

**ANALISIS STABILITAS STRUKTUR *RETAINING WALL*
BASEMENT RUMAH SAKIT REGINA MARIS TERHADAP
TEKANAN TANAH DENGAN APLIKASI PLAXIS 8.6**

SKRIPSI

Diajukan Guna Melengkapi Persyaratan Untuk Memenuhi
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

OLEH:

TOMMY PRASETYO WIBOWO
188110005



**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 6/11/23

Access From (repository.uma.ac.id)6/11/23

**ANALISIS STABILITAS STRUKTUR *RETAINING WALL*
BASEMENT RUMAH SAKIT REGINA MARIS TERHADAP
TEKANAN TANAH DENGAN APLIKASI PLAXIS 8.6.**

SKRIPSI

Diajukan Guna Melengkapi Persyaratan Untuk Memenuhi
Gelara Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

OLEH:

Tommy Prasetyo Wibowo

188110005

Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing

Tika Ermita Wilandari ST., MT

0103 20301

Mengetahui

 Fakultas Teknik
Dr. Hermansyah, S.Kom., M.Kom
01055058804

 Ketua Prodi Teknik Sipil
Hermansyah, ST., MT
0106088004

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/11/23

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)6/11/23

HALAMAN PERNYATAAN

Yang Bertanda Tangan Dibawah ini:

Nama : Tommy Prasetyo Wibowo

NPM : 188110005

Jurusan : Teknik Sipil

Program Studi : Teknik Sipil

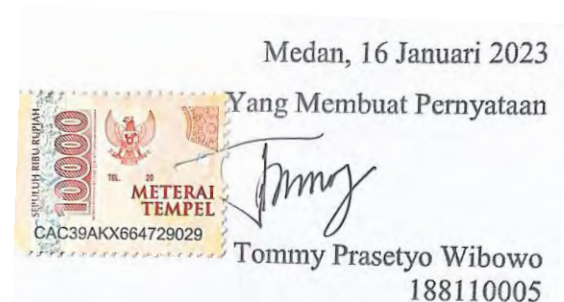
Judul Skripsi : Analisis Stabilitas Struktur *Retaining Wall Basement* Rumah Sakit

Regina Maris Terhadap Tekanan Tanah Dengan Aplikasi Plaxis

8.6

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau di terbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan apabila kelak dikemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar (skripsi plagiat) maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar kesarjanaan atau sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Tommy Prasetyo Wibowo

NIM : 18 811 0005

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui memberikan kepada
Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty-
Free Right*) atas karya saya yang berjudul Analisis Stabilitas Struktur *Retaining
Wall Basement* Rumah Sakit Regina Maris Terhadap Tekanan Tanah Dengan
Aplikasi Plaxis 8.6 Jl. Brigjend Katamso Medan.

Beserta Perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti
Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan,
mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*)
merawat dan mempublikasikan 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.

Medan, 16 Januari 2023

Yang Membuat Pernyataan



Tommy Prasetyo Wibowo
188110005

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Kami Ucapkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Analisis Stabilitas Struktur *Retaining Wall Basement* Rumah Sakit Regina Maris Terhadap Tekanan Tanah Dengan Menggunakan Aplikasi *Plaxis 8.6*”

Adapun Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk kelulusan di Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Saya sebagai Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak mengandung kelemahan dan kekurangan, baik dari segi materi, penyajian maupun pemilihan kata-kata. Oleh karena itu, penulis akan sangat menghargai kepada siapa saja yang berkenan memberikan masukan, baik berupa koreksi maupun kritikan yang pada gilirannya dapat penulis jadikan bahan pertimbangan bagi penyempurnaan skripsi ini.

Terlepas dari kelemahan dan kekurangan yang ada, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Akhir kata saya ucapkan terima kasih dan semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan Rahmat-Nya kepada kita semua agar kita dapat menjadi insan yang berguna bagi Agama, Bangsa, Negara dan berguna juga bagi orang lain serta diri kita sendiri, Aamiin Ya Rabbal’alamin.

Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini kepada:

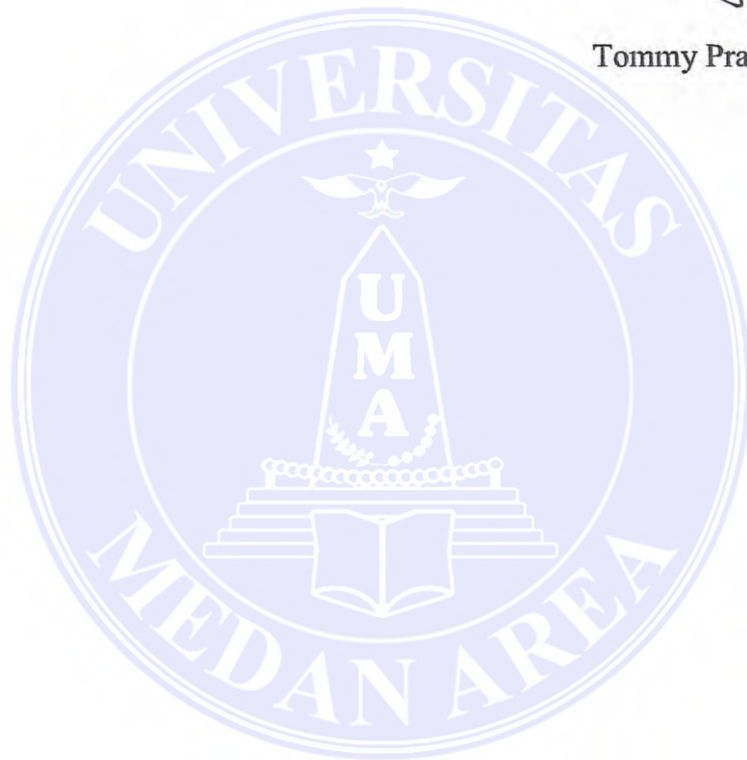
1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng., M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S. Kom., M. Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Hermansyah, S.T., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Ibu Tika Ermita Wulandari S.T., MT selaku Dosen Pembimbing Skripsi saya yang dengan sabar telah membimbing saya serta memberikan masukan - masukan yang sangat berguna bagi saya.
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang selalu membantu penulisan dalam pengajaran dan segala urusan serta administrasi.
6. Teristimewa, kepada kedua orang tua saya, Papa dan Mama saya serta kepada seluruh keluarga besar saya yang telah memberikan doa, bantuan, dorongan semangat dan pengertian yang tulus, baik material dan spiritual, sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
7. Seluruh rekan-rekan sejawat Mahasiswa/I Teknik Sipil angkatan 2018 Universitas Medan Area dan teman-teman seperjuangan yang telah banyak memberikan energi positif dan semangat kepada saya dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan skripsi ini hanya kepada Allah SWT yang maha esa semua dikembalikan.

Medan, 16 Januari 2023
Yang Membuat Pernyataan



Tommy Prasetyo Wibowo
188110005



ABSTRAK

Saat merencanakan pembangunan sebuah gedung pertokoan, maupun apartemen, diperlukan lahan parkir yang terbilang cukup luas. Hal ini yang menjadi permasalahan tersendiri bagi pengembang (*developer*) karena tidak memungkinkan lagi membangun sebuah konstruksi secara horizontal karena keterbatasan lahan dan harga lahan yang semakin tinggi setiap waktunya. Oleh karena itu pembangunan *basement* merupakan bagian yang penting dari sebuah gedung bertingkat yang memanfaatkan luasan areal tanah yang ada sebagai area lahan parkir seperti pada pembangunan Proyek Rumah Sakit Regina Maris Medan. Pada pembangunan diawali dengan pekerjaan penggalian tanah yang merupakan awal dari pembangunan gedung bertingkat dengan berbagai ketinggian. Kendala yang timbul pada saat pengerjaan 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 Rumah Sakit Regina Maris Medan berupa *retaining wall* yang terdiri dari susunan batang *spun pile* yang diperkuat dengan *strutting*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aman atau tidaknya kondisi 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 $2.54 > 1,50$ untuk stabilitas terhadap guling dan juga stabilitas terhadap geser memiliki nilai faktor aman (SF) $2,447 > 2.0$. Sedangkan hasil analisis menggunakan *software* plaxis deformasi yang aman pada proses instalisasi *retaining wall spun pile* serta proses penggalian 1 dengan nilai faktor keamanannya adalah 1.81 dan pada penggalian ke 2 diperoleh nilai faktor keamanan (SF) 1.82 dan yang terakhir adalah penggalian 3 dengan nilai keamanannya adalah 2.95. Berdasarkan data hasil perhitungan diatas maka disimpulkan bahwa dinding penahan tanah pada metode rankine dan *software* plaxis 8.6 nilai kapasitas yang didapat merupakan nilai yang tinggi serta aman terhadap keruntuhan.

Kata kunci: Dinding Penahan Tanah, Perkuatan Dinding Penahan, Spun pile, Plaxis, Faktor Keamanan.

