

# Skripsi Nabila Fatihah

## 3336200061

*by Turnitin.inn*

---

**Submission date:** 26-Jul-2024 07:12AM (UTC+0300)

**Submission ID:** 2419001559

**File name:** Skripsi\_Nabila\_Fatihah\_3336200061.pdf (13.57M)

**Word count:** 17191

**Character count:** 98927

**ANALISIS DEFORMASI LATERAL *CONTIGUOUS BORED*  
PILE PADA PEKERJAAN GALIAN DALAM  
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**  
(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Kantor JHL S8 Gading Serpong)

**SKRIPSI**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)



**Disusun oleh:**

**NABILA FATIHAH**

**3336200061**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

**2024**



## PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut:

Judul : Analisis Deformasi Lateral *Contiguous Bored Pile* Pada  
Pekerjaan Galian Dalam Menggunakan Metode Elemen  
Hingga

Nama : Nabila Fatihah

NIM : 3336200061

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi tersebut di atas adalah benar-benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggung jawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, Juli 2024



Nabila Fatihah  
NIM. 3336200061

**SKRIPSI**  
**ANALISIS DEFORMASI LATERAL *CONTIGUOUS BORED PILE* PADA**  
**PEKERJAAN GALIAN DALAM MENGGUNAKAN METODE ELEMEN**  
**HINGGA**  
**Studi Kasus : Proyek Pembangunan Kantor JHL S8 Gading Serpong)**

Dipersiapkan dan disusun oleh:  
**NABILA FATHIAH / 3336200061**  
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Pada Tanggal:  
01 Juli 2021

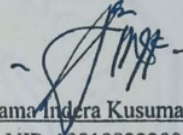
**Susunan Dewan Penguji**

Dosen Pembimbing I



Woclandari Fathonah, S.T., M.T.  
NIP.199012292019032021

Dosen Pembimbing II



Rama Indera Kusuma, S.T., M.T.  
NIP. 198108222006041001

Dosen Penguji II



Enden Mina, S.T., M.Pd., M.T.  
NIP. 197305062006042001


Dosen Penguji II



Ngakan Putu Purnadiya, S.T., M.T.  
NIP. 198909142019031008

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Tanggal:

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil

  
Dr. Rindu Twidi Bejary, S.T., M.T.  
NIP. 198212062010122001



## PRAKATA

Puji dan syukur Penulis panjatkan Kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, ridho, serta hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi ini. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh derajat keserjanaan Strata-1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten.

Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT. Karena berkat rahmat dan hidayahnya saya dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Dr. Rindu Twidi Bethary, S.T., M.T. dan Ibu Woelandari Fathonah, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Sipil.
3. Ibu Woelandari Fathonah, S.T., M.T. dan Rama Indera Kusuma, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbingan I dan II yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan Skripsi
4. Ibu Enden Mina, S.T., M.Pd., M.T. dan Bapak Ngakan Putu Purnaditya, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I dan II yang telah memberikan saran dan masukan dalam penelitian ini.
5. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Sipil Untirta yang telah memberikan ilmunya yang sangat bermanfaat di bangku kuliah yang menjadi bekal berharga dalam pembuatan Skripsi ini.
6. Pihak PT. Nusa Raya Cipta yang telah membantu dalam melengkapi data-data yang diperlukan sebagai penunjang Skripsi saya.
7. Kedua orang tua, kakak, adik, dan keluarga besar saya yang selalu memberikan doa, dukungan material dan moral yang tak pernah habis yang menjadi motivasi saya dalam mengejar cita-cita saya hingga saat ini.
8. Teman-teman Koning yang telah menemani dan membantu saya selama perkuliahan.

9. Seluruh teman-teman Mahasiswa <sup>1</sup> Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
10. <sup>42</sup> Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT. berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang membantu. <sup>37</sup> Saya menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam Skripsi ini. Oleh sebab itu, kritik serta saran dari para pembaca akan sangat bermanfaat bagi saya. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Cilegon, Juli 2024

  
Penulis

**ANALISIS DEFORMASI LATERAL *CONTIGUOUS BORED***  
***PILE* PADA PEKERJAAN GALIAN DALAM**  
**MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**  
**(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Kantor JHL S8 Gading Serpong)**

Nabila Fatimah

---

**INTISARI**

Berkurangnya ketersediaan lahan menyebabkan pergeseran pembangunan menuju arah vertikal, dengan semakin banyaknya konstruksi gedung-gedung tinggi sebagai pengganti bangunan yang luas. Dalam menghadapi permasalahan tersebut, tidak sedikit bangunan bertingkat memiliki *basement* yang digunakan sebagai lahan parkir atau ruang pompa. Proyek JHL S8 *Office* memiliki 2 *basement*. Tentunya pada pembangunan *basement* diperlukan dinding penahan tanah untuk mencegah terjadinya kelongsoran.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui deformasi lateral dan nilai *safety factor* pada dinding penahan tanah di proyek JHL S8 *Office* akibat pekerjaan galian dalam dengan menggunakan Plaxis 2D. Pemodelan akan dibuat dengan model *Mohr Coulomb* dan *Hardening Soil* dengan kondisi *long term* dan *short term* kemudian hasil deformasi lateral akan dibandingkan dengan *inclinometer*. Selain itu, *safety factor* juga diperhitungkan dengan metode perhitungan manual.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa deformasi lateral *contiguous bored pile* dengan *software* Plaxis pemodelan *Mohr Coulomb Undrained B* (jangka panjang) adalah 36,25 mm, pemodelan *Mohr Coulomb Undrained C* (jangka pendek) sebesar 33,6 mm, dan pemodelan *Hardening Soil* (jangka panjang) yaitu 22,6 mm. Dari ketiga hasil tersebut perbandingan dengan hasil uji *inclinometer* berturut-turut yaitu 33,74%, 28,66%, dan 5,61%. Pada analisis *safety factor* menggunakan Plaxis hasil dari ketiga pemodelan tersebut berturut-turut yaitu 2,3875, 1,6889, dan 1,687. Sedangkan perhitungan manual nilai angka aman terhadap pergeseran yaitu 3,997 dan terhadap penggulingan 5,696.

**Kata Kunci:** Plaxis, *Contiguous Bored Pile*, Deformasi Lateral, Faktor Keamanan

**ANALYSIS OF CONTIGUOUS BORED PILE LATERAL  
DEFORMATION IN DEEP EXCAVATION WORKS USING  
FINITE ELEMENT**

*(Case Study: JHL S8 Office Construction Project Gading Serpong)*

Nabila Fatihah

---

**ABSTRACT**

*The decreasing availability of land has led to a shift in development towards vertical construction, with an increasing number of high-rise buildings replacing expansive structures. In addressing this issue, many multi-story buildings have basements used as parking lots or pump rooms. The JHL S8 Office project has 2 basements. Of course, the construction of basements requires retaining walls to prevent landslides.*

*The aim of this study is to determine the lateral deformation and safety factor values of the retaining walls in the JHL S8 Office project due to deep excavation work using Plaxis 2D. The modeling will be conducted using the Mohr-Coulomb and Hardening Soil models under long-term and short-term conditions, and the results of lateral deformation will be compared with inclinometer readings. Additionally, the safety factor will also be calculated using manual calculation methods.*

*The results of this study show that the lateral deformation of the contiguous bored pile using Plaxis software with the Mohr-Coulomb Undrained B model (long term) is 36,25 mm, the Mohr-Coulomb Undrained C model (short term) is 33,6 mm, and the Hardening Soil Undrained B model (long term) is 22,6 mm. Compared to the inclinometer test results, these values correspond to 33,74%, 28,66%, and 5,61%, respectively. In the safety factor analysis using Plaxis, the results for the three models are 2,3875, 1,6889, and 1,687, respectively. Meanwhile, the manual calculation of the safety factor values against sliding is 3,997 and against overturning is 5,696.*

**Keywords: Plaxis, Contiguous Bored Pile, Lateral Deformation, Safety Factor**

# 1 DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
PRAKATA .....	iv
INTISARI .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Keaslian Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Hasil Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Keterkaitan Penelitian .....	11
<b>BAB 3 LANDASAN TEORI</b>	
3.1 Pekerjaan Galian.....	12
3.2 Dinding Penahan Tanah ( <i>Retaining Wall</i> ).....	14
3.3 Tekanan Tanah Lateral .....	18
3.4 Analisis Deformasi .....	18
3.5 Parameter Tanah.....	18
3.6 <i>Dewatering</i> .....	23
3.7 <i>Inclinometer</i> .....	24
3.8 Program Plaxis .....	24



3.9	Tahapan Analisis .....	28
3.10	Faktor Keamanan .....	30
3.11	Pengujian Triaksial .....	30
3.12	Analisa <i>Undrained</i> .....	31
<b>BAB 4 METODE PENELITIAN</b>		
4.1	Prosedur Penelitian .....	34
4.2	Lokasi Penelitian .....	34
4.3	Bahan atau Materi .....	36
4.4	Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	37
4.5	Analisis Data .....	37
<b>BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>		
5.1	Pendahuluan .....	39
5.2	Deformasi Lateral Dinding Penahan Tanah .....	39
5.3	Analisis Faktor Keamanan .....	57
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
6.1	Kesimpulan .....	64
6.2	Saran .....	65

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <sup>59</sup> <i>Positioning</i> Penelitian Skripsi Terhadap Penelitian Sebelumnya .....	7
Tabel 3.1 Korelasi N-SPT dengan $\gamma_{sat}$ untuk Tanah Kohesif .....	19
Tabel 3.2 Korelasi N-SPT dengan $\gamma$ untuk Tanah Non kohesif .....	19
Tabel 3.3 Korelasi Antara $\gamma_{sat}$ dan $\gamma_{dry}$ .....	19
Tabel 3.4 Korelasi Jenis Tanah dengan Nilai Permeabilitas .....	20
Tabel 3.5 Korelasi Kohesi dengan Konsistensi Tanah untuk Tanah Lempung ....	20
Tabel 3.6 Korelasi <i>Poisson Ratio</i> dengan N-SPT .....	22
Tabel 3.7 Korelasi Sudut Geser dengan Jenis Tanah .....	22
Tabel 4.1 Estimasi Waktu Penelitian .....	38
Tabel 5.1 Parameter Tanah .....	45
Tabel 5.2 Batasan Deformasi Lateral Dinding Penahan Tanah .....	53
Tabel 5.3 Rekapitulasi Hasil Analisa Deformasi Lateral .....	54
Tabel 5.4 Hasil Deformasi Lateral <i>Inclinometer</i> dan Plaxis .....	54
Tabel 5.5 Perbandingan Hasil Deformasi Lateral <i>Inclinometer</i> dan Plaxis .....	56
Tabel 5.6 Parameter Tanah untuk Perhitungan Tekanan Tanah Lateral .....	60
Tabel 5.7 Perhitungan Tekanan Tanah Aktif .....	60
Tabel 5.8 Perhitungan Jarak Lengan Tekanan Tanah Aktif .....	61
Tabel 5.9 Perhitungan Momen Tekanan Tanah Aktif .....	61
Tabel 5.10 Perhitungan Tekanan Tanah Aktif .....	61
Tabel 5.11 Perhitungan Jarak Lengan Tekanan Tanah Pasif .....	62
Tabel 5.12 Perhitungan Momen Tekanan Tanah Pasif .....	62
Tabel 5.13 Rekapitulasi SF Perhitungan Manual dan Plaxis .....	63

## DAFTAR GAMBAR

<b>1</b>	Gambar 2.1 Diagram Alir Keterkaitan Penelitian Tugas Akhir terhadap Penelitian Sebelumnya.....	11
	Gambar 3.1 Metode <i>Open-Cut</i> .....	12
	Gambar 3.2 Metode <i>Cut and Cover</i> .....	13
	Gambar 3.3 <i>Gravity Wall</i> .....	15
	Gambar 3.4 <i>Kantilever Retaining Wall</i> .....	15
	Gambar 3.5 <i>Soldier pile Retaining Wall</i> .....	16
	Gambar 3.6 <i>Contiguous Bored Pile</i> .....	16
	Gambar 3.7 <i>Kantilever Retaining Wall</i> .....	17
	Gambar 3.8 Grafik Teori Elastoplastik .....	25
	Gambar 3.9 Grafik Modulus <i>Mohr Coulomb</i> .....	26
	Gambar 3.10 Grafik Fungsi <i>Mohr Coulomb</i> .....	26
	Gambar 3.11 Grafik Modulus <i>Hardening Soil</i> .....	28
	Gambar 3.12 Uji Triaksial.....	30
	Gambar 4.1 Diagram Alur Penelitian.....	34
	Gambar 4.2 Lokasi Proyek JHL S8 <i>Office</i> .....	35
	Gambar 4.3 Titik <i>Contiguous Bored Pile</i> .....	35
	Gambar 4.4 Titik <i>Contiguous Bored Pile</i> .....	36
	Gambar 4.5 Titik <i>Depth Bore</i> Penelitian.....	36
	Gambar 5.1 Pemodelan Tanah .....	40
	Gambar 5.2 Grafik <i>Stress-Strain Specimen 1</i> .....	41
	Gambar 5.3 Grafik <i>Stress-Strain Specimen 2</i> .....	41
	Gambar 5.4 Grafik <i>Stress-Strain Specimen 3</i> .....	42
	Gambar 5.5 Grafik Modulus <i>Specimen 1</i> .....	42
	Gambar 5.6 Grafik Modulus <i>Specimen 2</i> .....	43
	Gambar 5.7 Grafik Modulus <i>Specimen 3</i> .....	43
	Gambar 5.8 Grafik E50ref.....	44
	Gambar 5.9 Potongan <i>General Excavation</i> .....	46
	Gambar 5.10 Potongan Galian <i>Safety</i> .....	47

Gambar 5.11 Potongan Dasar Galian.....	47
Gambar 5.12 Pemodelan pada Plaxis.....	48
Gambar 5.13 Meshing.....	48
Gambar 5.14 Initial Condition.....	49
Gambar 5.15 Pemasangan <i>Contiguous Bored Pile</i> .....	49
Gambar 5.16 Pekerjaan Galian Tahap 1.....	49
Gambar 5.17 Penurunan Muka Air Tanah.....	50
Gambar 5.18 Pekerjaan Galian Tahap 2.....	50
Gambar 5.19 Pekerjaan Galian Tahap 3.....	50
Gambar 5.20 Jendela <i>Calculation</i> Plaxis.....	51
Gambar 5.21 Deformasi Lateral Pemodelan <i>Mohr Coulomb Undrained B</i> .....	52
Gambar 5.22 Deformasi Lateral Pemodelan <i>Mohr Coulomb Undrained C</i> .....	52
Gambar 5.23 Deformasi Lateral Pemodelan <i>Hardening Soil</i> .....	53
Gambar 5.24 Grafik Deformasi Lateral <i>Inclinometer</i> dengan Plaxis.....	56
Gambar 5.25 <i>Safety Factor</i> Pemodelan <i>Mohr Coulomb Undrained B</i> .....	58
Gambar 5.26 <i>Safety Factor</i> Pemodelan <i>Mohr Coulomb Undrained C</i> .....	58
Gambar 5.27 <i>Safety Factor</i> Pemodelan <i>Hardening Soil</i> .....	58
Gambar 5.28 Diagram Tekanan Tanah Aktif dan Pasif.....	59

## PENDAHULUAN

**1.1 Latar Belakang**

Sejalan dengan kemajuan waktu, pembangunan infrastruktur mengalami peningkatan yang signifikan. Banyak perusahaan yang mendirikan bangunan sebagai salah satu tolak ukur kemajuan bisnisnya. Proyek JHL *Office* S8 Gading Serpong merupakan bangunan yang difungsikan sebagai infrastruktur penunjang berbagai kegiatan yang dimiliki oleh perusahaan JHL *Group*. Proyek ini akan terdiri dari 23 lantai dan 2 *basement* yang akan berdiri di area lahan seluas 1500 m<sup>2</sup>. Dalam proses pembangunan proyek konstruksi sangatlah dibutuhkan persiapan yang baik untuk meminimalisir ketidaksesuaian yang dapat terjadi selama proyek konstruksi berlangsung, sehingga dibutuhkannya analisis yang baik untuk kegiatan-kegiatan yang berlangsung dapat berjalan dengan baik

Dinding penahan tanah atau disingkat DPT merupakan salah satu struktur bangunan yang memiliki peran dalam memberikan dukungan lateral pada tanah, sehingga mampu menahan tanah dengan perbedaan ketinggian di kedua sisi dinding. Struktur ini dimanfaatkan untuk mengendalikan pergerakan tanah di antara dua elevasi yang berbeda, terutama di area medan dengan kemiringan yang tidak diharapkan.

Disamping dan belakang proyek JHL S8 terdapat gedung bertingkat, dikhawatirkan jika tanah dibawah gedung bertingkat tersebut longsor yang akan merubah struktur tanah dan mengganggu proyek JHL. Maka dari itu dibangunlah dinding penahan tanah untuk menahan tanah dari kelongsoran (Rifaldi et al., n.d.). Pada proyek ini menggunakan jenis dinding penahan tanah *contiguous bored pile*.

Penulis terpusat terhadap masalah galian dalam pada proyek JHL S8 *Office* dengan tipe perkuatan dinding *contiguous bored pile* dengan tinggi -15 m. Tantangan utama pada pekerjaan galian dalam terletak besarnya perubahan bentuk samping pada struktur dinding bangunan di bawah tanah di sekitar galian yang dapat berpotensi kerusakan pada dinding penahan tanah *contiguous bored pile*.

Oleh karena itu diperlukan pemeriksaan yang cermat guna mencegah kemungkinan kerusakan tersebut. Pada penelitian ini, penulis akan menganalisa deformasi lateral pada *contiguous bored pile* yang terjadi disekitar galian dalam, dengan membandingkan 2 pendekatan model tanah yaitu *Mohr Coulomb* dan *Hardening Soil* lalu divalidasi dengan monitoring lapangan. Pengerjaan penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitis dengan melibatkan *software* Plaxis 2D. Plaxis adalah salah satu program menggunakan metode elemen hingga dua dimensi yang digunakan secara khusus untuk menganalisa deformasi dan stabilitas untuk berbagai aplikasi dalam bidang geoteknik. *Output* dari program ini seperti nilai angka keamanan dan deformasi yang dapat digunakan sebagai acuan untuk penanganan perkuatan terhadap lereng.

Analisa deformasi horizontal *contiguous bored pile* pada pekerjaan galian dalam menggunakan *software* Plaxis sebelumnya pernah diteliti oleh Handianti Muhdinar Pasaribu dan Bigman Marihat Hutapea (2017) di proyek konstruksi MRT Jakarta dengan tipe perkuatan dinding diafragma (*D-Wall*). Pemodelan yang digunakan dalam program Plaxis yaitu *Mohr Coulomb* dan *Hardening Soil*. Hasil deformasi horizontal yang diperoleh dari penelitian tersebut menggunakan model tanah *Hardening Soil* lebih mendekati monitoring di lapangan daripada model tanah *Mohr-Coulomb* walaupun hasil yang diperoleh cukup jauh dari monitoring di lapangan.

Selanjutnya Weby Rizka Amala (2018) menganalisa deformasi lateral pada dinding penahan tanah berjenis *diaphragm wall* dengan menggunakan model *Mohr Coulomb* kemudian dilakukan perbandingan dengan hasil monitoring *inclinometer*. Perbandingan hasil analisis dengan menggunakan program Plaxis 2D dengan hasil pembacaan *inclinometer*, didapatkan persentase *error* sebesar 0,7% dengan nilai deformasi lateral maksimum pada Plaxis 2D dan nilai deformasi lateral maksimum pada pembacaan *inclinometer* yaitu 16,34.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana besaran deformasi lateral yang terjadi pada *contiguous bored pile* dengan menggunakan *software* Plaxis 2D pemodelan *Mohr Coulomb* dan *Hardening Soil*?
- b. Bagaimana perbandingan deformasi lateral *contiguous bored pile* dengan hasil *inclinometer* di lapangan?
- c. Berapa nilai *safety factor* pekerjaan galian pada konstruksi *basement* proyek JHL S8 *Office* dengan menggunakan program Plaxis 2D dan perhitungan manual?

### 67 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

- a. Mengetahui besaran deformasi lateral yang terjadi pada *contiguous bored pile* berdasarkan *output* Plaxis 2D dengan menggunakan pemodelan *Mohr Coulomb* dan *Hardening Soil*.
- b. Mengetahui persentase perbandingan deformasi lateral *contiguous bored pile* dengan hasil *inclinometer* di lapangan.
- c. Mengetahui nilai *safety factor* pekerjaan galian pada konstruksi *basement* proyek JHL S8 *Office* dengan menggunakan program Plaxis 2D dan perhitungan manual.

### 30 1.4 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a. Lokasi penelitian *contiguous bored pile* terdapat di Proyek JHL S8 *Office* Gading Serpong.
- b. Data yang diperoleh dari hasil penyelidikan lapangan yaitu data SPT (*Standard Penetration Test*), bor dalam (*Depth Boring*), *dewatering*, dan *inclinometer*, serta data uji laboratorium yaitu *Triaxial*.
- c. Parameter tanah lainnya diperoleh dari korelasi data SPT dan tabel spesifikasi dari literatur yang umum digunakan.
- d. Dinding penahan tanah yang digunakan yaitu *contiguous bored pile*.
- e. Analisa deformasi dinding penahan tanah menggunakan program Plaxis v8.2 dengan pemodelan *Mohr Coulomb* dan *Hardening Soil*.
- f. Tidak melakukan analisa *dewatering*.

- g. Tidak memperhitungkan beban gempa.
- h. Beban struktur tidak diketahui.

69

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui pengetahuan penulis mengenai deformasi lateral *contiguous bored pile* dan perbandingannya dengan data lapangan yang didapat dari *inclinometer*.
- b. Menambah pengetahuan penulis mengenai *safety factor* pekerjaan galian pada konstruksi *basement* proyek JHL 28 Office dengan menggunakan program Plaxis 2D dan perhitungan manual.
- c. Mengaplikasikan program Plaxis 2D untuk menganalisis *safety factor* dan tekanan tanah yang terjadi pada *contiguous bored pile*.

### 1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian mengenai analisis deformasi lateral *contiguous bored pile* pada Proyek Pembangunan Kantor JHL S8 belum dilakukan sebelumnya sehingga penelitian yang dilakukan masih bersifat asli.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

Untuk memperkuat studi yang sedang dibahas, peneliti berusaha mengidentifikasi berbagai literatur dan penelitian sebelumnya yang masih relevan dengan masalah yang menjadi subjek penelitian ini. Berikut merupakan penelitian yang saya gunakan sebagai landasan penelitian yang saya lakukan diantaranya :

- a. “Analisis Deformasi dan Penurunan Tanah pada Galian Dalam dengan Metode Elemen Hingga Melalui Studi Evaluasi Model Tanah” yang diteliti oleh Hadianti Muhdinar Pasaribu dan Bigman Marihat Hutapea (2017) dari Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan Institut Teknologi Bandung. Hadianti dan Bigman melakukan analisa deformasi horizontal pada dinding penahan tanah dan penurunan tanah yang terjadi disekitar galian dalam dengan membandingkan 2 pendekatan model tanah yaitu *Mohr Coulomb* dan *Hardening Soil* kemudian divalidasi dengan hasil monitoring lapangan. Hasil deformasi horizontal yang diperoleh menggunakan model tanah *Hardening Soil* secara umum lebih mendekati dengan hasil monitoring di lapangan dibandingkan dengan model tanah *Mohr-Coulomb*.
- b. “Analisis Deformasi Dinding Penahan Tanah dengan Angkur pada Galian Dalam” yang diteliti oleh Gregorius Ivaldy Pramudyo (2021) dari Universitas Katolik Parahyangan. Gregorius menggunakan metode elemen hingga dengan *Plaxis 2D* dan pemodelan tanah *Hardening Soil Model*. Pemodelan dengan *Plaxis 2D* digunakan untuk menganalisis defleksi dinding penahan tanah, penurunan permukaan tanah di sekitar galian, tipe *dewatering*, muka air tanah dan gaya dalam dinding penahan tanah. Dari hasil pemodelan didapatkan hasil defleksi dinding penahan tanah yang akurat dengan hasil inklinometer. Untuk mengetahui pengaruh angkur tanah pada dinding penahan tanah, dilakukan simulasi pemodelan kegagalan baris angkur. Akibat adanya kegagalan pada



suatu baris angkur, terjadinya kenaikan defleksi dan momen lentur pada dinding penahan tanah.

- c. “Analisis Deformasi Dinding *Basement* pada Salah Satu Proyek Sudirman Menggunakan Metode *Back Analysis* dari Hasil *Monitoring*” yang diteliti oleh Frando Wadini, Gregorius Sandjaja Sentosa dan Ali Iskandar (2018) dari Universitas Tarumanagara. Frando dan tim melakukan analisis desain mengenai deformasi dinding penahan tanah jenis *diaphragm wall* yang akan terjadi atau sebelum galian. Namun hasil analisis desain menunjukkan nilai yang berbeda jauh dengan hasil pengamatan di lapangan saat galian mencapai dasarnya. Kemudian penulis melakukan analisis kembali parameter tanah yang menyebabkan perbedaan deformasi dinding *basement* antara sebelum dan sesudah galian dalam yang keduanya memiliki hasil yang berbeda jauh. Setelah dilakukan analisis, diketahui besarnya pengaruh *unloading* dan *reloading* sebesar 47,9452% serta pengaruh pemasangan pondasi adalah 52,0548% terhadap kesesuaian deformasi yang terjadi pada dinding penahan tanah.
- d. “Analisis Deformasi Lateral *Diaphragm Wall* dan *Dewatering* pada Konstruksi *Basement*” yang diteliti oleh Weby Rizka Amala (2018) dari Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Weby melakukan penelitian mengenai analisa deformasi lateral *diaphragm wall* dan nilai *safety factor* akibat pekerjaan galian dengan menggunakan program Plaxis 2D dengan model *Mohr Coulomb* dan hasilnya dibandingkan dengan pembacaan *inclinometer*. Selain itu penelitiannya juga bertujuan mengetahui nilai debit air pada area galian, jumlah sumur *dewatering* dan sumpit, besar gaya *uplift* pada dasar area galian, dan nilai rembesan pada dasar dinding penahan tanah menggunakan program SEEP/W. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa deformasi lateral *diaphragm wall* akibat pekerjaan galian dengan menggunakan program Plaxis 2D yaitu 16,44 mm dan hasil pembacaan *inclinometer* yaitu 16,34 mm, dari hasil tersebut didapat persentase *error* sebesar 0,7%. Nilai *safety factor* pekerjaan galian dengan Plaxis 2D dan perhitungan manual berturut-turut sebesar 2,89; 2,9 untuk tahap pertama, 2,08; 2,23 untuk tahap kedua, dan 1,69; 1,9 untuk tahap ketiga.

Tabel 2.1 *Positioning* Penelitian Skripsi Terhadap Penelitian Sebelumnya

Peneliti	Hadianti Muhdinar Pasaribu dan Bigman Marihut Hutapea (2017) 43	Gregorius Ivaldy Pramudyo (2021)	Frando Wadino, Gregorius Sandjaja S., dan Ali Iskandar (2018) 7	Weby Rizka Amala (2018) 1	Nabila Fatihah (2024)
Judul	Analisis Deformasi dan Penurunan Tanah pada Galian Dalam dengan Metode Elemen Hingga Melalui Studi Evaluasi Model Tanah	Analisis Deformasi Dinding Penahan Tanah Dengan Angkur pada Galian Dalam	Analisis Deformasi Dinding <i>Basement</i> pada Salah Satu Proyek Sudirman Menggunakan Metode <i>Back Analysis</i> dari Hasil <i>Monitoring</i>	Analisis Deformasi Lateral <i>Diaphragm Wall</i> dan <i>Dewatering</i> pada <i>Konstruksi Basement</i>	Analisis Deformasi Lateral <i>Contiguous Bored Pile</i> pada Pekerjaan Galian Dalam Menggunakan Metode Elemen Hingga
Permasalahan yang dibahas	1. Analisis deformasi horizontal pada dinding penahan tanah 2. Analisis deformasi vertikal atau penurunan tanah menggunakan model	1. Analisis defleksi yang terjadi pada dinding penahan tanah yang diberi angkur lalu membandingkan dengan hasil inclinometer 2. Menentukan	1. Analisis deformasi dinding penahan tanah yang akan terjadi menggunakan Plaxis 2D. 2. Analisis parameter tanah yang menyebabkan	1. Analisis deformasi lateral pada dinding penahan tanah menggunakan Plaxis 2D 2. Analisis <i>safety factor</i> pekerjaan galian	1. Analisa deformasi lateral yang terjadi pada <i>contiguous bored pile</i> berdasarkan <i>output</i> Plaxis 2D dengan menggunakan pemodelan <i>Mohr</i>

	<p><i>Hardening Soil dan Mohr Coulomb pada kondisi undrained</i></p>	<p><i>dewatering</i> digunakan konstruksi dalam</p> <p>3. Analisis kegagalan baris angkur</p> <p>4. Analisis gaya dalam yang terjadi di sepanjang dinding penahan tanah</p>	<p>7 perbedaan dinding sebelum sesudah galian dan</p> <p>3. Pengaruh <i>unloading</i> dan pemasangan pondasi terhadap dinding penahan tanah.</p> <p>4. Analisis parameter tanah yang mendekati parameter tanah di lapangan.</p>	<p>1 menggunakan program Plaxis 2D dan perhitungan manual</p> <p>3. Analisis sistem <i>dewatering</i></p> <p>4. Gaya <i>uplift</i> air tanah</p> <p>5. Analisis rembesan pada dasar <i>diaphragm wall</i></p>	<p><i>Coulomb dan Hardening Soil.</i></p> <p>2. Membandingkan hasil deformasi lateral <i>contiguous bored pile</i> berdasarkan <i>output Plaxis 2D</i> dengan hasil <i>inclinometer</i> di lapangan.</p> <p>3. Analisis nilai <i>safety factor</i> pekerjaan pada konstruksi <i>basement</i> proyek JHL S8 <i>Office</i> dengan menggunakan program <i>Plaxis 2D</i> dan perhitungan</p>
--	--	---	---	---	--

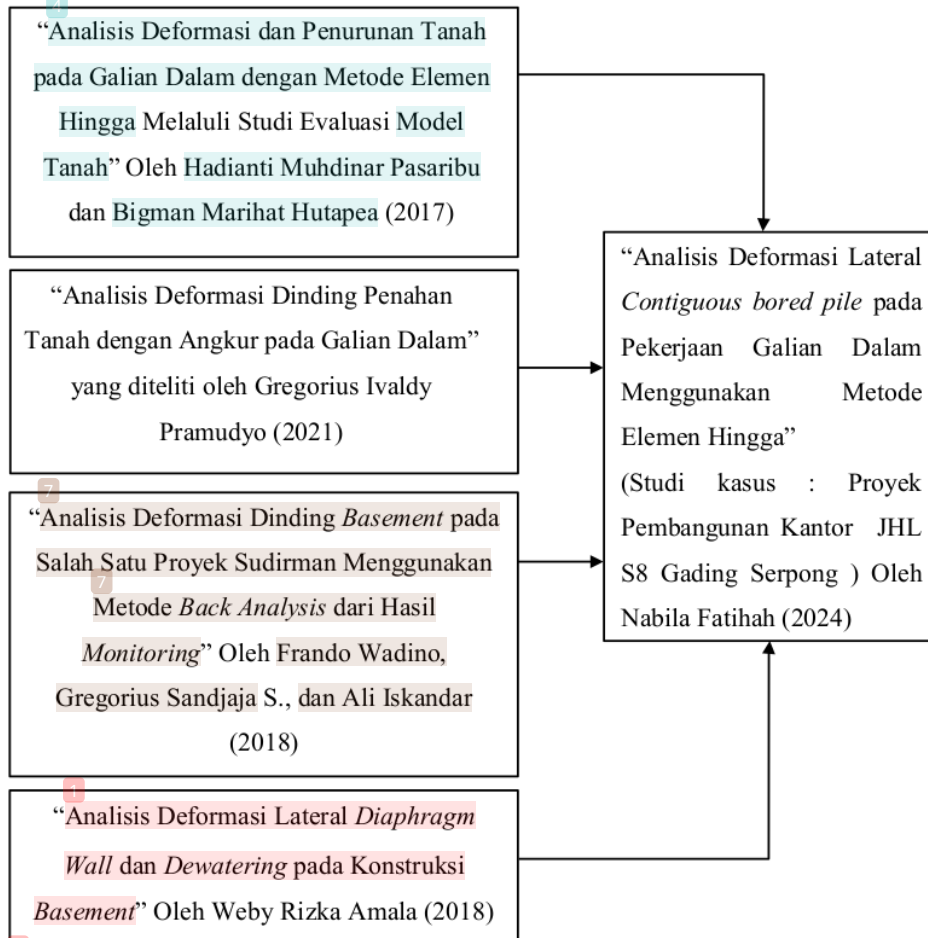
	<p>4 Hasil deformasi horizontal pada tahap akhir galian di titik P#23 (ditengah dinding diafragma) tercatat pada monitoring sebesar inclinometer sebesar 9.79 mm, sedangkan menggunakan model <i>Hardening Soil</i> sebesar 11.11 mm dan model <i>Mohr-Coulomb</i> sebesar 19.41 mm. Penurunan tanah maksimum yang terjadi disekitar galian dalam berdasarkan monitoring <i>settlement plate</i> adalah sebesar 6</p>	<p>Hasil pemodelan didapatkan hasil defleksi maksimum dinding penahan tanah sebesar 23 mm dan penurunan permukaan tanah di sekitar galian maksimum sebesar 20,9 mm. Untuk mengetahui pengaruh angkur tanah pada dinding penahan tanah, dilakukan simulasi pemodelan kegagalan baris angkur. Akibat adanya kegagalan pada suatu baris angkur, terjadinya kenaikan defleksi dan</p>	<p>7 Setelah analisis besarnya pengaruh <i>unloading reloading</i> adalah sebesar 47,9452% serta pengaruh pemasangan pondasi dan <i>tie beam</i> adalah 52,0548% terhadap kesesuaian deformasi yang terjadi pada dinding penahan tanah. Berdasarkan hasil percobaan, diperoleh parameter tanah yang mendekati parameter tanah di lapangan. Berdasarkan</p>	<p>Hasil dari penelitian ini menunjukkan persentase <i>error</i> perbandingan deformasi lateral dengan Plaxis 2D dengan pembacaan hasil <i>inclinometer</i> sebesar 0,7%. Nilai <i>safety factor</i> pekerjaan berturut-turut sebesar 2,89; 2,9 untuk tahap pertama, 2,08; 2,23 untuk tahap kedua, dan 1,69; 1,9 untuk tahap ketiga. Pada analisis <i>dewatering</i> didapatkan</p>	<p>manual. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa deformasi lateral <i>contiguous bored pile</i> dengan <i>software Plaxis Mohr</i> permodelan <i>Coulomb Undrained B</i> adalah 36,25 mm, permodelan <i>Mohr Coulomb Undrained C</i> sebesar 33,6 mm, dan permodelan <i>Hardening Soil Undrained B</i> yaitu 22,6 mm. Dari ketiga hasil tersebut perbandingan dengan</p>
--	---	---	--	---	--

<p>4 mm, sedangkan menggunakan model <i>Hardening Soil</i> sebesar 24.10 mm dan model <i>Mohr-Coulomb</i> sebesar 25.42 mm.</p>	<p>momen lentur pada dinding penahan tanah.</p>	<p>7 hasil percobaan, diperoleh parameter tanah yang mendekati parameter tanah di lapangan.</p>	<p>87 debit total pada area galian yang harus dipompa 720 lt/menit dengan jumlah sumur <i>dewatering</i> 5 buah. Gaya <i>uplift</i> yang terjadi pada bangunan sebesar 35167,9 ton. Hasil persentase <i>error</i> dari analisis <i>seepage</i> menggunakan SEEP/W dengan perhitungan manual sebesar 2,8%.</p>	<p>hasil uji <i>inclinometer</i> berturut-turut yaitu 33,74%, 28,66%, dan 5,61%. Pada analisis <i>safety factor</i> menggunakan Plaxis hasil dari ketiga permodelan tersebut berturut-turut yaitu 2,3875, 1,6889, dan 1,6787. Sedangkan perhitungan manual nilai angka aman terhadap pergeseran yaitu 3,997 dan terhadap penggulingan 5,696.</p>
---	---	---	---	--

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

## 2.2 Keterkaitan Penelitian

Berikut merupakan keterkaitan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian yang terdahulu.



Gambar 2.1 Diagram Alir Keterkaitan Penelitian Tugas Akhir terhadap Penelitian Sebelumnya

(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

### Keterangan:

- > Hubungan Langsung dengan Penelitian
- > Hubungan Tidak Langsung dengan Penelitian

## BAB 3

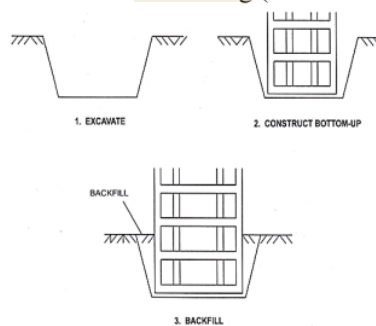
### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Pekerjaan Galian

Sebuah konstruksi *basement* tidak akan bisa dilepaskan dari pekerjaan galian tanah karena *basement* merupakan struktur bangunan yang berada di bawah tanah. Pekerjaan galian tanah adalah sebuah proses pemindahan suatu bagian permukaan tanah dari satu lokasi ke lokasi lainnya, dan akhirnya terbentuk sebuah kondisi fisik permukaan tanah yang baru (Sain & Quinby, 1996). Dalam pekerjaan galian yang harus diperhatikan adalah kestabilan dinding galian. Selain itu, dalam hal konstruksi yang menggunakan dinding penahan atau sistem turap tersebut harus diperhatikan secara sistematis untuk mengetahui adanya perpindahan, kondisi material yang tetap terjaga, dan celah antar turap yang bebas rembesan air (Suastino et al., 2023). Terdapat beberapa metode galian *basement*, diantaranya:

##### a. Metode *Open-Cut*

Metode ini sering disebut sebagai metode konvensional, yang merupakan pendekatan yang paling sederhana dalam konteks pelaksanaan konstruksi. Dalam metode ini, penggalian dilakukan dari permukaan tanah hingga ke dasar galian dengan sudut lereng galian tertentu tanpa keterlibatan *retaining wall*. Selanjutnya, konstruksi *basement* dilakukan dari dasar galian ke permukaan tanah dengan pendekatan dari bawah ke atas (*bottom-up*). Setelah selesai, lubang galian dapat diisi kembali atau diurug (Fitri & Cahyono, 2015).



