>50)

Tabel 2. 3 Sistem Klasifikasi *Unified.*

Major Divisions			Group Symbols	Typical Names	Laboratory Classification Criteria	
Coarse-grained soils (More than half of material is larger than No. 200 sieve size)	Gravels (More than half of coarse fraction is larger than No. 4 sieve size)	Clean gravels (Little or no fines)	GW	Well-graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ greater than 4; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ between 1 and 3	
			GP	Poorly graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	Not meeting all gradation requirements for GW	
		Gravels with fines (Appreciable amount of fines)	GM[a] d / u	Silty gravels, gravel-sand-silt mixtures	Atterberg limits below "A" line or P.I. less than 4	Above "A" line with P.I. between 4 and 7 are *borderline* cases requiring use of dual symbols
			GC	Clayey gravels, gravel-sand-clay mixtures	Atterberg limits below "A" line with P.I. greater than 7	
	Sands (More than half of coarse fraction is smaller than No. 4 sieve size)	Clean sands (Little or no fines)	SW	Well-graded sands, gravelly sands, little or no fines	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ greater than 6; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ between 1 and 3	
			SP	Poorly graded sands, gravelly sands, little or no fines	Not meeting all gradation requirements for SW	
		Sands with fines (Appreciable amount of fines)	SM[a] d / u	Silty sands, sand-silt mixtures	Atterberg limits above "A" line or P.I. less than 4	Limits plotting in hatched zone with P.I. between 4 and 7 are *borderline* cases requiring use of dual symbols
			SC	Clayey sands, sand-clay mixtures	Atterberg limits above "A" line with P.I. greater than 7	
Fine-grained soils (More than half material is smaller than No. 200 sieve)	Silts and clays (Liquid limit less than 50)		ML	Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands, or clayey silts with slight plasticity		
			CL	Inorganic clays of low to medium plasticity, gravelly clays, sandy clays, silty clays, lean clays		
			OL	Organic silts and organic silty clays of low plasticity		
	Silts and clays (Liquid limit greater than 50)		MH	Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sandy or silty soils, elastic silts		
			CH	Inorganic clays of high plasticity, fat clays		
			OH	Organic clays of medium to high plasticity, organic silts		
	Highly organic soils		Pt	Peat and other highly organic soils		

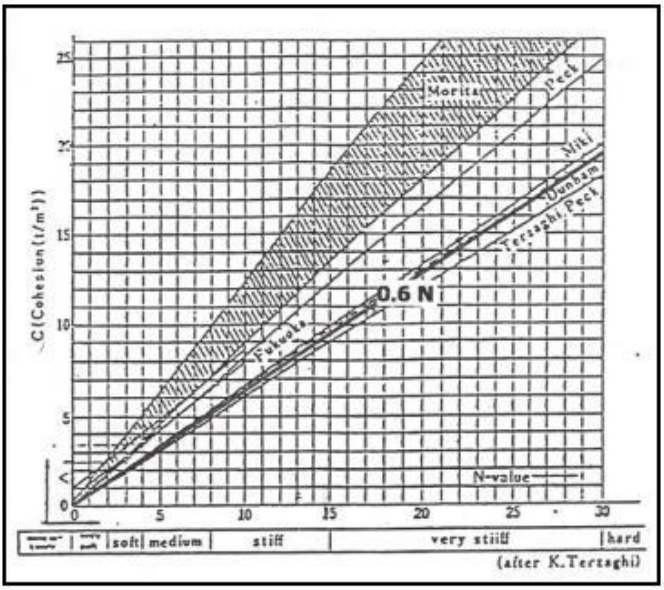
Determine percentages of sand and gravel from grain-size curve. Depending on percentage of fines (fraction smaller than No. 200 sieve size), coarse-grained soils are classified as follows:
Less than 5 per cent — GW, GP, SW, SP
More than 12 per cent — GM, GC, SM, SC
5 to 12 per cent — *Borderline* cases requiring dual symbols[b]



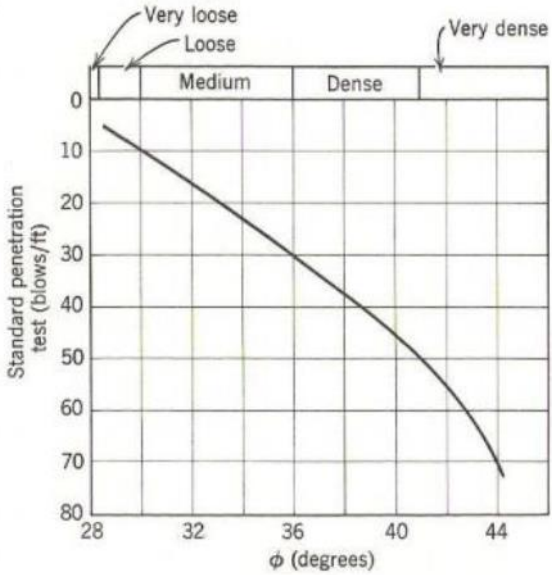
[a]Division of GM and SM groups into subdivisions of d and u are for roads and airfields only. Subdivision is based on Atterberg limits, suffix d used when L.L. is 28 or less and the P.I. is 6 or less; the suffix u used when L.L. is greater than 28.
[b]Borderline classifications, used for soils possessing characteristics of two groups, are designated by combinations of group symbols. For example, GW-GC, well-graded gravel-sand mixture with clay binder.

2.2 Analisis Data Tanah

Dalam perencanaan, diperlukan data-data tanah seperti kohesi (C),berat volume tanah (γ), dan sudut geser tanah (Ø) dari angka N-SPT yang didapatkan. Data – data tersebut didapatkan dengan menggunakan korelasi antar parameter yang ada pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3 serta Tabel 2.4 sampai dengan Tabel 2.7 dimana Gambar 2.2. menunjukkan korelasi N-SPT terhadap nilai Cu. Gambar 2.3. menunjukkan korelasi N-SPT terhadap nilai Ø. Tabel 2.4 menunjukkan korelasi N-SPT dengan *relative density*. Tabel 2.5 menunjukkan korelasi N-SPT terhadap nilai γ dan qu. Tabel 2.6. menunjukkan korelasi N-SPT dengan sudut geser tanah pada tanah berjenis pasir. Tabel 2.7 menunjukkan korelasi angka pori (e) dengan berat volume jenuh tanah (γsat).



Gambar 2. 2 Korelasi N-SPT terhadap nilai Cu (Terzaghi, 1943)



Gambar 2. 3 Korelasi N-SPT terhadap nilai Ø (Peck, Hanson, dan Thornburn, 1953)

Tabel 2. 4 Korelasi N-SPT dengan dengan relative density (Meyerhoff, 1956)

State of packing	Relative Density	Standard Penetration Resistance, N blows/ft
Very loose	< 0.2	< 4
Loose	0.2 - 0.4	4 - 10
Medium Dense/ Compact	0.4 - 0.6	10 - 30
Dense	0.6 - 0.8	30 - 50
Very Dense	>0.8	> 50

Tabel 2. 5 Korelasi N-SPT terhadap nilai γ dan qu (Bowles, 1984)

	Cohesionless Soil/Sol Pulvérulent				
N (*blows*)	0 – 3	4 – 10	11 – 30	31 – 50	> 50
γ(KN/m^3)	-	12 – 16	14 – 18	16 – 20	18 – 23
Ø (°)	-	25 – 32	28 – 36	30 – 40	> 35
State	*Very Loose*	*Loose*	*Medium*	*Dense*	*Very Dense*
Dr (%)	0 - 15	15 - 35	35 - 65	65 - 85	85 - 100
	Cohesive Soil/Sol Cohérent				
N (*blows*)	< 4	4 – 6	6 – 15	16 – 25	> 25
γ (KN/m^3)	14 – 18	16 – 18	16 – 18	16 – 20	> 20
q_U (kPa)	< 25	20 – 50	30 – 60	40 – 200	> 100
Consistency	*Very Soft*	*Soft*	*Medium*	*Stiff*	*Hard*

Tabel 2. 6 Korelasi N-SPT terhadap sudut geser tanah (Ø) (Burt G. Look, 2006)

Description	*Relative density D_r*	*SPT – N (blows/300 mm)*		*Strength*
		Uncorrected field value	*Corrected value*	*Friction angle*
V. Loose	<15%	$N \leq 4$	$(N_o)_{60} \leq 3$	$\phi < 28°$
Loose	15–35%	$N = 4–10$	$(N_o)_{60} = 3–8$	$\phi = 28–30°$
Med dense	35–65%	$N = 10–30$	$(N_o)_{60} = 8–25$	$\phi = 30–40°$
Dense	65–85%	$N = 30–50$	$(N_o)_{60} = 25–42$	$\phi = 40–45°$
V. Dense	>85%	$N > 50$	$(N_o)_{60} > 42$	$\phi = 45°–50°$
	100%		$(N_o)_{60} = 60$	$\phi = 50°$

- Reduce ϕ by 5° for clayey sand.
- Increase ϕ by 5° for gravely sand.

Tabel 2. 7 Korelasi angka pori (e) dan berat volume jenuh tanah (γsat). (Biarez & Favre, 1975).

Sifat tanah		γ_d		e	n	W_{sat}	γ_{sat}	K			C_v		σ		$m_v = 1 / E$	
		g/cm³	lb cb ft			%	g/cm³	cm/s	ft/year	lugeon	cm²/s	ft²/year	bars	psi	cm²/kg	ft²/ton
Silt, Clay	lunak	0,5	31,25	4,40	0,80	163,0	1,31	10^{-9}	$1,03 \times 10^{-3}$	10^{-4}	10^{-5}		0,01	0,142	100	97,6
		0,6	37,50	3,50	0,78	129,60	1,38						0,05	0,71	20	19,5
		0,7	43,75	2,86	0,74	105,8	1,44	10^{-8}	$1,03 \times 10^{-2}$	10^{-3}	1×10^{-4}	3,4				
		0,8	50,00	2,38	0,70	88,0	1,50				2×10^{-4}	6,8	0,1	1,42	10	9,76
		0,9	56,25	2,00	0,67	74,1	1,57	10^{-7}	$1,03 \times 10^{-1}$	10^{-2}	3×10^{-4}	10,1	0,5	7,05	2	1,95
											4×10^{-4}	11,1	1	14,2	1	0,976
	rata-rata	1,0	62,50	1,70	0,63	63,0	1,63	1×10^{-6}	1,03	10^{-1}	5×10^{-4}	16,9	2	28,4	0,5	0,488
		1,1	68,75	1,45	0,59	53,9	1,69	2×10^{-6}	2,06		6×10^{-4}	20,3	3	42,6	0,33	0,325
		1,2	75,00	1,25	0,56	46,3	1,76	3×10^{-6}	3,10		7×10^{-4}	23,6	4	56,9	0,25	0,244
		1,3	81,25	1,08	0,52	39,9	1,82	4×10^{-6}	4,13		8×10^{-4}	27,0	5	71,0	0,20	0,195
		1,4	87,50	0,93	0,48	34,4	1,88	5×10^{-6}	5,17		9×10^{-4}	30,4	6	85,3	0,17	0,163
Gravel, Sand	sand	1,5	93,75	0,80	0,44	29,6	1,94	6×10^{-6}	6,20		10^{-3}	$33,8 \times 10^{1}$	7	99,5	0,14	0,144
		1,6	100,00	0,69	0,41	25,5	2,04	7×10^{-6}	7,24				8	113	0,12	0,122
		1,7	106,25	0,59	0,37	21,8	2,07	8×10^{-6}	8,26				9	127	0,11	0,111
		1,8	112,50	0,50	0,33	18,5	2,13	9×10^{-6}	9,30		10^{-2}	$33,8 \times 10^{2}$	10	142	0,10	0,0976
		1,9	118,75	0,42	0,30	15,6	2,20	10^{-5}	10,33	1			11	156	0,091	0,0887
								10^{-4}	$1,03 \times 10^{2}$	10	10^{-1}	$33,8 \times 10^{3}$	12	170	0,083	0,0815
	gravel	2,0	125,00	0,35	0,26	13,0	2,26	10^{-3}	$1,03 \times 10^{3}$	100			13	185	0,077	0,075
		2,1	131,25	0,29	0,22	10,6	2,32	10^{-2}	$1,03 \times 10^{4}$	1000			14	199	0,073	0,07
		2,2	137,50	0,23	0,19	8,4	2,39	10^{-1}	$1,03 \times 10^{5}$	10000			15	213	0,064	0,065
		2,3	143,75	0,17	0,15	6,4	2,45						20	284	0,050	0,0488
		2,4	150,00	0,13	0,11	4,63	2,51						50	710	0,020	0,0195
		2,5	156,25	0,080	0,074	2,96	2,57						100	1420	0,010	$9,76 \times 10^{-3}$
		2,6	162,50	0,038	0,037	1,42	2,64						500	7100	0,002	$1,95 \times 10^{-3}$
		2,7	168,75	0,000	0,000	0,00	2,70						1000	14200	0,001	$9,76 \times 10^{-4}$

Catatan : 100 kPa = 100 kN/m² = 1 bar = 1,02 kg/cm²

2.3 Pondasi

2.3.1 Pengertian Pondasi

Pondasi adalah suatu struktur yang terletak dipermukaan atau didalam lapisan tanah, yang berfungsi sebagai landasan dan juga untuk menyalurkan beban-beban yang berasalah dari *upper (super) structure* kedalam tanah (Herman Wahyudi, 2012), sehingga pondasi bangunan harus diperhitungkan agar dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban-beban yang bekerja, gaya-gaya luar seperti tekanan angin, gempa bumi dan lain-lain. Di samping itu, tidak boleh terjadi penurunan melebihi batas yang diizinkan. Pondasi bangunan dapat dibedakan menjadi dua yaitu pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*), tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman dengan lebar pondasi.

Menurut Olivari (1986), pondasi dangkal dapat digunakan jika lapisan tanah kerasnya terlekat dekat dengan permukaan tanah. Suatu pondasi termasuk kategori pondasi dangkal apabila D/B < 4 atau 5. Sedangkan untuk pondasi dalam dapat digunakan jika lapisan tanah keras jauh dari permukaan tanah. Suatu pondasi dapat dikatakan pondasi dalam apabila D/B ≥ 4 atau 10(dalam Herman Wahyudi, 2012). Pondasi dangkal (*shallow foundation*) yang sering dipakai yaitu pondasi telapak atau setempat, pondasi rakit, dan pondasi sarang laba-laba. Sedangkan pondasi dalam yang sering digunakan adalah pondasi tiang dan pondasi sumuran atau caisson. Pondasi tiang bisa terbuat dari kayu, beton dan baja. Pada Tugas Akhir ini, perencanaan pondasi menggunakan pondasi tiang pancang beton.

2.3.2 Pondasi Tiang Pancang.

Pondasi tiang pancang *(pile foundation)* adalah suatu bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan menyalurkan beban dari struktur atas ke tanah yang memiliki daya dukung pada kedalaman tertentu. Pemakaian tiang pancang dipergunakan untuk suatu pondasi suatu bangunan apabila tanah dasar di bawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebannya, atau apabila tanah keras yang mana mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebannya terletak sangat dalam (Sardjono HS, 1984).

Adapun kelebihan dan kekurangan dalam pengunaan tiang pancang antara lain:

Kelebihan:

1. Tingkat akurasi dan validitas desain yang tinggi.
2. Mempunyai tegangan kuat.
3. Konstruksi pondasi dengan metode pelaksanaan yag lebih efisien.

4. Pondasi yang sangat awet, yaitu bisa melindungi tulangan beton .

Kekurangan:

1. Bobot yang snagat berat dan besar.
2. Proses produksinya membutuhkan waktu.
3. Proses produksi harus dilakukan dengan cermat dilihat dari ukuran tiang pancangnya.

Pemasangan Tiang Pancang dapat dijelaskan sebagai berikut,

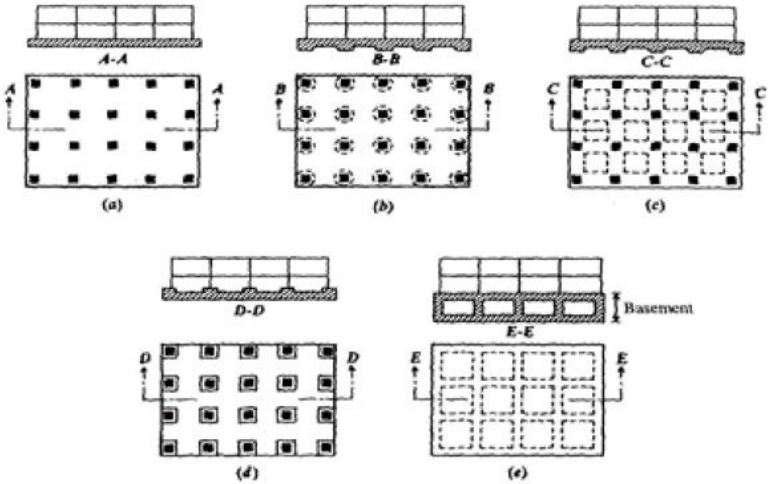
1. Pekerjaan persiapan awal meliputi :
   - Pengadaan tiang pancang.
   - Pengukuran lokasi / posisi tiang pancang.
   - Memeriksa Bench Mark yang diberikan.
   - Menentukan Grid line serta pemberian label grid.
   - Set up equipment.
   - Pengiriman dan Penyimpanan Tiang Pancang.
   - Pengaturan lokasi material pancang.
2. Pekerjaan persiapan pemancangan :
   - Buat skala pada tiang pancang menurut kedalamannya.
   - Check posisi titik / koordinat pancang.
   - Pengangkatan tiang pancang.
   - Pengangkatan pile dilakukan dengan menggunakan sling baja yang diikatkan ke pile di dua lokasi yang berjarak 0.6 panjang pile.
   - Perlu dibuat penandaan oleh fabrikan untuk menentukan dimana lokasi pengangkatan yang diizinkan
   - Tiang pancang berada di dalam topi pancang
   - Check ketegakkan tiang pancang terhadap 2 sumbu yang saling tegak lurus

- Pembuatan Cushion, berfungsi untuk menjaga agar kepala tiang tidak rusak akibat pemukulan, bertempat di antara anvil dan kepala tiang

3. Pekerjaan Pemancangan :
   - Tiang pancang ini digunakan hanya untuk mendukung bangunan/konstruksi ringan dengan kedalaman maksimal 12 m, penggunaan tiang pancang mini lebih dalam dari 12 m sebaiknya tidak dilakukan dengan alasan menghindari terjadinya bahaya tekukan
   - Selama pemancangan pastikan posisi tiang pancang tetap tegak lurus terhadap 2 sumbu horizontal yang saling tegak lurus
   - Catat jumlah pukulan hammer dari saat mulai sampai dengan berakhirnya pemancangan
   - Penghentian pemancangan hanya diijinkan setelah mendapat ijin dari pengawas
   - Membuat pile record + data hasil kalendering
   - Membuat sambungan jika diperlukan

2.3.3 *Raft Foundation*

Pondasi tikar merupakan pondasi tapak yang menumpu lebih dari satu kolom. Pondasi tersebut dapat meliputi seluruh atau hanya sebagian dari daerah pondasi. Gambar 2.4 menggambarkan beberapa konfigurasi rakit yang mungkin digunakan untuk bangunan-bangunan. Sebuah Pondasi tikar dapat digunakan dimana tanah dasar memiliki daya dukung yang rendah atau beban kolom begitu besar, sehingga lebih dari 50 persen dari luas, ditutupi oleh pondasi telapak sebar konvensional.



Gambar 2. 4 Jenis-jenis Pondasi tikar yang lazim digunakan; (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 dari pondasi telapak.
(sumber: Analisa dan Desain Pondasi – Bowles, 1988)

Adapun kelebihan dan kekurangan dalam penggunaan pondasi *Raft* antara lain:

Kelebihan:

1. pondasi ini lebih murah bila dihitung dari sisi biaya.
2. Galian tanah lebih sedikit karena hanya berada di titik yang terdapat kolom strukturnya.
3. Penggunaannya pada bangunan bertingkat lebih handal disbanding pondasi batu belah, baik sebagai penopang beban vertikal maupun gaya horizontal seperti gempa, angin, ledakan, dan lain-lain

Kekurangan:

1. Harus dipersiapkan bekisting atau cetakan terlebih dulu (persiapan lebih lama).
2. Diperlukan waktu pengerjaan lebih lama (harus menunggu beton kering/sesuai umur beton).
3. Tidak semua tukang bisa mengerjakannya.
4. Diperlukan pemahaman terhadap ilmu struktur.
5. Pekerjaan rangka besi dibuat dari awal dan harus selesai setelah dilakukan galian tanah.

Langkah pekerjaan pondasi raft adalah sebagai berikut:

1. Galian basemen sekaligus galian pondasi raft sehingga elevasi dasar galian adalah elevasi konsultan perencana yang meminta CBR min 50%. Sehingga harus ada perbaikan tanah dasar.
2. Membuat lantai kerja dengan campuran semen.
3. Fabrikasi pembesian sesuai dengan gambar kerja.
4. Membuat bekisting dengan pasangan batako.
5. Memasang pembesian lapis bawah dan atas.
6. Memasang pembesian vertikal kolom dan dinding basemen.
7. Penyemprotan obat anti rayap.
8. Melakukan pengecekan pembesian sebelum pengecoran.
9. Pengecoran dengan dibagi beberapa zona apabila bangunan terlalu luas.

Perhitungan daya dukung maksimum pondasi tikar (qult) dilakukan dalam satuan tegangan dapat dilihat pada Gambar 2.4 dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\boldsymbol{q_{ult}} = \left(\mathbf{1} - \mathbf{0.2}\frac{\boldsymbol{B}}{\boldsymbol{L}}\right).\gamma.\frac{\boldsymbol{B}}{\mathbf{2}}.\boldsymbol{N}_{\gamma} + \left(\mathbf{1} - \mathbf{0.2}\frac{\boldsymbol{B}}{\boldsymbol{L}}\right).\boldsymbol{C}.\boldsymbol{N_c} + \gamma.\boldsymbol{D}.\boldsymbol{N_q} \quad (2.1)$$

Keterangan :

q_{ult} = *Ultimate bearing capacity* pondasi (t/m²).
B, L = Lebar dan panjang dasar pondasi (m).
γ = Berat volume tanah : γsat, γ', γd (t/m³).
c = Kohesi tanah : cu, c' (t/m2).
D = Jarak dari permukaan tanah hingga dasar pondasi (m).
Nγ, Nc, Nq = Faktor daya dukung pondasi.

2.4 Kontrol *Uplift / Buoyancy*

Kontrol *uplift pressure / buoyancy* dilakukan karena tiang dan struktur dapat terangkat ke atas karena adanya *uplift force*. Daya dukung tanah melakukan perlawanan gaya tarik ke atas akibat dari gesekan antara tanah dan tiang tersebut. Perumusan yang digunakan untuk mengetahui besar dari kekuatan tanah dalam menahan beban tarik pada tanah berkohesi dapat dilihat di bawah ini,

$$Qu = (2LH + 2BH)\ Cu + W \qquad (2.2)$$

Keterangan:
L = panjang kelompok tiang
W = kombinasi berat kelompok tiang dan struktur lainnya
B = lebar kelompok tiang
H = kedalaman tiang
Cu = kohesi tanah

2.5 Daya Dukung Tiang

Perhitungan daya dukung tiang pancang merupakan faktor dari gaya gesek antara tanah dengan tiang pancang dan ketahanan pada ujung tiang. Perhitungan ini berdasarkan data N-SPT dari lapangan yang dikoreksi.

1. Koreksi terhadap muka air tanah

Koreksi ini khusus untuk jenis tanah pasir halus, pasir berlanau, dan pasir berlempung yang berada dibawah muka air

tanah serta hanya bila NSPT > 15. Koreksi dilakukan dengan memilih harga terkecil N1 dari dua rumus berikut:

N1 = 15 + ½ (NSPT – 15) (Terzaghi & Peck, 1960) (2.3)

N1 = 0,6 N (Bazaraa, 1967) (2.4)

Untuk jenis tanah lempung, lanau, dan pasir kasar dengan nilai NSPT ≤ 15, tidak dilakukan koreksi, sehingga nilai N1 = NSPT.

2. Koreksi terhadap *overburden pressure* dari tanah

Hasil dari koreksi terhadap muka air tanah (N1) dikoreksi lagi untuk pengaruh tekanan vertikal efektif (*overburden pressure*) pada lapisan tanah dimana harga N tersebut didapatkan. Bazaara (1967) memberikan rumusan terhadap *overburden pressure* sebagai berikut.

N2= $\frac{4N1}{1+0.04po}$; bila po ≤ 75 kN/m2 (2.5)

N2= $\frac{4N1}{3.25+0.01po}$; bila po ≥75 kN/m2 (2.6)

Setelah didapat nilai N2, disarankan untuk mengecek kembali apakah nilai N2 tersebut ≤ 2 N1. Apabila didapatkan N2 > 2 N1, maka dibuat N2 = N1.

Sehingga, rumus untuk mencari daya dukung tiang adalah

$$Pult = (40\ x\ \ \bar{N} x\ Aujung) + \sum\left(\frac{N^2}{(2\ atau\ 5)}\ x\ Asi\right) \quad (2.7)$$

$$Pijin = \frac{Pult}{SF}\ ,\ \ SF = 3 \quad (2.8)$$

Keterangan:

- Asi = Luas selimut tiang persegmen (i).
  Asi = 0.5 x л x D
- Aujung = Luas Lingkaran.
  Aujung = л x r^2
- $\bar{N}$ = Harga rata-rata N_2 dari 4D di awah ujung sampai 8D di atas ujung tiang.
- $(2\ atau\ 5)$

Dipilih, 2 untuk tanah Lempung / Lanau dan 5 untuk tanah Pasir.

