

**EVALUASI PERHITUNGAN STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH
UNTUK *BASEMANT* PADA PROYEK *LIVING PLAZA* MEDAN**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat
Dalam Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area**

Disusun Oleh :

**SANTO WIRYA SIGALINGGING
168110104**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 8/6/23

Access From (repository.uma.ac.id)8/6/23

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI PERHITUNGAN STABILITAS DINDING PENAHAN
TANAH UNTUK *BASEMENT* PADA PROYEK *LIVING PLAZA* MEDAN

SKRIPSI

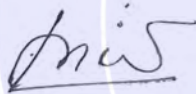
Diajukan Untuk Memenuhi Syarat
Dalam Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh

SANTO WIRYA SIGALINGGING
168110104

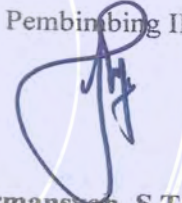
Disetujui,

Pembimbing I



Ir. Nuril Mahda Rangkuti, M.T
NIDN 0030116401

Pembimbing II



Hermansyah, S.T, M.T
NIDN 0106088004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



Dr. Rahmat Syah, S.Kom, M.Kom
NIDN 0105058804

Ketua Prodi Teknik Sipil,



Hermansyah, S.T, M.T
NIDN 0106088004

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat mendapatkan gelar sarjana adalah karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku di Universitas Medan Area, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Mei 2023

Penulis



Santo Wiry Sigalingging
NPM 168110104

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademi Universitas Medan Area, saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Santo Wiry Sigalingging
NPM : 168110104
Prrogram Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalty Non-Eksklusif (*non-exclusiveroyalty-freeright*) atas karya ilmiah saya yang berjudul **“Evaluasi Perhitungan Stabilitas Dinding Penahan Tanah Pada Basement Proyek living Plaza Medan”**.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan hak bebas Royalty Non-Eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk perangkat data (database), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/penciptas dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 12 Mei 2023



Santo Wiry Sigalingging
NPM 168110104

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa dengan seluruh nikmat telah diturunkan serta hidayanya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini hingga selesai.

Ketentuan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Penelitian Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area. Penulis mengambil judul **“Evaluasi Perhitungan Stabilitas Dinding Penahan Tanah Pada *Basement* Proyek *living* Plaza Medan”**.

Dalam proses penyusunan Skripsi ini, saya ingin ucapkan terima kasih buat keluarga saya kepada papa serta mama saya telah mendidik serta senantiasa berikan sokongan moril serta materil dari seluruh kondisi dalam penyelesaian skripsi ini. Serta tidak lupa pula saya selayaknya mengantarkan ucapan terima kasih kepada :

- Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, Rektor Universitas Medan Area.
- Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom, Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
- Hermansyah, S.T, M.T, selaku Ketua Program Studi serta Dosen Pembimbing II, Teknik Sipil Universitas Medan Area.
- Ir. Nuril Mahda Rangkuti, M.T, Dosen Pembimbing I atas kedua dosen pembimbing telah memberi saran dan masukkan yang bermanfaat bagi penulis.
- Bapak dan Ibu Dosen tak terkecuali dan staf Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

- PT. Tamoratama Prakarsa, selaku pelaksanaan proyek yang telah membantu dalam pengambilan data yang diperlukan.
- Teman teknik anak malam yang ada di angkatan 16 dan 14 Program Studi Teknik Sipil.

Setelah kemampuan dicurahkan dan beriringan dengan doa penulis menyadari bahwa isi maupun teknik penulisan masih kurang baik ataupun sempurna, maka dari itu penulis mengharapkan kritik ataupun saran dari para pembaca yang bersifat positif demi kebaikan penulis kedepannya. Mudah-mudahan hasil skripsi bisa bermanfaat untuk kita seluruhnya.

Medan, 12 Mei 2023

Penulis



Santo Wiry Sigalingging
NPM 168110104

ABSTRAK

Dalam perencanaan pembangunan sebuah gedung pertokoan, maupun apartemen, diperlukan lahan parkir yang cukup luas. Hal ini yang menjadi permasalahan tersendiri bagi pengembang (*developer*) karena tidak memungkinkan lagi pembangunan secara horizontal karena keterbatasan lahan dan harga lahan yang semakin tinggi. *Basement* adalah bagian dari sarana sebuah gedung bertingkat yang memanfaatkan luasan areal tanah yang ada. Pembangunan basement diawali dengan pekerjaan penggalian tanah yang merupakan awal pembangunan gedung bertingkat tinggi. Kendala pekerjaan galian basement adalah faktor runtuhnya dinding tanah vertikal. Untuk menghindari keruntuhan pada saat penggalian basement, maka sebelum dilakukan penggalian tanah dibuat pengaman galian dengan memasang dinding penahan tanah. Pengamanan galian proyek *Living Plaza Medan* berupa *Retaining wall* yang merupakan struktur *diaphragma wall* yang diperkuat dengan *ground anchor*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui terjadi atau tidaknya keruntuhan tanah pada saat penggalian untuk pembangunan *basement*. Metode dalam perhitungan stabilitas dinding penahan tanah menggunakan metode Rankine serta penggunaan alat bantu software Plaxis. Hasil dari perhitungan stabilitas terhadap guling menggunakan metode Rankine memiliki nilai faktor keamanan 3,27 serta untuk stabilitas terhadap geser memiliki nilai faktor aman (SF) 2,75 dan nilai kapasitas daya dukung tanah diperoleh faktor aman (SF) 3 dengan nilai (q_a) sebesar 1321,45 t/m'. Sedangkan hasil analisis menggunakan software Plaxis deformasi yang aman pada proses instalasi *Diaphragma wall* serta proses penggalian 1 dan ke 2 dengan nilai faktor keamanan 1,6 dan pada penggalian ke 3 diperoleh nilai faktor keamanan (SF) 1,22. Berdasarkan data hasil perhitungan diatas maka disimpulkan bahwa dinding penahan tanah pada metode Rankine nilai kapasitas yang didapat merupakan nilai yang tinggi serta aman terhadap keruntuhan. Sedangkan pada penggunaan software Plaxis V.8.5 (2012) dinding penahan tanah tidak aman serta kemungkinan terjadi keruntuhan.

Kata Kunci : *Diaphragma wall, Ground Anchor*

ABSTRACT

In planning the construction of a shopping building, or an apartment, a large enough parking area is needed. This is a particular problem for developers because it is no longer possible to develop horizontally due to limited land and increasingly high land prices. Basement is part of the facilities of a multi-storey building that utilizes the existing land area. The construction of the basement begins with excavation work which is the beginning of the construction of a high-rise building. The obstacle to basement excavation work is the collapse of the vertical earthen walls. In order to avoid collapse during the excavation of the basement, prior to excavation the soil is made to protect the excavation by installing a retaining wall. Securing the excavation of the Living Plaza Medan project in the form of a Retaining wall which is a diaphragm wall structure reinforced with ground anchors. This study aims to determine whether or not soil collapse occurs during excavation for the construction of the basement. The method for calculating the stability of retaining walls uses the Rankine method and the use of Plaxis software tools. The results of the calculation of the stability against overturning using the Rankine method have a safety factor value of 3.27 and for stability against shear the safety factor (SF) is 2.75 and the soil carrying capacity is obtained a safety factor (SF) 3 with a value (q_a) of 1321.45 t/m'. While the results of the analysis using safe deformation Plaxis software in the Diaphragm wall installation process and excavation processes 1 and 2 with a safety factor value of 1.6 and in excavation 3 obtained a safety factor value (SF) of 1.22. Based on the data from the calculation above, it can be concluded that the retaining wall using the Rankine method has a high capacity value and is safe from collapse. While using Plaxis V.8.5 (2012) software, retaining walls are not safe and there is a possibility of collapse.

KEYWORDS : Diaphragm wall, Ground Anchor

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERNYATAAN

KATA PENGANTAR i

ABSTRAK iii

ABSTRACT iv

DAFTAR ISI v

DAFTAR TABEL vii

DAFTAR GAMBAR viii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Maksud dan Tujuan 2

1.3 Rumusan Masalah 2

1.4 Batasan Masalah 3

1.5 Manfaat Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4

2.1 Penelitian Sejenis Yang Pernah Dilakukan 4

2.2 Uraian Umum 7

2.3 Klasifikasi Tanah 7

2.3.1 Sistem Klasifikasi Unifed 9

2.3.2 Sistem klasifikasi AASHTO 10

2.4 Parameter Tanah Uji Penetarsi Standar (SPT) 11

2.5 Dinding Penahan Tanah 12

2.6	Tekanan Lateral Tanah.....	13
2.6.3	Tekanan Vertikal Efektif.....	16
2.6.4	Tekanan Arah Horizontal.....	17
2.7	<i>Diaphragm wall</i>	21
2.7.1	Stabilitas Terhadap Penggeseran	23
2.7.2	Stabilitas Terhadap Penggulingan.....	24
2.7.3	Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah	26
2.8	Plaxis V.8.5	27
BAB III	METODELOGI PENELITIAN.....	32
3.1	Lokasi Penelitian.....	32
3.2	Data Umum Proyek.....	32
3.3	Pengumpulan Data.....	35
3.1.1	Data Primer	35
3.2.2	Data Skunder.....	36
3.4	Pengolahan Data	36
3.5	Bagan Alir	36
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1	Hasil Analisa Data Penelitian	38
4.1.1	Analisa Parameter Tanah.....	38
4.1.2	Analisa Perhitungan.....	40
4.1.3	Analisa Plaxis	54
4.2	Pembahasan.....	64
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	67

5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68

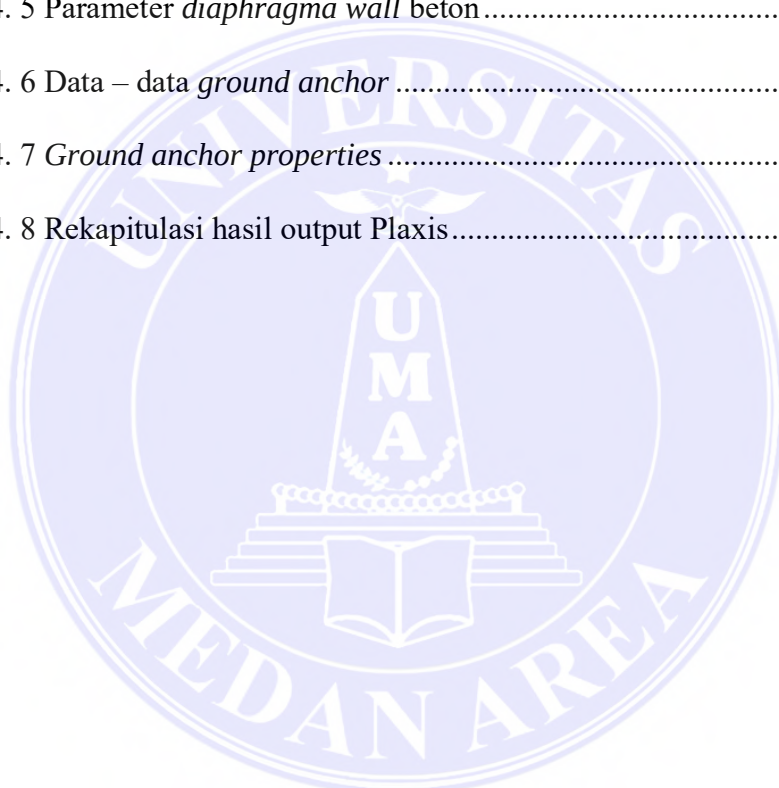
DAFTAR PUSTAKA.....	69
----------------------------	-----------

