

**ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH
MENGUNAKAN PLAXIS PADA PROYEK APARTEMEN
PRINCETON MEDAN**

SKRIPSI

OLEH :

**RIZKY PRATAMA
198110179**



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 19/1/24

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

Access From (repository.uma.ac.id)19/1/24

**ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH
MENGUNAKAN PLAXIS PADA PROYEK APARTEMEN
PRINCETON MEDAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
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 19/1/24

Access From (repository.uma.ac.id)19/1/24


HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Menggunakan Plaxis Pada proyek Apartemen Princeton Medan
Nama : Rizky Pratama
NPM : 198110179
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik sipil

Disetujui Oleh :
Komisi pembimbing


Ir. Nurmaidah, MT
Dosen Pembimbing


Dr. Ralfina Syah S. Kom, M. Kom
Dekan


Tika Emma Wulandari, S.T, M.T
Kepala Prodi Teknik

Tanggal Lulus : Kamis, 3 Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizky Pratama
NPM :198110179
Program Studi :Teknik Sipil
Fakultas :Teknik
Jenis Karya :Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas *Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)* atas karya ilmiah saya yang berjudul :Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Menggunakan Plaxis Pada proyek Apartemen Princeton Medan. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada Tanggal : 3 Agustus 2023
Yang Menyatakan



Rizky Pratama

v

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan, Pada tanggal 2 Januari 1998 dari Ayah Jumbadi Saputra dan Ibu Sri Mahdalena Damanik. Penulis merupakan putra ke 1 dari 4 bersudara. Tahun 2016 Penulis lulus dari SMA Laksaman Martadinata dan pada tahun 2016 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. pada tahun 2020 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Proyek Living Plaza medan



ABSTRAK

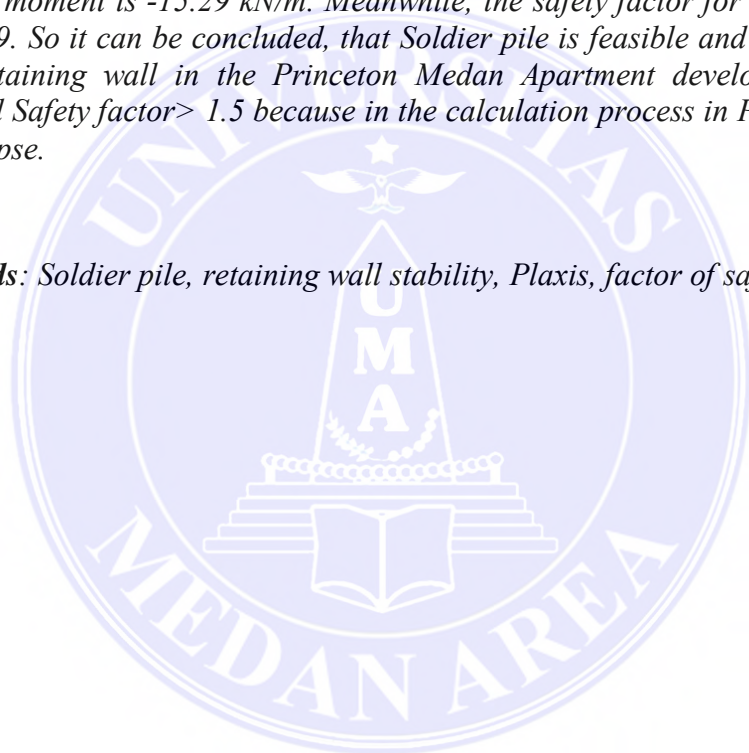
Keterbatasan lahan yang tidak memungkinkan untuk pembangunan secara horizontal, sehingga dibutuhkan solusi pembangunan secara vertikal ke bawah berupa basement dan vertical ke atas. Hal inilah yang juga menjadi permasalahan bagi pembangunan *Apartment Princeton* Medan. Hal yang harus diperhatikan dalam pembangunan basement adalah struktur proteksi galian basement berupa *Soldier pile* untuk menjaga kestabilan tanah dan mencegah keruntuhan tanah disamping basement tersebut. Oleh karena itu diperlukannya perencanaan *Soldier pile* yang tepat. Adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui terjadi atau tidaknya keruntuhan pada saat proses penggalian tanah. Data yang diperoleh tersebut kemudian diolah dengan menggunakan metode elemen hingga dengan Software PLAXIS. Hasil pengolahan data menggunakan metode elemen hingga dengan Plaxis menunjukkan bahwa nilai gaya perpindahan horizontal sebesar 15,11 mm, gaya geser sebesar -14,39 kN/m, dan untuk momen lentur sebesar -15,29 kN/m. Sedangkan untuk nilai *Safety factor* pada *Soldier pile* sebesar 2,2589. Jadi dapat disimpulkan, bahwa *Soldier pile* layak dan aman dipergunakan sebagai dinding penahan tanah pada Proyek pembangunan Apartemen Apartment Princeton Medan, didapat *Safety factor* > 1.5 sebab pada proses perhitungan pada Plaxis tidak terjadi *collapse* (runtuh)

Kata Kunci: *Soldier pile*, stabilitas dinding penahan tanah, Plaxis, faktor keamanan

ABSTRACT

Limited land does not allow for horizontal development, so a solution is needed to develop vertically downwards in the form of a basement and vertically upwards. This is also a problem for the construction of the Princeton Apartment in Medan. The thing that must be considered in basement construction is the basement excavation protection structure in the form of Soldier piles to maintain soil stability and prevent soil collapse beside the basement. Therefore, proper Soldier pile planning is needed. The purpose of this research is to find out whether or not a collapse occurred during the process of killing the soil. The data obtained is then processed using the finite element method with PLAXIS Software. The results of data processing using the finite element method with Plaxis show that the horizontal locking force is 15.11 mm, the shear force is -14.39 kN/m, and the bending moment is -15.29 kN/m. Meanwhile, the safety factor for the Soldier pile is 2.2589. So it can be concluded, that Soldier pile is feasible and safe to be used as a retaining wall in the Princeton Medan Apartment development project, obtained Safety factor > 1.5 because in the calculation process in Plaxis there was no collapse.

Keywords: *Soldier pile, retaining wall stability, Plaxis, factor of safety*



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah analisis dengan judul Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Menggunakan *Plaxis* pada Proyek Apartemen Prineton Medan Terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Ir. Nurmaidah, MT. selaku dosen pembimbing dan Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Medan, 3 Agustus 2023

Rizky Pratama

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI AKADEMIS	Error! Bookmark not defined.
RIWAYAT HIDUP	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ixx
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Peneliti Terdahulu	4
2.2 Tanah.....	6
2.3 Parameter Tanah	8
2.4 Dinding Penahan Tanah	14
2.5 Metode Pelaksanaan <i>Soldier Pile</i>	22
2.6 <i>Dewatering</i>	24

2.7	<i>Standart Penetration Test (SPT)</i>	24
2.8	<i>Uji Triaxial</i>	25
2.9	Tekanan Tanah Lateral	29
2.10	Analisa Elemen Hingga (Finite Element) Meggunakan PLAXIS V8.2	32
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	36
3.1	Lokasi dan waktu Penelitian	36
3.2	Informasi Proyek	36
3.3	Teknik Pengumpulan Data.....	37
3.4	Instrumen Penelitian.....	40
3.5	Metode Analisa Data	41
BAB IV	ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1	Data Analisis Parameter Tanah.....	43
4.2	Data Struktur <i>Retainning wall</i>	47
4.3	Simulasi Plaxis	49
4.4	Pembahasan.....	62
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran.....	64
	DAFTAR PUSTAKA	65
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Dinding penahan tanah massa	17
Gambar 2. <i>cantilever retaining wall</i>	17
Gambar 3. dinding penahan tanah <i>sheet pile</i>	18
Gambar 4. dinding penahan tanah bronjong	19
Gambar 5. dinding penahan tanah blok beton	19
Gambar 6. dinding penahan tanah <i>diaphragm wall</i>	20
Gambar 7. dinding penahan tanah <i>secant pile</i>	21
Gambar 8. dinding penahan tanah tipe <i>revetment</i>	21
Gambar 9. tekanan tanah alam keadaan diam	31
Gambar 10. Peta lokasi proyek Apartemen Princeton Medan	36
Gambar 11. Lokasi titik uji penyelidikan tanah	38
Gambar 12. Denah <i>Soldier pile</i>	39
Gambar 13. Detail prinsip <i>Retaining wall</i>	40
Gambar 14. Bagan alir analisa data	42
Gambar 15. Data N-SPT	44
Gambar 16. Data tanah N-SPT 2	45

Gambar 17. gamabr detail <i>soldier pile</i>	48
Gambar 18. Pemodelan <i>Soldier pile</i> pada PLAXIS.....	50
Gambar 19. Tahapan input parameter tanah	52
Gambar 20. <i>Input parameter Soldier Pile</i>	53
Gambar 21. Tampilan jaringan elemen yang tersusun.....	54
Gambar 22. <i>Initial Condition</i>	55
Gambar 23. Tampilan tekanan air pori aktif	55
Gambar 24. Kondisi tegangan tanah awal.....	56
Gambar 25. Tahapan <i>process calculation</i>	57
Gambar 26. <i>Horizontal displacement (defleksi horizontal)</i> pada <i>soldier pile</i>	58
Gambar 27. Momen lentur pada <i>soldier pile</i>	59
Gambar 28. Gaya geser pada tiang <i>Soldier Pile</i>	60
Gambar 29. <i>Safety factor</i> pada <i>Soldier Pile</i>	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai Tipikal Berat Volume Tanah	9
Tabel 2. Nilai Perkiraan Mod (Es) Elastisitas Tanah.....	10
Tabel 3. Hubungan Antara Jenis Tanah dan Nilai <i>Poisson Ratio</i> (ν')	11
Tabel 4. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam Dengan Jenis Tanah	11
Tabel 5. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam, Tingkat Plastisitas	12
Tabel 6. Hubungan Antara Kohesi, N-SPT.....	12
Tabel 7. Nilai koefisien Permeabilitas Tanah (Das, 1996)	13
Tabel 8. Jenis tanah berdasarkan titik BH-02.....	46
Tabel 9. Model dan data parameter tanah	47
Tabel 10. Prameter <i>Soldier pile</i>	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perencanaan sebuah perkotaan atau gedung dan perkantoran, maka sangat diperlukan lahan parkir yang cukup luas. Hal ini yang sering menjadi masalah karena tidak memungkinkan membangun secara horizontal karena keterbatasan lahan. Karena keterbatasan lahan ini lah yang membuat pengembang berpikir untuk membuat inovasi – inovasi terhadap bangunan vertical, sehingga lahan sempit tidak lagi menjadi kendala dalam proses pembangunan

Oleh karena itu dibutuhkan solusi berupa pembangunan secara vertikal keatas maupun kebawah tanah. Pembangunan secara vertical kebawah berupa penggunaan basement, hal ini diperuntukan penggunaan lahan yang sempit dan mahal.

Dinding Penahan tanah dapat dikatakan aman apabila dinding penahan tanah tersebut telah diperhitungkan faktor keamanannya, baik terhadap bahaya pergeseran, penggulingan, penurunan daya dukung tanah, dan patahan. Perhitungan merupakan salah satu aspek yang tidak boleh diabaikan maupun dikesampingkan karena sangat mempengaruhi usia bangunan dan keamanan bangunan itu sendiri

Dalam pembangunan proyek Apartement Princeton Medan tinggi dinding penahan tanahnya adalah 4 meter dengan spesifikasi dari *soldier pile* adalah fc' 30Mpa dan dimensi tulangan D800 dan soldier pile tanpa tulangan D600

Dalam proses penulisan ini, penulis ingin menganalisis kestabilan dinding penahan tanah nya dengan menggunakan program software PLAXIS, dan dengan data – data yang di dapat dari lapangan, penulis ingin melakukan analisa terhadap stabilitas dinding penahan tanah (*soldier pile*) untuk memperoleh besar displacement, tegangan-tegangan yang terjadi pada tanah, factor keamanan, serta apakah dinding penahan tanah tersebut layak digunakan.