2.6. Daya Dukung Tiang Grup

Jika daya dukung satu tiang pondasi tidak dapat menahan beban maka dibutuhkan lebih dari satu tiang pondasi. Konfigurasi letak tiang pondasi satu sama lain akan membentuk group tiang pondasi dan untuk daya dukung tiang pondasi maka harus dikoreksi terlebih dahulu dengan apa yang disebut koefisien efisiensi (Ce). Perhitungan koefisien efisiensi group tiang pancang menurut Converese-Labarre menggunakan persamaan :

$$Ce = 1 - \frac{arc\tan\left(\frac{Ø}{S}\right)}{90}\ x\ \left(2 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n}\right) \qquad (2.9)$$

Keterangan :
Ø = diameter tiang
S = jarak antar tiang
m = jumlah baris tiang dalam group
n = jumlah kolom tiang dalam group
Jadi besar daya dukung tiang group adalah

$$Q_{group} = P_{ijin}\ x\ ^{n}\ x\ Ce \qquad (2.10)$$

2.7 Tekanan Tanah Lateral

Dalam memperkirakan dan menghitung kestabilan konstruksi penahan tanah, diperlukan perhitungan tekanan lateral. Tekanan lateral terjadi karena massa tanah menerima beban akibat tegangan normal maupun berat kolom tanah. Hal ini menyebabkan terjadinya tekanan ke arah tegak lurus atau kearah samping. Besarnya tekanan tanah lateral sendiri sangat dipengaruhi oleh fisik tanah, sudut geser, dan kemiringan tanah terhadap bentuk struktur konstruksi penahan tanah.

Tekanan tanah lateral dibagi menjadi tekanan tanah dalam keadaan diam, tekanan tanah aktif, dan tekanan tanah pasif. Tekanan tanah dalam kondisi diam terjadi akibat massa tanah pada

dinding penahan berada dalam kondisi seimbang. Tekanan tanah aktif merupakan tekanan yang berusaha untuk mendorong dinding penahan tersebut ke depan. Sementara tekanan tanah pasif merupakan tekanan yang berusaha mengimbangi tekanan tanah aktif.

2.7.1 Tekanan Lateral Aktif

Tekanan aktif merupakan tekanan yang mendorong dinding penahan tanah ke arah horizontal. Sementara dinding penahan tanah harus dalam keadaan seimbang dalam menahan tekanan arah horizontal. Tekanan ini dapat dievaluasi dengan menggunakan koefisien tanah Ka. Rumusan tekanan horizontal dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma h = Ka.\gamma.H \qquad (2.11)$$

Harga Ka :

- Untuk tanah datar :

$$\mathrm{Ka} = \frac{1-\sin\emptyset}{1+\sin\emptyset} = \tan^2\left(45° - \frac{\emptyset}{2}\right) \qquad (2.12)$$

- Untuk tanah miring :

$$\mathrm{Ka} = \left(\frac{\cos\emptyset}{1+\sqrt{\frac{\sin\emptyset\sin(\emptyset-\alpha)}{\cos\alpha}}}\right)^2 \qquad (2.13)$$

Keterangan :

ϕ = sudut geser tanah

α = kemiringan tanah

Selain itu, kohesi sebagai lekatan antara butiran tanah juga memiliki pengaruh mengurangi tekanan aktif tanah yaitu sebesar $2c\sqrt{\mathrm{Ka}}$, sehingga perumasan menjadi:

$$\sigma\mathrm{h\ aktif} = \mathrm{Ka}.\gamma.\mathrm{H} - 2c\sqrt{\mathrm{Ka}} \qquad (2.14)$$

2.7.2 Tekanan Lateral Pasif

Tekanan lateral pasif tanah merupakan tekanan yang melawan arah dari tekanan lateral aktif. Hal ini disebabkan oleh

gaya yang mendorong dinding cencerung ke arah urugannya. Tekanan pasif menunjukkan nilai maksimum dari gaya yang dapat dikembangkan oleh tanah, yaitu gaya yang dibutuhkan untuk menahan dinding penahan tanah sebelum terjadi kegagalan.

Rumusan tekanan horizontal pasif dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma h = Kp.\gamma.H \qquad (2.15)$$

Harga Ka :

- Untuk tanah datar :

$$Kp = \frac{1+sin\emptyset}{1-sin\emptyset} = tan^2\left(45° + \frac{\emptyset}{2}\right) = \frac{1}{Ka} \qquad (2.16)$$

- Untuk tanah miring :

$$\mathrm{Kp} = \left(\frac{\cos\emptyset}{1+\sqrt{\frac{\sin\emptyset\,\sin(\emptyset+\alpha)}{\cos\alpha}}}\right)^2 \qquad (2.17)$$

Keterangan :

ϕ = sudut geser tanah

α = kemiringan tanah

Dalam kasus tekanan lateral pasif, kohesi (lekatan antar butiran tanah) mempunyai pengaruh memperbesar tekanan pasif tanah sebesar $2c\sqrt{\mathrm{Ka}}$, sehingga perumusan menjadi:

$$\sigma\mathrm{h\ pasif} = \mathrm{Kp}.\gamma.\mathrm{H} + 2c\sqrt{\mathrm{Kp}} \qquad (2.18)$$

2.8 Jenis-Jenis Dinding Penahan

2.8.1 Diaphargm Wall

Dinding diafragma adalah suatu konstruksi dinding beton bertulang yang dibuat dengan cara slurry trenching yaitu mengisikan beton pada galian *trench* (parit) yang sudah dibuat lebih dahulu dan diisi dengan *slurry bentonite* sebagai stabilisator dinding galian, kemudian diisi dengan beton setelah sangkar tulangan dipasang (Awal Surono , 1997). Fungsi dinding diafragma dapat dibagi atas :

1. *Cut of wall* sebagai penutup lapisan-lapisan pembawa air *(water proofing structure*) pada konstruksi bawah tanah

2. *Retaining wall* sebagai pemikul tekanan tanah dan tekanan hidrostatik yang besar.
3. *Load bearing* wall sebagai suatu struktur yang dapat memikul beban vertikal yang besar.

Dinding diafragma dapat dibedakan atas dua macam sistem antara lain:

1. *The continuous bored pile* wall terdiri dari tiang-tiang bor yang disusun secara berhimpit beruntun dan membentuk suatu dinding.
2. *The mud filled bore hole* terdiri dari panel-panel yang disambung menjadi satu membentuk suatu dinding.

Adapun Dinding diafragma mempunyai beberapa keunggulan antara lain:

1. Secara teori dapat dilaksanakan dalam berbagai macam jenis tanah dan berbagai kedalaman, tanpa memperhatikan air tanah.
2. Suatu dinding diafragma dimungkinkan dapat memenuhi tugas dari sheeting (lembar dinding penahan*), water proofing* (kedap air), *load bearing* (pemikul beban). Sejak tugas-tugas ini dapat dipikul hanya oleh satu jenis struktur yaitu dinding diafragma dalam satu operasi pelaksanaan, berarti penghematan waktu dan uang.
3. Setiap fase pelaksanaan dilaksanakan dengan mekanisasi, sehingga upah buruh minimal dan produktifitas tinggi.
4. Dibandingkan dengan pemancangan *sheet pile* yang menggunakan hammer pengendali, maka sistem dinding diafragma tidak menimbulkan getaran dan tidak berisik.
5. Dalam lingkungan yang telah padat dengan bangunan, serta jarak yang terbatas antar bangunan, sistem dinding diafragma adalah solusi yang tepat.

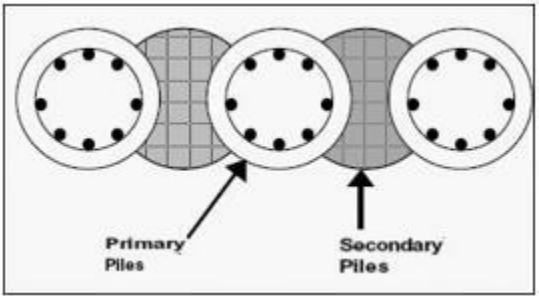
Dinding diafragma juga mempunyai beberapa kekurangan antara lain:

1. Mutu permukaan dinding tidak halus.

2. Mengatasi polusi yang disebabkan slurry (lumpur) terhadap lingkungan sekitar proyek, sehingga perlu usaha-usaha pencegahan khusus.

2.8.2 Secant Pile

Secant Pile merupakan dinding penahan tanah jenis in-situ yang biasanya digunakan pada area yang sempit karena metode ini tidak membutuhkan area yang luas untuk membuat konstruksi dan menahan rembesan air. Secant pile juga bisa diterapkan pada tanah dengan kondisi sulit atau level muka air yang tinggi. Struktur secant pile tersusun atas barisan pile beton tak bertulang yang disebut dengan primary pile dan pile beton bertulang yang disebut secondary pile. Primary pile dicor terlebih dahulu. Begitu pula dengan *secondary pile* yang dicor secara overlap terhadap *primary pile*. Keduanya disusun saling menyambung hingga membuat dinding.



Gambar 2. 5 *Secant Pile* 24

Primary pile berfungsi sebagai penutup galian dan pengendap, sedangkan secondary pile berfungsi sebagai elemen struktural yang memberikan kapasitas lentur sistem secant pile. Keuntungan dalam menggunakan *secant pile* antara lain :

1. Relatif lebih murah harganya dibanding dengan konstruksi Dinding Penahan Tanah lainnya.
2. Tidak membutuhkan area yang luas untuk konstruksinya.

3. Dapat digunakan pada tanah dengan kondisi sulit (muka air tanah yang tinggi).

Kekurangan dalam menggunakan *secant pile* antara lain :

1. Waktu pengerjaan lebih lama dibanding dengan konstruksi Dinding Penahan tanah lainnya.
2. Membutuhkan finishing lagi jika ingin digunakan sebagai basement.

2.8.3 Soldier Pile

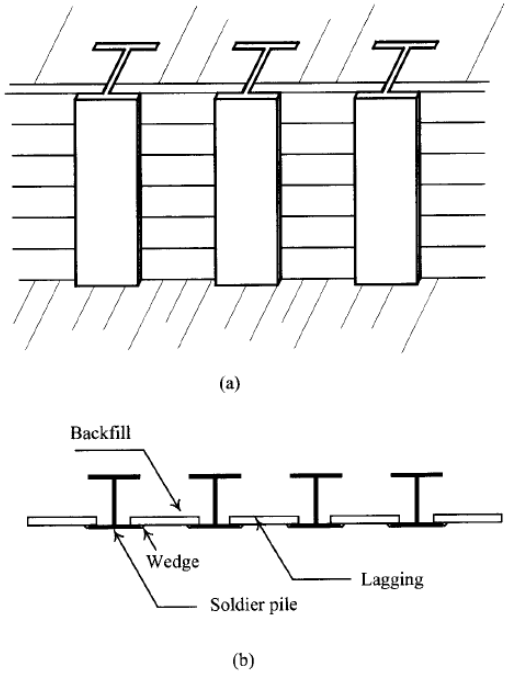
Konstruksi *soldier pile* adalah konstruksi dinding penahan tanah menggunakan profil baja yang disambung dengan *lagging. Soldier pile* dibangun dengan cara menanamkan profil baja terlebih dahulu secara berbaris dan dengan jarak tertentu, kemudian dipasang dinding *lagging* bersamaan dengan proses penggalian. Konstruksi ini biasanya dibantu dengan penggunaan *strut* saat penggalian dengan bertumpu pada profil baja. Setelah penggalian selesai, konstruksi dilanjutkan dengan membuat dinding untuk struktur yang direncanakan, sehingga *soldier pile* berfungsi sebagai dinding penahan sementara. Perencanaan mengenai konstruksi *soldier pile* akan dijelaskan pada Gambar 2.6. Keuntungan dalam menggunakan *soldier pile* adalah sebagai berikut,

1. Mudah dan cepat dalam proses konstruksi
2. Profil baja dapat dicabut kembali dengan mudah
3. Dapat digunakan kembali.

Namun, ada beberapa kekurangan yang terdapat dalam konstruksi *soldier pile* ini sebagai berikut,

1. Sulit untuk membuat dinding yang sangat rapat. Metode konstruksi yang dapat menghasilkan
2. kebisingan apabila ditanam dengan cara dipancang.
3. Diperlukan penimbunan apabila baja ditanam dengan *pre-boring* yang bisa menghasilkan efek buruk pada lingkungan sekitar.

4. Pemindahan profil baja dapat mengganggu keadaantanah sekitar.



Gambar 2. 6 Konstruksi *Soldier Pile* (a) Tampak Depan, (b)Tampak Atas
{sumber : Chang-Yu Ou,2006}

2.8.4 Sheet Pile

Sheet Pile adalah dinding vertikal relatif tipis yang berfungsi untuk menahan tanah dan untuk menahan masuknya air ke dalam lubang galian.

Jenis-jenis *sheet pile* antara lain:

1. Sheet pile kayu
2. Sheet pile beton
3. Sheet pile baja

Sheet pile biasanya digunakan pada pekerjaan:

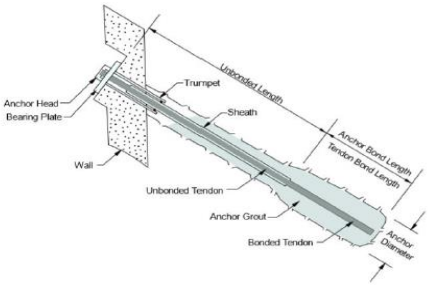
1. Dinding penahan tanah misalnya pada tebing jalan raya atau tebing sungai.
2. Penahan tebing galian misalnya pada pembuatan pondasi langsung atau menerus dan pembuatan basement.
3. Bangunan-bangunan di pelabuhan
4. Bendungan elak.

Kelebihan pengunaan *sheet pile* yaitu pemasangan yang mudah dan biaya pelaksanaan yang relatif murah. Kemudian kekurangan penggunaan *sheet pile* yaitu tidak cocok untuk menahan tanah yang sangat tinggi karena akan memerlukan luas tampang bahan turap yang besar.

2.9 Perencanaan *Ground Anchor*

Ground Anchor memiliki bagian penting yang mengirimkan gaya tarik (*tensile force*) dari struktur utama ke tanah di sekitarnya. Kekuatan geser dari tanah digunakan untuk melawan gaya tarik tersebut serta untuk mengikat struktur *Ground Anchor* pada tanah. Struktur *Ground Anchor* biasanya terdiri dari baja tendon dengan kekuatan tinggi yang dipasang pada sudut kemiringan (inklinasi) tertentu dan pada kedalaman yang diperlukan untuk melawan beban yang ada.

2.9.1 Komponen *Ground Anchor*



Gambar 2. 7 Komponen *Ground Anchor*
(Sumber : Geotechnical Engineering Circular 4 “Ground Anchors And Anchored Systems”)

Komponen *ground anchor* pada Gambar 2.7 meliputi *unbonded length anchor* dan *bond length anchor*. *Bond length anchor* berfungsi sebagai pembungkus material tanah untuk memindahkan beban serta gaya tarik (*tensile force*) dari struktur ke tanah di sekitar jangkar. Sedangkan *unbunded length anchor* adalah bagian dari tendon yang tidak terikat dan bebas bergerak di dalam tanah serta terletak pada bagian atas *bond length anchor* dimana tidak ada gaya tarik yang dipindahkan ke tanah. Selain itu komponen *ground anchor* juga terdiri dari tendon, yaitu bagian yang terbuat dari baja berkekuatan tinggi (*bar*, *wire* atau *strand*) yang dikelilingi *cement grout* (material semen untuk grouting).

Terdapat 9 faktor yang berperan penting dalam pemasangan *ground anchor* (Littlejohn dan Bruce, 1977; FHWA, 1982; BSI, 1989; Xanthakos, 1991; PTI, 1996; Wyllie, 1999; dalam *Rock Slope Engineering*), yaitu:

1. Pengeboran (drilling), menentukan besarnya diameter lubang bor dan panjang yang akan dibor di lapangan berdasarkan pada peralatan yang tersedia.
2. Material dan dimens, memilih material dan dimensi *anchor* yang cocok dengan diameter lubang dan gaya *anchor* yang disyaratkan.
3. Korosi, memperkirakan tingkat korosi di lapangan dan mengaplikasikan perlindungan korosi yang sesuai dengan tingkat korosi pada anchor.
4. Tipe Pengikatan (*bond type*), memilih antara semen atau *grout* atau *mechanical anchor* untuk mengamankan bagian ujung *anchor* pada lubang.
5. Panjang ikatan (*bond length*), penentuannya berdasarkan tipe pengikatan, diameter lubang, tegangan *anchor*, dan kekuatan geser tanah.
6. Panjang total *anchor*, menghitung panjang total *anchor*, yang terdiri dari jumlah panjang ikatan dan panjang yang tidak terpengaruh tekanan. Panjang yang tidak terpengaruh tekanan harus lebih luar dari permukaan tanah sampai bagian atas zona

pengikatan (*bond zone*), dengan bagian atas dari zona pengikatan akan berada di bawah bidang longsor potensial.

7. Pola Anchor (*anchor pattern*), layout dari pola *anchor*, maka jarak pada permukaannya akan hampir sama dan akan menghasilkan gaya anchor yang telah disyaratkan.

8. Lubang bor yang tahan air (*waterproofing drill holes*),memastikan tidak ada diskontinuitas pada zona pengikatan yang dapat menyebabkan kebocoran *grouting*.

9. Pengetesan (*testing*), menyiapkan prosedur untuk pengetesan yang akan memeriksa jika panjang pengikatan dapat menahan dari beban yang didesain.

2.9.2 Tipe – Tipe *Ground Anchor*

1. Penjangkaran dengan tahanan geser.

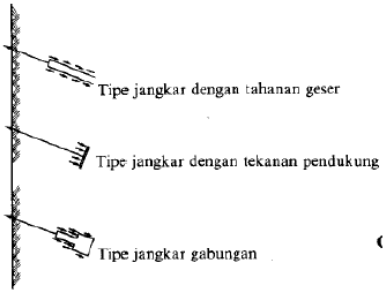
Jenis ini memakai batang jangkar yang silindris yang digrout di dalam lubang bor dan gaya tarik ditimbulkan dari tahanan geser yang bekerja sekelilingnya.

2. Penjangkaran dengan plat pemikul.

Jenis ini menggunakan suatu plat massif yang dipasang di dalam tanah sehingga tekanan tanah pasifnya yang bekerja dapat menahan gaya tarik.

3. Penjangkaran gabungan.

Dimana ada bagian- bagian yang diperbesar dan tekanan pasif bersama-sama tahanan geser batangnya yang menahan gaya tarik, sehingga dapat disebut sebagai gabungan dari kedua metode terdahulu. Untuk membuat penjangkaran dengan diameter besar pembuatan lubangnya perlu menggunakan mata bor khusus atau semburan air bertekanan tinggi.



Gambar 2. 8 Tipe-tipe *Ground Anchor*
(Sumber: Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, 2000)

2.9.3 Metode *Ground Anchor*

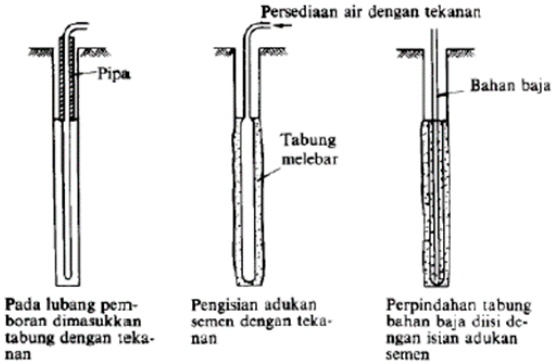
Beberapa metode penjangkaran yang dipakai pada saat ini diantaranya :

1. Metode penjangkaran dengan grouting.

Setelah suatu batang baja atau kabel terpasang, dilaksanakan grouting dan batang jangkar ini dijangkar. Dipasang alat "packer" untuk menahan keluarnya aliran semen dari lubang.

2. Metode penjangkaran dengan tabung bertekanan.

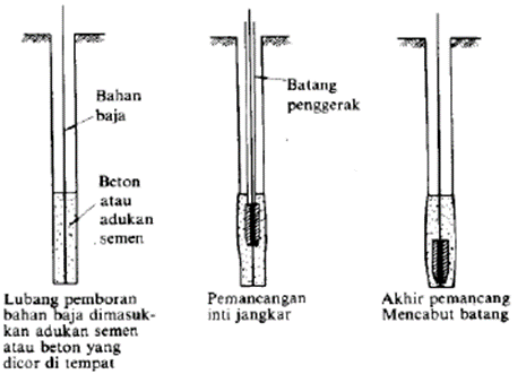
Metode dimana suatu tabung yang dapat mengembang dimasukkan ke dalam lubang hasil pemboran dan adukan mengisi bagian luar dari dinding tabung dan kemudian air bertekanan dimasukkan ke dalam tabung tersebut agar mengambang.



Gambar 2. 9 Metode Jangkar dengan Tabung Tekanan
(Sumber: Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, 2000)

3. Metode penjangkaran dengan penekanan.

Batang PC baja dimasukkan ke lubangnya dan adukan diisikan ke dalam dasar lubang, lalu beton bertulang yang berlubang tengahnya sebagai inti dari jangkar ini dengan batang baja tadi sebagai pengarahnya dipikul masuk kedalam adukannya untuk memperbesar dinding lubangnya.



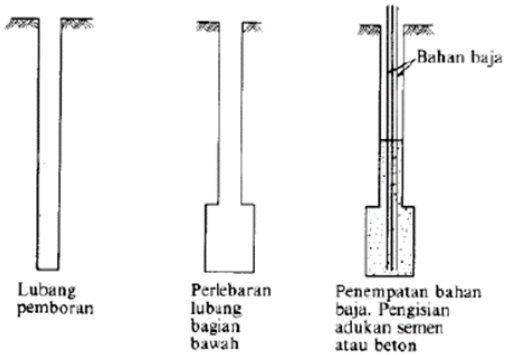
Gambar 2. 10 Metode Jangkar dengan Inti yang Dipancang.
(Sumber: Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, 2000)

4. Metode penjangkaran plat.

Atau disebut metode penjangkaran mekanis terdiri dai batang baja dan bagian jangkar yang terbuat dari plat baja dan dimasukkan kedalam tanha dengan dipukul lalu ditarik sehingga plat memutar.

5. Metode jangkar dengan membesarkan bagian bawah.

Setelah dibor dalam kedalam yang diperlukan, mata bor khusus digunakan untuk memperbesar bagian dasar lubang yang menambah tahanan cabut jangka tersebut.



Gambar 2. 11 Metode Jangkar dengan Membesarkan Bagian Bawah.

(Sumber: Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, 2000).

2.9.4 Desain Letak *Ground Anchor* dan Kekuatannya.

Desain letak ground anchor berdasarkan garis keruntuhan yang dihitung dengan ketentuan sudut, yaitu 45 + Ø'/2. Setelah mengetahui garis keruntuhan, maka ground anchor diletakkan sesuai kemiringan dari tegak lurus dengan garis keruntuhan tersebut (Gambar 2.12.). Pemasangan grouting dimulai dari setelah garis keruntuhan sampai panjang kebutuhan sesuai perhitungan, yaitu

$$l = \frac{Pu}{\pi \text{ x d x Ca}} \qquad (2.19)$$

Dimana,

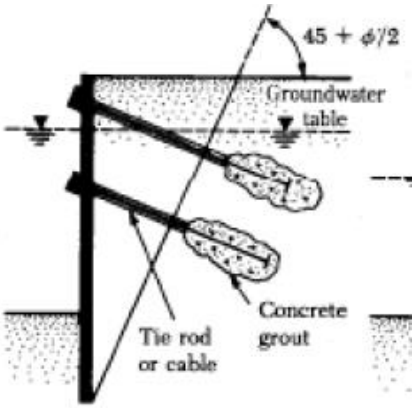
l =Panjang Kebutuhan Grouting di Belakang Garis Keruntuhan.

Pu = Daya Tahan Ultimate.

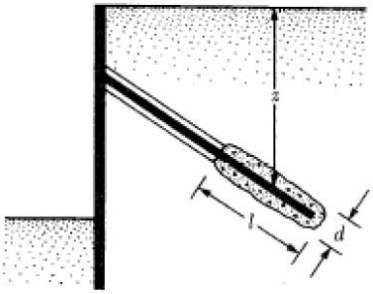
d = Diameter Grouting.

Ca = Adhession (2/3 Cu).

Sebelumnya Pu dikalikan Safety Factor yaitu 1.5 sampai 2. Keterangan seperti pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 12 Desain Pemasangan *Ground Anchor*
(Sumber: Das, Braja. D. (1990).)



Gambar 2. 13 Komponen dalam Perhitungan Panjang *Grouting*.
(Sumber: Das, Braja. D. (1990).)

2.10 Pembebanan

Analisa beban yang bekerja pada struktur ada beberapa jenis menurut karakteristiknya, yaitu beban statis dan beban dinamis. Berikut akan dijelaskan secara mendetail mengenai pembebanan-pembebanan sesuai dengan ketentuan berdasarkan SNI 1727:2013 untuk pembebanan pada gedung maupun SNI 1726:2012

1. Beban statis

Beban statis adalah beban yang bekerja secara terus-menerus pada struktur dan juga yang timbul secara perlahan-lahan, dan mempunyai karakter yang bersifat tetap. Jenis-jenis beban statis menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 (PPIUG, 1983) dan SNI 1727:2013 adalah sebagai berikut :

a. Beban mati

Beban mati adalah berat seluruh badan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran (SNI 1727:2013).

b. Beban hidup

Beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati. Berikut beban hidup yang dicantumkan oleh SNI 1727:2013.

Tabel 2. 8 Beban Hidup pada Struktur.