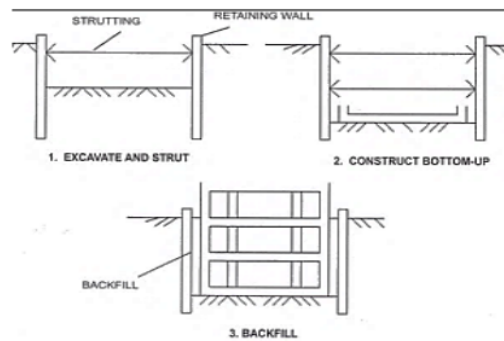
Gambar 3.1 Metode *Open-Cut*

(Sumber: Chew 2009)



b. <sup>6</sup>Metode *Cut and Cover*

Berbeda dengan teknik *open cut*, dalam metode ini, sebelum melibatkan proses penggalian, dinding penahan tanah dipasang di sekitar area galian. Setelah dinding penahan tanah terpasang, proses ekskavasi dilakukan mulai dari permukaan tanah (*ground level*) hingga mencapai dasar galian. Konstruksi *basement* kemudian dilaksanakan dari dasar galian menuju permukaan tanah dengan metode dari bawah ke atas (*bottom-up*).<sup>28</sup>



Gambar 3.2 Metode *Cut and Cover*

(Sumber: Chew, 2009)

c. <sup>6</sup>Metode *Top-Down*

Mirip dengan metode *cut and cover*, dalam metode ini sebelum tahap penggalian dan konstruksi *basement* dimulai, *retaining wall* dipasang terlebih dahulu di sekitar area galian, Sama seperti pada metode *open cut* dan *cut and cover*, konstruksi *basement* diterapkan dari dasar galian hingga ke permukaan tanah. Berbeda dengan metode *open cut* dan *cut and cover*, pada metode *top-down*, proses konstruksi *basement* dimulai dari level permukaan tanah (*ground level*) dan berlanjut hingga mencapai lantai dasar *basement* terdalam. Dengan menerapkan metode konstruksi *top-down*, struktur bawah dapat dikerjakan secara bersamaan dengan struktur atas. Pekerjaan pada struktur bawah mencakup penggalian, penulangan, dan pengecoran pada plat lantai *basement*, kolom *basement*, *pile cap*, serta *sloof* (Wadino et al., 2018).

d. <sup>16</sup>Metode *Bottom-Up*

Dalam metode ini, pembangunan struktur dilakukan setelah seluruh pekerjaan penggalian selesai mencapai elevasi yang direncanakan. Pertama, pelat



*basement* paling bawah dicor, kemudian pembangunan *basement* dilanjutkan dari bawah ke atas dengan menggunakan *scaffolding*. Kolom, balok, dan pelat dicor di tempat (*cast in place*). Penggalan tanah dapat dilakukan dengan metode *open cut* atau menggunakan sistem dinding penahan tanah yang bisa bersifat sementara maupun permanen. Sistem dinding penahan tanah dapat diperkuat dengan *strutting*, *ground anchor*, atau *free cantilever*. Untuk pekerjaan *dewatering*, umumnya digunakan sistem *predrainage* (Fitri & Cahyono, 2015).

### 3.2 Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall*)

Dinding penahan atau dikenal sebagai *retaining walls* dalam konteks rekayasa struktural, merupakan struktur konstruksi yang diimplementasikan dengan tujuan memberikan stabilitas terhadap tanah atau material lain yang tidak memiliki kemiringan alami. Fungsinya melibatkan penahan dan penopangan terhadap massa tanah, timbunan tanah, batu bara atau biji-tambang, serta mengelola aliran air. Bangunan ini biasa digunakan untuk menopang tanah, timbunan dan lain sebagainya. Dalam berbagai cara, dinding dapat mengalami keruntuhan, dan setiap metode keruntuhan memerlukan evaluasi mendalam serta pemilihan faktor keamanan yang cermat. Terdapat tiga potensi mekanisme keruntuhan yang patut diperhatikan:

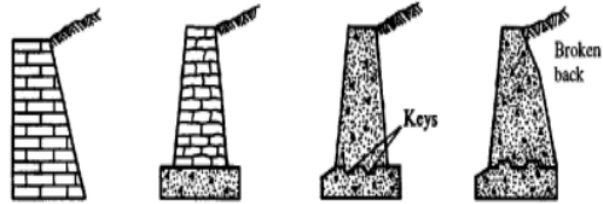
- a. Dinding mungkin mengalami pergeseran horizontal (keruntuhan geser)
- b. Dinding mungkin mengalami kejadian terguling (keruntuhan guling)
- c. Kapasitas dukung tanah yang memegang dinding dapat terlampaui, khususnya di daerah tumit dinding dimana tekanan pada tanah mencapai puncaknya (keruntuhan daya dukung).

Adapun jenis-jenis dinding penahan tanah yaitu :

#### a. Dinding Gravitasi (*Gravity Wall*)

Dinding ini biasanya dibuat dari beton murni (tanpa tulangan) atau dari pasangan batu kali. Tulangan beton yang minim sesekali disematkan pada dinding bertujuan untuk menghindari potensi retakan permukaan yang timbul akibat fluktuasi suhu. Dalam perencanaan struktur tembok penahan tipe

gravitasi, harus tidak terjadi tegangan tarik pada setiap irisan badannya. Stabilitas konstruksi diperoleh hanya dengan mengandalkan berat sendiri.

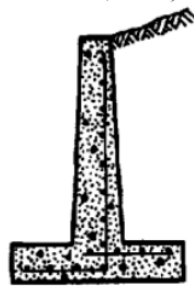


Gambar 3.3 Gravity Wall

(Sumber: Joseph E Bowles, 1999)

#### b. Dinding Kantilever (*Cantilever Wall*)

Dinding Kantilever dibuat dari beton bertulang yang tersusun dari suatu dinding vertikal dan tapak lantai. Masing-masing berperan sebagai balok atau pelat Kantilever. Dinding ini menggunakan prinsip aksi konsol yang bertujuan untuk menahan massa yang terletak di belakang dinding dari kemiringan alami yang terjadi. Stabilitas konstruksi diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah di atas tumit tapak (*hell*). Terdapat 3 bagian struktur yang berfungsi sebagai Kantilever, yaitu bagian dinding vertikal (*steem*), tumit tapak dan ujung kaki tapak (*toe*) (Lisman et al., 2020).



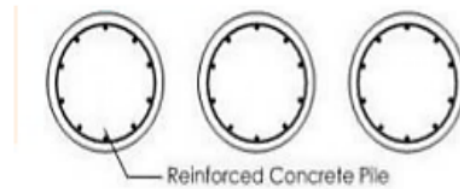
Gambar 3.4 Kantilever Retaining Wall

(Sumber: Joseph E Bowles, 1999)

#### c. *Soldier Pile*

Dinding penahan tanah yang terdiri dari rangkaian atau barisan *bored pile* yang terbuat dari beton. Barisan tiang tersebut saling memotong sehingga jarak as ke asnya lebih kecil dari diameter tiang, dimana tiang yang terpotong tidak menggunakan tulangan (*soft pile*) dan yang memotong menggunakan tulangan

(*hard pile*) untuk menahan momen atau gaya geser. Tujuan dari pada pembuatan *soldier pile* ini adalah sebagai penahan tanah dan menerima atau menahan gaya beban horisontal yang ditimbulkan dari tekanan tanah ataupun air yang ditahan di sebelahnya. Kedalaman dan diameter *soldier pile* tergantung dari perhitungan kekuatan dan jenis tanah. Sebagai struktur penahan tanah, *soldier pile* dapat digunakan di berbagai jenis tanah (Perko & Boulden, 2008).

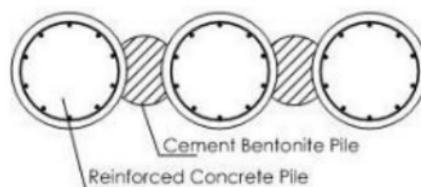


Gambar 3.5 *Soldier pile Retaining Wall*

(Sumber: SNI 8460-:2017)

d. *Contiguous Bored Pile*

*Contiguous bored pile* (CBP) adalah struktur dinding penahan tanah yang terdiri dari serangkaian *bored pile* dan *bentonite cement pile* yang terhubung satu sama lain. Struktur ini bersifat sementara dan memiliki kemampuan tahan air. *Bored pile* dan *bentonite* sering digabungkan dengan sistem angkur untuk meningkatkan kemampuan mereka dalam menahan tekanan lateral dari tanah dan untuk sebagai pemutus aliran air tanah di bawah permukaan (*cut off*).



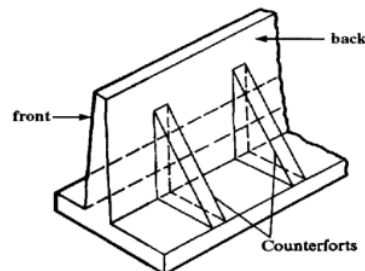
Gambar 3.6 *Contiguous Bored Pile*

(Sumber: SNI 8460-:2017)

e. Dinding Kontrafort (*Counterfort Wall*)

Dinding kontrafort mirip dengan dinding kantilever. Namun perbedaannya terletak pada penggunaannya untuk menopang konsol yang lebih panjang atau menanggung tekanan yang sangat tinggi di belakang dinding. Dinding ini

memiliki **pertebalan belakang** yang menyatukan **dinding** dengan dasarnya, dibangun pada interval-interval sepanjang dinding untuk mengurangi **momen-momen lentur dan geser**.



Gambar 3.7 *Cantilever Retaining Wall*

(Sumber: Joseph E Bowles, 1999)

- f. **Dinding Butters** (*Butters Wall*)  
Dinding ini hampir sama dengan dinding kontrafort, hanya bedanya bagian kontrafort diletakkan di depan dinding. Dalam hal ini, struktur kontrafort berfungsi memikul tegangan tekan. Pada dinding ini, bagian tumit lebih pendek daripada bagian kaki. Stabilitas konstruksinya diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah di atas tumit tapak.
- g. *Abutment Jembatan* (*Bridge Abutment*)  
Struktur ini berfungsi seperti dinding penahan tanah yang memberikan tahanan horizontal dari tanah timbunan di belakangnya. Pada perencanaannya, struktur dianggap sebagai balok yang dijepit pada dasar dan ditumpu bebas pada bagian atasnya.
- h. **Dinding Turap**  
Berdasarkan material yang digunakan dikenal beberapa macam dinding turap sesuai dengan material yang digunakan yaitu dinding turap baja, kayu, dan beton.
- i. *Box Culvert*  
*Box culvert* dapat dibuat dengan satu atau dua lubang, dan berfungsi sebagai portal kaku tertutup yang dapat menahan tekanan tanah lateral dan beban vertikal.

### 3.3 Tekanan Tanah Lateral

Berbeda dengan struktur gedung yang menerima beban horizontal dalam jangka waktu pendek (sementara), struktur penahan tanah seperti pangkal jembatan, turap, dinding *diaphragm*, penahan tanah, pilar-pilar jembatan menerima beban horizontal sepanjang bangunan tersebut berdiri (tetap). Selain itu, dalam wilayah yang rentan terhadap gempa bumi, bangunan penopang tanah dapat mengalami beban lateral yang lebih signifikan akibat getaran seismik. Dalam beberapa situasi, penetapan permasalahan dapat sangat bervariasi bergantung pada kondisi tanah, serta merupakan hasil dari defleksi dan deformasi dari strukturnya. Meskipun begitu, apabila struktur penahan tanah tidak mengalami deformasi, sebagaimana yang terjadi pada abutmen dari suatu *basement*, teori-teori lama seperti Coulomb (1773), Rankine (1857), Terzaghi (1941), Terzaghi dan Peck (1967) menjadi tidak relevan (Kusuma et al., 2019).

### 3.4 Analisis Deformasi

Deformasi merujuk pada perubahan bentuk, posisi, dan dimensi objek, seperti dinding penahan tanah yang dapat terjadi akibat tekanan dari tanah atau air sehingga mengakibatkan perpindahan atau lendutan pada dinding penahan tanah. Gaya yang berasal dari tekanan tanah dapat dilihat dari perspektif tekanan lateral tanah dalam kondisi istirahat, aktif, dan pasif. Kondisi tekanan lateral ini menghasilkan gaya horizontal pada struktur dinding penahan tanah yang dapat mengakibatkan deformasi pada struktur tersebut. Dalam perencanaan setiap galian, diperlukan perhitungan analisis stabilitas untuk mencegah potensi keruntuhan dinding penahan tanah akibat tekanan tanah yang tidak memadai. Hasil analisis stabilitas ini akan mempengaruhi evaluasi deformasi dinding penahan tanah, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti lebar galian, kedalaman galian, faktor keamanan, kedalaman penetrasi dinding penahan tanah, kekakuan penyangga, dan elemen-elemen lainnya.

### 3.5 Parameter Tanah

Parameter tanah yang dimaksudkan disini meliputi *modulus young*, *poisson ratio*, sudut geser dalam, dan kohesi.

- a. Berat Volume Tanah ( $\gamma$ )

Berat volume tanah adalah rasio berat dengan volume tanah. Pada Plaxis, di input kan nilai berat volume jenuh ( $\gamma_{sat}$ ) dan berat volume jenuh sebagian ( $\gamma_{unsat}$ ). Berat volume jenuh adalah berat volume tanah dalam keadaan jenuh, sedangkan berat volume jenuh sebagian adalah berat volume tanah saat udara pada tanah keluar. Untuk menentukan  $\gamma_{sat}$ , cara yang digunakan adalah mengorelasikan nilai N-SPT dengan Tabel 3.1. Selanjutnya, untuk menentukan  $\gamma_{dry}$ , dilakukan dengan menghubungkan nilai  $\gamma_{sat}$  yang telah diperoleh sebelumnya dengan Tabel 3.3 Adapun untuk memperoleh nilai  $\gamma_{unsat}$ , digunakan pendekatan dengan mengambil nilai tengah antara  $\gamma_{sat}$  dan  $\gamma_{dry}$ .

Tabel 3.1 Korelasi N-SPT dengan  $\gamma_{sat}$  untuk Tanah Kohesif

N-SPT	Consistency	qu (kPa)	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )
< 2	Very Soft	<25	16-19
2-4	Soft	25-50	16-19
4-8	Medium Stiff	50-100	17-20
8-15	Stiff	100-200	19-22
15-30	Very Stiff	200-400	19-22
>30	Hard	>400	19-22

(Sumber: Terzaghi and Peck, 1948)

Tabel 3.2 Korelasi N-SPT dengan  $\gamma$  untuk Tanah Non kohesif

Description	Very Loose (kN/m <sup>3</sup> )	Loose (kN/m <sup>3</sup> )	Medium (kN/m <sup>3</sup> )	Dense (kN/m <sup>3</sup> )	Ver Dense (kN/m <sup>3</sup> )
Fine	1-23	3-6	7-15	16-30	
Medium	2-3	4-7	8-20	21-40	>40
Coarse	3-6.	5-9	10-25	26-45	>45
$\gamma_{sat}$	11-16	14-18	17-20	17-22	20-23

(Sumber: Whilliam T, Whitman, Robert V, 1962)

Tabel 3.3 Korelasi Antara  $\gamma_{sat}$  dan  $\gamma_{dry}$

$\gamma_{dry}$		e	n	W <sub>sat</sub> %	$\gamma_{sat}$ g/cm <sup>2</sup>
g/cm <sup>3</sup>	lb.cb.ft				
0,50	31,25	4,4	0,8	163	1,31
0,60	37,50	3,5	0,78	129,6	1,38
0,70	43,75	2,86	0,74	105,8	1,44
0,8	50,00	2,38	0,7	88	1,5
0,90	56,25	2	0,67	74,1	1,57
1,00	62,50	1,7	0,63	63	1,63

1,10	68,75	1,45	0,59	53,9	1,69
1,20	75,00	1,25	0,56	46,3	1,76
1,30	81,25	1,08	0,52	39,9	1,82
1,40	87,50	0,93	0,48	34,4	1,88

b. Permeabilitas

Permeabilitas dapat diartikan sebagai karakteristik material berpori yang memungkinkan pergerakan fluida dari suatu tempat ke tempat lain melalui saluran pori-pori. Dengan demikian, aliran air akan terjadi dari wilayah dengan tingkat energi lebih tinggi ke wilayah dengan pori-pori yang memiliki tingkat energi lebih rendah.

Tabel 3.4 Korelasi Jenis Tanah dengan Nilai Permeabilitas

Jenis tanah	K	
	cm/dtk	ft/mnt
Kerikil bersih	1,0 – 100	2,0 – 200
Pasir kasar	1,0 – 0,01	2,0 – 0,02
Pasir halus	0,01 – 0,001	0,02 – 0,002
Lanau	0,001 – 0,0001	0,002 – 0,00002
Lempung	<0,000001	<0,000002

(Sumber: Braja M Das, 1995)

c. Kohesi

Kohesi merupakan gaya tarik antar partikel tanah. Bersama dengan sudut geser dalam, kohesi merupakan parameter kuat geser tanah yang menentukan ketahanan tanah terhadap deformasi akibat tegangan yang bekerja pada tanah dalam hal ini berupa gerakan lateral tanah (Sorensen et al., 2013).

Tabel 3.5 Korelasi Kohesi dengan Konsistensi Tanah untuk Tanah Lempung

Konsistensi	Taksiran harga kekuatan geser undrained, $C_u$ (kPa)	Taksiran harga N-SPT
Sangat lunak ( <i>very soft</i> )	0 – 12,5	0 – 2,5
Lunak ( <i>soft</i> )	12,5 - 25	2,5 - 5
Menengah ( <i>medium</i> )	25 – 50	5 – 10
Kaku ( <i>stiff</i> )	50 – 100	10 – 20
Sangat kaku ( <i>very stiff</i> )	100 – 200	20 – 40
Keras ( <i>hard</i> )	> 200	> 40

(Sumber: Mochtar, 2012)



9  
d. Modulus Elastisitas Tanah

Nilai *modulus young* menunjukkan besarnya nilai elastisitas tanah yang merupakan perbandingan antara tegangan yang terjadi terhadap regangan. Nilai ini bisa didapatkan dari *triaxial test*. *Triaxial test unconsolidated undrained* menghasilkan nilai modulus *undrained* ( $E_u$ ) yang didapat dari grafik *stress-strain*.  $E_u$  digunakan untuk pemodelan *Mohr Coulomb Undrained C*. Selain itu, menurut Bowless (1988) menyajikan estimasi mengenai korelasi antara nilai modulus elastisitas tanah ( $E_u$ ) pada tanah lempung dan kuat geser tanah *undrained* ( $c_u$ ) yang ditunjukkan dengan persamaan berikut:

$$E_u = 400 \times C_u \quad (3.1)$$

Keterangan:

$E_u$  = Modulus elastisitas tanah *undrained* (MPa)

$C_u$  = Kuat geser tanah *undrained* (kPa)

Sedangkan pada pemodelan *Mohr Coulomb Undrained B*, parameter modulus ( $E'$ ) diperoleh berdasarkan persamaan empiris sebagai berikut:

$$E' = \frac{2 \times (1 + \nu') \times E_u}{2 \times (1 + \nu_u)} \quad (3.2)$$

Keterangan:

$E'$  = Modulus elastisitas tanah efektif (kPa)

$\nu'$  = *Poisson ratio* efektif

$E_u$  = Modulus elastisitas tanah *undrained* (kPa)

$\nu_u$  = *Poisson ratio undrained* (0,495)

21  
Berbeda halnya dengan pemodelan *Mohr Coulomb*, model *Hardening Soil* menggunakan 3 (tiga) *input parameter* modulus yang berbeda yaitu *loading* modulus ( $E_{50}^{ref}$ ), *unloading reloading* modulus ( $E_{ur}^{ref}$ ), dan oedometer modulus ( $E_{oed}^{ref}$ ). Pada beberapa jenis tanah diasumsikan nilai  $E_{ur}^{ref} \approx 3 E_{50}^{ref}$  dan  $E_{oed}^{ref} \approx E_{50}^{ref}$ .

e. *Power* (m)

Selain dari ketiga modulus yang diperlukan pada pemodelan *Hardening Soil*, parameter kekakuan lainnya yaitu *power* (m). *Power* adalah hubungan



tegangan terhadap kekakuan. Nilai  $m$  pada tanah lempung biasanya bernilai 1, lanau 0,7 – 0,8, dan untuk pasir yaitu 0,5.

35  
f. *Poisson Ratio* ( $\nu$ )

Nilai *poisson ratio* ditentukan sebagai rasio kompresi poros terhadap regangan pemuaian lateral. *Poisson ratio* sebagai parameter elastisitas diperoleh dengan membandingkan deformasi aksial dan regangan transversal pada suatu bahan yang sedang diberikan gaya.

Tabel 3.6 Korelasi *Poisson Ratio* dengan N-SPT

Konsistensi	N-SPT	<i>Poisson Ratio</i>
<i>Very soft</i>	2	0,5
Soft	2 - 4	0,5
Medium	4 – 8	0,5
Stiff	8 – 15	0,45
Very stiff	15 -30	0,4
Hard	30	0,35
	40	0,35
	60	0,3
	80	0,3
	100	0,25
	120	0,25

(Sumber: Wesley, L.D., 1997)

44  
g. Sudut Geser Dalam

Sudut geser dalam adalah sudut yang terbentuk dari interaksi antara tegangan normal dengan tegangan geser di dalam material tanah atau batuan.

8  
Tabel 3.7 Korelasi Sudut Geser dengan Jenis Tanah

Jenis Tanah	Sudut Geser Dalam (°)
Kerikil kepasiran	35 – 40
Kerikil kerakal	35 – 40
Pasir padat	35 – 40
Pasir lepas	30
Lempung kelanauan	25 – 30
Lempung	20 – 25

(Sumber: Braja M Das., 1996)

h. Sudut Dilatansi

Sudut dilatansi diukur melalui perbandingan perubahan ketebalan sampel tanah terhadap pergeseran tegangan lateral maksimum. Penentuan sudut dilatansi ini

bergantung pada karakteristik kekuatan geser dan perilaku tegangan-regangan tanah. Pada tanah lempung, sudut dilatasi cenderung menuju nol atau menunjukkan sedikit dilatasi. Sementara pada tanah pasir, sudut dilatasi bergantung pada sudut gesernya. Meskipun demikian, dalam sebagian besar situasi, sudut dilatasi cenderung menuju nol.

### 3.6 *Dewatering*

*Dewatering* merupakan suatu proses yang bertujuan untuk penurunan sementara tekanan pori atau muka air tanah yang tinggi. Proses *dewatering* ini dilaksanakan dengan maksud mencegah rembesan memasuki area galian, karena dampak dari rembesan tersebut dapat menghambat kemajuan pekerjaan. Selain itu, *dewatering* juga bertujuan untuk meningkatkan kestabilan lereng, guna mencegah potensi terjadinya kelongsoran. Keberhasilan proses ini juga terlihat dalam upaya menjaga bagian dasar galian agar terhindar dari *heaving* yang disebabkan oleh *uplift*. Selanjutnya, *dewatering* turut berperan dalam meningkatkan kepadatan tanah pada bagian dasar galian *basement*, serta mengeringkan wilayah galian secara keseluruhan. Tujuan akhir proses *dewatering* ini adalah membuat area galian menjadi lebih kondusif, sehingga proses pengangkatan material dan pelaksanaan pekerjaan di dalam lubang galian dapat dilakukan dengan lebih efisien (Lisman et al., 2020).

Berdasarkan masa pelaksanaannya, *dewatering* dibagi menjadi dua, yakni :

#### a. *Dewatering* Sementara

Proses pemindahan air di area penggalian hanya dilaksanakan selama proses konstruksi struktur. Setelah itu, struktur tersebut dibiarkan berada dalam keadaan terendam oleh air. Struktur yang telah dibentuk akan dilapisi dengan lapisan tahan air dan penghenti air yang bertujuan untuk menghindari penetrasi kelembapan ke dalam komponen struktural.

#### b. *Dewatering* Tetap

Proses pengurangan air yang terus menerus dilakukan meskipun struktur telah selesai dibangun. Jenis ini umumnya digunakan dengan tujuan meningkatkan stabilitas tanah disekitarnya dan menjauhkan air yang memiliki sifat korosif dari struktur tersebut.

### 3.7 *Inclinometer*

*Inclinometer* merupakan sebuah alat yang dimanfaatkan untuk mendeteksi deformasi atau pergerakan horizontal pada struktur dinding penahan tanah. Pemanfaatan *inclinometer* menjadi penting dalam menilai faktor keamanan dalam pelaksanaan pekerjaan galian. Sensor yang terdapat pada perangkat ini dirancang untuk mengukur kemiringan lereng selama berbagai kegiatan seperti *tunneling*, ekskavasi, dan *dewatering*. Aktivitas-aktivitas semacam ini mempengaruhi tanah yang mendukung struktur. Pada dasarnya, proses pemasangan *inclinometer* menyesuaikan dengan konteks aplikasi yang bersangkutan. Perangkat dapat dipasang secara vertikal untuk memonitor kemiringan yang terjadi atau gerakan apapun pada dinding dan tanggul penopang. Adapun untuk memantau penyelesaian tanah di sekitar titik *tunneling*, *inclinometer* akan di *install* secara horizontal.

Sistem manual pada alat terdiri dari komponen-komponen berikut:

- a. Probe *inclinometer*
- b. Gulungan kabel (ditandai setiap 0,5 m / 1 m)
- c. Unit pembacaan seluler
- d. Aksesoris: baterai kabel *reel*, pengisi daya baterai, baterai seluler, pengisi daya seluler.

### 3.8 Program Plaxis

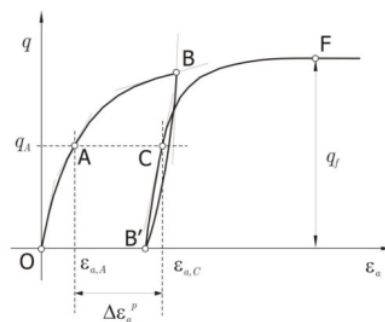
Program analisis geoteknik yang digunakan adalah Plaxis 8.2, dipilih karena kemampuannya untuk menganalisis stabilitas tanah melalui metode elemen hingga yang memungkinkan analisis mendekati perilaku sebenarnya. Plaxis 8.2 menyajikan beragam analisis tentang *displacement*, tegangan pada tanah, faktor keamanan lereng, dan aspek lainnya. *Finite Element Method* (FEM) atau biasanya disebut *Finite Element Analysis* (FEA), merupakan prosedur numerik yang diterapkan untuk menyelesaikan masalah-masalah rekayasa. Kompleksitas perhitungan dalam geoteknik mendorong pembuatan program seperti Plaxis 8.2 yang berfungsi sebagai alat bantu untuk perhitungan terkait konstruksi tanah, bertujuan mencegah kegagalan konstruksi dan meningkatkan faktor keselamatan kerja.

Metode elemen hingga adalah suatu prosedur perhitungan yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan matematis yang sering dijumpai dalam rekayasa teknik. Prinsip dasar dari metode ini melibatkan pembagian bentuk atau struktur yang kompleks menjadi elemen-elemen yang lebih kecil. Elemen-elemen tersebut kemudian dihubungkan melalui node atau titik. Tiap titik memiliki satu atau lebih derajat kebebasan untuk menentukan jumlah fungsi yang diterapkan. Dengan memecahkan nilai-nilai pada tiap titik, tegangan dan regangan pada setiap elemen dapat diperhitungkan. Plaxis 2D memiliki beberapa jenis pemodelan tanah yang dapat digunakan untuk memodelkan tanah, diantaranya:

a. *Mohr Coulomb*

Model *Mohr Coulomb* (MC model) mempertimbangkan bahwa plastisitas terkait dengan regangan yang bersifat *irreversible* atau tidak dapat dikembalikan ke kondisi awal. Untuk menilai apakah plastisitas telah terjadi dalam perhitungan digunakan suatu fungsi kekelehan yang bergantung pada tegangan dan regangan. Umumnya, fungsi kekelehan dapat diungkapkan sebagai suatu bidang dalam ruang tegangan utama. Sebuah model plastis sempurna merupakan suatu model konstitutif dengan bidang leleh tertentu, yaitu bidang leleh yang sepenuhnya didefinisikan oleh parameter model dan tidak terpengaruh oleh peregangannya (plastis) (Kurguzov & Fomenko, 2019).

Prinsip dasar dari teori elastoplastik adalah regangan dapat dikategorikan dalam dua bagian, yaitu regangan elastis  $\epsilon^e$  dan regangan plastis  $\epsilon^p$ . (Ir. Gouw Tjie Liong M.Eng. ChFC, 2012)



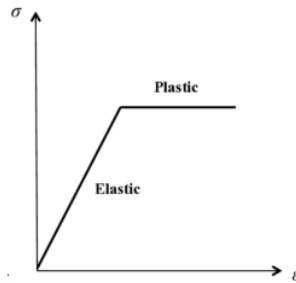
Gambar 3.8 Grafik Teori Elastoplastik

(Sumber: Gouw, Tjie Liong, 2012)

$\varepsilon = \varepsilon^e + \varepsilon^p$ , ditulis dalam peningkatan regangan menjadi:

$$\varepsilon = \varepsilon^e + \varepsilon^p \quad (3.3)$$

Dalam model *Mohr Coulomb* hubungan tegangan dan regangan yang tidak linear tersebut dijadikan dua buah garis linear, yaitu bagian linear elastik dan bagian linear plastis sempurna seperti gambar dibawah:



Gambar 3.9 Grafik Modulus *Mohr Coulomb*

(Sumber : Gouw, Tjie Liong, 2012)

Adapun fungsi leleh *Mohr Coulomb* yaitu:

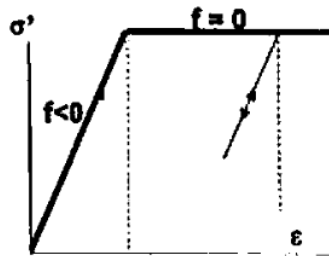
$$f = \frac{1}{2} (\sigma'_1 - \sigma'_3) - \frac{1}{2} ((\sigma'_1 - \sigma'_3) \sin \phi) - \bar{c} \cos \phi_0 \quad (3.4)$$

Bila:  $S = \frac{1}{2} (\sigma'_1 - \sigma'_3)$  dan  $R = \frac{1}{2} (\sigma'_1 + \sigma'_3)$ , maka:

Persamaan diatas untuk gaya tekan dianggap positif:  $s = \frac{1}{2} (\sigma'_1 - \sigma'_3)$ ,

Bila tarik dianggap positif:  $s = -\frac{1}{2} (\sigma'_1 - \sigma'_3)$ , maka  $f$  dapat ditulis:

$$f = R + S \sin \phi' - c \cos \phi' \leq 0 \quad (3.5)$$



Gambar 3.10 Grafik Fungsi *Mohr Coulomb*

(Sumber : Gouw, Tjie Liong, 2012)

Saat  $f < 0$

→ Tanah berperilaku elastik

Saat  $f = 0$  dan  $df = 0$  → Tanah berperilaku plastik

Saat  $f = 0$  dan  $df < 0$  → *Unloading* dari kondisi plastis = berperilaku elastis

$f > 0$  → Tidak mungkin terjadi

b. *Hardening Soil*

*Hardening Soil* model (HS model) merupakan model yang canggih yang dapat diterapkan untuk menggambarkan berbagai perilaku tanah dan batuan. Perbedaan utama antara *Hardening Soil* model dan *Mohr Coulomb* model (MC-model) adalah bahwa MC-model membatasi nilai tegangan berdasarkan sudut geser, sementara HS-model menjelaskan jenis elastoplastis dari model hiperbolik. Jenis hubungan hiperbolik antara tegangan dan regangan ini dikembangkan untuk digunakan dalam analisis kenaikan deformasi tanah yang bersifat non-linear (Lim et al., 2010).

Dalam Plaxis, perumusan model Duncan dan Chang disebut sebagai *Hardening Soil* model. Model formula Duncan dan Chang didasarkan atas persamaan hiperbolik yang dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sigma_1 - \sigma_3 &= \frac{\varepsilon}{a+b\varepsilon} \\ q &= \frac{\varepsilon}{1/E_i + 1/q_a \varepsilon} \\ \frac{q}{E_i} + \frac{q}{q_a} \varepsilon &= \varepsilon \\ \left(1 - \frac{q}{q_a}\right) \varepsilon &= q/E_i \\ \varepsilon &= \frac{1}{E_i} \frac{q}{1 - \frac{q}{q_a}}\end{aligned}\tag{3.6}$$

Keterangan:

$\sigma_1$  = Major principal stress (kN/m<sup>2</sup>)

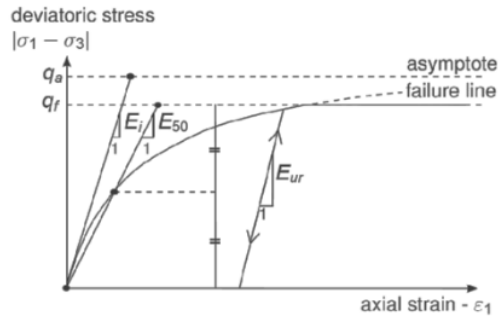
$\sigma_3$  = Minor principal stress (kN/m<sup>2</sup>)

$\varepsilon$  = Regangan axial

$a$  dan  $b$  = Konstanta material

$q_a$  = Kuat geser batas (kN/m<sup>2</sup>)

$E_i$  = Kekakuan awal (kN/m<sup>2</sup>)



Gambar 3.11 Grafik Modulus *Hardening Soil*

(Sumber : Gouw, Tjie Liang, 2012)

c. *Soft Soil*

*Soft Soil* model (SS model) dapat digunakan ketika memodelkan perilaku tanah lunak seperti lempung dan tanah gambut yang terkonsolidasi secara normal. Pada SS model, asumsi meliputi hubungan logaritmik antara regangan volumetrik  $\epsilon_v$  dengan tegangan efektif  $p'$  yang membutuhkan nilai  $\lambda^*$  dimana  $\lambda^*$  adalah indeks pemampatan yang dimodifikasi dan dapat ditentukan berdasarkan pemampatan tanah yang terjadi pada saat pembebanan primer. Hal lain ditemukan juga notasi  $k^*$  dimana  $k^*$  adalah indeks pemuaihan yang dimodifikasi, menjelaskan kemampuan pemampatan dari tanah pada pengurangan beban yang diikuti pembebanan kembali sebagai asumsi respon tanah selama pengurangan beban dan pembebanan kembali bersifat elastis (Apriyani et al., 2016).

**3.9 Tahapan Analisis**

Dalam menganalisis deformasi dinding penahan tanah, langkah-langkah analisis melibatkan:

a. Tahap 1

Perhitungan daya dukung lateral kelompok tiang.

$$H_g = \sum_{j=1}^n H_u \quad (3.7)$$

Keterangan:

$H_g$  = Beban lateral kelompok tiang (kN)

$H_u$  = Beban lateral tiang tunggal (kN)

$n$  = Jumlah tiang

b. Tahap 2

Perhitungan daya dukung lateral tiang tunggal. Untuk tiang panjang dihitung dengan persamaan:

$$Hu = \frac{2 M_y}{\frac{3d+f}{2}} \quad (3.8)$$

$$M_y = (9/4) c_u d g^2 - 9c_u d f(3d/2 + f/2) \quad (3.9)$$

$$g = L - 3d/2 - f \quad (3.10)$$

$$f = Hu/9 (c_u d) \quad (3.11)$$

Untuk tiang pendek dihitung dengan persamaan:

$$Hu = 9c_u d (L - 3d/2) \quad (3.12)$$

Keterangan:

$Hu$  = daya dukung lateral (kN)

$M_y$  = Tahanan momen tiang (kN.m)

$L$  = Kedalaman pondasi (m)

$d$  = Diameter pondasi (m)

$f$  = Letak momen maksimum (m)

$C_u$  = Undrained cohesion (t/m<sup>2</sup>)

c. Tahap 3

Perhitungan modulus elastisitas dan momen inersia tiang.

$$E_p = 4700 \times \sqrt{f_c} \times b \times h \quad (3.13)$$

$$I_p = \frac{E \times h^3 \times b}{12} \quad (3.14)$$

Keterangan:

$E_p$  = Modulus elastisitas tiang (kN/m<sup>2</sup>)

$f_c$  = Mutu beton (MPa)

$b$  = Lebar tiang (m)

$h$  = Tebal tiang (m)

$I_p$  = Momen inersia tiang (m<sup>4</sup>)

d. Tahap 4

Perhitungan deformasi kelompok tiang.



$$y_o = \frac{H (e+zf)^3}{12 E_p I_p} \quad (3.15)$$

Keterangan:

- $y_o$  = Deformasi (m)
- $e$  = Jarak titik beban ke muka tanah / 1,5D (m)
- $zf$  = Jarak titik jepit dari muka tanah (m)
- $H$  = Beban lateral (kN)

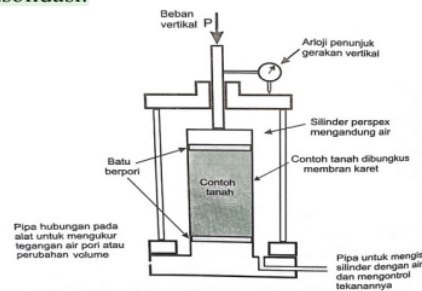
### 3.10 Faktor Keamanan

Faktor keamanan (SF) dinyatakan sebagai perbandingan antara gaya tahanan dan gaya yang mendorong. Meskipun definisi ini sesuai untuk pondasi, namun tidak sepenuhnya relevan untuk turap, dinding penahan tanah, atau timbunan. Pada struktur-struktur semacam itu lebih tepat menggunakan definisi faktor keamanan dalam konteks mekanika tanah, yakni perbandingan antara kuat geser yang tersedia dengan kuat geser yang diperlukan untuk mencapai keseimbangan. Dalam proses perencanaan, perlu mempertimbangkan faktor keamanan pada kegiatan galian (Alfana et al., 2024).

$$SF = \frac{\sum \text{Momen Pasif}}{\sum \text{Momen Aktif}} \quad (3.16)$$

### 3.11 Pengujian Triaksial

Pada pengujian ini, dapat digunakan tanah benda uji dengan diameter kira-kira 3,81 cm dan tinggi 7,62 cm. Dengan alat triaksial, semua jenis uji kekuatan geser dapat dilakukan. Selain itu, alat ini bisa digunakan untuk mengukur sifat permeabilitas atau konsolidasi.