Oleh karena itu saya tertarik untuk menganalisis dinding penahan tanah pada proyek Apartemen Princeton Medan. Penulis memilih proyek ini karena data yang sesuai topic dapat ditemukan di proyek ini, sehingga penulis merasa mampu menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan dilatar belakang maka penulis menentukan rumusan masalahnya adalah seberapa besarkah stabilitas dinding penahan tanah ?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui stabilitas *Soldier pile* sebagai dinding penahan tanah pada proyek Apartemen Princeton Medan

1.3.2 Tujuan penelitian

Adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui terjadi atau tidaknya keruntuhan pada saat proses penggalian tanah.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari studi ini adalah untuk memperdalam ilmu mekanika tanah khususnya dalam merancang basement atau dididng penahan tanah, juga sebagai

referensi atau pertimbangan bagi para perencana dan kontraktor dalam merencanakan dinding penahan tanah

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada perencanaan ini digunakan agar perencana ini lebih fokus dan terarah untuk tujuan yang akan dicapai, maka pembatasan masalah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Metode-metode perhitungan beban tanah yang digunakan berdasarkan pada penyelidikan tanah yang diberikan oleh pihak pelaksana kerja pembangunan
2. Data tanah yang digunakan didapat langsung dari uji sondir dan uji Laboratorium yang digunakan oleh pihak pelaksana.
3. Tidak membahas terkait hitungan rencana anggaran biaya (RAB)
4. Tidak menghitung bangunan struktur atas
5. Data yang di-*input* ke PLAXIS maupun analisa dengan metode elemen hingga berdasarkan data yang di peroleh dari lapangan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peneliti Terdahulu

Peneliti terdahulu bertujuan untuk mendapatkan perbandingan dan acuan. Selain itu, untuk menghindari anggapan kesamaan dengan penelitian ini. Maka dalam Kajian pustaka ini peneliti mencantumkan hasil-hasil peneliti terdahulu sebagai berikut:

1. Hasil Penelitian Virgiawan Aditya (2018)

Penelitian Virgiawan Aditya (2018), berjudul “*Studi Stabilitas secant pile sebagai retaining wall dengan perkuatan Ground Anchor pada Proyek Grand Dharmahusada Lagoon – Olive Tower Surabaya*” . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi geologi lapisan tanah basement, bagaimana stabilitas konstruksi *secant pile* dengan perkuatan *ground anchor*, dan mengetahui kolerasi-kolerasi antara dinding turap (*free end method*) dengan analisa *secant pile* oleh program Plaxis

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kondisi tanah pada lokasi proyek ini adalah tanah lempung atau tanah berkohesi. Berdasarkan hasil analisa program Plaxis lendutan yang terjadi pada *secant pile* ternyata masih lebih kecil dari lendutan ijin berdasar RSNI3 – 2002 yaitu 14.4 cm. Penulis juga mengontrolnya dengan teori perhitungan dinding turap kantilever “*free method*” untuk mengkoreksi 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. Dan selisih dari analisa Plaxis dan analisis manual tidak terlalu jauh berbeda

2. Hasil Penelitian Albert Aldo dan Alfred Jonathan Susilo (2018)

Penelitian Albert Aldo dan Alfred Susilo (2018), berjudul “*Stabilitas Dinding Penahan Tanah dengan Ground Anchor dan Metode Pelaksanaanya pada Kondisi In-Situ*” . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui stabilitas pada *ground anchor* dan dinding penahan tanah yang disebabkan air tanah dan dorongan tanah, mengetahui perbedaan keamanan *ground anchor* pada saat kondisi tanah *in-situ* dan jenuh dan mengidentifikasi apakah ada keruntuhan *ground anchor* yang terjadi akibat metode pelaksanaan konstruksi di lapangan

Berdasarkan dari hasil penelitian penulis melalui analisis dan perhitungan *safety factor* terhadap gaya guling, geser, dan daya dukung tanah maka diambil kesimpulan bahwa, kondisi jenuh lebih membutuhkan gaya tarik ankur yang lebih besar dibandingkan dengan gaya tarik ankur pada kondisi *in-situ*, Dimensi dari dinding penahan tanah yang digunakan dapat mempengaruhi defleksi yang terjadi akibat dorongan tanah aktif dan pasif dan kondisi muka air tanah berpengaruh terhadap tekanan tanah yang terjadi, hal ini dibuktikan pada galian dengan tiga lapis *basement* dengan tiga jenis kondisi muka air tanah, saat kondisi muka air tanah normal defleksi yang terjadi lebih besar dibandingkan dengan saat kondisi muka air tanah pada galian atau tanpa adanya air

3. Hasil Penelitian Tar Sun Said (2020)

Penelitian Tar Sun Said (2020), berjudul “*Desain metode Ground Anchor terhadap pergeseran tanah Proyek Apartemen Grand Dharmahusada Lagoon*” .Bertujuan untuk mengetahui berapa total beban yang dapat dipikul *ground anchor*, berapa dimensi *ground anchor* dan berapa jumlah *strand* pada setiap anchor. Penelitian ini menggunakan metode Terzhagi dan Rankine.

Berdasarkan hasil penelitian total beban yang dipikul oleh *ground anchor* secara keseluruhan adalah 69,51 tm. Untuk dinding sepanjang 12 meter. Dalam perencanaan didapat diameter *grouting* pada setiap *anchor* 0.3 meter dan panjang *grouting* pada setiap *anchor* sepanjang 13 meter, sedangkan untuk panjang *bond length* didapat sepanjang 3,3 meter dan *free length* didapat sepanjang 9,7 meter. Sedangkan untuk jumlah *strand* pada setiap *anchor I* terdiri dari 15 strand, setiap *strand* berdiameter 0.5 inch (1,27 cm/*strand*)

2.2 Tanah

Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang berasal dari bebatuan yang telah mengalami serangkaian pelapukan oleh gaya-gaya alam, sehingga membentuk regolit (lapisan partikel halus). Material tanah terdiri dari butiran tanah padat, air dan juga udara, perbandingan kandungan air dan udara dalam tanah mempengaruhi pada jenis atau kondisi tanah tersebut, apabila tanah tersebut bersifat jenuh maka dapat dipastikan bila keadaan pori tanah tersebut didominasi oleh air dibandingkan dengan udara yang ada didalam tanah tersebut, begitu pula

dengan sebaliknya bila kondisi tanah tersebut bersifat kering maka dapat dipastikan bila keadaan pori tanah tersebut lebih didominasi angin dibandingkan oleh air atau sama sekali tidak mengandung air.

2.2.1 Jenis Tanah

Berdasarkan partikel tanah terbagi menjadi 3 yaitu tanah dengan partikel kasar, partikel halus dan tanah dengan organik tinggi. Jenis tanah juga bisa dibedakan berdasarkan tes uji laboratorium. Istilah - istilah seperti kerikil, pasir, lanau dan lempung digunakan dalam teknik sipil untuk membedakan jenis-jenis tanah. Pada kondisi alam, tanah dapat terdiri dari dua atau lebih campuran jenis-jenis tanah dan kadang-kadang terdapat pula kandungan bahan organik. Material campurannya, kemudian dipakai sebagai nama tambahan dibelakang material unsur

Tanah berbutir kasar dapat diidentifikasi berdasarkan ukuran butiran. Menurut *MIT nomenclature*, butiran-butiran yang berdiameter lebih besar dari 2 mm, diklasifikasikan sebagai kerikil. Jika butiran dapat dilihat oleh mata tetapi ukurannya kurang dari 2 mm, disebut pasir. Tanah pasir disebut pasir kasar jika diameter butiran berkisar antara 2-0,6 mm, pasir sedang jika diameternya antara 0,6-0,2 mm, dan pasir halus bila diameternya antara 0,2-0,06 mm.

Lanau organik adalah tanah berbutir halus yang terdiri dari fraksi-fraksi tanah *mikroskopis* yang mengembangkan plastisitas atau kohesi. Plastisitas menjadi kecil jika terdapat kandungan butiran halus dan bulat *quart* yang disebut tepung batu. Jenis lanau yang lebih plastis mengandung banyak butiran berbentuk serpihan-serpihan yang disebut lanau plastis (Hardiyatmo, 2006 dalam pahala, 2019).

Butiran lempung lebih halus dari lanau, merupakan kumpulan butiran mineral kristalin yang bersifat mikroskopis dan berbentuk serpihan-serpihan atau pelat-pelat. Material ini bersifat plastis, kohesif dan mempunyai kemampuan menyerap ion-ion. Sifat-sifat tersebut sangat dipengaruhi oleh kandungan air dalam tanah.

Menurut Peck, dkk. (1953), cara membedakan antara lanau dan lempung, adalah dengan mengambil tanah basah yang di cetak dan di keringkan, kemudian dipecah ke dalam fragmen-fragmen kira-kira berukuran 1/8 inchi (3,1mm) dan ditekan diantara jari telunjuk dan ibu jari. Fragmen lempung hanya dapat pecah jika ditekan dengan usaha yang relatif besar, sedang fragmen lanau dapat dipecah dengan mudah bila ditekan.

2.3 Parameter Tanah

2.3.1 Korelasi Terhadap Parameter Tanah

Dalam mendesain bangunan geoteknik, diperlukan data tanah yang dapat mempresentasikan kondisi tanah di lapangan. Data yang diperlukan dapat berupa data pengujian laboratorium dan data hasil pengujian lapangan. Pengambilan sampel tanah dan pengujian laboratorium tidak dilakukan pada seluruh lokasi melainkan di tempat-tempat yang memungkinkan dan dianggap mewakili lokasi sebenarnya.

Dan kolerasi untuk menentukan berat jenis tanah (γ) dan berat jenis tanah jenuh (γ_{sat}) pada tanah kohesif dan non kohesif dapat dilihat pada table 2.1.

Tabel 1. Nilai Tipikal Berat Volume Tanah (*Soil Mechanics And Foundation, John Wiley & Sons Dalam Dicky, 2016*)

Jenis Tanah	Berat Isi Jenuh	Berat Isi Tak Jenuh
	$\gamma_{sat}(\text{kN}/\text{M}^3)$	$\gamma_{dry}(\text{kN}/\text{M}^3)$
Kerikil	20-22	15-17
Pasir	18-20	13-16
Lanau	18-20	14-18
Lempung	16-22	14-21

2.3.2 Korelasi N-SPT Terhadap Nilai Modulus Young (E)

Nilai modulus young merupakan besaran nilai elastisitas tanah yang merupakan perbandingan antara tegangan yang terjadi terhadap regangan. Korelasi terhadap modulus elastisitas menurut Schmertman (1970), Modulus elastisitas tanah dapat diperoleh dengan menggunakan korelasi dari data N-SPT.

Tanah Pasir

$$E_s (\text{kN}/\text{m}^2) = 766 N$$

Dengan N adalah nilai SPT.

Tanah Lempung NC

$$E_s = 250 C_u - 500 C_u$$

Tanah Lempung OC

$$E_s = 750 C_u - 1000 C_u$$

Dengan $C_u = \text{Undrained Cohesion of clayey soil}$

Secara empiris, nilai modulus elastisitas (E_s) juga dapat didapatkan dengan menginginkan data sondir, dapat dilihat pada table 2.2 berikut :

Tabel 2. Nilai Perkiraan Modulus (E_s) Elastisitas Tanah Menurut (Bowles, 1997 dalam Dicky, 2016)

No.	Macam Tanah	Modulus Elastisitas Tanah
1	Lempung	
	Sangat Lunak	300-3000
	Lunak	200-4000
	Sedang	4500-9000
	Berpasir	30000-42500
2	Pasir	
	Berlanau	5000-20000
	Tidak Padat	1000-25000
	Padat	50000-100000
3	Pasir dan Kerikil	
	Padat	80000-200000
	Tidak Padat	50000-140000
4	Lanau	2000-20000
5	Loses	15000-60000

2.3.3 Poisson Ratio

Nilai Poisson Ratio dapat ditentukan berdasarkan jenis tanah dan dapat dilihat pada table 2.3 dibawah ini

Tabel 3. Hubungan Antara Jenis Tanah dan Nilai *Poisson Ratio* (ν') (Das, 1996)

No	Jenis Tanah	<i>Poisson Ratio</i>
1	Lempung Jenuh	0,4-0,5
2	Lempung Tak Jenuh	0,1-0,3
3	Lempung Berpasir	0.2-0.3
4	Lanau	0.3-0.35
5	Pasir	0,1-1,0
6	Batuan	0,1-0,4
7	Umum dipakai Untuk Tanah	0,3-0,4

2.3.4 Sudut Geser Dalam

Kekuatan geser mempunyai variabel kohesi dan sudut geser dalam. Sudut geser dalam bersamaan dengan kohesi menentukan ketahanan tanah akibat tegangan yang bekerja berupa tekanan lateral tanah. Hubungan antara sudut geser dalam dan jenis tanah ditunjukkan dalam tabel 2.4

Tabel 4. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam Dengan Jenis Tanah (Das, 1996)

No	Jenis Tanah	Sudut Geser Dalam ($^{\circ}$)
1	Kerikil Kepasiran	35-40
2	Kerikil Kerakal	35-40
3	Pasir Padat	35-40
4	Pasir Lepas	30
5	Lempung Kelanauan	25-30
6	Lempung	20-25

Tabel 5. Hubungan Antara Sudut Geser Dalam, Tingkat Plastisitas Dan Jenis Tanah (Bjerrum, 1960 Dalam Dicky,2016)

Menurut Bjerrum		
Jenis Tanah	Tingkat Plastisitas	Sudut Geser Dalam
Lanau	Rendah	35-37
Lanau Berlempung	Sedang	31-35
Lempung	Tinggi	<31

2.3.5 Kohesi

Kohesi merupakan gaya tarik menarik antar partikel tanah, bersama dengan sudut geser dalam, kohesi merupakan parameter kuat geser tanah yang menentukan ketahanan tanah terhadap deformasi akibat tegangan yang berkerja pada tanah. Deformasi ini terjadi akibat kombinasi keadaan kritis pada tegangan normal dan tegangan geser yang tidak sesuai dengan factor aman yang direncanakan. Parameter kohesi (c) dapat ditentukan dari nilai N-SPT yang dapat dilihat pada tabel 2.6 dibawah ini :

Tabel 6. Hubungan Antara Kohesi, N-SPT, dan Sudut Geser Dalam pada Tanah Lempung (Das, 1996)

N-SPT	C	ϕ
0 – 2	12,5	-
2 – 4	12,5 – 25	-
4 – 8	25 – 50	-
8 – 15	50 – 100	-
15 – 30	100 – 200	-
>30	>200	-

2.3.6 Permeabilitas

Berdasarkan persamaan Kozeny – Carman, nilai permeabilitas untuk setiap layer tanah dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$K = \frac{e^3}{1+e}$$

Untuk setiap tanah yang berlapis – lapis harus dicari nilai permeabilitas untuk arah vertical dan horizontal dapat dicari dengan rumus:

$$k_v = \frac{H}{\left(\frac{H_1}{k_1}\right) + \left(\frac{H_2}{k_2}\right) + \left(\frac{H_n}{k_n}\right)}$$

Dimana :

H = Tebal lapisan

e = Angka pori

k = Koefisien permeabilitas

k_v = Koefisien permeabilitas arah vertical

k_h = Koefisien permeabilitas arah horizontal

Nilai koefisien permeabilitas tanah dapat ditentukan berdasarkan jenis tanah tersebut seperti tabel berikut :

Tabel 7. Nilai koefisien Permeabilitas Tanah (Das, 1996)

Jenis Tanah	Permeabilitas Tanah	
	Cm/detik	Ft/menit
Kerikil bersih	1,0 – 100	2,0 – 200
Pasir kasar	1,0 – 0,01	1,0 – 0,02
Pasir halus	0,01 – 0,001	0,02 – 0,002
Lanau	0,001 – 0,00001	0,02 – 0,00002
Lempung	<0,000001	<0,000002

2.4 Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi yang dituju untuk menjaga kestabilan dari suatu timbunan tanah, dan juga untuk menahan gaya lateral tanah sehingga timbunan tidak bergerak dan longsor.