Hunian atau penggunaan	Merata psf (kN/m²)	Terpusat lb (kN)
Apartemen (lihat rumah tinggal)		
Sistem lantai akses		
Ruang kantor	50 (2,4)	2 000 (8,9)
Ruang Komputer	100 (4,79)	2 000 (8,9)
Gedung persenjataan dan ruang latihan	150 (7,18)[a]	
Ruang pertemuan		
Kursi tetap (terikat di lantai)	100 (4,79)[a]	
Lobi	100 (4,79)[a]	
Kursi dapat dipindahkan	100 (4,79)[a]	
Panggung pertemuan	100 (4,79)[a]	
Lantai podium	150 (7,18)[a]	
Balkon dan dek	1,5 kali beban hidup untuk daerah yang dilayani. Tidak perlu melebihi 100 psf (4,79 kN/m²)	
Jalur untuk akses pemeliharaan	40 (1,92)	300 (1,33)
Koridor		
Lantai pertama	100 (4,79)	
Lantai lain	sama seperti pelayanan hunian kecuali disebutkan lain	
Ruang makan dan restoran	100 (4,79)[a]	
Hunian (lihat rumah tinggal)		
Ruang mesin elevator (pada daerah 2 in.x 2 in. [50 mmx 50 mm])		300 (1,33)
Konstruksi pelat lantai *finishing ringan* (pada daerah 1 in.x 1 in. [25 mmx 25 mm])		200 (0,89)
Jalur penyelamatan terhadap kebakaran	100 (4,79)	
Hunian satu keluarga saja	40 (1,92)	
Tangga permanen	Lihat pasal 4.5	

Tabel 2. 9 Beban Hidup pada Struktur (lanjutan).

Garasi/Parkir Mobil penumpang saja Truk dan bus	40 (1,92)[a,b,c]	
Rumah sakit : Ruang operasi, laboratium Ruang pasien Koridor diatas lantai pertama	 60 (2,87) 40 (1,92) 80 (3,83)	 1000 (4,45) 1000 (4,45) 1000 (4,45)
Hunian atau penggunaan	**Merata psf (kN/m²)**	**Terpusat lb (kN)**
Atap		
Atap datar, berhubung, dan lengkung	20 (0,96)[n]	
Atap digunakan untuk taman atap	100 (4,79)	
Atap yang digunakan untuk tujuan lain	sama seperti hunian dilayani	I
Atap yang digunakan untuk hunian lainnya		
Awning dan kanopi		
Konstruksi pabrik yang didukung oleh struktur rangka kaku ringan	5 (0,24) tidak boleh direduksi	
Rangka tumpu layar penutup	5 (0,24) tidak boleh direduksi dan berdasarkan luas tributari dari atap yang ditumpu oleh rangka	200 (0,89)
Semua konstruksi lainnya	20 (0,96)	2000 (8,9)
Komponen struktur atap utama, yang terhubung langsung dengan pekerjaan lantai		
Titik panel tunggal dari batang bawah rangka atap atau setiap titik sepanjang komponen struktur utama yang mendukung atap diatas pabrik, gudang, dan perbaikan garasi		300 (1,33)
Semua komponen struktur atap utama lainnya		300 (1,33)
Semua permukaan atap dengan beban pekerja pemeliharaan		

2. Beban Dinamis

a. Beban gempa

Beban gempa berdasarkan Tata Cara Perancangan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 1726:2012) di daerah Surabaya. Pembebanan gravitasi struktur pada Sistem Rangka Pemikul Momen hanya diterima oleh frame. Pembebanan ini termasuk beban mati dan beban hidup yang terjadi pada struktur. Perancangan Beban Gempa pada struktur menggunakan metode diafragma, di mana pengaruh pada struktur dibebankan langsung ke pusat massa bangunan (center of mass). Gaya geser dasar akibat gempa diperoleh dengan mengalikan berat gedung dengan faktor-faktor modifikasi sesuai dengan peraturan pembebanan yang ada.

Analisa beban gempa beadasarkan SNI 1726:2012 meliputi :

- Penentuan Respon Spektrum

  Penentuaan wilayan gempa dapat dilihat pada lampiran Gambar 9 dan Gambar 10 dalam SNI-03-1726- 2012.

- Respon Seismik (Cs)

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \qquad (2.20)$$

Keterangan :

SDS = percepatan spektrum respons desain dalam rentan periode pendek

R = faktor modifikasi respons

Ie = faktor keutamaan hunian

Dengan nilai Cs max tidak lebih dari

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I}\right)} \qquad (2.21)$$

o Gaya geser dasar dan gaya seismik lateral

$$V = C_s \text{ x } W \quad (2.22)$$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=l}^{n} w_i h_i^k} \quad (2.23)$$

Di mana :

CS = koefisien respons seismik yang ditentukan sesuai dengan SNI 1726:2012 Pasal 7.8.1.1.

W = berat seismik efektif menurut SNI 1726:2012 Pasal 7.7.2

2.10.1 Kombinasi Beban.

Adapun kombinasi pembebanan struktur atas sesuai dengan SNI 1727-2013 pasal 2.4.1 yang digunakan untuk perencanaan Tugas Akhir ini berupa pembebanan aksial, sehingga yang dipakai adalah :

a. D
b. D + L
c. D + 0.75 L
d. D + 0,7 E
e. 0,6 D + 0,6 W
f. 0,6 D + 0,7 E

Keterangan :

U = beban ultimate.
D = beban mati.
L = beban hidup.
W = beban angin.
E = beban gempa.

2.11 Titik Jepit (Zf)

Pada tumpuan struktur dengan perletakan jepit, maka posisi tumpuan ditentukan oleh letak titik jepit tiang pancang. Titik jepit adalah titik dimana tiang pancang terjept oleh tanah. Metode perhitungan letak titik jepit dari permukaan tanah (Zf) yang digunakan adalah

Zf = 1,4 R

R = $\sqrt[4]{EI/KB}$

K = k_1/ 1,5

Keterangan :

Zf = Letak titik jepit (m)

R =S*tiffness factor* (m)

E = Modulus elastisitas tiang pancang (Mpa)

= 4700 $\sqrt{f'c}$

I = Momen inersia tiang pancang (m^4)

B = Panjang tiang pancang.

k_1 = Subgrade reaction (Tarzaghi).

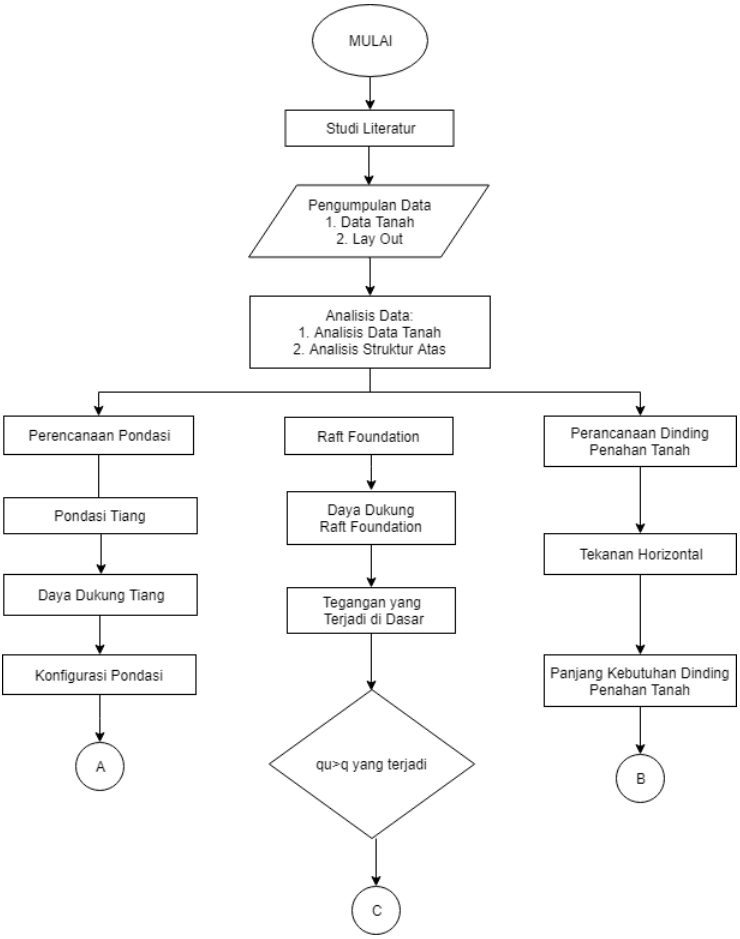
Nilai k_1 disajikan dalam Tabel 2.10.

Tabel 2. 10 Nilai untuk k_1

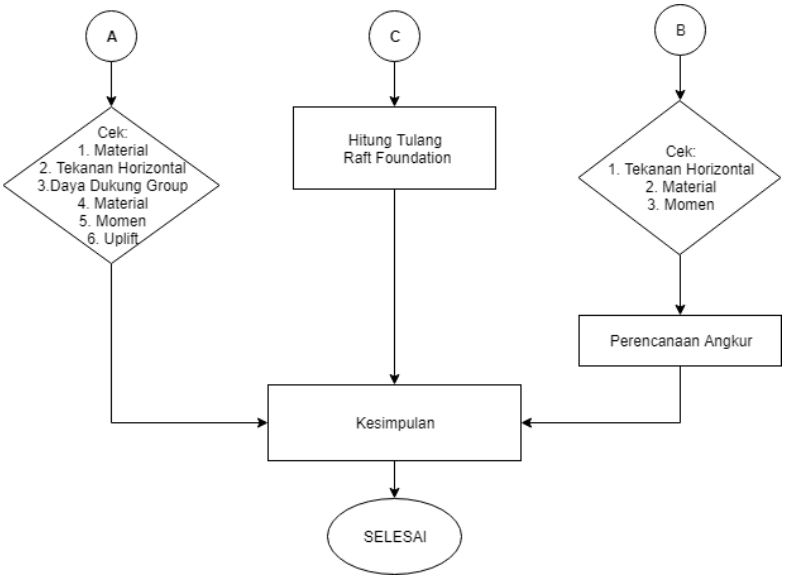
Consistency	Stiff	Very Stiff	Hard
Cu kN/m^2	100 – 200	200 – 400	> 400
Tons/ft^2	1 – 2	2 – 4	> 4
Range of k_1			
MN/m^3	18 – 36	36 – 72	> 72
Tons/ft^3	50 – 100	100 – 200	> 200
Recommended k_1			
MN/m^3	27	54	> 108
Tons/ft^3	75	150	> 300

BAB III
METODOLOGI

3.1 Bagan Alir



Gambar 3. 1 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar 3. 2 Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir (lanjutan)

3.2 Penjelasan Bagan Alir Pelaksanaan Tugas Akhir

Dari bagan alir pada Gambar 3.1 dan 3.2 dapat dijelaskan alur metodologi yang dipakai dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 Data Tanah dan *Lay Out*

Data-data yang dipakai dalam perencanaan ini berupa data sekunder yang didapat dari lokasi proyek atau hasil pengujian dari pihak lain. Data yang diperlukan untuk perencanaan Tugas Akhir ini :

1. Data pengujian tanah di lapangan (Bor Log dan SPT).
2. Denah bangunan

Data Umum Bangunan :

1. Nama Gedung : Kino Office Tower.
2. Lokasi : Alam Sutera, Tangerang.

3. Fungsi : Kantor.
4. Jumlah lantai : 24 lantai dan 3 lantai basement.
5. Material : Beton.

Untuk data tanah akan dilakukan analisis untuk mencari parameter tanah yang tidak ada dari data sekunder tersebut.

3.2.2 Studi Literatur.

Studi Literatur adalah mengumpulkan materi dan referensi yang akan digunakan sebagai acuan dalam melakukan perencanaan. Adapun literatur yang akan digunakan dalam perencanaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Referensi mengenai perhitungan daya dukung tiang pancang.
2. Perhitungan jumlah kebutuhan tiang pondasi.
3. Perhitungan *Raft Foundation*.
4. Referensi perhitungan kontrol gaya lateral, momen, *uplift.*
5. Konsep tekanan horizontal.
6. Referensi perhitungan Ground Anchor
7. Referensi tentang pengoperasian software ETABS
8. Referensi tentang pengoperasian software PCACOL.
9. Referensi tentang pengoperasian software Geofive.

3.2.3 Analisis Data.

Data yang dianalisis berupa data tanah dan data struktur atas. Analisis data tanah diolah untuk mendapatkan parameter-parameter fisis tanah yang dipakai pada perencanaan. Adapun analisis data struktur atas merupakan perancangan struktur atas untuk mendapatkan pembebanan. material. Selain pondasi tiang juga dilakukan perhitungan pada raft foundation untuk dimensi yang direncanakan sehingga mendapatkan daya dukungnya serta perhitungan penulangannya.

3.2.4 Perencanaan Pondasi.

Perencanaan Pondasi yang dilakukan untuk mendapatkan tiang pondasi dengan ukuran, jumlah, konfigurasi, dan kedalaman serta Raft Foundation mendapatkan ukuran dimensi yang

ditancapkan dimana aman untuk dipakai yaitu memenuhi stabilitas daya dukung beserta material.

3.2.5 Daya Dukung Tiang.

Perhitungan daya dukung tiang diperlukan untuk mengetahui kapasitas tiang tersebut dalam menahan tekanan yang kemudian hasilnya untuk mengetahui Jumlah kebutuhan tiang.

3.2.6 Konfigurasi Pondasi.

Dilakukan konfigurasi pondasi guna mengetahui letak pondasi yang aman untuk menyalurkan beban struktur atas ke struktur bawah dan dijadikan model group tiang yang seperti apa.

3.2.7 Perencanaan Dinding Penahan Tanah.

Perencanaan dinding penahan tanah yang dilakukan untuk mendapatkan dinding penahan dengan tiang bor dengan ukuran, kedalaman yang ditancapkan sudah memenuhi stabilitas daya dukung dan material.

3.2.8 Tekanan Horizontal.

Menghitung tekanan lateral tanah untuk mendesain dinding penahan *basement* sehingga didapatkan dimensi yang sesuai kebutuhan.

3.2.9 Panjang Kebutuhan Dinding Penahan Tanah.

Perhitungan panjang kebutuhan dinding penahan tanah diperlukan untuk mengetahui seberapa panjang agar dinding itu bisa stabil dengan nilai momen yang dihasilkan.

3.2.10 Perencanaan Angkur.

Perencanaan Angkur untuk membantu mengurangi momen yang terjadi pada dinding serta membandingan kebutuhan panjang dinding penahan tanah dengan dan tanpa angkur yang lebih baik.

BAB IV
DATA DAN ANALISA

4.1. Data Tanah

Data tanah yang digunakan dalam analisa ini adalah laporan dari penyelidikan tanah yang dilakukan pada tahun 2014 oleh tim penyelidik tanah di area pembangunan Kino Office Tower yang bertempat di daerah Alam Sutera, Tangerang. Penyelidikan tanah tersebut menggunakan pengujian SPT (*Standard Penetration Test*) dan *boring* pada titik bor BH – 1A seperti yang terlihat di lokasi pembangunan pada Gambar 4.1. dengan kedalaman 60 m.

Gambar 4. 1 Lay Out titik Bor BH – 1A

Pengujian SPT dan *boring* dilakukan untuk mendapatkan profil tanah, jenis tanah, dan konsistensi tanah. Hasil pengujian tersebut disajikan berupa *boring log* yang

dapat dilihat pada Lampiran 1. Berdasarkan hasil pengujian SPT dan *boring* di lapangan dapat dilihat bahwa tanah dasar di lokasi pembangunan adalah berjenis tanah lempung. Secara garis besar dapat kita lihat keadaan tanah pada pembangunan tersebut dari grafik yang dibuat antara N-SPT dan kedalaman pada Gambar 4.2. dengan deskripsi sebagai berikut,

- Kedalaman 0 m sampai 12 m berupa tanah lempung kelanauan dengan nilai N-SPT rata-rata adalah 5 dengan konsistensi tanah *soft* yang hanya sampai kedalaman 10 m.
- Kedalaman 10 m sampai 12 m jenis tanah sama seperti sebelumnya tetapi berkonsistensi *medium stiff*.
- Kedalaman 12 m sampai 24 m didominasi tanah pasir kelanauan dengan nilai N-SPT rata-rata 36 dan berkonsistensi padat.
- Kedalaman 36 m sampai 60 m berupa tanah lempung kelanuan dengan nilai N-SPT rata-rata 24 dengan konsistensi *very stiff*.

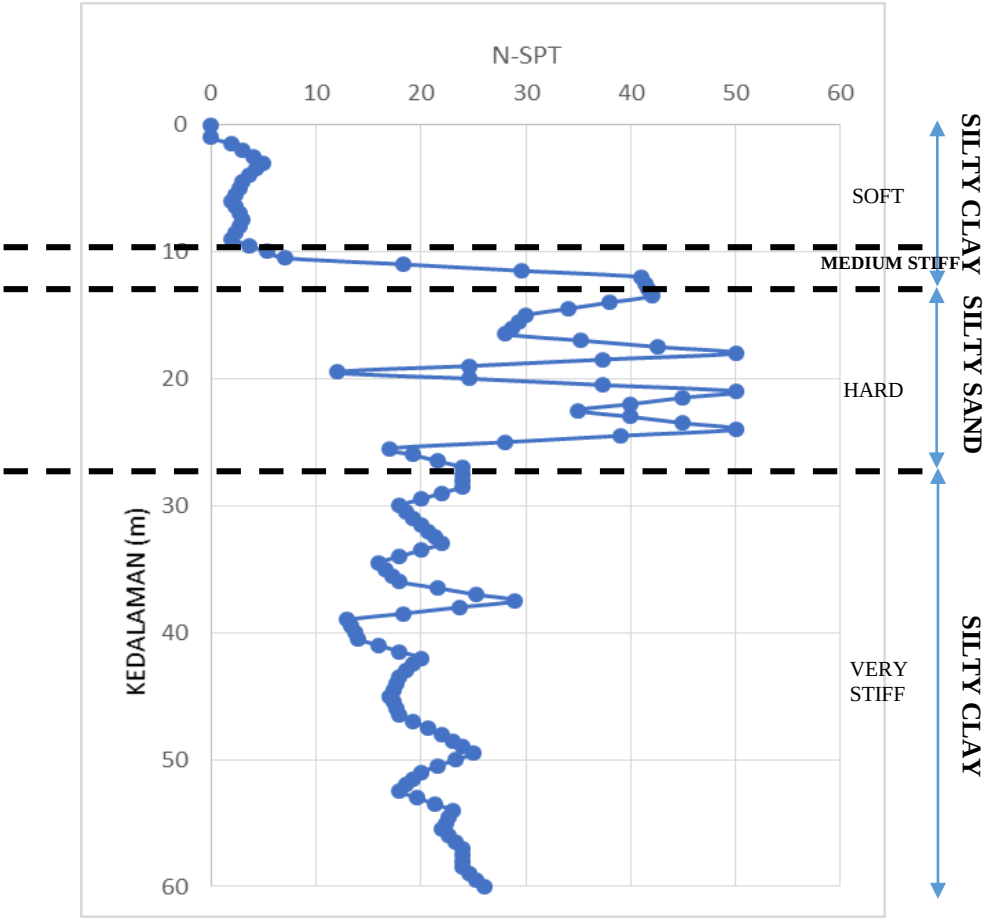
Data tanah yang dipakai dari laporan *boring log* adalah nilai N-SPT. Nilai N-SPT tersebut diolah untuk mendapatkan parameter-parameter fisis tanah berupa berat volume tanah (ɣ), Cu, angka pori (e), dan sudut geser (Ø) dengan cara mengkorelasikannya yang selanjutnya digunakan untuk perencanaan perhitungan pondasi dan dinding penahan tanah pada Kino Office Tower ini.

Parameter fisis tanah tersebut diperoleh dengan cara sebagai berikut:

- Nilai N-SPT dikorelasikan berdasarkan Tabel 4.1. untuk mendapatkan nilai berat volume tanah (ɣ) dengan contoh perhitungan sebagai berikut,

  Ketika nilai N-SPT = 2 , maka nilai

ɣ = $(\frac{(2-1)}{(25-1)}\ x\ (20-14)) + 14 = 14.25$ (KN/m^3) = 1.425 (t/m^3)



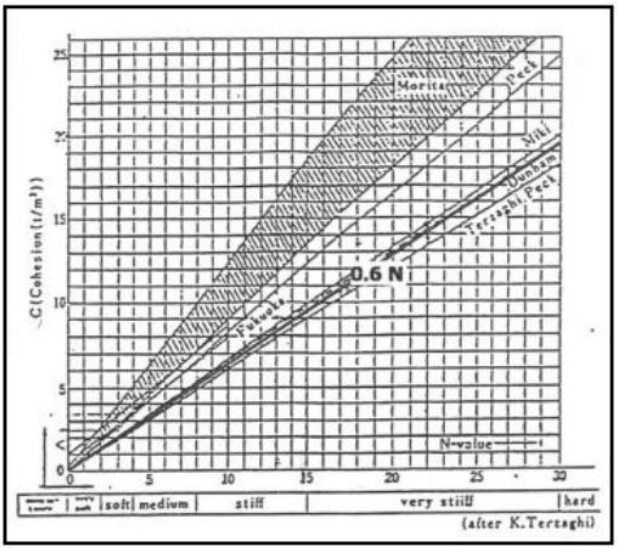
Gambar 4. 2 Grafik N-SPT BH-1

Tabel 4. 1 Korelasi N-SPT terhadap nilai ɣ (Bowles,1984)

	Cohesionless Soil/Sol Pulvérulent				
N (*blows*)	0 – 3	4 – 10	11 – 30	31 – 50	> 50
γ(KN/m^3)	-	12 – 16	14 – 18	16 – 20	18 – 23
Ø (°)	-	25 – 32	28 – 36	30 – 40	> 35
State	*Very Loose*	*Loose*	*Medium*	*Dense*	*Very Dense*
Dr (%)	0 - 15	15 - 35	35 - 65	65 - 85	85 - 100
	Cohesive Soil/Sol Cohérent				
N (*blows*)	< 4	4 – 6	6 – 15	16 – 25	> 25
γ (KN/m^3)	14 – 18	16 – 18	16 – 18	16 – 20	> 20
q_U (kPa)	< 25	20 – 50	30 – 60	40 – 200	> 100
Consistency	*Very Soft*	*Soft*	*Medium*	*Stiff*	*Hard*

- Nilai N-SPT dikorelasikan berdasarkan Gambar 4.3. untuk mendapatkan nilai Cu dengan contoh perhitungan sebagai berikut,
  Ketika nilai N-SPT = 2, maka nilai
  Cu = 0.6 x N = 0.6 x 2 = 1.2 (t/m²)

- Nilai N-SPT dikorelasikan berdasarkan Tabel 4.2. untuk mendapatkan nilai sudut geser (Ø) pada tanah berjenis pasir dan untuk tanah berjenis lainnya berdasarkan Tabel 4.1. Adapun contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai sudut geser (Ø) pada tanah berpasir, yaitu
  Ketika nilai N-SPT = 41 , maka nilai
  Ø =($(\frac{(41-10)}{50-10}\ x\ (45-30)) + 30 =\ 41{,}625°$



Gambar 4. 3 Korelasi nilai N-SPT terhadap C (Terzaghi, 1943)

Tabel 4. 2 Korelasi nilai N-SPT terhadap sudut geser (Ø) (Burt G. Look, 2006)

Description	*Relative density D_r*	*SPT – N (blows/300 mm)*		*Strength*
		Uncorrected field value	*Corrected value*	*Friction angle*
V. Loose	<15%	$N \leq 4$	$(N_o)_{60} \leq 3$	$\phi < 28°$
Loose	15–35%	$N = 4–10$	$(N_o)_{60} = 3–8$	$\phi = 28–30°$
Med dense	35–65%	$N = 10–30$	$(N_o)_{60} = 8–25$	$\phi = 30–40°$
Dense	65–85%	$N = 30–50$	$(N_o)_{60} = 25–42$	$\phi = 40–45°$
V. Dense	>85%	$N > 50$	$(N_o)_{60} > 42$	$\phi = 45°–50°$
	100%		$(N_o)_{60} = 60$	$\phi = 50°$

- Reduce ϕ by 5° for clayey sand.
- Increase ϕ by 5° for gravely sand.