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

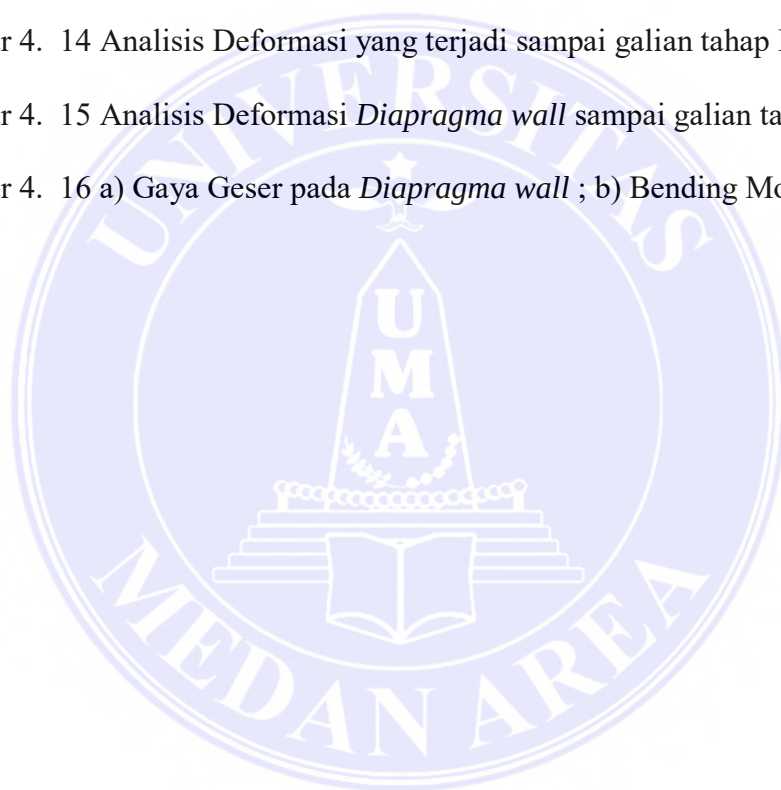
Tabel 2. 1 Sistem klasifikasi tanah USCS.....	9
Tabel 4. 1 Data parameter tanah pengujian N-SPT	38
Tabel 4. 2 Perhitungan tegangan aktif efektif.....	42
Tabel 4. 3 Gaya tekanan tanah aktif.....	43
Tabel 4. 4 Nilai – nilai faktor kapasitas daya dukung Terzaghi	50
Tabel 4. 5 Parameter <i>diaphragma wall</i> beton	52
Tabel 4. 6 Data – data <i>ground anchor</i>	53
Tabel 4. 7 <i>Ground anchor properties</i>	54
Tabel 4. 8 Rekapitulasi hasil output Plaxis.....	62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sketsa urutan pengujian SPT	11
Gambar 2. 2 Tekanan tanah dalam keadaan diam (<i>at rest</i>).....	13
Gambar 2. 3 Distribusi tekanan tanah dalam keadaan diam (<i>at rest</i>) pada tembok....	14
Gambar 2. 4 Distribusi tekanan tanah dalam keadaan diam (<i>at rest</i>) untuk tanah	15
Gambar 2. 5 Dinding penahan tanah yang diberikan beban luar (<i>surchange</i>).....	16
Gambar 2. 6 Tekanan tanah aktif menurut Rankine	17
Gambar 2. 7 Tekanan tanah pasif Rankine	19
Gambar 2. 8 Variasi besarnya tekanan horizontal dengan kemiringan.....	20
Gambar 2. 9 Dinding <i>diagrama wall</i>	21
Gambar 2. 10 Angkur tanah.....	22
Gambar 2. 11 Sketsa pergeseran dinding penahan tanah.....	23
Gambar 2. 12 Sketsa penggulingan dinding penahan tanah	24
Gambar 3 1 Denah lokasi proyek pembangunan gedung mall Living Plaza medan ..	31
Gambar 3 2 Potongan Melintang proyek pembangunan gedung mall Living Plaza Medan.....	33
Gambar 3 3 Bagan Alir Penelitian.....	36
Gambar 4. 1 Sketsa Letak Titik Pengujian Sondiri.....	38
Gambar 4. 2 Dinding penahan tanah yang di perkuat dengan ground anchor	39
Gambar 4. 3 Gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah	40
Gambar 4. 4 Diagram tegangan aktif horizontal.....	44
Gambar 4. 5 Diagram tegangan pasif horizontal	47
Gambar 4. 6 Detail <i>ground anchor</i>	53
Gambar 4. 7 Pemodelan <i>diapragma wall</i> setelah di mesh.....	55

Gambar 4. 8 Hasil Perhitungan	56
Gambar 4. 9 Galian tahap 1	57
Gambar 4. 10 Galian tahap 2	57
Gambar 4. 11 Galian tahap 3	58
Gambar 4. 12 Analisis Deformasi terjadi di galian tahap II	59
Gambar 4. 13 Deformasi pada <i>Diaphragma wall</i> ; a) Deformasi Horizontal;b) Deformasi Vertikal.....	59
Gambar 4. 14 Analisis Deformasi yang terjadi sampai galian tahap III.....	60
Gambar 4. 15 Analisis Deformasi <i>Diaphragma wall</i> sampai galian tahap III.....	60
Gambar 4. 16 a) Gaya Geser pada <i>Diaphragma wall</i> ; b) Bending Moment	61



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perencanaan pembangunan sebuah gedung perkantoran, pertokoan, maupun apartemen, diperlukan lahan parkir yang cukup luas. Hal ini yang menjadi permasalahan tersendiri bagi pengembang (*developer*) karena tidak memungkinkan lagi pembangunan secara horizontal karena keterbatasan lahan dan harga lahan yang semakin tinggi. Keterbatasan lahan menyebabkan pengembang mencari alternatif untuk menyiasati sempitnya lahan untuk berbagai kegiatan dengan inovasi-inovasi terhadap bangunan vertikal. Sehingga lahan yang sempit tidak menjadi kendala dalam proses pembangunan.

Oleh karena itu, dibutuhkan solusi berupa pembangunan secara vertikal ke atas maupun ke bawah tanah. Pembangunan secara vertikal ke bawah berupa penggunaan basement. Pada masa ini basement dibuat sebagai usaha untuk mengoptimalkan penggunaan lahan yang semakin sempit dan mahal. Hal inilah yang juga menjadi permasalahan bagi pembangunan pada proyek *Living Plaza Medan*.

Living Plaza Medan ini merupakan proyek dari Kontraktor PT. Tamoratama Prakarsa, Tbk. Gedung ini direncanakan dengan konsep pusat perbelanjaan akan memiliki 6 lantai dan 3 lantai basemant dengan kedalaman galian 6 meter. beralamat di Jalan Cemara Asri Boulevard Raya, Medan Estate, Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. oleh karena itu, perlu diperhatikan aspek geoteknik mengenai kontruksi dinding penahan tanah dan aspek strukturnya. Konstruksi dinding penahan tanah ini digunakan untuk

menjaga kestabilan tanah dan mencegah keruntuhan tanah di samping basement tersebut.

Basement adalah bagian dari sarana sebuah gedung bertingkat yang memanfaatkan luasan areal tanah yang ada. Pembangunan basement diawali dengan pekerjaan penggalian tanah yang merupakan awal pembangunan gedung bertingkat tinggi. Kendala pekerjaan galian basement adalah faktor runtuhnya dinding tanah vertikal.

Untuk menghindari keruntuhan pada saat penggalian basement, maka sebelum dilakukan penggalian tanah dibuat pengaman galian dengan memasang dinding penahan tanah. Pengamanan galian proyek *Living Plaza Medan* berupa *Diaphragma Wall* yang diperkuat dengan *ground anchor*. Dalam penelitian ini, penulis akan mengevaluasi bangunan konstruksi dinding penahan tanah pada pembangunan *Living Plaza Medan* sehingga tidak terjadi longsor dan tetap stabil terhadap beban horizontal konstruksi tersebut.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah mengevaluasi perhitungan stabilitas diding penahan tanah untuk basemant pada proyek *living Plaza Medan*.

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui terjadi atau tidaknya keruntuhan tanah pada saat penggalian untuk pembangunan basement.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diambil suatu perumusan masalah yang akan dibahas yakni :

1. Apakah terjadi keruntuhan saat penggalian basement pada proyek *living* plaza Medan ?
2. Bagaimana kestabilan struktur *diaphragma wall* pada basement *living* plaza Medan ?
3. Apakah besarnya faktor keamanan pada tanah dengan metode Rankine dan Plaxis V.8.5. memenuhi syarat yang diijinkan ?

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas yakni :

1. Hanya mengevaluasi satu tipe *diaphragma wall* yang berdekatan dengan pemukiman.
2. Evaluasi perhitungan *diaphragma wall* dianalisa menggunakan metode Rankine.
3. Hanya mengevaluasi kestabilan struktur dengan menggunakan data input ke PLAXIS V.8.5.
4. Tidak memperhitungkan biaya dan waktu pelaksanaan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan penulis dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai bekal ataupun ilmu bagi penulis yang dapat digunakan dalam ilmu dinding penahan tanah yang berkaitan dengan pekerjaan.
2. Sebagai bahan referensi bagi para peneliti dalam pengembangan metode elemen hingga dalam mendisain dinding penahan tanah.

3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi pemerintah setempat sebagai bahan referensi dalam ilmu yang berkaitan dengan stabilitas tanah.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sejenis yang pernah dilakukan

Penelitian terdahulu adalah sebagai referensi penulis pada saat membuat penelitian hingga penulis dapat memperbanyak teori yang dipakai dalam menelaah penelitian yang dilaksanakan. Berdasarkan penelitian terdahulu, penulis tidak mendapatkan penelitian menggunakan judul yang serupa seperti judul penelitian penulis. Namun penulis menjadikan beberapa penelitian menjadi alternatif dalam memperbanyak perlengkapan analisis pada penelitian penulis.

Berikut ini adalah penelitian terdahulu yang berupa beberapa jurnal terkait.

1. Hasil Penelitian Ahmad Soimun, Mustai'in Arif dan Yudhi Lastiasih.

Penelitian Ahmad dkk pada tahun (2016) dengan judul “Perencanaan Dinding Penahan Tanah Untuk Pembuatan Basement Harris Skyline Tower Surabaya”. Penelitian ini bertujuan merencanakan turap sheetpile baja, tiang pacing baja dan bore pile dengan menggunakan metode elemen hingga (Plaxis).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa, perencanaan dinding penahan tanah basement terhadap kondisi muka air dipermukaan tanah dan muka air normal. Kedalaman tancap kedalamannya 14 m dan panjang tiang untuk turap basement adalah 21.5 m dengan kondisi terkritik adalah kondisi muka air dipermukaan tanah.

2. Hasil Penelitian Yulina, Norman Ray, Leonardus Setia Budi Wibowo, dan M. Shofwan Donny Cahyono.

Penelitian Yulina, Norman Ray, Leonardus Setia Budi Wibowo, dan M.Shofwan Donny Cahyono pada tahun 2018 dengan judul “Perencanaan Dinding Penahan Tanah Pada Basement Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya”. Penelitian ini bertujuan merencanakan *Diaphragma Wall* dan *Diapragma wall* dengan menggunakan dua alat bantu software yaitu plaxis dan pca column.

Berdasarkan penelitaian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa, perhitungan struktur dinding penahan tanah yang paling efektif adalah *diapragma wall* karena dengan mempertimbangkan nilai dimensi dinding 22,87 mm dengan total tulangan 14 berdiameter 19 mm.

3. Hasil Penelitian Virginia Aditya

Penelitian Virginia Aditya pada tahun 2018 dengan judul “ Studi Stabilitas *Diapragma wall* Sebagai Retaining Wall dengan Perkuatan Ground Anchor pada Proyek Grand Dharmahusada Lagoon – Olive Tower Surabaya” Penelitian ini bertujuan merencanakan *diapragma wall* dengan menggunakan alat bantu software yaitu plaxis.

Berdasarkan penelitaian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa, hasil analisa oleh program Plaxis, penulis juga mengontrolnya dengan teori perhitungan dinding turap kantilever pada tanah kohesif dengan metode “free end method” untuk mengoreksi letak momen maksimum dan diagram momen yang terjadi, dan hasil analisa tersebut diagram momen dan momen maksimum sesuai dengan hasil perhitungan manual, yaitu terletak di atas garis galian tanah. Momen analisis manual diketahui sebesar 519.085 KN.m, Sedangkan analisa dengan program plaxis

didapat sebesar 558.67 KN.m. Selisih dari hasil kedua cara ini tidak terlalu jauh.

2.2 Uraian Umum

Dinding penahan tanah biasa digunakan untuk menopang struktur bangunan seperti gedung serta bangunan lingkungan lainnya yang berhubungan dengan tanah yang memiliki perbedaan elevasi. Secara singkat dinding penahan merupakan dinding yang dibangun untuk menahan massa tanah di atas struktur atau bangunan yang dibuat. Bangunan dinding penahan umumnya terbuat dari bahan kayu, pasangan batu, beton hingga baja sehingga dinding penahan tanah juga berfungsi mencegah keruntuhan tanah yang miring yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh tanah itu sendiri. Tanah yang tertahan memberikan dorongan secara aktif pada struktur dinding yang cenderung akan terguling ataupun akan tergeser baik akibat beban air hujan, berat tanah itu sendiri maupun akibat beban yang bekerja di atasnya. Pada saat ini, konstruksi dinding penahan tanah sangat sering digunakan dalam pekerjaan sipil walaupun ternyata konstruksi dinding penahan tanah sudah cukup lama dikenal di dunia.

2.3 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan terinci. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan

rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastisitas. Walaupun saat ini terdapat berbagai sistem klasifikasi tanah, tetapi tidak ada satupun dari sistem-sistem tersebut yang benar-benar memberikan penjelasan yang tegas mengenai segala kemungkinan pemakaiannya. Hal ini disebabkan karena sifat-sifat tanah yang bervariasi (Das, 2017).