ABSTRACT

When planning the construction of a shopping building, or an apartment, a fairly large parking area is needed. This is a separate problem for developers because it is no longer possible to build a construction horizontally because of limited land and land prices that are getting higher every time. Therefore the construction of a basement is an important part of a multi-storey building that utilizes the existing land area as a parking area such as the construction of the Medan Regina Maris Hospital Project. The construction begins with excavation work which is the beginning of the construction of multi-storey buildings with various heights. Obstacles that arise during the basement excavation work are the collapse of the vertical soil 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 for the Regina Maris Medan Hospital project in the form of a retaining wall consisting of an arrangement of spun pile rods reinforced with strutting. This study aims to determine whether or not the condition of the soil is safe during excavation for basement construction. 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 stability against overturning using the Rankine method have a factor of safety value of $2.54 > 1.50$ for stability against overturning and also stability against shear having a factor of safety (SF) of $2.447 > 2.0$. While the results of the analysis using safe deformation plaxis software in the retaining wall spun pile installation process and excavation process 1 with a safety factor value of 1.81 and in the 2nd excavation the safety factor value (SF) is 1.82 and the last is excavation 3 with a safety value of 2.95. Based on the data from the calculation above, it can be concluded that the retaining wall in the Rankine method and the Plaxis 8.6 software has a high capacity value and is safe from collapse.

Keywords: Retaining Wall, Strutting, Spun pile, Safety Factor.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud Dan Tujuan Penelitian.....	2
1.2.1. Maksud Penelitian.....	2
1.2.2. Tujuan penelitian.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Jenis Dinding Penahan Tanah.....	6
2.2.1 <i>Gabion Retaining Walls</i> (Kawat Bronjong).....	6
2.2.2 <i>Diaphragm Wall</i>	7
2.2.3 <i>Gravity Retaining Wall</i>	8
2.2.4 <i>Sheet Piles</i>	8
2.2.5 <i>Soldier Pile</i>	9

2.2.6	<i>Revetment Retaining Wall</i>	10
2.3	Kelebihan dan Kekurangan Dinding Penahan Tanah <i>Spun Pile</i>	11
2.4	Metode Pemancangan Tiang <i>Spun Pile</i>	12
2.4.1	Persiapan Lokasi Pemancangan	12
2.4.2	Persiapan Alat Pemancang.....	13
2.4.3	Penyimpanan Tiang <i>Spun Pile</i>	13
2.4.4	Pemancangan	13
2.5	Jenis-jenis <i>Support System</i> Pada Dinding <i>Retaining Wall</i>	13
2.5.1	<i>Strutting</i>	14
2.5.2	<i>Ground Anchor</i>	14
2.5.3	<i>Soil Nailing</i>	15
2.6	Tekanan Tanah Lateral	15
2.7	Kategori Tekanan Tanah Lateral	16
2.8	Perhitungan Tekanan Tanah Lateral Dengan Metode Rankine	16
2.8.1	koefisien Tekanan Tanah Diam (K_o)	16
2.8.2	Koefisien K Tekanan Tanah Pasif (K_p).....	18
2.8.3	Koefisien K Tekanan Tanah Aktif (K_a)	19
2.8.4	Stabilitas Terhadap Penggeseran (<i>Sliding</i>)	20
2.8.5	Stabilitas Terhadap Penggulingan (<i>Overtuning</i>).....	22
2.9	<i>Software Plaxis 8.6</i>	23
2.10	Perhitungan Stabilitas Guling dan Stabilitas Geser	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Lokasi Penelitian.....	27
3.2	Tahapan Penelitian.....	28
3.2.1	Pengumpulan data	28

3.2.2	Data Umum Proyek.....	28
3.2.3	Data Struktur	29
3.2.4	Diagram Alur	30
3.3	Data Pendukung.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1.	Hasil Analisa Data Penelitian	34
4.1.1.	Analisa Parameter Tanah	34
4.1.2.	Analisa Perhitungan	34
4.2.	<i>Stage construction</i> pada program plaxis	53
4.3.	Pembahasan	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		65
5.1.	Kesimpulan	65
5.2.	Saran	66
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Gabion Retaining Walls</i>	7
Gambar 2.2 <i>Diaphragm Wall</i>	7
Gambar 2.3 <i>Gravity Retaining Wall</i>	8
Gambar 2.4 <i>Sheet Piles</i>	9
Gambar 2.5 <i>Soldier Pile</i>	10
Gambar 2.6 <i>Revetment Retaining Wall</i>	11
Gambar 2.7 Koefisien Tekanan Tanah Diam (K_o).....	18
Gambar 2.8 Koefisien Tekanan Tanah Pasif (K_p).....	19
Gambar 2.9 Koefisien Tekanan Tanah Aktif (K_a)	20
Gambar 2.10 Sketsa Pergeseran Dinding Penahan Tanah	21
Gambar 3.1 Lokasi penelitian berada dijalan brigjen katamso	27
Gambar 3.2 Proses pemancangan <i>spun pile</i>	29
Gambar 3.3 <i>Layout</i> dinding penahan tanah rumah sakit regina maris medan	29
Gambar 3.4 Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 3.5 Siteplan Titik bor dan Sondir	31
Gambar 3.6 Detail Dinding D1 & Pot 5-5	33
Gambar 4.1 Berat dan gaya Pada Dinding Penahan Tanah	35
Gambar 4.2 Hasil perhitungan setelah semua parameter material di <i>running</i>	50
Gambar 4.3 Pemodelan lapisan tanah dan dinding <i>spun pile</i>	51
Gambar 4.4 Hasil perhitungan bentuk deformasi tanah tahap awal.....	52
Gambar 4.5 Hasil perhitungan pada galian pertama	53
Gambar 4.6 Hasil perhitungan pada pemasangan <i>strutting</i> I.....	54
Gambar 4.7 Hasil perhitungan pada penggalian kedua.....	54

Gambar 4.8 Hasil perhitungan pada pemasangan <i>strutting</i> II.....	55
Gambar 4.9 Hasil perhitungan pada penggalian ketiga	55
Gambar 4.10 Hasil <i>displacement</i> horizontal & vertikal pada dinding penahan Tanah spun pile (Galian Pertama)	56
Gambar 4.11 Hasil <i>displacement</i> horizontal & vertikal pada dinding penahan Tanah spun pile (Galian Kedua)	57
Gambar 4.12 Hasil <i>displacement</i> horizontal & vertikal pada dinding penahan Tanah spun pile (Galian Ketiga).....	58
Gambar 4.13 Hasil perhitungan <i>shear force & bending moments</i> pada dinding penahan tanah <i>spun pile</i> (Galian Pertama)	59
Gambar 4.14 Hasil perhitungan <i>shear force & bending moments</i> pada dinding penahan tanah <i>spun pile</i> (Galian Kedua).....	60
Gambar 4.15 Hasil perhitungan <i>shear force & bending moments</i> pada dinding penahan tanah <i>spun pile</i> (Galian Ketiga).....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel pemeriksaan hasil <i>borelog</i> untuk penentuan kelas situs dititik BH-1	32
Tabel 3.2 Data-data parameter tanah <i>plaxis</i> 8.6	33
Tabel 4.1 Perhitungan Tekanan Tanah Efektif (Aktif)	44
Tabel 4.2 Gaya Tekanan Tanah Aktif	44
Tabel 4.3 Perhitungan Tekanan Tanah Efektif (Pasif)	46
Tabel 4.4 Gaya Tekanan Tanah (Pasif)	46
Tabel 4.5 Parameter <i>spun pile</i>	49
Tabel 4.6 Rekapitulasi hasil perhitungan <i>software plaxis</i> 8.6	62
Tabel 4.7 Rekapitulasi hasil perhitungan metode rankine	63
Tabel 4.8 Rekapitulasi hasil perhitungan <i>software midas solidworks</i>	63
Tabel 4.9 Perbandingan Hasil	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap pembangunan suatu struktur seperti gedung, jembatan, jalan raya, menara, dermaga, pelabuhan, dam/tanggul dan sebagainya harus mempunyai pondasi yang dapat mendukung beban-beban yang ditanggung struktur. *Retaining wall* adalah konstruksi berbentuk dinding yang digunakan untuk menjaga kestabilan agar bidang tanah tidak bergeser atau longsor.

Pada proyek konstruksi kali ini ada pembangunan rumah sakit regina maris medan yang terletak di jalan brigjen katamsi kota medan, bangunan rumah sakit ini memiliki lebar $\pm 66.5\text{m}$ dan panjang bangunan $\pm 97\text{m}$ terdiri dari 11 lantai serta konstruksi *basement* yang berjumlah 2 lapis *basement*. Adapun jenis *retaining wall* yang digunakan pada proyek pembangunan gedung rumah sakit regina maris medan yaitu dinding penahan tanah jenis *spun pile*.