Gambar 3.12 Uji Triaksial

(Sumber : Laurence D. Wasley, 2010)

Pada pengujian ini, sampel tanah berbentuk silinder diposisikan dalam sel triaksial yang memiliki batu berpori pada kedua ujungnya, kemudian dilapisi dengan membran karet. Bagian atas sel dipasang dan diisi dengan air untuk menerapkan tekanan air yang dikenal sebagai tekanan sel. Uji triaksial umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu uji tak terdrainasi, uji konsolidasi tak terdrainasi, dan uji terdrainasi. Terdapat dua tahap yaitu konsolidasi (tahap 1) dan tahap pembebanan (tahap 2).

a. Uji Tak Terkonsolidasi Tak Terdrainase (*Unconsolidated-Undrained*)

Tidak diizinkan pada kedua tahap ini adanya drainase. Ketika pada pengujiannya air tidak diizinkan mengalir keluar, beban normal tidak dipindahkan ke butiran tanah. Kondisi tanpa drainasi ini mengakibatkan timbulnya tekanan pori berlebih (*excess pore pressure*) tanpa adanya hambatan geser yang dihasilkan oleh perlawanan butiran tanah. Pengujian ini tidak dapat diterapkan jika laju konstruksi lambat sehingga memungkinkan terjadinya konsolidasi tanah. Pengujian ini mewakili tanah di lokasi konstruksi di mana laju konstruksi sangat cepat dan air pori tidak memiliki cukup waktu untuk menghilang.

b. Uji Konsolidasi Tak Terdrainasi (*Consolidated-Undrained*)

Drainasi diperbolehkan selama periode konsolidasi, hingga contoh tanah mencapai kondisi konsolidasi penuh, yakni ketika semua tekanan air pori tereduksi menjadi nol. Pada tahap pembebanan, drainasi tidak diizinkan dan umumnya dilakukan pengukuran tekanan air pori (Zain et al., 2011).

c. Uji Terdrainasi (*Consolidated-Drained*)

Pada kedua tahap, drainasi diizinkan. Sehingga tekanan air pori menjadi nol. Pada kondisi ini seluruh tegangan selama proses pengujian ditahan oleh gesekan antar butirannya.

### 3.12 Analisa Undrained

a. *Undrained A*

Perhitungan dengan memanfaatkan metode *undrained A* dilaksanakan melalui analisis tegangan efektif. Dalam pendekatan ini, aspek-aspek seperti parameter

kuat geser efektif dan kekakuan efektif menjadi pertimbangan utama. Hasil analisis ini memberikan pemahaman tentang tegangan pori yang terjadi, walaupun akurasi perhitungannya tergantung pada jenis model dan parameter tanah yang digunakan. Penting untuk dicatat bahwa nilai kuat geser *undrained* ( $S_u$ ) tidak dimasukkan secara langsung, melainkan diturunkan dari model konstitutif yang dipilih. Keandalan nilai  $S_u$  ini dapat ditingkatkan melalui pemeriksaan dan validasi dengan data empiris yang relevan,

Berikut adalah detail parameter yang digunakan dalam *undrained A* :

- 1) Jenis analisa : *Effective Stresses Analysis*
- 2) Tipe material : *Undrained A*
- 3) Kuat geser tanah efektif :  $c', \varphi', \psi'$
- 4) Kekakuan tanah efektif :  $E_{50}', \nu'$

b. *Undrained B*

Analisis *undrained B* digunakan dalam perhitungan tegangan efektif, melibatkan parameter kekakuan efektif dan kuat geser *undrained*. Dalam konteks analisis ini, memungkinkan untuk mendapatkan nilai tegangan air yang muncul. Namun, hasil yang diberikan memiliki kecenderungan ketidakakuratan sehingga umumnya dianggap tidak tepat untuk diterapkan. Sementara itu, nilai kuat geser *undrained* ( $C_u = S_u$ ) dianggap sebagai parameter masukan dalam analisis. Oleh karena itu, analisis ini cenderung menunjukkan ketidakakuratan dalam perhitungan stabilitas *undrained*. Berikut adalah detail parameter yang digunakan dalam *undrained B*:

- 1) Jenis analisa : *Effective Stresses Analysis*
- 2) Tipe material : *Undrained B*
- 3) Kuat geser tanah efektif :  $c = c_u, \varphi = 0, \psi = 0$
- 4) Kekakuan tanah efektif :  $E_{50}', \nu'$

c. *Undrained C*

Analisis *undrained C* digunakan dalam perhitungan tegangan total, di mana melibatkan parameter kekakuan *undrained* dan kuat geser *undrained*. Dalam konteks analisis ini, tidak memungkinkan untuk memperoleh nilai tegangan air pori, sehingga hasil analisis tegangan efektif harus diinterpretasikan sebagai

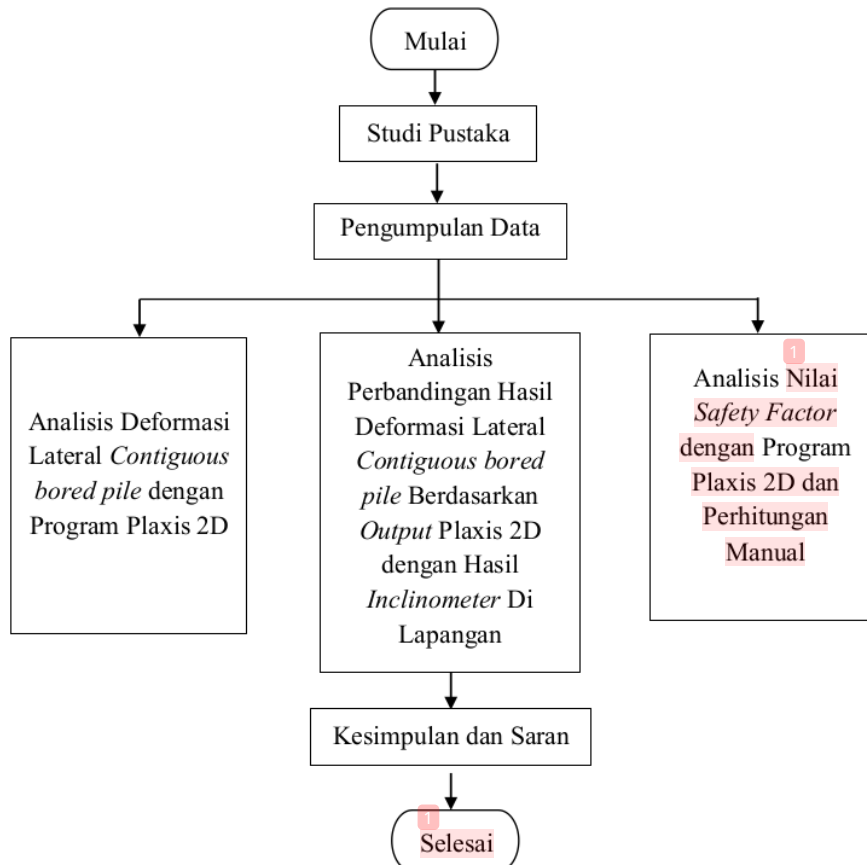
tegangan total. Namun, nilai kuat geser *undrained* ( $C_u = s_u$ ) tetap dianggap sebagai parameter dalam analisis ini. Sehingga, diharapkan bahwa analisis ini tidak akan menghasilkan kesalahan perhitungan dalam mengevaluasi stabilitas *undrained*. Parameter yang digunakan dalam *undrained C*:

- 1) Jenis analisa : *Total Stresses Analysis*
- 2) Tipe material : *Drained / non-porous (Undrained C)*
- 3) Kuat geser tanah efektif :  $c = c_u, \phi = 0, \psi = 0$
- 4) Kekakuan tanah efektif :  $E_u, \nu = 0,495$

## BAB 4 METODE PENELITIAN

### 4.1 Prosedur Penelitian

Secara garis besar berikut ini langkah-langkah penelitian (*flowchart* penelitian).



Gambar 4.1 Diagram Alur Penelitian

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

### 4.2 Lokasi Penelitian

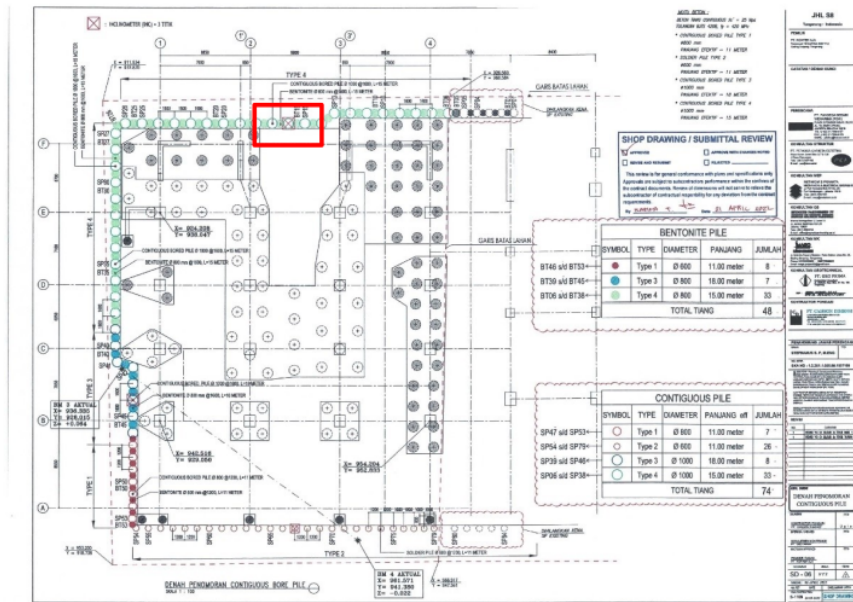
Lokasi studi penelitian terletak di Jalan Gading Serpong Boulevard Kavling S8 Kecamatan Kelapa Dua, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten. *Contiguous*

bored pile yang dianalisa berdiameter 1 m dan panjangnya 15 meter. Mutu beton yang dipakai yaitu 25 MPa, sedangkan jenis tulangan yang dipakai adalah BJTS dengan mutu 420 MPa.



Gambar 4.2 Lokasi Proyek JHL S8 Office

(Sumber: Google Maps, 2024)



Gambar 4.3 Titik Contiguous Bored Pile

(Sumber: Google Maps, 2024)



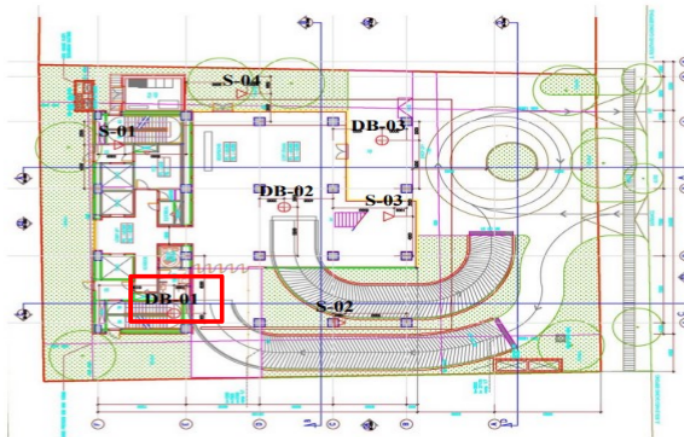
### 4.3 Bahan atau Materi

Data hasil pengujian tanah diperlukan untuk menentukan parameter-parameter kekuatan tanah yang akan digunakan dalam perhitungan. Pengujian tanah yang dilakukan yaitu pengujian lapangan dan pengujian laboratorium. Parameter-parameter tanah yang diperlukan dapat dihitung menggunakan korelasi terhadap hasil SPT, namun dalam penentuan parameter tanah lebih diutamakan menggunakan hasil uji laboratorium. Parameter tanah yang diperlukan yaitu, berat volume, sudut geser dalam, kohesi tanah, *poisson ratio*, modulus elastisitas tanah, dan parameter permeabilitas.



Gambar 4.4 Titik *Contiguous Bored Pile*

(Sumber: *Google Maps*, 2024)



Gambar 4.5 Titik *Depth Bore* Penelitian

(Sumber: *Google Maps*, 2024)

#### 4.4 Perangkat Lunak (*Software*)

Pada saat dilaksanakannya penelitian, diperlukan beberapa alat yang menunjang jalannya penelitian. Alat pada penelitian ini adalah laptop dengan *software* yang digunakan untuk menganalisis data yaitu Plaxis 2D.

#### 4.5 Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap hal-hal yang ditinjau pada tugas akhir ini, yaitu:

- a. Analisis deformasi lateral *contiguous bored pile* menggunakan program Plaxis 2D.
- b. Perbandingan hasil deformasi lateral *contiguous bored pile* menggunakan Plaxis 2D dengan hasil pembacaan *inclinometer*.
- c. Analisis nilai *safety factor* pekerjaan galian pada konstruksi *basement* proyek JHL S8 *Office* dengan menggunakan program Plaxis 2D.



Tabel 4.1 Estimasi Waktu Penelitian

No.	Kegiatan	Juli			Agustus			September			Oktober			November			Desember			Januari			Februari			Maret			April			Mei			Juni			Juli		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Penentuan Judul																																							
2	Pengumpulan Data																																							
3	Seminar Proposal																																							
4	Analisis Data/Perhitungan																																							
5	Seminar Hasil																																							
6	Sidang Akhir																																							

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

Keterangan:

■ Rencana

■ Realisasi

## BAB 5

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Pendahuluan

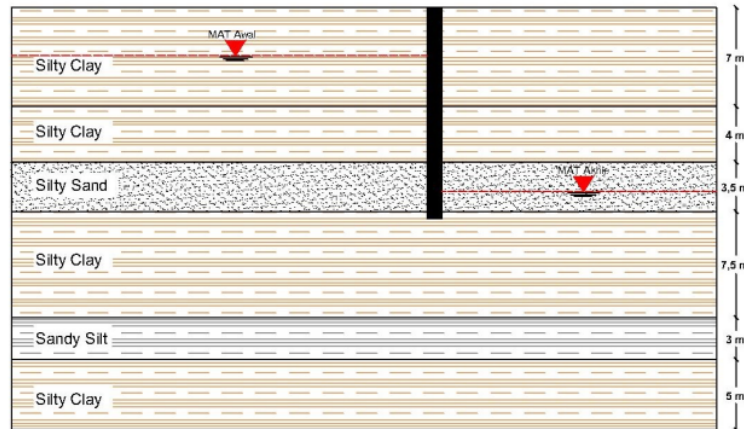
Proyek JHL S8 *Office* mempunyai 2 *basement*, dengan masing-masing elevasi yaitu 4,15 m dan 3,45 m. Pekerjaan galian dilakukan sebanyak 3 tahap. Tahap pertama yaitu *general excavation* dimana tanah digali sedalam 1 m. Tahap kedua yaitu galian *safety* yang ketinggian galiannya adalah 3,35 m, sehingga kedalaman galian sudah mencapai -4,35 m dari lantai dasar. Dan tahap galian yang ketiga yaitu *reduce level* atau galian dasar. Pada tahap ketiga pekerjaan galian sudah mencapai dasar yang sudah direncanakan yaitu sebesar -8,65 m dari lantai dasar.

Untuk memudahkan pekerjaan galian, proyek ini melakukan *dewatering* untuk menurunkan muka air tanah dari elevasi -3,4 m menjadi -12,93 m. Penelitian ini hendak menganalisis deformasi lateral yang terjadi pada *contiguous bored pile* menggunakan bantuan aplikasi Plaxis 2D V8.2 dengan pemodelan *Mohr Coulomb* dan *Hardening Soil* lalu dibandingkan hasil tersebut dengan hasil pengamatan di lapangan menggunakan *inclinometer*. Dikarenakan tersedianya data triaxial *Unconsolidated Undrained* dan jenis tanah yang mendominasi adalah tanah lempung, maka analisis ini menggunakan metode *Undrained B* (tegangan efektif) untuk pemodelan *Mohr Coulomb* dan *Hardening Soil* serta metode *Undrained C* (tegangan total) untuk pemodelan *Mohr Coulomb*. Pemodelan *Hardening Soil* ini tidak melibatkan analisis dalam kondisi tegangan total, karena hal tersebut menghasilkan nilai indeks kompresibilitas yang tidak rasional untuk tanah lunak. Selain menganalisis deformasi, penulis juga menganalisis *safety factor* yang didapat dari aplikasi Plaxis dengan perhitungan manual.

#### 5.2 Deformasi Lateral Dinding Penahan Tanah

Dalam studi ini, analisis dilakukan terhadap penggalian dengan dua pendekatan, yaitu analisis jangka pendek dan analisis jangka panjang. Fokus penelitian ini adalah hasil deformasi lateral maksimum pada dinding penahan tanah akibat pekerjaan galian. Pada pemodelan ini, tidak ditambahkan beban karena keterbatasan data beban struktur yang tidak diketahui dan juga data pondasi yang

spesifik sehingga pola keruntuhan yang mempengaruhi *retaining wall* tidak bisa diperhitungkan. Hasil analisis menunjukkan bahwa deformasi terbesar terjadi pada penggalian ketiga.



Gambar 5.1 Pemodelan Tanah

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

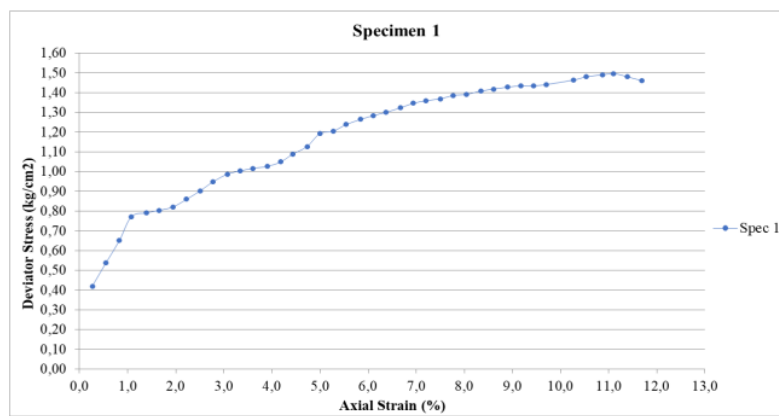
### 5.2.1 Parameter Tanah

Parameter tanah diperoleh melalui hasil pengujian laboratorium pada lapisan tanah dengan pengambilan *Undisturbed Sample* (USD). Untuk lapisan tanah yang tidak termasuk *undisturbed sample*, parameter tanah ditentukan berdasarkan hasil korelasi terhadap nilai tes penetrasi standar (N-SPT) atau dikaitkan dengan data yang tersedia. Nilai N-SPT yang tersedia mencapai kedalaman 30 meter. Selain N-SPT, data pengujian *triaxial* bisa dijadikan acuan parameter dalam penelitian ini. Dikarenakan adanya data *triaxial unconsolidated undrained*, maka analisa yang dilakukan merupakan *undrained analysis*. Pengujian ini dilakukan dengan membuat pemodelan *Mohr Coulomb Undrained B*, *Mohr Coulomb Undrained C*, dan *Hardening Soil Undrained B*. Berikut adalah parameter-parameter tanah yang digunakan dalam analisa:

- Mohr Coulomb Undrained B*:  $\gamma_{unsat}$ ,  $\gamma_{sat}$ ,  $k_x$ ,  $k_y$ ,  $E'$ ,  $\nu'$ ,  $C_u$ ,  $\phi = 0$ ,  $\psi = 0$
- Mohr Coulomb Undrained C*:  $\gamma_{unsat}$ ,  $\gamma_{sat}$ ,  $k_x$ ,  $k_y$ ,  $E_u$ ,  $\nu_u = 0,495$ ,  $C_u$ ,  $\phi = 0$ ,  $\psi = 0$
- Hardening Soil Undrained B*:  $\gamma_{unsat}$ ,  $\gamma_{sat}$ ,  $k_x$ ,  $k_y$ ,  $E_{50}^{ref}$ ,  $E_{oed}^{ref}$ ,  $E_{ur}^{ref}$ ,  $m$ ,  $C_u$ ,  $\phi = 0$ ,  $\psi = 0$

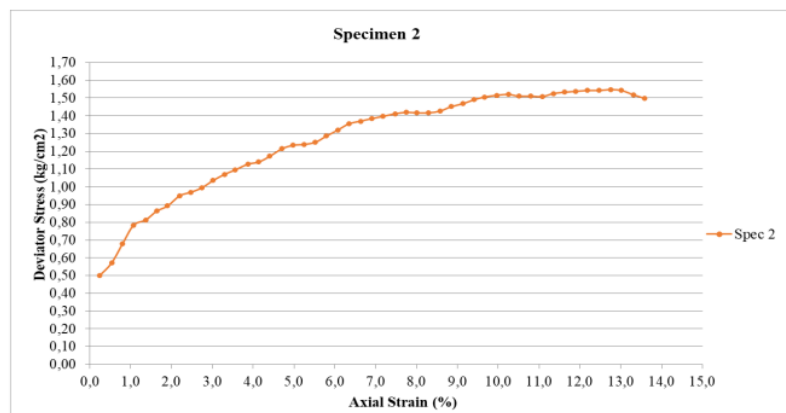
Untuk lapisan tanah pertama dan keenam, nilai modulus ( $E'$ ,  $E_u$ , dan  $E_{50}^{ref}$ ) didapatkan dari data triaxial *test* dan sisanya menggunakan asumsi yang digunakan pada umumnya. Adapun tahapan mencari nilai ketiga modulus pada salah satu lapisan (*layer* pertama) yaitu:

- a. Pada data triaxial *test* lapisan pertama dilakukan menggunakan tiga sampel tanah. Dari hasil uji triaxial didapatkan grafik *stress-strain* dari ketiga *specimen* tersebut. Masing-masing ketiga *specimen* itu dicari nilai modulusnya. Langkah awal, memisahkan garis grafik *stress-strain* dari ketiga *specimen* yang mana awalnya dijadikan satu grafik.



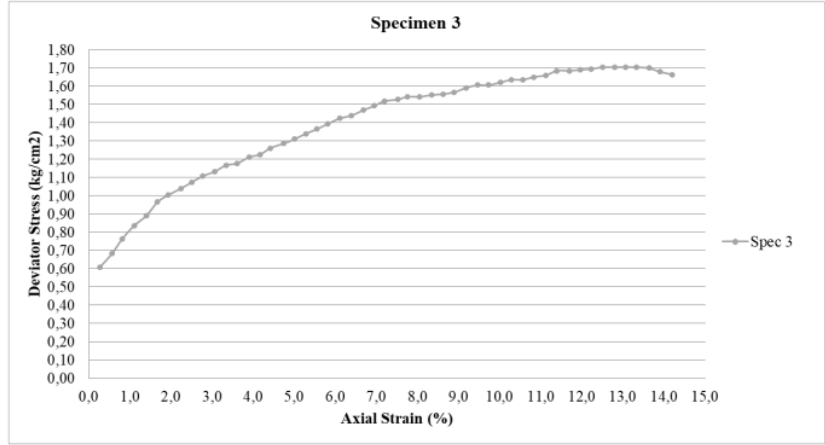
Gambar 5.2 Grafik *Stress-Strain Specimen 1*

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)



Gambar 5.3 Grafik *Stress-Strain Specimen 2*

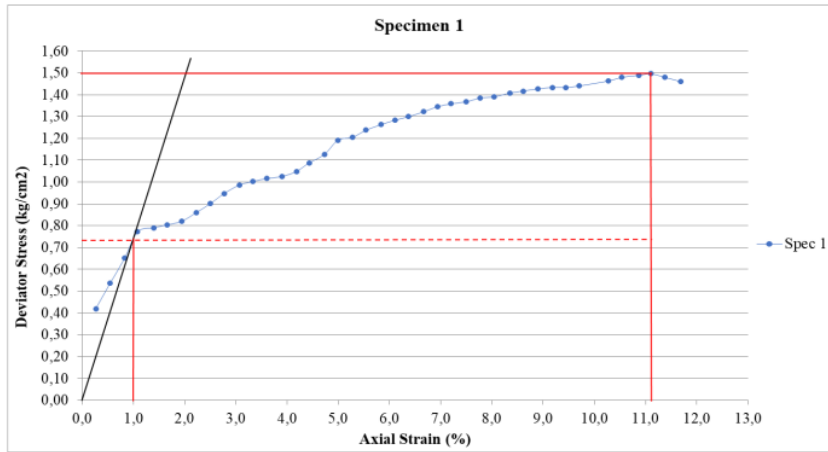
(Sumber: Analisa Penulis, 2024)



Gambar 5.4 Grafik *Stress-Strain Specimen 3*

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

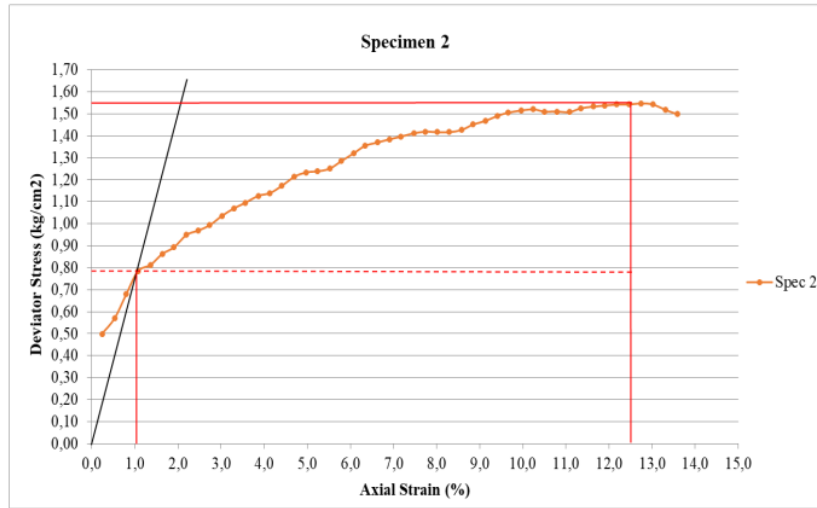
- b. Langkah selanjutnya yaitu mencari nilai maksimum *stress* pada masing-masing *specimen* kemudian nilai tersebut dibagi dua. Nilai *stress* tersebut ditarik sampai menyinggung grafik *stress-strain*, didapatlah nilai *strain* dari titik singgung tersebut. Nilai modulus yaitu membagi nilai 50% maksimum *stress* tadi dengan *strain* yang didapat dari garis singgung.



Gambar 5.5 Grafik Modulus *Specimen 1*

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

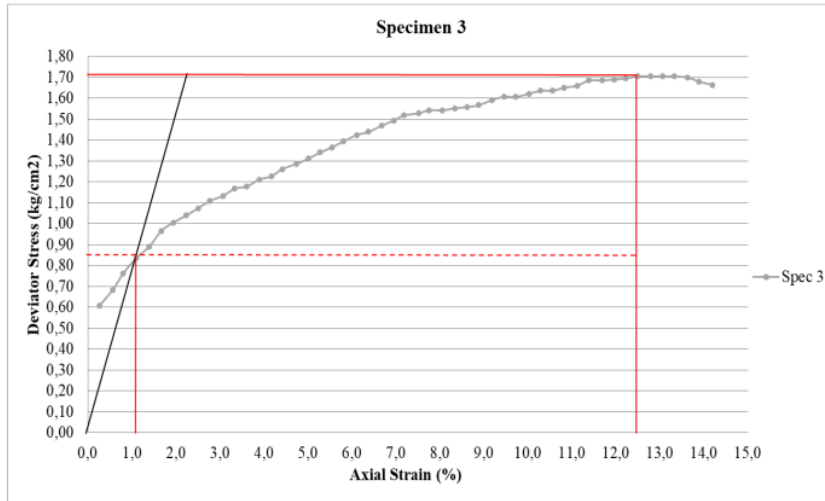
$$\text{Modulus specimen 1} = \frac{0,7424}{1,05\%} = 70,70476 \text{ kg/cm}^2 = 7070,476 \text{ kN/m}^2$$



Gambar 5.6 Grafik Modulus *Specimen 2*

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

$$\text{Modulus specimen 2} = \frac{0,7716}{1,1\%} = 70,15 \text{ kg/cm}^2 = 7014,55 \text{ kN/m}^2$$



Gambar 5.7 Grafik Modulus *Specimen 3*

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

$$\text{Modulus specimen 3} = \frac{0,8566}{1,23\%} = 69,642 \text{ kg/cm}^2 = 6964,2 \text{ kN/m}^2$$

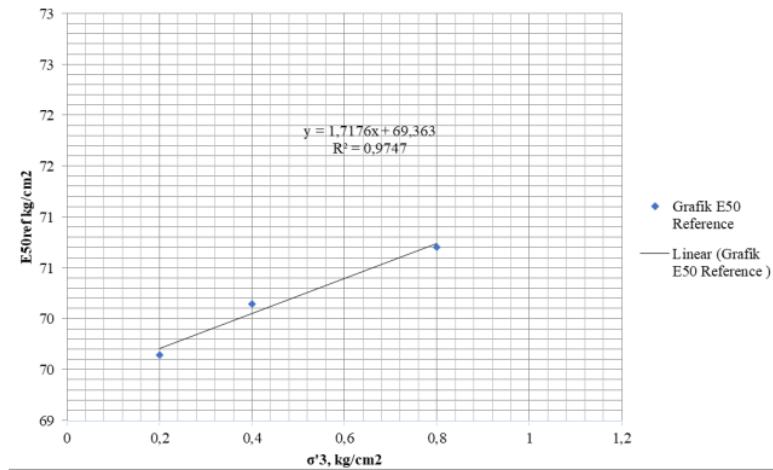
Nilai  $E_u$  pada pemodelan *Mohr Coulomb Undrained C*, diambil dari nilai modulus paling besar dari ketiga *specimen* yaitu 7070,476 kN/m<sup>3</sup>. Sedangkan nilai  $E'$  pada pemodelan *Mohr Coulomb Undrained B* menggunakan rumus empiris sebagai berikut:

$$E' = \frac{2 \times (1+\nu') \times E_u}{2 \times (1+\nu_u)}$$

$$= \frac{2 \times (1+0,45) \times 7070,476}{2 \times (1+0,495)}$$

$$= 6834,794 \text{ kN/m}^2$$

- c. Untuk menentukan modulus  $E_{50}^{\text{ref}}$  dibuat grafik nilai modulus dengan nilai lateral *pressure* atau tegangan utama minor efektif ( $\sigma'_3$ ) masing-masing *specimen* yang didapat dari lingkaran *Mohr*. Kemudian dibuatlah garis linear dari grafik tersebut sehingga menghasilkan sebuah persamaan.  $E_{50}^{\text{ref}}$  diambil ketika  $P_{\text{ref}} = 100 \text{ kPa}$  atau  $1 \text{ kg/cm}^2$ .



Gambar 5.8 Grafik  $E_{50}^{\text{ref}}$

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

$$E_{50}^{\text{ref}} = 1,7176 (1) + 69,363$$

$$= 71,081 \text{ kg/cm}^2 = 7108,06 \text{ kN/m}^2$$

Adapun rekapitulasi semua parameter per-lapisan tanah yaitu:

1  
Tabel 5.1 Parameter Tanah

Layer	1	2	3	4	5	6
Kedalaman (m)	0 - 7	7 - 11	11 - 14,5	14,5 - 22	22 - 25	25 - 30
Jenis Tanah	<i>Silty Clay</i>	<i>Silty Clay</i>	<i>Silty Sand</i>	<i>Silty Clay</i>	<i>Sandy Silty</i>	<i>Silty Clay</i>
N-SPT	11	30	60	40	29	22
Konsistensi	<i>Stiff</i>	<i>Very Stiff</i>	<i>Very Dense</i>	<i>Hard</i>	<i>Very Stiff</i>	<i>Very Stiff</i>
$\gamma_{unsat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	14,15	20,67	22	20,67	20,67	14
$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	16,7	22	23	22	22	16,8
K (m/day)	0,000864	0,000864	0,864	0,000864	0,000864	0,000864
Cu (kN/m <sup>3</sup> )	58,84	151,667	0	201	142,5	122,583
v'	0,45	0,4	0,3	0,35	0,4	0,4
E' (kN/m <sup>2</sup> )	6834,794	56811,594	104347,826	72602,007	53377,926	52046,667
Eu (kN/m <sup>2</sup> )	7070,476	60666,667	120000	80400	57000	55764,286
E <sub>50</sub> <sup>ref</sup> (kN/m <sup>2</sup> )	7108,06	56811,594	104347,826	72602,007	53377,926	42325
E <sub>oed</sub> <sup>ref</sup> (kN/m <sup>2</sup> )	7108,06	56811,594	104347,826	72602,007	53377,926	42325
E <sub>ur</sub> <sup>ref</sup> (kN/m <sup>2</sup> )	21324,18	170434,783	313043,478	217806,02	160133,779	126975
Power / m	1	1	0,5	1	0,7	1

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

### 5.2.2 Parameter Dinding Penahan Tanah

Jenis dinding penahan tanah yang digunakan yaitu *contiguous bored pile* dengan kedalaman 15 m. Berikut adalah parameter dinding penahan tanah yang digunakan:

- a. Diameter (b) : 1 m
- b. Mutu beton (f<sub>c</sub>) : 25 MPa
- c. Mutu baja (f<sub>y</sub>) : 420 MPa
- d. Modulus elastisitas (E) :  $4700 \times \sqrt{f_c}$   
:  $4700 \times \sqrt{25}$   
: 23500 MPa  
:  $2,35 \times 10^7$  kN/m<sup>3</sup>
- e. Kekakuan aksial (EA) : E x b x h  
:  $2,35 \times 10^7 \times 1 \times 1$   
:  $2,35 \times 10^7$  kN/m



f. Kekakuan lentur (EI) :  $\frac{E \times h^3 \times b}{12}$   
:  $\frac{2,35 \times 10^7 \times 1^3 \times 1}{12}$   
:  $1,9583 \times 10^6 \text{ kN/m}^2/\text{m}$

g. W : Luas DPT x Berat jenis beton  
:  $\frac{1}{4} \times \pi \times 1^2 \times 24$   
:  $18,84 \text{ kN/m/m}$

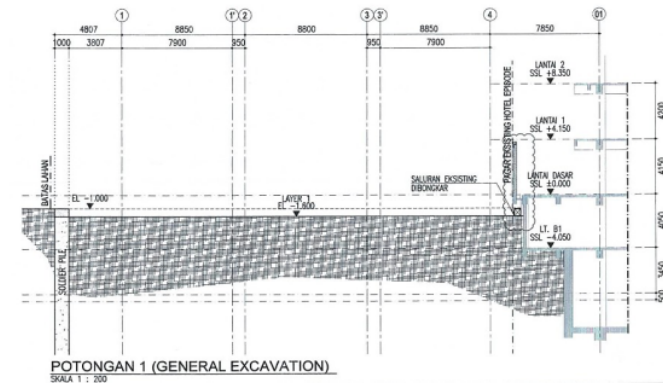
h. v : 0,15

### 5.2.3 Analisis Deformasi Lateral *Contiguous Bored Pile* menggunakan Plaxis

Pekerjaan galian untuk *basement* mengakibatkan deformasi lateral pada dinding penahan tanah. Pekerjaan galian ini melalui tiga tahap yaitu:

a. Galian 1 atau *General Excavation*

Pada tahapan ini, pekerjaan galian dilakukan hingga elevasi -1 m.

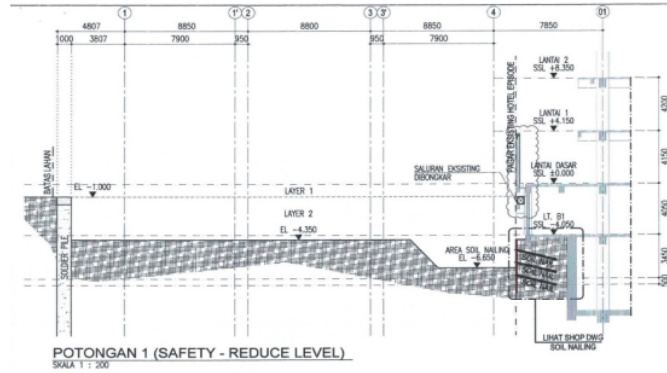


Gambar 5.9 Potongan *General Excavation*

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

b. Galian 2 atau Galian *Safety*

Sebelum dilakukan pekerjaan galian tahap ini, muka air tanah diturunkan menjadi -12,93 m kemudian baru dilakukan pekerjaan galian yang dilakukan hingga elevasi -4,35 m.

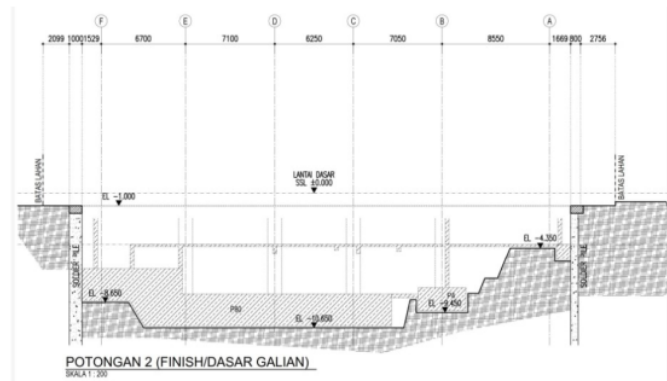


Gambar 5.10 Potongan Galian *Safety*

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

c. Galian 3 atau *Reduce Level*

Pada tahap ini merupakan tahapan pekerjaan galian dasar dimana kedalaman galian dasar yaitu -8,65 m.