Tingginya timbunan tanah di belakang dinding penahan cenderung menimbulkan geser dan momen guling pada struktur dinding penahan tanah. Jika dilakukan pekerjaan tanah seperti penanggulangan atau pemotongan tanah, terutama bila jalan atau bangunan dibangun berbatasan dengan sungai atau danau maka konstruksi penahan itu dibangun untuk melindungi kemiringan tanah dan melengkapi kemiringan dengan pondasi yang kokoh. Selain itu, dinding penahan tanah juga digunakan untuk menahan timbunan tanah serta tekanan-tekanan akibat beban-beban lain seperti beban merata, beban garis, tekanan air dan beban gempa. Besar dan distribusi tekanan tanah pada dinding penahan tanah, sangat bergantung pada gerakan ke arah lateral tanah relatif terhadap dinding (Hardiyatmo, 2006).

Dalam perencanaan dinding penahan tanah, sering didasarkan atas keadaan yang meyakinkan keruntuhan total tidak akan terjadi. Gerakan beberapa centimeter sering tidak penting sepanjang ada jaminan bahwa gerakan-gerakan yang lebih besar lagi tidak akan terjadi dan biasanya dilakukan dengan cara menganalisis kondisi-kondisi yang akan terjadi pada keadaan runtuh, kemudian memberikan faktor aman yang cukup yang dipertimbangkan terhadap keruntuhan tersebut (Bowles, Analisa dan Desain Pondasi Jilid 2).

Pada pemilihan awal dimensi dinding penahan, perencana berpedoman pada pengalamannya serta tabel-tabel yang berisikan rasio antara lebar dasar dan tinggi dari dinding standar. Langkah pertama dalam menganalisis dan

mengestimasi besar semua gaya yang bekerja di atas dasar dinding termasuk tekanan yang diakibatkan oleh timbunan tanah serta oleh berat dinding itu sendiri. Perencana kemudian menyelidiki kestabilan dinding terhadap penggulingan. Serta yang terakhir perencana mengestimasi kemampuan tanah dibawah dasar dinding (Terzaghi, Ralph, Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa, Hal. 296).

Untuk melaksanakan perencanaan dinding penahan tanah, ada beberapa langkah kegiatan yang dapat dilakukan antara lain sebagai berikut :

1. Memperkirakan ukuran atau dimensi yang diperlukan dari dinding penahan tanah. Pada pemilihan awal dimensi *retaining wall*, perencanaan berpedoman pada pengalamannya serta tabel-tabel yang berisikan rasio antara lebar dasar dan tinggi dari dinding standart
2. Menghitung besarnya tekanan tanah terhadap *retaining wall* baik secara analitis maupun secara grafis.
3. Merancang lebar dasar *retaining wall* dimana harus cukup untuk memobilisasi daya dukung tnahnya sehingga tegangan yang bekerja akibat kontruksi ditambah dengan gaya-gaya lainnya tidak melebihi daya dukung ijin.
4. Menghitung kekuatan struktur dari kontruksi *retaining wall* dengan cara memeriksa tegangan geser dan tegangan tekan yang diijinkan dari struktur *retaining wall*.
5. *Retaining wall* harus aman terhadap stabilitas gesernya (*sliding stability*) dan juga stabilitas gulingnya (*overtuning stability*).
6. Perencanaan kontruksi perlu melakukan peninjauan terhadap lingkungan lokasi dari penempatan dinding penahan tanah.

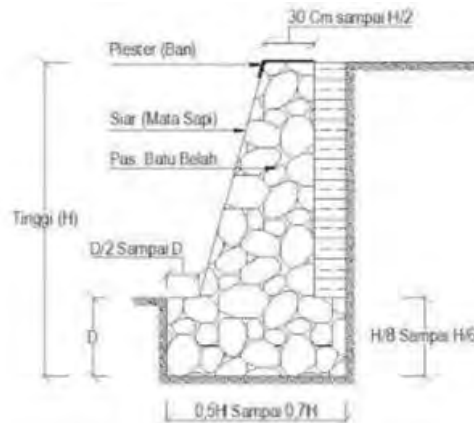
Dinding penahan tanah harus terletak pada suatu daerah dimana stabilitas dari kemiringan lerengnya memenuhi suatu angka keamanan tertentu yaitu, $SF > 1,50$ untuk pembebanan tetap dan $SF > 1,30$ untuk pembebanan sementara termasuk apabila ada gempa.

Jenis-jenis dinding penahan tanah konvensional antara lain tembok dinding pasangan batu, dinding gravitasi, dinding kantilever, dinding penahan tanah tipe yang diperkuat dengan penopang *reinforced retaining wall*, dinding *counterfort*, dan dinding krib. Namun dengan seiring perkembangan teknologi dan metode pelaksanaan, saat ini ada jenis dinding penahan tanah modern. Jenis-jenis dinding penahan tanah modern ini antara lain *bored pile wall*, *secant pile*, *Berliner*, *soldier pile*, dan *sheet pile*. (Asiyanto,2012)

2.4.1 Jenis Dinding Penahan Tanah

1. Dinding Penahan Tanah Massa (*Gravity Retaining Wall*)

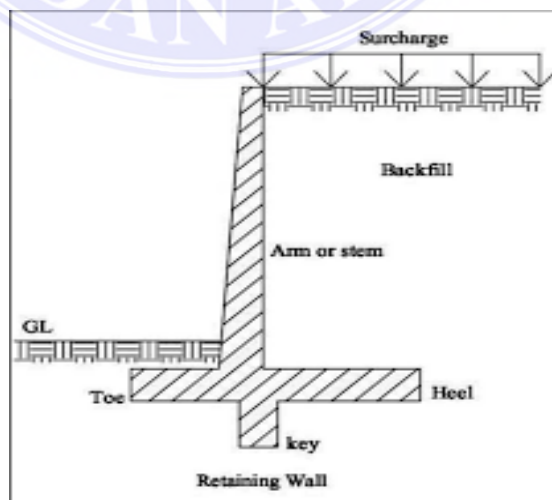
Dinding penahan tanah jenis ini biasanya terbuat dari material beton bertulang ataupun material pasangan batu. Bobot material yang berat dari dinding ini menjadi prinsip kerja utama untuk kestabilan pada struktur badan konstruksi dan konstruksi ini sangat bergantung dengan berat dinding itu sendiri sehingga dinding penahan tanah jenis ini dinamakan Gravity Retaining Wall. Dengan prinsip kerja tersebut konstruksi dinding penahan tanah ini menjadi lebih stabil untuk menahan tekanan tanah lateral pada tebing-tebing maupun tekanan tanah lateral pada timbunan tanah



Gambar 1. Dinding penahan tanah massa (Arsitur Studio, 2020)

2. Dinding penahan Tanah Tipe Jepit (*Cantilever Retaining Wall*)

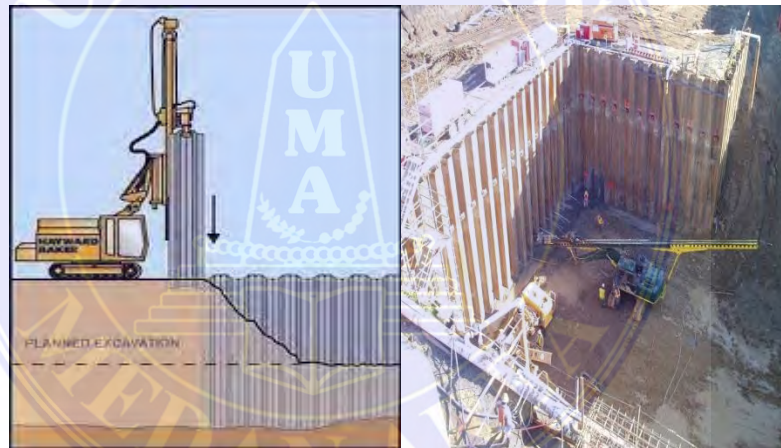
Jenis konstruksi dinding penahan tanah tipe ini umumnya digunakan untuk menahan tekanan tanah pada timbunan maupun pada tebing. Prinsip kerja dari jenis dinding penahan jenis ini yaitu dengan mengandalkan daya jepit atau fixed pada dasar tubuh strukturnya. Oleh karena itu ciri khas dari dinding penahan jenis kantilever yaitu berupa model telapak atau spread memanjang pada dasar strukturnya yang bersifat jepit untuk menjaga kestabilan dari struktur penahan. 7 Umumnya konstruksi dinding penahan tipe jepit dibuat dari pasangan batu maupun dengan konstruksi beton bertulang



Gambar 2. *cantilever retaining wall* (Mohd yunus ishak)

3. Dinding Penahan Tanah Tipe Turap (*sheet pile*)

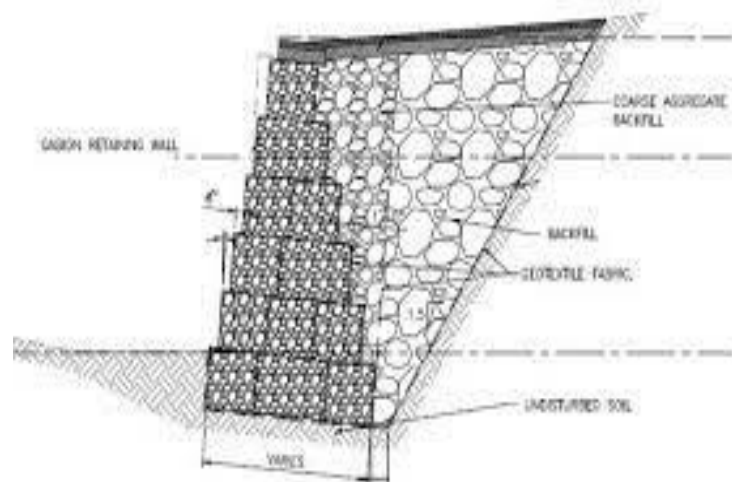
Jenis konstruksi dinding penahan tipe turap merupakan jenis konstruksi yang banyak digunakan untuk menahan tekanan tanah aktif lateral tanah pada timbunan maupun untuk membendung *air (coverdam)*. Jenis konstruksi tipe turap atau sheet pile umumnya terbuat dari material beton pra tegang (*Prestrees Concrete*) baik berbentuk corrugate-flat maupun dari material baja. Konstruksi dinding penahan tipe sheet pile berbentuk ramping dengan mengandalkan tahanan jepit pada kedalaman tancapnya dan dapat pula dikombinasikan dengan sistem angkur/Anchor yang disesuaikan dengan hasil perancangan. Dalam pelaksanaannya kedalaman sheet pile dapat mencapai elevasi sampai tanah keras



Gambar 3. Dinding penahan tanah sheet pile (marineconstructionmagazine.com)

4. Dinding Penahan Bronjong (*Gabion*),

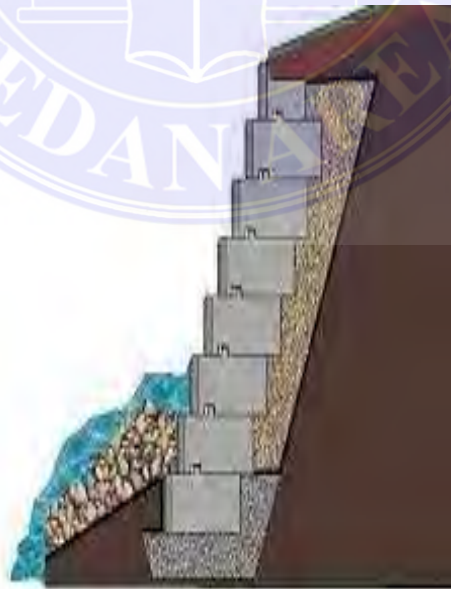
Dinding penahan bronjong merupakan dinding penahan tanah berbentuk menyerupai tangga-tangga atau terasiring, dinding penahan tanah tipe ini biasa sering kita jumpai di tepi sungai, dinding ini terbuat kumpulan ayaman kawat logam galvanis yang berisikan agregat kasar berbentuk kerikil dan disusun secara vertikal. Kelebihan utama dari dinding ini yaitu dapat memperbesar konsentrasi resapan air kedalam tanah selain berfungsi untuk menahan tekanan tanah.