- Parameter e diperoleh dengan mengkorelasikan terhadap nilai ɣsat (ɣ tanah dianggap sama dengan ɣsat) berdasarkan Tabel 4.3. dengan contoh perhitungan sebagai berikut, Ketika nilai ɣs = 1,43 ton/m³ = 1.43 g/cm³ , maka nilai e = $(\frac{(3.5-2.86)}{(1.44-1.38)})\ x\ (1.44 - 1.43) + 2.86 = 2.97$

Tabel 4. 3 Korelasi angka pori (e) terhadap berat volume jenuh tanah (ɣ**)**

Sifat tanah		γ_d		e	n	W_{sat}	γ_{sat}	K			C_v		σ		$m_v = 1 / E$	
		g/cm³	lb cb ft			%	g/cm³	cm/s	ft/year	lugeon	cm²/s	ft²/year	bars	psi	cm²/kg	ft²/ton
Silt, Clay	*lunak* ⟶	0,5	31,25	4,40	0,80	163,0	1,31	10^{-9}	$1{,}03 \times 10^{-3}$	10^{-4}	10^{-5}		0,01	0,142	100	97,6
		0,6	37,50	3,50	0,78	129,60	1,38						0,05	0,71	20	19,5
		0,7	43,75	2,86	0,74	105,8	1,44	10^{-8}	$1{,}03 \times 10^{-2}$	10^{-3}	1×10^{-4}	3,4				
		0,8	50,00	2,38	0,70	88,0	1,50				2×10^{-4}	6,8	0,1	1,42	10	9,76
		0,9	56,25	2,00	0,67	74,1	1,57	10^{-7}	$1{,}03 \times 10^{-1}$	10^{-2}	3×10^{-4}	10,1	0,5	7,05	2	1,95
											4×10^{-4}	11,1	1	14,2	1	0,976
	rata-rata ⟷	1,0	62,50	1,70	0,63	63,0	1,63	1×10^{-6}	1,03	10^{-1}	5×10^{-4}	16,9	2	28,4	0,5	0,488
		1,1	68,75	1,45	0,59	53,9	1,69	2×10^{-6}	2,06		6×10^{-4}	20,3	3	42,6	0,33	0,325
		1,2	75,00	1,25	0,56	46,3	1,76	3×10^{-6}	3,10		7×10^{-4}	23,6	4	56,9	0,25	0,244
		1,3	81,25	1,08	0,52	39,9	1,82	4×10^{-6}	4,13		8×10^{-4}	27,0	5	71,0	0,20	0,195
		1,4	87,50	0,93	0,48	34,4	1,88	5×10^{-6}	5,17		9×10^{-4}	30,4	6	85,3	0,17	0,163
Gravel, Sand	*sand* ⟶	1,5	93,75	0,80	0,44	29,6	1,94	6×10^{-6}	6,20		10^{-3}	$33{,}8 \times 10^{1}$	7	99,5	0,14	0,144
		1,6	100,00	0,69	0,41	25,5	2,04	7×10^{-6}	7,24				8	113	0,12	0,122
		1,7	106,25	0,59	0,37	21,8	2,07	8×10^{-6}	8,26				9	127	0,11	0,111
		1,8	112,50	0,50	0,33	18,5	2,13	9×10^{-6}	9,30		10^{-2}	$33{,}8 \times 10^{2}$	10	142	0,10	0,0976
		1,9	118,75	0,42	0,30	15,6	2,20	10^{-5}	10,33	1			11	156	0,091	0,0887
								10^{-4}	$1{,}03 \times 10^{2}$	10	10^{-1}	$33{,}8 \times 10^{3}$	12	170	0,083	0,0815
	gravel ⟶	2,0	125,00	0,35	0,26	13,0	2,26	10^{-3}	$1{,}03 \times 10^{3}$	100			13	185	0,077	0,075
		2,1	131,25	0,29	0,22	10,6	2,32	10^{-2}	$1{,}03 \times 10^{4}$	1000			14	199	0,073	0,07
		2,2	137,50	0,23	0,19	8,4	2,39	10^{-1}	$1{,}03 \times 10^{5}$	10000			15	213	0,064	0,065
		2,3	143,75	0,17	0,15	6,4	2,45						20	284	0,050	0,0488
		2,4	150,00	0,13	0,11	4,63	2,51						50	710	0,020	0,0195
		2,5	156,25	0,080	0,074	2,96	2,57						100	1420	0,010	$9{,}76 \times 10^{-3}$
		2,6	162,50	0,038	0,037	1,42	2,64						500	7100	0,002	$1{,}95 \times 10^{-3}$
		2,7	168,75	0,000	0,000	0,00	2,70						1000	14200	0,001	$9{,}76 \times 10^{-4}$

Catatan : 100 kPa = 100 kN/m² = 1 bar = 1,02 kg/cm²

(Sumber : Biarez & Favre, 1975)

Data tanah yang diolah tersebut direkapitulasi dan dapat dilihat pada Lampiran 2 dan Rekapitulasi parameter tanah perlapisan tanah.dapat dilihat pada Tabel 4.4. Hasil Rekapitulasi tersebut akan dipakai untuk perencanaan pada Tugas Akhir ini.

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Parameter-Parameter Tanah Perlapisan Tanah**.**

Jenis Lapisan Tanah		ɣs (t/m³)	Cu (t/m²)	e	Ø (°)
0 m -10 m	SILTY CLAY (soft)	1.41	1.87	2.76	0
10 m -12 m	SILTY CLAY (medium stiff)	1.84	14.38	1.16	30
12 m - 27 m	SILTY SAND (hard)	1.03	0	0.80	38.12
27 m - 60 m	SILTY CLAY (very stiff)	0.89	12.28	0.94	30.35

4.2 Analisa Data Bangunan Struktur.

Pembebanan Struktur bangunan pada Kino Office Tower sangat diperlukan untuk perencanaan perhitungan pondasi, dimana *lay out* perhitungan pembebanan pada aplikasi ETABS ditampilkan pada Gambar 4.4 dan penampilan struktur pada Gambar 4.5. Dari gambar tersebut

dapat dilihat luas bangunan, denah titik kolom yang menyalurkan beban struktur atas ke struktur bawah, dan menjadi penggambaran perencanaan konfigurasi pondasi.

- Titik Jepit.

Titik jepit (Zf) pada gedung perlu digambarkan pada desain struktur di aplikasi ETABS. Panjang titik jepit tersebut dihitung seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab 2.10. Nilai titik jepit tersebut didapatkan sebagai berikut,

- Cu

  Panjang jepitan kritis tanah atau panjang dari tiang pondasi yang harus terjepit di dalam tanah (Dc), dapat ditentukan dengan metoda dari Philipponat seperti di bawah ini :

  Kondisi 1 : kedalaman minimal penjepitan tanah terhadap tiang pondasi (Dmin), didapat dari harga yang terbesar dari harga-harga berikut :

  Monolayer= 3m atau 6 x diameter (dari permukaan tanah)

  Multilayer = 1.5m atau 3 x diameter (dari muka tanah relatif keras).

  Peringatan : untuk tanah kohesif cukup kondisi 1 sebagai pedoman. (dalam Herman Wahyudi, 2013).

  Maka, Cu = 3 x 0.8 m = 2.4 m (dari muka tanah relatif keras) sehingga panjangnya = 10 m + 2.4 m = 12.4 m.

  Pada tanah 12.4 m didapatkan C dari data tanah = 24.7 t/m² = 2.47 t/ft².

- k_1

  Berdasarkan Tabel 2.10 dengan korelasi terhadap C, maka didapat nilai $k_1 = 123.5\ t/ft^3$.

- E (Modulus Elatisitas)

  E = 4700 x $\sqrt[2]{35}$

  = 27805574.98 kN/m².

- I (Momen Inersia)

  I = 0.015278 m⁴.

- B (Panjang tiang pancang)

B = 35 m.

– K = 1.5 x k_1= 1.5 x 123.5= 82.3 t/ft^3= 28494.254 kN/m³.

– R (Stiffnes Factor)

R = $\sqrt[4]{EI/KB}$

= $\sqrt[4]{\frac{27805574.98\ x\ 0.015278}{28494.254 \text{ x } 35}}$

= 0.8079 m.

– Nilai Titik Jepit (Zf)

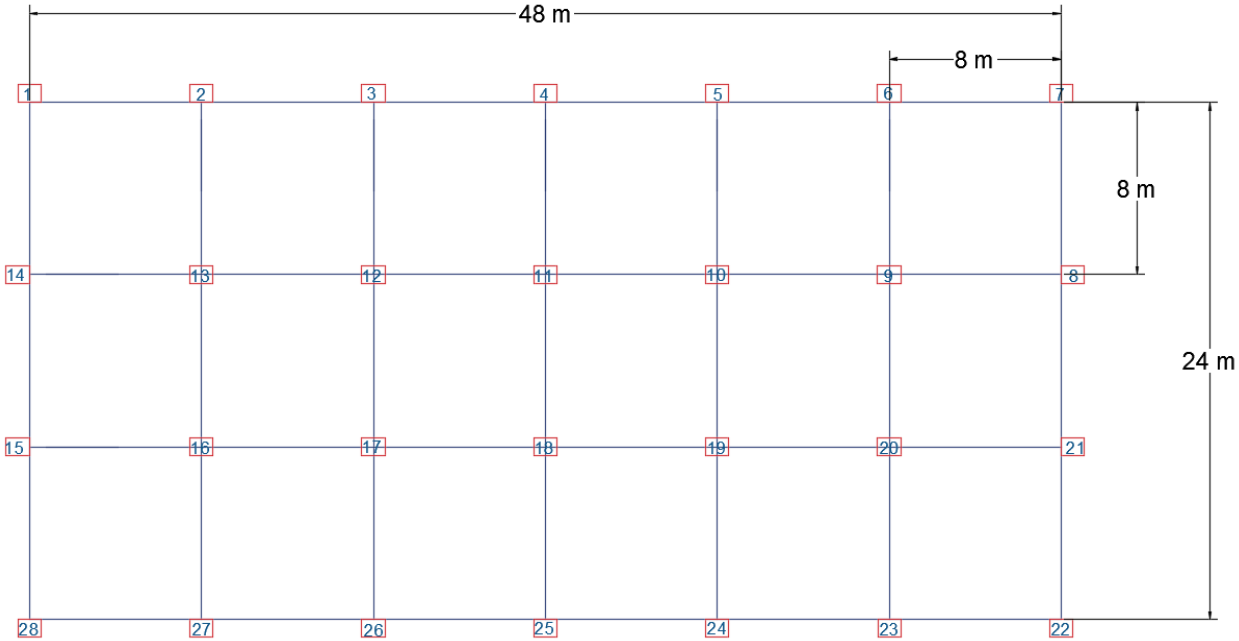
Zf = 1.4 R

= 1.4 x 0.8079

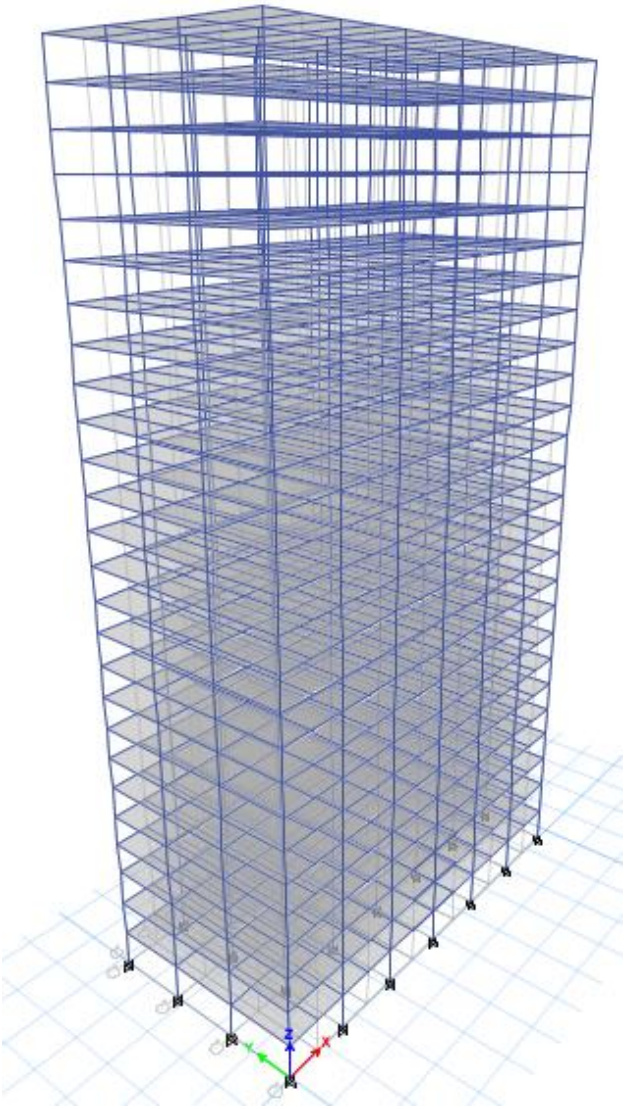
= 1.131 m = 1.2 m.

- Kombinasi Beban

Pembebanan tersebut dihitung seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab 2.10. Pada pembebanan tersebut dipakai kombinasi beban yang paling besar yaitu kombinasi 1D+1L. Hasil dari pembebanan tersebut direkapitulasi pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.



Gambar 4. 4 Lay Out Pembebanan.



Gambar 4. 5 Tampilan Struktur pada aplikasi ETABS.

Tabel 4. 5 Rekapitulasi Hasil Pembebanan

Joint Label	Load Case/Combo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
1	1D + 1L	4031.21	-3135.43	1134533.66	5503.95	7433.70	16.24
2	1D + 1L	1048.05	-4924.95	1441354.42	8495.81	2344.92	-4.14
3	1D + 1L	434.65	-4976.71	1533191.51	8584.26	1028.76	0.12
4	1D + 1L	0.00	-4983.23	1553300.86	8595.95	0.00	0.00
5	1D + 1L	-434.65	-4976.71	1533191.51	8584.26	-1028.76	-0.12
6	1D + 1L	-1048.05	-4924.95	1441354.42	8495.81	-2344.92	4.14
7	1D + 1L	-4031.21	-3135.43	1134533.66	5503.95	-7433.70	-16.24
8	1D + 1L	-6570.77	-356.86	1418404.90	709.61	-11688.30	-12.06
9	1D + 1L	-1257.14	-427.35	1860034.93	825.03	-2731.71	-1.93
10	1D + 1L	-484.06	-457.79	1970058.90	877.87	-1124.00	-0.60
11	1D + 1L	0.00	-462.49	1992331.80	886.27	0.00	0.00
12	1D + 1L	484.06	-457.79	1970058.90	877.87	1124.00	0.60
13	1D + 1L	1257.14	-427.35	1860034.93	825.03	2731.71	1.93
14	1D + 1L	6570.77	-356.86	1418404.90	709.61	11688.30	12.06
15	1D + 1L	6570.77	356.86	1418404.90	-709.61	11688.30	-12.06

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Hasil Pembebanan (lanjutan).

Joint Label	Load Case/Combo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
16	1D + 1L	1257.14	427.35	1860034.93	-825.03	2731.71	-1.93
17	1D + 1L	484.06	457.79	1970058.90	-877.87	1124.00	-0.60
18	1D + 1L	0.00	462.49	1992331.80	-886.27	0.00	0.00
19	1D + 1L	-484.06	457.79	1970058.90	-877.87	-1124.00	0.60
20	1D + 1L	-1257.14	427.35	1860034.93	-825.03	-2731.71	1.93
21	1D + 1L	-6570.77	356.86	1418404.90	-709.61	-11688.30	12.06
22	1D + 1L	-4031.21	3135.43	1134533.66	-5503.95	-7433.70	16.24
23	1D + 1L	-1048.05	4924.95	1441354.42	-8495.81	-2344.92	-4.14
24	1D + 1L	-434.65	4976.71	1533191.51	-8584.26	-1028.76	0.12
25	1D + 1L	0.00	4983.23	1553300.86	-8595.95	0.00	0.00
26	1D + 1L	434.65	4976.71	1533191.51	-8584.26	1028.76	-0.12
27	1D + 1L	1048.05	4924.95	1441354.42	-8495.81	2344.92	4.14
28	1D + 1L	4031.21	3135.43	1134533.66	-5503.95	7433.70	-16.24

Keterangan:
Fx : Gaya tekan yang terjadi pada arah X
Fy : Gaya tekan yang terjadi pada arah Y
Fz : Gaya tekan yang terjadi pada arah Z (ke bawah)
My : Momen yang terjadi akibat gaya dari arah Y
Mx : Momen yang terjadi akibat gaya dari arah X
Mz : Momen yang terjadi akibat gaya dari arah Z
Data pembebanan tersebut digunakan dalam perhitungan pondasi dapat dijelaskan pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Penjelasan Kegunaan Gaya dari Data Pembebanan.

<table>
<tr><th>GAYA</th><th>Fx</th><th>Fz</th><th>Mx</th><th>My</th><th>Mz</th></tr>
<tr><td rowspan="3">KEGUNAAN</td><td>Mengitung gaya horizontal yang terjadi pada tiang.</td><td>Mengitung jumlah kebutuhan tiang pondasi pertitik.</td><td></td><td></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="3">Mencari beban yang diterima setiap tiang pada tiang group</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">Mencari momen ultimate untuk mengontrol ketahanan momen.</td></tr>
</table>

BAB V
PERENCANAAN

5.1. Perencanaan Pondasi Gedung

5.1.1 Perencanaan Kebutuhan Jumlah Tiang pada Masing-Masing Kolom.

Perlu diketahui terlebih dahulu daya dukung tiang dengan tujuan untuk mencari seberapa besar ketahanan pada ujung tiang (end bearing capacity) dan daya gesek (friction bearing capacity) yang ditimbulkan dari permukaan tiang dengan tanah dimana keduanya menggambarkan seberapa besar tiang tersebut menahan gaya tekan vertikal. Contoh perhitungan daya dukung tiang dengan rumus berdasarkan pada Sub bab 2.2. adalah sebagai berikut:

Perhitungan daya dukung tiang ini dipakai dengan diameter 60 cm, 80 cm, dan 100 cm. Sebagai contoh pada kedalaman 1.5 m dan tiang berdiameter 100 cm dengan data parameter pada Tabel 4.4 yaitu

ɣ = 1.43 , ɣ' = 1.43 – 1 = 0.43

Po = ɣ' x h x 0.5 = 0.43 x 0.5 x 0.5 = 0.10625 t/m³

Dikarenakan Po ≤ 7.5 ton, maka memakai rumus $N_2 = \frac{4N_1}{1+0.4Po}$

Sebelumnya mencari terlebih dahulu nilai N_1. Karena N $\leq$ 15 maka digunakan $N_1 = N = 2$

Maka nilai $N_2 = \frac{4x2}{1+0.40.10625} = 7.6738$

Dikoreksi lagi nilai N_2 harus $\leq 2N_1$, karena N_2 melebihi maka nilai $N_2 = 2\ N_1 = 4$.

Asi = 0.5 x 0.1 x л = 1,57

Aujung = 0.25 x л r^2 = 0.25 x л x 0.5^2 = 0.7854

$\bar{N}$ = harga rata-rata N_2 dari kedalaman 0 m sampai 4,5m = 5,54

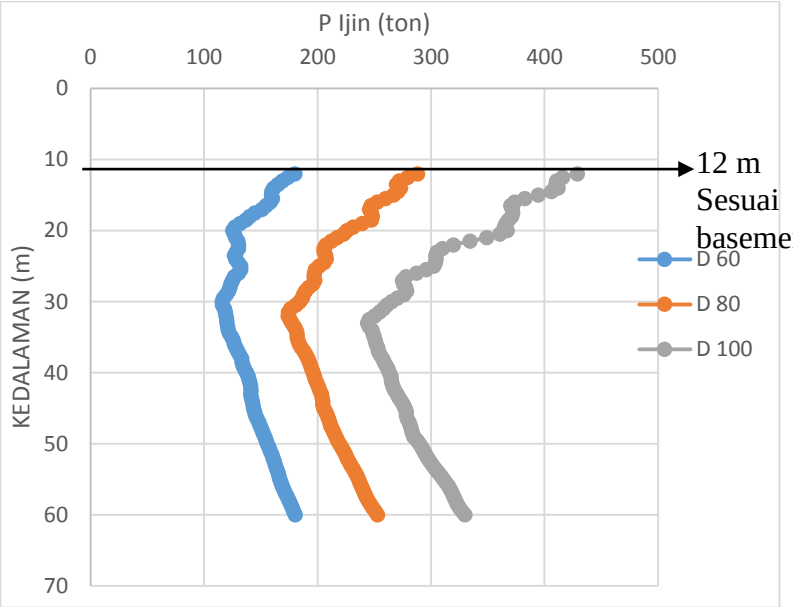
Dipilih angka 2 sebagai pembaginya karena tanah berjenis Lempung.

Sehingga daya dukung tiang adalah

$$Pult = (40\ x\ \ 5{,}54\ x\ 0.7854) + \sum\left(\frac{4}{2}\ x\ 1{,}57\right) = 177{,}325\ ton.$$

$$Pijin = \frac{177{,}325}{3} = 59{,}1\ ton$$

Hasil perhitungan daya dukung tiang pondasi dapat kita lihat dalam grafik antara Pijin dengan kedalaman (Gambar 5.1.). Kedalaman yang dipakai dimulai dari -12 m dikarenakan galian untuk pembangunan basement adalah dilakukan hingga elevasi -12 m dari elevasi tanah dasar.



Gambar 5. 1 P_{IJIN} tiang pada setiap kedalaman.

Berdasarkan nilai daya dukung kemudian dapat dihitung jumlah tiang yang dipakai pada masing-masing titik kolom dengan cara gaya tekan aksial (Fz pada Tabel 4.5.) dibagi dengan P Ijin pada kedalaman dimana ujung tiang ditancapkan. Tiang berdiameter 60 cm dipakai sepanjang 22 m sehingga P Ijin yang dipakai adalah pada kedalaman 34 m, yaitu 121.54 ton. Tiang berdiameter 80 cm dipakai sepanjang 35 m sehingga P Ijin yang dipakai adalah pada kedalaman 47 m, yaitu 210.76 ton . Tiang

berdiameter 100 cm dipakai sepanjang 38 m sehingga P Ijin yang dipakai adalah pada kedalaman 50 m, yaitu 289.911 ton Sehingga kebutuhan jumlah tiang dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Rekapitulasi Kebutuhan Jumlah Tiang pada Masing-Masing Kolom.

Joint Label	**D 60**	**D 80**	**D 100**
	n	**n**	**n**
11	17	10	7
18	17	10	7
10	17	10	7
12	17	10	7
17	17	10	7
19	17	10	7
9	16	9	7
13	16	9	7
16	16	9	7
20	16	9	7
4	13	8	6
25	13	8	6
3	13	8	6
5	13	8	6
24	13	8	6
26	13	8	6
2	12	7	5
6	12	7	5
23	12	7	5
27	12	7	5
8	12	7	5
14	12	7	5

Joint Label	D 60	D 80	D 100
	n	n	n
15	12	7	5
21	12	7	5
1	10	6	4
7	10	6	4
22	10	6	4
28	10	6	4

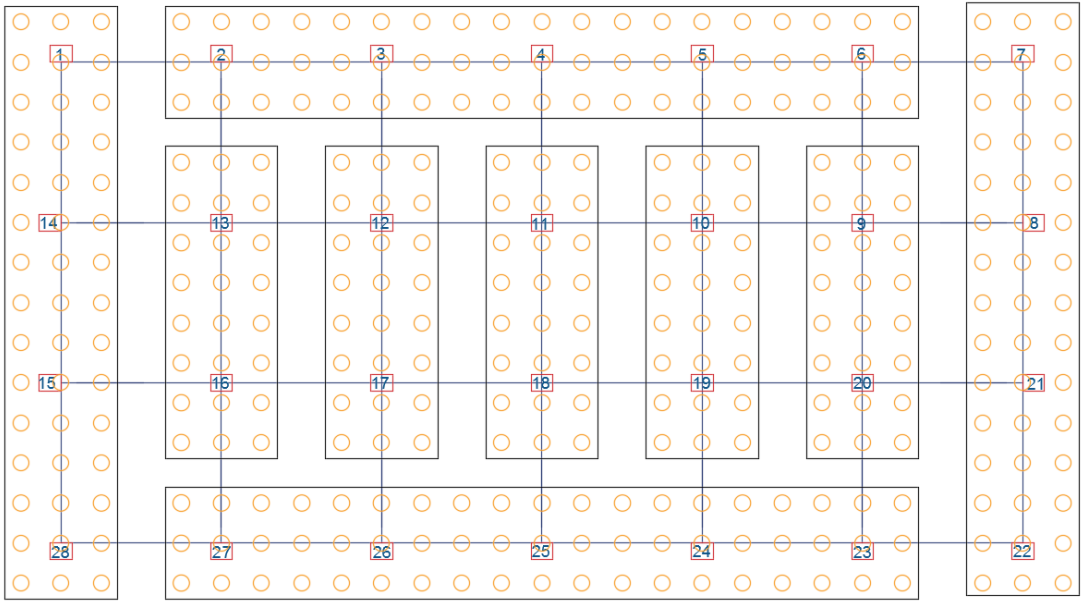
5.1.2 Perencanaan Tiang Grup.

Berdasarkan hasil kebutuhan yang dilampirkan pada Tabel 5.1 ditentukan bahwa pondasi tiang pnacang yang dipakai adalah berdiameter 80 cm dengan alasan sebagai berikut;

- D60 tidak dipakai dikarenakan jumlah tiang yang terlalu banyak.
- D100 tidak dipakai dikarenakan ukuran diamter yang terlalu besar.
- D80 dipakai dikarenakan cukup untuk jumlah dan tidak terlalu besar.

Kemudian pondasi tersebut dikonfigurasikan seperti Gambar 5.2. dimana kelompok tiang di titik satu digambungkan dengan titik lainnya , dikarenakan sebagai berikut;

- Jumlah kebutuhan tiang pada Tabel 5.1. merupakan minimum tiang yang dipakai, tetapi ketika dikontrol pada daya dukung tiang group per titik masih belum memenuhi, oleh karena itu digabungkan dengan kelompok tiang pada titik yang lain.
- Jarak antar pilecap kurang dari 1 meter , maka perlu digabung.



Gambar 5. 2 Konfigurasi Tiang Pondasi.

- Kontrol Daya Dukung Tiang Pondasi Group

Daya dukung pondasi group harus dikorelasikan terlebh dahulu dengan koefisien efisiensi (Ce). Rumus Ce yang dipakai adalah

$$Ce = 1 - \frac{arc\tan\left(\frac{Ø}{S}\right)}{90}\ x\ \left(2 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n}\right)$$

(Converse-Lebarre)

Keterangan :

Ø = Diameter sebuah tiang pondasi

S = Jarak as ke as antar tiang dalam group

m = Jumlah baris tiang dalam group

n = Jumlah kolom tiang dalam group

Sehingga daya dukung tiang group adalah

QL = P Ijin x ɳ x Ce

QL dikontrol > Pmax x ɳ

Dimana, Pmax adalah beban yang diterima pada tiang dalam group dengan rumus

$$Pmax = \frac{V}{ɳ} + \frac{My\ x\ Xmax}{\sum(X)^2} + \frac{My\ x\ Ymax}{\sum(Y)^2}$$

Keterangan :

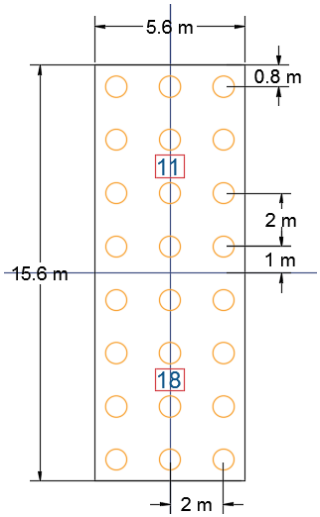
V = Beban vertikal pada kolom dalam group

ɳ = Jumlah tiang pada group

My = Momen arah y

Mx = Momen arah x

Contoh perhitungan daya dukung tiang *group* sesuai pada Gambar 5.3 adalah sebagai berikut,



Gambar 5. 3 Contoh Tiang Group

Pada tiang group tersebut (Gambar 5.3) beban dipusatkan pada eksentrisitas sehingga didapat nilai-nilai, yaitu

- Pada dititik 11 dan 18 dengan masing-masing V (nilai Fz) adalah 18452.3 kN dan 18452.3 kN, My adalah 0 kN-m dan 0 kN-m, dan Mx adalah 6.14928 kN-m dan 6.14928 kN-m (dapat dilihat pada Tabel 4.5.)
- Ymax = 2 m
- Xmax = 7 m
- $\sum X^2 = 8$ m
- $\sum Y^2 = 168$ m
- $\eta = 24$ m
- m = 8 m
- n = 3 m

Maka, Beban yang diterima setiap tiang adalah

$$Pmax = \frac{(18452.3+18452.3)}{24} + \frac{((0+0)x7)}{8} + \frac{((6.14928+6.14928)}{168}$$

= 1538 kN = 153.8 ton.