Gambar 5.11 Potongan Dasar Galian

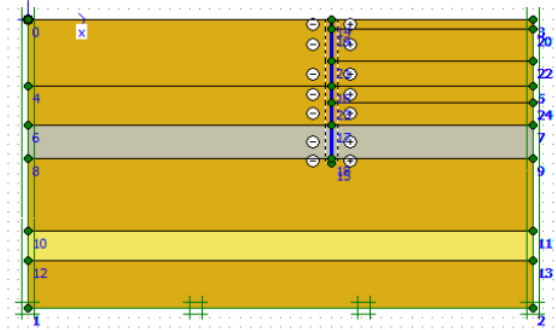
(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

Analisis galian dengan perkuatan dinding penahan tanah menggunakan Plaxis dilakukan dalam kondisi tahap galian terakhir atau galian dasar. Penjelasan mengenai tahapan konstruksi yang dimodelkan pada Plaxis 2D diuraikan sebagai berikut:

a. Tahapan Input

- 1) Merancang geometri sesuai kondisi lapangan. Pemodelan penampang melintang galian yang dilengkapi dengan dinding penahan tanah dalam

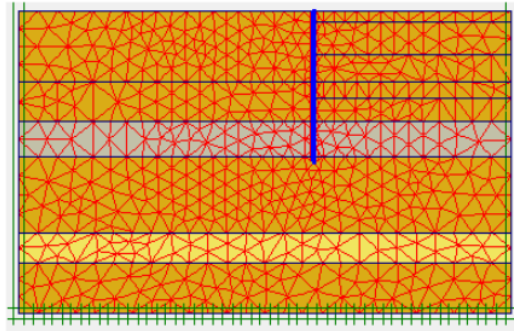
program Plaxis dilakukan dalam dua dimensi, dengan mempertimbangkan semua parameter data geoteknik. Langkah berikutnya adalah penerapan kondisi batas pada pemodelan agar perilaku pemodelan serealistis mungkin.



Gambar 5.12 Pemodelan pada Plaxis

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

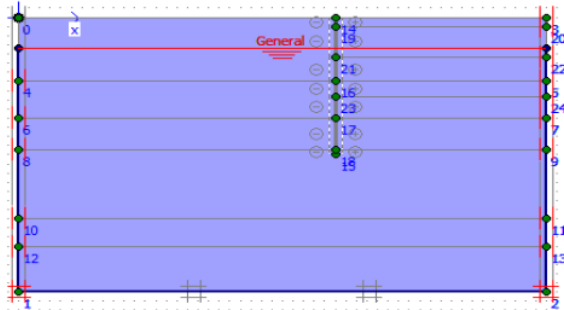
- Langkah selanjutnya adalah membagi geometri model menjadi elemen-elemen imajiner yang biasanya disebut *meshing*.



Gambar 5.13 *Meshing*

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

- Tahap berikutnya yaitu melakukan penetapan *initial condition*. Dalam tahap ini, tegangan air pori (*initial pore pressure*) dan tegangan awal (*initial stress*) didefinisikan. Perhitungan tegangan air pori dimulai dengan pemodelan muka air tanah awal dengan menggunakan garis *phreatic*.

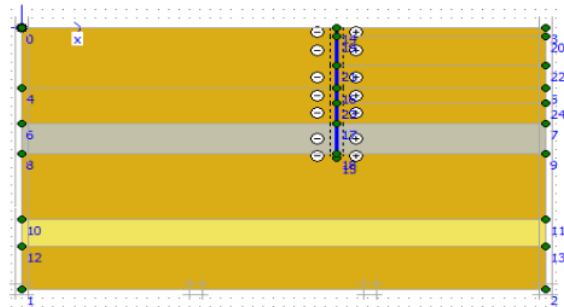


Gambar 5.14 *Initial Condition*

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

b. Tahapan *Calculation*

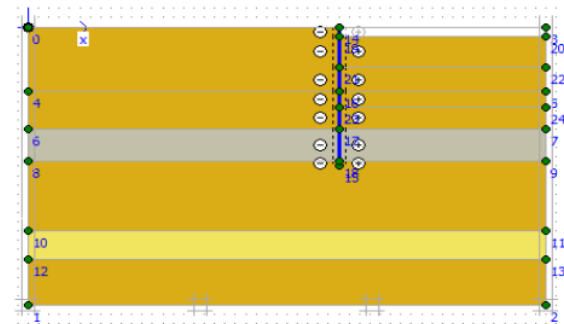
- 1) Mengaktifkan dinding penahan tanah yang dilakukan sebelum pekerjaan galian. Dinding penahan tanah dipasang sampai kedalaman 15 m.



Gambar 5.15 Pemasangan *Contiguous Bored Pile*

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

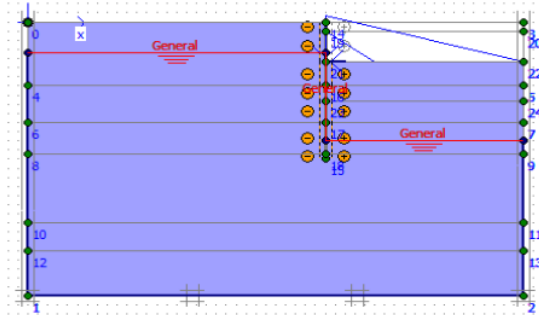
- 2) Pekerjaan galian tanah pertama hingga elevasi -1 m.



Gambar 5.16 Pekerjaan Galian Tahap 1

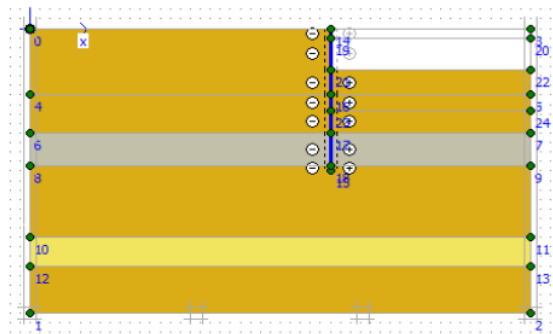
(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

- 3) Pekerjaan galian tanah kedua hingga elevasi -4,35. Sebelum pekerjaan galian, diturunkan terlebih dahulu muka air tanah sedalam -12,93 m.



Gambar 5.17 Penurunan Muka Air Tanah

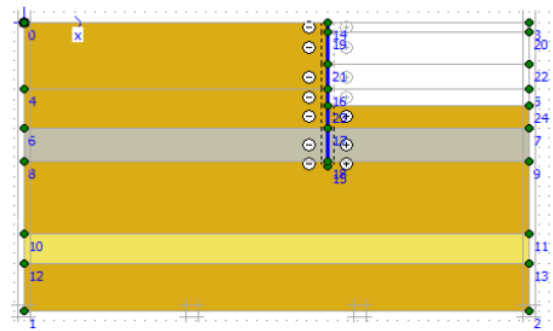
(Sumber: Analisa Penulis, 2024)



Gambar 5.18 Pekerjaan Galian Tahap 2

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

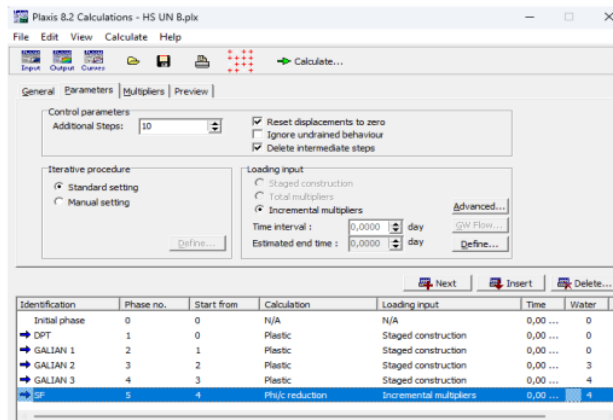
- 4) Pekerjaan galian tanah ketiga atau galian dasar hingga elevasi -8,65 m.



Gambar 5.19 Pekerjaan Galian Tahap 3

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

- 5) Perhitungan *safety factor* pada dinding penahan tanah. Tipe perhitungan fase ini didasarkan pada perhitungan *safety* dengan *output* berupa angka keamanan (*safety factor*) pada kondisi galian terakhir.
- 6) Melakukan proses kalkulasi. Setelah membuat pemodelan dan analisis, tahap selanjutnya adalah menghasilkan keluaran dari hasil pemodelan tersebut dalam bentuk perhitungan. Hasil perhitungan mencakup nilai total penurunan tanah (*displacement*), tekanan air pori berlebih (*excess pore pressure*), dan faktor keamanan (*safety factor*).



Gambar 5.20 Jendela *Calculation* Plaxis

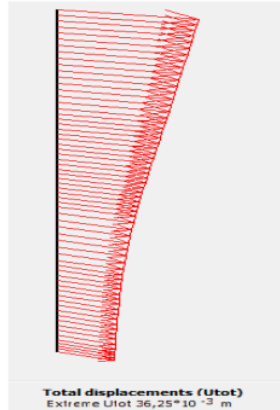
(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

c. Hasil Analisis Deformasi Lateral menggunakan Plaxis 2D

Analisis yang dikaji berupa kondisi jangka pendek (*total stress analysis*) dan jangka panjang (*effective stress analysis*). Untuk kedua analisis tersebut memiliki tahapan konstruksi yang sama, yang membedakan kedua analisis tersebut adalah parameternya. Berikut hasil yang didapatkan dari analisa deformasi lateral pada setiap pemodelan.

1) Deformasi lateral pemodelan *Mohr Coulomb Undrained B*

Pada pemodelan ini dilakukan analisis *long term* atau jangka panjang. Deformasi dinding penahan tanah yang didapatkan sebesar  $36,25 \times 10^{-3}$  m.



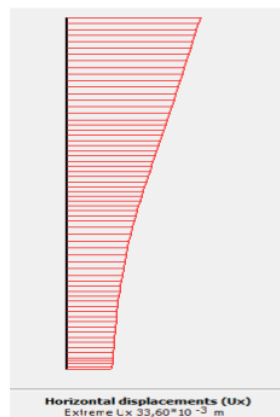
Gambar 5.21 Deformasi Lateral Pemodelan *Mohr Coulomb Undrained B*

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

2) Deformasi lateral pemodelan *Mohr Coulomb Undrained C*

Pada pemodelan ini dilakukan analisis *short term* atau jangka pendek.

Deformasi dinding penahan tanah yang didapatkan sebesar  $33,6 \times 10^{-3}$  m.



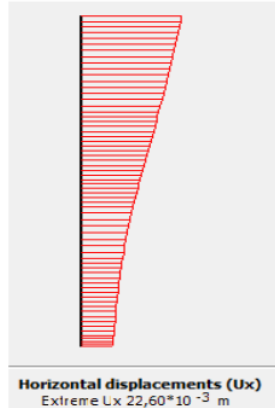
Gambar 5.22 Deformasi Lateral Pemodelan *Mohr Coulomb Undrained C*

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

3) Deformasi lateral pemodelan *Hardening Soil Undrained B*

Pada pemodelan ini dilakukan analisis *short term* atau jangka panjang.

Deformasi dinding penahan tanah yang didapatkan sebesar  $22,6 \times 10^{-3}$  m.



Gambar 5.23 Deformasi Lateral Pemodelan *Hardening Soil*

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

4) Deformasi izin

Nilai syarat deformasi lateral izin dinding penahan tanah mengikuti peraturan SNI 8460-2017 Pasal 11.5 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik.

Tabel 5.2 Batasan Deformasi Lateral Dinding Penahan Tanah

Batas Maksimum Deformasi Lateral Dinding	Lokasi Gedung dan Infrastruktur Terdekat			
	Zona 1 ( $x/H < 1$ )	Zona 2 ( $1 < x/H < 2$ )	Zona 3 ( $x/H > 2$ )	
			Tanah Tipe A	Tanah Tipe B
Batas izin maksimum deformasi lateral ( $\delta w/H$ )	0,50 %	0,70 %	0,70 %	1,00 %

(Sumber: SNI 8460-2017)

Keterangan:

$x$  : Jarak dari batas galian (m)

$H$  : Kedalaman galian (m)

$\delta w$  : Defleksi dinding (m)

Tipe tanah A : Tanah lempung dan lanau *overconsolidated* (*overconsolidated stiff clays* dan *silt*), tanah residual (*residual soils*), dan tanah pasir dengan kepadatan sedang sampai dengan padat (*medium to dense sands*).

Tipe tanah B : Tanah lempung dan lanau lunak (*soft clays, silt*), tanah organik (*organic soils*) dan tanah timbunan tidak terdapatkan (*loose fill*).



Lokasi gedung JHL S8 Office ini menurut Pasal 11.5 termasuk zona 1, yaitu rasio jarak dari batas galian ke gedung terdekat proyek dengan kedalaman galian kurang dari 1.

$$\begin{aligned}
 0,5 \% H &= 0,5 \% \times 8,65 \text{ m} \\
 &= 0,04325 \text{ m} \\
 &= 43,25 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Sehingga deformasi izin dinding penahan tanah *contiguous bored pile* adalah 43,25 mm.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Hasil Analisa Deformasi Lateral

Pemodelan	Deformasi Lateral (mm)	Keterangan
<i>Mohr Coulomb Undrained B</i>	36,25	Memenuhi
<i>Mohr Coulomb Undrained C</i>	33,6	Memenuhi
<i>Hardening Soil Undrained B</i>	22,6	Memenuhi

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

Berdasarkan Tabel 5.3, hasil deformasi lateral maksimum pada ketiga pemodelan terjadi pada galian ketiga. *Mohr Coulomb* pada kondisi tegangan efektif (analisis jangka panjang) memiliki deformasi lateral dinding penahan tanah yaitu 36,25 mm, *Mohr Coulomb* pada kondisi tegangan total (analisis jangka pendek) memiliki deformasi lateral sebesar 33,6 mm, sedangkan pada pemodelan *Hardening Soil* pada kondisi tegangan efektif (analisis jangka panjang) memiliki deformasi sebesar 22,6 mm.

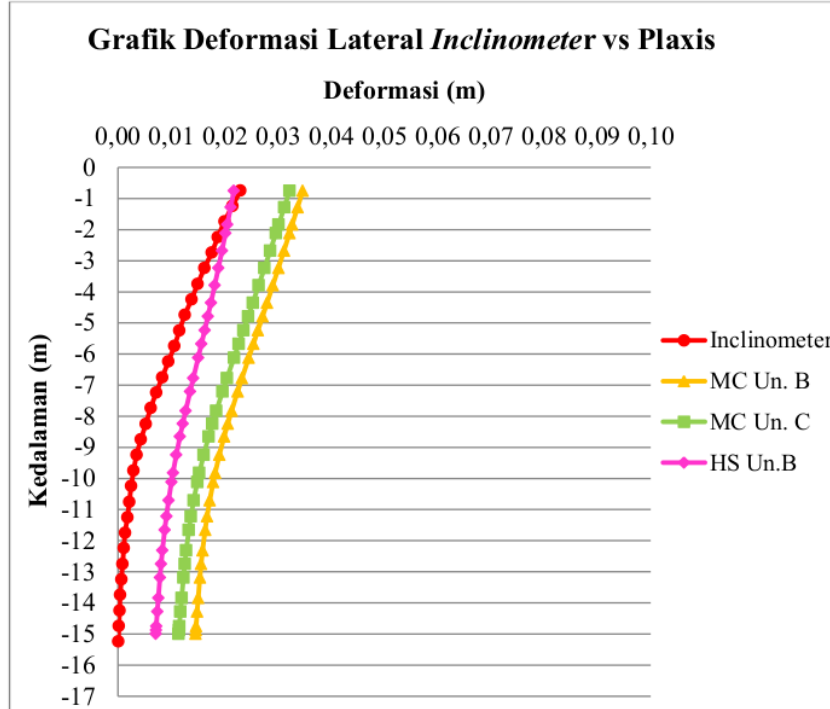
Dari ketiga pemodelan *output* deformasi lateral tidak melampaui batas izin yaitu 43,25 mm, maka pekerjaan galian yang dilakukan dinyatakan aman. Hasil dari deformasi lateral maksimum *contiguous bored pile* yang berada di galian ketiga lalu dibandingkan hasil monitoring *inclinometer*.

Tabel 5.4 Hasil Deformasi Lateral *Inclinometer* dan Plaxis

Kedalaman (m)	Deformasi (m)	Kedalaman (m)	Deformasi MC B (m)	Deformasi MC C (m)	Deformasi HS (m)
-0,75	0,02297	-0,75	0,03467	0,03220	0,02175
-1,24	0,02148	-1,28	0,03371	0,03120	0,02114

-1,73	0,01999	-1,84	0,03269	0,03015	0,02050
-2,24	0,01873	-2,12	0,03218	0,02962	0,02018
-2,74	0,01759	-2,68	0,03115	0,02856	0,01952
-3,23	0,01621	-3,23	0,03011	0,02749	0,01884
-3,74	0,01495	-3,79	0,02906	0,02640	0,01815
-4,24	0,01381	-4,35	0,02799	0,02530	0,01743
-4,74	0,01255	-4,79	0,02713	0,02442	0,01685
-5,25	0,01152	-5,23	0,02627	0,02354	0,01626
-5,74	0,01060	-5,68	0,02541	0,02265	0,01566
-6,24	0,00945	-6,12	0,02455	0,02177	0,01505
-6,75	0,00831	-6,78	0,02326	0,02045	0,01413
-7,24	0,00716	-7,21	0,02245	0,01962	0,01353
-7,74	0,00613	-7,83	0,02132	0,01846	0,01269
-8,25	0,00522	-8,24	0,02061	0,01772	0,01215
-8,74	0,00430	-8,65	0,01992	0,01701	0,01163
-9,24	0,00350	-9,24	0,01903	0,01608	0,01094
-9,75	0,00293	-9,83	0,01823	0,01526	0,01031
-10,24	0,00247	-10,12	0,01787	0,01488	0,01002
-10,75	0,00212	-10,71	0,01722	0,01420	0,00949
-11,25	0,00178	-11,22	0,01672	0,01368	0,00908
-11,74	0,00132	-11,66	0,01635	0,01330	0,00876
-12,24	0,00109	-12,31	0,01588	0,01281	0,00834
-12,75	0,00086	-12,75	0,01561	0,01253	0,00809
-13,25	0,00063	-13,19	0,01537	0,01228	0,00787
-13,74	0,00041	-13,84	0,01505	0,01194	0,00757
-14,25	0,00029	-14,28	0,01486	0,01173	0,00738
-14,75	0,00018	-14,75	0,01466	0,01150	0,00718
-15,24	0,00006	-14,88	0,01461	0,01144	0,00713
-15,75	0,00006	-15,00	0,01456	0,01138	0,00708

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)



Gambar 5.24 Grafik Deformasi Lateral *Inclinometer* dengan Plaxis

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

Tabel 5.5 Perbandingan Hasil Deformasi Lateral *Inclinometer* dan Plaxis

Deformasi (Kedalaman)	<i>Inclinometer</i> (mm)	MC Un.B (mm)	MC Un.C (mm)	HS (mm)
-0,75 m)	22,969	34,668	32,198	21,749
Persentase Error		33,74%	28,66%	5,61%

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

Pada penelitian ini dilakukan dua kondisi yaitu jangka panjang (*long term*) dan (*short term*). Jangka panjang dimodelkan dengan pemodelan *Mohr Coulomb Undrained B* dan *Hardening Soil Undrained B*, sedangkan kondisi jangka pendek dimodelkan dengan *Mohr Coulomb Undrained C*. Ditinjau dari pemodelan *Mohr Coulomb*, berdasarkan hasil *output* deformasi lateral dinding penahan tanah, *Mohr Coulomb Undrained C* lebih mendekati hasil pembacaan di lapangan menggunakan *inclinometer* daripada *Mohr Coulomb Undrained B*.

Hal ini dikarenakan parameter kekakuan dari *Mohr Coulomb Undrained C* lebih besar. Sehingga bisa disimpulkan, perilaku jangka pendek lebih kritis dibandingkan jangka panjang.

Sedangkan berdasarkan jenis pemodelan *Mohr Coulomb* dengan *Hardening Soil* dimana kedua pemodelan tersebut dianalisis dengan kondisi jangka panjang, deformasi lateral yang mendekati dengan *inclinometer* yaitu *Hardening Soil*. Penggunaan model konstitutif tingkat lanjut, seperti model *Hardening Soil*, membutuhkan kajian parameter tanah yang lebih lengkap dan komprehensif. Khususnya, variasi nilai  $E_{50}^{ref}$  dan  $E_{ur}^{ref}$  pada khusus galian harus diperhatikan.  $E_{ur}^{ref}$  memperhitungkan kekakuan tanah yang berkurang akibat pengurangan beban tanah atau galian, dengan  $E_{ur}^{ref}$  diinput lebih tinggi dibandingkan dengan nilai E yang diterapkan dalam model *Mohr Coulomb*. Oleh karena itu, pemodelan *output Hardening Soil* kerap mendekati hasil uji di lapangan.

### 5.3 Analisis Faktor Keamanan

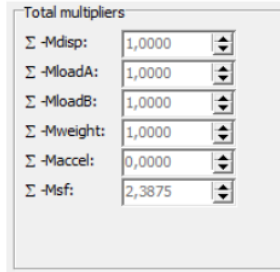
Pada penelitian ini, analisis faktor keamanan dilakukan menggunakan metode elemen hingga yaitu dengan Plaxis dan perhitungan manual. Dari kedua metode tersebut dianalisa sehingga mengetahui dinding penahan tersebut dikatakan aman dan stabil untuk pembangunan *basement* atau tidak. Angka keamanan yang di analisa yaitu pada saat galian terakhir atau ketiga.

#### 5.3.3 Analisis Faktor Keamanan menggunakan Plaxis

Angka keamanan di Plaxis dapat dilihat dengan menambahkan *phase* kemudian mengubah *calculation type* menjadi *phi/c reduction*. Umumnya batas izin faktor keamanan stabilitas dinding penahan tanah pada Plaxis lebih dari 1,5. Berikut adalah hasil *safety factor* dari ketiga pemodelan yang telah dianalisa:

##### a. *Mohr Coulomb Undrained B*

Pada pemodelan jangka panjang ini dihasilkan *safety factor* pada galian terakhir sebesar 2,3875.

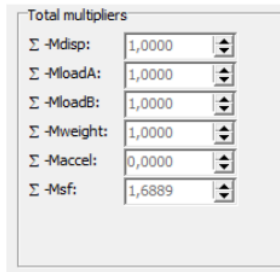


Gambar 5.25 *Safety Factor* Pemodelan *Mohr Coulomb Undrained B*

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

b. *Mohr Coulomb Undrained C*

Pada pemodelan jangka pendek ini dihasilkan *safety factor* pada galian terakhir sebesar 1,6889.

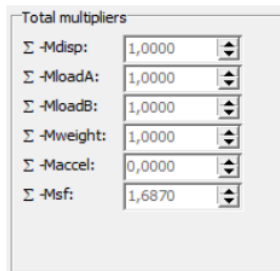


Gambar 5.26 *Safety Factor* Pemodelan *Mohr Coulomb Undrained C*

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

c. *Hardening Soil Undrained B*

Pada pemodelan jangka panjang ini dihasilkan *safety factor* pada galian terakhir sebesar 1,687.



Gambar 5.27 *Safety Factor* Pemodelan *Hardening Soil*

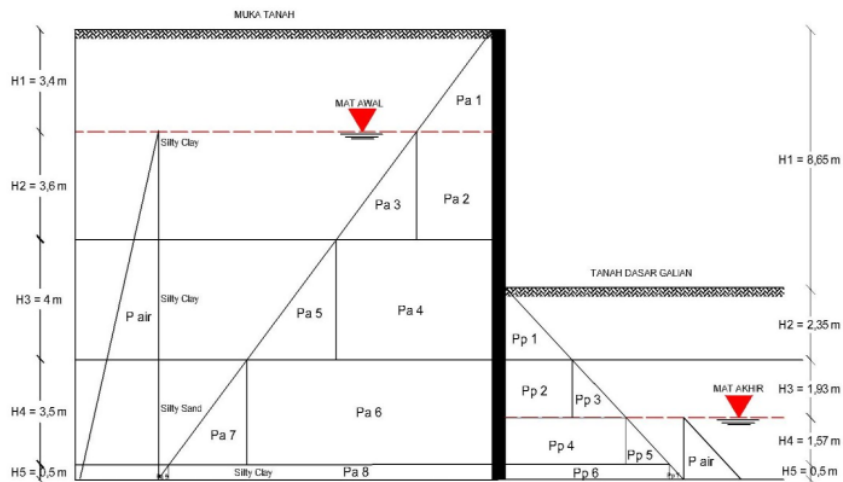
(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

Dari ketiga pemodelan, angka kewanan tidak melewati batas syarat pada umumnya yaitu 1,5. Maka dari itu, kondisi tanah pada saat pekerjaan galian untuk pembangunan *basement* masih aman.

### 5.3.2 Analisis Faktor Keamanan menggunakan Perhitungan Manual

Dalam SNI 8460:2017, persyaratan desain yang diterapkan pada struktur dinding penahan tanah menekankan keamanan yang utama dalam tiga aspek yakni, stabilitas terhadap pergeseran, stabilitas terhadap penggulingan, dan stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung tanah. Batas nilai angka faktor aman untuk geser yaitu  $\geq 1,5$  dan guling  $\geq 2$  (Badan SNI 8460:2017, 2017). Metode yang dipilih untuk perhitungan faktor keamanan dinding penahan tanah adalah metode Rankine. Langkah-langkah analisis yang dilakukan mencakup:

- Pembuatan diagram tekanan tanah lateral
- Perhitungan tegangan tanah aktif dan tegangan tanah pasif
- Kalkulasi tekanan tanah aktif ( $P_a$ ) dan tekanan tanah pasif ( $P_p$ ) menggunakan metode Rankine
- Penentuan titik berat pada setiap diagram tegangan tanah aktif dan pasif
- Perhitungan momen tanah aktif dan pasif
- Menghitung faktor keamanan.



Gambar 5.28 Diagram Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

Dalam perhitungan tekanan tanah lateral ini dibutuhkan data seperti  $\gamma_{\text{unsat}}$ ,  $\gamma_{\text{sat}}$ ,  $\gamma'$ ,  $\phi$ , Ka, dan Kp.

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

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

Tabel 5.6 Parameter Tanah untuk Perhitungan Tekanan Tanah Lateral

Layer	Kedalaman (m)	$\gamma_{\text{unsat}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{\text{sat}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	C' (kN/m <sup>2</sup> )	Ka	Kp
1	0 – 7	14,15	16,7	6,89	21	39,227	0,687	2,117
2	7 – 14,5	20,67	22	12,19	24	101,111	0,662	2,283
3	14,5 – 22	22	23	13,19	40	0	0,466	4,599
4	22 – 25	20,67	22	12,19	25	134	0,647	2,464

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

a. Perhitungan untuk Tekanan Tanah Aktif

Tabel 5.7 Perhitungan Tekanan Tanah Aktif

Bidang	Rumus	Hasil (kN/m)	
1	$(1/2 \times \gamma_{\text{unsat}1} \times H_2^2 \times K_{a2}) + (2 \times c' \times \sqrt{K_{p2}} \times H_2)$	$(1/2 \times 14,15 \times 3,4^2 \times 0,47) - (2 \times 39,227 \times 0,687 \times 3,4)$	-144,693
2	$\gamma_{\text{unsat}1} \times h_1^2 \times K_{a2}$	$14,15 \times 3,4^2 \times 0,47$	77,265
3	$(1/2 \times \gamma_{\text{sat}1} \times H_2^2 \times K_{a1}) - (2 \times c' \times \sqrt{K_{a1}} \times H_2)$	$(1/2 \times 16,7 \times 3,6^2 \times 0,47) - (2 \times 39,227 \times 0,687 \times 3,6)$	-142,993
4	$((H_1 \times \gamma_{\text{unsat}1} + H_2 \times \gamma_1) \times K_{a2}) \times H_3^2$	$((3,4 \times 14,15 + 3,6 \times 6,89) \times 0,44) \times 4^2$	511,165
5	$(1/2 \times \gamma_2 \times H_3^2 \times K_{a2}) - (2 \times c' \times \sqrt{K_{a2}} \times H_3)$	$(1/2 \times 12,19 \times 4^2 \times 0,44) - (2 \times 101,111 \times 0,662 \times 4)$	-492,659
6	$((H_1 \times \gamma_{\text{unsat}1} + H_2 \times \gamma_1 + H_3 \times \gamma_2) \times K_{a3}) \times H_4^2$	$((3,4 \times 14,15 + 3,6 \times 6,89 + 4 \times 12,19) \times 0,22) \times 3,5^2$	324,161
7	$(1/2 \times \gamma_3 \times H_4^2 \times K_{a3})$	$(1/2 \times 13,19 \times 3,5^2 \times 0,22)$	17,571
8	$((H_1 \times \gamma_{\text{unsat}1} + H_2 \times \gamma_1 + H_3 \times \gamma_2 + H_4 \times \gamma_3) \times K_{a4}) \times H_5^2$	$((3,4 \times 14,15 + 3,6 \times 6,89 + 4 \times 12,19 + 3,5 \times 13,19) \times 0,41) \times 0,5^2$	17,033
9	$(1/2 \times \gamma_4 \times H_5^2 \times K_{a4}) - (2 \times c' \times \sqrt{K_{a4}} \times H_5)$	$(0,5 \times 12,19 \times 4^2 \times 0,41) - (2 \times 134 \times 0,637 \times 0,5)$	-84,749
Air	$1/2 \times H_{\text{air}}^2 \times \gamma_w$	$1/2 \times 11,6^2 \times 9,807$	659,815
	$\sum Pa$		741,915

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

Tabel 5.8 Perhitungan Jarak Lengan Tekanan Tanah Aktif

Bidang	Rumus	Hasil (m)	
1	$\frac{1}{3} \times H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5$	$\frac{1}{3} \times 3,4 + 3,6 + 4 + 3,5 + 0,5$	12,73
2	$\frac{1}{2} \times H_2 + H_3 + H_4 + H_5$	$\frac{1}{2} \times 3,6 + 4 + 3,5 + 0,5$	9,8
3	$\frac{1}{3} \times H_2 + H_3 + H_4 + H_5$	$\frac{1}{3} \times 3,6 + 4 + 3,5 + 0,5$	9,2
4	$\frac{1}{2} \times H_3 + H_4 + H_5$	$\frac{1}{2} \times 4 + 3,5 + 0,5$	6
5	$\frac{1}{3} \times H_3 + H_4 + H_5$	$\frac{1}{3} \times 4 + 3,5 + 0,5$	5,33
6	$\frac{1}{2} \times H_4 + H_5$	$\frac{1}{2} \times 3,5 + 0,5$	2,25
7	$\frac{1}{3} \times H_4 + H_5$	$\frac{1}{3} \times 3,5 + 0,5$	1,67
8	$\frac{1}{2} \times H_5$	$\frac{1}{2} \times 0,5$	0,25
9	$\frac{1}{3} \times H_5$	$\frac{1}{3} \times 0,5$	0,17
Air	$\frac{1}{3} \times H_{air}$	$\frac{1}{3} \times 11,6$	3,87

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

Tabel 5.9 Perhitungan Momen Tekanan Tanah Aktif

Bidang	Pa (kN/m)	Jarak (m)	Momen (kN)
1	-144,693	12,73	-1842,43
2	77,265	9,8	757,197
3	-142,993	9,2	-1315,54
4	511,165	6	3067,512
5	-492,659	5,33	-2614,961
6	324,161	2,25	729,362
7	17,571	1,67	29,285
8	17,033	0,25	4,258
9	-84,749	0,17	-14,125
Air	659,815	3,87	2551,285
$\sum Ma$			1338,77

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

## b. Perhitungan untuk Tekanan Tanah Pasif

Tabel 5.10 Perhitungan Tekanan Tanah Aktif

Bidang	Rumus	Hasil (kN/m)	
1	$(\frac{1}{2} \times \gamma_{unsat2} \times H_2^2 \times Kp_2) + (2 \times c' \times \sqrt{Kp_2} \times H_2)$	$(\frac{1}{2} \times 20,67 \times 2,35^2 \times 2,283) + (2 \times 101,111 \times 1,51 \times 2,35)$	848,242
2	$\gamma_{unsat2} \times H_2^2 \times Kp_3$	$20,67 \times 2,35^2 \times 4,599$	524,881
3	$(\frac{1}{2} \times \gamma_{unsat3} \times H_3^2 \times Kp_3)$	$(\frac{1}{2} \times 22 \times 1,93^2 \times 4,599)$	188,435
4	$((H_2 \times \gamma_{unsat2} + H_3 \times \gamma_{unsat3}) \times Kp_3) \times H_4^2$	$((2,35 \times 20,67 + 1,93 \times 22) \times 1,57) \times 1,57^2$	1031,865
5	$(\frac{1}{2} \times \gamma_3 \times H_4^2 \times Kp_3)$	$(\frac{1}{2} \times 12,19 \times 1,57^2 \times 4,599)$	69,109
6	$((H_2 \times \gamma_{unsat2} + H_3 \times \gamma_{unsat3} + H_4 \times \gamma_3) \times Kp_4) \times H_5^2$	$((2,35 \times 20,67 + 1,93 \times 22 + 1,57 \times 12,19) \times 2,464) \times 0,5^2$	67,862
7	$(\frac{1}{2} \times \gamma_4 \times H_5^2 \times Kp_4) + (2 \times c' \times \sqrt{Kp_4} \times H_5)$	$(\frac{1}{2} \times 12,19 \times 0,5^2 \times 2,464) + (2 \times 134 \times 1,57 \times 0,5)$	214,093



Air	$\frac{1}{2} \times H_{air}^2 \times \gamma_w$	$\frac{1}{2} \times 2,07^2 \times 9,807$	21,011
$\Sigma Pp$			2965,499

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

Tabel 5.11 Perhitungan Jarak Lengan Tekanan Tanah Pasif

Bidang	Rumus	Hasil (m)	
1	$\frac{1}{3} \times H_2 + H_3 + H_4 + H_5$	$\frac{1}{3} \times 2,35 + 1,93 + 1,57 + 0,5$	4,78
2	$\frac{1}{2} \times H_3 + H_4 + H_5$	$\frac{1}{2} \times 1,93 + 1,57 + 0,5$	3,04
3	$\frac{1}{3} \times H_3 + H_4 + H_5$	$\frac{1}{3} \times 1,93 + 1,57 + 0,5$	2,71
4	$\frac{1}{2} \times H_4 + H_5$	$\frac{1}{2} \times 1,57 + 0,5$	1,29
5	$\frac{1}{3} \times H_4 + H_5$	$\frac{1}{3} \times 1,57 + 0,5$	1,02
6	$\frac{1}{2} \times H_5$	$\frac{1}{2} \times 0,5$	0,25
7	$\frac{1}{3} \times H_5$	$\frac{1}{3} \times 0,5$	0,17
Air	$\frac{1}{3} \times H_{air}$	$\frac{1}{3} \times 2,07$	0,69

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

Tabel 5.12 Perhitungan Momen Tekanan Tanah Pasif

Bidang	Pa (kN/m)	Jarak (m)	Momen (kN)
1	848,242	4,78	4057,425
2	524,881	3,04	1593,015
3	188,435	2,71	511,288
4	1031,865	1,29	1325,946
5	69,109	1,02	70,722
6	67,862	0,25	16,966
7	214,093	0,17	35,682
Air	21,011	0,69	14,498
$\Sigma Mp$			7625,541

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

Dalam perencanaan ini, diperoleh hasil berupa tekanan tanah dan momen yang terjadi sebagai berikut:

$$\Sigma Pa = 741,915 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma Ma = 1338,77 \text{ kN}$$

$$\Sigma Pp = 2965,499 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma Mp = 7625,541 \text{ kN}$$

### c. Stabilitas terhadap Geser

Adapun faktor aman stabilitas terhadap penggeseran untuk dinding penahan tanah yaitu:

$$F_{gs} = \frac{\Sigma Pp}{\Sigma Pa} \geq 1,5$$

$$= \frac{2965,499}{741,915}$$

$$= 3,997$$

<sup>34</sup>  $F_{gs} > 1,5$  maka struktur aman dan stabil terhadap gaya geser.

d. Stabilitas terhadap Guling

Faktor aman terhadap penggulingan ( $F_{gl}$ ) didefinisikan sebagai berikut:

$$F_{gl} = \frac{\sum Mp}{\sum Ma} \geq 2$$

$$= \frac{7625,541}{1358,77}$$

$$= 5,696$$

$F_{gl} > 2$  maka struktur aman dan stabil terhadap gaya guling.

Tabel 5.13 Rekapitulasi SF Perhitungan Manual dan Plaxis

Metode	Plaxis			Perhitungan Manual	
	MC Un.B	MC Un.C	HS Un.B	Geser	Guling
<i>Safety Factor</i>	2,3875	1,6889	1,687	3,997	5,696

(Sumber: Analisa Penulis, 2024)

Terlihat bahwa perhitungan yang dilakukan oleh perangkat lunak (Plaxis) menunjukkan perbedaan nilai faktor keamanan (SF) yang cukup jauh dengan perhitungan manual. Perbedaan ini terjadi karena perhitungan oleh Plaxis lebih mendetail dibandingkan dengan perhitungan manual. Plaxis memiliki lebih banyak parameter *input* tanah sehingga menghasilkan nilai faktor keamanan yang lebih akurat dan lebih rendah.