Gambar 4. dinding penahan tanah bronjong (Deni Irda Maznai, 2018)

5. Dinding Penahan Tipe Blok Beton (*Block Concrete*)

Jenis dinding penahan tanah tipe blok beton merupakan kumpulan blok-blok beton massif padat yang disusun secara vertical dengan sistem pengunci/*locking* antar blok yang disusun. Umum nya blok beton dibuat secara modular di fabrikasi berupa beton precast dan kemudian proses pemasanganya dilakukan dilokasi in-situ



Gambar 5. dinding penahan tanah blok beton (pengadaanbarang.co.id)

6. Dinding Penahan Tanah Tipe *Diaphragm Wall*

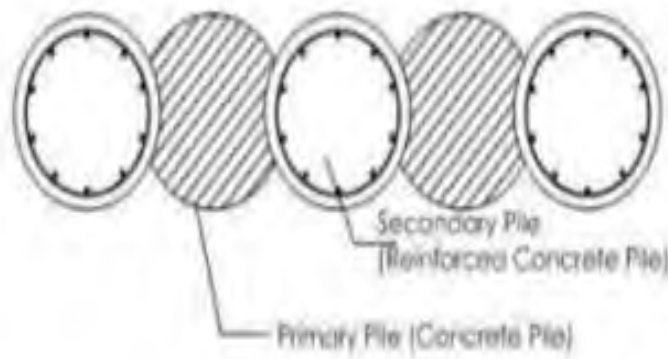
Jenis konstruksi dinding penahan tanah *diaphragm wall* ini biasanya dibuat untuk membendung konstruksi bawah tanah khususnya pada konstruksi basement. dinding jenis ini biasanya digabungkan dengan sistem *ground anchor*, sehingga daya dukung terhadap tekanan tanah lateral aktif meningkat, dan juga berfungsi dalam proses *dewatering* untuk memotong aliran muka air tanah.



Gambar 2. dinding penahan tanah *diaphragm wall* (Bandar barakat)

7. Dinding Penahan Tanah *Secant Pile*

Tipe *secant pile* ini dapat berfungsi sama dengan dinding penahan tanah tipe *diaphragm wall* (dinding diafragma), tipe *secant pile* ini dapat berfungsi 10 sebagai pemutus aliran air bawah tanah atau biasa disebut juga *cut off*, dan juga dapat digabungkan dengan konstruksi *ground anchor* untuk meningkatkan daya dukung terhadap tekanan tanah lateral aktif. *Contingous pile* atau biasa disebut juga *hard pile* dibuat dengan cara di cor ditempat (cor in-situ) dengan sistem *bored pile* yaitu berupa rangkaian besi beton bertulang yang menggunakan profil baja serta dikombinasikan dengan *bentonited* (*soft pile*) dan dirangkai membentuk dinding penahan tanah yang padat.

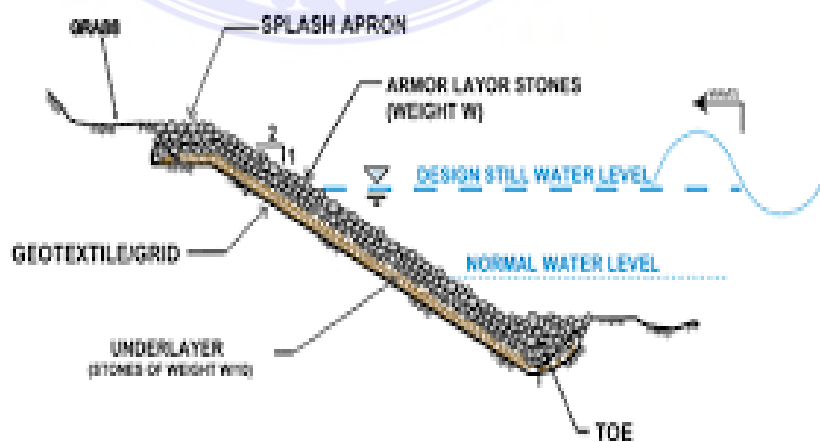


Gambar 3. Dinding penahan tanah *secant pile* (pengadaanbarang.co.id)

8. *Revetment*

Konstruksi *revetment* merupakan sebuah konstruksi dinding penahan tanah sederhana yang difungsikan untuk perkuatan lereng atau tebing maupun berfungsi juga untuk melindungi dari gerusan aliran sungai dan ombak di alur pantai. Pada dasarnya konstruksi jenis ini tidak memiliki fungsi utama dalam menahan tekanan tanah lateral aktif, namun berfungsi untuk memproteksi tanah terhadap efek erosi atau gerusan yang merusak kestabilan tanggul atau lereng yang berpotensi menimbulkan longsor.

(Lihat Gambar 2.8)



Gambar 4. Dinding penahan tanah tipe *revetment* (Sangari, 2019)

9. *Soldier pile*

Soldier pile adalah dinding penahan tanah pada suatu galian yang terdiri dari rangkaian/barisan bored pile yang terbuat dari beton yang dicor di tempat (*cast insitu*) (Benny,2016).*Soldier pile* terdiri dari barisan tiang yang saling memotong sehingga jarak as ke as-nya lebih kecil dari diameter tiang, dimana tiang yang terpotong tidak menggunakan tulangan (*soft pile*) dan yang memotong menggunakan tulangan (*hard pile*) guna menahan momen/gaya geser.Sama dengan *diaphragm wall*, dapat digunakan untuk penggalian yang dalam.

2.5 Metode Pelaksanaan *Soldier Pile*

Pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan secara professional dengan mengikutiaturan dan spesifikasi yang ada serta menggunakan material dan peralatan yang sudahditetapkan, akan menghasilkan kontruksi yang baik yang sesuai dengan perencanaan.Metode pelaksaan harus sesuai dengan kondisi lapangan, jenis pekerjaan, waktu yang tersedia, volume pekerjaan serta biaya (Hery,2017). Sebagai langkah awal dalam pelaksanaan, kontraktor harus memiliki dokumen awal pelaksanaan, seperti berita acara, gambar gambar detail,RKS dan dokumen lainnya. Selanjutnya kontraktor membuat *shop drawing* sebagai gambar detail pelaksanaan dan *as built drawing* sebagai laporan akhir gambar-gambar yang sesuai dengan pelaksanaan.

Pekerjaan *soldier pile* ini melibatkan beberapa kegiatan antara lain adalah pekerjaan pengukuran dan menentukan titik yang akan di bor sesuai *shop drawing* yang yang telah ditentukan *Owner*. Pengerjaan *soldier pile* dimulai dengan persiapan lahan kerja dan matras untuk jalan alat berat, pabrikasi

tulangan yang dikerjakan dekat lokasi pengeboran untuk memudahkan pengerjaan. Secara singkat tahapan-tahapan pekerjaan *soldier pile* adalah sebagai berikut(Hardiyatmo,2010):

- 1) Pengeboran lubang *soldier pile* sesuai *shop drawing*, dimana dalam proses pengeboran menggunakan sistem *dry drilling* dan pengeboran dengan sistem *wash boring*
- 2) Pembersihan lubang bor dari longsoran dan lumpur yang terjadi, atau disebut dengan tahap *cleaning*.
- 3) Penyetelan atau pemasangan besi beton. Kerangka baja yang telah dirakit dilokasi pabrikan besi,selanjutnya diangkat dengan menggunakan *mobile crane* dalam posisi tegak lurus terhadap lubang bor dan diturunkan dengan hati-hati agar tidak terjadi banyak singgungan dengan lubang bor.
- 4) Pengecoran beton kedalam lubang. Setelah selesai melakukan pengujian *tests lump* beton, Beton di masukkan ke corong tremi dengan cepat. Tremi diangkat naik/turun ± 20 cm berulang-ulang sehingga beton turun.
- 5) Pekerjaan struktur *caping beam* dan penggalian tanah

Pada lokasi yang sudah padat penduduknya dan mempunyai bangunan besar,dalam mendirikan suatu bangunan, pekerjaan pengeboran merupakan solusi yang tepat ketimbang dengan menggunakan tiang pancang.Alasannya adalah karena dengan pengeboran, dapat mengurangi getaran yang ditimbulkan, sehingga bangunan yang disekitarnya tidak mengalami kerusakan.Pada proyek besar dimana sarana transportasinya mendukung,dalam pembuatan *soldierpile* sering digunakan alat berat berupa *crane*.

2.6 *Dewatering*

Dewatering adalah proses penurunan muka air tanah selama konstruksi berlangsung, selain itu juga diperuntukkan pencegahan kelongsoran akibat adanya aliran tanah pada galian atau bisa dipaparkan sebagai proses pemisahan antara cairan dan padatan (Maulana,2013).Tingginya permukaan air tanah sering menjadi penyebab terganggunya pekerjaan penggalian tanah.Untuk menjagalingkungan pekerjaan penggalian tanah bebas dari genangan air, maka diperlukan penanganan aliran air tanah di sekitar galian.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan pemilihan metode perlakuan terhadap aliran air tanah pada pekerjaan penggalian tanah seperti jenis tanah, tinggi permukaan air tanah dan kedalaman dan bentuk galian.Beberapa metode penanganan aliran air tanah yang sering digunakan seperti penggunaan alat pompa untuk memindahkan genangan air disekitar pekerjaan penggalian, penginjeksian material tertentu untuk menutup pori-pori tanah serta penggunaan tekanan udara.

2.7 *Standart Penetration Test (SPT)*

Uji standar penetrasi (SPT=*Standard Penetration Test*) adalah uji yang dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan Teknik penumbukan(MaulanaA,2013).

Standard Penetration Test (SPT) sering digunakan untuk mendapatkan daya dukung tanah secara langsung dilokasi. Metode SPT merupakan percobaan dinamis yang dilakukan dalam suatu lubang bor dengan memasukkan tabung

sampel yang berdiameter dalam 35mm sedalam 305mm dengan menggunakan massa pendorong (palu) seberat 63,5 kg yang jatuh bebas dari ketinggian 760 mm. Pelaksanaan pengujian dibagi dalam tiga tahap, yaitu berturut-turut setebal 150 mm untuk masing-masing tahap. Tahap pertama dicatat sebagai kedudukan, sementara jumlah pukulan untuk memasukkan tahap kedua dan ketiga dijumlahkan untuk memperoleh nilai pukulan atau perlawanan SPT. Banyaknya pukulan palu tersebut untuk memasukkan tabung sampel sedalam 305mm dinyatakan dalam sebagai nilai (Benny, 2016).

Tujuan dari percobaan *Standard Penetration Test* (SPT) ini adalah untuk menentukan kepadatan relatif lapisan tanah dari pengambilan contoh tanah dengan tabung sehingga jenis tanah dan ketebalan tiap-tiap lapisan kedalaman tanah dan untuk memperoleh data yang kualitatif pada perlawanan penetrasi tanah serta menetap kan kepadatan tanah dari tanah yang tidak berkohesi yang biasa sulit diambil sampelnya.

2.8 Uji *Triaxial*

Dalam dunia ketekniksipilan, Uji Triaksial merupakan langkah awal dalam memulai sebuah konstruksi infrastruktur. Uji ini sangat diperlukan untuk melakukan analisis daya dukung tanah, stabilitas lereng dan gaya dorong pada dinding penahan. Triaksial merupakan suatu uji dalam mengukur kekuatan geser tanah. Kekuatan geser tanah ini dimaksudkan untuk menghitung kohesi untuk tanah lempung (*clay*) dan juga sudut geser untuk pasir (*sand*).

Pada dasarnya, uji triaksial berbeda dengan uji kuat geser (*direct shear test*), walaupun keduanya memperhitungkan kuat geser tanah. Perbedaannya

adalah pada direct shear test diberikan gaya normal konstan pada bidang vertical (F_z) dan kemudian diberikan gaya geser pada bidang horizontal (F_x) sampai batuan pecah atau mengalami keruntuhan, sedangkan pada pengujian triaksial diberikan gaya tekan konstan diseluruh arah pada bidang lateral/ horizontal sampel batuan (σ_3) dan kemudian diberikan gaya tekan pada bidang aksial / vertical atau (σ_1) hingga batuan mengalami keruntuhan (Das, B.M., Subhan, dan Khaled;, 2014). Uji Triaxial digunakan dalam menentukan parameter kekuatan geser tanah (Kohesi dan sudut Geser). Dalam uji ini, pengujian kohesi tanah biasanya pada tanah lempung dan kuat geser tanah pada pasir. Dalam prakteknya, Uji Traixial terbagi menjadi tiga metode (Nurcholis, 2020), antara lain:

2.8.1 Standar Uji *Unconsolidated Undrained* (Uji UU)

Unconsolidated Undrained (UU Test atau Quick Test) pada umumnya dilakukan untuk mensimulasikan kondisi di lapangan apabila ada penambahan atau pemberian beban yang relatif cepat sehingga lapisan tanah belum terkonsolidasi (air di dalam pori tanah tidak mengalir ke luar selama pemberian beban).