Sifat – sifat tanah yang bervariasi tersebut yang tidak dapat menjadi dasar perencanaan konstruksi sebab sistem klasifikasi ini bukan merupakan sistem identifikasi untuk menentukan sifat-sifat mekanis dan geoteknis tanah. Terdapat dua sistem klasifikasi yang sering digunakan, yaitu *Unified Soil Classification* dan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*). Sistem klasifikasi AASHTO pada umumnya dipakai oleh departemen jalan di semua negara bagian di Amerika Serikat. Sedangkan sistem klasifikasi Unified pada umumnya lebih disukai oleh para ahli geoteknik untuk keperluan-keperluan teknik yang lain. Sistem-sistem ini menggunakan sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indeks plastisitas (Das, 2017).

2.3.1 Sistem Klasifikasi Unified

Pada Sistem Unified, tanah diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika kurang dari 50% lolos saringan nomor 200, dan sebagai tanah berbutir halus (lanau/lempung) jika lebih dari 50% lolos saringan nomor 200. Selanjutnya, tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan subkelompok (Hardiyatmo, 2016). Simbol-simbol yang digunakan pada system unified di antara adalah:

W = gradasi baik (*well-graded*)

P = gradasi buruk (*poorly-graded*)

H = plastisitas tinggi (*high-plasticity*), $LL < 50$

L = plastisitas rendah (*low plasticity*), $LL > 50$

Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti: GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, dan SC. Untuk klasifikasi yang benar, perlu diperhatikan factor-faktor berikut :

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (fraksi halus).
2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40.
3. Koefisien keseragaman (Uniformity coefficient, C_u) dan koefisien gradasi (gradation coefficient, C_c) untuk tanah dimana 0-12% lolos ayakan No. 200.
4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (IP) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40 (untuk tanah dimana 5% atau lebih lolos ayakan No. 200).

Tabel 2. 1 Sistem klasifikasi tanah USCS

Jenis Tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
		Gradasi baik	W
Kerikil	G	Gradasi buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	$LL < 50\%$	L
Jenis Tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
Organik		$LL > 50\%$	H
Gambut			

Sumber : Hardiyatmo, 2016

2.3.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

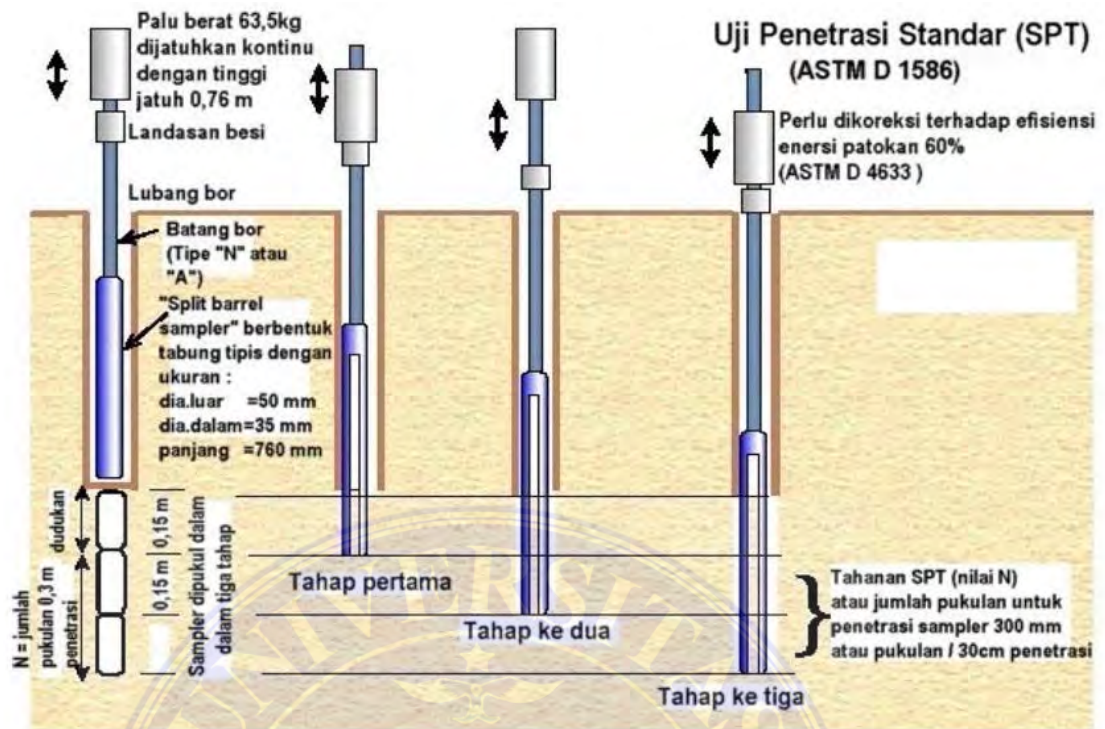
Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*) berguna untuk menentukan kualitas tanah dalam perancangan timbunan jalan, *subbase* dan *subgrade*. Sistem ini terutama ditujukan untuk maksud-maksud dalam lingkup tersebut (Hardiyatmo, 2016).

Sistem ini membedakan tanah dalam 8 (delapan) kelompok yang diberinama dari A-1 sampai A-8. A-8 adalah kelompok tanah organik yang bersifat tidak stabil sebagai bahan lapisan struktur jalan raya. Hal-hal yang diperhatikan meliputi :

- a. Analisis ukuran butiran.
- b. Batas cair dan batas plastis dan IP yang dihitung
- c. Batas susut
- d. Ekvivalen kelembapan lapangan, kadar lembap maksimum dimana satu tetesair yang dijatuhkan pada suatu permukaan yang kecil tidak segera diserapoleh permukaan tanah itu.
- e. Ekvivalen kelembapan sentrifugal, sebuah percobaan untuk mengukurkapasitas tanah dalam menahan air.

2.4 Parameter Tanah Uji Penetarsi Standar (SPT)

Dalam uji penetrasi standar (SPT) merupakan salah satu pengujian tanah lapangan yang dilakukan untuk memperoleh parameter fisik maupun kekuatan tanah. Pada uji SPT akan diperoleh sampel tanah perlapisan tanah dan juga nilai N. Nilai N merupakan jumlah pukulan yang dibutuhkan untuk penetrasi tabung belah standar sedalam 30,48 cm (Hardiyatmo, 2017).



Gambar 2. 1 Sketsa urutan pengujian SPT
 Sumber : SNI 4153, 2018

2.5 Dinding Penahan Tanah

Pada penelitian ini dinding penahan tanah yang digunakan ialah dinding tertanam atau disebut (*embedded walls*). *Embedded walls* adalah struktur penahan tanah dimana stabilitasnya sebagian atau seluruhnya diperoleh dari tahanan pasif tanah yang terletak di bawah dasar galian. *Embedded walls* ini bisa berbentuk barisan tiang pancang / tiang bor tunggal, baik yang tidak saling bersinggungan, maupun yang saling bersinggungan, bahkan saling berpotongan. Bentuk lain dari *embedded walls* adalah berupa rangkaian panel / *sheet* yang disusun saling mengunci sehingga membentuk dinding. *Embedded walls* hampir selalu dibuat vertikal, karena itu adalah salah satu kelebihan sistem struktur penahan tanah ini, yaitu penghematan ruang (SNI 8460:2017).

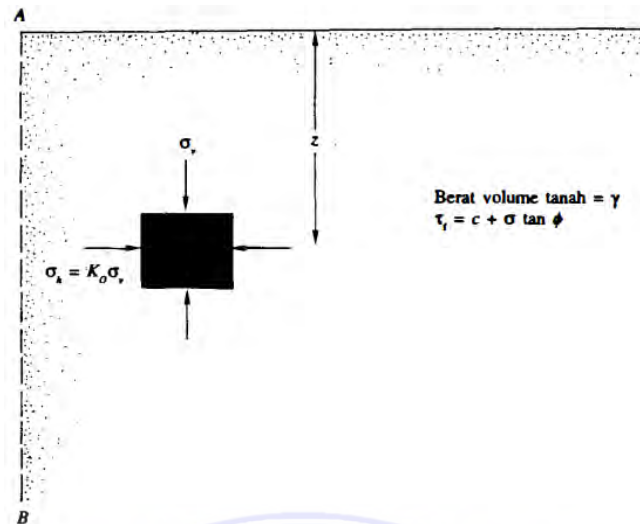
Embedded walls memiliki banyak jenis yang juga memiliki keuntungan dan kekurang tersendiri, adapun beberapa jenis *embedded walls* sebagai berikut :

- a. Dinding *sheet pile baja*
- b. Dinding *sheetpile beton, corrugated dan flat*
- c. Dinding *soldier pile*
- d. Dinding *contiguous bored pile*
- e. Dinding *diaphragma wall*
- f. Dinding *diafragma*.

2.6 Tekanan Lateral Tanah

Rankine mengembangkan teori tekanan lateral tanah dari kondisi keruntuhan tanah di depan dan di belakang dinding penahan tanah yang berdasar pada konsep kesetimbangan plastis. Tekanan tanah saat dinding diijinkan bergerak yang menyebabkan tekanan horizontal berkurang terus menerus hingga keadaan setimbang dinamakan tekanan aktif, sedangkan tekanan horizontal yang bertambah karena dinding terdorong ke dalam dinamakan tekanan pasif.

Menyelidiki keadaan tegangan di dalam tanah yang berada pada kondisi keseimbangan plastis. Keseimbangan plastis sendiri adalah suatu keadaan yang menyebabkan tiap tiap titik di dalam massa tanah menuju proses ke suatu keadaan runtuh (Braja M. Das, 2017).

Gambar 2. 2 Tekanan tanah dalam keadaan diam (*at rest*)

Sumber : Braja M. Das, 2017

Suatu massa tanah dibatasi oleh dinding dengan permukaan licin (*frictionless wall*) AB (gambar 2.2) yang dipasang sampai kedalaman tak terhingga. Suatu elemen tanah yang terletak pada kedalaman z akan terkena tekanan arah vertikal (σ_v) dan tekanan arah horizontal (σ_h). Sementara itu tegangan geser pada bidang tegak dan bidang datar diabaikan.

Untuk melakukan analisis tekanan tanah pada keadaan diam, dilakukan tinjauan kondisi tekanan pada suatu elemen tanah di kedalaman h . Tekanan tanah pada tembok merupakan komponen dari tekanan efektif dan tekanan air pori. Pada kondisi awal belum terjadi pergerakan berlaku, selanjutnya tekanan efektif arah vertikal dalam kondisi diam dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma'_v = \gamma_{sat} h + \gamma'(z-h) \dots\dots\dots [2.1]$$

Dengan,

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = \text{berat volume efektif dari tanah} \dots\dots\dots [2.2]$$

Jadi, tekanan tanah efektif dalam keadaan diam arah horizontal adalah :

$$\sigma'_h = K_o \sigma'_v = K_o [\gamma_{sat} h + \gamma'(z-h)] \dots\dots\dots [2.3]$$