Dalam pemilihan metode dalam menghitung stabilitas dinding penahan tanah terhadap tekanan tanah ialah dengan menggunakan metode teori rankine dapat dimodifikasi untuk menghitung kohesi, dan untuk menghitung kemiringan permukaan tanah. Ini berlaku juga untuk pengambilan air yang seragam (*uniform surcharge*) di atas permukaan tanah dan permukaan air bebas sejajar dengan permukaan tanah urugan ke struktur dinding penahan, pada perhitungan kali ini menggunakan bantuan aplikasi *plaxis 8.6* untuk melihat bentuk deformasi yang ditimbulkan dari tekanan tanah terhadap *retaining wall*, total displacement serta mendapatkan hasil dari *scale factor* yang terdapat pada aplikasi *plaxis 8.6*.

Kemudian akan membandingkan keefisienan perhitungan dengan metode rankine dan program *plaxis* 8.6 atas dasar itu, saya mengambil judul tugas akhir tentang “Analisis Stabilitas *Retaining Wall Basement* Rumah Sakit Regina Maris Terhadap Tekanan Tanah Dengan Menggunakan Aplikasi *Plaxis* 8.6.

1.2 Maksud Dan Tujuan Penelitian

Adapun Maksud dan Tujuan Penelitian Skripsi ini adalah:

1.2.1. Maksud Penelitian

- a. Untuk membandingkan hasil akhir perhitungan dengan menggunakan metode rankine dan program *plaxis* 8.6
- b. Untuk mengetahui keefisienan waktu dalam perhitungan antara metode rankine dan program *plaxis* 8.6
- c. Menganalisa tekanan tanah yang bekerja terhadap dinding penahan tanah.

1.2.2. Tujuan penelitian

- a. Untuk memperoleh hasil kestabilan dinding penahan tanah pada pembangunan rumah sakit regina maris medan berdasarkan hasil BH-01 data hasil laboratorium dan hasil komputasi dari *software plaxis* 8.6
- b. Untuk menganalisis struktur dinding penahan tanah apakah sudah memenuhi standar keamanan seperti stabilitas terhadap geser dan guling atau tidak.
- c. Menghitung tekanan tanah pasif, aktif yang bekerja terhadap dinding penahan tanah.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

- a. Bagaimana cara memperoleh hasil akhir dalam perhitungan tekanan tanah aktif, pasif serta stabilitas tanah terhadap dinding penahan tanah.
- b. Apakah hasil dari perhitungan tekanan tanah dengan menggunakan metode rankine dan program *plaxis* dapat dibandingkan.
- c. Untuk memperoleh hasil *safety factor* dan gaya yang ditimbulkan akibat tekanan tanah terhadap dinding penahan tanah menggunakan *software plaxis 8.6*

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan sesuai apa yang diharapkan, maka tugas ini dibatasi beberapa hal adalah:

1. Penelitian ini dilaksanakan pada proyek pembangunan rumah sakit regina maris medan, khususnya untuk meneliti dinding penahan tanahnya saja.
2. Perhitungan ini hanya menghitung tekanan tanah pasif, aktif dan stabilitas tanah, dan tidak mendesain ulang dinding penahan tanah.
3. Data pendukung penelitian ini menggunakan data (SPT tanah), dan data hasil pengujian tanah dilaboratorium.
4. Titik yang ditinjau dalam penelitian ini adalah titik BH-1
5. Tidak menghitung biaya dan waktu pelaksanaan.
6. Hanya menghitung tekanan tanah dari elevasi 0.00m hingga -21.00m

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi bangunan yang berfungsi untuk menstabilkan dan menahan jenis tanah tertentu, pada umumnya dipasang pada daerah lereng perbukitan, konstruksi basement, dan tebing yang labil. Jenis konstruksi antara lain beton, pasangan batu kosong, pasangan batu dengan mortar, kayu dan lain sebagainya, pada perhitungan kali ini penulis menggunakan metode rankine untuk menghitung tekanan aktif dan pasif serta stabilitas terhadap guling dan geser dengan nilai *safety factor* ialah, 1.5 stabilitas terhadap guling dan 2.0 stabilitas terhadap geser.

Dinding penahan tanah merupakan suatu struktur yang dirancang dan dibangun untuk menahan tekanan tanah yaitu tekanan tanah lateral, yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil, sehingga dinding penahan tanah direncanakan sedemikian rupa agar aman terhadap pergeseran, penggulingan dan keruntuhan kapasitas dukung tanah. “Nur dan Hakam (2010)”.

Berikut merupakan jurnal yang berkaitan dengan perhitungan tekanan tanah yang terjadi pada dinding penahan tanah seperti yang terlampir dibawah ini:

1. Hasil penelitian Indra Kurniawan dan M Endayanti

Simpulan dari perhitungan mencari nilai *Safety factor* (angka keamanan) pada dinding penahan tanah model gravitasi di daerah Bendungan Wampu Kecamatan Kuta Buluh Kabupaten Karo, memberikan hasil sebagai berikut: 1. Dari hasil perhitungan stabilitas dinding penahan

tanah dalam keadaan statis didapatkan hasil bahwa struktur stabil terhadap guling, geser dan daya dukung. 2. Stabilitas dinding penahan tanah terhadap guling, geser, dan daya dukung memberikan nilai aman yaitu $SF > 1,5$. 3. Nilai $SF (over\ turning) = 2,331$; $SF(Sliding) = 2,779$; $SF (bearing\ capacity) = 4,839$.

2. Hasil penelitian Christian Sakti Hotasi, Hendro Yassin, Aksan Kawanda

Hasil analisa menggunakan program *PLAXIS* menunjukkan hasil bahwa analisa menggunakan metode untuk waktu yang panjang lebih presisi dibanding dengan metode untuk waktu yang pendek. 2. Menggali tanpa adanya *strutting* pada konstruksi ini tidak direkomendasikan untuk dilakukan, karena dapat mengakibatkan keruntuhan saat penggalian. 3. Pada perhitungan dari *PLAXIS* didapatkan nilai deformasi maksimal sebesar 10.263 mm untuk kondisi jangka pendek dan 8.07 mm untuk kondisi jangka panjang.

3. Hasil penelitian Santu Fidelis Mungkur dan Nahesson H Panjaitan

Metode analisis yang juga digunakan dengan metode Rankine. Kemudian dengan menggunakan literatur dan jenis tanah yang sudah didapatkan maka data tersebut diolah dan dianalisa dengan menggunakan data yang dapat diperoleh dilapangan, digunakan rumus yang terdapat pada landasan teori dan dianalisa dengan menggunakan komputasi manual yaitu (metode Rankine). Adapun pada tahap analisa yang dilaksanakan adalah: (1) menciptakan diagram tegangan tanah (σ); (2) Mengkalkulasi tegangan tanah yang aktif (σ_a) dan tegangan tanah saat pasif (σ_p); (3) Mengkalkulasikan tekanan tanah aktif (P_a) dan tekanan tanah pasif (P_p)

dengan metode Rankine; (4) Menghitung titik tangkap dari luasan setiap diagram tegangan tanah aktif (σ_a) dan tegangan tanah pasif (σ_p); (5) Menghitung titik tangkap tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif secara keseluruhan; (6) Menghitung momen tanah aktif (M_{pa}) dan momen tanah pasif (M_{pp}); dan (7) Analisis stabilitas dinding penahan tanah akibat tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif.

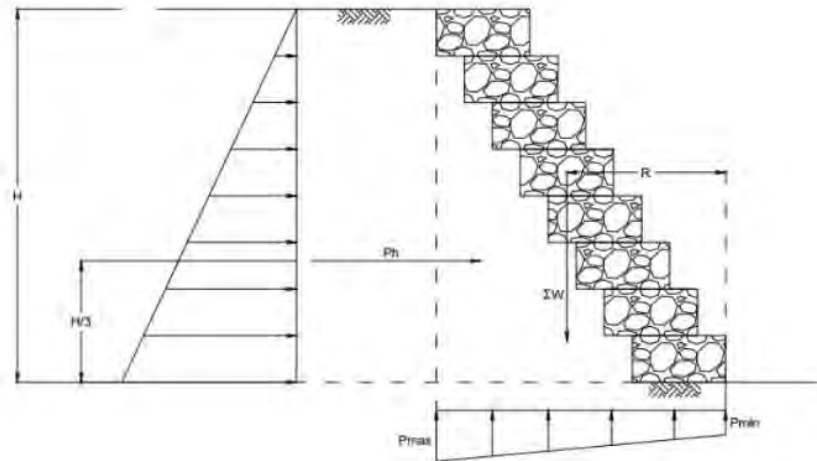
2.2 Jenis Dinding Penahan Tanah

Berdasarkan dari kondisi wilayah dan kondisi tanah, dinding penahan tanah terdiri dari *Gabion retaining walls* (kawat bronjong), *diaphragm wall*, dinding penopang tanah *gravity*, *sheet piles*, *soldier pile*, dan *revetment retaining walls*.

Berikut adalah jenis – jenis dinding penahan tanah, antara lain:

2.2.1 *Gabion Retaining Walls* (Kawat Bronjong)

Dinding Bronjong merupakan konstruksi dinding penahan tanah yang terbuat dari beberapa keranjang kawat yang diisi dengan bebatuan, sehingga memiliki konstruksi dasar yang kuat hal yang harus dimiliki oleh setiap bangunan agar bangunan dapat berdiri kokoh meskipun diterjang banjir atau longsor. Untuk membuat sebuah konstruksi dasar yang kokoh, ada beberapa cara yang dapat dilakukan. Salah satunya adalah dengan menggunakan dinding bronjong.