Triaxial CU dan CD dilakukan pengujian yang sesuai dengan aturan ASTM D 4767 dan ASTM D7181 (Amirullah, 2020). Uji ini harus melalui 3 tahapan penting yaitu tahap jenuh (saturated), tahap konsolidasi dan tahap penggeseran dengan alat. Tahap penjenuhan ini dilakukan agar tanah tidak ada tambahan penotor dalam hal ini penjenuhan hingga 100% (tidak ada air yang mengalir di dalamnya), tahap konsolidasi dilakukan untuk memadatkan tanah yang telah selesai tahap penjenuhan dan setelah itu dilakukan uji

penggeseran. Sedangkan, untuk Triaksial UU (mengacu pada ASTM D2850) hanya melewati tahap penggeseran saja tidak ada tahap penjenahan dan konsolidasi (Amirullah, 2020).

Pengujian triaxial UU dapat dilakukan di lapangan langsung tanpa memperhatikan jenis tanah di lapangan yang berlaku untuk situasi-situasi desain di mana pembebanan sangat cepat, sehingga tidak cukup waktu untuk tekanan air pori yang terbentuk untuk berdisipasi dan untuk konsolidasi terjadi (artinya drain tidak terjadi). Kekuatan triaksial yang diukur pada kondisi-kondisi UU digunakan untuk menentukan kekuatan pada akhir konstruksi. Konstruksi timbunan pada deposit lempung merupakan suatu contoh situasi di mana kuat geser tak terdrainase in situ akan menentukan stabilitas.

Alat dan bahan yang diperlukan untuk uji triaxial UU berdasarkan ASTM D2850 (2010) diantaranya sebagai berikut: *Axial loading device, specimen cap and specimen base, timer, axial load measuring device, deformation indicator, moisture content containers, pressure control device, rubbers membranes, remolding apparatus, triaxial compression chamber, sample extruder, membrane expander, axial load piston, specimen size measuring device, dan specimen trimming.*

2.8.2 Standar Uji Consolidated Undrained (Uji CU)

Metoda Uji CU dapat dilakukan untuk mensimulasikan kondisi lapisan tanah yang telah terkonsolidasi dan kemudian menerima penambahan beban yang relatif cepat. Pada kasus ini mula-mula air di dalam pori tanah dibiarkan mengalir keluar akibat proses konsolidasi, dan setelah tanah terkonsolidasi sempurna

(100%), lapisan tanah tersebut menerima tambahan beban yang relatif cepat sehingga air di dalam pori tanah pada saat penambahan beban tidak sempat mengalir ke luar.

Peralatan yang digunakan dalam uji Triaksial CU meliputi peralatan pembebanan aksial, peralatan ukur, peralatan pengontrol tekanan dan sel triaksial serta peralatan lain yang dibutuhkan, diantaranya:

- Peralatan pembebanan aksial, meliputi mesin dan piston pembebanan, serta alat ukur beban aksial.
- Peralatan pengontrol tekanan meliputi sistem pot *merkuri*, *regulator pneumatic*, kombinasi keduanya.
- Alat ukur tekanan sel, tekanan balik, tekanan air pori, perubahan volume, deformasi.
- Pencatat waktu dan timbangan.
- Sel triaksial dan tutup dan alas benda uji, batu pori, kertas saring membrane karet dan katup.
- Alat pembentuk, pemadat, dan peregang benda uji.
- Ekstruder untuk mengeluarkan contoh tanah.

2.8.3 Standar Uji *Consolidated Drained* (Uji CD)

Pengujian *triaxial* CD dilakukan untuk mensimulasikan kondisi pemberian beban pada tanah yang telah terkonsolidasi dengan kecepatan yang relatif lambat dibandingkan dengan keluarnya air dari pori tanah. Peralatan yang digunakan dalam uji CD serupa dengan uji CU.

2.9 Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral adalah sebuah parameter perencanaan yang penting di dalam sejumlah persoalan teknik pondasi, dinding penahan dan konstruksi-konstruksi lain yang ada di bawah tanah. Semuanya ini memerlukan perkiraan tekanan lateral secara kuantitatif pada pekerjaan konstruksi, baik untuk analisa perencanaan maupun analisa stabilitas (Deno, 2017).

Tekanan actual yang terjadi dibelakang dinding penahan cukup sulit diperhitungkan karena begitu banyak variabelnya. Ini termasuk jenis bahan penimbunan, kepadatan dan kadar airnya, jenis bahan di bawah dasar pondasi, ada tidaknya beban permukaan, dan lainnya. Akibatnya, perkiraan detail dari gaya lateral yang bekerja pada berbagai dinding penahan hanyalah masalah teoritis dalam mekanika tanah.

Dalam buku Mekanika Tanah Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik, Braja M. Das, (1996) dijelaskan bahwa konsep tekanan tanah lateral sangat penting untuk masalah-masalah stabilitas tanah, pemasangan batang-batang penguat pada galian, desain dinding penahan tanah dan pembentukan tahanan Tarik dengan memakai berbagai jenis peralatan angkur.

Agar dapat merencanakan konstruksi penahan tanah dengan benar maka kita perlu mengetahui gaya horizontal yang bekerja antara konstruksi penahan tanah dan massa tanah yang ditahan.

2.9.1 Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam (*At Rest*)

Tekanan tanah pada kondisi diam adalah tekanan lateral oleh tanah yang dihindarkan dari pergerakan lateralnya oleh suatu dinding struktur yang tidak memberikan perubahan bentuk posisi. Kondisi ini terjadi jika regangan lateral

pada tanah sama dengan nol, yang dapat dijumpai antara lain pada tekanan-tekanan tanah yang bekerja pada dinding-dinding suatu lantai dasar (basement), jembatan beton portal. (Umi,2019)

Pada kondisi ini besarnya tekanan tanah pada dinding penahan berada di antara tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif. Untuk melakukan analisis tekanan tanah pada keadaan diam, dilakukan tinjauan kondisi tekanan pada suatu elemen tanah di kedalaman h .

Pada kondisi awal belum terjadi pergerakan berlaku :

$$\sigma_v = y \cdot h$$

$$\sigma_v = K_0 \cdot y \cdot h$$

Dimana K_0 adalah koefisien tekanan lateral tanah pada kondisi diam (*at rest*) yang besarnya menurut Jacky (1944) dalam Christady (2003) untuk tanah granular adalah:

$$K_0 = 1 - \sin \varphi \rightarrow \text{pasir, lempung terkonsolidasi normal}$$

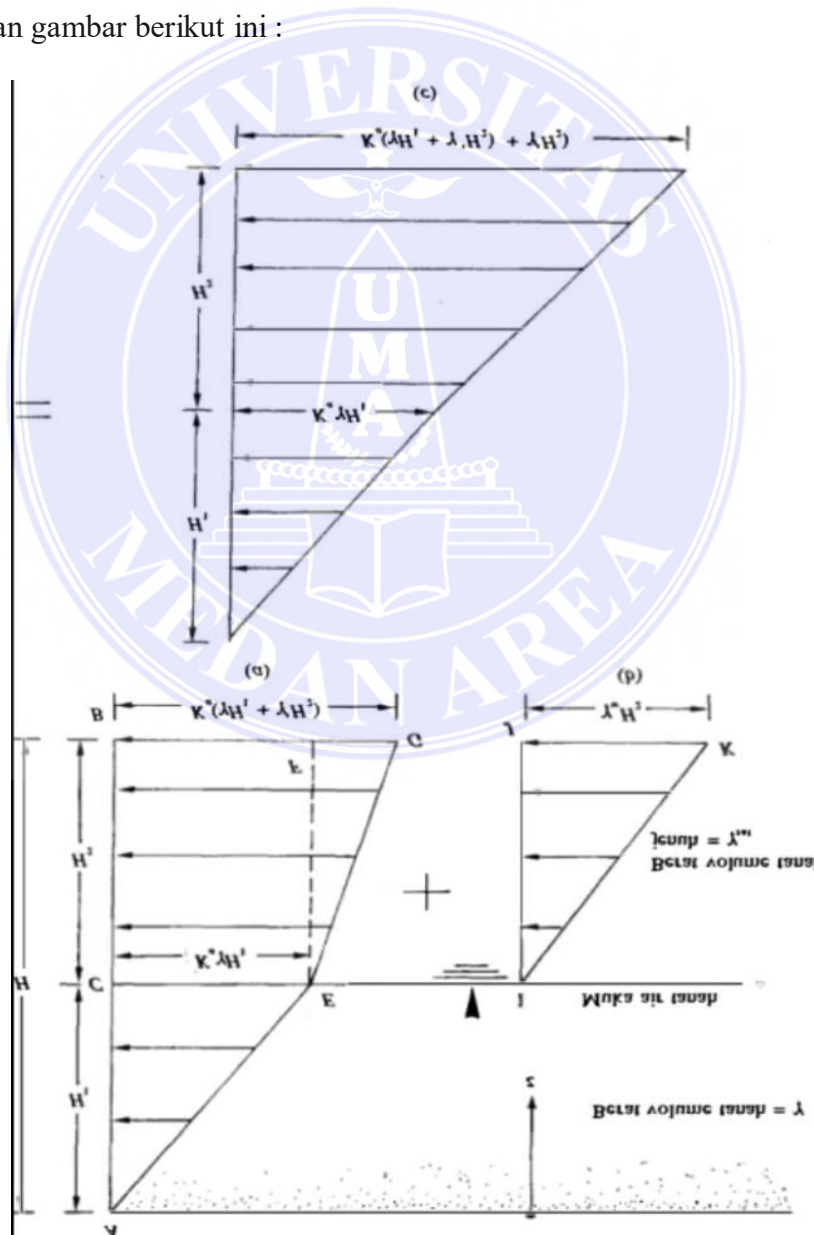
Untuk tanah lempung NC (*normally consolidated*), Broker dan Ireland (1965) dalam Christady (2003) mengusulkan persamaan :

$$K_0 = 0,95 - \sin \varphi \rightarrow \text{lempung dengan OCR} > 2$$

Tekanan tanah timbul selama pergeseran tanah (*soil displacement*) atau selama peregangan tetapi sebelum tanah tersebut mengalami kerutuhan (*on the verge of failure*) seperti yang yang didefenisikan oleh selubung kerutuhan Mohr, maka tegangan-tegangan (*stresses*) tersebut tidak mempunyai harga tertentu

(interminate). Tegangan-tegangan tersebut juga belum tentu terdapat pada bagian yang runtuh (*rupture*) karena sangat sukar untuk menghasilkan keadaan kesetimbangan plastis secara serempak dimana-mana di dalam massa tanah, hal ini pada prakteknya sudah biasa dianalisis sebagai suatu kejadian keadaan yang ideal, baik untuk mempermudah persoalannya maupun dari segi pembatasan parameter tanah yang diperlukan dengan tingkat reliabilitas yang tinggi struktur (Bowles, Analisa dan Desain Pondasi Jilid 2, Hal. 1).

Perhatikan gambar berikut ini :



Gambar 5. tekanan tanah alam keadaan diam (Mekanika tanah jilid 2, 2010)

Dimana :

γ = berat jenis tanah (kN/m³)

γ_w = berat jenis air (kN/m³)

$$\gamma' = \gamma_1 - \gamma_w$$

k_0 = koefesien tekanan tanah dalam diam

2.10 Analisa Elemen Hingga (Finite Element) Menggunakan PLAXIS V8.2

Analisa elemen hingga memungkinkan pemodelan perilaku tanah yang nonlinear dan rumit melalui sebuah model yang memiliki variasi geometri dengan perbedaan kondisi. Dengan pemodelan ini dapat diprediksi besarnya tegangan, deformasi dan tekanan air pori pada suatu profil tanah. 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) dan tiga dimensi (3D), seperti groundwater and heat flow, dalam dunia geoteknik aplikasinya seperti penggalian, pondasi, timbunan dan tunel (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 ia 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.

Pada pemodelan PLAXIS2D, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pemodelan adalah sebagai berikut (Maulana, 2013):

1. Geometri

Untuk membuat model geometri, langkah yang perlu diperhatikan yaitu membuka lembar kerja baru, membuat garis geometri, membentuk lapisan tanah dan struktur, pemilihan jangkar/ penyangga yang akan digunakan, serta beban yang bekerja di permukaan selanjutnya menetapkan kondisi batas yang akan dianalisis.

2. Input Parameter material

Memasukkan nilai-nilai parameter tanah sesuai dengan sifat-sifat material dan melakukan idealisasi geometrik terhadap struktur yang direncanakan.