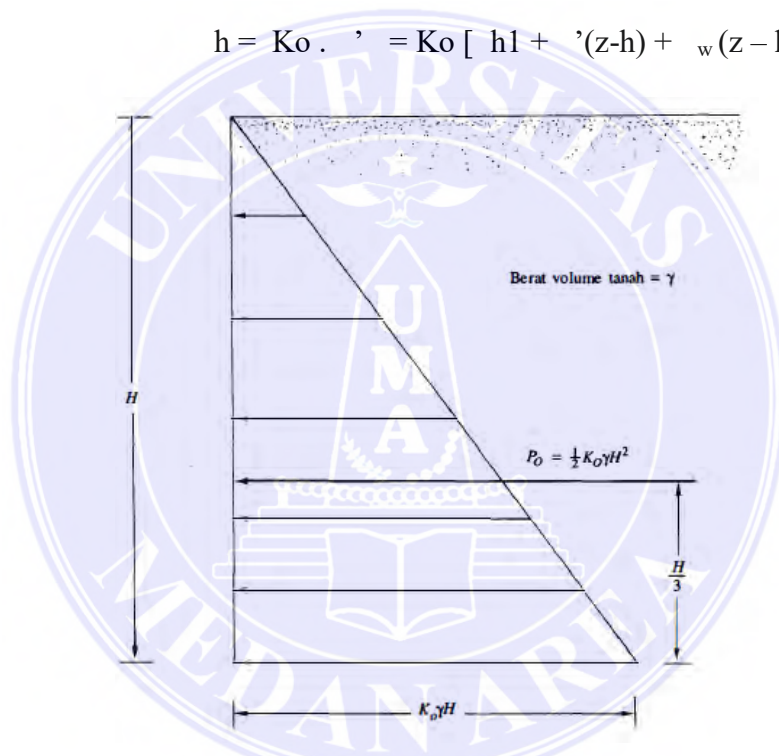
Variasi $\gamma' h$ dengan kedalaman h_2 yang ditunjukkan pada gambar gambar 2.4, tekanan arah horizontal yang disebabkan oleh air dirumuskan sebagai berikut :

$$u = \gamma_w (z - h_1) \dots\dots\dots [2.4]$$

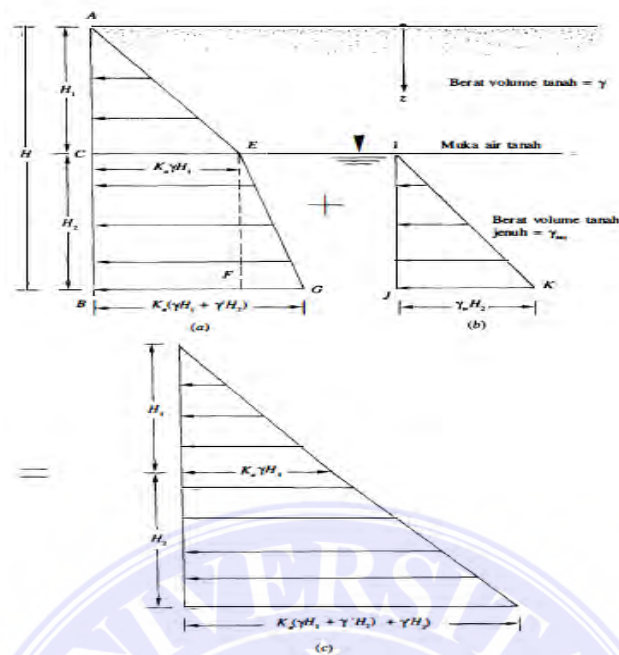
Oleh karena itu, tekanan tanah total arah horizontal pada kedalaman $z \geq h_1$ adalah sebagai berikut :

$$h = \gamma' h + u$$

$$h = K_o \cdot \gamma' = K_o [\gamma h_1 + \gamma' (z - h_1) + \gamma_w (z - h_1) \dots\dots\dots [2.5]$$



Gambar 2. 3 Distribusi tekanan tanah dalam keadaan diam (*at rest*) pada tembok
Sumber : Braja M. Das, 2017



Gambar 2. 4 Distribusi tekanan tanah dalam keadaan diam (*at rest*) untuk tanah terendam air sebagian

Sumber : Braja M. Das, 2017

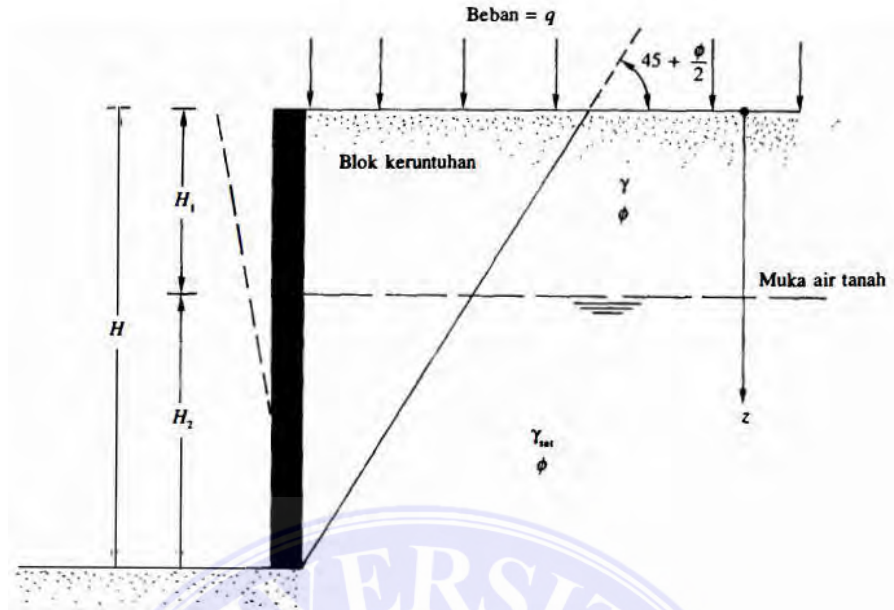
2.6.1 Tekanan Vertikal Efektif (σ'_v)

Tekanan vertikal total merupakan tekanan arah vertikal akibat lapisan tanah di atasnya.

$$\sigma_v = \dots \dots \dots [2.6]$$

Keterangan : σ_v = Tekanan vertikal total (kN/m²)
 γ = Berat jenis tanah (kN/m³)
 z = Tinggi lapisan tanah dari muka tanah ke titik z

(m)



Gambar 2. 5 Dinding penahan tanah yang diberikan beban luar (*surchance*)
Sumber : Braja M. Das, 2017

Bila terdapat beban luar sebesar q per satuan luas, persamaan tekanan arah vertikal efektif menurut Rankine sebagai berikut :

Pada $z = 0$

$$v = v' = \dots \dots \dots [2.7]$$

Pada kedalaman $z = H_1$

$$v = v' = \dots + 1 \dots \dots \dots [2.8]$$

Pada kedalaman $z = H$

$$v = \dots + 1 + 2 v' \dots \dots \dots [2.9]$$

Keterangan : v = Tekanan vertikal efektif (kN/m²)

q = Beban luar (kN/m²)

γ = $\gamma_{sat} - \gamma_w$ = Berat jenis tanah efektif (kN/m³)

H_1 = Tinggi lapisan tanah (m)

1 = Tinggi lapisan diatas muka air tanah (m)

2 = Tinggi lapisan dibawah muka air tanah (m)

= Tinggi lapisan tanah di titik z (m)

2.6.2 Tekanan Arah Horizontal

Tekanan horizontal total dapat dirumuskan sebagai berikut

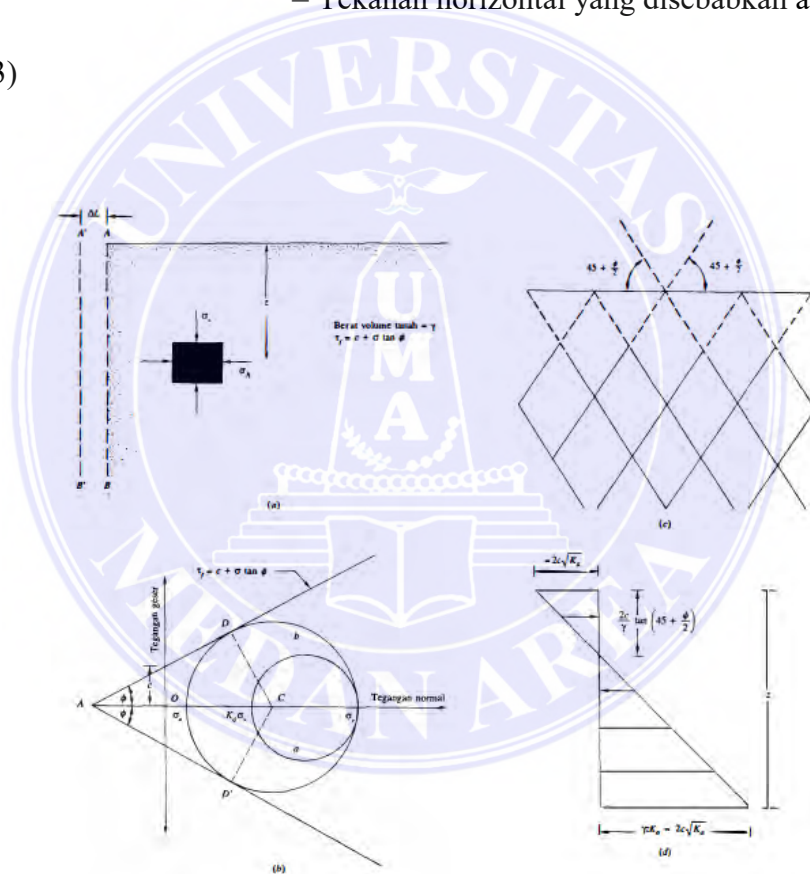
$$h = ' h + \dots\dots\dots[2.10]$$

Keterangan : h = Tekanan horizontal total (kN/m²)

$' h$ = Tekanan horizontal efektif (kN/m²)

= Tekanan horizontal yang disebabkan air pori

(kN/m³)



Gambar 2. 6 Tekanan tanah aktif menurut Rankine
Sumber : Braja M. Das, 2017

Bila dinding AB diijinkan bergerak menjauhi massa tanah secara perlahan-lahan, maka tegangan utama arah horizontal akan berkurang secara terus menerus. Akhirnya pada suatu kondisi yaitu kondisi keseimbangan plastis akan dicapai bila kondisi tegangan di dalam elemen tanah dapat diwakili oleh lingkaran Mohr b

dalam gambar 2.6, dan kelonggaran di dalam tanah terjadi. Keadaan tersebut dinamakan sebagai “kondisi aktif menurut Rankine”; tekanan yang bekerja pada bidang vertikal (yang merupakan bidang utama) adalah tekanan tanah aktif menurut Rankine. Tekanan tanah efektif aktif dapat juga dirumuskan sebagai berikut :

$$h = \frac{\sigma_v}{\gamma} - 2 \frac{c}{\gamma \tan \phi} \dots\dots\dots [2.11]$$

Keterangan : h = Tegangan total aktif (kN/m²)

σ_v = Tegangan vertikal efektif (kN/m²)

c = Kohesi tanah (kN/m²)

$$= \frac{2c \tan \phi}{1 - \sin \phi} \dots\dots\dots [2.12]$$

Dimana : K_a = Koefisien tanah aktif (kN/m³)

ϕ = Sudut geser dalam (o)

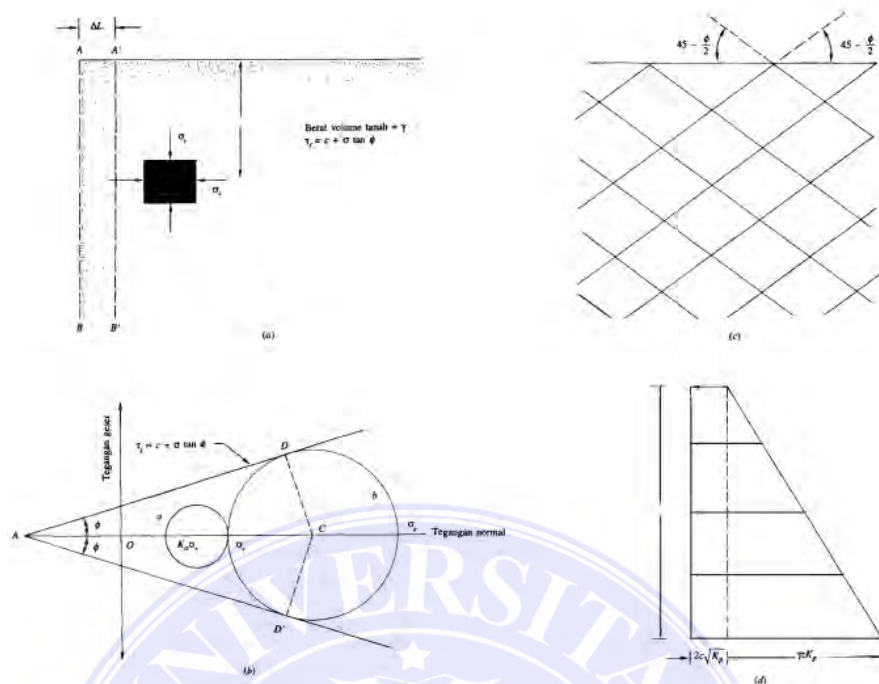
Sedangkan gaya aktif persatuan luas dinding penahan merupakan luasan diagram tekanan, dapat dirumuskan sebaiberikut :

$$= \frac{h}{2} + 0,5 h' \dots\dots\dots [2.13]$$

Keterangan : h = Tekanan tanah aktif (kN/m)

h' = Tinggi lapisan tanah (m)

h' = Tekanan tanah efektif aktif (kN/m²)