**KESIMPULAN DAN SARAN****6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa deformasi lateral *contiguous bored pile* akibat pekerjaan galian dalam pada Proyek JHL S8 *Office Gading Serpong*, Kabupaten Tangerang, Banten sebagai berikut:

- a. Hasil analisis yang terjadi pada *contiguous bored pile* menghasilkan gaya-gaya dalam salah satunya deformasi lateral atau deformasi horizontal. Besarnya hasil deformasi lateral maksimum *contiguous bored pile* berdiameter 1 m dan tinggi 15 m yang diperoleh menggunakan *software* Plaxis pemodelan *Mohr Coulomb Undrained B* (jangka panjang) adalah 36,25 mm, pemodelan *Mohr Coulomb Undrained C* (jangka pendek) sebesar 33,6 mm, dan pemodelan *Hardening Soil Undrained B* (jangka pendek) yaitu 22,6 mm.
- b. Dari pengujian lapangan *inclinometer* di titik tinjauan yang sama, didapat deformasi lateral maksimum yang terjadi sebesar 22,969 mm. Sehingga perbandingan hasil tersebut dengan menggunakan Plaxis 2D pada *Mohr Coulomb Undrained B* sebesar 33,74%, *Mohr Coulomb Undrained C* sebesar 28,66%, dan *Hardening Soil Undrained B* sebesar 5,61%. Dilihat dari kondisi analisa untuk pemodelan *Mohr Coulomb*, jangka pendek lebih mendekati hasil *inclinometer* karena parameter kekakuan yang dibutuhkan lebih besar. Sedangkan berdasarkan pemodelan, secara umum deformasi horizontal yang dihasilkan oleh model *Hardening Soil* menunjukkan tingkat kekritisian yang lebih tinggi dibandingkan dengan deformasi yang dihasilkan oleh model *Mohr Coulomb*.
- c. Nilai faktor keamanan dinding penahan tanah pada tahap galian terakhir dianalisa menggunakan program Plaxis dan perhitungan manual dengan metode Rankine. Pada perhitungan menggunakan Plaxis didapatkan nilai angka aman untuk pemodelan *Mohr Coulomb Undrained B* sebesar 2,3875, *Mohr Coulomb Undrained C* sebesar 1,6889, dan *Hardening Soil* sebesar 1,687,

dimana ketiga hasil tersebut dikatakan aman karena lebih besar dari yang disyaratkan yaitu 1,5. Perhitungan manual didapatkan nilai *safety factor* terhadap pergeseran dan penggulingan. Nilai angka aman terhadap pergeseran yaitu 3,997 lebih besar dari yang disyaratkan menurut SNI 8460-2017 yaitu 1,5. Nilai angka aman terhadap penggulingan yaitu 5,696 lebih besar dari yang disyaratkan menurut SNI 8460-2017 yaitu 2.

## 6.2 Saran

Dari hasil analisa dan kesimpulan diatas, penulis memberi saran diantaranya sebagai berikut:

- a. Dalam penyelidikan tanah, disarankan agar pengujian dilakukan secara menyeluruh dan lapis demi lapis. Dengan demikian, parameter-parameter tanah dapat diperoleh secara akurat di laboratorium tanpa bergantung pada pendekatan empiris melalui studi parameter.
- b. Sebaiknya memastikan terlebih dahulu untuk mempunyai data tanah yang lengkap dan akurat.
- c. Dalam menganalisis deformasi lateral dan *safety factor* keamanan dinding penahan tanah, sebaiknya dilakukan perhitungan menggunakan metode alternatif atau *software* yang lain untuk melakukan perbandingan dan *cross check* dalam memastikan akurasi dalam perhitungan.

## DAFTAR PUSTAKA

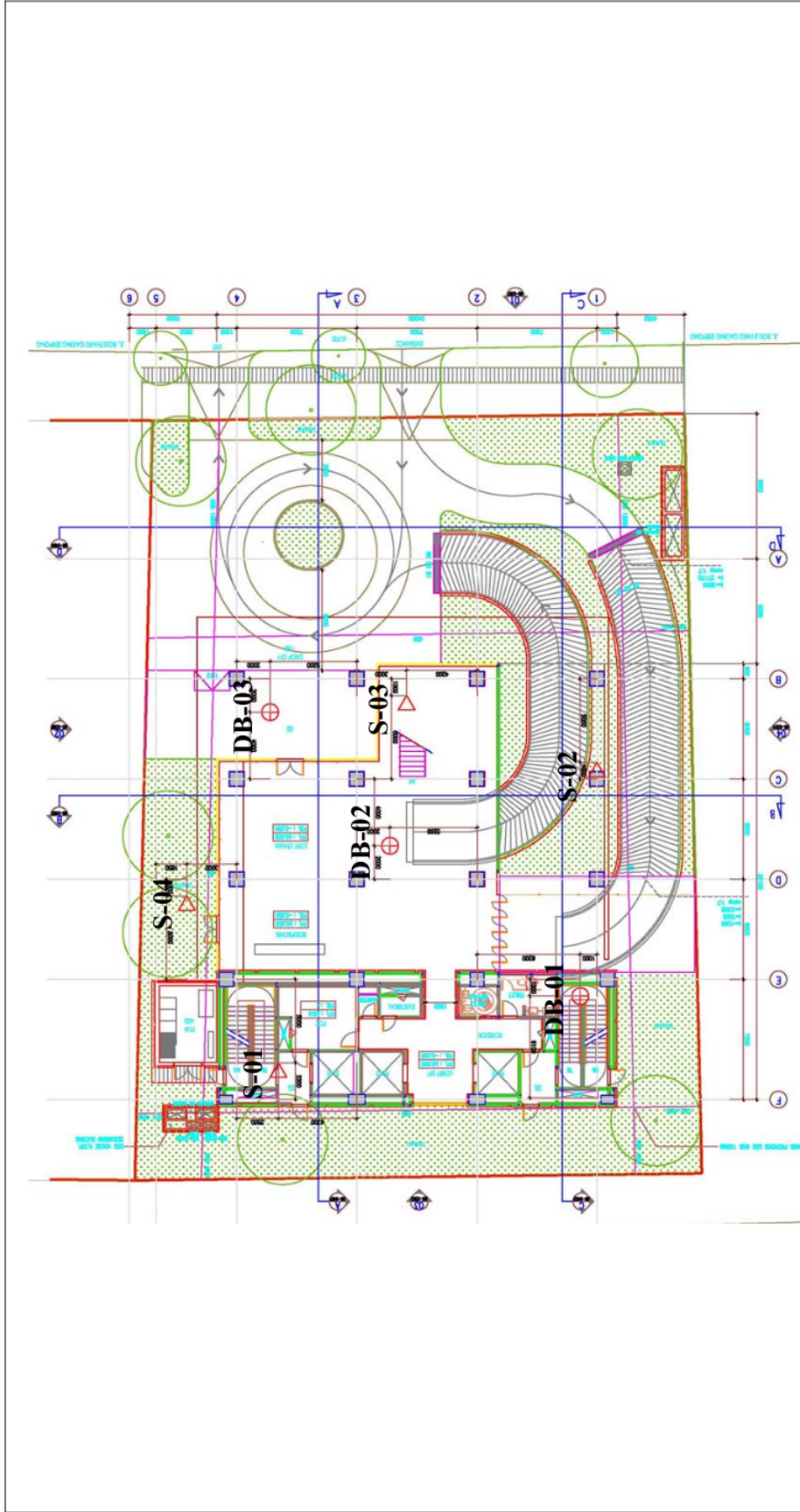
- Alfana, S., Ra, Assafira, R. A., Situmorang, A., & Masvika, H. (2024). *Analisis Stabilitas Lereng dengan Dinding Penahan Tanah menggunakan Perhitungan Manual dan ASDIP Retain v.4.7.6* Info Artikel. 19(1), 26–37. <http://journals.usm.ac.id/index.php/teknika>
- Apriyani, N. K. D., Ikhyia, & Hamdhan, I. N. (2016). Analisis Konsolidasi Dengan Prefabricated Vertical Drain Untuk Beberapa Soil Model Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Rekaracana: Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 2(3), 17–28.
- Badan SNI 8460:2017. (2017). Persyaratan Perancangan Geoteknik. *Standar Nasional Indonesia, 8460*, 1–323.
- Fitri, P., & Cahyono, B. N. (2015). Analisa Perbandingan Metode Bottom-Up dan Metode Top-Down Pekerjaan Basement pada Gedung Parkir Apartemen Skyland Education. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), D1–D5.
- Ir. Gouw Tjie Liong M.Eng. ChFC. (2012). *Dasar Teori Metode Elemen Hingga Dalam Geoteknik*.
- Kurguzov, K. V., & Fomenko, I. K. (2019). Piles and lateral loads: comparison of calculation methods. *Vestnik MGSU*, 10, 1280–1291. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2019.10.1280-1291>
- Kusuma, R. I., Mina, E., & Amala, W. R. (2019). ANALISIS DEFORMASI LATERAL DIAPHRAGM WALL DAN DEWATERING PADA KONSTRUKSI BASEMENT (Studi kasus: Proyek The Ayoma Apartment, Serpong, Tangerang Selatan). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 8(1). <https://doi.org/10.36055/jft.v8i1.5398>
- Lim, A., Ou, C. Y., & Hsieh, P. G. (2010). Evaluation of clay constitutive models for analysis of deep excavation under undrained conditions. *Journal of GeoEngineering*, 5(1), 9–20. [https://doi.org/10.6310/jog.2010.5\(1\).2](https://doi.org/10.6310/jog.2010.5(1).2)

- Lisman, D., Yanti, G., & Megasari, S. W. (2020). Analisis Struktur Dinding Penahan Tanah pada Area Parkir Pascasarjana Universitas Lancang Kuning Pekanbaru. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 6(1), 67–74. <https://doi.org/10.31849/siklus.v6i1.3215>
- Perko, H. A., & Boulden, J. J. (2008). Lateral Earth Pressure on Lagging in Soldier Pile Wall Systems. *DFI Journal - The Journal of the Deep Foundations Institute*, 2(1), 52–60. <https://doi.org/10.1179/dfi.2008.006>
- Rifaldi, M. A., Priadi, E., Sipil, J. T., Teknik, F., Pontianak, U. T., Prodi, D., Sipil, T., Pontianak, U. T., & Lateral, D. (n.d.). *Studi Perilaku Deformasi Lateral Turap Di Angkur*. 1–9.
- Sorensen, K. K., Sorensen, K. K., & Okkels, N. (2013). *Correlation between drained shear strength and plasticity index of undisturbed overconsolidated clays* *Correlation between drained shear strength and plasticity index of undisturbed overconsolidated clays* *Corrélation entre la résistance au cisaillement des. December*, 423–428. <https://www.researchgate.net/publication/285583666>
- Suastino, I. M. S., Kuncoro, R. K., & Alifen, R. S. (2023). *Peranan Kontraktor dalam Pekerjaan Galian Tanah Basement terhadap Aspek Lingkungan*. 1–6.
- Wadino, F., Sentosa, G. S., & Iskandar, A. (2018). Analisis Deformasi Dinding Basement Pada Salah Satu Proyek Di Sudirman Menggunakan Metode Back Analysis Dari Hasil Monitoring. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1(1), 251. <https://doi.org/10.24912/jmts.v1i1.2264>
- Zain, M. N. H., Ahmad, J., Ashaari, Y., Shaffie, E., & Mustaffa, N. K. (2011). Modelling of lateral movement in soft soil using hardening soil model. *Proceedings - 2011 UKSim 13th International Conference on Modelling and Simulation, UKSim 2011, May 2019*, 195–200. <https://doi.org/10.1109/UKSIM.2011.45>

**LAMPIRAN 2**

***DATA STANDARD PENETRATION TEST***

**(N-SPT)**



**Lokasi Titik Penyelidikan Tanah**

Laporan Penyelidikan Tanah  
**BANGUNAN KAVLING S8**  
 Kavling S8, Gading Serpong

Project No.  
**DCM.G.18 - 086**

Gambar  
**2**



# BORING LOG

Boring No. : DB-01

PROJECT : **BANGUNAN KAVLING S8**

PROJECT NO. : *DCM.G.18 - 086*

CLIENT : *PT. Karya Sembilan Sahabat*

TESTED DATE : *25 - 27 Desember 2018*

LOCATION : *Kavling 8, Gading Serpong*

ELEVATION :

DRILLER : *A. Supriadi*

LOGGED BY : *IF*

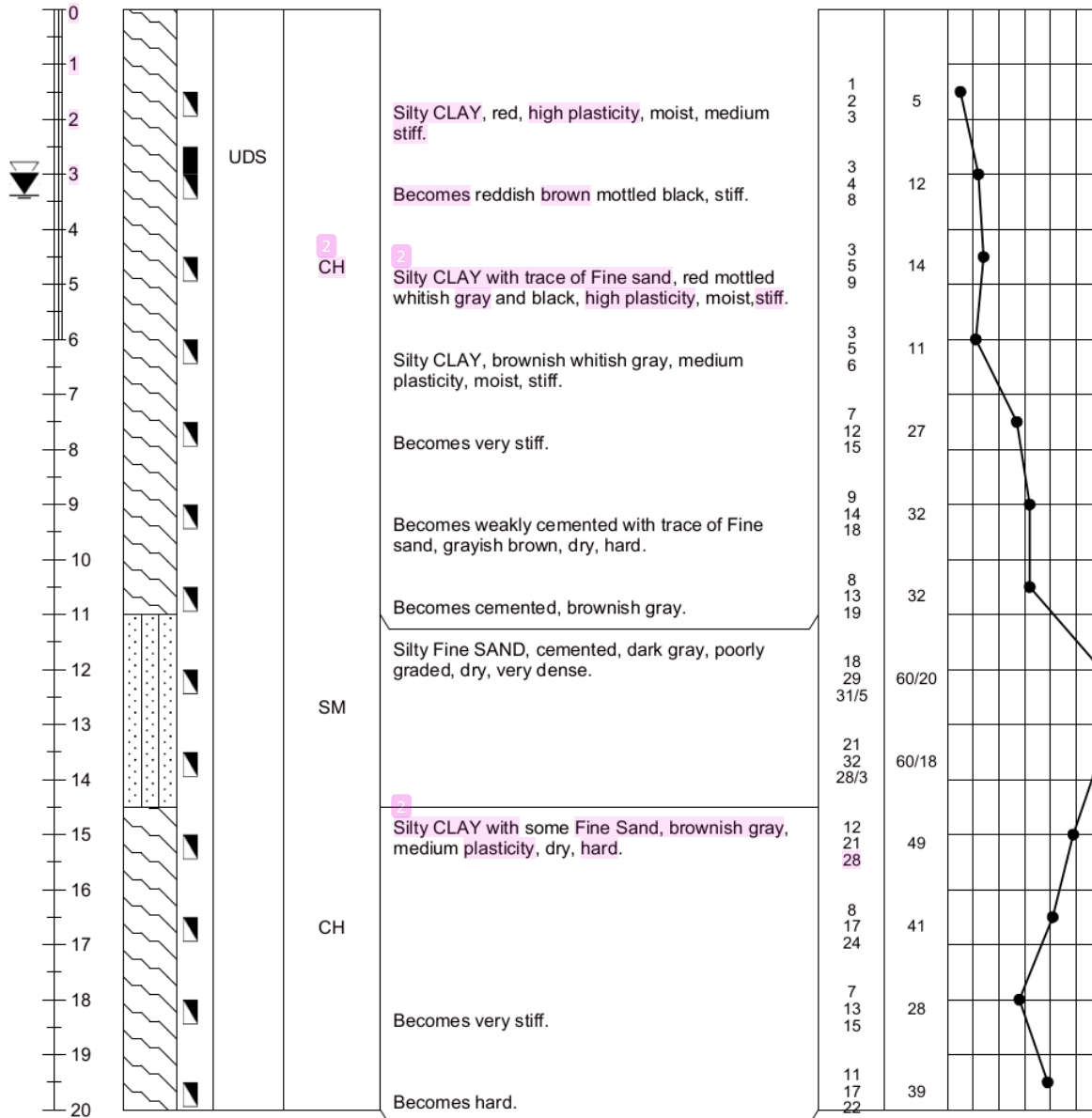
DRILL RIG : *AX - OP1*

BORING METHOD : *Rotary Core Drilling*

GROUND WATER TABLE : Initial : -3,00 m

At Completion : -3,20 m

ELEVATION/ DEPTH (m)	SOIL SYMBOLS, SAMPLERS AND TEST DATA	USCS	DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST			
				N1 N2 N3	N-SPT		
					10	30	50



# BORING LOG

Boring No. : DB-01

PROJECT : **BANGUNAN KAVLING S8**

PROJECT NO. : DCM.G.18 - 086

CLIENT : **PT. Karya Sembilan Sahabat**

TESTED DATE : 25 - 27 Desember 2018

LOCATION : **Kavling 8, Gading Serpong**

ELEVATION :

DRILLER : **A. Supriadi**

LOGGED BY : **IF**

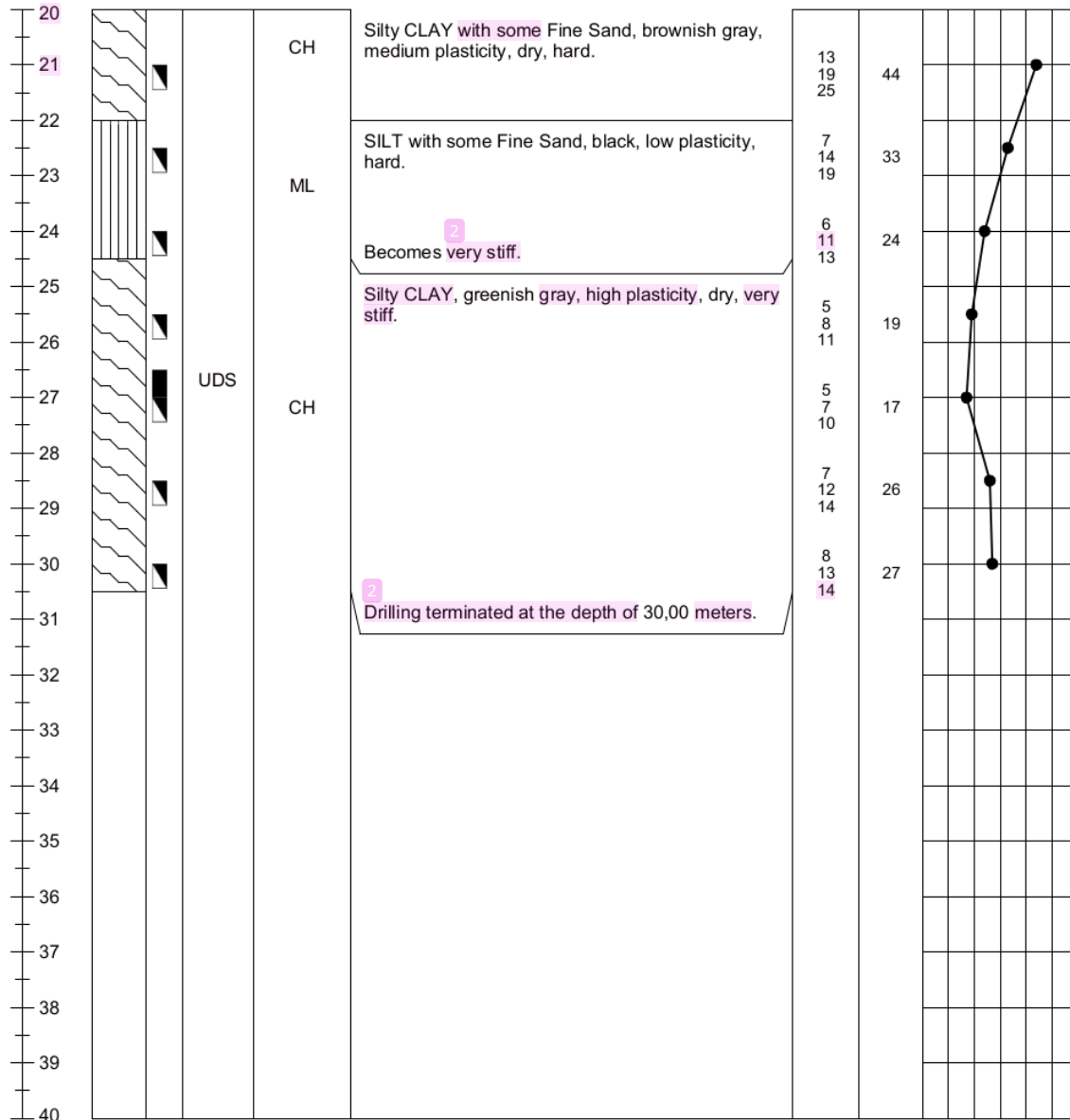
DRILL RIG : **AX - OP1**

BORING METHOD : **Rotary Core Drilling**

GROUND WATER TABLE : Initial  $\nabla$  : -3,00 m

At Completion  $\nabla$  : -3,20 m

ELEVATION/ DEPTH (m)	SOIL SYMBOLS, SAMPLERS AND TEST DATA	USCS	DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST		
				N1	N2	N3
				N-SPT		
					10	30
						50



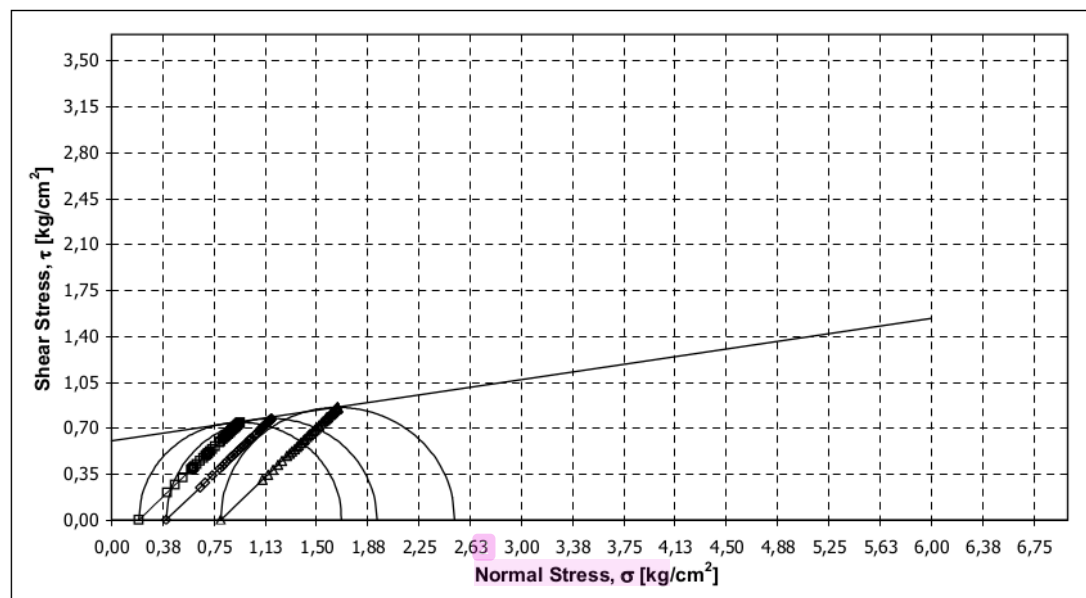
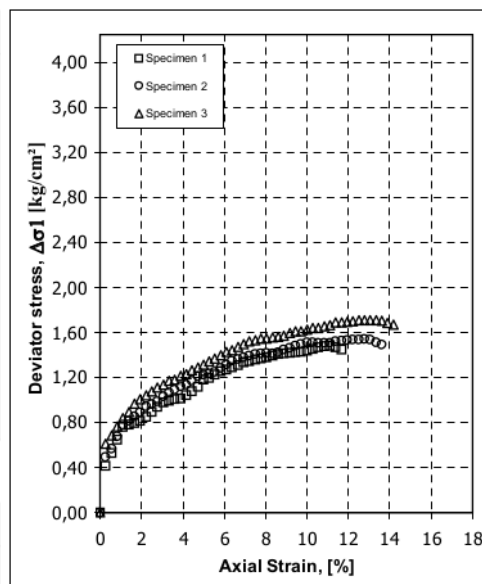
**LAMPIRAN 3**  
**DATA *TRIAXIAL TEST***

**UU TRIAXIAL COMPRESSION TEST (ASTM D 2850)**

Project No. : DCM.G.18 - 086	Borehole : DB - 01
Client : PT. Karya Sembilan Sahabat	Depth (m) : 2,50 - 3,00
Project : BANGUNAN KAVLING S8	Tested date : 10 Januari 2019
Location : Kavling 8, Gading Serpong	Tested by : Zacuri
	Checked by : Juweni

Soil Specimen No.	1	2	3
Bulk Density (KN/m <sup>3</sup> )	16,62	16,64	16,65
Moisture content (%)	43,36	43,41	43,37
Dry Density (KN/m <sup>3</sup> )	11,60	11,60	11,61
Specific Gravity	2,65	2,65	2,65
Void Ratio	1,24	1,24	1,24
Degree of Saturation (%)	92,65	92,83	92,92
Lateral Pressure (KN/m <sup>2</sup> )	20	40	80
Deviator Stress (KN/m <sup>2</sup> )	148,48	154,32	171,32
Strain (%)	11,11	12,78	13,33

Cohesion, c (kg/cm <sup>2</sup> )	0,60
Internal angle of friction, $\phi$ (°)	8,87

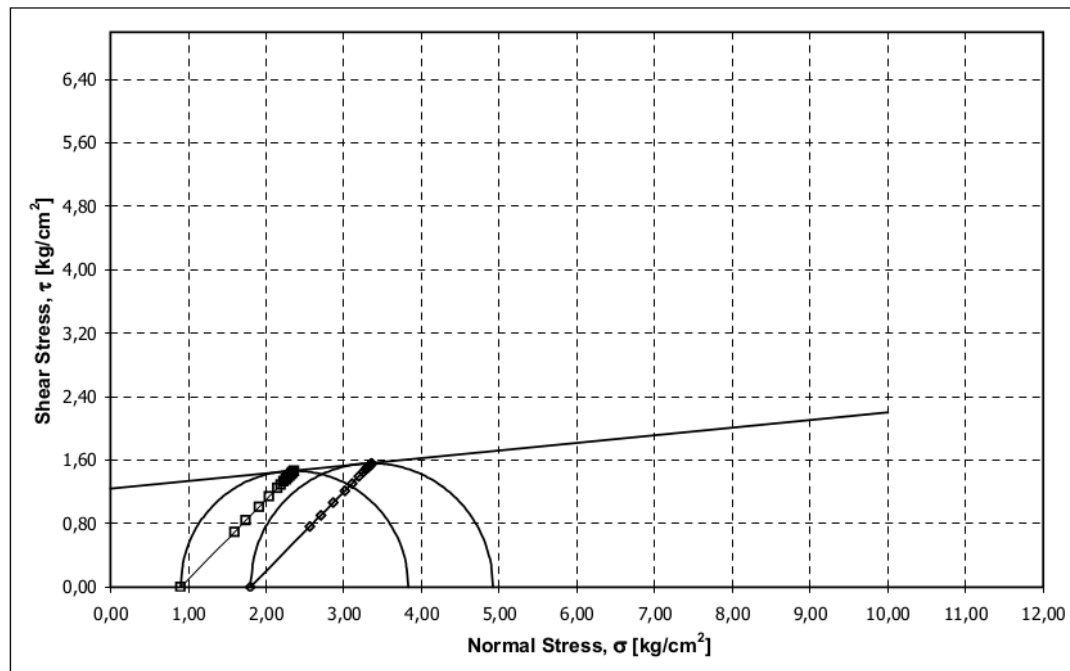
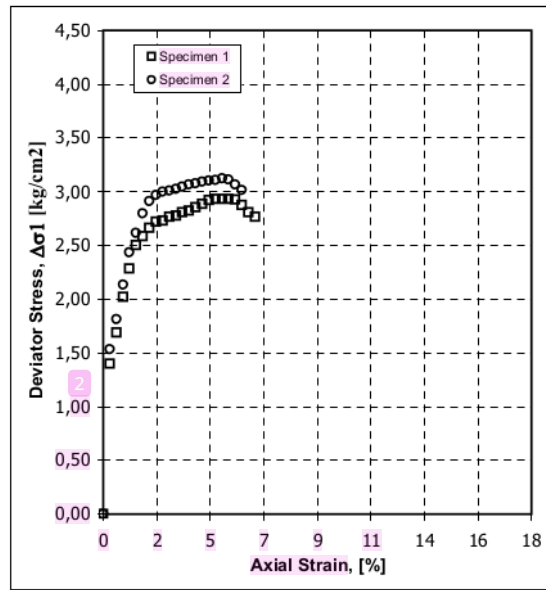


**UU TRIAXIAL COMPRESSION TEST (ASTM D 2850)**

Project No. : DCM.G.18 - 086	Borehole : DB - 01
Client : PT. Karya Sembilan Sahabat	Depth (m) : 26,50 - 27,00
Project : BANGUNAN KAVLING S8	Tested date : 10 Januari 2019
Location : Kavling 8, Gading Serpong	Tested by : Zaenuri
	Checked by : Juweni

Soil Specimen No.	1	2
Bulk Density (KN/m <sup>3</sup> )	16,86	16,87
Moisture content (%)	40,75	40,47
Dry Density (KN/m <sup>3</sup> )	11,98	12,01
Specific Gravity	2,69	2,69
Void Ratio	1,20	1,19
Degree of Saturation (%)	91,37	91,21
Lateral Pressure (KN/m <sup>2</sup> )	90	180
Deviator Stress (KN/m <sup>2</sup> )	293,27	312,28
Strain (%)	5,28	5,00

Cohesion, $c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	1,25
Internal angle of friction, $\phi$ (°)	5,48



**LAMPIRAN 4**  
**DATA PEMBACAAN *INCLINOMETER***

**JHL OFFICE S8**  
Tangerang - Indonesia

<b>PEMILIK</b>	
PT. KONTEK A.J.A Pusat Industri Golf Club, GOLF 113 Caringin Pajany, Tangerang	
<b>REV./</b>	<b>DESKRIPSI</b>

<b>PERENCANA</b>	
PT. PRADIGMA DESAIN WIRAMA (PDW) Jl. Raya Serang No. 100, Serang, Banten Jl. TB. SANTOPANG, JAKARTA SELATAN 12130 Telp. (021) 73988171 Email: info@pradigma.com	

<b>KONSULTAN STRUKTUR</b>	
PT. ESCAMAR CONSULTING Pusat Industri Golf Club C.T.C.S Jl. Raya Serang Tangerang	

<b>KONSULTAN MEP</b>	
METAFON S PRANATA Jl. Pahlawan Bakri No. 26, CILINDERBUNG Purwokerto - Jakarta 11110 Telp. (021) 73988171 Email: info@metafon.com	

<b>KONSULTAN GEOTECHNICAL</b>	
PT. GEO PRIMA Jl. Hutan Raya No. 11, No. 12A Tangerang	

<b>KONSULTAN INTERIOR</b>	
HERSON DESIGN ASSOCIATES (HDA) Eka Tower 11th Floor Jalan Imam Murtadha Street Kuningan, Jakarta Selatan Telp. (021) 5263000	

<b>KONSULTAN QS</b>	
Regency Partnership PT Jl. Jendral Sudirman No. 20 Tangerang Telp. (021) 5262426 E-mail: info@regencypartnership.com	

<b>KONSULTAN MK</b>	
PT. Ingepro Mitra Negeri A. Soekarno, Satrio Satrio, Ratu Cholina Jalan No. 33 Gading Seroja, Tangerang Telp. (021) 73988171 Email: info@ingepro.com	



**KONTRAKTOR UTAMA**  
P.T. IRINI BINA CPTA  
Jl. Raya Serang No. 100, Serang, Banten  
Telp. (021) 73988171  
Email: info@irinibina.com

<b>GAMBAR REF.</b>	
S-1109 S-1110 S-1111	
<b>DENAH TITIK DEWATERING LANTAI BASEMENT - 2</b>	
<b>SKALA</b>	<b>NO. GAMBAR</b>
1 : 200	SD-PL-DW-01
<b>NO. REVISI</b>	
R.0	
<b>DIREKTORIAN LANTAI : SHOP DRAWING</b>	
<b>TANGGAL</b>	<b>REVISI</b>
08 - 08 - 2022	
<b>DIGAMBAR</b>	<b>INDIA</b>
<b>DIKORSEKI</b>	<b>SYVELI</b>
<b>DIKORSEKI</b>	<b>HANZAH</b>
<b>MEMBUKTIKAN</b>	<b>P. ERENI</b>

**KETERANGAN :**

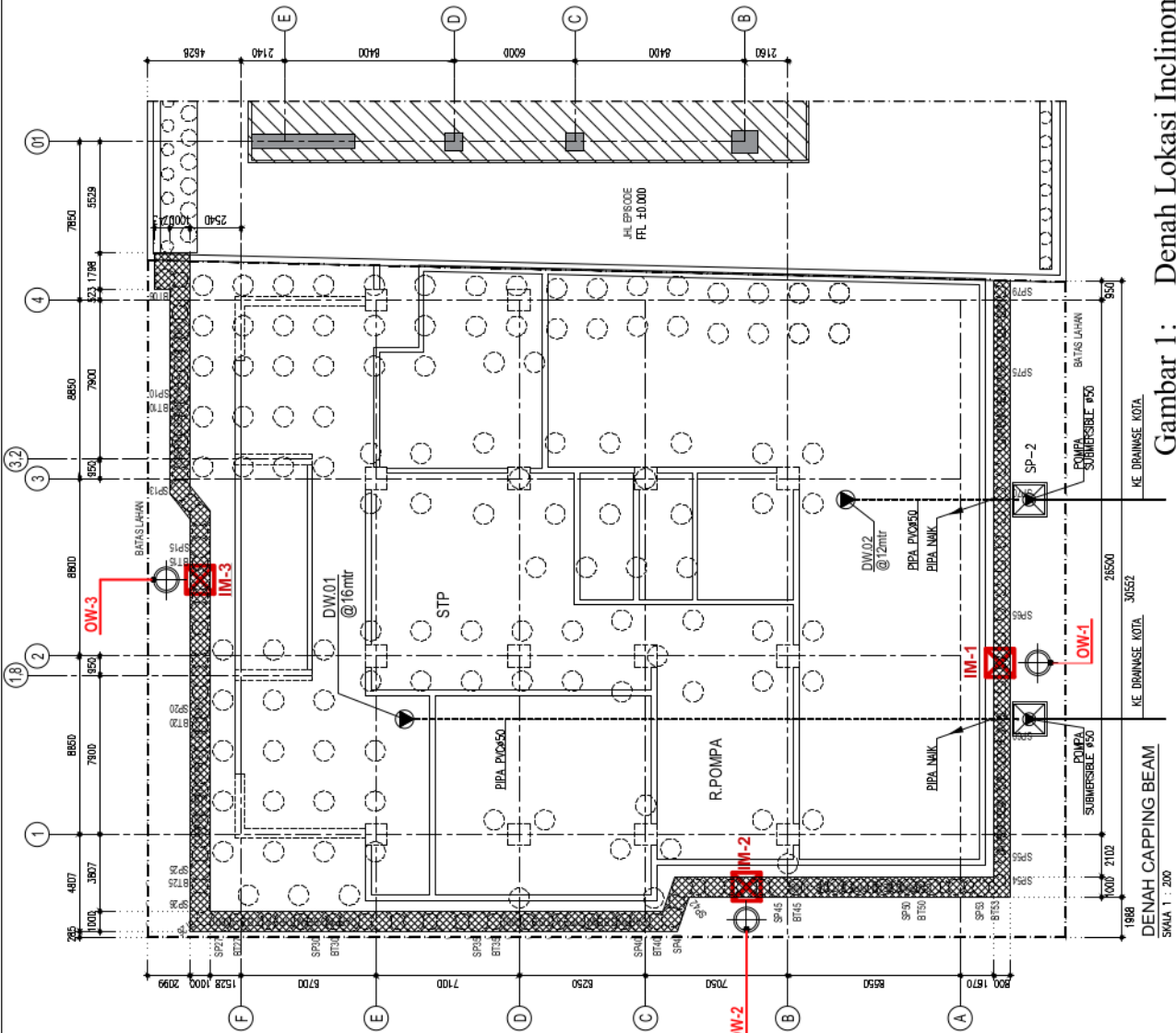
- ELEMEN LANTAI DASAR FTL ±0.000
- ELEMEN RATA-RATA TANAH BERTINGKING Mf. ±0.000
- ELEMEN CAPPING BEAM ±1.000
- CAPPING BEAM TYPE A = 1000x600 MM
- CAPPING BEAM TYPE B = 1000x600 MM
- CAPPING BEAM TYPE C = 800x600 MM
- SOLDIER PILE = C.O.L. -1.600
- SP06 - SP46 = #1000 (4) TITIK
- SP47 - SP53 = #800 (07) TITIK
- SP54 - SP79 = #600 (26) TITIK
- BT08 - BT45 = #600 (40) TITIK
- BT46 - BT53 = #600 (08) TITIK

**MUTU MATERIAL :**

- MUTU BETON CAPPING BEAM = f'c 35 MPa
- MUTU TULANGAN BARS 420B = fy 420 MPa

**Keterangan :**

- ☉ : (4) Dewatering Well DW-1 (16 mtr), DW-2 Ø12m
- ☉ : (2) Sump-RL SP-1 s/d SP-2
- ☉ : (2) Sump-RL SP-1 & SP-2 Digunakan pada aad. Dewatering "Open Pumping"
- ☉ : (4) Observation Well OW-1 s/d OW-4 Ø50 Ø12m



**Gambar 1: Denah Lokasi Inclinomter dan Observation Well**

**Inclinometer IM-3 (@Soldier Pile; L=15.0 m)**

Hasil monitoring & kondisi galian dari IM-3 dapat dilihat pada **Gambar 3A – 3C** dan dirangkum pada tabel berikut ini:

Kunjungan ke-	Tanggal Test	Elev Galian (m)	Pergerakan dari pembacaan sebelumnya (mm)	Kumulatif pergerakan dari base reading (mm)
1	1 September 22	-1.600	BASE READING	
2	15 September 22		0.54	0.54
3	29 September 22	-8.500	9.79	10.33
4	13 Oktober 22	Berm @-8.650 m Dasar Galian @-10.650 m	5.63	15.96
5	27 Oktober 22		2.65	18.61
6	10 November 22		1.85	20.46
7	24 November 22	B2 (@-7.500)	0.90	21.36
8	8 Desember 22		-0.77	20.59
9	22 Desember 22	B2 (Ruang Mesin) (@-6.000)	0.59	21.18
10	5 Januari 23	B1 (@-4.000)	4.47	25.65
11	19 Januari 23	B1 (@-4.000)	-2.04	23.61
<b>12</b>	<b>2 Februari 23</b>	<b>GF (@±0.000)</b>	<b>-0.68</b>	<b>22.93</b>

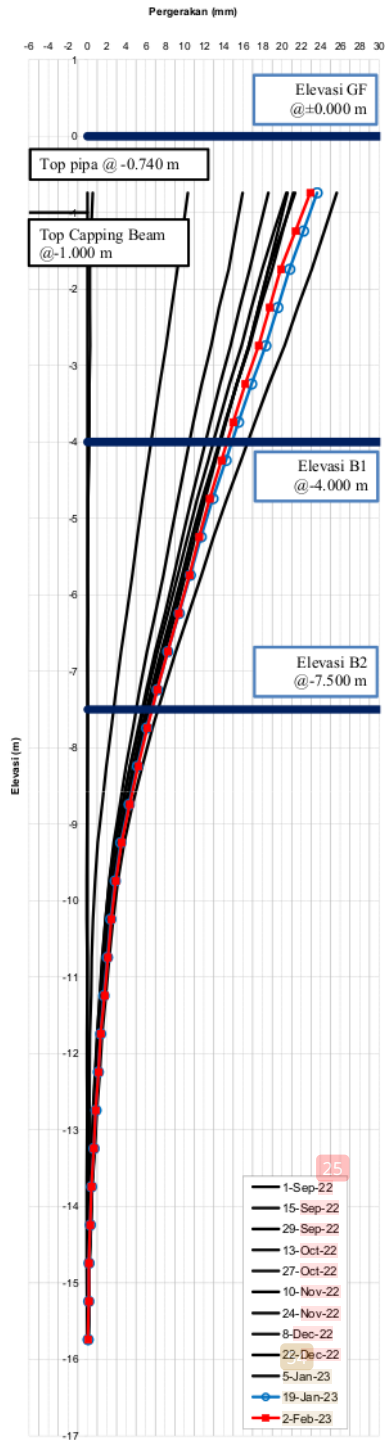
Catatan: El. Top Pipa = -0.740 m

El. Top Capping Beam = -1.000 m

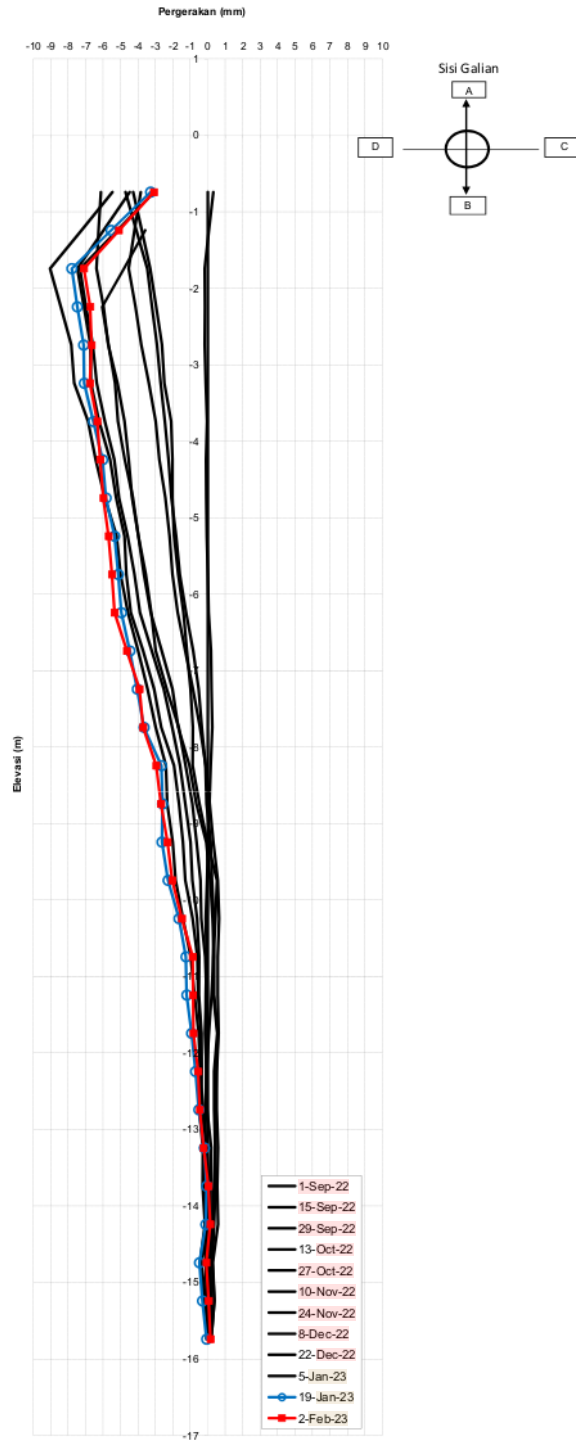
**Observation Well**

Pembacaan fluktuasi muka air tanah pada kunjungan 2 Februari 2023 diukur dengan water level meter pada (2) observation well (OW-2 & OW-3). Hasil pembacaan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut serta **Gambar 4**.