3. Penyusunan jarring elemen

Penyusunan jaringan elemen dilakukan untuk menghaluskan jaringan elemen secara global. Pengaturan jaringan elemen di simpan bersama-sama

dengan masukan lainnya. Saat masuk kembali kedalam suatu proyek tanpa mengubah konfigurasi geometrik maupun pengaturan jaringane lemen, jaring elemen yang sama dapat disusun kembali dengan hanya menekan tombol susun jaring elemen pada toolbar.

4. Kondisi awal

Kondisi awal pada proyek ini membutuhkan perhitungan tekanan air, penonaktifan dari struktur dan beban serta perhitungan tegangan tanah awal. Tekanan air (tekanan air pori dan tekanan air pada kondisi bataseksternal) dapat dihitung dengan dua cara yaitu dengan perhitungan secara langsung berdasarkan masukan dari dan tinggi tekan dari permukaan air dalam tanah, atau berdasarkan hasil dari perhitungan aliran air dalam tanah.

5. Perhitungan

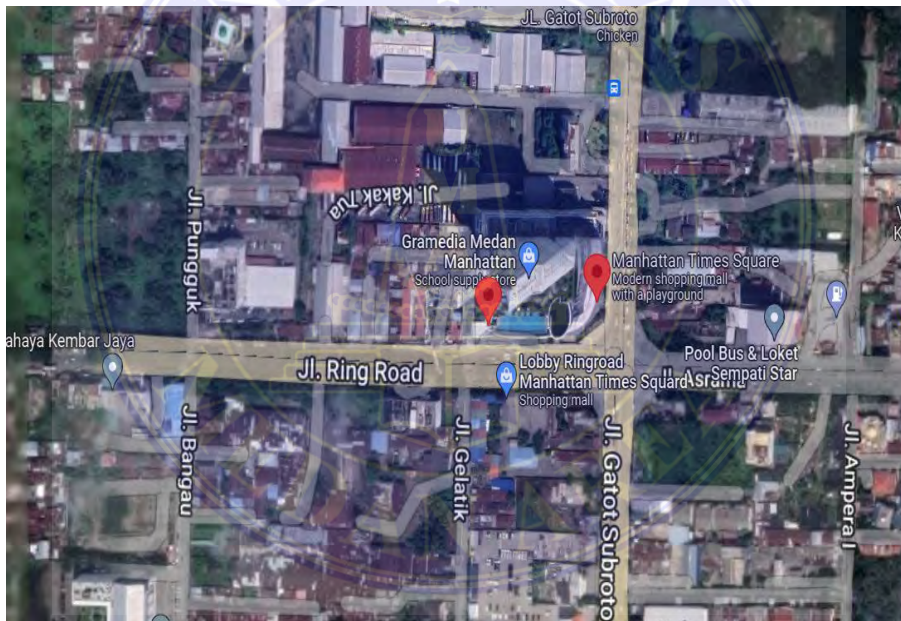
Dalam PLAXIS, proses-proses ini dapat disimulasikan dengan menggunakan pilihan dalam perhitungan tahapan kontruksi. Tahapan kontruksi memungkinkan pengaktifan dan penonaktifan dari berat, kekakuan dan kekuatan dari komponen-komponen yang diinginkan dalam Metode elemen hingga

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan waktu Penelitian

Lokasi yang dipilih untuk penelitian yaitu pada proyek Apartemen Princeton Medan. Lokasi pekerjaan tersebut terletak di Jl. Ring Road Simpang Gatot Subroto Medan Sunggal, Medan tepat bersebelahan dengan Manhattan Mall. Untuk lebih menjelaskan lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 10. Peta lokasi proyek Apartemen Princeton Medan (Googlemaps)

3.2 Informasi Proyek

Berikut adalah data informasi umum tentang proyek pembangunan Apartemen Princeton Medan

Kegiatan : Pembangunan Apartemen Princeton Medan

Pekerjaan : Pembangunan struktur Apartement Princeton Medan

Lokasi : Jl. Gagak Hitam Ringroad Nomor 2A

Tanggal Kontrak :-

Nilai Kontrak : Rp. 200.000.000.000

Sumber dana : PT. Newland Overseas Development

Waktu Pelaksanaan : 1.095 hari kalender

Tinggi Bangunan : 125 Meter

Jumlah Lantai : 27 Lantai

Luas Bangunan : 146.8 m²

Luas Area : 200 m²

Kontraktor Pelaksana : PT. Prima Abadi Jaya

Tahun Anggaran : 2022

3.3 Teknik Pengumpulan Data

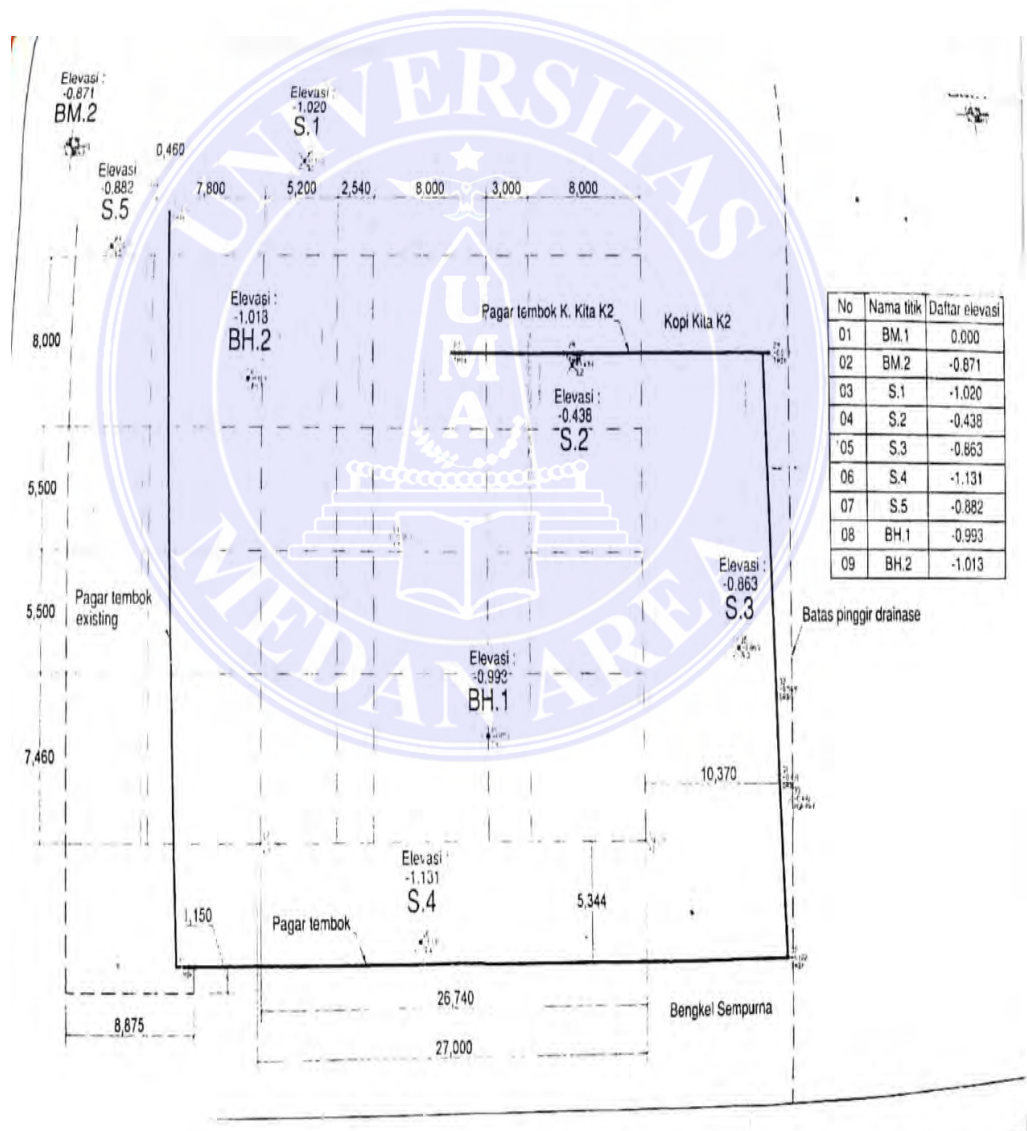
Pengumpulan data di lapangan harus dilakukan dengan seteliti mungkin agar kebutuhan data dalam penyusunan laporan tugas akhir ini dapat terpenuhi serta data yang diperoleh merupakan data yang akurat sehingga hasil dari penelitian pun akan akurat. Data-data yang akan dikumpulkan pada penelitian ini terdiri dari data primer, data skunder dan data pendukung lainnya

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari lapangan, yang diperoleh antara lain

1. Pengujian lapangan (*deep boring*)

Penyelidikan lapangan dilakukan oleh PT. Matra Bangun Technoconsult, pengujian Bor Mesin dilakukan sebanyak 2 titik pada tanggal 24 maret s/d 7 april 2021 dengan kedalaman sampai 60 meter



Gambar 11. Lokasi titik uji penyelidikan tanah (data lapangan)

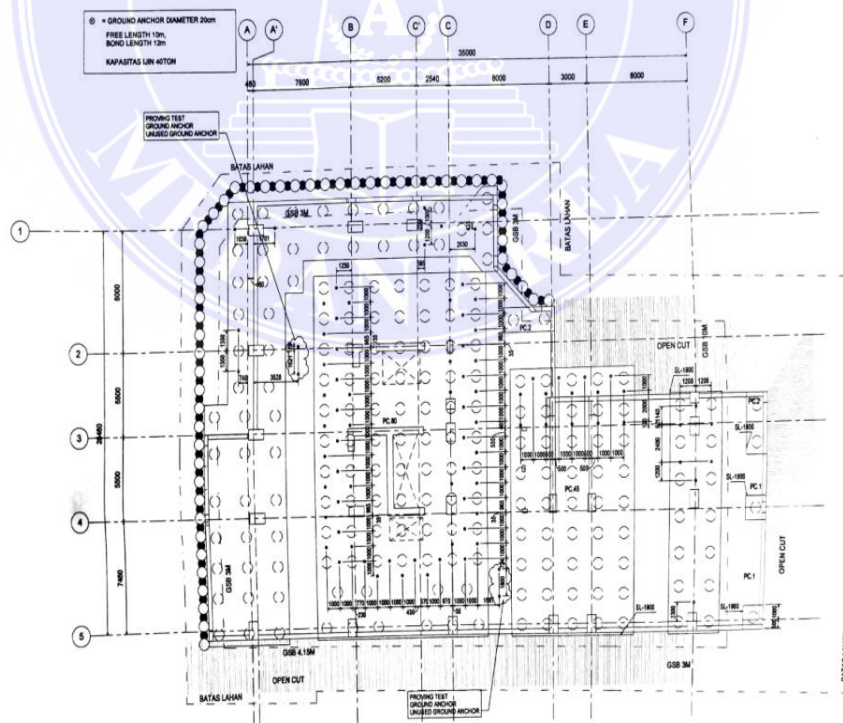
Dalam penelitian kali ini penulis hanya akan membahas pada pengeboran di titik BH.02 yang dimana berdasarkan hubungan antara nilai N-SPT terhadap kedalaman.

2. Pengujian laboratorium

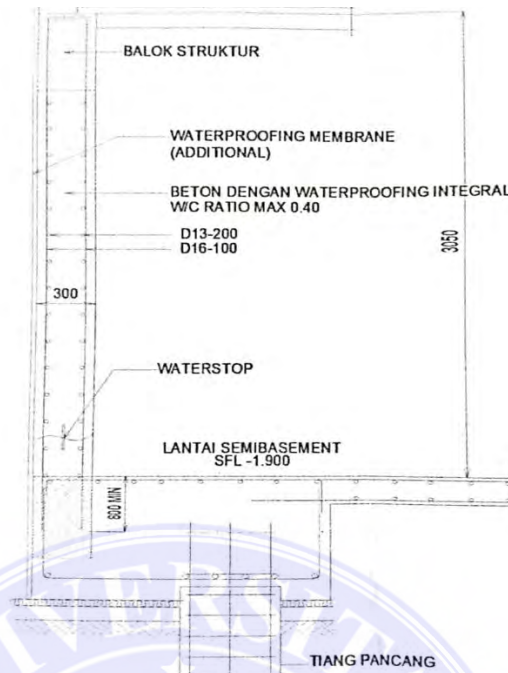
Secara umum telah diketahui bahwa parameter tanah yang ditentukan dari hasil uji lapangan maupun uji laboratorium juga dapat menggunakan korelasi-korelasi empiris yang ada. Pada proyek Apartemen Princeton Medan, penentuan parameter tanah ditentukan melalui uji lapangan (*deep boring*) dan uji laboratorium

3. Data retaining wall

Jenis *retaining wall* yang di tinjau adalah *soldier pile* dengan mutu beton $f'c = 30\text{Mpa}$ dan ukuran dimensi D800



Gambar 12. Denah *Soldier pile* (data lapangan)



Gambar 13. Detail prinsip *retaining wall* (data lapangan)

3.3.2 Data Skunder

Pengumpulan data skunder dilakukan dengan mengumpulkan informasi dan dokumentasi. Dalam penelitian ini yang termasuk data skunder antara lain sebagai berikut:

1. *Site plan* dari proyek pembangunan Apartemen Princeton Medan
2. Denah dinding penahan tanah
3. Pendekatan-pendekatan berdasarkan literature yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir

3.4 Instrumen Penelitian

Untuk memudahkan perhitungan dalam penelitian laporan tugas akhir ini, maka analisa data yang diperoleh akan dianalisa dengan menggunakan perangkat komputer dan perangkat lunak (software) seperti PLAXIS 2D, Autocad 2017, dan software office lainnya. Selain kebutuhan analisa data, juga dibutuhkan beberapa

alat laboratorium untuk menguji dan menganalisa indeks properties tanah pada lokasi proyek yang tinjau. Namun karena data properties tanah dari lapangan yang diterima merupakan data yang sudah lengkap yang melalui proses pengujian, maka peralatan laboratorium tersebut tidak perlu digunakan. Untuk kelengkapan tinjauan pustaka maupun untuk analisa perhitungan yang dilakukan secara manual dengan menggunakan pendekatan-pendekatan empiris, maka akan digunakan beberapa literatur berupa buku-buku mekanika tanah maupun teknik pondasi serta jurnal – jurnal ilmiah yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir ini

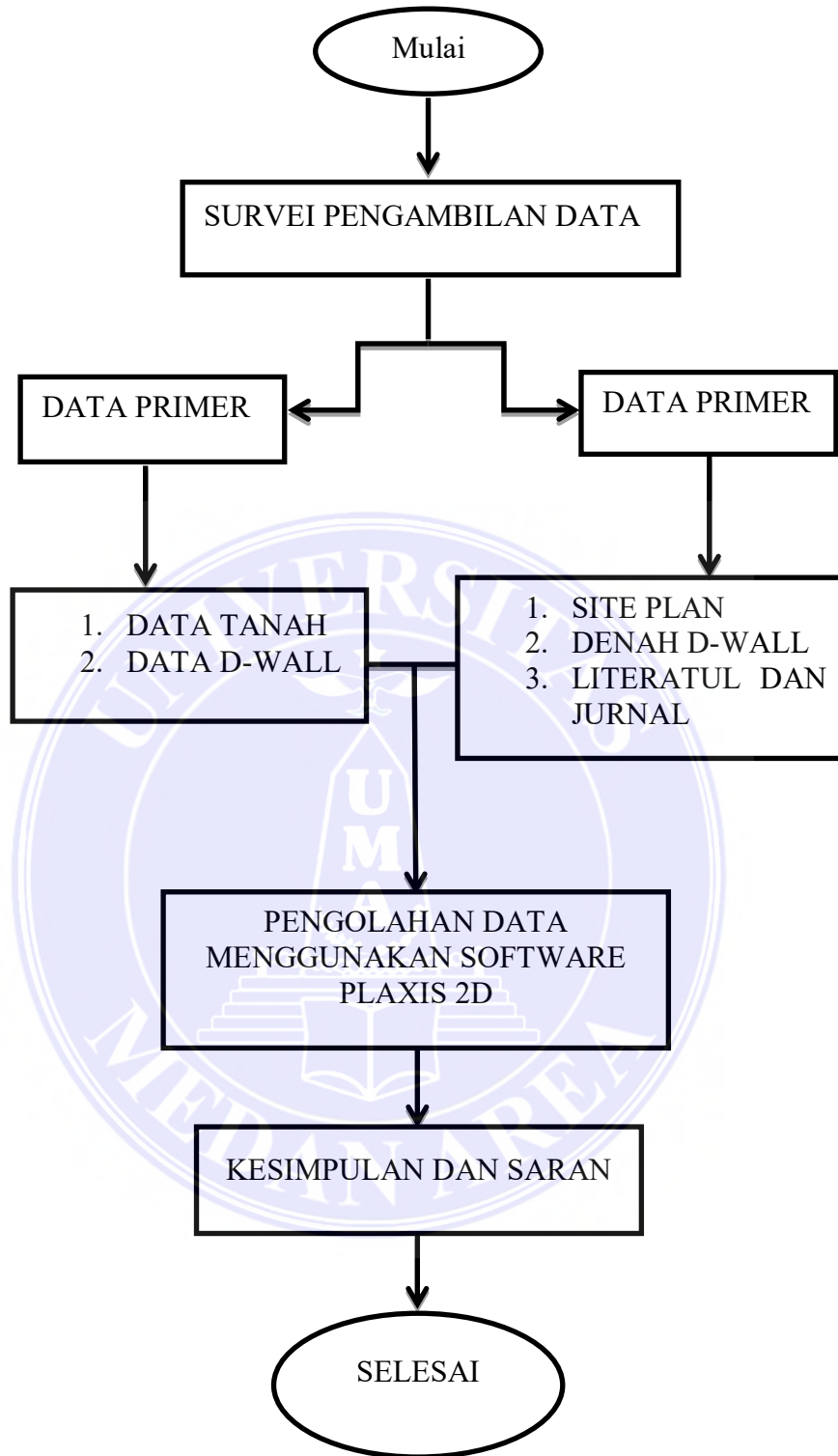
3.5 Metode Analisa Data

Adapun uraian dari tahapan yang akan dilakukan dalam proses penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tahap Pertama : pengumpulan data indeks properties tanah, stratifikasi dan data mengenai struktur Soldier pile yang akan ditinjau dalam penelitian.

Tahap Kedua : Pengolahan data – data yang sudah dikumpulkan dalam tinjauan langsung ke lokasi proyek dan menginput nya ke dalam software PLAXIS

Tahap Ketiga :perhitungandefleksi, momen lentur dan gaya geser padadinding penahan tanah yaitu *soldier piledengan* metode elemen hingga menggunakan aplikasi PLAXIS. Hasil ini merupakan hasil akhir dari penulisan penelitian ini.



Gambar 14. Bagan alir analisa data

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil analisis stabilitas *Soldier pile* pada Proyek Apartement Princeton Medan maka diambil kesimpulan bahwasanya stabilitas penggunaan *Soldier Pile* aman terhadap gaya defleksi, momen lentur, dan gaya geser , dengan nilai *Safety factor* $2.2589 > 1.5$

5.2 Saran

Merencanakan maupun menganalisis dinding penahan tanah, perlu mengetahui dan memahami lokasi yang akan dibangun dinding penahan tanah, Sehingga perencanaan dinding penahan tanah dapat diperhitungkan secara tepat menurut kondisi lapangan

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, V. (2018). *Studi Stabilitas Secant Pile Sebagai Retaining Wall dengan Perkuatan Ground Anchor*
<http://repository.unmuhjember.ac.id/3311/9/JOURNAL.pdf>
- Aldo, A. dan Susilo, A. (2018). *stabilitas dinding penahan tanah dengan ground anchor dan jenuh.*
[file:///C:/Users/ACER/Downloads/jurnaladm,+14.+JURNAL+ALBERT+ALDO+325150149+\(Revisi+Pak+Vitto\)+e2.pdf](file:///C:/Users/ACER/Downloads/jurnaladm,+14.+JURNAL+ALBERT+ALDO+325150149+(Revisi+Pak+Vitto)+e2.pdf)
- Das, B., M., (Noor Endah, Indrasurya B. Mochar) 1996, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid II Cetakan Pertama, Penerbit Erlangga, Jakarta.*
- Dicky., 2016, *Tinjauan Ulang Terhadap Pondasi Tiang Bor (Bored Pile) Pada Pembangunan Gedung Mahasiswa Universitas Islam Riau Dengan Metode Elemen Hingga 2D Aksisimetri, Tugas Akhir, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.*
- Hardyatmo, H.C, 2006, *Teknik Pondasi I*, GadjahMada University Press, Yogyakarta
- Hardiyatmo, H. C, 2002, *Mekanika Tanah I. Edisi Ketiga.* Yogyakarta: Gajah Mada Universitas Press
- Hardyatmo, H.C, 2010, *Mekanika Tanah II Edisi V*, GadjahMada University Press, Yogyakarta
- Pahala, M.Siregar, 2019, *Analisa Stabilitas Soldier Pile Sebagai Dinding Penahan Tanah Dengan Metode Elemen Hingga Pada Gedung Menara*

*BRI Jl. Jend. Sudirman Pekanbaru, Tugas Akhir, Universitas Islam Riau,
Pekanbaru.*

Said, T. S. (2020). *Desain Metode Ground Anchor Terhadap Pergeseran Tanah
Proyek Apartemen Grand Dharmahusada Lagoon.*

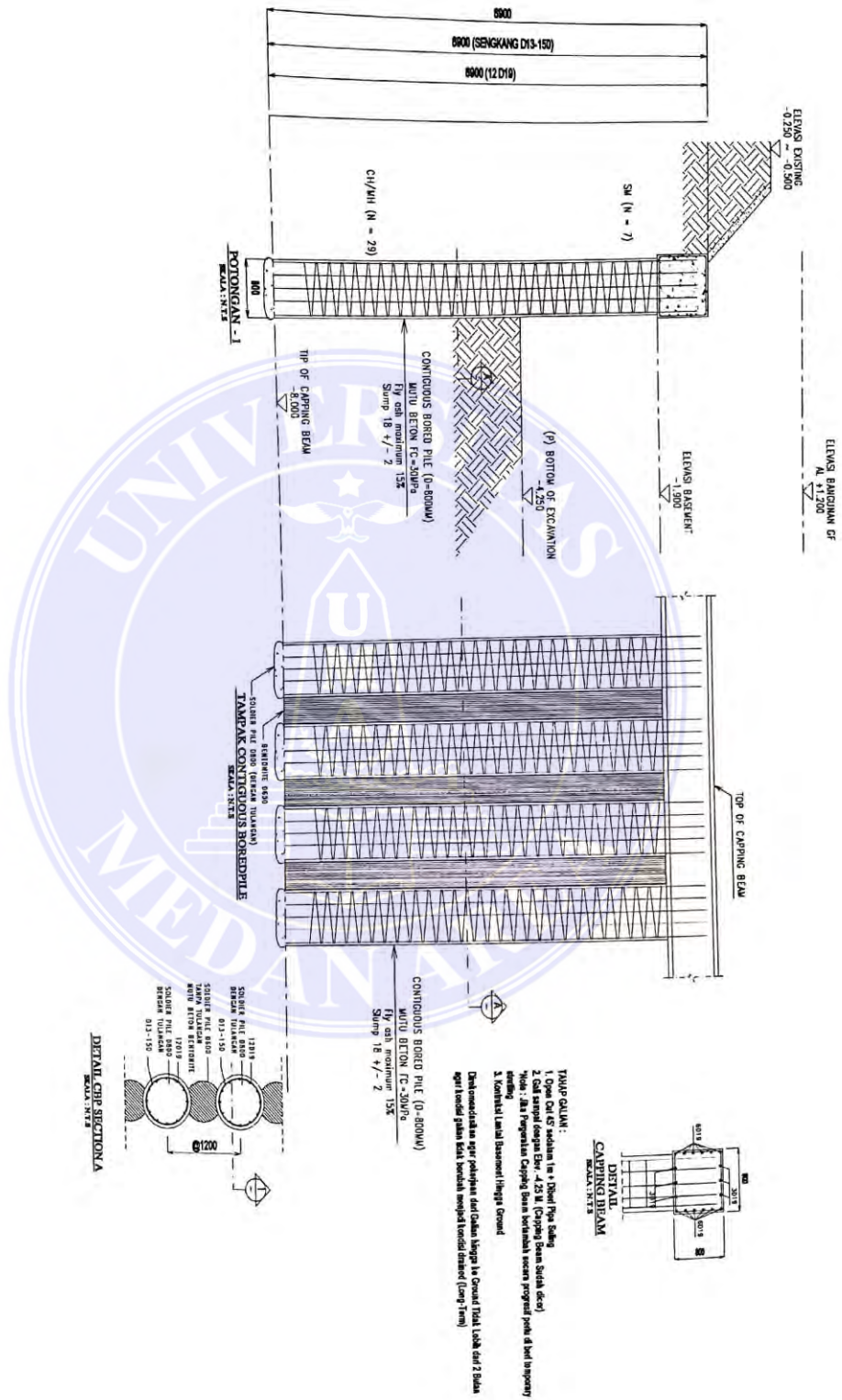
file:///C:/Users/ACER/Downloads/31794-Article%20Text-38067-1-10-
20200120.pdf