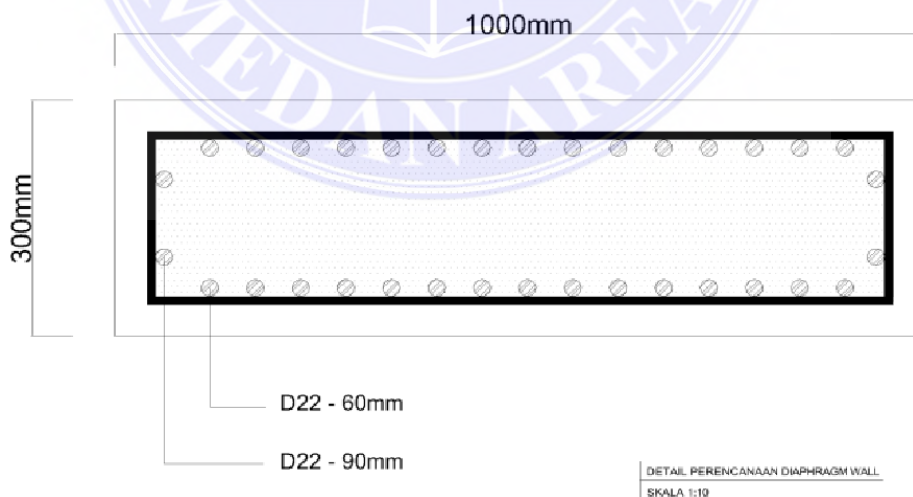


Gambar 2.1 *Gabion Retaining Walls*

Sumber: Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Dengan Metode Numerik, Tri Wahyu Kuningsih, Andina Prima Putri, Xbal Meiprastyo, 2018.

2.2.2 *Diaphragm Walls*

Diaphragm walls (Precast) merupakan dinding penahan tanah yang dibuat dengan cara penggalian parit dengan bantuan alat pengeboran (*bentonite cement*) dimana tahap akhir pekerjaan semua lubang yang telah dibuat tersebut akan diisi dengan panel beton (beton pracetak).

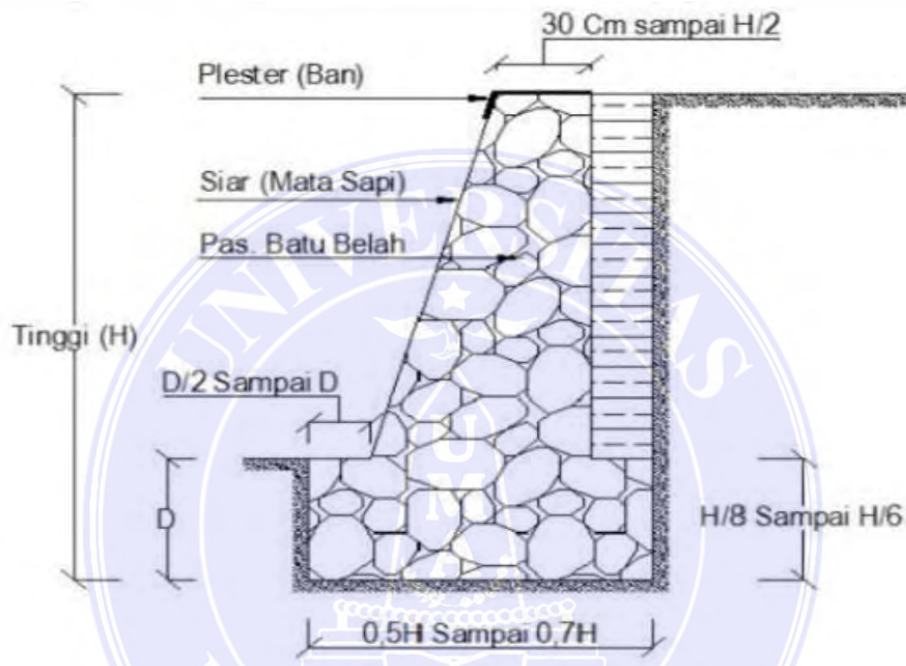


Gambar 2.2 *Diaphragm Wall*

Sumber: Perencanaan Dinding Penahan Tanah Pada Basement Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya Yulina, Norman Ray, Leonardus Setia Budi Wibowo, M.Shofwan Donny Cahyono, 2018.

2.2.3 Gravity Retaining Wall

Gravity retaining wall adalah dinding penahan tanah yang terbuat dari sejumlah bongkahan batu atau bisa juga dengan menggunakan beton bertulang (*reinforced concrete*) sebagai material utama dalam pembuatan jenis dinding penahan tanah gravitasi.

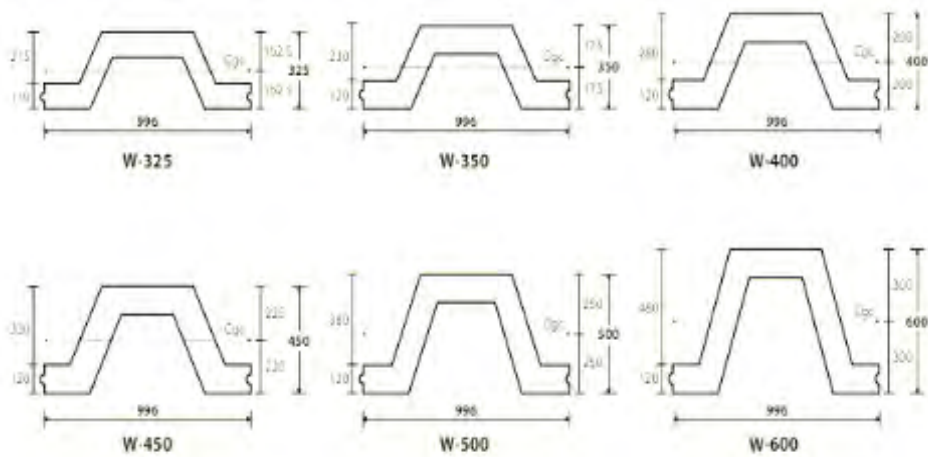


Gambar 2.3 *Gravity Retaining Wall*

Sumber: Bantuan Perencanaan Dinding Penahan Tanah Kelurahan Sambiroto Kecamatan Tembalang Kota Semarang, Shifa Fauziyah, Moh Nur Sholeh, Fardzanela Suwanto, 2021.

2.2.4 Sheet Piles

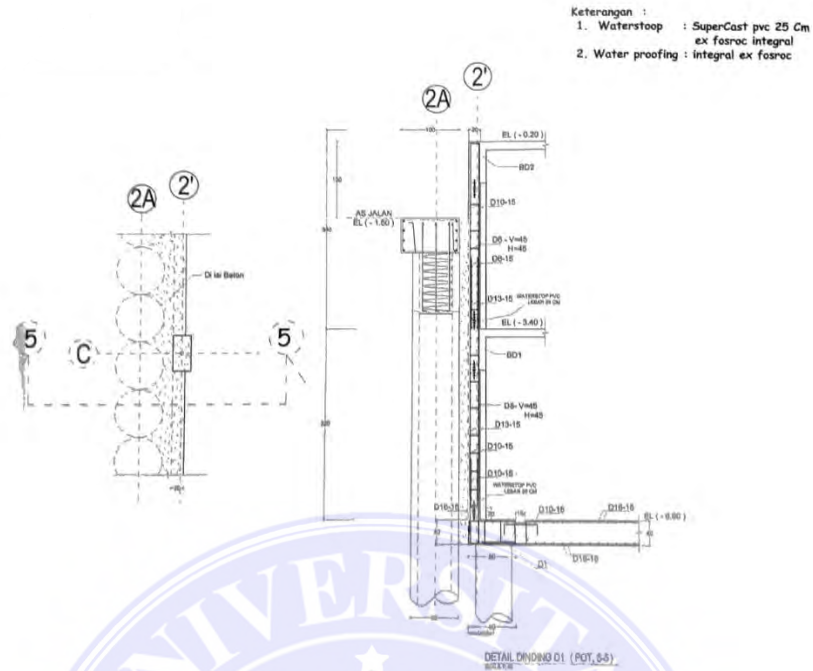
Sheet pile atau turap merupakan dinding penahan tanah dengan posisi vertikal yang reatif tipis yang berfungsi untuk menahan tanah yang dipasang saling mengunci dan dipancang kedalam tanah sehingga dari pola susunan tersebut membentuk dinding vertikal menerus.

Gambar 2.4 *Sheet Piles*

Sumber: Analisis Dinding Penahan Tanah Rumah Pompa Air, Selvia Agustina, Soedarsono, 2020.