Gambar 2. 7 Tekanan tanah pasif Rankine

Sumber : Braja M. Das, 2017

Dinding AB adalah tembok licin tak terhingga. Keadaan tegangan awal pada suatu elemen tanah diwakili oleh lingkaran Mohr a dalam gambar 2.7. Apabila tembok didorong secara perlahan-lahan ke arah masuk ke dalam massa tanah, maka tegangan utama akan bertambah secara terus menerus. Akhirnya didapatkan suatu keadaan yang menyebabkan kondisi tegangan elemen tanah dapat diwakili oleh lingkaran Mohr b. pada keadaan ini keruntuhan akan terjadi yang saat ini dikenal sebagai kondisi pasif menurut Rankine. Disamping itu tekanan tanah ke samping merupakan tegangan utama besar yang dinamakan tekanan tanah pasif menurut Rankine. Tekanan tanah efektif pasif dapat juga dirumuskan sebagai berikut :

$$h_p = \frac{h_v}{\tan^2(45 + \frac{\phi}{2})} + 2c \cot(45 + \frac{\phi}{2}) \quad \text{..... [2.14]}$$

Keterangan : h_p = Tegangan total aktif (kN/m^2)

h_v = Tegangan vertikal efektif (kN/m^2)

= Kohesi tanah (kN/m^2)

$$= 2 (45 - \phi/2) \dots\dots\dots [2.15]$$

Dimana : K_p = Koefisien tanah aktif (kN/m^3)

= Sudut geser dalam ($^\circ$)

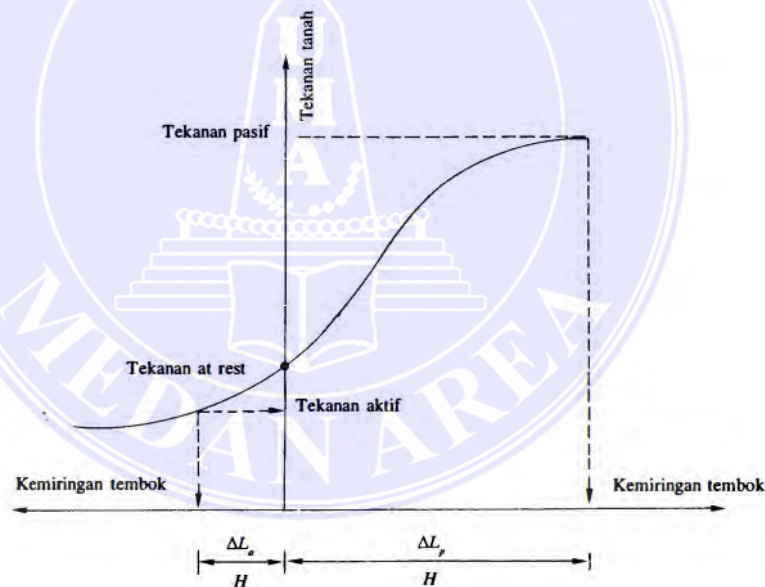
Sedangkan gaya aktif persatuan luas dinding penahan merupakan luasan diagram tekanan, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$p = h' p + 0,5 \quad h' p \dots\dots\dots [2.16]$$

Keterangan : p = Tekanan tanah pasif (kN/m)

= Tinggi lapisan tanah (m)

$h' p$ = Tekanan tanah efektif aktif (kN/m^2)



Gambar 2. 8 Variasi besarnya tekanan horizontal dengan kemiringan (deformasi) tembok

Sumber : Braja M. Das, 2017

Pada perhitungan tekanan tanah lateral manual metode Rankine, K_a dan K_p lapisan tanah memiliki satu nilai konstan yang dihitung dengan rumus (2.12) dan (2.15) untuk kondisi deformasi dinding penahan tanah maksimum. Sedangkan pada program Plaxis, nilai K_a dan K_p lapisan tanah dihitung melalui program

dimana nilai K_a dan K_p bergerak dinamis tergantung dari besarnya deformasi yang dapat.

2.7 Diaphragm wall

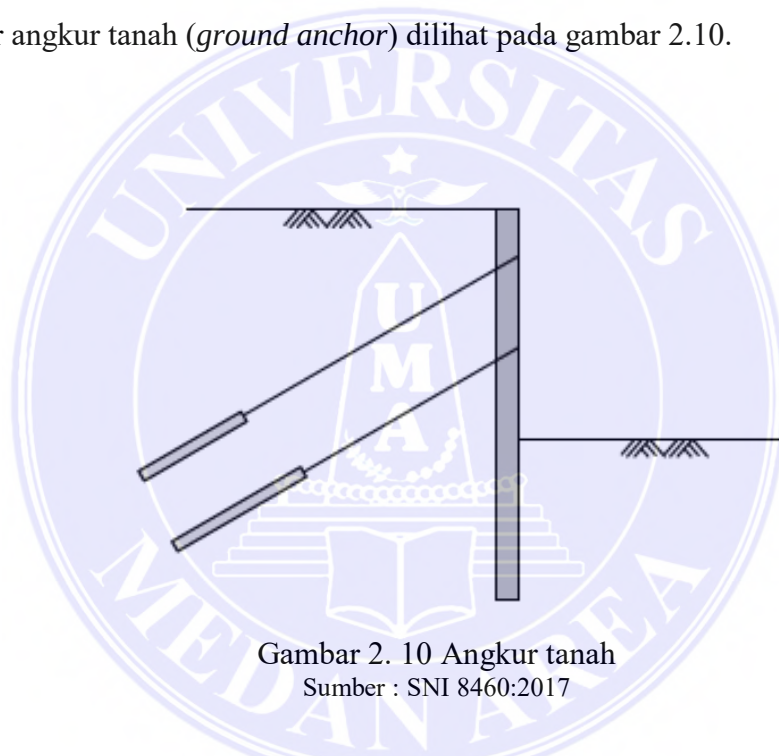
Dalam SNI 8460:2017 *diaphragm wall* adalah salah satu jenis dari *embedded walls*. *Diaphragm wall* adalah dinding penahan tanah yang dibuat dengan sistem penggaliat parit dengan bantuan lumpur pengeboran (*bentonite slurry/polymee*) dimana tahap akhir pekerjaan diisi dengan keranjang besi dan dicor langsung dengan ready mix. *Diaphragm wall* dalam dunia konstruksi dikenal sebagai dinding yang mempunyai fungsi ganda yaitu sebagai penahan tanah dan juga berfungsi sebagai dinding pada lantai basement bangunan yang mempunyai lantai bawah tanah. Berikut adalah gambar *diaphragm wall* dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Dinding *diagrama wall*
Sumber : SNI 8460:2017

Diaphragm wall banyak digunakan untuk mengamankan penggalian *besment* dalam, yang dikususkan pada daerah yang padat karena kelebihanannya dalam menghemat ruang dan kecocokannya untuk aplikasi dengan kontrol deformasi yang ketat. Artinya diperlakukan dengan kekakuan yang tinggi juga dituntun untuk dinding yang relatif kedap air. Kontruksi *diaphragm wall* disarankan untuk digunakan pada 5 lapis *basement* (SNI 8460:2017).

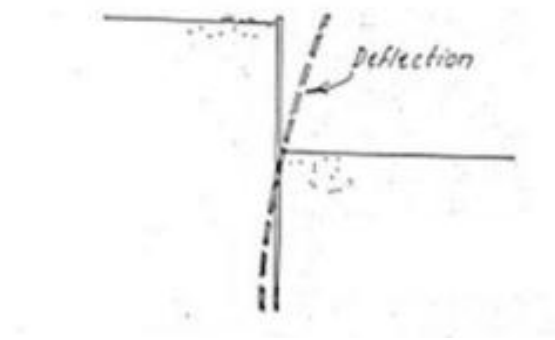
Diaphragm wall ini dapat berbentuk kantiliver juga memiliki sistem penunjang (*support system*), salah satu *support system* dari *diaphragm wall* ialah angkur tanah (*ground anchor*). Aplikasi angkur tanah dengan cara menentukan level angkur tanah sehingga tidak bertabrakan dengan level lantai *basement*, dan gaya-gaya angkur yang dihasilkan dari analisa dinding. Artinya jarak angkur tanah semakin ke bawah semakin kecil, mengantisipasi tekanan tanah yang mendekati bentuk segitiga yang besar dari bawah. berikut (SNI 8460:2017). Berikut adalah gambar angkur tanah (*ground anchor*) dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Angkur tanah
Sumber : SNI 8460:2017

2.7.1 Stabilitas Terhadap Penggeseran (*Sliding*)

Menurut Hardiyatmo (2015), stabilitas terhadap geser yaitu perbandingan daya-daya yang menahan bahaya geser adalah gerakan antara tanah dengan dasar pondasi serta tekanan tanah pasif di depan dinding penahan tanah akibat tanah timbunan.



Gambar 2. 11 Sketsa pergeseran dinding penahan tanah

Sumber : SNI 8460:2017

Faktor aman terhadap geser (F_{gs}), didefinisikan sebagai berikut :

$$F_{gs} = \Sigma R_h / \Sigma W \geq 1,5 \text{ (OK)} \dots \dots \dots [2.17]$$

Keterangan : $\Sigma R_h = W \cdot f \dots \dots \dots [2.18]$

$$= W \cdot \tan \phi_h$$

Untuk tanah kohesi ($\phi = 0$)

$$\Sigma R_h = c_a \cdot B \dots \dots \dots [2.19]$$

Untuk tanah kohesi $c = \phi - (\phi > 0 \text{ dan } c = 0)$

$$\Sigma R_h = c_a \cdot B + W \cdot \tan \phi_h \dots \dots \dots [2.20]$$

Dimana : F_{gs} = Faktor aman terhadap penggeseran

ΣR_h = Tahanan dinding penahan tanah terhadap geser
(kN)

W = berat total dinding penahan tanah diatas pelat
pondasi

ϕ_h = sudut geser antara tanah dan dasar pondasi,
diambil $2/3 - (2/3) \phi$

c_a = $ad \times c$ = adhesi antara tanah dan dasar dinding

c = kohesi tanah dasar

ad = faktor adhesi

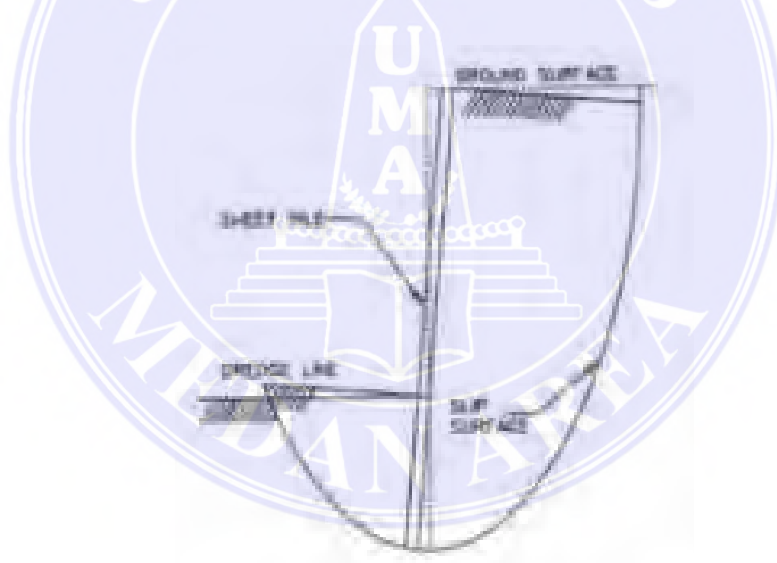
B = lebar kaki dinding penahan (m)

Σh = Jumlah gaya horizontal (kN)

F = $\tan \phi_h$ = koefisien gesek antara tanah dasar dan dasar Pondasi.

2.7.2 Stabilitas Terhadap Penggulingan (*Overtuning*)

Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah urug di belakang dinding penahan, cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pelat fondasi. Momen penggulingan ini, dilawan oleh momen akibat berat sendiri dinding penahan dan momen akibat berat tanah di atas pelat fondasi.



Gambar 2. 12 Sketsa penggulingan dinding penahan tanah
Sumber : SNI 8460:2017

Menurut (SNI 8460:2017) faktor aman terhadap penggulingan (F_{gl}) di definisikan sebagai berikut :

$$F_{gl} = \Sigma M_w / \Sigma M_{gl} \geq 1,5 \text{ (OK)} \dots\dots\dots [2.21]$$

$$\Sigma M_w = w \cdot b_1 \dots\dots\dots [2.22]$$

$$\Sigma M_{gl} = \Sigma P_{ah} \cdot h_1 + \Sigma P_{av} \cdot B \dots\dots\dots [2.23]$$

Keterangan : F_{gl} = Faktor aman akibat penggulingan
 ΣM_w = Momen yang melawan guling (kNm)
 ΣM_{gl} = Momen yang mengakibatkan guling (kNm)
 w = berat tanah diatas plat pondasi + berat sendiri

dinding

penahan (kN)

B = lebar kaki dinding penahan tanah (m)

ΣP_{ah} = Jumlah gaya-gaya horizontal (kN)

ΣP_{av} = Jumlah gaya-gaya vertikal (kN)

2.7.3 Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah (*Bearing Capacity*)

Gaya-gaya horizontal dan vertikal pada dinding akan menimbulkan tegangan pada tanah. Apabila tegangan yang timbul melebihi tegangan ijin tanah, maka akan terjadi penurunan tanah.