Keterangan:

Kontrol Pmax

Pmax dibandingkan dengan Pijin tiang. Pmax dikatakan berhasil (dapat dipakai) apabila nilai Pmax berada dalam kapasitas Pijin tiang maka Pmax dapat dipakai (OK). Nilai P ijin adalah kapasitas daya dukung tiang diameter 80 cm, yaitu 2108 kN. Pada tiang group berdasarkan Gambar 5.3. terdapat 2 tiang maka dikalikan dua. Maka kontrol Pmax adalah

Pmax = 153.8 ton≤ Pijin = 421.6 ton (OK).

Nilai koefisien efisiensi untuk tiang group sebagai berikut,

$$Ce = 1 - \frac{arc\tan\left(\frac{80}{200}\right)}{90}\ x\ \left(2 - \frac{1}{8} - \frac{1}{3}\right) = 0.62655$$

Maka, nilai daya dukung tiang group adalah

QL = (2067*2) x 24 x 0.62655 = 62159.69 kN = 6215.97 ton.

Kontrol QL

QL dikatakan berhasil (bisa dipakai) jika nilai QL melebihi nilai Pmax x η . Sehingga,

QL = 6215.97 ton > Pmax x η = 3691.68 ton (OK)

Hasil perhitungan kontrol daya dukung tiang pondasi group dapat dilihat pada Tabel 5.2 sampai Tabel 5.4.

Tabel 5. 2 Rekapitulasi Daya Dukung Tiang Group (24 Tiang)

	D 80 - 24 Tiang						
	(m)	Joint	P max	kontrol P max	Ce	QL	kontrol QL
			ton			ton	
X max	2	11	162.891	OK	0.627	6215.969	OK
Y max	7	18					
∑ X²	8	13	153.414	OK	0.627	6215.969	OK
∑ Y²	168	16					
η	24	12	161.621	OK	0.627	6215.969	OK
m	8	17					
n	3	10	161.621	OK	0.627	6215.969	OK
		19					
		9	153.414	OK	0.627	6215.969	OK
		20					

Tabel 5. 3 Rekapitulasi Daya Dukung Tiang Group (45 Tiang)

	D 80 - 45 Tiang						
	(m)	Joint	P max	kontrol P max	Ce	QL	kontrol QL
			ton			ton	
X max	2	8	120.7995	OK	0.612	22784.177	OK
Y max	14	7					
∑ X²	8	21					
∑ Y²	1120	22					
n	45	14	120.7995	OK	0.612	22784.177	OK
m	15	15					
n	3	1					
		28					

Tabel 5. 4 Rekapitulasi Daya Dukung Tiang Group (57 Tiang)

	D 80 - 57 Tiang						
	(m)	Joint	P max	kontrol P max	Ce	QL	kontrol QL
			ton			ton	
X max	18	2	139.6117	OK	0.60902	35874.67726	OK
Y max	2	3					
∑ X²	2280	4					
∑ Y²	8	5					
n	57	6					
m	3	23	139.6117	OK	0.60902	35874.67726	OK
n	19	24					
		25					
		26					
		27					

- Kontrol Kekuatan Bahan, Gaya Lateral, Momen, dan Uplift.

Pada perencanaan pondasi kali ini digunakan pondasi tiang pancang tipe Prestressed Concrete Spun Piles dimana brosur akan dilampirkan pada Lampiran 2 dengan spesifikasi sebagai berikut,

Diameter = 800 mm
Kelas = B
P allow = 388.61 ton
Mcrack = 55 ton.m

Berdasarkan data tiang pancang yang dipakai maka dilakukan kontrol material sebagai berikut,

- Kontrol Kekuatan Bahan

  Kontrol Kekuatan bahan dengan cara Pmax pada setiap group harus lebih kecil dari Pallow pada brosur. Rekapitulasi kontrol bahan dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6.

- Kontrol Gaya Lateral dan Momen

  Kontrol Gaya Lateral dengan cara gaya yang terjadi pada tiang dalam group tersebut (nilai Fx) harus lebih kecil dari

$$\text{Hult} = \frac{2\,Mu}{e+Zf}$$

Keterangan :

Mu = Momen Crack pada brosur

e= Jarak antara lateral load (H) yang bekerja dengan muka tanah

Zf = Posisi titik jepit tanah terhadap tiang pondasi

Kontrol momen dengan cara Momen ultimate yang terjadi pada tiang harus lebih kecil dari nilai Mcrack pada brosur. Rekapitulasi kontrol tiang group terhadap gaya lateral dan momen dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5. 5 Rekapitulasi Kekuatan Bahan

Group	P max	Pallow	Kontrol
	ton	ton	
11	162.891	2019.600	OK
18			
13	153.414		OK
16			
12	161.621		OK
17			
10	161.621		OK
19			
9	153.414		OK
20			

Tabel 5. 6 Rekapitulasi Kekuatan Bahan

Group	P max	Pallow	Kontrol
	ton	ton	
8	120.799	2019.600	OK
7			
21			
22			
14	120.799	2019.600	OK
15			
1			
28			
2	139.612	2019.600	OK
3			
4			
5			
6			
23	139.612	2019.600	OK
24			
25			
26			
27			

Tabel 5. 7 Rekapitulasi Kontrol Tiang Group terhadap Gaya Lateral dan Momen.

Group	H /group (ton)	e	Zf	Hu ult	Kontrol Lateral	Mu	Mcrack	Kontrol momen
				ton		ton.m	ton.m	
11	0.0000	0	1.2	91.66666667	OK	0.8863	55	OK
18						0.8863		OK
13	0.1048				OK	2.7317		OK
16						2.7317		OK
12	0.0403				OK	1.1240		OK
17						1.1240		OK
10	0.0403				OK	1.1240		OK
19						1.1240		OK
9	0.1048				OK	2.7317		OK
20						2.7317		OK
8	0.4712				OK	11.6883		OK
7						7.4337		OK
21						11.6883		OK
22						7.4337		OK

14	0.4712				OK	11.6883		OK
15						11.6883		OK
1						7.4337		OK
28						7.4337		OK
2	0.0520				OK	8.4958		OK
3						8.5843		OK
4						8.5960		OK
5						8.5843		OK
6						8.4958		OK
23	0.0520				OK	8.4958		OK
24						11.6883		OK
25						8.5960		OK
26						8.5843		OK
27						8.4958		OK

- Kontrol *Uplift*

  Metode bottom up adalah metode pembangunan gedung yang dimulai dari bawah menuju ke atas. Pada metode ini pekerjaan dimulai dengan penggalian basement sampai elevasi yang direncanakan, kemudian pekerjaan pondasi, dan dilanjutkan pekerjaan kolom balok dan pelat sampai lantai atas. Oleh karena beban bangunan masih kecil dikarenakan pekerjaan dari bawah sedangkan sudah memulai bersentuhan dengan tanah dimana pada tanah ada gaya angkat ke atas, maka dikontrol *uplift*. Kontrol *Uplift* dengan cara sebagai berikut;

  Gaya Angkat = h x B x L harus lebih kecil dari Qu = (((2 x L x H) +(2 x B x H)) x Cu) + W

  Keterangan :

  h = Tinggi basement

  B = Lebar Group

  L = Panjang Group

  H = Kedalaman *block of soil* di bawah *pile cap*

  Cu = *Undisturbed undrained cohesion* rata-rata tanah di sekeliling kelompok tiang.

  W = Kombinasi antara berat kelompok tiang, pile cap, dan berat tanah di celah-celah tiang-tiang pondasi.

  Rekapitulasi kontrol tiang group terhadapat *uplift* dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5. 8 Rekapitulasi Kontrol Tiang Group terhadap *Uplift*

Group	L m	B m	H m	Cu	Vol. tiang m³	Vol. tanah m³	Vol. pile cap m³	W ton	**Qu** ton	**Qu Total** ton	**Gaya Angkat**	**Kontrol Uplift**
14 15 1 28	29.6	5.6	35	15.53	791.68	5009.91	165.76	11978.37	50247.07	371672.53	51072	OK
2 3 4 5 6	37.6	5.6			1002.79	6366.80	210.56	15214.43	62180.56			
23 24 25 26 27					1002.79	6366.80		15214.43	62180.56			

5.2 Perencanaan *Raft Foundation*.

5.2.1 Daya Dukung *Raft Foundation*.

Daya dukung pada pondasi Raft dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut,

$$\boldsymbol{q_{ult}} = \left(\mathbf{1} - \mathbf{0.2}\frac{\boldsymbol{B}}{\boldsymbol{L}}\right).\gamma.\frac{\boldsymbol{B}}{\mathbf{2}}.\boldsymbol{N}_{\gamma} + \left(\mathbf{1} - \mathbf{0.2}\frac{\boldsymbol{B}}{\boldsymbol{L}}\right).\boldsymbol{C}.\boldsymbol{N_c} + \gamma.\boldsymbol{D}.\boldsymbol{N_q}$$

Keterangan :

$\boldsymbol{q_{ult}}$ = *Ultimate bearing capacity* pondasi (t/m²).
B, L = Lebar dan panjang dasar pondasi (m).
γ = Berat volume tanah : γsat, γ', γd (t/m³).
c = Kohesi tanah : cu, c' (t/m2).
D = Jarak dari permukaan tanah hingga dasar pondasi (m).
Nγ, Nc, Nq = Faktor daya dukung pondasi.

Nilai Nγ, Nc, Nq dapat dicari dengan ditentukan pada Tabel 5.9 berdasarkan pada kedalaman pondasi Raft tersebut dibangun, yaitu direncanakan dimensi Raft dengan luas 48 m x 24 m dengan ketebalan 2 m. Sehingga, pada kedalaman 12 m sampai 14 m memiliki Ø rata-rata = 40.4, nilai C rata-rata = 22.7 t/m² , dan rata-rata nilai γ = 2.05 t/m³. Sehingga, nilai q ultimate adalah

$$\mathrm{q_{ult}} = \left(1 - 0.2\frac{24}{48}\right).2{,}05.\frac{24}{2}.10 + \left(1 - 0.2\frac{24}{48}\right).22{,}7.75{,}3 + 2{,}05.14.64{,}2$$

= 5590.03052 t/m³.

$$q_{ijin} = \frac{5590.03052}{3} = 1863.343\ \mathrm{t/m^3}.$$

Tabel 5. 9 Harga-harga nilai Nγ, Nc, Nq (Caquot & Kerisel).

Ø°	N_c	N_γ	N_q
0	5,14	0	1,00
5	6,50	0,10	1,60
10	8,40	0,50	2,50
15	11,00	1,40	4,00
20	14,80	3,50	6,40
25	20,70	8,10	10,70
30	30,00	18,10	18,40
35	46,00	41,10	33,30
40	75,30	100,00	64,20
45	134,00	254,00	135,00

5.2.2 Perhitungan Tegangan Akibat Beban.

Kombinasi pembebanan struktur atas yang digunakan untuk perhitungan tegangan tanah adalah kombinasi D + L dan tegangan tanah maksimum akibat beban yang terjadi dihitung berdasarkan perumusan sebagai berikut,

$$q = \frac{\sum P}{A} \pm \frac{My.X}{Iy} \pm \frac{Mx.Y}{Ix}$$

Keterangan :

ΣP = Total joint reaction pada gedung = 43660.976 ton

A = Luas Pondasi Tikar = 1152 m2

Ix = Momen Inersia Pondasi tikar terhadap sumbu y

= (1/12) X (24) X (48)^3 = 55296 m^4.

Iy = Momen Inersia Pondasi tikar terhadap sumbu x

= (1/12) X (48) X (24)^3 = 221184 m^4.

X = Jarak titik pusat pondasi ke titik tinjau terhadap sumbu X

Y = Jarak titik pusat pondasi ke titik tinjau terhadap sumbu Y

My = Σ P X ex

Mx = Σ P X ey

Dimana,

ex = $\frac{\sum(P\ .\ x)}{\sum P} \pm \frac{Panjang\ Pondasi}{2}$ = 24 m

ey = $\frac{\sum(P\ .\ y)}{\sum P} \pm \frac{Lebar\ Pondasi}{2}$ = 12 m

Untuk letak e yang bernilai negatif menandakan bahwa eksentrisitas berada di sebelah kiri titik pusat pondasi tikar pada sumbu X dan sebelah bawah titik pusat pondasi tikar pada sumbu Y seperti pada Gambar 5.4. Setelah itu, menghitung momen yang terjadi pada sumbu X dan Y seperti berikut ini

My = 43660.976 x 12 = 523931.72 t-m

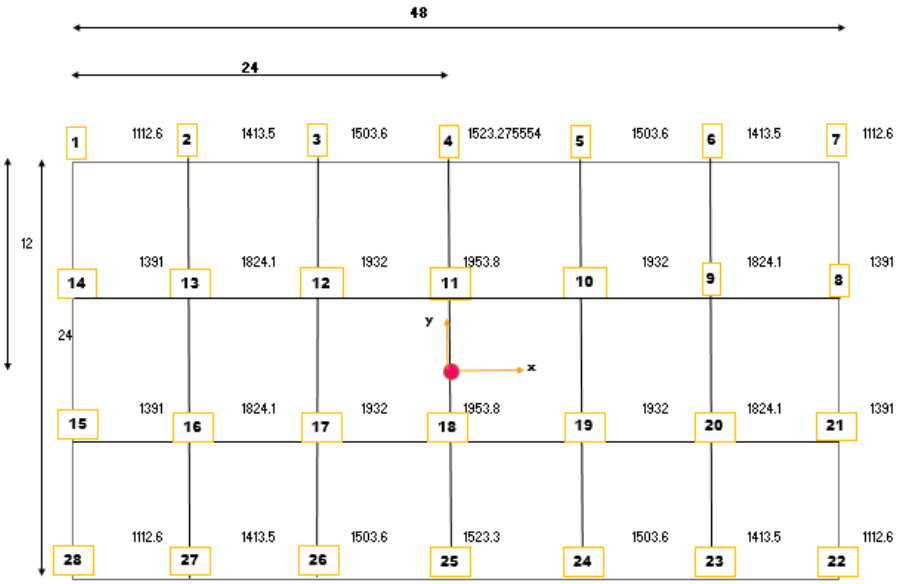
Mx = 43660.976 x 24 = 1047863.4 t-m

Sehingga,

$$q = \frac{43660.976}{1152} \pm \frac{523931.72\,X}{221184} \pm \frac{1047863.4.Y}{55296}$$

q = 37.9 ± 2.3688 x ± 18.95 y

Untuk tanda + atau – ditentukan dengan letak titik yang ditinjau apakah searah atau tidak dengan titik eksentrisitas, bila searah bertanda + sedangkan tidak searah bertanda -.



Gambar 5. 4 Letak Titik Eksentrisitas

Setelah itu, mencari letak titik tegangan tanah maksimum pada pondasi tikar. Nilai tegangan tanah pada titik 1 sampai 28 dan dicek apakah tegangan pertitik masih memenuhi daya dukung ijin tiang. Rekapitulasi perhitungan tergangan pertitik dan pengecekannya dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5. 10 Rekapitulasi perhitungan tergangan pertitik.

TITIK	X	y	Q/A (ton/m2)	(My . x / Iy)	(Mx . y / Ix)	q (ton/m2)	CEK
1	-24	12	37.90	56.85	227.40	322.15	OK
2	-16	12	37.90	37.90	227.40	303.20	OK
3	-8	12	37.90	18.95	227.40	284.25	OK
4	0	12	37.90	0.00	227.40	265.30	OK

TITIK	X	y	Q/A (ton/m2)	(My . x / Iy)	(Mx . y / Ix)	q (ton/m2)	CEK
5	8	12	37.90	18.95	227.40	284.25	OK
6	16	12	37.90	37.90	227.40	303.20	OK
7	24	12	37.90	56.85	227.40	322.15	OK
8	24	4	37.90	56.85	75.80	170.55	OK
9	16	4	37.90	37.90	75.80	151.60	OK
10	8	4	37.90	18.95	75.80	132.65	OK
11	0	4	37.90	0.00	75.80	113.70	OK
12	-8	4	37.90	18.95	75.80	132.65	OK
13	-16	4	37.90	37.90	75.80	151.60	OK
14	-24	4	37.90	56.85	75.80	170.55	OK
15	-24	-4	37.90	56.85	75.80	170.55	OK
16	-16	-4	37.90	37.90	75.80	151.60	OK
17	-8	-4	37.90	18.95	75.80	132.65	OK
18	0	-4	37.90	0.00	75.80	113.70	OK
19	8	-4	37.90	18.95	75.80	132.65	OK
20	16	-4	37.90	37.90	75.80	151.60	OK
21	24	-4	37.90	56.85	75.80	170.55	OK
22	24	12	37.90	56.85	-227.40	-132.65	OK
23	16	12	37.90	37.90	-227.40	-151.60	OK
24	8	12	37.90	18.95	-227.40	-170.55	OK
25	0	12	37.90	0.00	-227.40	-189.50	OK
26	-8	12	37.90	18.95	-227.40	-170.55	OK
27	-16	12	37.90	37.90	-227.40	-151.60	OK
28	-24	12	37.90	56.85	-227.40	-132.65	OK

5.2.3 Perencanaan Struktur *Raft Foundation*.

5.2.3.1 Perencanaan Slab

- **Pembebanan**

Beban Mati

Beban mati akibat struktur = 4.677 t/m^2

Berat sendiri = 2.4 x 2 m = 4.8 t/m^2

= 9.48 t/m^2

Beban hidup = 1 t/m^2

Kombinasi pembebanan

qu = 1.2D + 1.4L = 1.2 x 9.48 + 1.4 x 1 = 12.77 t/m^2

qu = 12770 kg/m^2

- **Perhitungan Penulangan Pelat 2 Arah**

Data Perencanaan penulangan pelat:

Dimensi pelat = 8000 mm x 8000 mm

Tebal decking = 75 mm

Diameter tulangan rencana = 25 mm

Tinggi efektif

dx = 2000 – 75 – 25/2 = 1912.5 mm

dy = 2000 – 75 – 25/2 – 25 = 1887.5 mm

$\frac{Ly}{Lx} = \frac{8}{8}$ = 1 < 2 (pelat dua arah)

- **Perhitungan Momen Pada Pelat**

Menentukan momen (Mu) yang berkerja pada pelat dengan menggunaka koefisien PBI 1971 Tabel 13.3.1 didapat persamaan momen untuk asumsi perletakan terletak beban pada keempat tepinya dan terjepit dikedua sisinya:

Mlx = Mtx = 0.001 qlx^2 x

Mlx = Mtx = 0.001 x 9.48 x 8^2 x 56 = 45770 kg.m

Mly = Mty = 0.001 qlx^2 x

Mly = Mty = 0.001 x 9.48 x 8^2 x 37 = 29060 kg.m

- **Penulangan Arah X**

Pada perencanaan awal, Ø diasumsikan 0.9

Rn = $\frac{Mu}{Ø \text{ x b x dx2}}$

Rn = $\frac{45770}{0.9 \text{ x } 1 \text{ x } 1.912 \text{ x } 1.912}$ = 13911.14 kg/m^2 = 0.139 Mpa

m = $\frac{fy}{0.85fc'}$ = $\frac{400}{0.85 \text{ x } 30}$ = 15.68

ρ_{perlu} = $\frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \, x \, Rn}{fy}})$

ρ_{perlu} = $\frac{1}{15.68}(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \, x \, 15.68 \, x \, 0.139}{400}})$ = 0.00034

ρ_{min} = 0.002 (SNI 2847:2013 Ps. 7.12.2.1)

ρ_{max} = 0.025 (SNI 2847:2013 Ps. 7.12.2.1)

$\rho_{perlu} > \rho_{min}$

ρ_{perlu} = 0.002

- **Tulangan Utama**

As = ρ_{perlu} x b x dx = 0.002 x 1000 x 1912.5 = 3825 mm^2

Digunakan tulangan D25 mm (A D25 = 490.87 mm^2)

Jarak tulangan (s) = = $\frac{1000 \, x \, A \, D25}{As}$

s = $\frac{1000 \, x \, 490.87}{3825}$ = 128.33 mm

Syarat : s ≤ 3h atau 250 mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)

: s ≤ 3(2000) atau 250 mm

: s ≤ 6000 mm atau 250 mm

Dipilih yang terkecil. Jadi dipakai s = 250 mm

As_{pakai} = $\frac{1000 \, x \, A \, D25}{s}$ = $\frac{1000 \, x \, 490.87}{250}$ = 1963.48 mm^2

- **Kontrol Faktor Reduksi**

Berdasarkan SNI 2847-2013 Ps. 9.3

- Tinggi blok tegangan persegi ekivalen

  a = $\frac{As \, x \, Fy}{0.85 \text{ x } fc' \, x \, b}$ = $\frac{1963.48 \, x \, 400}{0.85 \text{ x } 30 \, x \, 1000}$ = 30.79 mm

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

  c = $\frac{a}{0.85}$ = $\frac{30.79}{0.85}$ = 36.22 mm

- Regangan Tarik

  $\varepsilon_t = 0.003 \text{ x } (\frac{dx}{c} - 1)$

  $\varepsilon_t = 0.003 \text{ x } (\frac{1912.5}{36.22} - 1) = 0.15$

  Dipakai Ø = 0.9

  ØMn = Ø x As x fy x (dx - $\frac{1}{2}$a)

  ØMn = 0.9 x 1963.48 x 400 (1912.5 – $\frac{1}{2}x30.79$)

  ØMn = 1340973981 Nmm = 134097.398 kg.m

  Digunakan tulangan D25 – 250mm

- **Penulangan Arah Y**

Pada perencanaan awal, Ø diasumsikan 0.9

Rn = $\frac{Mu}{\text{Ø x b x dx2}}$

Rn = $\frac{29060}{0.9 \text{ x } 1 \text{ x } 1.8875 \text{ x } 1.8875}$ = 9063.15 kg/m^2 = 0.0906 Mpa

m = $\frac{fy}{0.85\text{fc}'}$ = $\frac{400}{0.85 \text{ x } 30}$ = 15.68

$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \, x \, Rn}{fy}})$

$\rho_{perlu} = \frac{1}{15.68}(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \, x \, 15.68 \, x \, 0.0906}{400}}) = 0.0003$

ρ_{min} = 0.002 (SNI 2847:2013 Ps. 7.12.2.1)

ρ_{max} = 0.025 (SNI 2847:2013 Ps. 7.12.2.1)

$\rho_{perlu} > \rho_{min}$

ρ_{perlu} = 0.002

- **Tulangan Utama**

As = ρ_{perlu} x b x dx = 0.002 x 1000 x 1887.5 = 3775 mm^2

Digunakan tulangan D25 mm (A D25 = 490.87 mm^2)

Jarak tulangan (s) = = $\frac{1000 \, x \, A \, D25}{\text{As}}$

s = $\frac{1000 \, x \, 490.87}{3775}$ = 130 mm

Syarat : s ≤ 3h atau 250 mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)

: s ≤ 3(2000) atau 250 mm

: s ≤ 6000 mm atau 250 mm

Dipilih yang terkecil. Jadi dipakai s = 250 mm

$As_{pakai} = \frac{1000\ x\ A\ D25}{s} = \frac{1000\ x\ 490.87}{250}$ = 1963.48 mm^2

- **Kontrol Faktor Reduksi**

Berdasarkan SNI 2847-2013 Ps. 9.3

- Tinggi blok tegangan persegi ekivalen

  $a = \frac{As\ x\ Fy}{0.85\ x\ fc'\ x\ b} = \frac{1963.48\ x\ 400}{0.85\ x\ 30\ x\ 1000}$ = 30.79 mm
- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

  $c = \frac{a}{0.85} = \frac{30.79}{0.85}$ = 36.22 mm
- Regangan Tarik

  $\varepsilon_t = 0.003\ x\ (\frac{dy}{c} - 1)$

  $\varepsilon_t = 0.003\ x\ (\frac{1887.5}{36.22} - 1) = 0.15$

  Dipakai Ø = 0.9

  ØMn = Ø x As x fy x (dy - $\frac{1}{2}$a)

  ØMn = 0.9 x 1963.48 x 400 (1887.5 – $\frac{1}{2}x30.79$)

  ØMn = 1323302661 Nmm = 132330.266 kg.m

  Digunakan tulangan D25 – 250mm

5.3 Perencanaan Dinding Penahan Tanah *Basement*.

Pada perencanaan dinding penahan tanah ini digunakan secant pile dimana memperhitungkan seberapa dalam dinding yang tertanam di dalam tanah sampai pada kondisi stabil. Kestabilan dinding dipengaruhi oleh tekanan tanah horizontal dan tekanan air. Sebelum mendapatkan kebutuhan panjang dinding, diperkirakan pada kedalaman X yang dibahas pada perhitungan dibawah ini.

5.3.1 Perencanaan Dinding Penahan Tanah *Basement* Tanpa Angkur.

- Perhitungan Tekanan Horizontal

Di dalam tanah terjadi gaya dorong yang di akibatkan oleh pergerakkan tanah dan air pada bidang horizontal seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab 2.3 beserta cara perhitungannya. Berikut adalah contoh perhitungan tekanan horizontal pada lapisan tanah seperti pada Gambar 5.5. Dicontohkan perhitungan tekanan tanah horizontal pada titik 2 bagian atas (aktif), maka

$\sigma h = \sigma v \times Ka - 2 \times C \times \sqrt{Ka}$

dengan nilai

$Ka = \tan^2(45 - \frac{\emptyset}{2}) = \tan^2\left(45 - \frac{0}{2}\right) = 1$, dan nilai

$\sigma v = (\gamma . h) + (\text{nilai } \sigma v \text{ lapisan diatasnya})$

$= ((0.41+1) \times 5.5) + 0$

$= 7.742 \text{ t/m}^2$

Sehingga, nilai $\sigma h = (7.742 \times 1) - (2 \times 1.8683 \times \sqrt{1}) = 4.005 \text{ t/m}^2$.