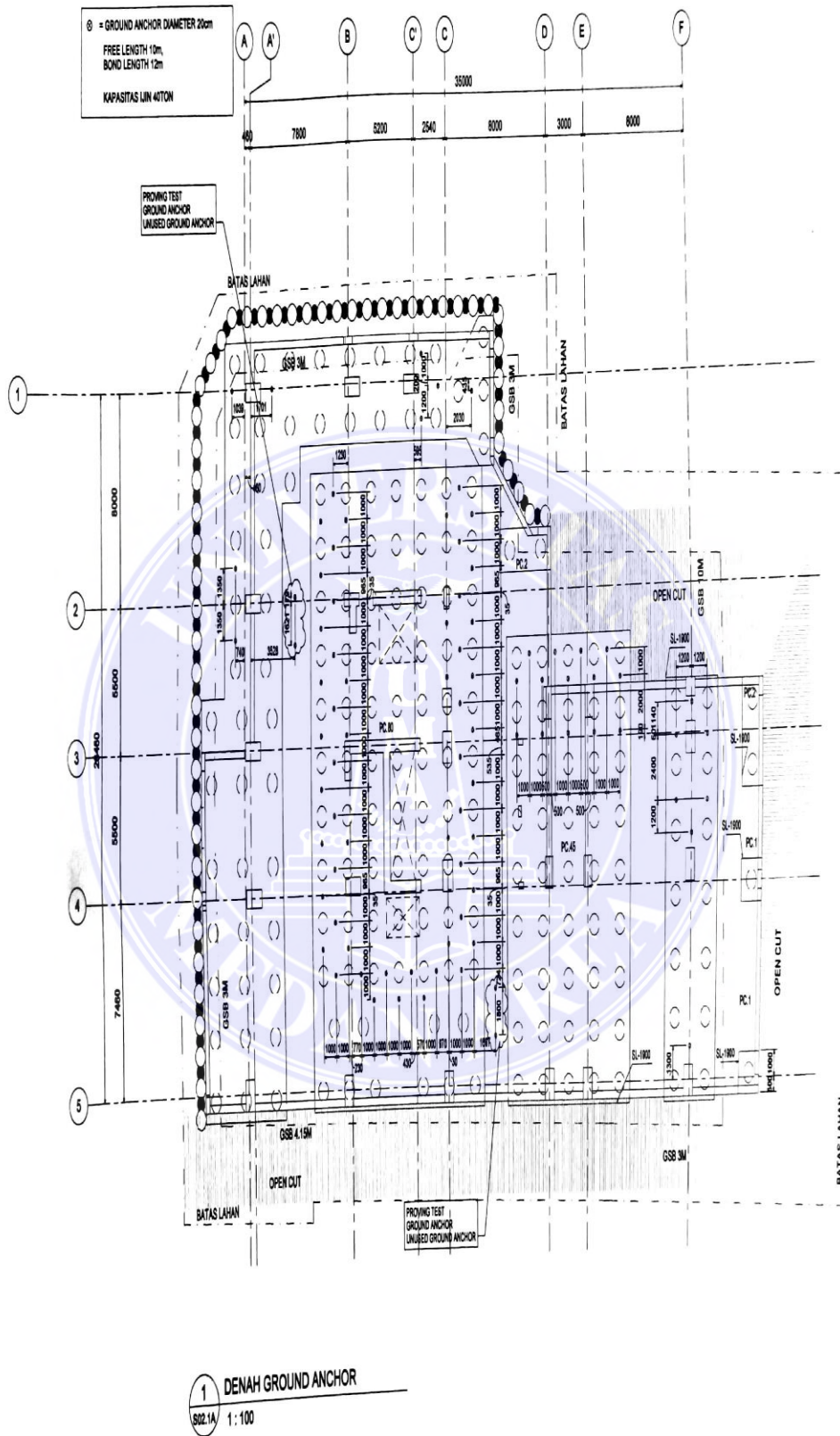
Yuliani, U., 2011, *Desain Soldier Pile Dengan Plaxis Menggunakan Pemodelan
Hardening Soil, Tugas Akhir, Universitas Guna Darma, Depok*

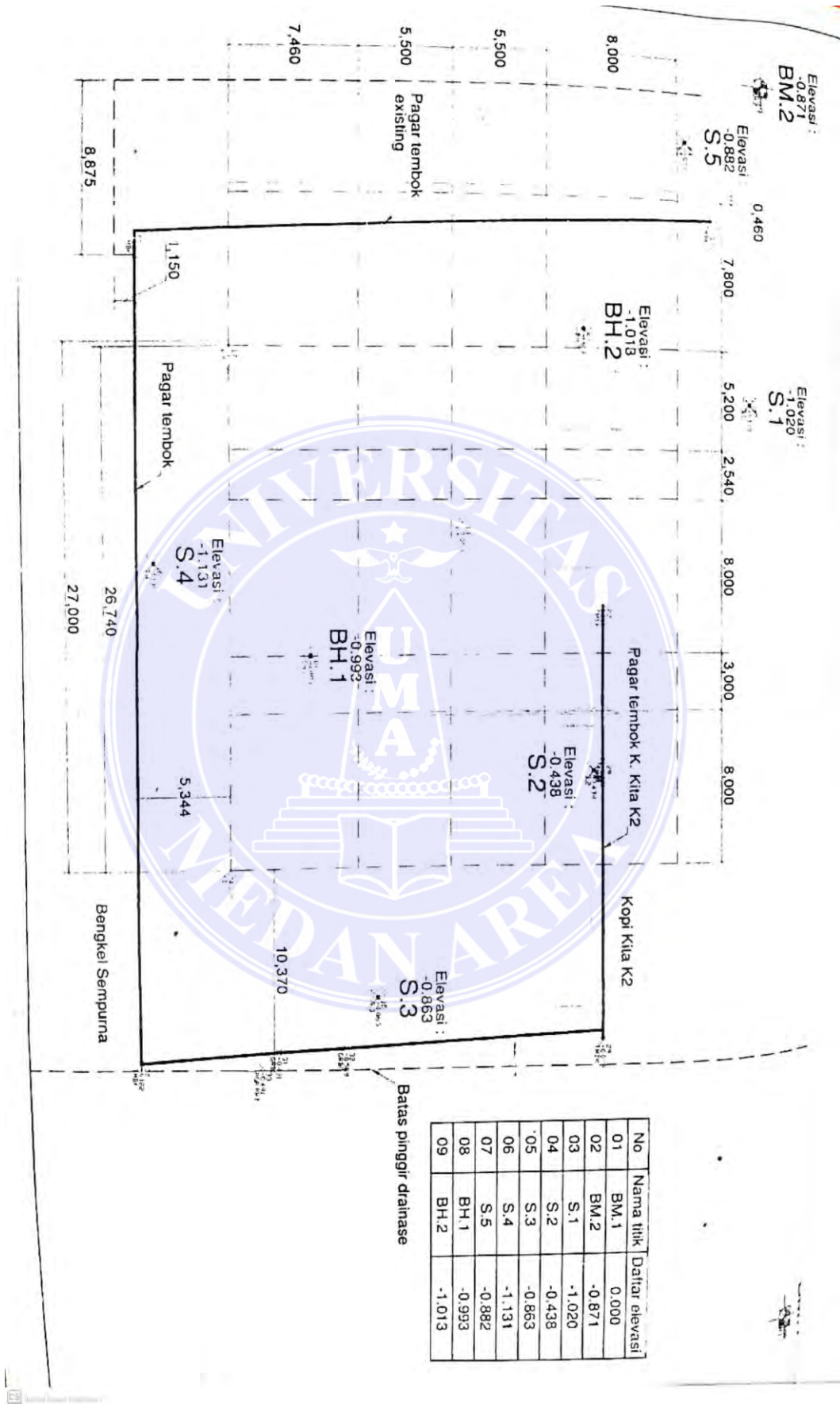


LAMPIRAN










No	Nama titik	Daftar elevasi
01	BM.1	0.000
02	BM.2	-0.871
03	S.1	-1.020
04	S.2	-0.438
05	S.3	-0.863
06	S.4	-1.131
07	S.5	-0.882
08	BH.1	-0.993
09	BH.2	-1.013

PT MATRA BANGUN TECHNOCONSULT
Foundation Engineering Specialist
 Alamat : Jalan Gagak Hitam Komplek Pertokoan Royal Sunggal No A-12, Medan
 Telp : 061-8447110, Fax : 061-8444072, Hp : 085275005590



INDEX PROPERTIES

Project : PEMBANGUNAN PRINCETON BOUTIQUE LIVING
 Location : JL. RINGROAD
 Date : 31-Mar-21

Bor : 2
 Depth : 4,00-4,50 m

Sample No.	1
Depth (m)	4,00-4,50 m
Can/Ring No.	40
Wt. Of can	10,52
Wt. Of ring	48,46
Wt. of can + ring (gr)	58,98
Wt. of can + wet soil + ring (gr)	113,74
Wt. of can + dry soil + ring (gr)	94,38
Wt. of dry soil (gr)	35,40
Wt. of wet soil (gr)	54,76
Wt. of water (gr)	19,36
Height of ring (cm)	2,50
Diameter of ring (cm)	4,00
Volume of ring (cm ³)	31,40
w %	54,69
Gs	2,74
γ wet (gr/cm ³)	1,74
γ dry (gr/cm ³)	1,13
γ sat (gr/cm ³)	1,72
Sr	104,64
e	1,43
n	0,59

Handwritten note: Berat jenis for sand 11,081 kN/m³
16,867


BERAT JENIS (SPECIFIC GRAVITY)

Project : PEMBANGUNAN PRINCETON BOUTIQUE LIVING
 Location : JL. RINGROAD
 Date : 31-Mar-21

Bor : 2
 Depth : 4,00-4,50 m

Number of flask	3	
Method of air removal ^a	0,9843	0,9890
Wt. flask + water + soil = W _{bw}	180,56	181,00
Temperature, °C	57	48
Wt. flask + water ^b = W _{bw}	167,018	167,360
Wt. of dry soil = W _s	21,22	21,22
W _w = W _s + W _{bw} - W _{bw}	7,68	7,58
G _s = 2W _s / W _w	2,72	2,77
Average specific gravity of soil (G _s) =	2,74	

PT MATRA BANGUN TECHNOCONSULT
Foundation Engineering Specialist
 Alamat : Jalan Gagak Hitam Komplek Pertokoan Royal Sunggal No A-12, Medan
 Telp : 061-8447110, Fax : 061-8444072, Hp : 085275005590



INDEX PROPERTIES

Project : PEMBANGUNAN PRINCETON BOUTIQUE LIVING
 Location : JL. RING ROAD
 Date : 31-Mar-21

Bor : 2
 Depth : 10,00-10,50 m


Sample No.	1
Depth (m)	10,00-10,50 m
Can/Ring No.	19
Wt. Of can	10,32
Wt. Of ring	47,20
Wt. of can + ring (gr)	57,52
Wt. of can + wet soil + ring (gr)	112,76
Wt. of can + dry soil + ring (gr)	93,10
Wt. of dry soil (gr)	35,58
Wt. of wet soil (gr)	55,24
Wt. of water (gr)	19,66
Height of ring (cm)	2,50
Diameter of ring (cm)	4,00
Volume of ring (cm ³)	31,40
w %	55,26
G _s	2,69
γ wet (gr/cm ³)	1,76
γ dry (gr/cm ³)	1,13
γ sat (gr/cm ³)	1,71
Sr	108,05
c	1,38
n	0,58

BERAT JENIS (SPECIFIC GRAVITY)

Project : PEMBANGUNAN PRINCETON BOUTIQUE LIVING
 Location : JL. RING ROAD
 Date : 31-Mar-21

Bor : 2
 Depth : 10,00-10,50 m

Number of flask	6	
Method of air removal ^a	0,9857	0,9902
Wt. flask + water + soil = W _{hws}	182,08	186,12
Temperature, °C	55	45
Wt. flask - water ^b = W _{hw}	171,150	171,250
Wt. of dry soil = W _s	21,12	21,12
W _w = W _s + W _{hw} - W _{hws}	10,19	6,25
G _s = aW _s / W _w	2,04	3,35
Average specific gravity of soil (G _s) =	2,69	

PT MATRA BANGUN TECHNOCONSULT Foundation Engineering Specialist		
Alamat : Jalan Gagak Hitam Komplek Pertokoan Royal Sunggal No A-12, Medan Telp : 061-8447110, Fax : 061-8444072, Hp : 085275005590		
INDEX PROPERTIES		
Project	: PEMBANGUNAN PRINCETON BOUTIQUE LIVING	
Location	: JL. RINGROAD	Bor : 2
Date	: 31-Mar-21	Depth : 13,00-13,50 m
Sample No.	1	
Depth (m)	13,00-13,50 m	
Can/Ring No.	11	
Wt. Of can	10,92	
Wt. Of ring	43,94	
Wt. of can + ring (gr)	54,86	
Wt. of can + wet soil + ring (gr)	108,32	
Wt. of can + dry soil + ring (gr)	87,96	
Wt. of dry soil (gr)	33,10	
Wt. of wet soil (gr)	53,46	
Wt. of water (gr)	20,36	
Height of ring (cm)	2,50	
Diameter of ring (cm)	4,00	
Volume of ring (cm ³)	31,40	
w %	61,51	
G _s	2,60	
γ wet (gr/cm ³)	1,70	
γ dry (gr/cm ³)	1,05	
γ sat (gr/cm ³)	1,65	
S _r	109,01	
e	1,47	
n	0,59	
BERAT JENIS (SPECIFIC GRAVITY)		
Project	: PEMBANGUNAN PRINCETON BOUTIQUE LIVING	
Location	: JL. RINGROAD	Bor : 2
Date	: 31-Mar-21	Depth : 13,00-13,50 m
Number of flask	9	
Method of air removal ^a	0,9852	0,9894
Wt. flask + water + soil = W _{hws}	175,54	179,14
Temperature, °C	54	47
Wt. flask + water ^b = W _{hw}	164,223	164,599
Wt. of dry soil = W _s	21,34	21,34
W _w = W _s + W _{hw} - W _{hws}	10,02	6,80
G _s = aW _s / W _w	2,10	3,11
Average specific gravity of soil (G _s) =	2,60	