Menurut Hardiyatmo (2002), persamaan Terzaghi hanya berlaku untuk pondasi yang dibebani secara vertikal dan sentris. Kapasitas dukung ultimit (q_u) untuk pondasi memanjang dirumuskan sebagai berikut :

$$q_u = c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma_t \cdot N_q + 0,5B \cdot \gamma_t \cdot N_y \dots \dots \dots [2.24]$$

Dimana : c = kohesi tanah (kN/m)

D_f = kedalaman pondasi (m)

γ_t = berat volume tanah (kN/m³)

B = lebar kaki dinding penahan tanah (m)

N_c, N_q, N_y = nilai- nilai faktor kapasitas daya dukung

Terzaghi, faktor keamanan minimum untuk keruntuhan

kapasitas daya dukung dirumuskan sebagai :

$$F = \frac{qu}{q} \geq \min. 3 \dots \dots \dots [2.25]$$

Dimana : q = tekanan akibat beban struktur

qu = tekanan tanah ultimit

2.8 Plaxis V.8.5

Plaxis adalah salah satu program atau aplikasi komputer berdasarkan metode perhitungan elemen hingga yang dimaksudkan untuk analisa deformasi dan stabilitas struktur tanah secara dua dimensi (2D), seperti *ground water and heat flow*, dalam dunia geoteknik aplikasinya seperti penggalian, pondasi, timbunan dan tunnel (Plaxis, 2012).

Plaxis biasanya digunakan untuk mensimulasikan perilaku tanah program plaxis dan pemodelannya telah dikembangkan dengan sangat hati-hati. Meskipun telah melewati banyak pengujian dan validasi, tidak dapat menjamin bahwa program Plaxis bebas dari kesalahan. Selain itu, simulasi masalah geoteknik dengan menggunakan metode elemen hingga secara implisit melibatkan kesalahan numerik dan pemodelan yang salah. Keakuratan terhadap realita sangat bergantung pada keahlian dari pengguna mengenai pemodelan dari masalah, pemahaman jenis-jenis tanah, pemilihan parameter tanah, dan kemampuan dalam menilai hasil perhitungan. Oleh karena itu, pengguna harus berhati-hati ketika menggunakan hasil perhitungannya untuk tujuan desain geoteknik (Plaxis, 2012).

Plaxis digunakan secara khusus untuk menganalisis deformasi dan stabilitas untuk berbagai aplikasi dalam bidang geoteknik, seperti daya dukung tanah. Kondisi sesungguhnya dapat dimodelkan dalam regangan bidang maupun secara *axisymetris*. Program ini menerapkan metode antarmuka grafis yang mudah

digunakan sehingga pengguna dapat dengan cepat membuat model geometri dan jaring elemen berdasarkan penampang melintang dari kondisi yang ingin dianalisis. Program ini terdiri dari empat buah sub-program yaitu masukan (*input*), perhitungan (*calculation*), keluaran (*output*), dan kurva (*curve*).

Kondisi di lapangan yang disimulasikan ke dalam program plaxis ini bertujuan untuk mengimplementasikan tahapan pelaksanaan di lapangan ke dalam tahapan pengerjaan pada program, dengan harapan pelaksanaan di lapangan dapat didekati sedekat mungkin pada program, sehingga respon yang dihasilkan dari program dapat diasumsikan sebagai cerminan dari kondisi yang sebenarnya terjadi di lapangan.

Plaxis dimaksudkan sebagai alat bantu analisis untuk digunakan ahli geoteknik yang tidak harus menguasai metode numerik. Umumnya para praktisi menganggap bahwa perhitungan dengan metode elemen hingga yang non-linier adalah sulit dan menghabiskan banyak waktu. Tim riset dan pengembangan plaxis menjawab masalah tersebut dengan merancang prosedur-prosedur perhitungan yang handal dan baik secara teoritis, yang kemudian dikemas dalam suatu kerangka yang logis dan mudah digunakan. Plaxis dapat digunakan untuk melakukan permodelan dan analisis semua permasalahan geoteknik seperti *slope stability*, *seepage*, dan konsolidasi. Selain itu plaxis juga dapat memodelkan dan menganalisis struktur geoteknik dan interaksi tanah dengan struktur seperti pondasi dangkal, pondasi dalam, dinding penahan tanah, angkur (*anchor*), dan sebagainya. Yang perlu diperhatikan dalam penggunaan plaxis adalah pengguna harus menguasai teori dan konsep mengenai mekanika tanah dan rekayasa

pondasi. Hal ini sangat penting karena plaxis akan tetap melakukan kalkulasi dan keluaran (*output*) meskipun data yang dimasukkan (*input*) tidak benar.

Langkah - langkah pengoperasian programnya dilakukan dalam *input* plaxis adalah membuat geometri lapisan tanah dan struktur, mendefinisikan material – material yang diperlukan, lalu meng-generasi tekanan yang terjadi. Untuk lebih lengkapnya akan dijelaskan pada langkah – langkah dibawah ini :

- ✚ Buka aplikasi plaxis V.8.5.
- ✚ Pilih new project
- ✚ Pada tab project bagian general, pilih model plane strain dan element 15-Node.
- ✚ Pada tab dimensions bagian units, atur satuan yang akan dipakai (pada tugas akhir ini menggunakan satuan kN/m/day).
- ✚ Pada tab dimensions bagian geometry dimensions masukan ukuran ruang kerja yang dibutuhkan klik OK.
- ✚ Selanjutnya adalah membuat geometri tanah dengan menggunakan alat geometry line dengan cara menarik garis berdasarkan koordinat (x,y) sesuai dengan kondisi lapisan tanah yang ada di lapangan.
- ✚ Langkah berikutnya adalah membuat konstruksi yang ingin ditinjau menggunakan alat plate , dengan cara menarik garis berdasarkan koordinat (x,y) sesuai dengan kondisi konstruksi yang diinginkan.
- ✚ Berikutnya adalah memasukan beban hidup, dengan menggunakan alat distributed load , tarik garis sebesar lebar beban hidup yang terjadi, kemudian pilih objek menggunakan alat selection , lalu masukan besaran beban hidup.

- ✚ Selanjutnya adalah menambahkan interfaces pada dinding penahan tanah, dengan menggunakan alat interfaces tarik garis interface mulai dari ujung atas sampai dengan ujung bawah dinding lalu kembali lagi ke ujung atas.
- ✚ Langkah selanjutnya adalah memasukan parameter tanah tiap lapis kedalam program Plaxis V.8.5. yaitu terdapat pada tab materials bagian soil & interfaces.
- ✚ Klik new lalu pada tab general bagian material set masukan nama, model, dan tipe dari lapisan tanah (pada tugas akhir ini dipilih kalkulasi menggunakan model mohr coulomb dan tipe undrained untuk tanah lempung).
- ✚ Pada bagian general properties masukan nilai γ_{sat} dan γ_{unsat} untuk lapisan tanah yang dimasukan sesuai dengan parameter tanah yang ada.
- ✚ Pada bagian permeability masukan nilai kecepatan permeabilitas tanah.
- ✚ Selanjutnya pada tab parameters bagian stiffness masukan nilai modulus elastisitas tanah dan poisson's ratio tanah dari data parameter tanah yang ada (pada tugas akhir ini nilai $E_s = 25000 \text{ kN/m}^2$ dan $\mu = 0,2$ untuk tanah lapis 1).
- ✚ Pada bagian strength masukan nilai kohesi dan sudut geser tanah, dan dilatansi (pada tugas akhir ini nilai $C' = 11,67 \text{ kN/m}^2$, $\phi = 8,50$ untuk tanah lapis 1, sedangkan untuk dilatansi diisi 0). Sementara pada bagian *alternatives* dan *velocities* dibiarkan default saja.
- ✚ Pada tab interfaces bagian strength masukan nilai real interface (*rinter*) sebesar 0,9, sementara untuk bagian real interface thickness dibiarkan default saja.

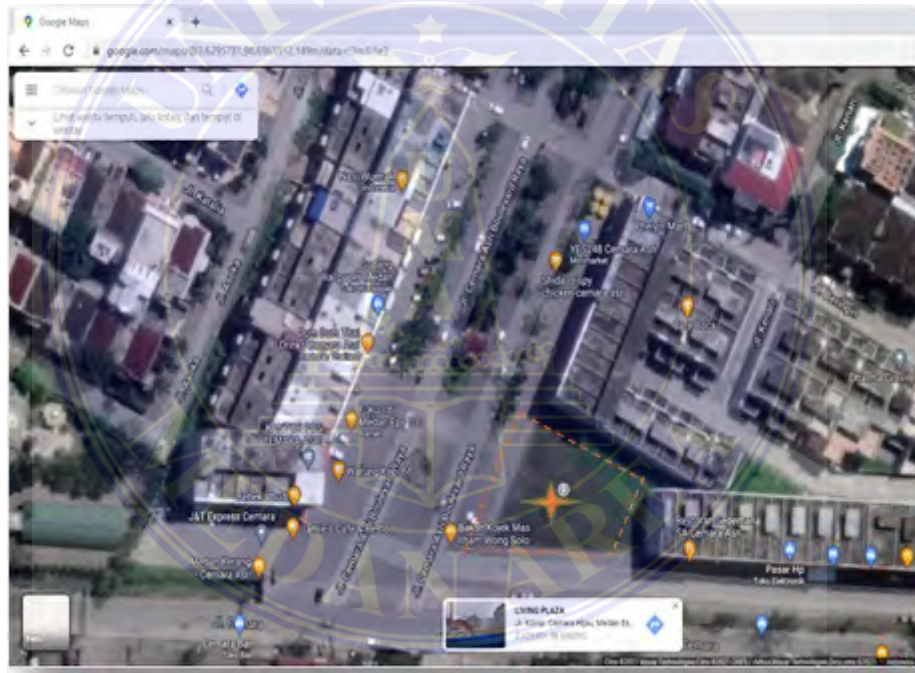
- ✚ Ulangi langkah diatas untuk setiap lapisan tanah yang akan di definisikan.
- ✚ Langkah selanjutnya adalah memasukan parameter untuk material dinding penahan tanah serta pengaku lateral tambahan. Terdapat pada tab material bagian plates.
- ✚ Klik new untuk memulai, pada bagian material set masukan nama dan tipe material yang ingin didefinisikan (pada tugas akhir ini digunakan tipe material elastic)
- ✚ Selanjutnya pada bagian properties masukan nilai EA, EI, w, dan μ sesuai dengan data perencanaan. Sedangkan untuk nilai rayleigh dibiarkan default saja.
- ✚ Ulangi langkah diatas untuk setiap jenis struktur yang akan didefinisikan.
- ✚ Setelah semua material di definisikan, tekan dan tahan tiap jenis material kemudian tarik ke geometri pada ruang kerja sesuai dengan jenis material yang dipilih tadi.
- ✚ Setelah itu definisikan kekakuan pada setiap ujung ruang kerja dengan memilih alat standard fixities .

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang dipilih untuk penelitian yaitu pada proyek pembangunan gedung *Mall Living Plaza* Medan. Proyek tersebut terletak di Jl. Cemara Asri Boulevard Raya, Medan Estate, Percut Sei Tuan, Deli Serdang, Sumatera Utara 20371. Untuk lebih menjelaskan lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3 1 Denah lokasi proyek pembangunan gedung mall Living Plaza medan
Sumber : Googlemaps.com

3.2 Data Umum Proyek

Berikut data-data atau informasi tentang evaluasi perhitungan *diapragma wall* sebagai struktur penahan tanah untuk *basement* pada proyek pembangunan gedung *Mall Living Plaza* Medan yang dijadikan topik penelitian oleh penulis yaitu:

Nama proyek : Pembangunan gedung *Mall Living Plaza Medan*

Pemilik Proyek : PT. Tiga Dua Delapan

Pelaksana Proyek : PT. Tamoratama Prakarsa, Tbk.