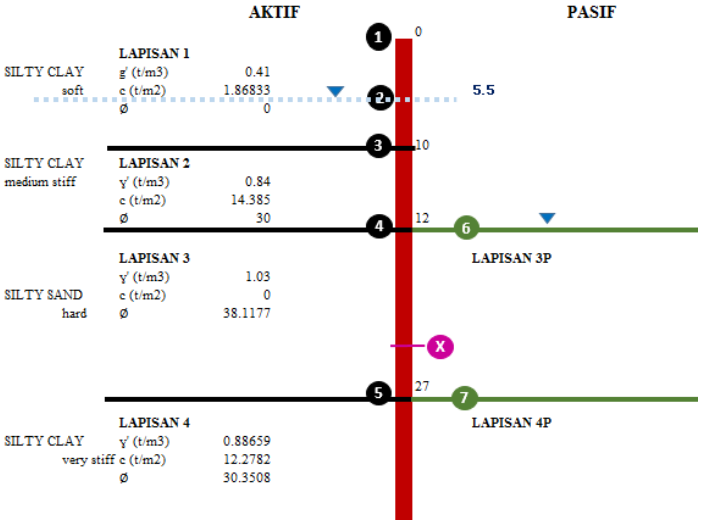
Tekanan air di dalam tanah dihitung dengan rumus,

$\sigma h \text{ (air)} = \gamma air \times h$

$= 1 \times (21.5 + Dx)$

$= 21.5 + Dx$

Nilai tekanan horizontal pada titik lainnya direkapitulasi pada Tabel 5.11.

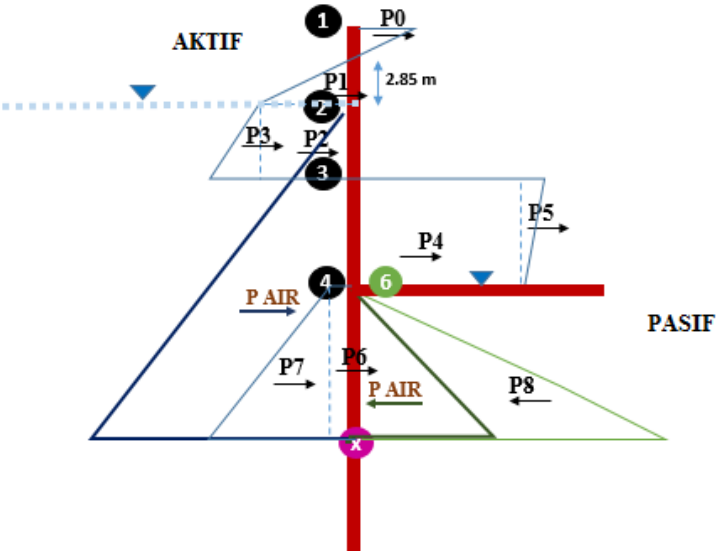


Gambar 5. 5 Lapisan Tanah pada Dinding Penahan Tanah

Tabel 5. 11 Rekapitulasi Nilai Tekanan Horizontal

TITIK	σ v	Ka	TITIK		σ h	Air		
	t/m2				t/m2	σ' h	P	
1	0	1	1	atas	-3.737	6.5+Dx	21.125+ 6.5Dx + 0.5Dx²	AKTIF
				bawah	-3.737			
2	7.74159		2	atas	4.005			
				bawah	4.005			
3	9.57563		3	atas	5.839			
				bawah	-13.418			
4	11.25578	0.333	4	atas	-12.858			
				bawah	2.664			
X	(1.03*Dx)+ 11.256	0.237	X	atas	0.243Dx + 2.663			
		Kp						PASIF
6	0	4.226	6	atas	0	Dx	0.5Dx²	
				bawah	0			
X	1.03Dx		X	atas	4.352Dx			

Berdasarkan perhitungan tekanan horizontal pada Tabel 5.11. dapat kita gambarkan distribusi tekanan tersebut terhadap dinding seperti pada Gambar 5.6.



Gambar 5. 6 Distribusi Tegangan Tanah.

- Perhitungan Kebutuhan Panjang Pile.

Berdasarkan hasil σ h pada Tabel 5.11 dengan adanya nilai negatif (-) maka gaya yang terjadi pada titik tersebut dianggap 0. Tanah tidak mempunyai gaya tarik, hanya gaya tekan saja, maka gaya yang terjadi hanya pada P1, P2, P3, P6, dan P7 pada tanah aktif dan P8 pada tanah pasif beserta tekanan air. Gaya (P) dihitung sesuai bentuk yang tergambar pada distribusi tekanan (Gambar 5.6). Selanjutnya dicari momen dengan cara gaya (P) x Lengan (jarak ke titik X), sehingga mendapat sebuah persamaan seperti pada Tabel.5.12.

Tabel 5. 12 Mencari Persamaan dari Perhitungan Momen.

Pa (t/m)		Lengan	Momen							
1	5.707021094	7.45+Dx					5.7070	Dx +	42.51731	AKTIF
2	18.02217188	4.25+Dx					18.0222	Dx +	76.59423	
3	4.126570313	3.5+Dx					4.126570313	Dx +	14.4430	
4	0									
5	0									
6	2.663Dx	0.5Dx			1.3315	Dx^2 +				
7	$0.1215Dx^2$	0.333Dx	0.04046	Dx^3 +						
Air	21.125+ 6.5Dx + $0.5Dx^2$	2.1667+0.333Dx	0.167	Dx^3 +	3.247	Dx^2 +	21.1180	Dx +	45.771	
Pp (t/m)										
8	$2.175Dx^2$	0.333Dx	0.724	Dx^3						PASIF
Air	$0.5Dx^2$	0.333Dx	0.167	Dx^3						
Persamaan			-0.684	Dx^3 +	4.579	Dx^2 +	48.9738	Dx +	179.3255	ton

Ditemukan Dx = 13.46 m, maka D yg terpasang Dx x SF = 13.46 x 1.2 = 16.2 m. Maka , kebutuhan panjang dinding penahan tanah adalah 12 m + 16.2 m = 28.2 m.

- Kontrol Dinding Penahan Tanah terhadap Gaya Lateral.

Selisih gaya lateral akibat tanah aktif dan pasif dibandingkan dengan Hultimate = $\frac{2\,Mu}{e+Zf}$

Keterangan :

Mu = Momen ultimate yang dipunyai oleh *bored pile* diketahui dengan bantuan aplikasi SP COLUMN

e = Jarak antara lateral load (H) yang bekerja dengan muka tanah.

Zf = Posisi titik jepit tanah terhadap tiang pondasi.

Setelah nilai Dx didapatkan sebesar 10.7 m, maka selisih gaya lateral yang terjadi dapat dihitung seperti pada Tabel 5.13.

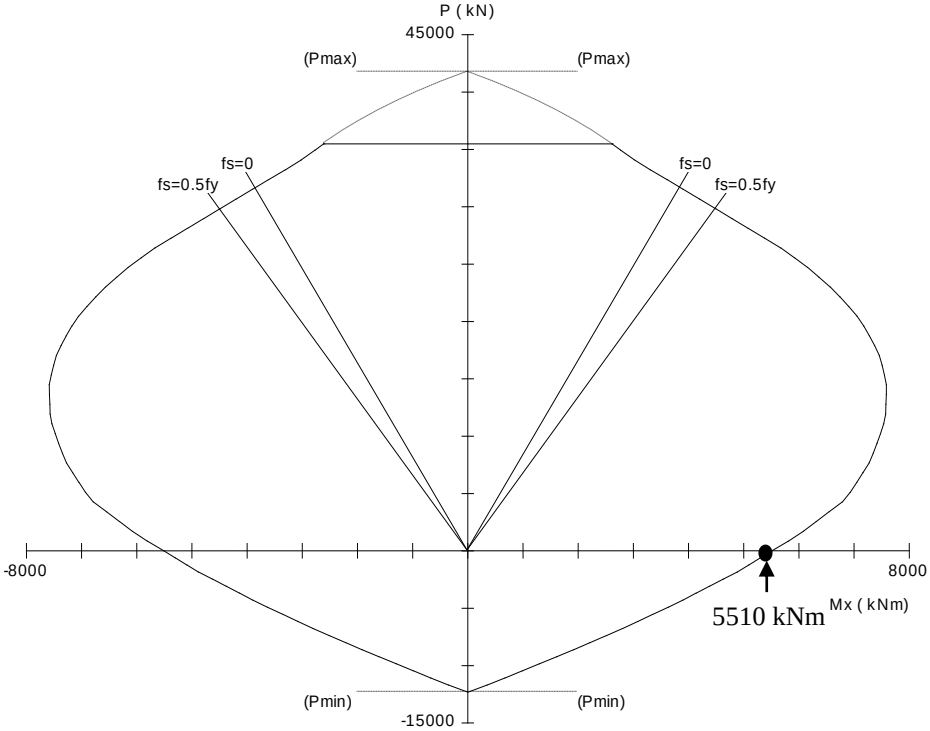
Tabel 5. 13 Selisih Gaya Aktif dan Gaya Pasif

Pa		
1	5.7070	5.7070
2	18.0222	18.0222
3	4.1266	4.1266
4	0	
5	0	
6	2.663Dx	43.01309556
7	0.1215Dx²	31.69825413
Air	21.125+ 6.5Dx + 0.5Dx²	256.5592702
	P AKTIF	359.1263832
Pp		
8	2.175Dx²	567.4378826
Air	0.5Dx²	130.4454902
	P PASIF	697.8833728
Selisih	338.7569896	ton
	3387.569896	kN

Nilai Mu didapat dengan menggunakan aplikasi SP COLUMN dengan spesifikasi desain *bored pile* adalah sebagai berikut,

F'c	= 45 Mpa
D	= 1.2 m
Jumlah tulangan	= 34
Ukuran tulangan	= #36
Clear Cover	= 50 mm

Spesifikasi bored pile tersebut dapat diketahui kekuatan bahan tersebut yang mempunyai momen ultimate yang dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5. 7 Spesifikasi dan Hasil dari SP COLUMN.

Berdasarkan perhitungan SP COLUMN didapat momen ultimate yaitu sebesar 5510 kNm. Nilai momen ultimate yang dimiliki oleh *bored pile* dibandingkan dengan nilai momen ultimate yang terjadi pada dinding yaitu sebesar 5157.285 kNm. Nilai momen ultimate yang terjadi pada dinding penahan ternyata masih bisa ditahan oleh kapasitas *bored pile* tersebut.

Maka nilai H Ultimate =

$$\frac{2\ x\ 5510}{0\ +1.2} = 9760.97 \text{ kN.}$$

Kontrol dinding penahan tanah adalah sebagai berikut,
Selisih gaya lateral pasif dan aktif = 3387.569896
kN < Hu = 9760.97 kN (OK).

5.3.2 Perencanaan Dinding Penahan Tanah *Basement* Dengan Angkur.

- Perhitungan Kebutuhan Panjang Pile.

Perlu diketahui panjang kebutuhan dinding penahan tanah dengan menggunakan angker. Cara perhitungan untuk panjang kebutuhan dinding penahan tanah seperti yang dilakukan pada Sub bab 5.2.1. dengan perbedaan pada titik tinjauan (letak angker) yang berada pada 1 meter dari ujuang atas dinding, sehingga hasil persamaan momen berbeda. Perhitungan mencari panjang kebutuhan dinding dari persamaan yang dihasilkan dari perhitungan momen dapat dilihat pada Tabel 5.14. Hasil dari perhitungan tersebut didapatkan nilai Dx = 4.4 m, maka D yang terpasang adalah Dx x SF = 4.4 x 1.2 = 5.3 m. Maka , kebutuhan panjang dinding penahan tanah adalah 12 m + 5.3 m = 17.3 m.

Tabel 5. 14 Mencari Persamaan dari Perhitungan Momen.

Pa (t/m)		Lengan	Momen							
1	5.707021094	3.55							20.25992	AKTIF
2	18.02217188	6.75							121.6497	
3	4.126570313	7.5							30.94928	
4	0									
5	0									
6	2.663Dx	0.5Dx + 11			1.3315	Dx^2 +	29.293	Dx +		
7	$0.1215Dx^2$	0.667Dx + 11	0.081	Dx^3 +	1.3365	Dx^2 +				
Air	$21.125+ 6.5Dx + 0.5Dx^2$	8.833+0.667Dx	0.334	Dx^3 +	8.752	Dx^2 +	71.5	Dx +	186.97	
Pp (t/m)										
8	$2.175Dx^2$	0.667Dx+11	1.450725	Dx^3	23.925	Dx^2 +				PASIF
Air	$0.5Dx^2$	0.667Dx+11	0.3335	Dx^3	5.5	Dx^2 +				
Persamaan			-1.3696845	Dx^3 +	-18.005	Dx^2 +	100.793	Dx +	359.8289	ton

- Kebutuhan Jumlah Angkur.

Kebutuhan jumlah angkur harus memenuhi gaya berlebih yang menyebabkan dinding penahan tanah tidak stabil, nilai tersebut merupakan selisih dari gaya aktif dan pasif seperti pada Tabel 5.14. dengan dimasukkan nilai dx pada tiang dinding penahan tanah dengan angkur sehingga didapat nilai selisih sebesar 401.281 kN. Nilai tersebut dikonversi sesuai kemiringan yang dihitung seperti pada sub bab 2.5.4. Sehingga gaya yang ditahan oleh angkur menjadi 502.458 kN. Kebutuhan jumlah angkur dilihat dari ketersediaan angkur di lapangan. Brosur yang dipakai dapat dilihat pada Lampiran 3 dengan kuat ketahanannya dihitung dengan spesifikasi angkur sebagai berikut

Diameter Angkur (d) = 13.5 cm

$Panjang\ grouting\ (lk) = 23\ m$

$Pu = l \times \pi \times d \times Ca$

$= 1973.07\ kN$

Keterangan :

d = Diameter angkur

Ca = Koefisien adhesi = 2/3 Cu.

Dilihat dari hasil kuat angkur memenuhi kebutuhan dinding penahan tanah, maka jumlah angkur yang dibutuhkan adalah 1 buah per meter. Rekapitulasi perbedaan kebutuhan untuk dinding penahan tanah dapat dilihat pada Tabel 5.15

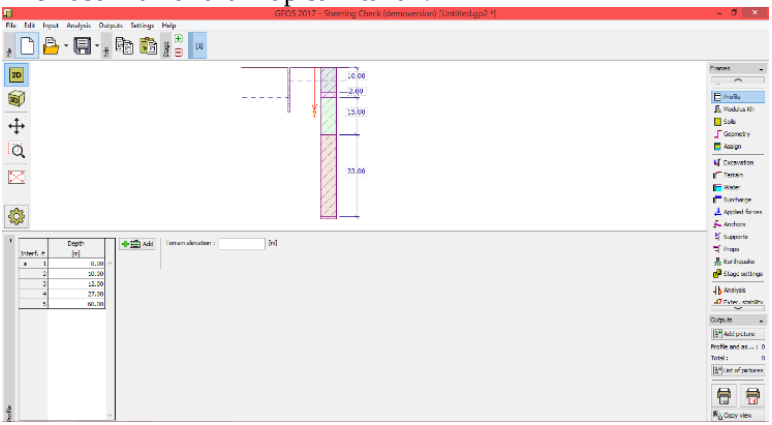
Tabel 5. 15 Perbedaan kebutuhan pada Dinding Penahan Tanah.

Dinding Penahan Tanah	**Tanpa Angkur**	**dengan Angkur**
Panjang Secant Pile	29 m	18 m
Dimensi Secant Pile	1.2 m	1.2 m
Jumlah Angkur per meter lari.	-	1

5.3.3 *Check Overall Stability*

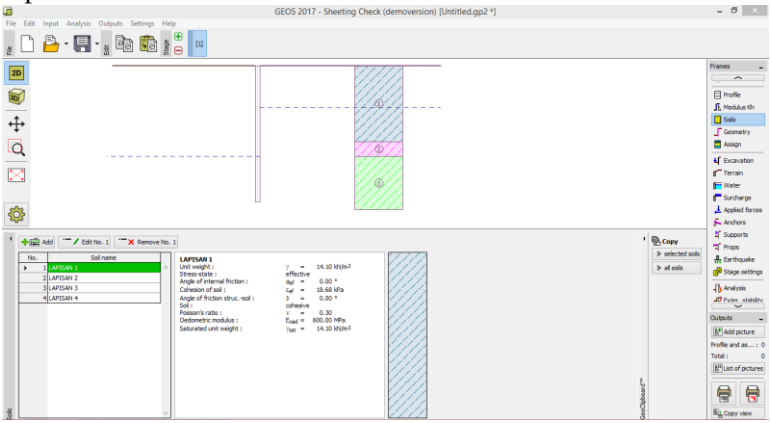
Dalam pengecekan *overall stability* digunakan bantuan aplikasi berupa Geofive, dimana nilai-nilai yang dimasukkan sesuai dengan keadaan eksisting. Berikut tahapan dan spesifikasi yang dimasukkan pada aplikasi tersebut

1. Memasukkan ukuran lapisan tanah.



Gambar 5. 8 Ukuran Per Lapisan Tanah.

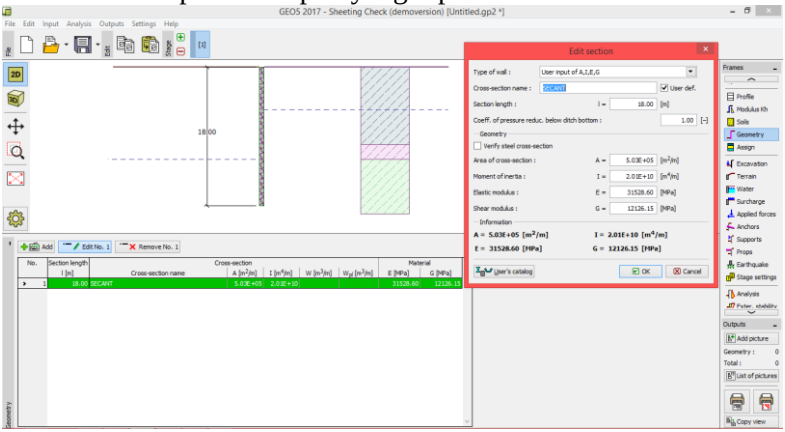
2. Memasukkan parameter-parameter tanah pada setiap lapisan tanah.



Gambar 5. 9 Parameter Tanah yang Dimasukkan Perlapisan Tanah

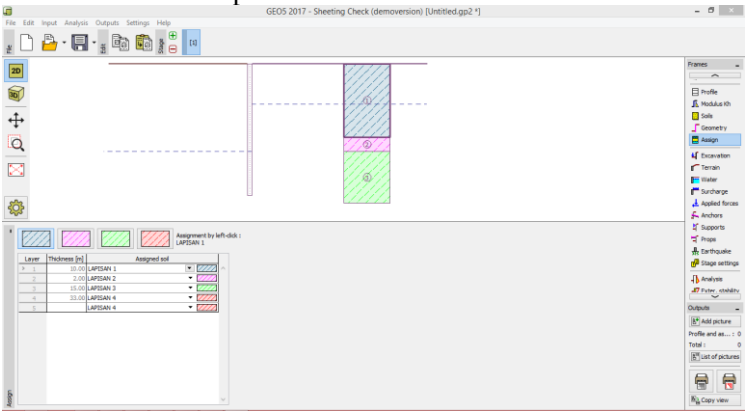
.

3. Memasukkan spesifikasi pile yang dipakai.



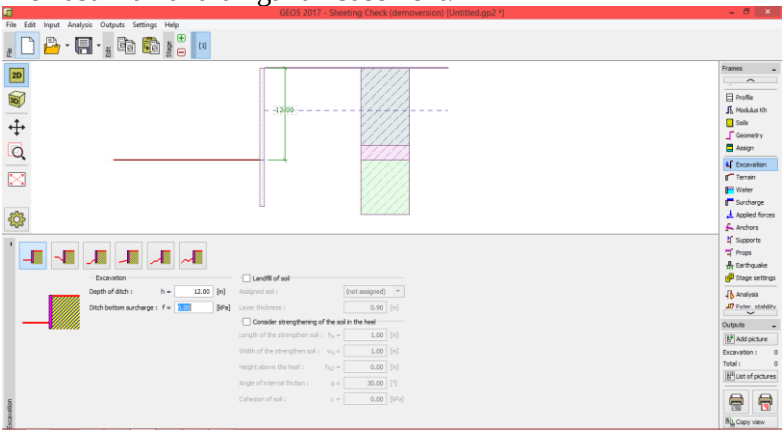
Gambar 5. 10 Spesifikasi Secant Pile yang Dipakai.

4. Memasukkan parameter per lapisan tanah sesuai dengan ukuran ketebalan lapisan tersebut.



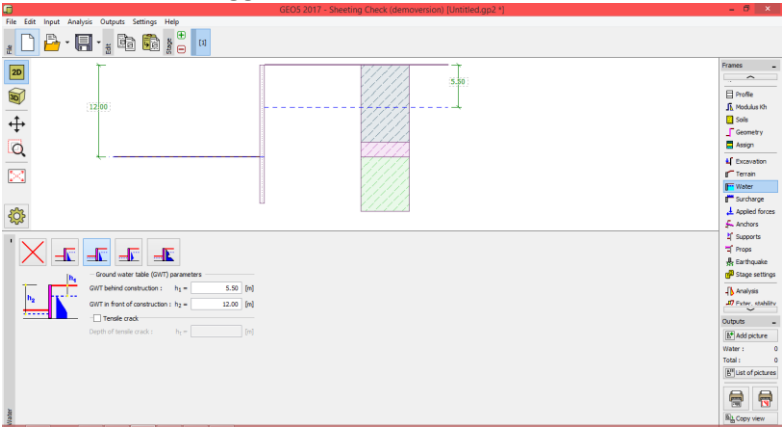
Gambar 5. 11 Memasukkan Lapisan Tanah Pada Ukuran Ketebalan Lapisan Tanah.

5. Memasukkan ukuran galian basement.



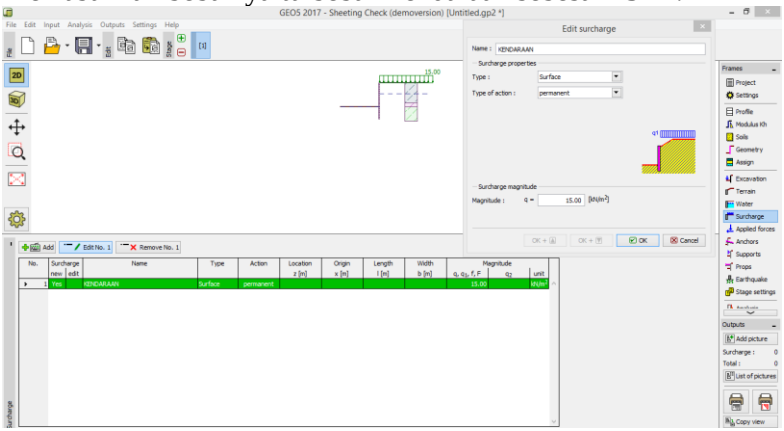
Gambar 5. 12 Ukuran Galian.

6. Memasukkan ketinggian air tanah.



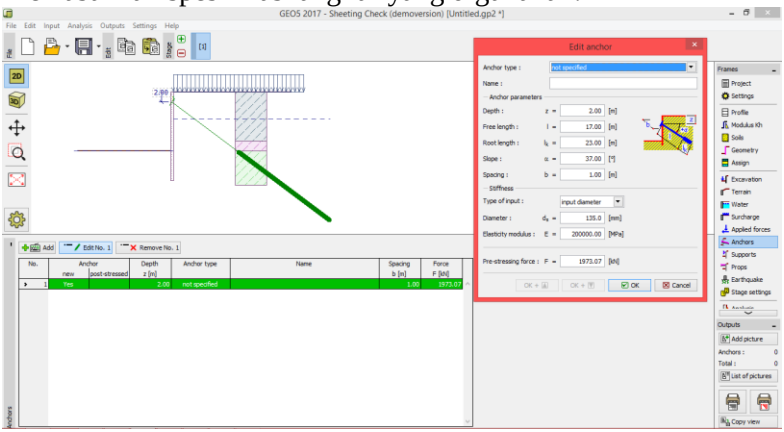
Gambar 5. 13 Ketinggian air tanah.

7. Memasukkan beban yaitu beban kendaraan sebesar 15kN.



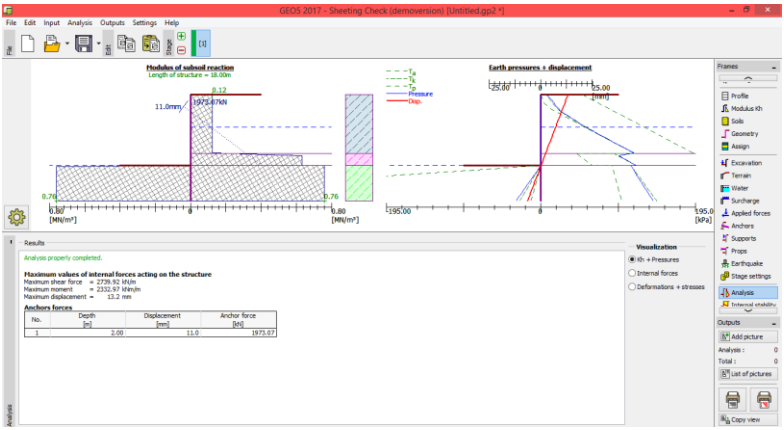
Gambar 5. 14 Beban Kendaraan.