2.2.5 *Soldier Pile*

Soldier pile adalah dinding penahan tanah pada suatu galian yang terdiri dari rangkaian *spun pile* yang tersusun sejajar guna menahan tanah yang ada disekelilingnya. Sebagai struktur penahan tanah, *soldier pile* dapat digunakan pada hampir semua jenis tanah dan segala jenis lapangan. *Soldier pile* digunakan karena tidak menimbulkan kebisingan dalam pelaksanaannya. Dalam analisis teknik dilapangan, hal utama yang harus diperhatikan sebelum membuat dinding penahan tanah jenis *soldier pile* adalah kondisi tanah di lokasi pekerjaan terlebih dahulu.

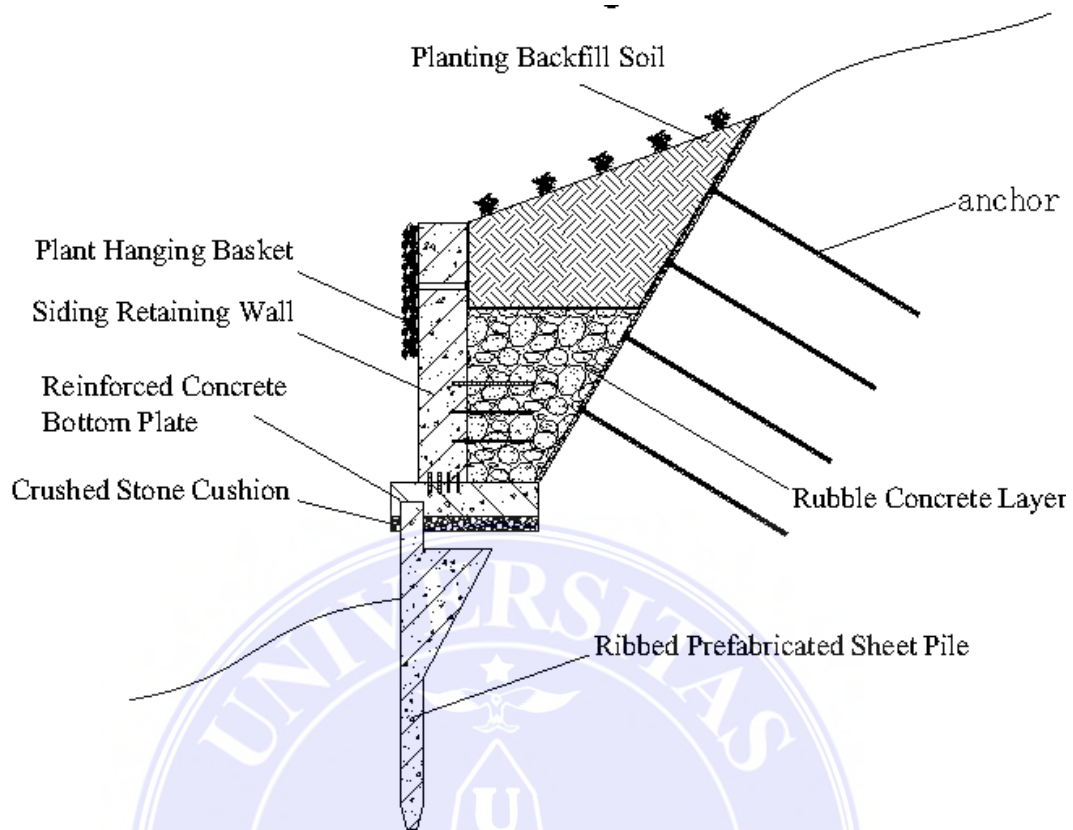


Gambar 2.5 Soldier Pile

Sumber: Shop Drawing Proyek Pembangunan Rumah Sakit Regina Maris Medan, 2022.

2.2.6 Revetment Retaining Wall

Revetment retaining wall adalah jenis dinding penahan yang umum digunakan untuk menahan tanah pada daerah pinggiran pantai atau tepi sungai. Tujuan penggunaan dinding penahan ini pada pinggiran pantai atau tepi sungai itu dilakukan untuk memperkuat tanah pada lahan miring yang riskan terhadap kelongsoran.



Gambar 2.6 *Revetement Retaining Wall*

Sumber : *Revetement Retaining Wall Design*, Xinquan Wang, Yongliang Cui, Shi-min Zhang, L. Mou, Lifu Chen, 2015.

2.3 Kelebihan dan Kekurangan Dinding Penahan Tanah *Spun Pile*

Spun pile adalah salah satu jenis tiang yang terbuat dari beton bertulang dengan bentuk silinder memanjang, *spun pile* juga terdapat beberapa kekurangan dan kelebihannya.

Ada beberapa kelebihan dan kekurangan dari penggunaan tiang *Spun pile* pada bangunan yaitu:

a. Kekurangan tiang *Spun pile*

1. Kekurangan penggunaan *spun pile* ialah terletak pada proses pembuatannya.
2. Pada proses pemutaran yang dapat memicu kuat tekan tidak merata.

Bagian muka *spun pile* terdapat paison beton lunak atau *slurry*.

b. Kelebihan tiang Spun pile

1. Keunggulan penggunaan *spun pile* yaitu memiliki kekuatan tinggi di pasaran. Tiang jenis ini memiliki kekuatan hingga mencapai K600 di pasaran Indonesia. Selain itu, tiang jenis ini memiliki kualitasnya cukup baik. Hal ini dikarenakan pengendalian kualitas atau *quality control* baik.

2.4 Metode Pemancangan Tiang *Spun Pile*

Metode pemancangan tiang *spun pile* adalah beton yang berbentuk bulat yang dimasukkan ke dalam tanah sehingga mencapai kedalaman yang sudah ditentukan dari pengujian sondir (*soil test*). Tiang-tiang tersebut ditancapkan kedalam tanah menggunakan alat pemancang, seperti alat pemancang, *drop hammer*, *diesel hammer*, *hydraulic hammer* dan *vibratory pile driver*. Pada penggunaan *spun pile* kali ini sebagai dinding penahan tanah yang dipancang sejajar garis lurus sesuai titik yang telah ditentukan.

2.4.1 Persiapan Lokasi Pemancangan

Persiapan lokasi pemancangan mempersiapkan lokasi dimana alat pemancang akan diletakan, tanah haruslah dapat menopang berat alat. Bila mana elevasi akhir kepala tiang pancang berada di bawah permukaan tanah asli, maka galian harus dilaksanakan terlebih dahulu sebelum pemancangan. Perhatian khusus harus diberikan agar dasar pondasi tidak terganggu oleh penggalian diluar batas - batas yang ditunjukkan oleh gambar kerja.

2.4.2 Persiapan Alat Pemancang

Persiapan Alat Pemancang Pelaksana harus menyediakan alat untuk memancang tiang yang sesuai dengan jenis tanah dan jenis tiang pancang sehingga tiang pancang tersebut dapat menembus masuk pada kedalaman yang telah ditentukan atau mencapai daya dukung yang telah ditentukan, tanpa kerusakan. Bila diperlukan, pelaksana dapat melakukan penyelidikan tanah terlebih dahulu.

2.4.3 Penyimpanan Tiang *Spun Pile*

Tiang pancang disimpan di sekitar lokasi yang akan dilakukan pemancangan. Tiang pancang disusun seperti piramida, dan dialasi dengan kayu 5/10. Penyimpanan dikelompokkan sesuai dengan *type*, diameter, dimensi yang sama.

2.4.4 Pemancangan

Kepala tiang pancang harus dilindungi dengan bantalan topi atau mandrel. Tiang pancang diikatkan pada *sling* yang terdapat pada alat, lalu ditarik sehingga tiang pancang masuk pada bagian alat. Setelah melakukan pemancangan.

2.5 Jenis-jenis *Support System* Pada Dinding *Retaining Wall*

Yang dimaksud dari *support system* pada dinding penahan tanah ialah sebagai perkuatan dan menjaga kestabilan dinding penahan tanah pada saat aktivitas penggalian pada kedalaman tertentu seperti pada pembangunan konstruksi basement pada gedung bertingkat yang minim mempunyai lahan parkir, dan juga pada lereng yang sangat berpotensi terjadinya longsor sewaktu-waktu dalam waktu dekat ataupun dimasa yang akan datang. Berikut merupakan beberapa jenis *support*

system yang digunakan untuk menahan tanah untuk sementara waktu ataupun secara permanen:

2.5.1 *Strutting*

Strutting merupakan suatu perkuatan yang digunakan untuk memperkuat dinding penahan tanah pada struktur bawah atau basement. *Strutting* berfungsi sebagai pengaku atau perkuatan untuk struktur dinding penahan tanah pada saat proses pembangunan konstruksi basement dan *strutting* ini tidak dipasang secara permanen melainkan hanya untuk perkuatan sementara selama aktivitas penggalian basement berlangsung.