GAMBAR 3A: PERGERAKAN KUMULATIF PADA IM-3 (FACE A-B)



GAMBAR 3B: PERGERAKAN KUMULATIF PADA IM-3 (FACE C-D)



Gambar 3C: Kondisi Lapangan dari IM-3

**LAMPIRAN 5**  
**POTONGAN GALIAN**

**JHL OFFICE S8**  
Tangerang - Indonesia

**PEMILIK**  
PT. KONTEK AJA  
Pramoort Hill Golf Club GGT 112  
Casing Samping, Tangerang

REV / TANGGAL  
DESIGNER

- KETERANGAN :**
- ELEMEN LANTAI DASAR SSL -0,050
  - ELEMEN LANTAI B1 SSL -4,050
  - ELEMEN LANTAI B2 SSL -8,050
  - ELEMEN RATA-RATA TANAH EKSTING MT ±0,000
  - ELEMEN CAPPING BEAM T08 -1,000
  - SOIL NAILING LIHAT GAMBAR DETAIL

**PERENCANA**  
PT. PANDEGA DESAIN WISMA (PDW)  
Jl. Raya Cempaka Putih No. 100  
Pondok Indah, Jakarta Selatan 12510  
Telp: (021) 52004179  
Faks: (021) 52004178  
Email: pdw@pandega.com

**KONSULTAN STRUKTUR**  
PT. PERASA CASISTA ESTETIKA  
Pusat Akademi Sika C-7 & C-8  
Jl. Raya Cempaka Putih No. 100  
Pondok Indah, Jakarta Selatan 12510  
Telp: (021) 52004179  
Email: perasa@casista.com

**KONSULTAN MEP**  
PT. PERASA CASISTA ESTETIKA  
Pusat Akademi Sika C-7 & C-8  
Jl. Raya Cempaka Putih No. 100  
Pondok Indah, Jakarta Selatan 12510  
Telp: (021) 52004179  
Email: perasa@casista.com

**KONSULTAN GEOTEKNIK**  
PT. GEO PRIMA  
Geotechnical Consultant  
Jl. Raya Cempaka Putih No. 100  
Pondok Indah, Jakarta Selatan 12510  
Telp: (021) 52004179  
Email: info@geoprime.com

**KONSULTAN INTERIOR**  
HRSCH BEDNER ASSOCIATES (HBA)  
Jl. Raya Cempaka Putih No. 100  
Pondok Indah, Jakarta Selatan 12510  
Telp: (021) 52004179  
Email: hbs@hbs.com

**KONSULTAN GS**  
Raymond Partnership PT  
Murni Masripati 1, Lantai 10  
Jl. Raya Cempaka Putih No. 100  
Pondok Indah, Jakarta Selatan 12510  
Telp: (021) 52004179  
Email: raymond@raymond.com

**KONSULTAN MK**  
PT. IMAGO MILITIA KREASI  
Jl. Raya Cempaka Putih No. 100  
Pondok Indah, Jakarta Selatan 12510  
Telp: (021) 52004179  
Email: imago@imago.com

**KONTRAKTOR UTAMA**  
PT. IMAGO MILITIA KREASI  
Jl. Raya Cempaka Putih No. 100  
Pondok Indah, Jakarta Selatan 12510  
Telp: (021) 52004179  
Email: imago@imago.com



**PT. IMAGO MILITIA KREASI**  
Jl. Raya Cempaka Putih No. 100  
Pondok Indah, Jakarta Selatan 12510  
Telp: (021) 52004179  
Email: imago@imago.com

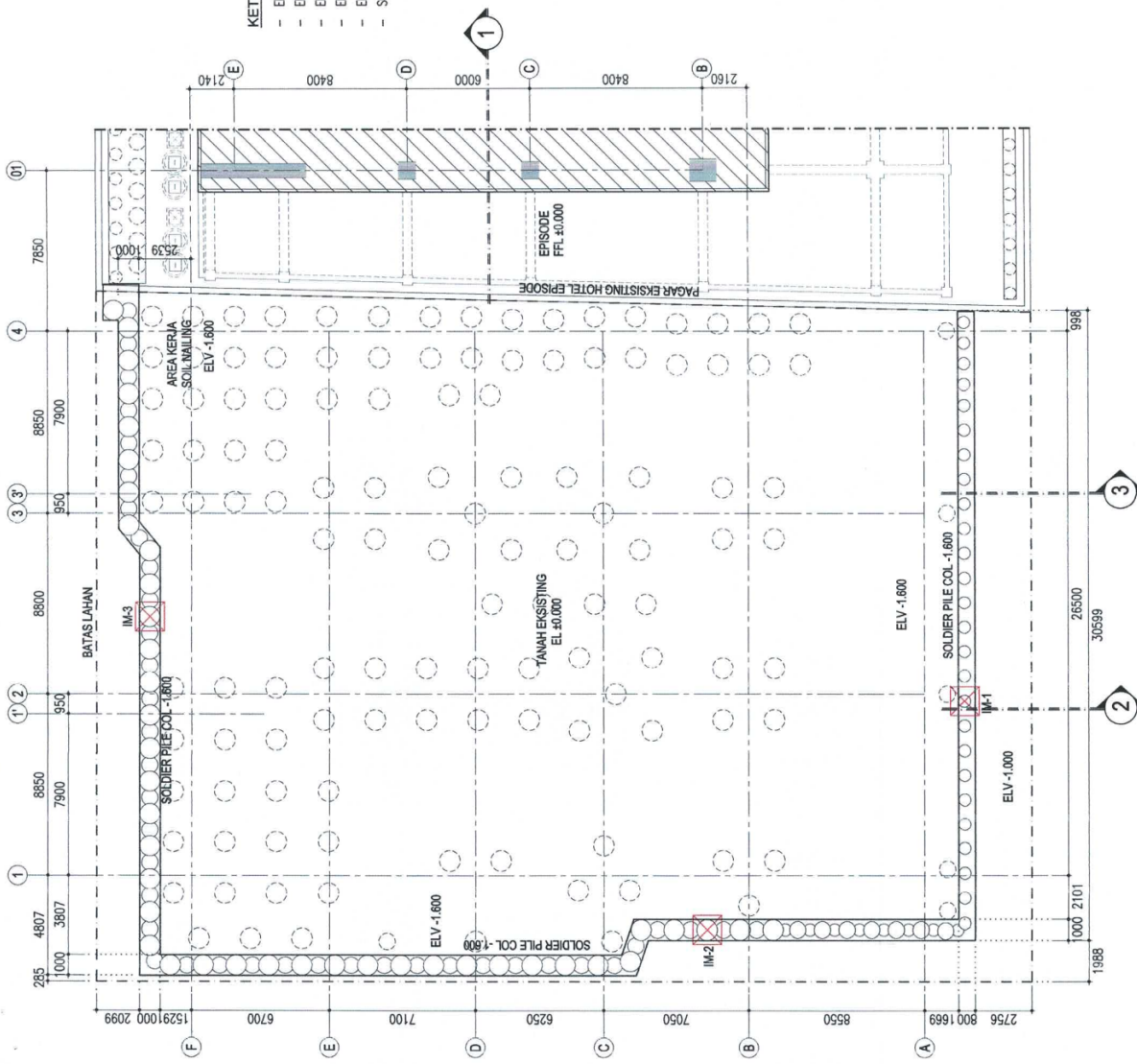
**JUDUL GAMBAR**  
DENAH GALIAN (TANAH EKSTING)

**SKALA**  
1 : 200

**NO GAMBAR**  
R.0

**DIKELUARKAN UNTUK :** SHOP DRAWING

TANGGAL	04 - 08 - 2022	PAKSI	
DIGAMBAR	ALP	INDRA	
DIPERIKSA	SYELI	HANZAH	
MENGETAHUI	P. EPINDI		



**DENAH GALIAN (TANAH EKSTING)**  
SKALA 1 : 200

**JHL OFFICE S8**  
Tangerang - Indonesia

**PEMILIK**

PT. KONTEK AJA  
Jl. Raya Grogol No. 111  
Caringin, Tangerang, Banten

**DEKORASI**

REV. / TANGGAL

DEKORASI

**PERENCANA**

PT. PERUSAHAAN DESAIN KEHIDUPAN (PDW)  
PLANNING & DEVELOPMENT WORKS (PDW)  
Jl. Raya Grogol No. 111  
Caringin, Tangerang, Banten

**KONSULTAN STRUKTUR**

PT. PERUSAHAAN DESAIN KEHIDUPAN (PDW)  
Jl. Raya Grogol No. 111  
Caringin, Tangerang, Banten

**KONSULTAN MEP**

METACONS PRANATA  
MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERING  
Jl. Raya Grogol No. 111  
Caringin, Tangerang, Banten

**KONSULTAN GEOTECHNICAL**

PT. GEO PRIMA  
Jl. Raya Grogol No. 111  
Caringin, Tangerang, Banten

**KONSULTAN INTERIOR**

INSOQUA DESIGN ASSOCIATES (INDA)  
Jl. Raya Grogol No. 111  
Caringin, Tangerang, Banten

**KONSULTAN QS**

Rajawali Perkasa PT  
Jl. Raya Grogol No. 111  
Caringin, Tangerang, Banten

**KONSULTAN MK**

PT. Imago Mitra Krebasi  
Jl. Raya Grogol No. 111  
Caringin, Tangerang, Banten

**KONSULTAN UTAMA**

PT. NUSA BAYA CIPTA  
Jl. Raya Grogol No. 111  
Caringin, Tangerang, Banten

**REVISI**

S:201  
S:1101  
S:1112 dg  
S:1120

**SKALA**

1 : 200 SDS - 02B R.0

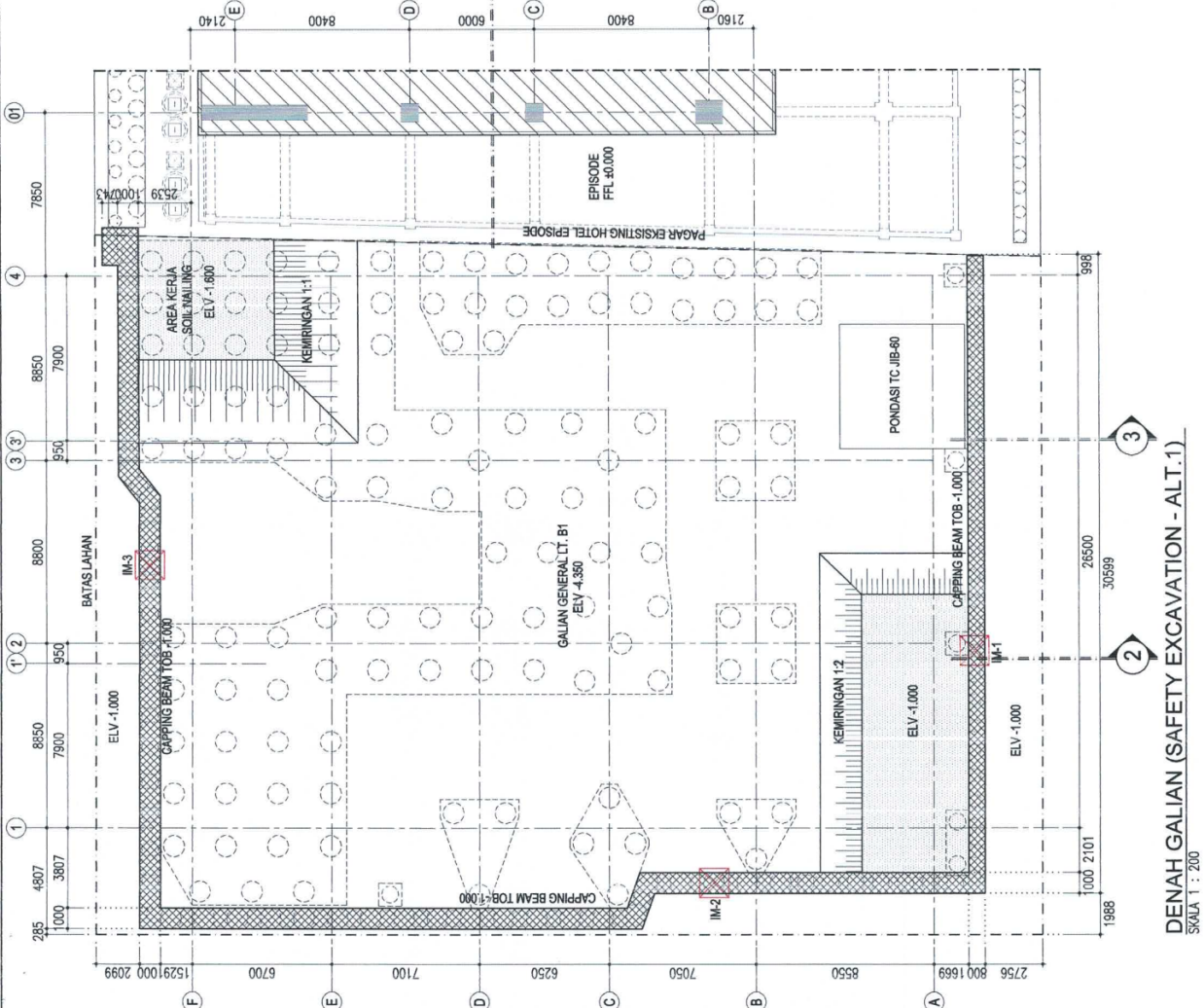
**DIRELEHARKAN UNTUK :** SHOP DRAWING

TANGGAL 04.08.2022  
DOKUMEN ALP  
DOKUMEN ALP  
DOKUMEN ALP

**CATATAN :**  
- METODE INI DILAKSANAKAN JIKA PELAKSANAAN SCHEDULE PEKERJAAN CAPPING BEAM SUDAH SELESAI TERLEBIH DAHULU  
- AREA KEMAR SOIL NAILING, AKAN DIGALI PER LAYER MENGIKUTI STEP PEKERJAAN SOIL NAILING DAN SHOTCRETE

**KETERANGAN :**

- ELEWASI LANTAI DASAR SSL -0.050
- ELEWASI LANTAI B1 SSL -4.050
- ELEWASI LANTAI B2 SSL -8.050
- ELEWASI RATA-RATA TANAH EXISTING MT ±0.000
- ELEWASI CAPPING BEAM TOB -1.000
- SOIL NAILING LIHAT GAMBAR DETAIL



**DENAH GALIAN (SAFETY EXCAVATION - ALT.1)**  
SKALA 1 : 200



**JHL OFFICE S8**  
Tangerang - Indonesia

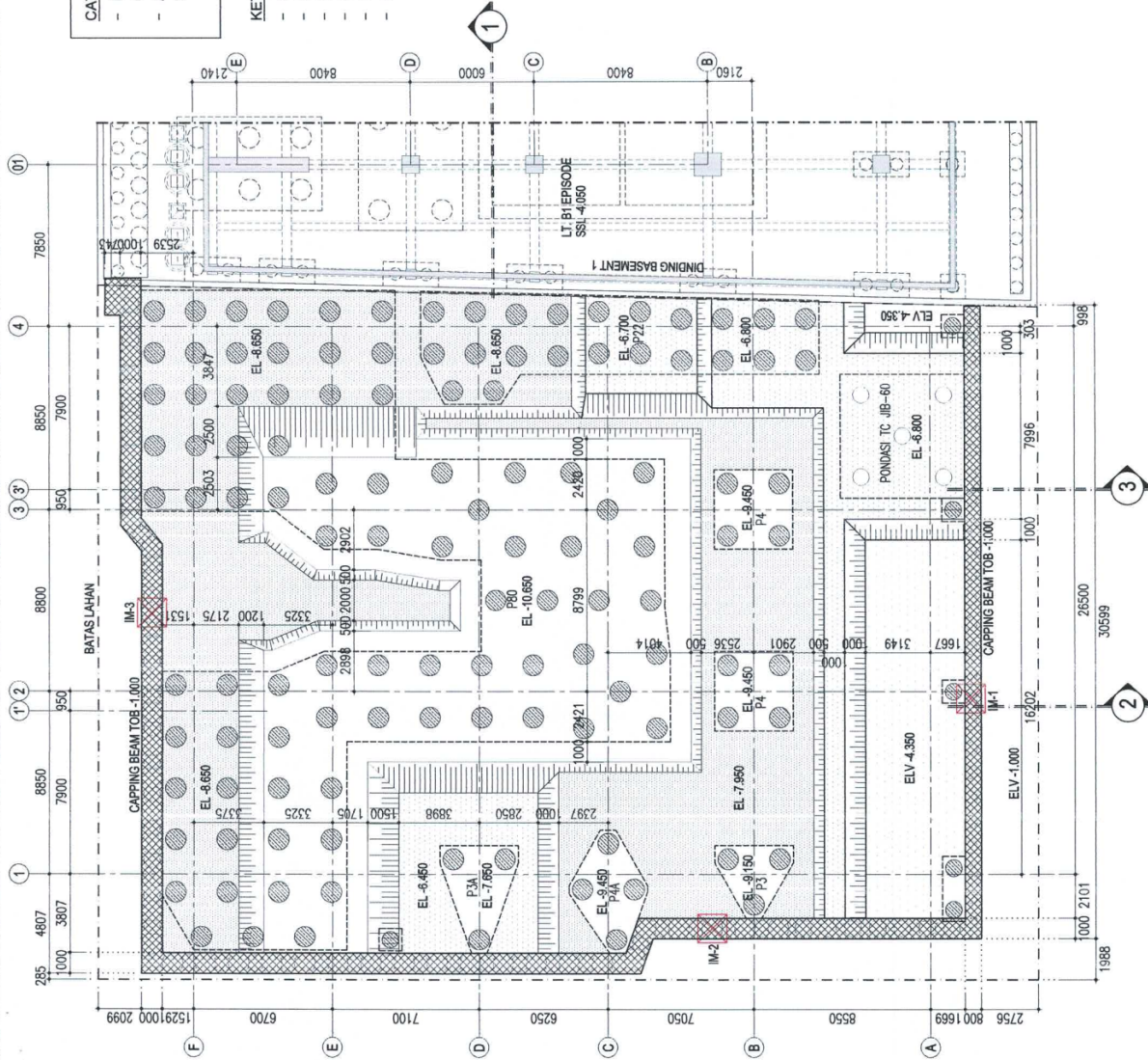
<b>PEMILIK</b>	
PT. KONTEK AJA Pramono Hill Golf Club G03 T12 Gading Serpong - Tangerang	
REV/	TANGGAL
	DESKRIPSI

**CATATAN :**

- METODE INI DILAKSANAKAN JIKA PELAKSANAAN SCHEDULE PEKERJAAN CAPPING BEAM SUDAH SELESAI TERLEBIH DAHULU
- AREA KERJA SOIL NAILING, AKAN DIGALI PER LAYER MENGIKUTI STEP PEKERJAAN SOIL NAILING DAN SHOTCRETE (LIHAT GAMBAR DETAIL)

**KETERANGAN :**

- ELEVASI LANTAI DASAR SSL -0.050
- ELEVASI LANTAI B1 SSL -4.050
- ELEVASI LANTAI B2 SSL -8.050
- ELEVASI RATA-RATA TANAH EKSTISTING MT ±0.000
- ELEVASI CAPPING BEAM TOB -1.000
- SOIL NAILING LIHAT GAMBAR DETAIL



**DENAH GALIAN (FINISH/DASAR GALIAN)**  
SKALA 1 : 200

<b>PERENCANA</b>	
PT. PANDEGA DESAIN WISUDA (PDW) Jl. TB. SMARUWANG, JARAKSI, SELATAN 1519 Tangerang - Indonesia Telp : (021) 72962818 BANK : pdw@pandega.com	

<b>KONSULTAN STRUKTUR</b>	
PT. FERWASA CARISTA ESTETIKA Pusat Industri Teknologi Gedung C 2 & C-8 Jl. Raya Industri Teknologi Gedung C 2 & C-8 Tangerang - Indonesia Telp : (021) 5331182 Email : ferwas@carista.com	

<b>KONSULTAN MEP</b>	
MEKANISAL & PRANATA MEKANISAL & ELECTRICAL ENGINEERING J. Puri Kencana Blok 07 No. 22 Jl. Raya Industri Teknologi Gedung C 2 & C-8 Tangerang - Indonesia Telp : (021) 5331182 Email : mep@pranata.com	

<b>KONSULTAN GEOTECHNICAL</b>	
PT. GEO PRIMA Geotechnical Consultant Jl. Raya Industri Teknologi Gedung C 2 & C-8 Tangerang - Indonesia Telp : (021) 5331182 Email : geoprime@geoprime.com	

<b>KONSULTAN INTERIOR</b>	
HIRSHI BERNIER ASSOCIATES (HBA) Interior Design & Construction Jl. Raya Industri Teknologi Gedung C 2 & C-8 Tangerang - Indonesia Telp : (021) 5331182 Email : hba@hirshi.com	

<b>KONSULTAN QS</b>	
Reproducible Partnership PT Jl. Raya Industri Teknologi Gedung C 2 & C-8 Tangerang - Indonesia Telp : (021) 5331182 Email : rpp@reproducible.com	

<b>KONSULTAN MK</b>	
P. Erango Alim Kurniawan Jl. Raya Industri Teknologi Gedung C 2 & C-8 Tangerang - Indonesia Telp : (021) 5331182 Email : p.erkurniawan@erango.com	

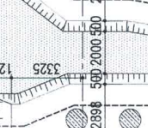
<b>KONTRAKTOR UTAMA</b>	
P.T. IRIDA INTI OPTIKA Jl. Raya Industri Teknologi Gedung C 2 & C-8 Tangerang - Indonesia Telp : (021) 5331182 Email : irida@irida.com	

<b>AKSI GAMBAR</b>	
NISA RAYA CIPTA Jl. Raya Industri Teknologi Gedung C 2 & C-8 Tangerang - Indonesia Telp : (021) 5331182 Email : nisa@nisa.com	

<b>REVISI</b>	
NO	ALASAN
1	...

<b>DIKELUARKAN UNTUK : SHOP DRAWING</b>	
TANGGAL	05-08-2022
DOKUMEN	ALP
DIPERIKSA	INDIA
MEMBACA	ETHEL
MEMBACA	HANZATI
MEMBACA	P. PFENDI

SKALA	1 : 200
NO. GAMBAR	SDS - 02D
NO. REVISI	R.0



**JHL OFFICE S8**  
Tangerang - Indonesia

**PEMILIK**

PT. KONTEK AJA  
Pramoora Hill Golf Club, GGT 112  
Jl. Raya Tangerang - Tangerang

**REV./TANGGAL**

DESKRIBSI

**PERENCANA**

PT. PANDESA DESAIN TEKNIK (PDV)  
Jl. Pahlawan Besar No. 100  
PADA 3 LANTAI, KAWASAN PERENCANAAN  
Jl. Pahlawan Besar No. 100  
TANGERANG, BANTEN  
Telp: (081) 21-7304-877  
FAX: (081) 21-7304-878  
Email: pandesadesain@gmail.com

**KONSULTAN STRUKTUR**

PT. PERKASA CARISTA ESTETIKA  
Pusat Industri Jasa C1 & C4  
Jl. Raya Tangerang No. 100  
Tangerang  
Telp: (081) 3201152  
Email: pangshomaid

**KONSULTAN MEP**

MEKAMOM S PRANATA  
MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERING  
Jl. Pahlawan Besar No. 100  
Tangerang  
Telp: (081) 3201152  
Email: mekamu@meke.com

**KONSULTAN GEOTECHNICAL**

PT. GEO PRIMA  
Geotechnical Consultant  
Jl. Raya Tangerang No. 100  
Tangerang

**KONSULTAN INTERIOR**

INDO BUDHAR ASSOCIATES (IBSA)  
Jl. Pahlawan Besar No. 100  
Tangerang  
Telp: (081) 3201152  
Email: info@indo-budhar.com

**KONSULTAN GS**

Reynolds Partnership PT  
Jl. Pahlawan Besar No. 100  
Tangerang  
Telp: (081) 3201152  
Email: info@reynoldspartnership.com

**KONSULTAN MK**

PT. IMAGO MITRA KREASI  
Jl. Pahlawan Besar No. 100  
Tangerang  
Telp: (081) 3201152  
Email: info@imago-mitra.com

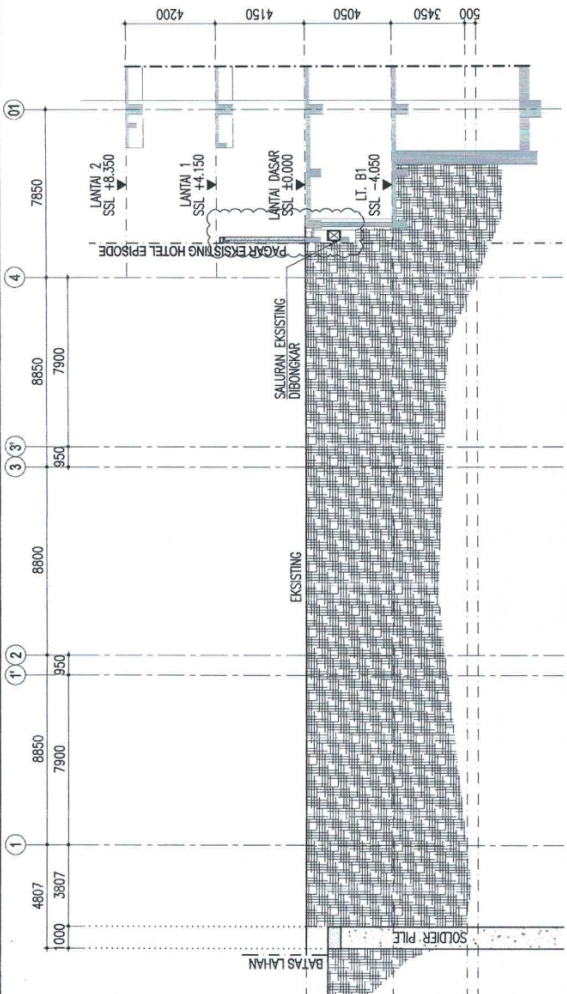
**KONTRAKTOR UTAMA**

PT. IRMA INEL CPTA  
Jl. Pahlawan Besar No. 100  
Tangerang  
Telp: (081) 3201152  
Email: info@irma-inel.com

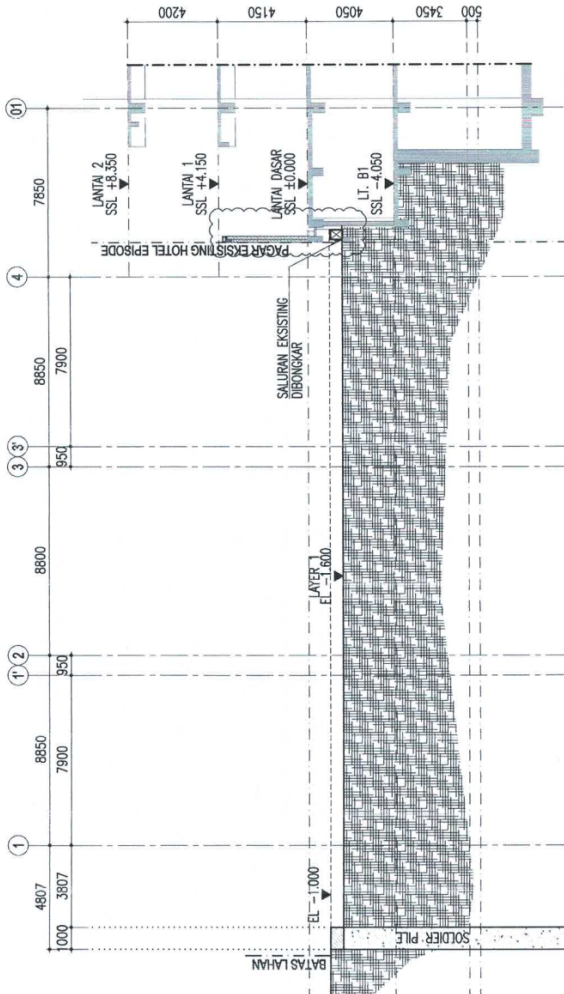
NO. GAMBAR: S-1201  
S-1101  
S-1112.80  
S-1120

SKALA: 1:200  
NO. GAMBAR: SDS - 02.1  
R.O.