8. Memasukkan spesifikasi angkur yang digunakan.



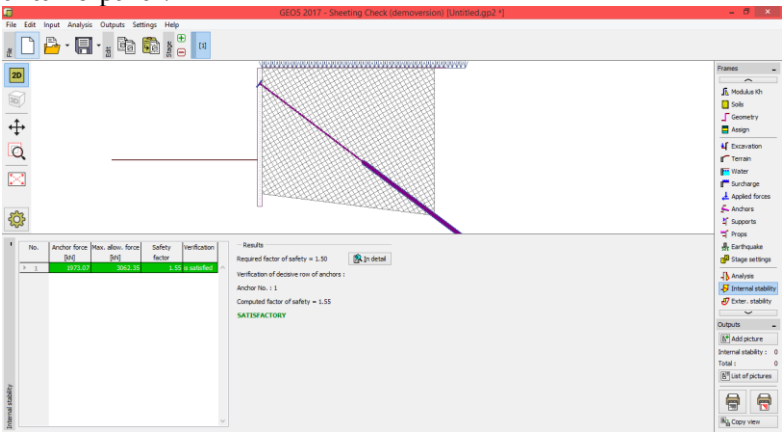
Gambar 5. 15 Spesifikasi Angkur.

9. Hasil Analysis Internal, menunjukkan displacement yang kecil.



Gambar 5. 16 Analisis Internal

10. Hasil Internal Stability. Angkur yang digunakan aman untuk dipakai.



Gambar 5. 17 Hasil Internal Stability

11. Hasil External Stability menyatakan Ok atau aman untuk dipakai dimana panjang angkur grouting berada dibelakang garis keruntuhan.

Gambar 5. 18 Hasil External Stability.

Setelah menghitung kebutuhan untuk merencanakan dinding penahan tanah, pemakaian dinding penahan tanah pada Kino Office Tower dipilih dengan menggunakan angkur sejumlah 1 buah dengan kedalaman dinding lebih pendek daripada dinding penahan tanah tanpa angkur.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB VI
KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan perhitungan yang dilakukan pada area Kino Office Tower untuk perencanaan dinding penahan tanah dan pondasi basement dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perencanaan *dinding penahan tanah secant pile* dihitung tanpa menggunakan angkur membutuhkan bored pile sedalam 29 m dan masih belum stabil karena ada selisih gaya horizontal pada tanah. Oleh sebab itu digunakan angkur dengan hasil kebutuhan dinding penahan tanah sedalam 18 m dibantu dengan angkur. Rekapitulasi perbandingan kebutuhan dinding penahan tanah dapat dilihat pada Tabel 5.15.
2. Perencanaan Pondasi dapat digunakan 2 alternatif, yaitu:
   - Pondasi Tiang Pancang dengan diameter 80 cm dan panjang 35 m.
   - *Raft Foundation* dengan dimensi 48 m x 24 m dan tebal 2 meter.
3. Dalam sistim bottom up gaya angkat akibat air tanah menjadikan perencanaan pondasi menggunakan tiang pancang berdiameter 80 cm dengan panjang 35 meter dengan konfigurasi dapat dilihat pada Gambar 5.2.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR PUSTAKA

Das, Braja M. 1985. ***Mekanika Tanah 1***, *(Terjemahan)*. Jakarta: Erlangga.

Das, Braja M. 1988. ***Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik*** , *(Terjemahan)*. Surabaya: Erlangga.

Das, Braja. D. (1990). ***Principles of Foundation Engineering***. PWS-KENT Publishing Company

Look, Burt G. 2007. **Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables.** London : Taylor & Francis.

Terzaghi, K. and Peck R.B. 1967. ***Soil Mechanics in Engineering Practice, 2nd edition.*** Jakarta: Erlangga

Wahyudi, H. 2013. **Daya Dukung Pondasi Dalam.** Surabaya : ITS Press.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

(Data Tanah)

BORING LOG

Boring No. : BH - 1A

PROJECT :	*KINO OFFICE BUILDING*	PROJECT NO. :	*DCM.G.14 - 056*
CLIENT :	*PT. Royal Bintang Persada*	TESTED DATE :	*Nov 14 - 20, 2014*
LOCATION :	*Alam Sutera, Serpong - Tangerang*	ELEVATION :	-
DRILLER :	*Imam Santoso*	LOGGED BY :	*Rudito*
DRILL RIG :	*ZT - 100*	BORING METHOD :	*Rotary Core Drilling*

GROUND WATER TABLE : Initial ▽ : -5.30 m At Completion ▼ : -5.50 m

ELEVATION/ DEPTH (m)	SOIL SYMBOLS, SAMPLERS AND TEST DATA	USCS	DESCRIPTION	N1 N2 N3	N-SPT
0–2		CH	Silty CLAY, brown, soft.	1 1 1	2
2–3	UDS				
3–5			Silty CLAY, grayish brown, medium stiff.	1 2 3	5
5–6	UDS		Becomes soft.	1 1 2	3
6–8			ditto.	1 1 1	2
8–9			ditto.	1 1 2	3
9–10		ML	SILT, brown, soft.	1 1 1	2
10–12	UDS	CH	Silty CLAY, light gray, medium stiff.	2 3 4	7
12–13		SM	Cemented Silty SAND, brown, dense.	13 15 26	41
13–14			Cemented Silty SAND, black, dense.	15 18 24	42
14–16			Silty SAND, brown, medium dense to dense.	7 11 19	30
16–17			ditto.	9 11 17	28
17–19			Cemented Silty SAND, dark gray, very dense.	18 25 25/7	50/22
19–20		CH	Silty CLAY, gray, stiff.	4 4 8	12

STANDARD PENETRATION TEST: 10 30 50

BORING LOG

Boring No. : BH - 1A

ROJECT : ***KINO OFFICE BUILDING***
LIENT : *PT. Royal Bintang Persada*
OCATION : *Alam Sutera, Serpong - Tangerang*
RILLER : *Imam Santoso*
RILL RIG : *ZT - 100*
ROUND WATER TABLE : Initial : -5.30 m At Completion : -5.50 m

PROJECT NO. : *DCM.G.14 - 056*
TESTED DATE : *Nov 14 - 20, 2014*
ELEVATION : -
LOGGED BY : *Rudito*
BORING METHOD : *Rotary Core Drilling*

EVATION/ EPTH (m)	SOIL SYMBOLS, SAMPLERS AND TEST DATA	USCS	DESCRIPTION	N1 N2 N3	N-SPT	STANDARD PENETRATION TEST 10 30 50
20			Silty CLAY, gray, stiff.	15 25 25/8	50/23	
21		SM	Cemented Silty SAND, dark gray, very dense.	12 14 21	35	
22		CH	Silty CLAY with some fine sand, gray, hard.	17 27 23/5	50/20	
23		ML	Cemented SILT, gray, hard.	5 6 11	17	
24		SM	Silty Fine SAND, dark gray, medium dense.	8 11 13	24	
25		CH	Silty CLAY, brownish gray, very stiff.	5 10 14	24	
26			ditto.	4 6 12	18	
27			ditto.	5 7 13	20	
28		UDS	ditto.	6 7 15	22	
29			ditto.	4 6 10	16	
30		UDS	ditto.	5 7 11	18	
31			Silty CLAY with some fine sand, brownish gray, very stiff.	5 11 18	29	
32			ditto. Becomes stiff.	4 6 7	13	
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

BORING LOG

Boring No. : BH - 1A

ROJECT : ***KINO OFFICE BUILDING***
LIENT : *PT. Royal Bintang Persada*
OCATION : *Alam Sutera, Serpong - Tangerang*
RILLER : *Imam Santoso*
RILL RIG : *ZT - 100*
ROUND WATER TABLE : Initial ▽ : -5.30 m At Completion ▼ : -5.50 m

PROJECT NO. : *DCM.G.14 - 056*
TESTED DATE : *Nov 14 - 20, 2014*
ELEVATION : -
LOGGED BY : *Rudito*
BORING METHOD : *Rotary Core Drilling*

EVATION/ EPTH (m)	SOIL SYMBOLS, SAMPLERS AND TEST DATA	USCS	DESCRIPTION	N1 N2 N3	N-SPT	STANDARD PENETRATION TEST 10 30 50
40						
41		CH	ditto. Becomes stiff.	5 6 8	14	
42			Silty CLAY, brownish gray, very stiff.	6 8 12	20	
43						
44			ditto.	5 7 11	18	
45			ditto.	6 7 10	17	
46						
47			ditto.	8 8 10	18	
48			Silty CLAY, gray, very stiff.	8 10 12	22	
49						
50			ditto.	9 11 14	25	
51			Silty CLAY, light gray, very stiff.	8 9 11	20	
52						
53			ditto.	5 7 11	18	
54			ditto.	7 10 13	23	
55						
56			ditto.	8 10 12	22	
57			ditto.	10 11 13	24	
58						
59			ditto.	7 10 14	24	
60			ditto.	8 12 14	26	
61			Drilling terminated at the depth of 60.50 meters.			

LAMPIRAN 2

(Rekapitulasi Data Parameter Tanah)

D (m)	N-SPT	ɣs (t/m³)	Cu (t/m²)	e	Ø (°)
0.00					Tanah Lempung dengan nilai = 0
1.00					
1.50	2.00	1.43	1.20	2.97	
2.00	3.00	1.45	1.80	2.78	
2.50	4.00	1.48	2.40	2.54	
3.00	5.00	1.50	3.00	2.38	
3.50	4.30	1.48	2.58	2.54	
4.00	3.65	1.47	2.19	2.62	
4.50	3.00	1.45	1.80	2.78	
5.00	2.70	1.44	1.62	2.86	
5.50	2.35	1.43	1.41	2.97	
6.00	2.00	1.43	1.20	2.97	
6.50	2.35	1.43	1.41	2.97	
7.00	2.70	1.44	1.62	2.86	
7.50	3.00	1.45	1.80	2.78	
8.00	2.70	1.44	1.62	2.86	
8.50	2.35	1.43	1.41	2.97	
9.00	2.00	1.43	1.20	2.97	
9.50	3.65	1.47	2.19	2.62	
10.00	5.30	1.51	3.18	2.33	
10.50	7.00	1.55	4.20	2.11	25.98
11.00	18.30	1.83	10.98	1.06	29.66
11.50	29.60	1.86	17.76	0.98	37.35
12.00	41.00	2.12	24.60	0.52	41.63
12.50	41.35	2.13	24.81	0.50	41.76
13.00	41.70	2.14	25.02	0.49	41.89

D (m)	N-SPT	ɣs (t/m³)	Cu (t/m²)	e	Ø (°)
13.50	42.00	2.14	25.20	0.49	42.00
14.00	38.00	2.05	22.80	0.66	40.50
14.50	34.00	1.96	20.40	0.78	39.00
15.00	30.00	1.87	18.00	0.96	37.50
15.50	29.30	1.85	17.58	1.01	37.24
16.00	28.65	1.84	17.19	1.03	36.99
16.50	28.00	1.82	16.80	1.08	36.75
17.00	35.30	1.99	21.18	0.75	39.49
17.50	42.60	2.16	25.56	0.47	42.23
18.00	50.00	2.33	30.00	0.28	45.00
18.50	37.30	2.03	22.38	0.70	40.24
19.00	24.65	1.74	14.79	1.31	35.49
19.50	12.00	1.45	7.20	2.78	30.75
20.00	24.65	1.99	14.79	0.75	31.73
20.50	37.30	2.03	22.38	0.70	40.24
21.00	50.00	2.33	30.00	0.28	45.00
21.50	45.00	2.21	27.00	0.41	43.13
22.00	40.00	2.10	24.00	0.55	41.25
22.50	35.00	2.25	21.00	0.36	35.11
23.00	40.00	2.38	24.00	0.24	36.74
23.50	45.00	2.50	27.00	0.14	38.37
24.00	50.00	2.63	30.00	0.04	40.00
24.50	39.00	2.35	23.40	0.26	36.41
25.00	28.00	1.82	16.80	1.08	36.75
25.50	17.00	1.57	10.20	2.00	32.63
26.00	19.30	1.62	11.58	1.75	33.49
26.50	21.60	1.67	12.96	1.53	34.35

D (m)	N-SPT	ɣs (t/m³)	Cu (t/m²)	e	Ø (°)
27.00	24.00	1.98	14.40	0.76	31.52
27.50	24.00	1.98	14.40	0.76	31.52
28.00	24.00	1.98	14.40	0.76	31.52
28.50	24.00	1.98	14.40	0.76	31.52
29.00	22.00	1.93	13.20	0.82	30.87
29.50	20.00	1.88	12.00	0.93	30.22
30.00	18.00	1.83	10.80	1.06	29.57
30.50	18.65	1.84	11.19	1.03	29.78
31.00	19.30	1.86	11.58	0.98	29.99
31.50	20.00	1.88	12.00	0.93	30.22
32.00	20.65	1.89	12.39	0.91	30.43
32.50	21.30	1.91	12.78	0.87	30.64
33.00	22.00	1.93	13.20	0.82	30.87
33.50	20.00	1.88	12.00	0.93	30.22
34.00	18.00	1.83	10.80	1.06	29.57
34.50	16.00	1.78	9.60	1.19	28.91
35.00	16.65	1.79	9.99	1.17	29.13
35.50	17.30	1.81	10.38	1.11	29.34
36.00	18.00	1.83	10.80	1.06	29.57
36.50	21.65	1.92	12.99	0.84	30.76
37.00	25.30	2.01	15.18	0.72	31.95
37.50	29.00	2.10	17.40	0.55	33.15
38.00	23.65	1.97	14.19	0.77	31.41
38.50	18.30	1.83	10.98	1.06	29.66
39.00	13.00	1.70	7.80	1.42	27.93
39.50	13.35	1.71	8.01	1.39	28.05

D (m)	N-SPT	ɣs (t/m³)	Cu (t/m²)	e	Ø (°)
40.00	13.70	1.72	8.22	1.36	28.16
40.50	14.00	1.73	8.40	1.34	28.26
41.00	16.00	1.78	9.60	1.19	28.91
41.50	18.00	1.83	10.80	1.06	29.57
42.00	20.00	1.88	12.00	0.93	30.22
42.50	19.30	1.86	11.58	0.98	29.99
43.00	18.65	1.84	11.19	1.03	29.78
43.50	18.00	1.83	10.80	1.06	29.57
44.00	17.70	1.82	10.62	1.08	29.47
44.50	17.35	1.81	10.41	1.11	29.35
45.00	17.00	1.80	10.20	1.14	29.24
45.50	17.35	1.81	10.41	1.11	29.35
46.00	17.70	1.82	10.62	1.08	29.47
46.50	18.00	1.83	10.80	1.06	29.57
47.00	19.30	1.86	11.58	0.98	29.99
47.50	20.65	1.89	12.39	0.91	30.43
48.00	22.00	1.93	13.20	0.82	30.87
48.50	23.00	1.95	13.80	0.79	31.20
49.00	24.00	1.98	14.40	0.76	31.52
49.50	25.00	2.00	15.00	0.73	31.85
50.00	23.30	1.96	13.98	0.78	31.29
50.50	21.65	1.92	12.99	0.84	30.76
51.00	20.00	1.88	12.00	0.93	30.22
51.50	19.30	1.86	11.58	0.98	29.99
52.00	18.65	1.84	11.19	1.03	29.78
52.50	18.00	1.83	10.80	1.06	29.57
53.00	19.65	1.87	11.79	0.96	30.10

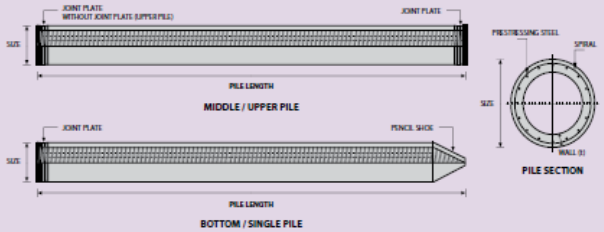
D (m)	N-SPT	ɣs (t/m³)	Cu (t/m²)	e	Ø (°)
53.50	21.30	1.91	12.78	0.87	30.64
54.00	23.00	1.95	13.80	0.79	31.20
54.50	22.70	1.94	13.62	0.80	31.10
55.00	22.35	1.93	13.41	0.82	30.98
55.50	22.00	1.93	13.20	0.82	30.87
56.00	22.65	1.94	13.59	0.80	31.08
56.50	23.30	1.96	13.98	0.78	31.29
57.00	24.00	1.98	14.40	0.76	31.52
57.50	24.00	1.98	14.40	0.76	31.52
58.00	24.00	1.98	14.40	0.76	31.52
58.50	24.00	1.98	14.40	0.76	31.52
59.00	24.65	1.99	14.79	0.75	31.73
59.50	25.30	2.01	15.18	0.72	31.95
60.00	26.00	2.03	15.60	0.70	32.17

LAMPIRAN 3

(Brosur Tiang Pancang dan Angkur)

BROSUR TIANG PANCANG

PILE SHAPE & SPECIFICATION | PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES



PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES **SPECIFICATION**

Concrete Compressive Strength fc' = 52 MPa (Cube 600 kg/cm²)

Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section (cm²)	Section Inertia (cm⁴)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment Crack* (ton.m)	Bending Moment Break (ton.m)	Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile** (m)
300	60	452.39	34,607.78	113	A2	2.50	3.75	72.60	23.11	6 - 12
					A3	3.00	4.50	70.75	29.86	6 - 13
					B	3.50	6.30	67.50	41.96	6 - 14
					C	4.00	8.00	65.40	49.66	6 - 15
350	65	581.98	62,162.74	145	A1	3.50	5.25	93.10	30.74	6 - 13
					A3	4.20	6.30	89.50	37.50	6 - 14
					B	5.00	9.00	86.40	49.93	6 - 15
					C	6.00	12.00	85.00	60.87	6 - 16
400	75	765.76	106,488.95	191	A2	5.50	8.25	121.10	38.62	6 - 14
					A3	6.50	9.75	117.60	45.51	6 - 15
					B	7.50	13.50	114.40	70.27	6 - 16
					C	9.00	18.00	111.50	80.94	6 - 17
450	80	929.91	166,570.38	232	A1	7.50	11.25	149.50	39.28	6 - 14
					A2	8.50	12.75	145.80	53.39	6 - 15
					A3	10.00	15.00	143.80	66.57	6 - 16
					B	11.00	19.80	139.10	78.84	6 - 17
					C	12.50	25.00	134.90	100.45	6 - 18
500	90	1,159.25	255,324.30	290	A1	10.50	15.75	185.30	54.56	6 - 15
					A2	12.50	18.75	181.70	68.49	6 - 16
					A3	14.00	21.00	178.20	88.00	6 - 17
					B	15.00	27.00	174.90	94.13	6 - 18
					C	17.00	34.00	169.00	122.04	6 - 19
600	100	1,570.80	510,508.81	393	A1	17.00	25.50	252.70	70.52	6 - 16
					A2	19.00	28.50	249.00	77.68	6 - 17
					A3	22.00	33.00	243.20	104.94	6 - 18
					B	25.00	45.00	238.30	131.10	6 - 19
					C	29.00	58.00	229.50	163.67	6 - 20
800	120	2,563.54	1,527,869.60	641	A1	40.00	60.00	415.00	110.34	6 - 20
					A2	46.00	69.00	406.10	151.02	6 - 21
					A3	51.00	76.50	399.17	171.18	6 - 22
					B	55.00	99.00	388.61	215.80	6 - 23
					C	65.00	130.00	368.17	290.82	6 - 24

Keterangan :

= yang dipakai

BROSUR ANGKUR

1.2 - ANCHOR PROPERTIES 13mm (0.5")

Anchorage unit	Number of strands	Breaking load Y1860S7 (prEN)		Breaking load Grade 270 (ASTM)	Maximum diameter of anchor[1] temporary[2]	Maximum diameter of anchor[1] permanent		
		d=12.5 mm A_p=93 mm²	d=12.9 mm A_p=100 mm²	d=12.7 mm A_p=98.7 mm²		SA without RI[3]	RA without RI[3] SA with RI	RA with RI[3]
		[kN]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
5-2	2	346	372	367	48/64	85	90	95
5-3	3	519	558	551	48/64	85	90	95
5-4	4	692	744	735	48/64	85	90	95
5-7	5	865	930	919	48/64	95	100	105
	6	1038	1116	1102	48/64	95	100	105
5-7	7	1211	1302	1286	64/64	95	100	105
5-12	8	1384	1488	1470	71/71	110	115	120
	9	1557	1674	1653	64/80	110	115	120
	10	1730	1860	1837	80/80	115	120	125
	11	1903	2046	2021	74/74	115	120	125
5-12	12	2076	2232	2204	74/74	115	120	125
5-15	13	2249	2418	2388	74/90	125	130	135
	14	2422	2604	2572	90/90	125	130	135
5-15	15	2595	2790	2756	84/84	125	130	135
5-19	16	2768	2976	2939	84/84	125	130	135
	17	2941	3162	3123	84/84	125	130	135
	18	3114	3348	3307	84/84	125	130	135
5-19	19	3287	3534	3490	84/100	125	130	135

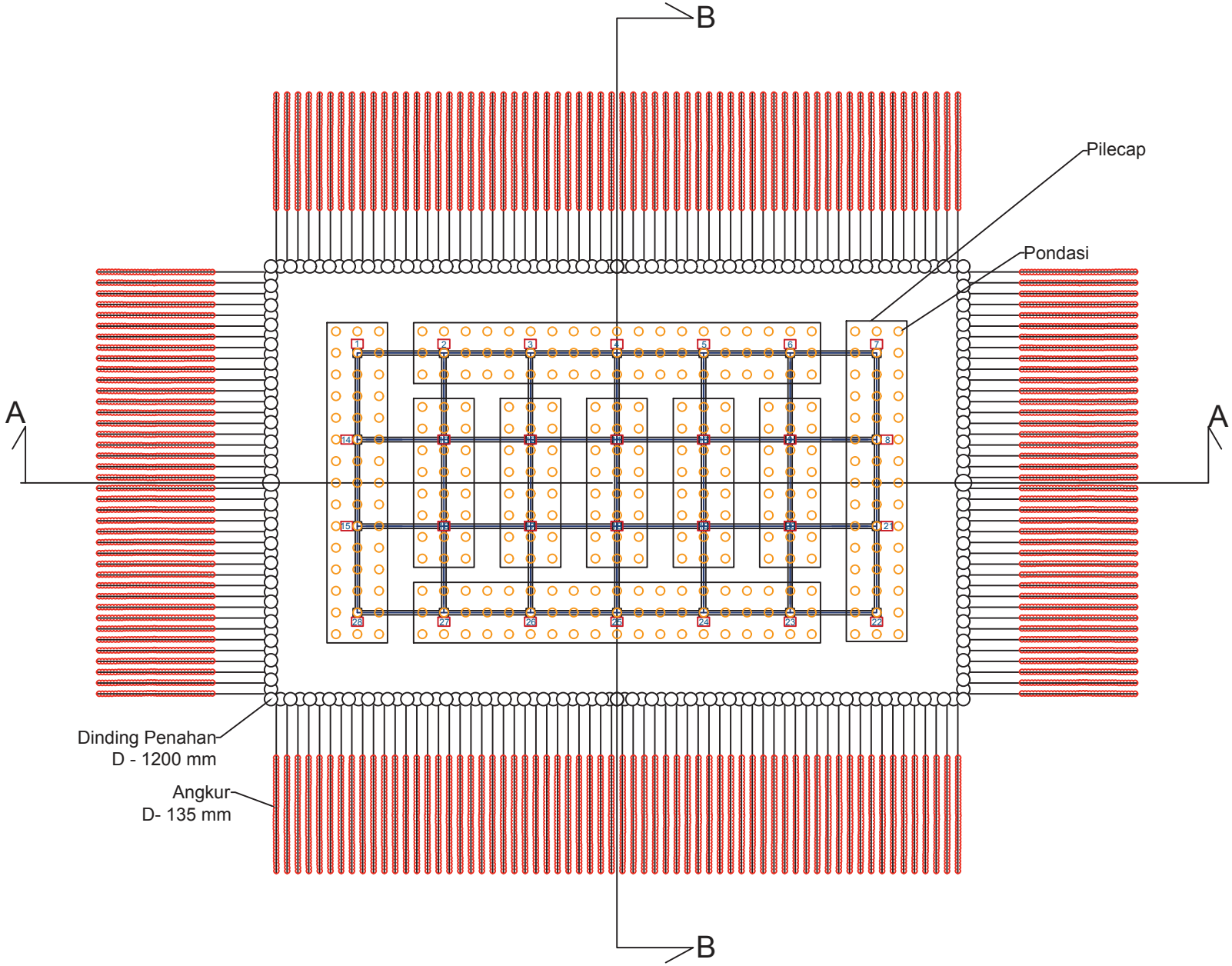
Keterangan : ☐ = yang dipakai

SA = Soil anchor
RA = Rock anchor
RI = Single or repeated reinjection

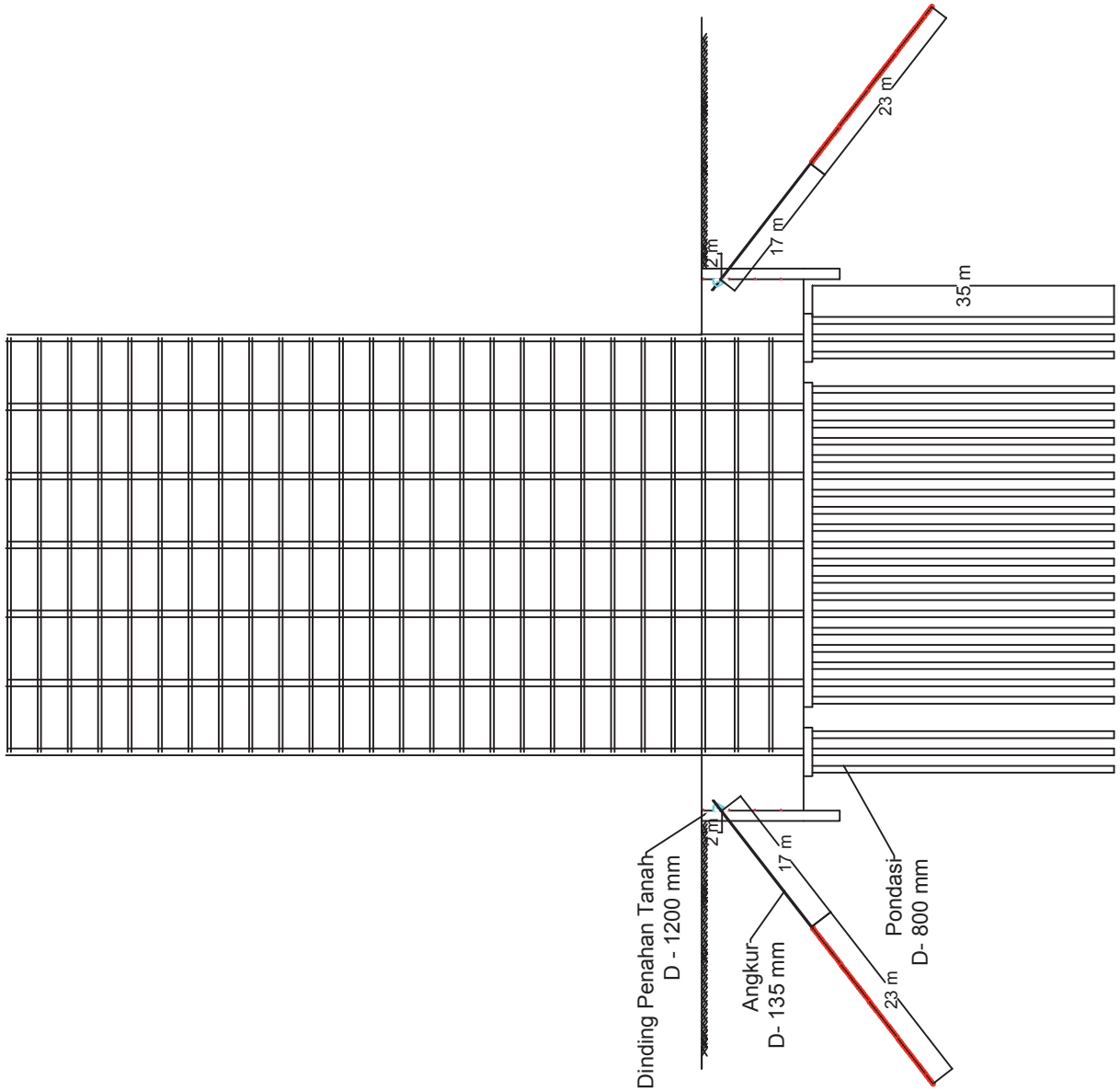
3) Larger units available upon request.