Konsultan Perencana : *RG Consultant*

Lokasi Proyek : Jl. Cemara Asri Boulevard Raya, Medan Estate,
Percut Sei Tuan, Deli Serdang, Sumatera Utara
20371

Luas Bangunan Basement : 400 m²

Tinggi *Retaining Wall* : 6 m

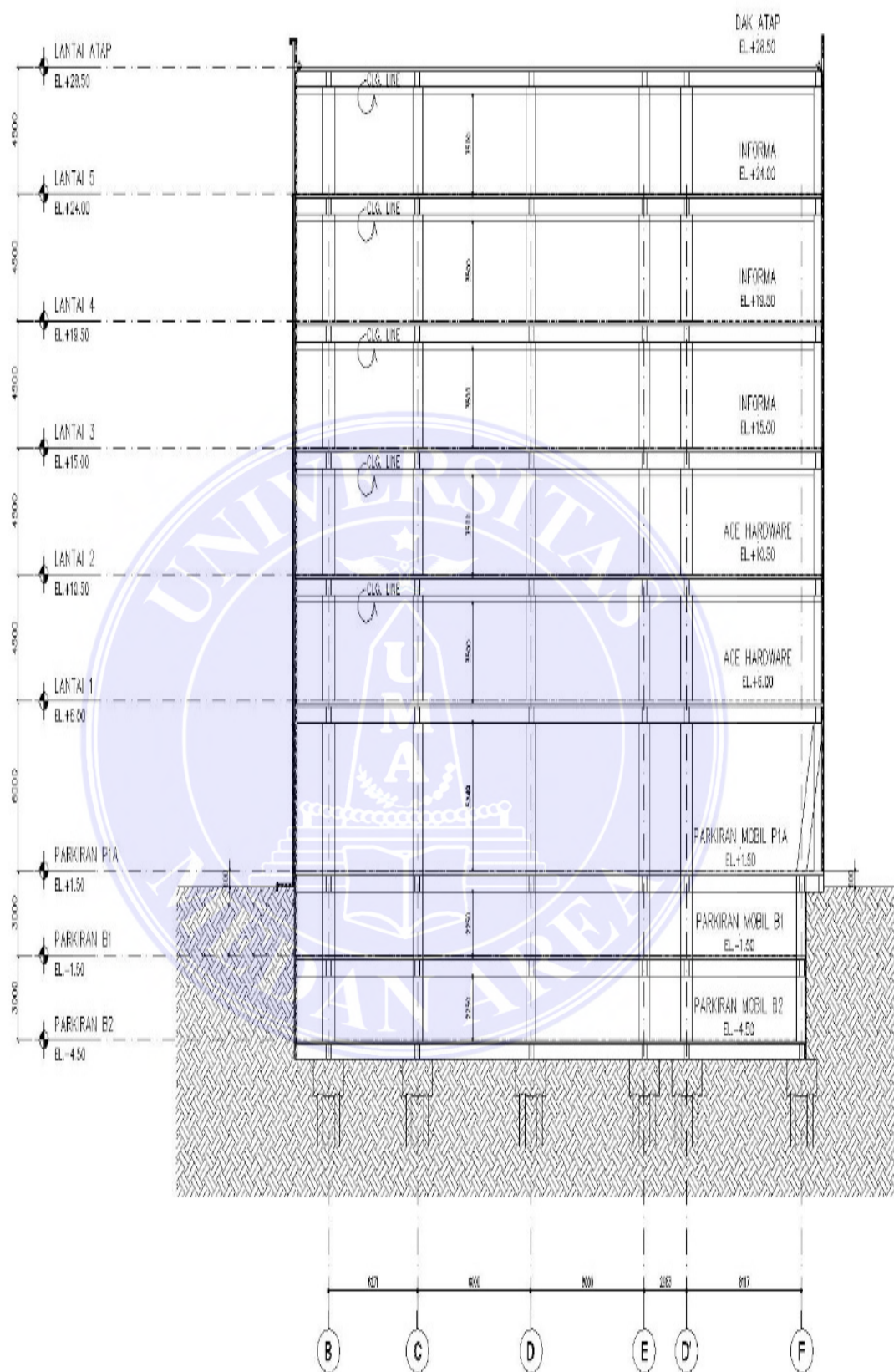
Jenis *Retaining Wall* : *Diaphragma wall*

Fungsi Bangunan Basement : Parkir *Mall Living Plaza Medan*

Berdasarkan Laporan Pendahuluan *Engineering RG Consultant*, proyek pembangunan gedung mall *Living Plaza Medan* ini merupakan proyek yang terdiri dari:

1. *Basement* 3 lapis
2. *Ace Hardware* lantai 1 dan lantai 2
3. *Informa* lantai 3, 4, dan 5.

Untuk lebih menjelaskan dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3 2 Potongan Melintang proyek pembangunan gedung mall Living Plaza Medan

Sumber : Laporan Pendahuluan *Engineering RG Consultan*

3.3 Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data di susun untuk memudahkan dalam menyusun kebutuhan data yang di butuhkan pada penelitian ini, Menyusun jadwal pelaksanaan pengumpulan data dan menetapkan metode yang akan di gunakan untuk pengolahan data.

3.3.1 Data Primer

Tahapan ini dilakukan untuk mendapatkan pendalaman pemahaman terhadap permasalahan supaya pencapaian tujuan dapat dilakukan dengan tepat. Oleh karena itu di perlukan beberapa literatur untuk mendapatkan teori-teori yang relevan yang meliputi pembahasan:

1. Konstruksi Penahan Tanah

Studi literatur mencakup konstruksi penahan tanah yang tepat disesuaikan dengan kondisi lapangan.

2. Analisa Stabilitas Galian

Studi literatur mencakup stabilitas galian maupun konstruksi penahan tanah itu sendiri

3. Simulasi Plaxis

Studi literatur mencakup metode pelaksanaan di lapangan yang tepat dan aman.

3.3.2 Data Skunder

Metode pengumpulan data sekunder sering disebut juga dengan metode penggunaan bahan dokumen. Karena dalam hal ini, peneliti secara langsung mengambil data dan memanfaatkan data yang dihasilkan oleh pihak-pihak lain.

Dalam melakukan analisis perhitungan stabilitas *diaphragma wall* untuk basemant, dilakukan pengumpulan data pada proyek pembangunan gedung *Mall Living Plaza Medan*. Pengumpulan data tersebut berupa:

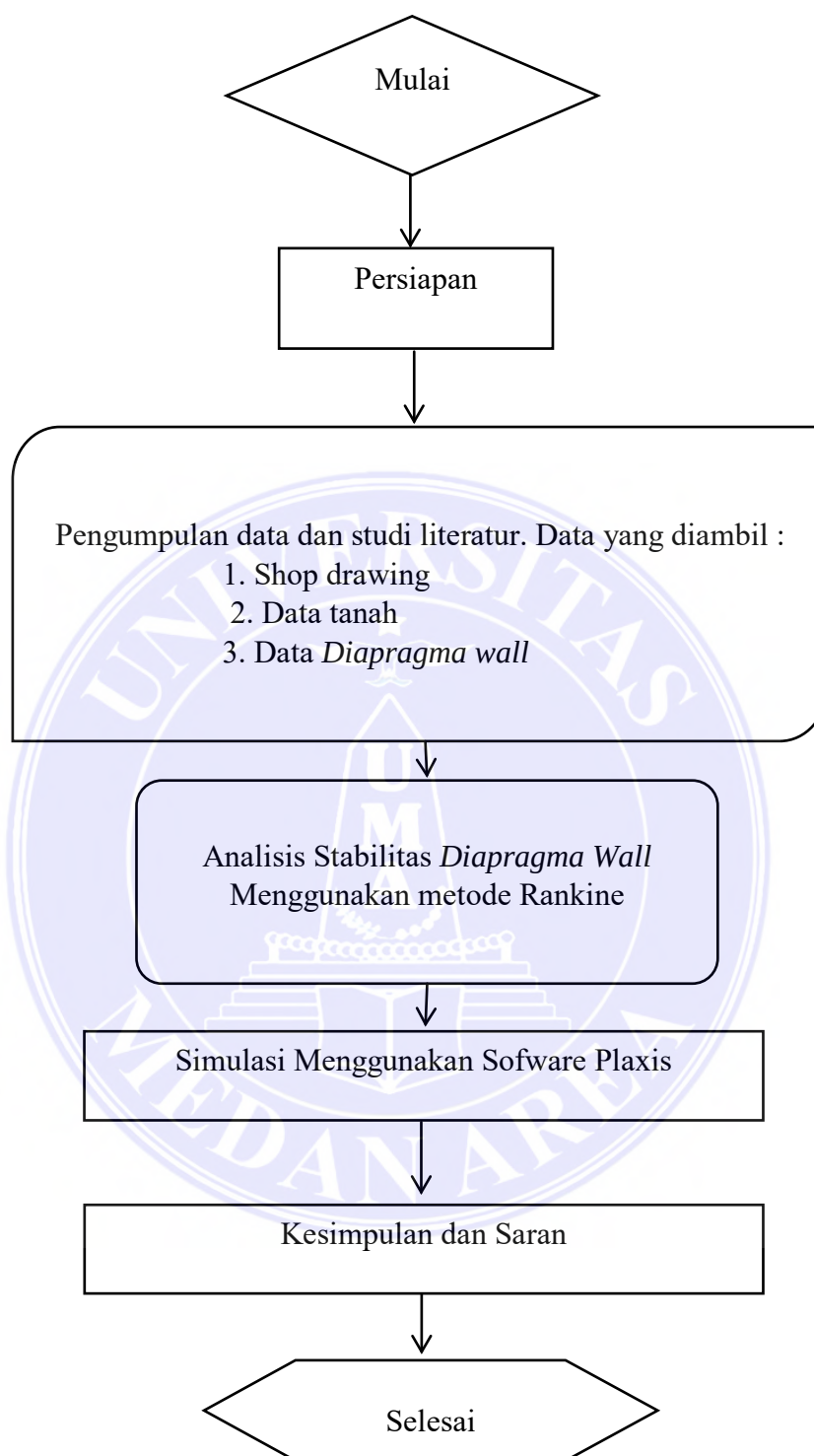
1. Data Umum Proyek
2. Gambar Shop Drawing
3. Data Tanah: *HB*, *SPT* dan parameter tanah.

3.4 Pengolahan Data

Di lakukan untuk mentabulasi data skunder dan data primer yang di sesuaikan dengan kebutuhan data untuk perhitungan serta analisa data. Untuk memperoleh data stabilitas dinding penahan tanah terhap geser, guling dan kuat dukung dinding tersebut menggunakan metode Rankine.

3.5 Bagan Alir

Untuk memudahkan pegerjaan skripsi ini, maka diperlukan tahapan pekerjaan, mulai dari indentifikasi masalah sampai pada penyelesaia, alur pikir (bagan alir), seperti gambar berikut :



Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan perhitungan pada dinding penahan tanah menggunakan metode Rankine dan software Plaxis, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk analisis dengan metode Rankine stabilitas terhadap guling nilai SF yang didapat memenuhi syarat aman yaitu 3,27 dari nilai SF yang diijinkan sebesar 1,5. Untuk stabilitas terhadap geser nilai SF yang didapat memenuhi syarat aman yaitu 2,75 dari nilai SF yang diijinkan sebesar 2. sedangkan untuk kapasitas daya dukung diambil SF sebesar 3 serta memiliki nilai daya dukung tanah (q_a) sebesar 1321,45 t/m² dan nilai daya dukung ultimit (q_u) sebesar 39643,5 kN/m².
2. Untuk analisis Plaxis pada proses penggalian ke 1 stabilitas terhadap geser dan guling di dapat angka *safety factor* (SF) yaitu 1,70. Pada proses penggalian ke 2 stabilitas terhadap geser dan guling di dapat angka *safety factor* (SF) yaitu 1,59 dan angka deformasi yang di dapat lebih kecil sedangkan pada proses penggalian ke 3 dengan kedalaman 6 m angka *safety factor* (SF) yang didapat lebih kecil yaitu 1,22 dan tidak memenuhi syarat SF = 1,5 serta deformasi yang terjadi mendapatkan angka yang besar yaitu – 2,72 cm.