TANGGAL	04-08-2022
DIGAMBAR	ALP
DIPERIKSA	INDIA
MEMERIKSA	STELI
MEMBENTANGI	HAMDANI
MEMBENTANGI	P. EFENDI



**POTONGAN 1 (TANAH EKSTING)**  
SKALA 1 : 200



**POTONGAN 1 (GENERAL EXCAVATION)**  
SKALA 1 : 200



**JHL OFFICE S8**  
Tangerang - Indonesia

**PEMILIK**

PT. KONTEK AJA  
Parengan Hill Golf Club GOLF 1/2  
Cawang Serpong, Tangerang

**REVISI / TANGGAL / DESKRIPSI**

NO	TANGGAL	DESKRIPSI

**PERENCANA**

PT. PANDEGA DESAIN VEKONIMA (PDV)  
PADA 3 LINGKUNGAN, B. K. 8/85  
Jl. TB. SUTAWAN, JAMARAN BELAYAN 1210  
Tangerang  
Telp: (021) 23946178  
FAX: (021) 23946178  
Email: pdv@pandega.com

**KONSULTAN STRUKTUR**

PT. PERKASA CARSTA ESBETHA  
Pusat Sains dan Teknologi No. 1 & 2  
Jl. Raya Cakrawala No. 11  
Telp: (021) 5331116  
Email: pce@perkasa.com

**KONSULTAN MEP**

MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERING  
A. Puri Avenue Blok K7 No. 22  
Jl. Raya Cakrawala No. 11  
Telp: (021) 5331116  
Email: me@mepe.com

**KONSULTAN GEOTECHNICAL**

PT. GEO PRIMA  
Dosen/Instruktur Konsultan  
Jl. Raya Cakrawala No. 11 No. 13A  
Tangerang

**KONSULTAN INTERIOR**

HRSDA BECKER ASSOCIATES (HBA)  
Jl. Raya Cakrawala No. 11  
Jl. Ahmad Sudirman No. 28  
Tangerang  
Telp: (021) 5331116

**KONSULTAN GS**

Regency Partnership PT  
Jl. Raya Cakrawala No. 11  
Jl. Ahmad Sudirman No. 28  
Tangerang  
Telp: (021) 5331116

**KONSULTAN HK**

PT. IMAGO MITRA KREASI  
Jl. Raya Cakrawala No. 11  
Jl. Ahmad Sudirman No. 28  
Tangerang  
Telp: (021) 5331116

**KONTRAKTOR UTAMA**

PT. IMAGO MITRA KREASI  
Jl. Raya Cakrawala No. 11  
Jl. Ahmad Sudirman No. 28  
Tangerang  
Telp: (021) 5331116

**SKALA GAMBAR**

NO. GAMBAR: S-1201  
S-1101  
S-1112.4d  
S-1120

**BAWA**

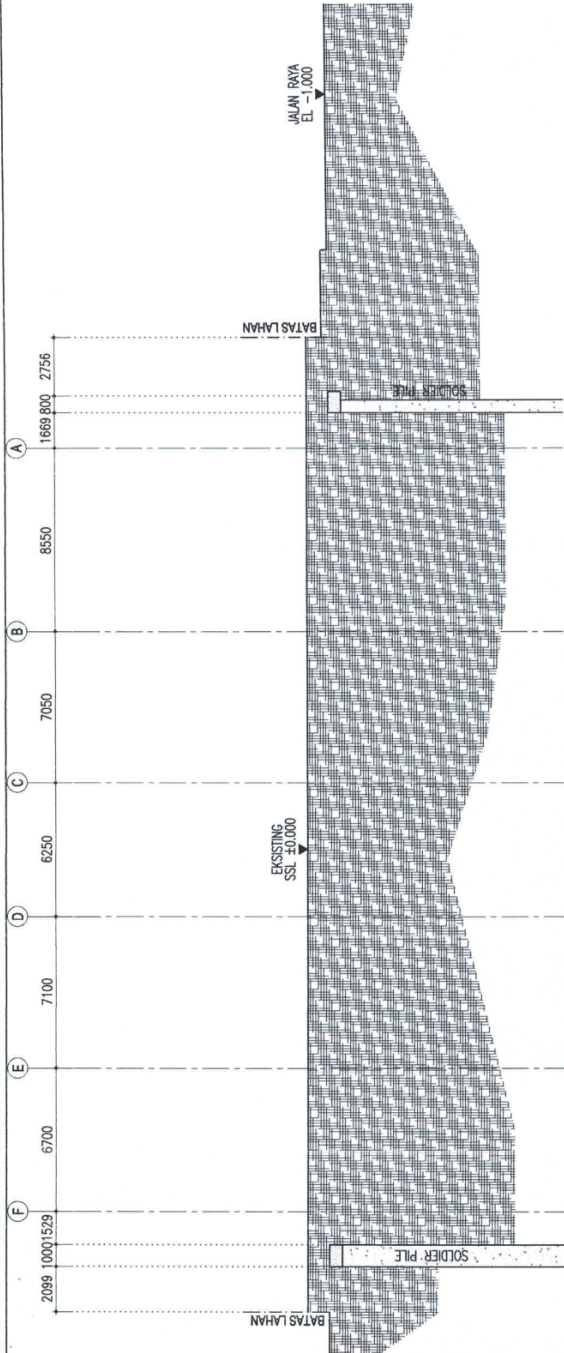
NO. GAMBAR: 1 : 200  
SDS - 02.4  
R.0

**DIKELUARKAN UNTUK: SHOP DRAWING**

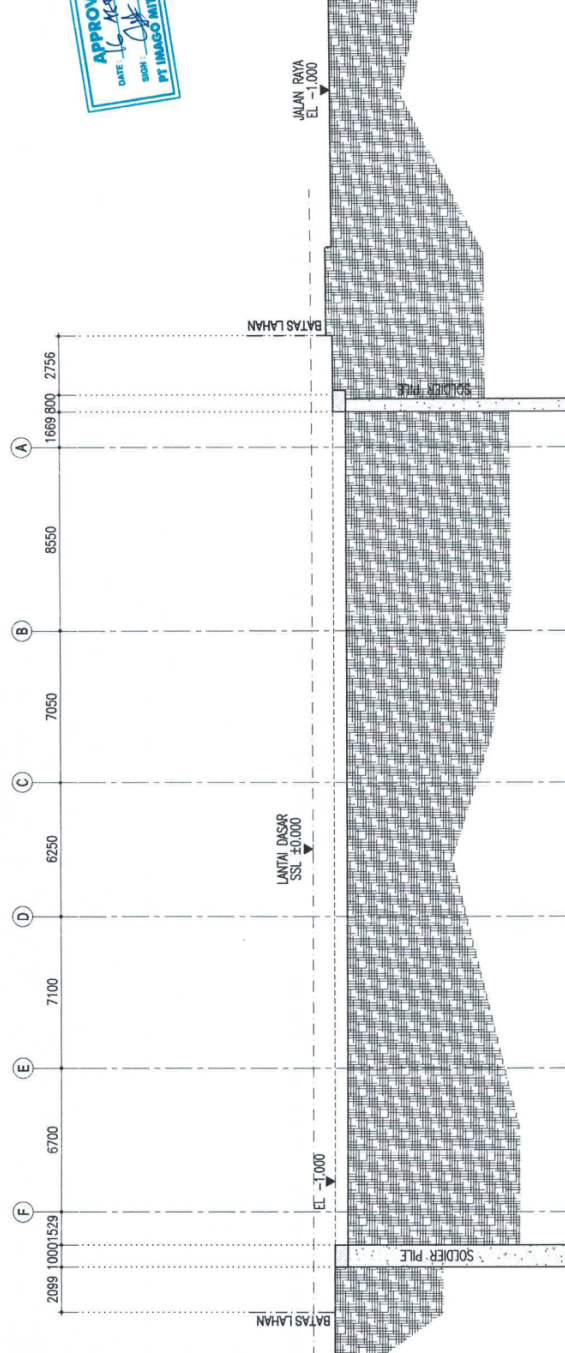
TANGGAL	NO. GAMBAR	NO. REVISI
04-08-2022 <td> </td> <td> </td>		

**MEMERIKSA**

NO. GAMBAR	NO. REVISI



**POTONGAN 2 (TANAH EKSTING)**  
SKALA 1 : 200



**POTONGAN 2 (GENERAL EXCAVATION)**  
SKALA 1 : 200



**JHL OFFICE S8**  
Tangerang - Indonesia

**PEMILIK**  
PT. KONTEK AJA  
Parepare Hill Golf Club G01/12  
Caring Samping, Tangerang

REV. | TANGGAL | DESKRIPSI

REV.	TANGGAL	DESKRIPSI

**PERENCANA**  
PT. PANDEGA DESAIN INDIKERAHA (PDWI)  
Pusat Riset dan Pengembangan (R&D)  
PADA 3 LINGKUNGAN, B. C/4/26  
Jl. TB. SUHARTOPANINGRAT, JAKARTA SELATAN 12910  
Telp : (021) 57394487  
FAX : (021) 57394478  
Email : pandega@indosat.net.id

**KONSULTAN STRUKTUR**  
PT. FERASA CARISTA ESTETIKA  
Pusat Riset dan Pengembangan (R&D)  
Jl. Pahlawan Barat Blok C7 & C8  
Kuningan, Jakarta Selatan 12130  
Telp : (021) 5231182  
Email : ferasa@indosat.net.id

**KONSULTAN MEP**  
MECHANICAL & PRIMAANTA  
MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERING  
Jl. Pahlawan Barat Blok C7 No. 22  
Kuningan, Jakarta Selatan 12130  
Telp : (021) 5231182  
Email : mepe@indosat.net.id

**KONSULTAN GEOTECHNICAL**  
PT. GEO PRIMA  
Geotechnical Consultant  
Jl. Pahlawan Barat Blok C7 No. 10A  
Kuningan, Jakarta Selatan 12130

**KONSULTAN INTERIOR**  
HIRSCH BECKER ASSOCIATES (HBA)  
Interior Design & Construction  
Jl. Pahlawan Barat Blok C7 No. 22  
Kuningan, Jakarta Selatan 12130  
Telp : (021) 5231182  
Email : hirsch@indosat.net.id

**KONSULTAN QS**  
Reputable Partnership PT  
Konsultansi Manajemen & IT  
Jl. Pemuda Sudirman Blok 28  
Jakarta, 10002  
Telp : (021) 5231182  
Email : rpa@reputablepartnership.com

**KONSULTAN MK**  
PT. Energi Mitra Kreasi  
Jl. Pahlawan Barat Blok C7 No. 22  
Kuningan, Jakarta Selatan 12130  
Telp : (021) 5231182  
Email : energi@mitrakreasi.com

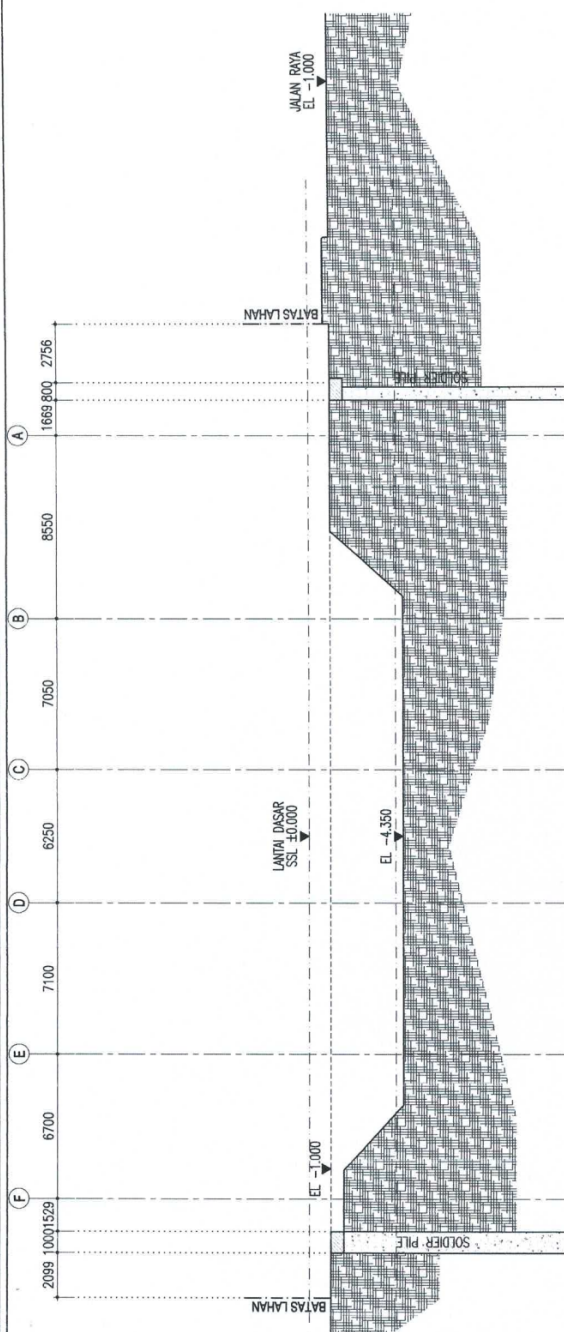
**KONTRAKTOR UTAMA**  
PT. NUSA RAYA CIPTA  
Jl. Pahlawan Barat Blok C7 No. 22  
Kuningan, Jakarta Selatan 12130  
Telp : (021) 5231182  
Email : nusa@cirta.com

**SKALA GAMBAR**  
POTONGAN 2  
(SAFETY EXCAVATION -  
ALT.1 & ALT.2)

SKALA	NO. GAMBAR	NO. REVISI
1 : 200	SDS - 02.5	R.0

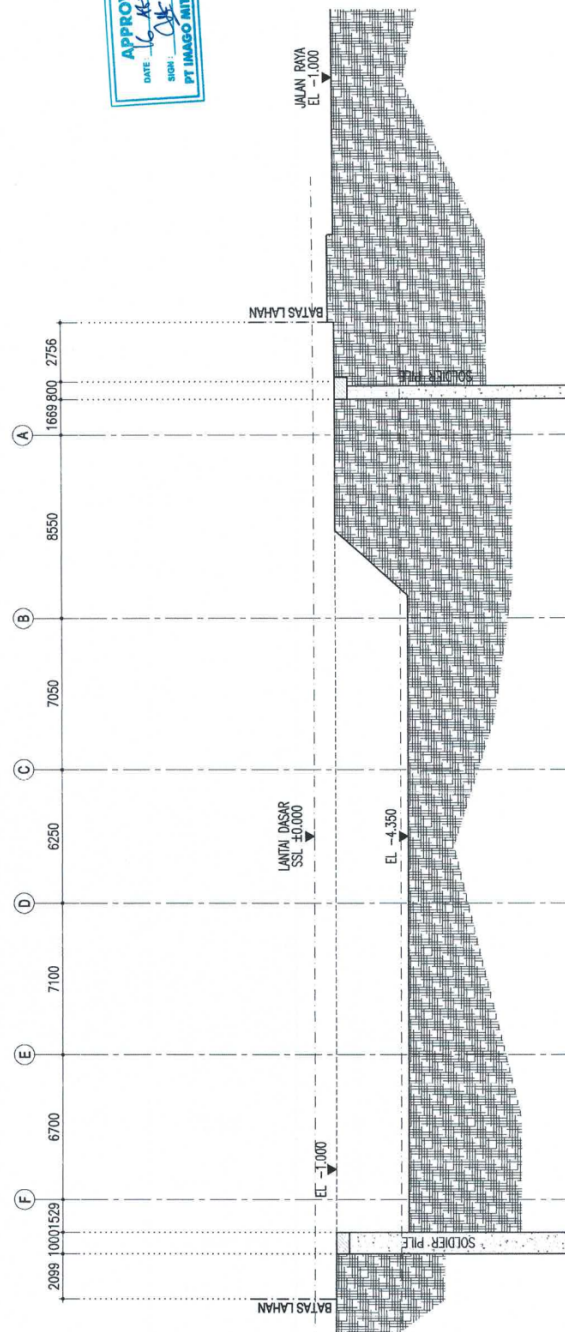
DIKELUARKAN UNTUK : SHOP DRAWING

TANGGAL	04-08-2022	PROJEK	
DOKUMEN	ALP	INDRA	
DIPERIKSA	SYELU	HANZHI	
MENGETAHUI	P. EPENDI		



**POTONGAN 2 (SAFETY EXCAVATION - ALT.2)**  
SKALA 1 : 200

**APPROVED**  
DATE: 16-AUG-22  
SIGN: [Signature]  
PT. IMAGO MITRA KREASI



**POTONGAN 2 (SAFETY EXCAVATION - ALT.1)**  
SKALA 1 : 200

**JHL OFFICE S8**  
Tangerang - Indonesia

**PEMILIK**

PT. KONTEK AJIA  
Paranah Hill Golf Club GGT 1/2  
Ciding Semping, Tangerang

**REVISI**

NO	TANGGAL	DESKRIPSI

**PERENCANA**

PT. PANCAJAYA DESAIN WEHABIMA (PDW)  
Jl. Pancajaya No. 100, Jl. Raya Cidre  
Jl. S. MATARANA, JAKARTA SELATAN 12810  
Telp: (021) 7250-0178  
FAX: (021) 7250-0179  
Email: pdw@pancajaya.com

**KONSULTAN STRUKTUR**

PT. PERASASAMASTA ESTETIKA  
Jalan Mekar Jaya Blok C7 & C8  
Jl. Pancajaya No. 100, Jl. Raya Cidre  
Jl. S. MATARANA, JAKARTA SELATAN 12810  
Telp: (021) 7250-0178  
Email: perasasamasta@perasasamasta.com

**KONSULTAN MEP**

MEKAMON S PRAMITA  
Engineering & Architecture  
A. Puri Kawasan Blok K7 No. 22  
Jl. Pancajaya No. 100, Jl. Raya Cidre  
Jl. S. MATARANA, JAKARTA SELATAN 12810  
Telp: (021) 7250-0178  
Email: mekamons@mekamons.com

**KONSULTAN GEOTECHNICAL**

PT. GEO PRIMA  
Geotechnical Consultant  
J. Mahadhi Raga Blok. H/ No. 13A  
Tangerang

**KONSULTAN INTERIOR**

HRSCH BEHNER ASSOCIATES (RBA)  
USA Tower 1, Unit 809  
Jl. Pancajaya No. 100, Jl. Raya Cidre  
Jl. S. MATARANA, JAKARTA SELATAN 12810  
TEL: (021) 7250-0178

**KONSULTAN QS**

Rayonda Partnership PT  
Wisma Rayonda 1, Level 12  
Jl. Pancajaya No. 100, Jl. Raya Cidre  
Jl. S. MATARANA, JAKARTA SELATAN 12810  
TEL: (021) 7250-0178

**KONSULTAN MK**

PT. Imago Mitra Kencana  
Jl. Pancajaya No. 100, Jl. Raya Cidre  
Jl. S. MATARANA, JAKARTA SELATAN 12810  
Phone: (021) 7250-0178 - (021) 7286-021  
Email: imago@imago-mitra.com

**KONTRAKTOR UTAMA**

PT. IRIN BATA CIPTA  
PT. IRIN BATA CIPTA  
PT. IRIN BATA CIPTA  
PT. IRIN BATA CIPTA  
PT. IRIN BATA CIPTA

**DAFTAR REVISI**

NO	REVISI	REVISI

**POTONGAN 2  
(SAFETY-REDUCE LEVEL)  
(FINISH/DASAR GALIAN)**

SKALA 1 : 200

NO. GAMBAR SDS - 02.6

NO. REVISI R.0

DIREKTUR LINTAS SHOP DRAWING

TANGGAL 04.08.2022

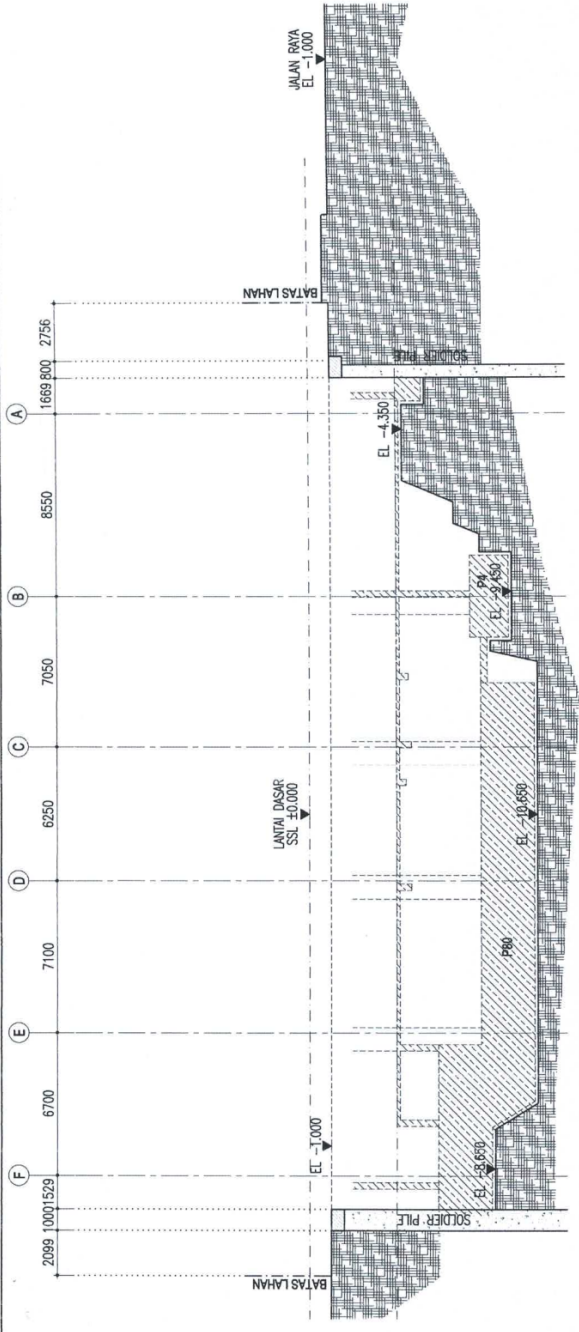
PARAF

INDRA

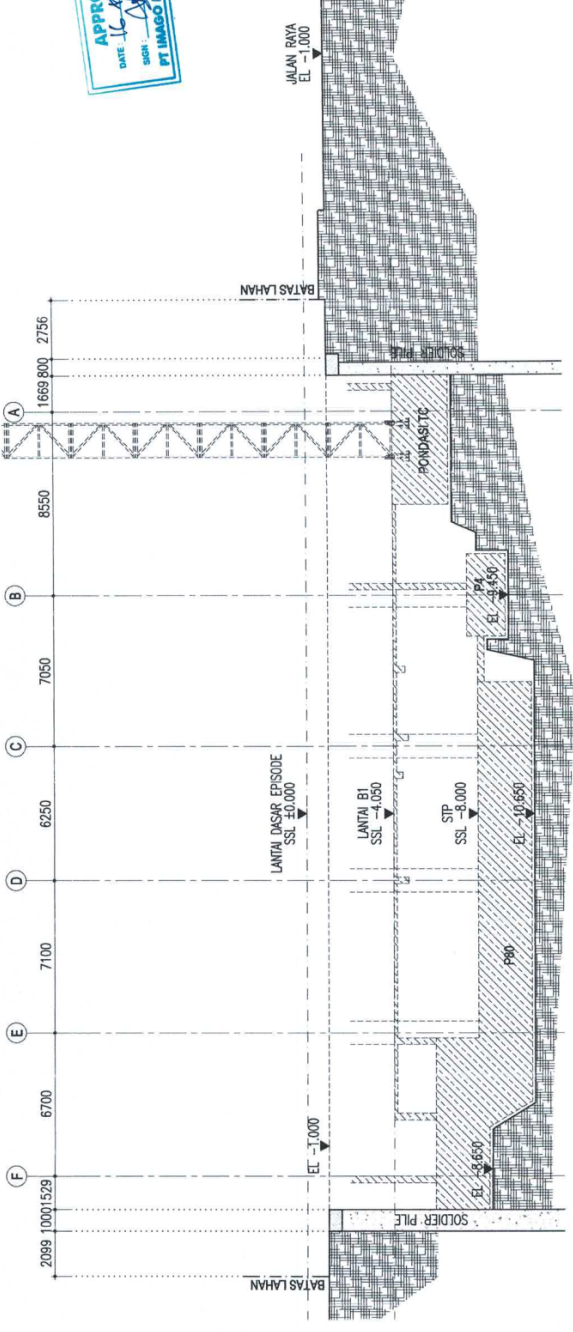
BETELU

HAMZAH

MENGETAHUI P. BEPEDI



**POTONGAN 2 (FINISH/DASAR GALIAN)**  
SKALA 1 : 200



**POTONGAN 3 (FINISH/DASAR GALIAN)**  
SKALA 1 : 200

**LAMPIRAN 6**

**DENAH DAN DETAIL *CONTIGUOUS BORED*  
*PILE***



PEREKAM  
PT. KONTEK AIA  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

CAVITASI / TEMAH HUNCI

PERENCANA  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN STRUKTUR  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN MEP  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN GEOTEKNIK  
PT. CSDO PRIMA  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN OH  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

KONSULTAN M&E  
PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

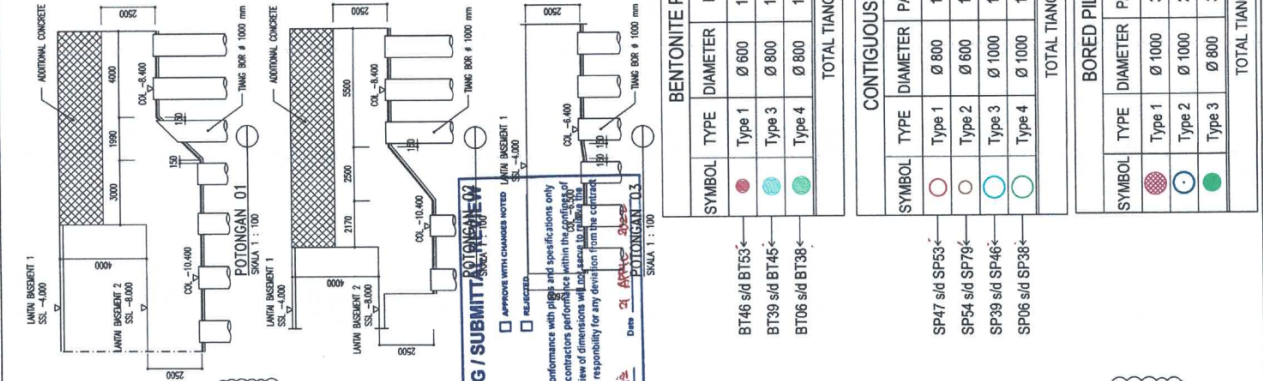
MULTI-BETON:  
BETON TIANG CORONGAN 400  
TALANGAN BUIS 4208, fy = 420 MPa  
#800 mm  
#1000 mm  
#1100 mm  
#1200 mm  
#1300 mm  
#1400 mm  
#1500 mm

MULTI-BETON:  
BETON TIANG BOR : fy = 420 MPa  
BETON PILE CAP : fy = 420 MPa  
TALANGAN BUIS 4208, fy = 420 MPa  
#800 mm  
#1000 mm  
#1100 mm  
#1200 mm  
#1300 mm  
#1400 mm  
#1500 mm

MULTI-BETON:  
BETON TIANG BOR : fy = 420 MPa  
BETON PILE CAP : fy = 420 MPa  
TALANGAN BUIS 4208, fy = 420 MPa  
#800 mm  
#1000 mm  
#1100 mm  
#1200 mm  
#1300 mm  
#1400 mm  
#1500 mm

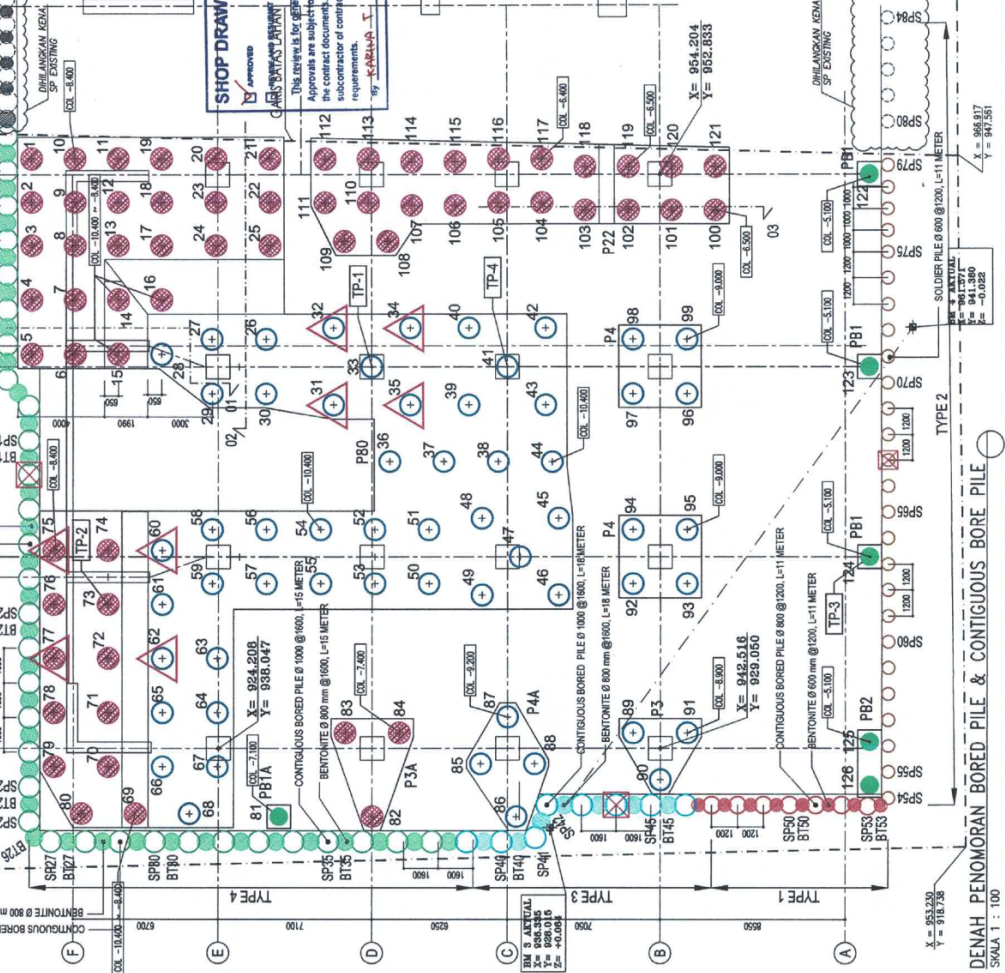
MULTI-BETON:  
BETON TIANG BOR : fy = 420 MPa  
BETON PILE CAP : fy = 420 MPa  
TALANGAN BUIS 4208, fy = 420 MPa  
#800 mm  
#1000 mm  
#1100 mm  
#1200 mm  
#1300 mm  
#1400 mm  
#1500 mm

MULTI-BETON:  
BETON TIANG BOR : fy = 420 MPa  
BETON PILE CAP : fy = 420 MPa  
TALANGAN BUIS 4208, fy = 420 MPa  
#800 mm  
#1000 mm  
#1100 mm  
#1200 mm  
#1300 mm  
#1400 mm  
#1500 mm



TABEL TEST PILE:

TYPE	DIAMETER BORE PILE	MUTI-BETON	TEST TEKAN	TEST TARIK	TEST LATERAL
TP-1	BORE PILE Ø1000	35 MPa	V = 23000-1000 TON P = 23000-1000 TON		H = 2415-30 TON
TP-2	BORE PILE Ø1000	35 MPa	V = 23000-1000 TON P = 23000-1000 TON		H = 2415-30 TON
TP-3	BORE PILE Ø1000	35 MPa	V = 23000-1000 TON P = 23000-1000 TON		H = 2415-30 TON
TP-4	BORE PILE Ø1000	35 MPa	V = 23000-1000 TON P = 23000-1000 TON		H = 2415-30 TON



BENTONITE PILE			
SYMBOL	DIAMETER	JUMLAH	
BT46 s/d BT53	Ø 600	11.00 meter	8
BT39 s/d BT45	Ø 800	18.00 meter	7
BT06 s/d BT38	Ø 800	15.00 meter	33
TOTAL TIANG		48	

CONTIGUOUS PILE			
SYMBOL	DIAMETER	JUMLAH	
SP47 s/d SP53	Ø 800	11.00 meter	7
SP54 s/d SP79	Ø 600	11.00 meter	26
SP39 s/d SP46	Ø 1000	18.00 meter	8
SP06 s/d SP38	Ø 1000	15.00 meter	33
TOTAL TIANG		74	

BORED PILE			
SYMBOL	DIAMETER	JUMLAH	
SP47 s/d SP53	Ø 1000	31.00 meter	62
SP54 s/d SP79	Ø 1000	27.00 meter	58
SP39 s/d SP46	Ø 800	31.00 meter	6
TOTAL TIANG		126	

**DENAH PENOMORAN BORED PILE & CONTIGUOUS PILE**  
CONTIGUOUS PILE

REVISI

NO.	REVISI	DI. PERUBAHAN	REVISI
1			

PT. PANASIA LOKAN  
Jl. Raya Serang - Tangerang  
Tangerang - Indonesia

DENAH PENOMORAN BORED PILE & CONTIGUOUS BORE PILE  
SKALA 1 : 100

**JHL OFFICE S8**

Tangerang - Indonesia

**PEMILIK**

PT. KONTEK ALFA  
 Gedung Sempura, Tangerang

**REVISI**

NO	TANGGAL	DESKRIPSI

**PERENCANA**

PT. BHASCO DESAIN (KEHIDUPAN) (PDV)  
 PT. BHASCO DESAIN (KEHIDUPAN) (PDV)  
 PUSAT PENELITIAN & PENGEMBANGAN (R&D)  
 PT. BHASCO DESAIN (KEHIDUPAN) (PDV)  
 TEL: (021) 25222223 - 25222224 - 25222225  
 FAX: (021) 25222226  
 Email: info@bhascodesign.com

**KONSULTAN STRUKTUR**

PT. PERUSAHAAN CEMESTA  
 Gedung CEMESTA  
 Jl. Raya Pajajaran  
 Bandung  
 Telp: (021) 5241186  
 Email: info@perusa.com

**KONSULTAN MEP**

MEYANCA S PRANATA  
 MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERING  
 Gedung MEYANCA S PRANATA  
 Jl. Raya Pajajaran - Jurna 1617  
 Bandung  
 Telp: (021) 5241187  
 Email: info@meyanca.com

**KONSULTAN GEOTECHNICAL**

PT. GEO PRIMA  
 Gedung GEO PRIMA  
 Jl. Mahakarya Blok. IT No. 12A  
 Tangerang

**KONSULTAN INTERIOR**

HRSCH BECHER ASSOCIATES (HBA)  
 HBA Tower 1 Unit 805  
 Jalan Mega Kencana Blok South  
 Jl. Hutan Kelapa Blok South  
 Jakarta Selatan  
 Telp: (021) 5241188  
 Email: info@hba.com

**KONSULTAN QS**

PT. BANGSA BANGSA PT  
 Gedung BANGSA BANGSA PT  
 Jl. Jendral Sudirman No. 29  
 Jakarta Selatan  
 Telp: (021) 5241189  
 Email: info@bangsabungsa.com

**KONSULTAN MK**

PT. Intego Mitra Kencana  
 Gedung Intego Mitra Kencana  
 Jl. Soreah Square Selatan, Ruko Duren Utara No. 33,  
 Duren Utara, Jakarta Utara  
 Telp: (021) 25222223 - 25222224 - 25222225  
 Email: info@integomitra.com

**KONTRAKTOR UTAMA**

PT. NUSA RAYA CIPTA



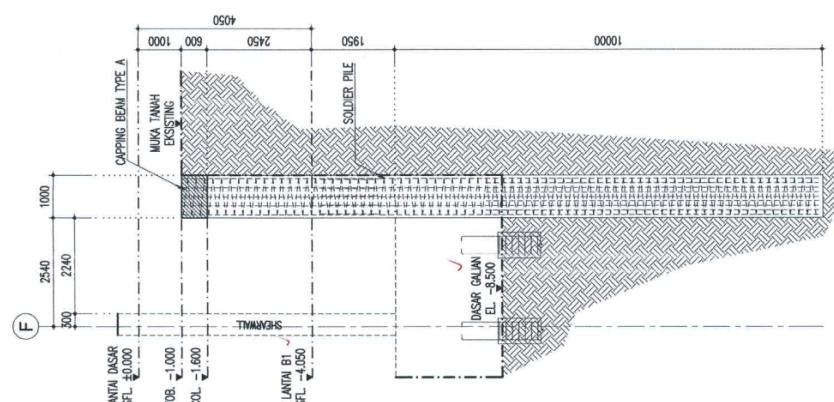
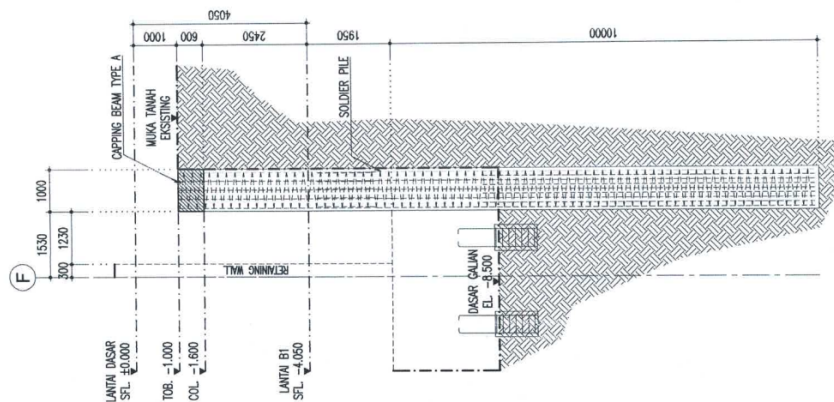
NO. GAMBAR	NO. REVISI
S-1109	R.0
S-1110	
S-1111	

**POTONGAN A & B**  
**CAPPING BEAM**

SKALA 1 : 100

DIKELUARKAN UNTUK: SHOP DRAWING

TANGGAL	ALF	PARAF
03 - 08 - 2022		
DOKUMEN	INDRA	
DIREKSI	EVELI	
MANAJEMEN	HANZANI	
INSPEKSI	P. EFENDI	





**JHL OFFICE S8**  
Tangerang - Indonesia

**PEMILIK**

PT. KONTEK AJA  
Jl. CIGATI 112  
Cisang Serang, Tangerang

REV / TANGGAL	DESKRIBSI

**PERENCANA**

PT. PANSECA DESAIN VEKSIAMA (PDV)  
PLANNING & DEVELOPMENT WORKSHOP  
PUSAT 3 PRODIKSI JALAN BLOK BAYURAMA 12310  
TEL: (021) 2398-8377  
FAX: (021) 2398-8377  
EMAIL: panseca@panseca.com

**KONSULTAN STRUKTUR**

PT. PERAGA CONSULTING  
Jl. Raya Pajajaran  
No. 10711031102  
E-mail: peraga@peraga.com

**KONSULTAN MEP**

METAKON S PRANATA  
MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERING  
Purwokerto - Jawa 18153  
Telp: (021) 6623197  
Email: metakon@metakon.co.id

**KONSULTAN GEOTECHNICAL**

PT. GEO PRIMA  
Jl. Mahad Raya Blok. 11 No. 12A  
Tangerang

**KONSULTAN INTERIOR**

HRSCHEIDNER ASSOCIATES (HBA)  
SEA Tower 1 Unit R605  
Jaya Raya Kuningan Boulevard  
Jaya Raya Kuningan 10130  
TEL: (021) 2398302

**KONSULTAN QS**

PT. RANGGA MITRA KREASI  
Jl. Pemuda Subramaniam No. 29  
No. (021) 5247416  
Email: rangga@rangga.com

**KONSULTAN MK**

PT. RANGGA MITRA KREASI  
Jl. Soekarno Square Selatan, Blok Dahan Layan No. 33,  
Jl. Soekarno Square Selatan, Blok Dahan Layan No. 33,  
Phone: 021-2222323 - 957728621  
Email: rangga@rangga.com

**KONTRAKTOR UTAMA**

PT. NUSA RAYA CIPTA  
KORPORASI  
Jl. Raya Cigugur No. 100  
Cigugur, Bogor 16155  
Telp: (021) 2398302