LAMPIRAN 4

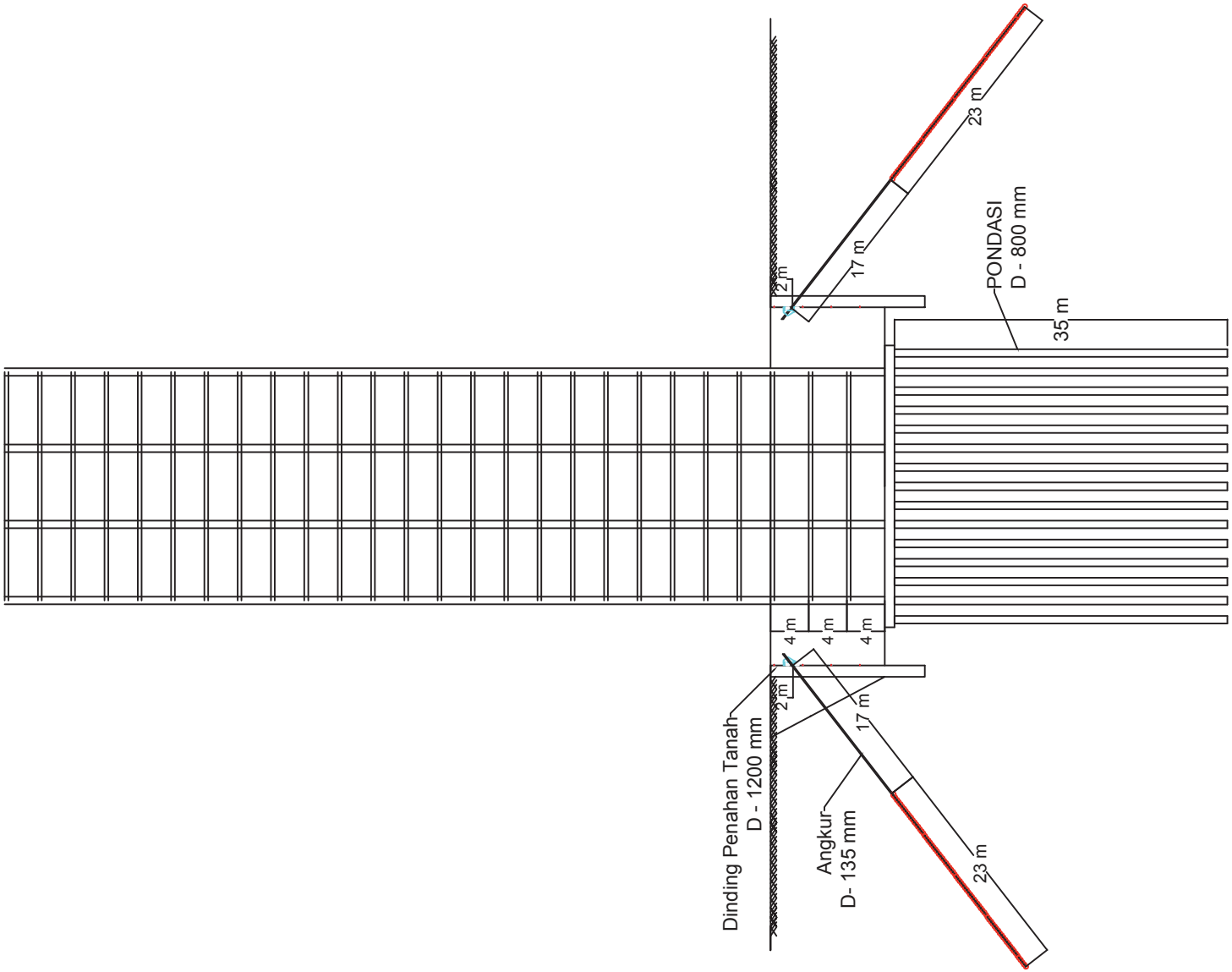
(Gambar Desain Perencanaan)



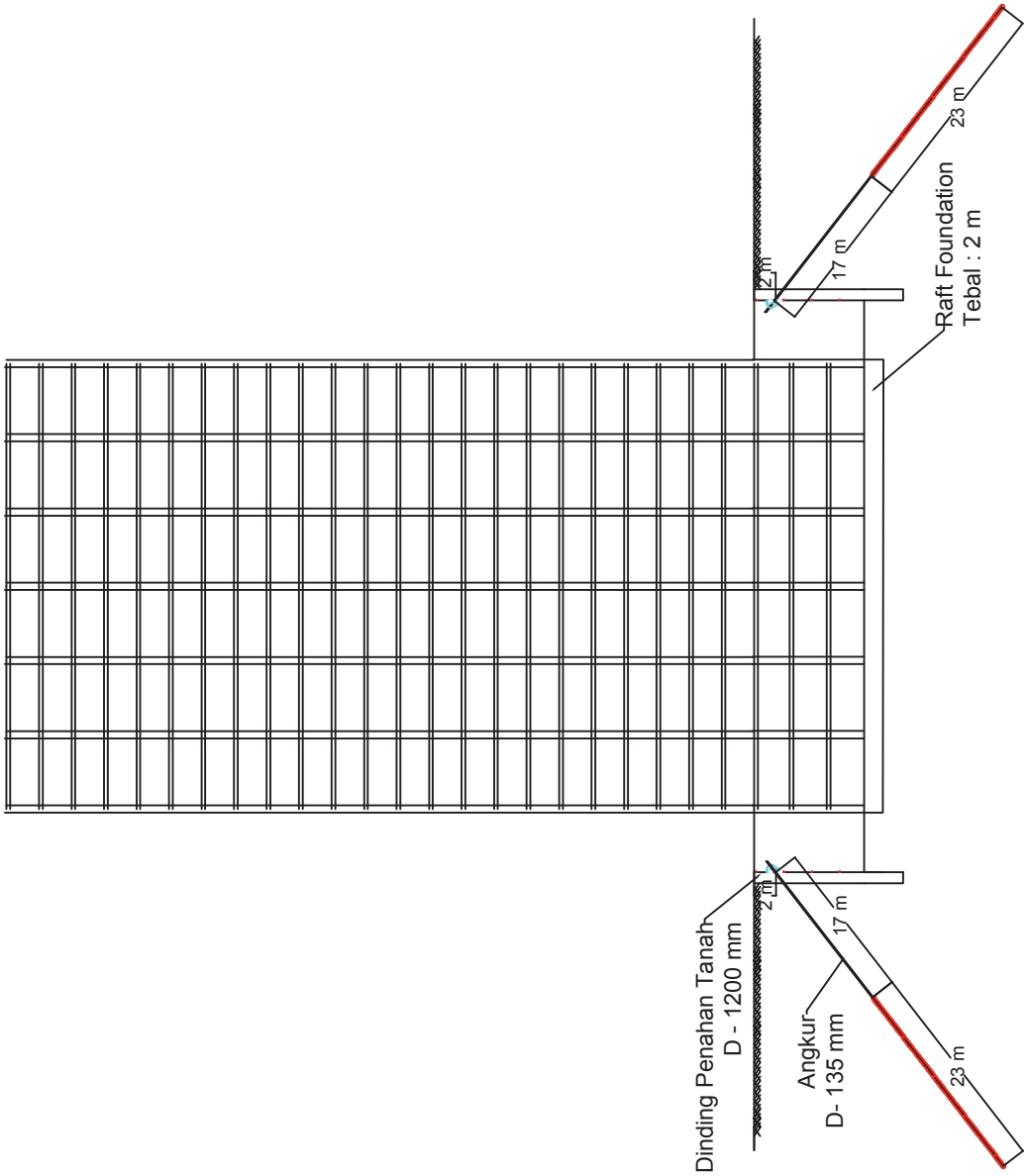
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA		JUDUL GAMBAR	SKALA	LEMBAR
	Perencanaan Pondasi dan Dinding Penahan Tanah Basement pada Proyek Kino Office Tower, Alam Sutra, Tangerang.	Dr. Yudhi Lastiasih, S.T. MT. Putu Tantri Kumala Sari, S.T. M.T.	ARDELIA SUNARYO	03111440000073	Tampak Atas Desain Pondasi dan DPT beserta Angkur	1 : 125	1 / 6



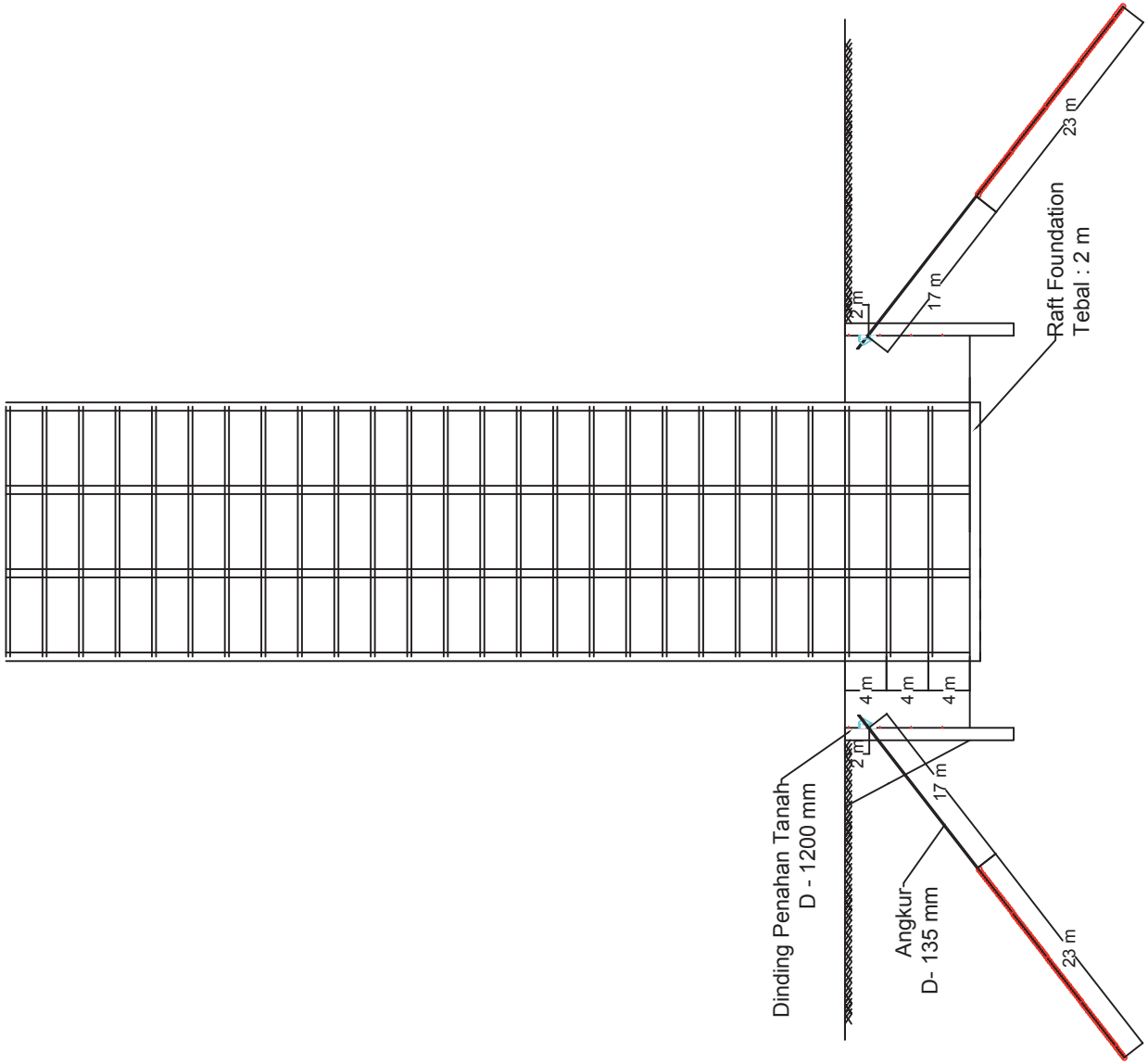
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA		JUDUL GAMBAR	SKALA	LEMBAR
	Perencanaan Pondasi dan Dinding Penahan Tanah Basement pada Proyek Kino Office Tower, Alam Sutra, Tangerang.	Dr. Yudhi Lastiasih, S.T. MT. Putu Tantri Kumala Sari, S.T. M.T.	ARDELIA SUNARYO	03111440000073	Potongan A-A (Pondasi Tiang Pancang)	1 : 125	2 / 6



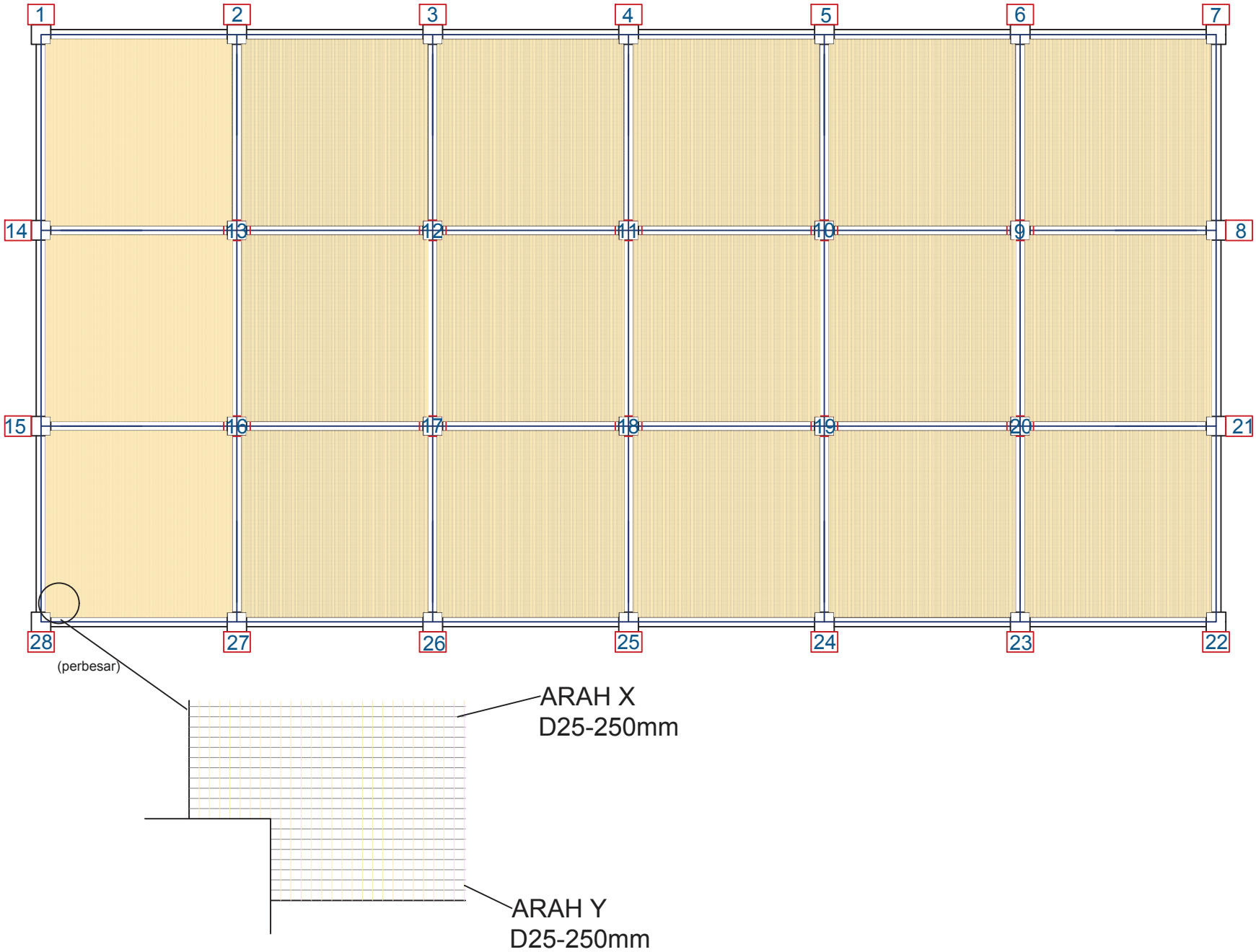
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA		JUDUL GAMBAR	SKALA	LEMBAR
	Perencanaan Pondasi dan Dinding Penahan Tanah Basement pada Proyek Kino Office Tower, Alam Sutra, Tangerang.	Dr. Yudhi Lastiasih, S.T. MT. Putu Tantri Kumala Sari, S.T. M.T.	ARDELIA SUNARYO	03111440000073	Potongan B-B (Pondasi Tiang Pancang)	1 : 150	3 / 6



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA		JUDUL GAMBAR	SKALA	LEMBAR
	Perencanaan Pondasi dan Dinding Penahan Tanah Basement pada Proyek Kino Office Tower, Alam Sutra, Tangerang.	Dr. Yudhi Lastiasih, S.T. MT. Putu Tantri Kumala Sari, S.T. M.T.	ARDELIA SUNARYO	03111440000073	Potongan A-A (Pondasi Raft)	1 : 125	4 / 6



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA		JUDUL GAMBAR	SKALA	LEMBAR
	Perencanaan Pondasi dan Dinding Penahan Tanah Basement pada Proyek Kino Office Tower, Alam Sutra, Tangerang.	Dr. Yudhi Lastiasih, S.T. MT. Putu Tantri Kumala Sari, S.T. M.T.	ARDELIA SUNARYO	03111440000073	Potongan B-B (Pondasi Raft)	1 : 150	5 / 6



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIAN DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA		JUDUL GAMBAR	SKALA	LEMBAR
	Perencanaan Pondasi dan Dinding Penahan Tanah Basement pada Proyek Kino Office Tower, Alam Sutra, Tangerang.	Dr. Yudhi Lastiasih, S.T. MT. Putu Tantri Kumala Sari, S.T. M.T.	ARDELIA SUNARYO	03111440000073	Penulangan Pondasi Raft	1 : 300	6 / 6

BIODATA PENULIS

Penulis bernama lengkap Ardelia Sunaryo. Lahir di Surabaya, pada tanggal 04 Januari 1996. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Pendidikan formal yang telah ditempuh oleh penulis, yaitu TK Kasih Ananda DKI Jakarta, SD Harapan Ibu DKI Jakarta, SMP AL-AZHAR PUSAT DKI JAKARTA, SMAN 70 DKI JAKARTA. Penulis menempuh SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri) jalur undangan dan diterima di departemen Teknik Sipil FTSLK ITS Surabaya pada tahun 2014.

Di departemen Teknik Sipil, penulis mengambil judul Tugas Akhir di bidang Geoteknik. Pada masa perkuliahan, penulis aktif menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil sebagai staf Hubungan Luar pada tahun kedua perkuliahan dan sekretaris Hubungan Luar pada tahun ketiga perkuliahan. Penulis juga berpartisipasi dalam kepanitiaan bertaraf nasional, yaitu KJI-KBGI.

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)
Jurusan Teknik Sipil lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284

Form AK/TA-04
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Putu Tantri Kumala S., ST. MT.
NAMA MAHASISWA	: Ardelia Sunaryo.
NRP	: 03111440000073.
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Pondasi dan Dinding Penahan Tanah Basement pada Proyek Kino Office Tower, Alam Sutera, Tangerang.
TANGGAL PROPOSAL	: 26 Januari 2018.
NO. SP-MMTA	: 023781 / IT2.VI.4.1 / PP.05.02.00 / 2018.

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
	20/8/'18.	~~Item~~ Laporan Bab VI (Data Tanah)	· Memberikan alasan yang jelas kng hanya memakai 1 BH saja (Jangan menggantung). · Disebutkan dalam kalimat Gambar ... · Salah sebut derajat kemiringan. · Menyebutkan / beri penjelasan mengenai parameter2 tsb yg diambil ½ meteran dari korelasi, jelaskan korelasi tsb di Bab IV.	
		Perhitungan Pondasi	· Tinjauan Tanah v / Pondasi salah. Kedalaman v / penggalian basement harus di pertimbangkan · Buat Gambar pondasi di excel. · ~~Buat~~ Gambar di Autocad v / membuktikan	

balikmya ada penjelasan

Bab. IV. Data dan Analisa.

4.1. Analisa Data Tanah

Seluruh korelasi harus di tulis di sub Bab ini

4.2. Data Tiang Pancang yang digunakan.

Spek tiang pancang yg digunakan TA harus dimasukkan.

4.3 Spek Bored Pile yg dimasukkan di sub bab ini

: adalah Bored pile yg digunakan u/ sisi basement.

Bab V. Perencanaan.

5.1. ~~Daya Dukung Tiang Tunggal dan tiang grup di bawah Basement~~ Perencanaan Pondasi Basement

5.2. ~~Desain Bored Pile Perencanaan~~ Perencanaan DPT

5.3. Perbandingan dengan kondisi existing

Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284

NAMA PEMBIMBING	: Putu Tantri Kumala S., S.T., M.T.
NAMA MAHASISWA	: Ardelia Sunaryo.
NRP	: 03111440000073
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Pondasi dan Dinding Penahan Tanah Basement pada Proyek Kino Office Tower, Alam Sutera, Tangerang.
TANGGAL PROPOSAL	: 26 Januari 2018.
NO. SP-MMTA	: 023781 / IT.2.VI.4.1/ PP.05.02.00/2018.

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
	9/10/18		* Melihat Momen pertiang dan groupnya. (dihitung lg). * Melihat P & Momennya pada tiang di Etabs. * mempertahankan Pengaruh P(beban vertikal) dan momen thdp beban yang akan diterima oleh tiang. * menghitung efisiensi tiang group. * Analisa ulang jumlah kebutuhan tiang group shg kuat u/ menahan beban dan momen. * Pertahankan juga kapasitas tiang / bahan tiang dalam spek.	

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS

LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284

Form AK/TA-04
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Dr. Yudhi Lastiasih, ST.,MT.
NAMA MAHASISWA	: Ardelia Sunaryo.
NRP	: 03111440000073
JUDUL TUGAS AKHIR	: PERENCANAAN PONDASI DAN DINDING PENAHAN TANAH BASEMENT PADA PROYEK KINO OFFICE TOWER, ALAM SUTERA, TANGERANG.
TANGGAL PROPOSAL	: 26 Januari 2018.
NO. SP-MMTA	: 02378 / IT2.VI.4.1/ PP.05.02.00 / 2018.

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	27/4/2018.	-Mengolah Data Tanah.	-Mendapatkan nilai cu, e, ϕ	
2.	30/4/2018.	-Dapat nilai cu & e	-Cari ϕ dengan panduan dlm buku Burt G. Look.	
3.	2/5/2018.	-Dapat nilai ϕ	-Permodelan u/ mendapatkan gaya2 pada struktur Atas.	
4.	31/7/2018.	-Mendapatkan Gaya2 Struktur Atas dari ETABS	-Hit. Daya Dukung Tanah Pada D60, D80, D100.	
5.	2/8/2018.	-Dapat perhitungan Daya dukung Tanah u/ D60, D80, D100	-Hit. Daya Dukung 1 tiang & Desain Konfigurasi Tiang.	
6.	6/8/2018	Daya Dukung 1 tiang & konfigurasinya	Cek kembali Pembebanan di ETABS & Menentukan Tiang Pancang yg dipakai dan ditancapkan pd kedalaman brp.	
7.	9/8/2018.	Menentukan Tiang Pancang yang dipakai	Mulai mengerjakan Laporan.	