2.5.2 *Ground Anchor*

Ground Anchor adalah jangkar tanah yang dapat berfungsi untuk dapat menahan beban lateral yang berasal dari timbunan tanah dibelakang dinding penahan tanah, Karena hal inilah yang menyebabkan ground anchor dipilih sebagai solusi untuk mengantisipasi kelongsoran akibat tekanan tanah aktif. Pada prinsipnya penjangkaran pada tanah merupakan proses konstruksi dimana jangkar dimasukkan ke dalam tanah. *Ground Anchor* merupakan bagian yang cukup penting dari sebuah struktur yang mengirimkan gaya tarik (*tensile force*) dari struktur utama ke tanah disekitar jangkar. Kekuatan geser dari tanah disekitarnya digunakan untuk melawan gaya tarik jangkar tersebut, dan untuk mengikat jangkar pada tanah yang cocok. Kebanyakan dari jangkar biasanya terbuat dari bahan baja tendon dengan kekuatan tinggi yang dipasang pada sudut kemiringan tertentu dan pada kedalaman yang diperlukan untuk melawan beban yang ada pada lokasi konstruksi yang hendak dibangun.

2.5.3 *Soil Nailing*

Soil nailing adalah suatu metode perbaikan tanah asli yang pertama kali digunakan sebagai salah satu perkuatan untuk sebuah dinding penahan tanah di negara perancis pada tahun 1961. *Soil nailing* merupakan metode yang mengkombinasikan perkuatan pasif dari batangan baja dan adukan beton (*shotcrete*).

Soil nailing merupakan teknik perkuatan tanah *in-situ* untuk dapat menjaga kestabilan pada galian tanah dengan cara memasukkan perkuatan dengan ukuran relatif kecil dan biasanya besi beton yang dipasang dengan spasi yang dekat ke dalam massa tanah sehingga secara lokal tanah menjadi stabil oleh karena itu dalam pemasangan *soil nailing* merupakan cara yang tepat dilakukan jika kondisi tanah memiliki potensi akan terjadinya longsor.

Soil nailing merupakan salah satu metode konstruksi untuk perkuatan lereng. Solusi ini dianggap tepat dan mampu menahan tanah dari kemungkinan longsor yang akan terjadi meskipun pada kondisi jenuh air sepenuhnya atau curah hujan cukup tinggi.

2.6 Tekanan Tanah Lateral

Tekanan lateral tanah adalah tekanan oleh tanah pada bidang horisontal. Contoh dari aplikasi teori tekanan lateral adalah untuk desain-desain seperti dinding penahan tanah, terowongan, dinding *basement*, dll.

2.7 Kategori Tekanan Tanah Lateral

1. Jika dinding tidak bergerak K menjadi koefisien tekanan tanah diam (K_0).
2. Jika dinding bergerak menekan ke arah tanah hingga runtuh, Koefisien K mencapai minimum yang dinamakan tekanan tanah pasif (K_p).
3. Jika dinding menjauhi tanah, hingga terjadi keruntuhan, nilai K mencapai minimum yang dinamakan tekanan tanah aktif (K_a).

2.8 Perhitungan Tekanan Tanah Lateral Dengan Metode Rankine

Tekanan tanah lateral merupakan gaya yang ditimbulkan oleh akibat dari dorongan tanah tepat dibelakang struktur penahan tanah. Besarnya tekanan lateral yang ditimbulkan sangat dipengaruhi oleh perubahan letak (*displacement*) dari dinding penahan dan sifat-sifat tanah itu sendiri.

2.8.1 koefisien Tekanan Tanah Diam (K_0)

Tekanan tanah diam atau “*at rest*” menggambarkan kondisi dimana tanah dihalangi untuk bergerak dalam arah horizontal (oleh tanah disekitarnya atau oleh dinding yang sangat kuat) sehingga tanah berada dalam kondisi kesetimbangan statis. Yang di maksud keadaan kesetimbangan ini yaitu tanah yang mengalami konsolidasi karena tekanan vertikal akibat berat sendirinya, ini menimbulkan perubahan bentuk kearah lateral dan perubahan ini ditahan oleh tanah yang berada disekitarnya dengan tekanan tanah lateral sebesar σ_h , dan oleh waktu yang lama maka konsolidasi dan *creep* arah vertikal dan *horizontal* menjadi nol.

Untuk kedalaman tanah $z < h_1$, tekanan tanah lateral saat diam dinyatakan oleh persamaan:

$$\sigma_h' = K_0 \gamma z \dots\dots\dots (2.1)$$

Untuk $z=h_1$, maka:

$$\sigma h' = K_0 C h_1 \dots\dots\dots (2.2)$$

Variasi tekanan σ_h , untuk kedalaman $z > h_1$, tekanan tanah pada penahan merupakan komponen tekanan tanah efektif ditambah tekanan air pori.

Tegangan vertikal efektif:

$$\sigma v' = \gamma_b H_w + \gamma'(z - H_w) \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan $P_a = \frac{1}{2} H^2 \gamma_b K_a$ tekanan tanah aktif efektif total:

$$P_a = \frac{1}{2} H^2 \gamma_b K_a \dots\dots\dots (2.4)$$

Pada Sembarang kedalaman dibawah muka air, tekanan lateral akibat air:

$$U = \gamma W (z = h_1) w \dots\dots\dots (2.5)$$

Jumlah tekanan air total pada kedalaman h_1 sampai h_2 akan berupa diagram yang berbentuk segi tiga dengan alas $\gamma_w h_2$. Tekanana lateral akibat tekanan tanah dan air dengan $z < h_1$, adalah:

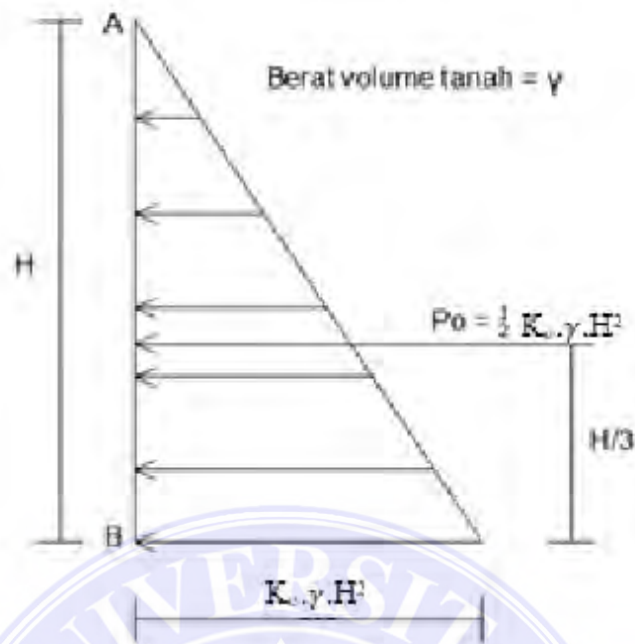
$$\sigma h = \sigma h + u \dots\dots\dots (2.6)$$

$$= K_0 [\gamma h_1 + \gamma'(z - h_1)] + \gamma W (z - h_1) \dots\dots\dots (2.7)$$

Jika, $z = h_1 + h_2 = H$, maka

$$\sigma h = K_0 [\gamma h_1 + \gamma'(z - h_1)] + \gamma W h_2 \dots\dots\dots (2.8)$$

Jumlah tekanan total pada dinding penahan tanah saat kondisi K_0 adalah jumlah luas seluruh diagram berikut ini :



Gambar 2.7 Koefisien Tekanan Tanah Diam (K_0)
 Sumber : Buku Mekanika Tanah II oleh Hary Christady Hardiatmo

2.8.2 Koefisien K Tekanan Tanah Pasif (K_p)

Menurut Hardiyatmo (2003), tekanan tanah pasif adalah tekanan tanah yang terjadi saat gaya mendorong dinding penahan tanah ke arah tanah urugannya, sedangkan nilai banding tekan horisontal dan vertikal yang terjadi didefinisikan sebagai koefisien tekanan tanah pasif atau k_p . nilai tekanan pasif lebih besar dari nilai tekanan tanah saat diam dan nilai tekanan aktif. Tekanan tanah pasif menunjukkan nilai maksimum dari gaya yang dapat dikembangkan oleh tanah pada gerakan struktur penahan terhadap tanah urugannya, yaitu tanah harus menahan gerakan dinding penahan tanah sebelum mengalami keruntuhan.

$$K_p = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan:

ϕ = Sudut geser tanah (°)

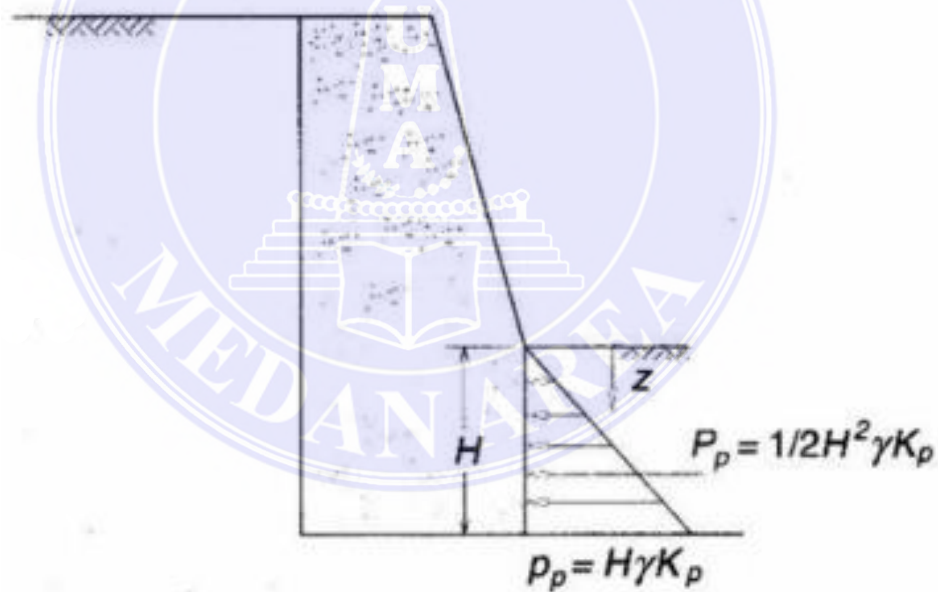
K_p = Koefisien tanah pasif

Tekanan tanah pasif total persatuan panjang dinding penahan tanah setinggi H, adalah:

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p + 2c \sqrt{K_p} H \dots\dots\dots (2.10)$$

Untuk $\phi = 0$, nilai $K_p = 1$, maka :

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 + 2cuH \dots\dots\dots (2.11)$$



Gambar 2.8 Koefisien Tekanan Tanah Pasif (K_p)
 Sumber : Buku Mekanika Tanah II oleh Hary Christady Hardiatmo

2.8.3 Koefisien K Tekanan Tanah Aktif (K_a)

Menurut Hardiyatmo (2003) tekanan tanah aktif adalah tekanan yang terjadi pada dinding penahan yang mengalami keluluan atau bergerak ke arah luar dari

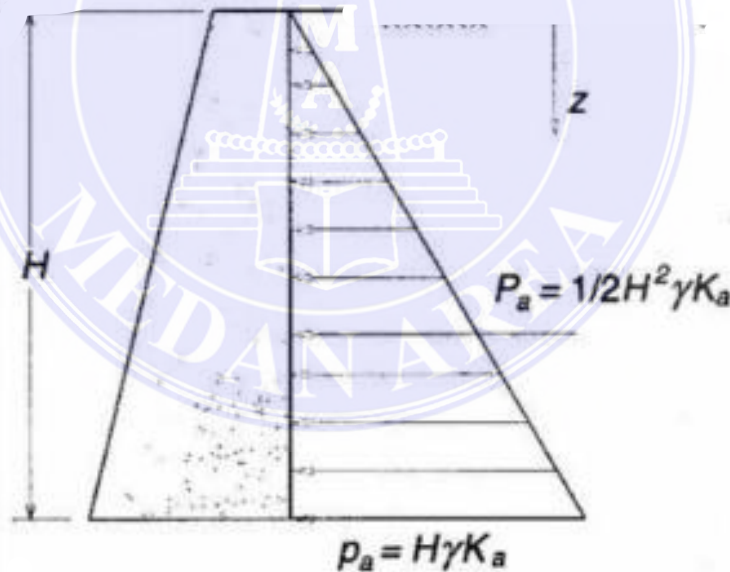
tanah urugan di belakangnya, sehingga menyebabkan tanah urug akan bergerak longsor ke bawah dan menekan dinding penahannya, sedangkan nilai banding tekanan horisontal dan tekanan vertikal yang terjadi didefinisikan sebagai koefisien tekanan tanah aktif atau K_a . Nilai tekanan aktif lebih kecil dari nilai tekanan saat diam. Gerakan dinding tanah menjauhi tanah urug menghilangkan pertahanan dibelakang dinding. Jadi tekanan tanah aktif adalah gaya yang cenderung mengurangi keseimbangan dinding penahan tanahnya.

$$K_a = \frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan:

φ = Sudut geser tanah ($^\circ$)

K_a = Koefisien tanah aktif

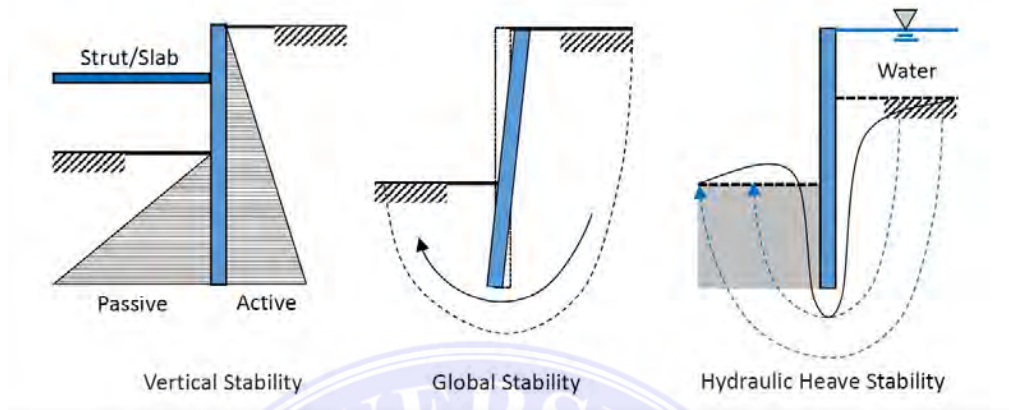


Gambar 2.9 Koefisien Tekanan Tanah Aktif (K_a)
 Sumber : Buku Mekanika Tanah II oleh Hary Christady Hardiatmo

2.8.4 Stabilitas Terhadap Penggeseran (*Sliding*)

Menurut Hardiyatmo (2015), stabilitas terhadap geser yaitu perbandingan gaya-gaya yang menahan bahaya geser adalah gerakan antara tanah dengan dasar

pondasi serta tekanan tanah pasif di depan dinding penahan tanah akibat tanah timbunan.



Gambar 2.10 Sketsa Pergeseran Dinding Penahan Tanah
Sumber: SNI 8460 – 2017

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

$$F_{gs} = \Sigma Rh / \Sigma Pah \geq 1,5 \text{ (OK)}$$

Keterangan:

$$\Sigma Rh = W \cdot f \text{ [2.18]}$$

$$= W \cdot \tan \phi h$$

Untuk tanah kohesi ($\phi = 0$)

$$\Sigma Rh = ca \cdot B$$

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

$$\Sigma Rh = ca \cdot B + W \cdot \tan \phi h$$

Dimana:

F_{gs} = Faktor aman terhadap penggeseran

ΣRh = Tahanan dinding penahan tanah terhadap geser (kN)

W = berat total dinding penahan tanah diatas pelat pondasi

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

ca = ad x c = adhesi antara tanah dan dasar dinding

c = kohesi tanah dasar

ad = faktor adhesi

B = lebar kaki dinding penahan (m)

ΣP_{ah} = Jumlah gaya horizontal

$(kN) f = \tan \phi =$ koefisien gesek antara tanah dasar dan dasar pondasi

2.8.5 Stabilitas Terhadap Penggulingan (*Overtuning*)

Stabilitas terhadap guling dinding penahan tanah harus mampu menahan gaya horizontal sehingga dinding penahan tidak roboh atau mengguling, dan momen penggulingan ini, dilawan oleh momen akibat berat sendiri dinding penahan dan momen akibat berat tanah di atas pelat pondasi.

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

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

Keterangan:

$$\Sigma M_w = w \cdot b_1$$

$$\Sigma M_{gl} = \Sigma P_{ah} \cdot h_1 + \Sigma P_{av} \cdot B$$

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)

2.9 Software Plaxis 8.6

Plaxis adalah sebuah paket program yang disusun berdasarkan metode elemen hingga yang telah dikembangkan secara khusus untuk melakukan analisis deformasi dan stabilitas dalam bidang rekayasa geoteknik. Prosedur pembuatan model secara grafis yang mudah memungkinkan pembuatan suatu model elemen hingga yang rumit dapat dilakukan dengan cepat, sedangkan berbagai fasilitas yang tersedia dapat digunakan untuk menampilkan hasil komputasi secara mendetil. Proses perhitungannya sendiri sepenuhnya berjalan secara otomatis dan didasarkan pada prosedur numerik yang handal. Pada skripsi ini menggunakan metode rankine untuk menghitung tekanan tanah pasif maupun aktif yang terjadi pada struktur dinding penahan tanah yang menggunakan *spun pile* berdiameter 80cm, dan dilanjutkan dengan perhitungan dengan aplikasi *plaxis 8.6* untuk mengetahui bentuk deformasi yang ditimbulkan oleh tekanan tanah, *total displacement* tanah, *safety factor* dan output lainnya dari aplikasi *plaxis 8.6*.