**DAMPAK/REVISI**

S-1109  
S-1110  
S-1111

**NO. REVISI**

R.0

**SKALA**

1 : 25

**NO. GAMBAR**

SDS - 01D

**DIRELUKANKAN UNTUK: SHOP DRAWING**

**TANGGAL**

03 - 08 - 2022

**PARAF**

ALF

**DOKUMEN**

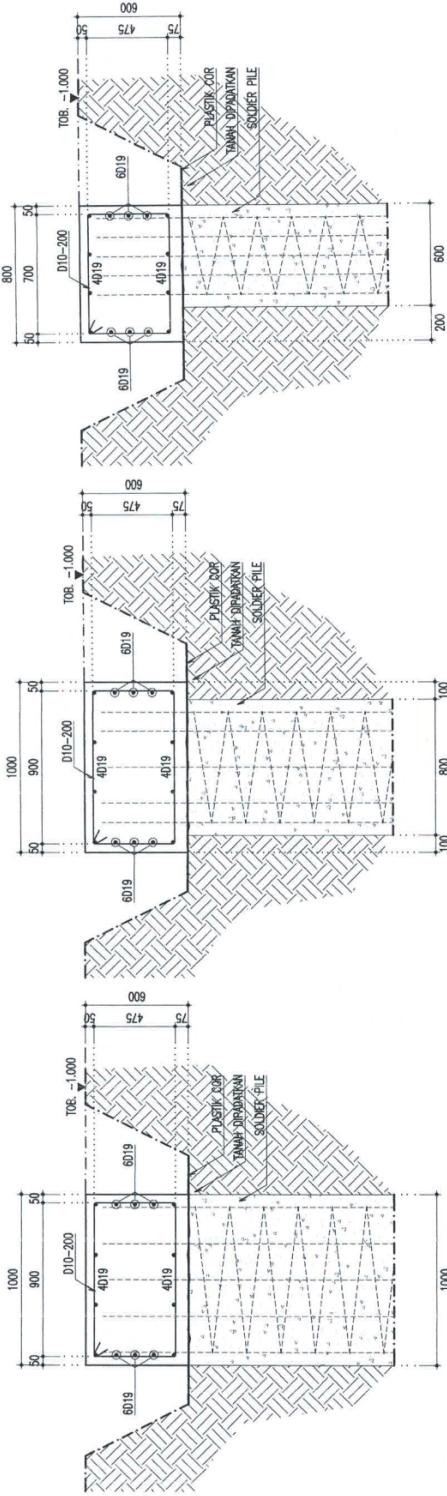
INDOVA

**DIPERIKSA**

SYELI

**MENGETAHAI**

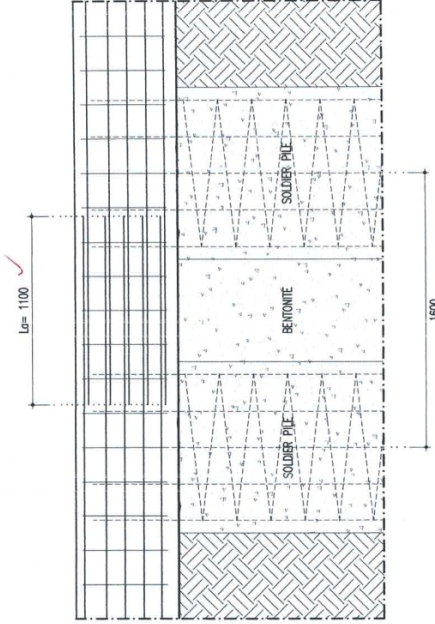
P. EFENCI



**DETAIL CAPPING BEAM TYPE A**  
SKALA 1 : 25

**DETAIL CAPPING BEAM TYPE B**  
SKALA 1 : 25

**DETAIL CAPPING BEAM TYPE C**  
SKALA 1 : 25



**DETAIL PRINSIP SAMBUNGAN LEWATAN CAPPING BEAM**  
SKALA 1 : 25



**JHL OFFICE S8**  
Tangerang - Indonesia

**PEMLUK**

P1 KONTAK  
P2 PERANGKAT  
P3 PERANGKAT  
P4 PERANGKAT  
P5 PERANGKAT  
P6 PERANGKAT  
P7 PERANGKAT  
P8 PERANGKAT  
P9 PERANGKAT  
P10 PERANGKAT

NO	REVISI	REVISI
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10

**PERENCANA**  
PT PANASALAM WERKSPARTITION  
JALAN SUDAMPTA NO. 107  
KEMANGKAM, JAKARTA BARAT  
T. 021-5594017  
F. 021-5594017  
WWW.PANASALAM.COM

**KONSULTAN STRUKTUR**  
PT PERANGKAT SUPRENTINA  
JALAN SUDAMPTA NO. 107  
KEMANGKAM, JAKARTA BARAT  
T. 021-5594017  
F. 021-5594017

**KONSULTAN MEP**  
MELAKA STRUKTUR  
JALAN SUDAMPTA NO. 107  
KEMANGKAM, JAKARTA BARAT  
T. 021-5594017  
F. 021-5594017

**KONSULTAN GEOTECHNICAL**  
PT GEO PRIP  
JALAN SUDAMPTA NO. 107  
KEMANGKAM, JAKARTA BARAT  
T. 021-5594017  
F. 021-5594017

**KONSULTAN INTERIOR**  
PT BESI-BESI ASSOCIATES PT  
JALAN SUDAMPTA NO. 107  
KEMANGKAM, JAKARTA BARAT  
T. 021-5594017  
F. 021-5594017

**KONSULTAN DS**  
Syntex Persemb PT  
JALAN SUDAMPTA NO. 107  
KEMANGKAM, JAKARTA BARAT  
T. 021-5594017  
F. 021-5594017

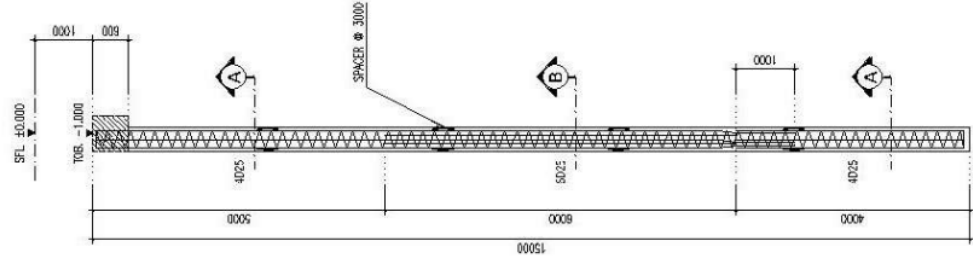
**KONSULTAN MK**  
PT Mega Bina Pindah  
JALAN SUDAMPTA NO. 107  
KEMANGKAM, JAKARTA BARAT  
T. 021-5594017  
F. 021-5594017

**KONTRAKTOR UTAMA**  
PT. WILBA BINA CPTA  
JALAN SUDAMPTA NO. 107  
KEMANGKAM, JAKARTA BARAT  
T. 021-5594017  
F. 021-5594017

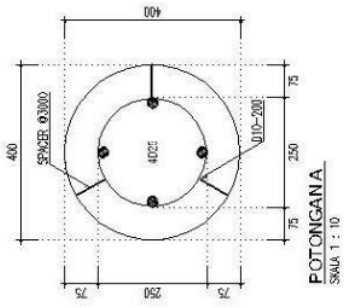
**REVISI**  
S-109  
S-110  
S-111

**SKALA**  
1:25  
1:75  
1:250

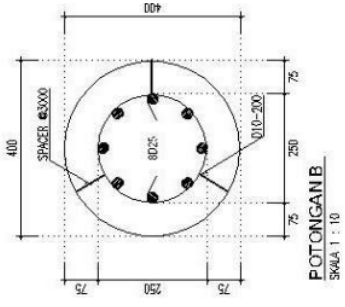
**REVISI**  
1:25  
1:75  
1:250



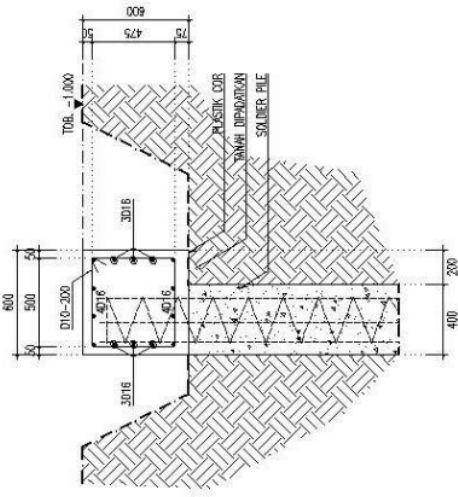
**DETAIL SOLDIER PILE**  
SKALA 1 : 75



**POTONGAN A**  
SKALA 1 : 10



**POTONGAN B**  
SKALA 1 : 10



**DETAIL CAPPING BEAM TYPE D**  
SKALA 1 : 25

**LAMPIRAN 7**

**TUTORIAL PLAXIS 2D**

**ANALISIS DEFORMASI LATERAL**

***CONTIGUOUS BORED PILE* PADA**

**PEKERJAAN GALIAN DALAM**

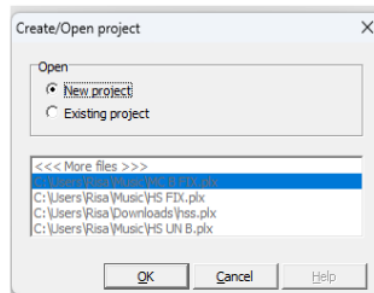


## TUTORIAL PROGRAM PLAXIS 2D V.82

Pada analisis ini menggunakan *software* Plaxis 2D v8.2 dengan membuat 3 (tiga) permodelan diantaranya *Mohr Coulomb Undrained B*, *Mohr Coulomb Undrained C*, dan *Hardening Soil*. Dari ketiga permodelan tersebut langkah pembuatan permodelan Plaxis sama, yang membedakan hanyalah parameter yang di *input*. Dalam kasus ini tidak dimodelkan pembebanan karena keterbatasan data beban pada bangunan sekitar. Berikut merupakan tahap proses pembuatan permodelan dinding penahan tanah beserta tahap galiannya:

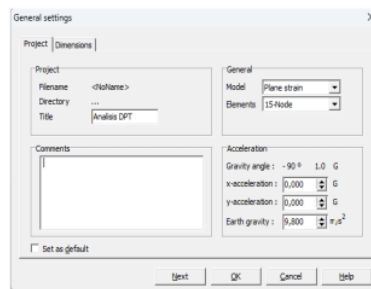
### a. Pembuatan Geometri

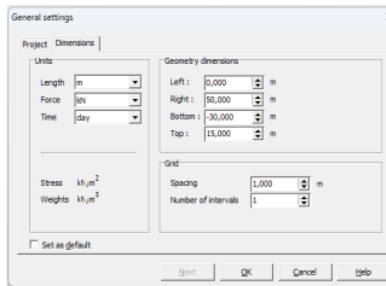
1. Buka Plaxis *Input*, lalu akan muncul kotak dialog *create/open project*. Kemudian klik *new project*.





Lalu akan muncul tampilan kotak dialog *general setting*. Masukkan judul kemudian klik tab *dimension*. Pada *geometry dimensions* mengubah dimensi geometri menjadi:

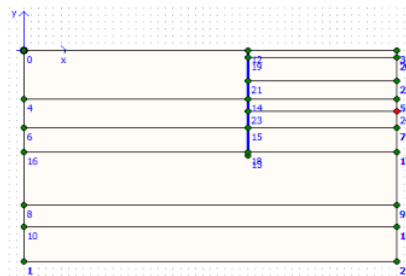
*Left* = 0  
*Right* = 50  
*Bottom* = -30  
*Top* = 15






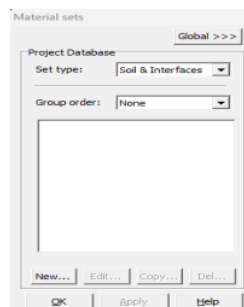
Jika sudah, klik Ok.

- Permodelan geometri tanah menggunakan ikon *geometry line*  dengan garis geometri disesuaikan kedalaman dan lebar dengan data yang ada. Jika ingin memutus garis klik kanan dan melanjutkan pada titik yang ditentukan. Untuk memodelkan dinding penahan tanah menggunakan ikon *plate* 

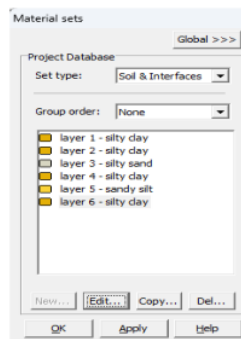


### b. Input Parameter Tanah dan Dinding Penahan Tanah

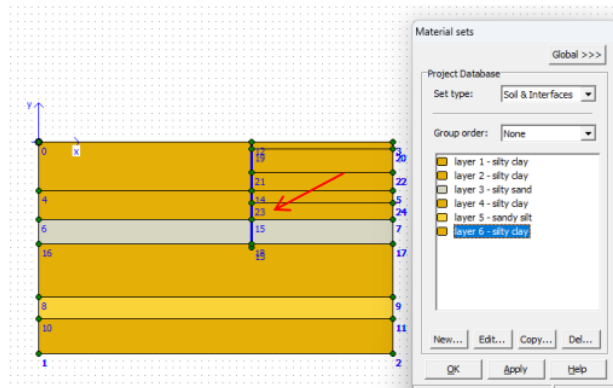
- Setelah geometri tanah sudah dimodelkan berdasarkan kondisi di lapangan, kemudian memasukkan parameter tanah per lapisan dan parameter dinding penahan tanah pada *icon* material  *sets* lalu akan tampil jendela seperti berikut:



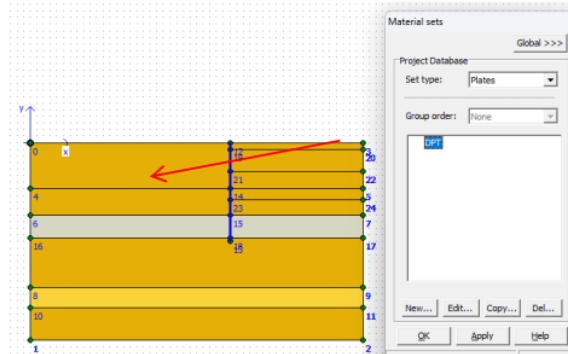
2. Pada jendela tersebut terdapat kotak dialog *set type*. Untuk memasukkan parameter tanah pilih *set type soil & interface*, sedangkan untuk memasukkan parameter dinding penahan tanah pilih *plates*. Setelah memilih *set type soil & interface* kemudian klik *new*. Masukkan parameter tiap lapisan sesuai data tanah yang ada atau korelasi.




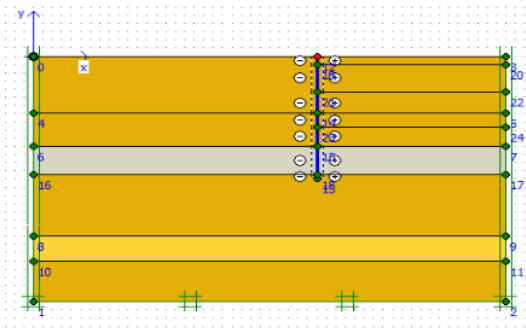
3. *Drag* parameter tanah yang sudah dibuat ke masing-masing lapisan tanah.



4. Setelah memodelkan kondisi tanah, kemudian masukkan parameter dinding penahan tanah dengan mengubah *set type* menjadi *plates* kemudian klik *new*. *Input* parameter dinding penahan tanah kemudian klik OK. Seperti dengan lapisan tanah, parameter dinding penahan tanah yang sudah dibuat kemudian di *drag* mengarahkan ke dinding penahan tanah.

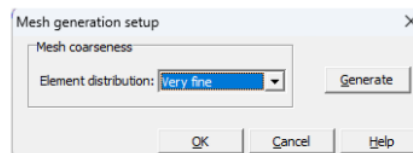




- 26 5. Kemudian gunakan tombol *interface*  untuk memisahkan kekakuan lebih dari satu elemen, yaitu kekakuan antara tanah dan tiang.
- 26 6. Untuk membentuk kondisi batas, klik tombol jepit *standard fixtied* maka akan terbentuk jepit pada bagian dasar dan jepit rol pada sisi vertical, seperti terlihat pada gambar:

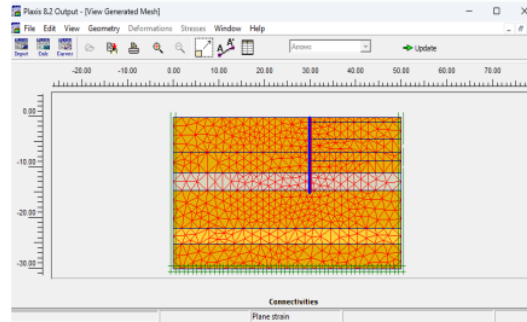


### c. Menentukan Mesh Contidion


1. Klik menu *mesh*, pilih *global coarseness* lalu akan tampil kotak dialog *mesh generation setup*.
2. Pilih *elements distribution* menjadi *very fine*, kemudian klik OK

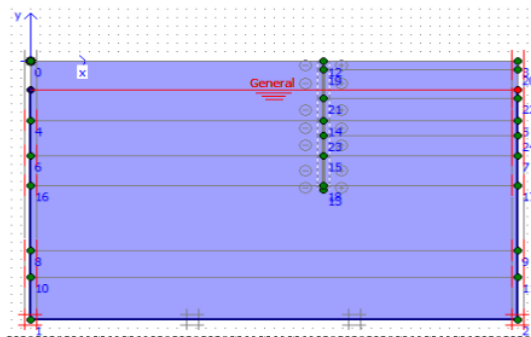



3. Klik *generate mesh* pada icon 
4. Akan muncul kotak *view generated mesh* ,  klik *update*

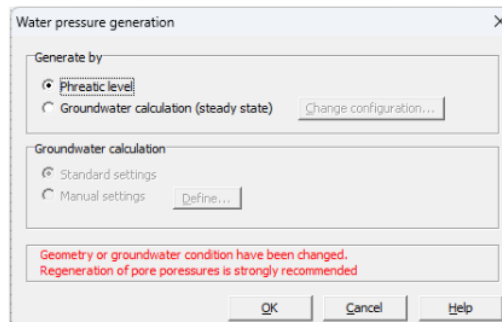


#### d. Menentukan Kondisi Awal dan Tegangan Awal

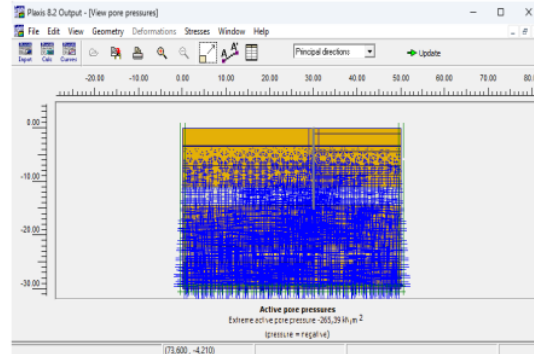
1. Klik *initial condition*
2. Klik *phreatic level* pada toolbar 
3. Memodelkan muka air tanah awal dengan menarik garis dari ujung ke ujung lapisan tanah sesuai kedalaman MAT awal yang ada pada di lapangan.



4. Selanjutnya klik *initial pressure* pada toolbar  kemudian akan muncul kotak dialog *water pressure generation*, klik *phreatic level*, lalu OK



5. Maka tampilan akan menjadi seperti berikut:



6. Klik *update* kemudian klik *toolbar pore pressure*



7. Lalu klik *generate initial stress*



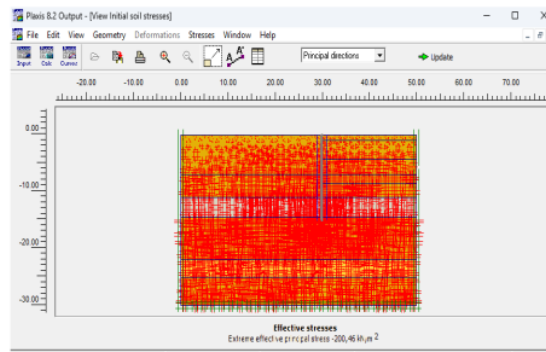
K0-procedure

IM-weight : 1,000

Cluster	Material	OCR	POP	K0
1	MC	N/A	N/A	1,000
2	MC	N/A	N/A	1,000
3	MC	N/A	N/A	1,000
4	MC	N/A	N/A	0,357
5	MC	N/A	N/A	1,000
6	Imr	N/A	N/A	1,000

OK Cancel Help

8. Kemudian klik OK. Maka tampilan akan berubah menjadi sebagai berikut:



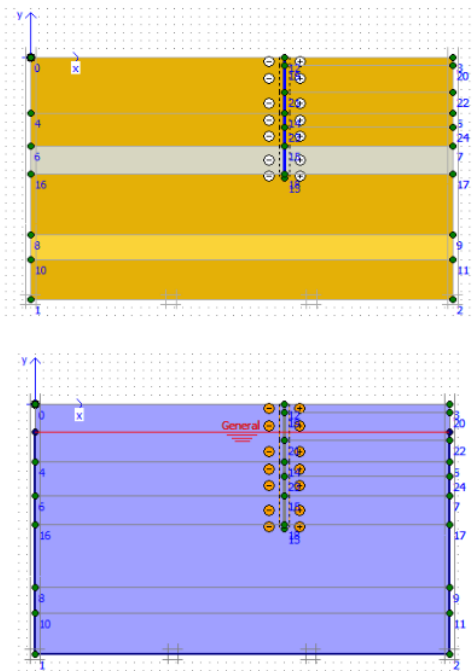
9. Klik *update*

#### e. Tahap Perhitungan

Pada tahapan ini membuat tahapan konstruksi sesuai yang di lapangan. Adapun tahapannya yaitu:

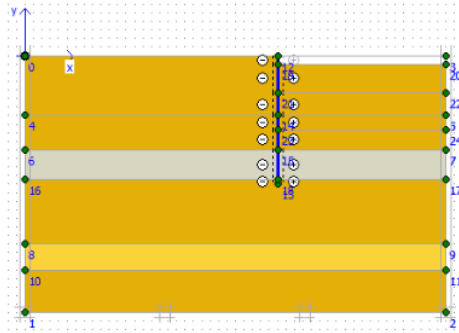
1. Tahap 1 – DPT

- a) Ubah *Phase 1* pada kotak *Number/ID* menjadi DPT
- b) *Calculation type – plastic*
- c) Pada *tab* parameters aktifkan *reset displacement to zero* dan *delete intermediate steps* pada kotak *control parameters*
- d) Klik *define*
- e) Aktifkan dinding penahan tanah dengan meng-klik DPT dan mengaktifkan juga muka air tanah awal dengan meng-klik *water pressure* kemudian klik muka air tanah yang sudah dibuat sebelumnya selanjutnya klik *update*



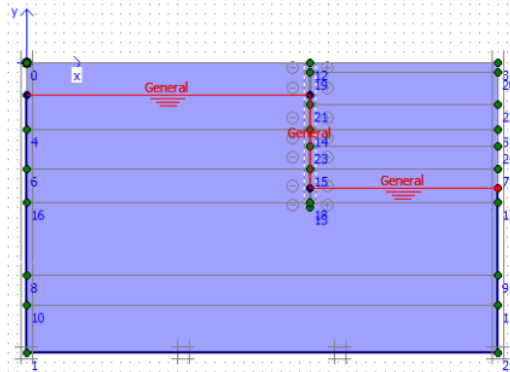
## 2. Tahapan 2 – Galian 1

- a) Ubah *Phase 2* pada kotak *Number/ID* menjadi Galian 1
- b) *Calculation type – plastic*
- c) Pada *tab* parameters aktifkan *reset displacement to zero* dan *delete intermediate steps* pada kotak *control parameters*
- d) Klik *define*
- e) Aktifkan galian pertama dengan meng-klik geometri galian pertama, selanjutnya klik *update*

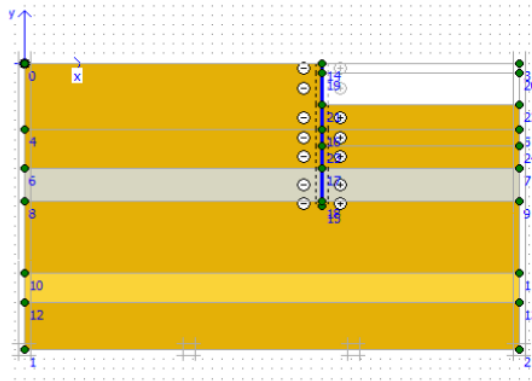


3. Tahapan 3 – Galian 2

- a) Ubah *Phase 3* pada kotak *Number/ID* menjadi Galian 2
- b) *Calculation type – plastic*
- c) Pada *tab parameters* aktifkan *delete intermediate steps* pada kotak *control parameters*
- d) Klik *define*
- e) Sebelum mengaktifkan galian kedua, muka air tanah diturunkan terlebih dahulu dengan cara klik *water pressure* lalu klik *phreatic level* kemudian menurunkan muka air tanah sesuai data *dewatering*. Setelah itu klik *water pressure* kembali
- f) Aktifkan galian kedua dengan meng-klik geometri galian pertama, selanjutnya klik *update*

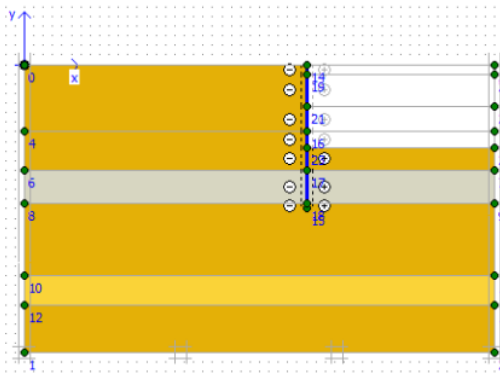






4. Tahap 4 – Galian 3

- a) Ubah *Phase 4* pada kotak *Number/ID* menjadi *Galian 3*
- b) *Calculation type – plastic*
- c) Pada *tab* *parameters* aktifkan *delete intermediate steps* pada kotak *control parameters*
- d) Klik *define*
- e) Aktifkan *galian* ketiga dengan meng-klik *geometri* *galian* ketiga, selanjutnya klik *update*

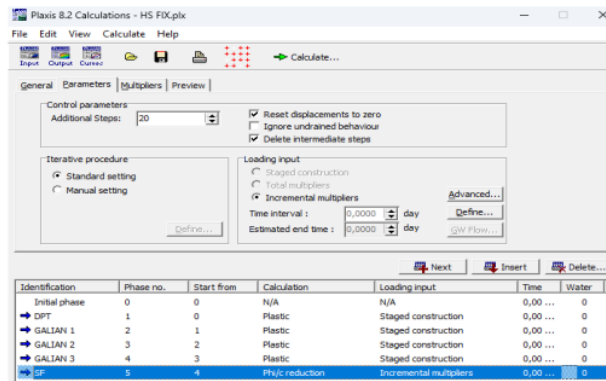



5. Tahap 5 – *Safety Factor*

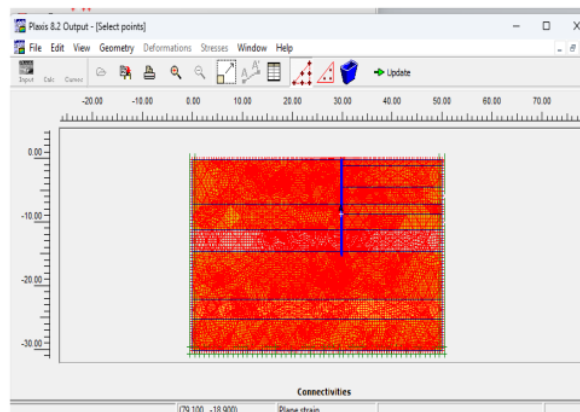
- a) Ubah *Phase 5* pada kotak *Number/ID* menjadi *SF*
- b) *Calculation type – phi/c reduction*
- c) Pada *tab* *parameters* ubah *additional steps* menjadi 10 kemudian aktifkan *reset displazement to zero* dan *delete intermediate steps* pada kotak *control parameters*
- d) Klik *define*

## f. Proses Kalkulasi

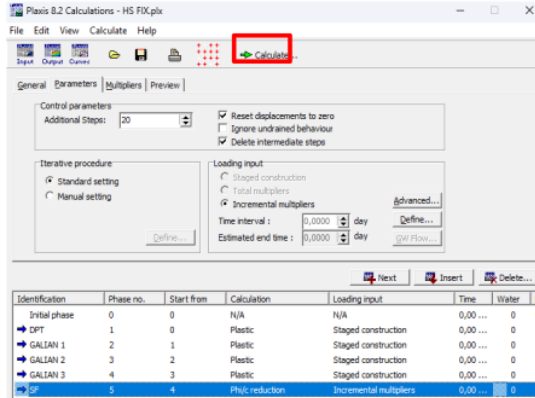
1. Setelah semua tahapan sudah dibuat, maka tampilan tahapan akan terlihat pada jendela sebagai berikut:



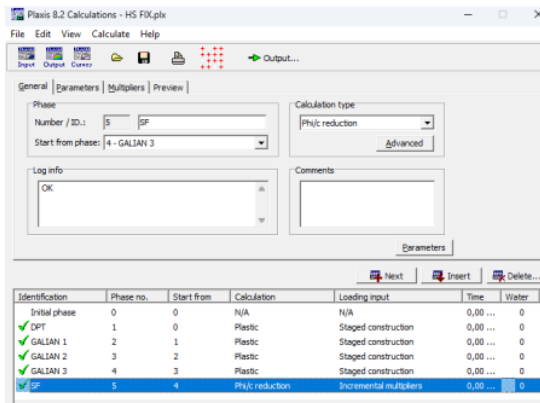
2. Klik *select points for curve* pada toolbar  untuk menentukan titik penggambaran kurva perpindahan-beban dan regangan, penentuan titik dilakukan dengan memilih salah satu titik pada model geometri, kemudian klik *update*



3. Klik *calculate* untuk memulai proses kalkulasi agar bisa melihat *output* tiap tahapan



4. Menunggu kalkulasi hingga, pada jendela *identification* berubah menjadi tanda ceklis yang artinya proses kalkulasi berhasil. Jika tanda silang, maka tahapan tersebut gagal sehingga perlu dievaluasi kembali parameter atau tahapan konstruksinya.



## ORIGINALITY REPORT

---

**30%**

SIMILARITY INDEX

**30%**

INTERNET SOURCES

**4%**

PUBLICATIONS

**6%**

STUDENT PAPERS

---

## PRIMARY SOURCES

---

<b>1</b>	<b>eprints.untirta.ac.id</b> Internet Source	<b>4%</b>
<b>2</b>	<b>repository.its.ac.id</b> Internet Source	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>123dok.com</b> Internet Source	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>jurnal.umsu.ac.id</b> Internet Source	<b>2%</b>
<b>5</b>	<b>jurnal.darmaagung.ac.id</b> Internet Source	<b>2%</b>
<b>6</b>	<b>dewey.petra.ac.id</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>journal.untar.ac.id</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>text-id.123dok.com</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>dspace.uii.ac.id</b> Internet Source	<b>1%</b>

---

10	<a href="http://adoc.pub">adoc.pub</a> Internet Source	1 %
11	<a href="http://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	1 %
12	<a href="http://jurnal.unmuhjember.ac.id">jurnal.unmuhjember.ac.id</a> Internet Source	1 %
13	<a href="http://repository.uir.ac.id">repository.uir.ac.id</a> Internet Source	1 %
14	<a href="http://jurnal.poltekba.ac.id">jurnal.poltekba.ac.id</a> Internet Source	1 %
15	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
16	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Internet Source	<1 %
17	<a href="http://perpustakaan.poltekkes-malang.ac.id">perpustakaan.poltekkes-malang.ac.id</a> Internet Source	<1 %
18	<a href="http://repository.ub.ac.id">repository.ub.ac.id</a> Internet Source	<1 %
19	<a href="http://archive.org">archive.org</a> Internet Source	<1 %
20	<a href="http://moam.info">moam.info</a> Internet Source	<1 %
21	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Internet Source	<1 %

22 repository.trisakti.ac.id <1 %  
Internet Source

---

23 www.coursehero.com <1 %  
Internet Source

---

24 repo.itera.ac.id <1 %  
Internet Source

---

25 Submitted to University of Technology,  
Sydney <1 %  
Student Paper

---

26 repositori.usu.ac.id <1 %  
Internet Source

---

27 Yi Xian Lim, Siew Ann Tan, Kok-Kwang Phoon.  
"Application of Press-Replace Method to  
Simulate Undrained Cone Penetration",  
International Journal of Geomechanics, 2018 <1 %  
Publication

---

28 es.scribd.com <1 %  
Internet Source

---

29 repository.unhas.ac.id <1 %  
Internet Source

---

30 vdocuments.mx <1 %  
Internet Source

---

31 sensorindo.com <1 %  
Internet Source

---

repository.unika.ac.id

32

Internet Source

&lt;1 %

33

[testingindonesia.co.id](http://testingindonesia.co.id)

Internet Source

&lt;1 %

34

[www.neliti.com](http://www.neliti.com)

Internet Source

&lt;1 %

35

Submitted to Sultan Agung Islamic University

Student Paper

&lt;1 %

36

[jurnal.untan.ac.id](http://jurnal.untan.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

37

Submitted to Universitas Pelita Harapan

Student Paper

&lt;1 %

38

[ejurnal.untag-smd.ac.id](http://ejurnal.untag-smd.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

39

[garuda.ristekbrin.go.id](http://garuda.ristekbrin.go.id)

Internet Source

&lt;1 %

40

[jurnal.untad.ac.id](http://jurnal.untad.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

41

[repository.unibos.ac.id](http://repository.unibos.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

42

[lib.ui.ac.id](http://lib.ui.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

43

[journal.umsu.ac.id](http://journal.umsu.ac.id)

Internet Source

&lt;1 %

44 Rahma Norfaeda, Muhammad Rizhan, Kartini Kartini. "Kajian Teknis Kestabilan Lereng Pasca Tambang Berdasarkan Sifat Fisik dan Mekanik Tanah (Studi Kasus Kecamatan Mataraman Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan)", PROMINE, 2022  
Publication

---

45 [jurnal.usbypkp.ac.id](http://jurnal.usbypkp.ac.id)  
Internet Source

---

46 [repository.umsu.ac.id](http://repository.umsu.ac.id)  
Internet Source

---

47 [repository.unwira.ac.id](http://repository.unwira.ac.id)  
Internet Source

---

48 [pt.scribd.com](http://pt.scribd.com)  
Internet Source

---

49 [repository.unpar.ac.id](http://repository.unpar.ac.id)  
Internet Source

---

50 [digilib.uns.ac.id](http://digilib.uns.ac.id)  
Internet Source

---

51 [m.moam.info](http://m.moam.info)  
Internet Source

---

52 Submitted to Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Student Paper

---

53 [idoc.pub](http://idoc.pub)  
Internet Source



<1 %

54

Mainuddin Shaik, Niloofar Yousefi, Nitin Agarwal, Billy Spann. "Evaluating Role of Instagram's Multimedia in Connective Action Leveraging Diffusion of Innovation and Cognitive Mobilization Theories: Brazilian and Peruvian Social Unrest Case Studies", 2023 10th International Conference on Behavioural and Social Computing (BESC), 2023

Publication

<1 %

55

Putri Indah Sahfitri. "FINITE ELEMENT ANALYSIS PADA DINDING PENAHAN TANAH SIMPANG UNDERPASS UNIVERSITAS LAMPUNG", Teknosia, 2021

Publication

<1 %

56

[captainpiezocone.blogspot.com](http://captainpiezocone.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

57

[digilib.uinsgd.ac.id](http://digilib.uinsgd.ac.id)

Internet Source

<1 %

58

[ejurnal.itenas.ac.id](http://ejurnal.itenas.ac.id)

Internet Source

<1 %

59

[repositori.umsu.ac.id](http://repositori.umsu.ac.id)

Internet Source

<1 %

60

[repository.unsri.ac.id](http://repository.unsri.ac.id)

Internet Source

<1 %

61	<a href="http://library.polmed.ac.id">library.polmed.ac.id</a> Internet Source	<1 %
62	<a href="http://repository.uts.ac.id">repository.uts.ac.id</a> Internet Source	<1 %
63	<a href="http://repositori.uma.ac.id">repositori.uma.ac.id</a> Internet Source	<1 %
64	<a href="http://website.rbi.org.in">website.rbi.org.in</a> Internet Source	<1 %
65	Submitted to Syiah Kuala University Student Paper	<1 %
66	Submitted to Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Student Paper	<1 %
67	<a href="http://digilib.uin-suka.ac.id">digilib.uin-suka.ac.id</a> Internet Source	<1 %
68	<a href="http://repository.upi.edu">repository.upi.edu</a> Internet Source	<1 %
69	<a href="http://anzdoc.com">anzdoc.com</a> Internet Source	<1 %
70	<a href="http://dokumen.tips">dokumen.tips</a> Internet Source	<1 %
71	<a href="http://repository.ukwms.ac.id">repository.ukwms.ac.id</a> Internet Source	<1 %
72	<a href="http://baixardoc.com">baixardoc.com</a>	

Internet Source

<1 %

---

73 [dspace.alquds.edu](https://dspace.alquds.edu)  
Internet Source

<1 %

---

74 [eprints.uns.ac.id](https://eprints.uns.ac.id)  
Internet Source

<1 %

---

75 [library.binus.ac.id](https://library.binus.ac.id)  
Internet Source

<1 %

---

76 [sipil-s2.ft.unri.ac.id](https://sipil-s2.ft.unri.ac.id)  
Internet Source

<1 %

---

77 Ahmad Jaelani, Yusuf Amran, H. Arminsyah  
Gumay. "ANALISIS DINDING PENAHAN  
TANAH / RETAINING WALL UNDERPASS UNILA  
BANDAR LAMPUNG", JUMATISI: Jurnal  
Mahasiswa Teknik Sipil, 2020  
Publication

<1 %

---

78 [ejournal.unib.ac.id](https://ejournal.unib.ac.id)  
Internet Source

<1 %

---

79 [eprints.itenas.ac.id](https://eprints.itenas.ac.id)  
Internet Source

<1 %

---

80 [repo.stikesicme-jbg.ac.id](https://repo.stikesicme-jbg.ac.id)  
Internet Source

<1 %

---

81 [www.arsitur.com](https://www.arsitur.com)  
Internet Source

<1 %

---

[www.grafiati.com](https://www.grafiati.com)

82	Internet Source	<1 %
83	<a href="http://digilib.unila.ac.id">digilib.unila.ac.id</a> Internet Source	<1 %
84	<a href="http://ejurnal.its.ac.id">ejurnal.its.ac.id</a> Internet Source	<1 %
85	<a href="http://eprints.uniska-bjm.ac.id">eprints.uniska-bjm.ac.id</a> Internet Source	<1 %
86	<a href="http://pdfcoffee.com">pdfcoffee.com</a> Internet Source	<1 %
87	<a href="http://repository-ft.untirta.ac.id">repository-ft.untirta.ac.id</a> Internet Source	<1 %
88	<a href="http://repository.ipb.ac.id">repository.ipb.ac.id</a> Internet Source	<1 %
89	<a href="http://repository.unkris.ac.id">repository.unkris.ac.id</a> Internet Source	<1 %
90	<a href="http://sttjabar.weebly.com">sttjabar.weebly.com</a> Internet Source	<1 %
91	"Advances in Civil Engineering Materials", Springer Science and Business Media LLC, 2024 Publication	<1 %
92	<a href="http://fyyfaacivil.blogspot.com">fyyfaacivil.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %

93 [jurnal.unimed.ac.id](http://jurnal.unimed.ac.id) <1 %  
Internet Source

---

94 [repo.unand.ac.id](http://repo.unand.ac.id) <1 %  
Internet Source

---

95 [repository.fe.unj.ac.id](http://repository.fe.unj.ac.id) <1 %  
Internet Source

---

96 [repository.uin-suska.ac.id](http://repository.uin-suska.ac.id) <1 %  
Internet Source

---

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On