Berdasarkan data hasil perhitungan diatas maka disimpulkan bahwa dinding penahan tanah pada metode Rankine nilai kapasitas yang didapat merupakan nilai yang tinggi serta aman terhadap keruntuhan. Sedangkan pada

penggunaan software Plaxis dinding penahan tanah tidak aman serta kemungkinan terjadi keruntuhan.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut :

1. Pembangunan basement pada *living* plaza medan ini sangatlah berperan penting dalam memajukan perekonomian masyarakat, maka hendaknya dilakukan perawatan untuk mencegah terjadinya kerusakan.
2. Perhitungan perencanaan dinding penahan tanah *diaphragm wall* membutuhkan ketelitian dalam memasukkan angka-angka yang akan digunakan, karena hal tersebut sangat berpengaruh dengan hasil perhitungan.
3. Dari data yang tersedia baik data lapangan maupun hasil *output* Plaxis sudah mencukupi untuk melanjutkan analisa terhadap beton dan tulangannya dengan menggunakan SAP 2000 maupun ETABS. Namun penulis tidak melanjutkan analisa sampai tahap tersebut, dikarenakan batasan masalah dalam tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional (2008). SNI 4153:2008 Cara Uji Penetrasi Lapangan Dengan SPT. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional (2017). SNI 8460:2017 Persyaratan Perencanaan Geoteknik. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- B. Mochtar Indrasurya, Noor Endah dan Braja M. Das. (2017). Mekanika Tanah (Prinsip Rekayasa Geoteknis). Surabaya: Erlangga.
- Dwinata, R. H., Djoko Untung dan Suwarno. (2015). Perencanaan *Basement* Gedung Parkir *Apartement Skyland City Education* Bandung. *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1), 1-6.
- Elysta, U. P. (2019). Evaluasi Perhitungan Stabilitas Dinding Penahan Tanah Untuk Basement Pada Proyek Podomoro City Deli Medan. *Skrripsi*. Medan: Universitas Medan Area.
- Hardiyatmo, H. C. (2016). Mekanika Tanah 1. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, H. C. (2015). Analisa dan Perencanaan Pondasi jilid 2 Edisi Ketiga, Jakarta: Gadjah Mada.
- Ritchie Specs. (2007). Komatsu D375A-1 Crawler Tractor. <http://www.ritchie-specs.com/specification>
- Rostiyanti, S. F. (2008). Alat Berat untuk Proyek Konstruksi.
- Sosrodarsono, S., dan Nakazawa. 2000. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Soimun, A., Musta'in Arif dan Yudhi Lastiasih. (2016). Perencanaan Dinding Penahan Untuk Pembuatan Basement Harris Skyline Tower Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), 1-6.
- Yulina, Dkk. (2018). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Pada Basement Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya. *Jurnal Ilmu Terapan*, 1-5.

SURAT KETERANGAN
NOMOR : 019/SK-KP/XI/2020

1. Yang bertanda tangan di bawah ini :

- a. Nama : Julius
b. Jabatan : Project Manager

dengan ini menerangkan bahwa :

- a. Nama : Santo Wiry Sigalingging
b. NIM : 16 811 0104
c. Fakultas : Teknik
Universitas Medan Area (UMA)
d. Jurusan : Teknik Sipil
e. Bahwa : Mahasiswa tersebut benar telah selesai melaksanakan Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir di Project Living Plaza, selama 3 bulan terhitung mulai dari tanggal 3 Agustus 2020 s/d 3 November 2020.

2. Demikian Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Medan, 7 November 2020
PT. Tamoratama Prakarsa

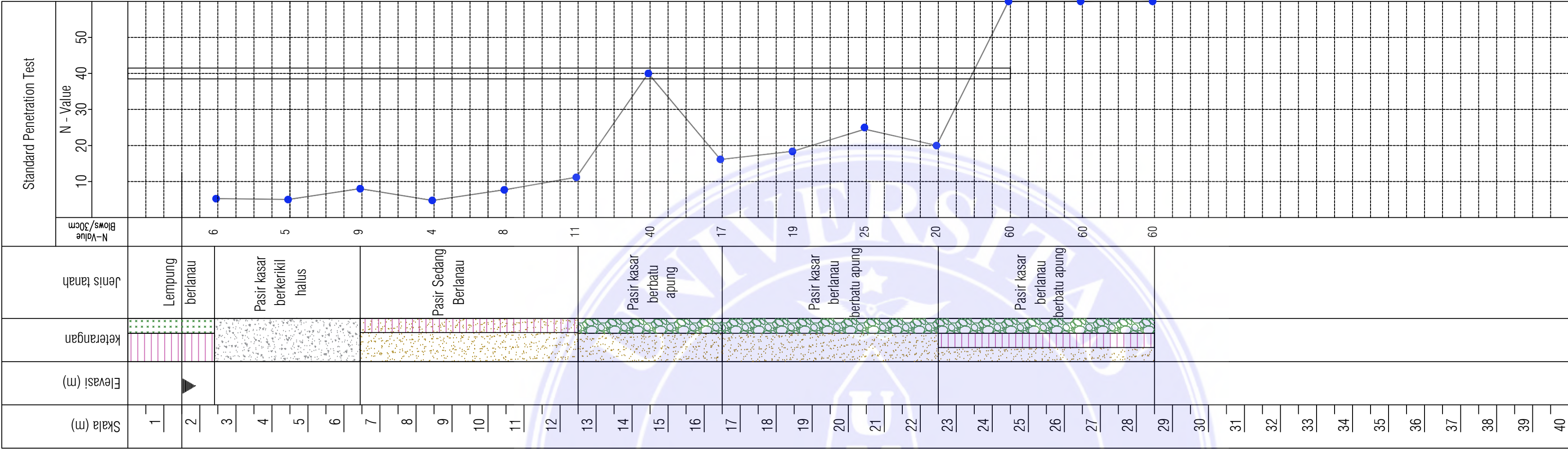


Julius
Project Manager

CC : Arsip

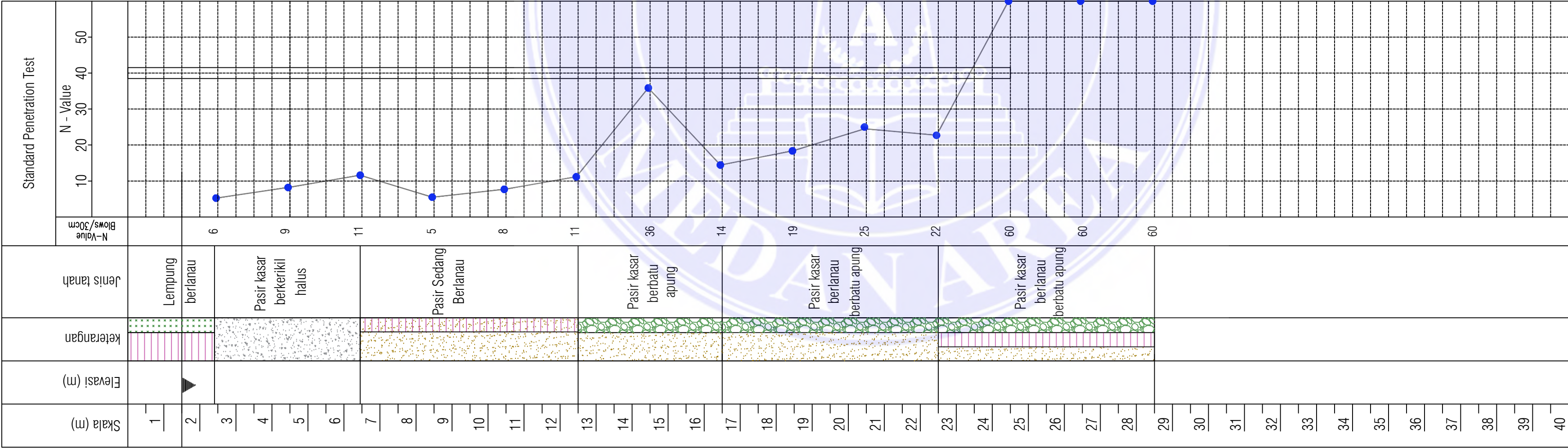
MEDAN

Boring No. : BH2



MEDAN

Boring No. : BH1



CATATAN

MUTU BAHAN

BETON

BESI BETON

KONTRAKTOR WAJIB MEMPELAJARI GAMBAR ARSITEKTUR, STRUKTUR & MEP. JIKA DITEMUKAN PERBEDAAN MAKA WAJIB DISAMPAIKAN KEPADA PERENCANA UNTUK MENDAPATKAN KEPASTIAN.

NO.	REVISI	TGL

PROYEK

Living plaza
MEDAN

KONSULTAN STRUKTUR

RG KONSULTAN

TANDA TANGAN

STRUKTUR

SKA REG. NO.

Ir. R. ANWAR SUNYATA

1.2.201.1.025.09.1005544

KONTRAKTOR



PT. TAMORATAMA PRAKARSA

Jln. Brigjend Katamso

No. 162/80 CC-DD-EE

TANDA TANGAN

STRUKTUR

SKA REG. NO.

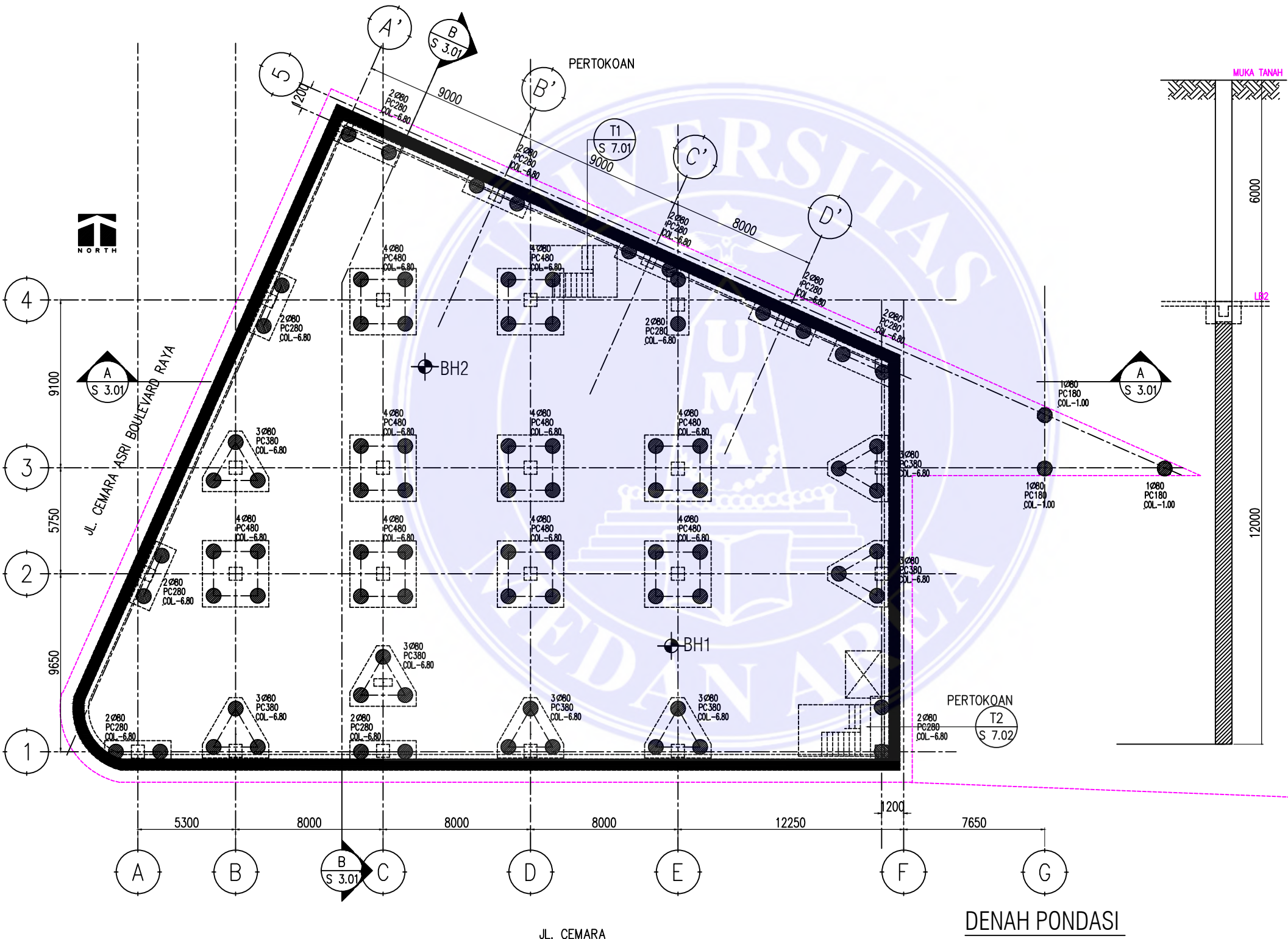
JULIUS

JUDUL GAMBAR

NO. GAMBAR

REVISI

SHOP DRAWING



DENAH PONDASI

1 : 100 @ A1

CACATAN

[illegible]

INDEX

Living plaza
MEDAN

REPORTING CONTRACT

RG KONSULTAN

TANDA TANGAN	
STRUKTUR SKA REG. NO.	1. R. ANWAR SURYATA 1.2.201.1.025.08.1005544

KONTRAKTOR



TANDA TANGAN	
STRUKTUR	JULIUS
SKA REG. NO.	
JUDUL GAMBAR	

NO. GAMBAR	REVISI

SHOP DRAWING

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

DOKUMENTASI



Gambar 1 Lokasi Proyek *living Plaza Medan*



Gambar 2 Proses Perbersihan Lahan



Gambar 3 Proses Pembesian Dinding Penahan Tanah



Gambar 4 Capping Beam Selesai di Cor



Gambar 5 Proses Penggalian 1 kedalaman 2 Meter



Gambar 6 Proses Penggalian 1 kedalaman 4 Meter