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 juga menerapkan metode antarmuka (*interface*) grafis yang mudah digunakan sehingga mempermudah pengguna dalam pembuatan model geometri dan jaring elemen berdasarkan penampang melintang dari kondisi yang hendak dianalisis. Program ini terdiri dari empat buah sub-program yaitu masukan (*input*), perhitungan (*calculation*), keluaran (*output*), dan kurva (*curve*). Kondisi di lapangan yang disimulasikan kedalam program *PLAXIS* ini bertujuan untuk mengimplementasikan tahapan pelaksanaan di lapangan ke dalam 28 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 *nonlinier* adalah sulit dan menghabiskan banyak waktu. Oleh karena itu 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 prosedur yang logis dan mudah digunakan. *PLAXIS* juga dapat digunakan untuk melakukan permodelan dan analisis semua permasalahan geoteknik seperti *slope stability*, *seepage*, dan konsolidasi. Selain itu *PLAXIS* juga bisa memodelkan dan menganalisis struktur geoteknik dan interaksi tanah dengan struktur seperti pondasi dangkal, pondasi dalam, dinding penahan tanah, ankur (*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.

2.10 Perhitungan Stabilitas Guling dan Stabilitas Geser

Gaya horizontal yang muncul akibat tekanan tanah aktif dapat beresiko akan menggulingkan dinding penahan tanah dengan titik pusat rotasi yang terletak di bawah lantai basement dibelakang dinding penahan tanah atau terhadap titik 0. Untuk menghitung total gaya di sesuaikan dengan luasan yang di bentuk kemudian menggabungkan titik berat segitiga dan persegi, untuk bidang segitiga berupa $1/2h$ dari tinggi segitiga, sedangkan untuk persegi hanya dikali tingginya.

Pemeriksaan Terhadap Geser (*sliding*)

Tahanan geser pada dinding penahan tanah sedalam 14 meter dengan diameter 0,8 meter akan dihitung dengan menganggap dasar dinding sangat kasar. Sehingga sudut geser $\sigma_h = \phi 38^\circ$ dan adhesi $C_d = C$.

Sehingga tahanan geser pada dinding penahan tanah dapat dihitung sebagai berikut:

Untuk tanah $c - \phi$ ($\phi > 0$ dan $c > 0$):

$$\Sigma R_h = c_d \cdot B + W \times P_p \tan 45^\circ$$

ΣR_h : tahanan dinding penahan tanah terhadap pergeseran

c_d : adhesi antara tanah dengan dasar dinding

B : lebar dinding penahan tanah (m)

W : berat dinding penahan dan tanah diatas plat (kN/m)

σ_h : sudut geser antara tanah dengan dasar tanah

Pemeriksaan Terhadap Guling

Kemudian momen guling ini akan diimbangi oleh berat sendiri dari dinding penahan tanah serta berat dari tanah timbunan sendiri yang akan menimbulkan momen penahan (M_b), berikut rumus dibawah ini:

$$M_b = M_w + M_p$$

$$F_{gl} = \frac{M_b}{M_a} > 1.5 \dots\dots\dots(2.13)$$



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Jl. Brigjend Katamso, Kec. Medan Maimun, Kota Medan, Sumatera Utara. Adapun titik penelitian pada proyek Pembangunan Rumah Sakit Regina Medan. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.1: Lokasi penelitian berada di jalan brigjen katamso
Kec. Medan maimum kota medan
Sumber: *Google Maps*

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan untuk penyelesaian skripsi ini merupakan awal dan di mulai nya penelitian untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam penyelesaian tugas akhir kali ini.

3.2.1 Pengumpulan data

Pengumpulan data adalah proses peroses tahap awal untuk pengadaan data primer atau sekunder untuk keperluan penelitian. Pengumpulan data merupakan langkah yang amat penting dalam metode ilmiah, karena pada umumnya data yang dikumpulkan digunakan untuk pengujian hipotesis, pengumpulan data merupakan faktor hal penting demi keberhasilan penelitian. Sumber data adalah mengenai asal data diperoleh, ada yang dari sumber langsung (data primer) dan data tidak langsung (data sekunder).

3.2.2 Data Umum Proyek

1. Nama Proyek : Rumah Sakit Regina Maris Medan
2. Owner : PT. Regina Mandiri Husada
3. Konsultan MK : PT. Cremona Para Mitra
4. Kontraktor Pelaksana : PT. Prima Abadi Jaya Medan
5. Lokasi : Jl. Brigjen Katamso No. 403-405, Medan
Maimum
6. Infrastruktur : Pembangunan Rumah Sakit kelas B di
Medan

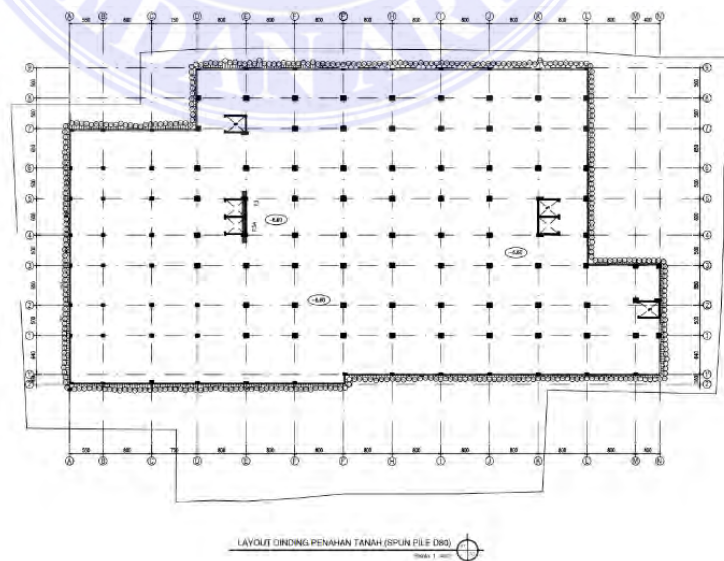
3.2.3 Data Struktur

1. Jenis Konstruksi : Gedung Rumah Sakit
2. Jumlah Lantai : 11 Lantai
3. Panjang Bangunan : ± 97 meter
4. Lebar Bangunan : ± 66.5 meter

Gambar proyek dan gambar Layout Pondasi Bangunan



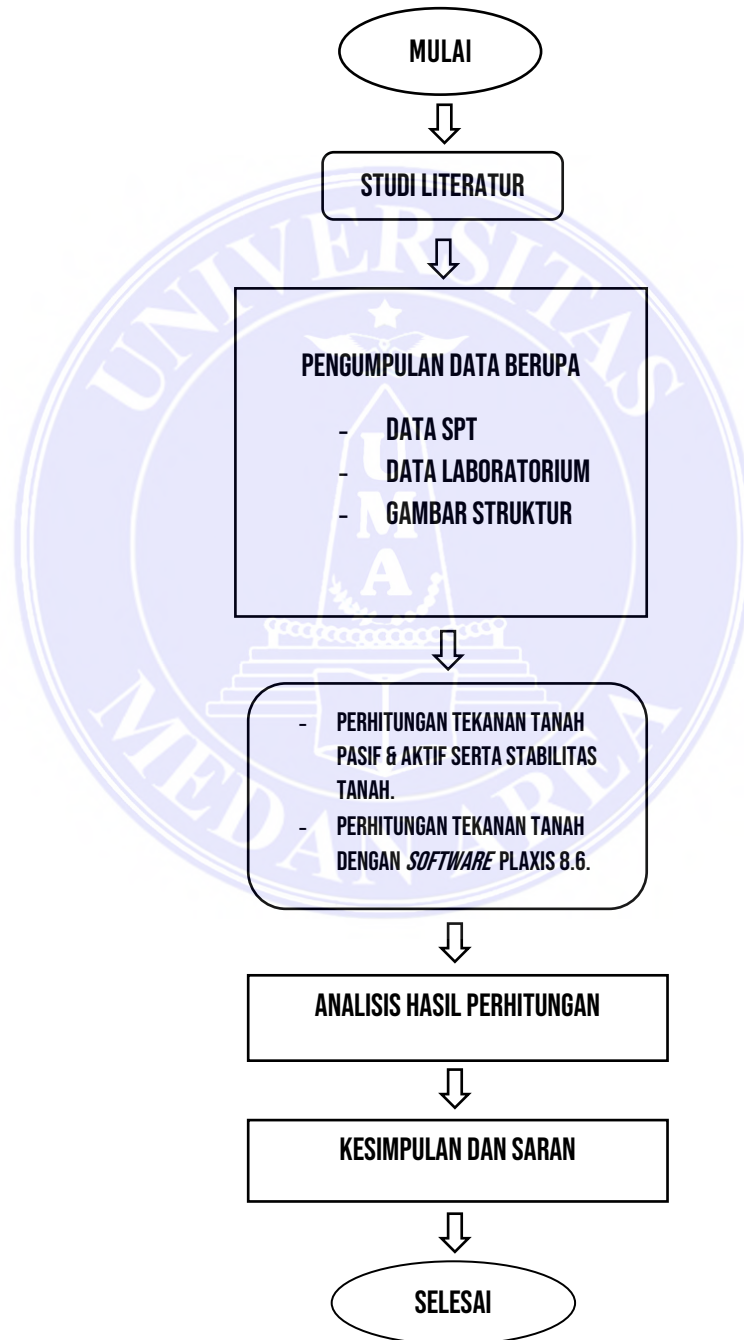
Gambar 3.2: Proses pemancangan spun pile.
(Dokumentasi Lapangan)



Gambar 3.3: Layout Dinding Penahan Tanah Rumah Sakit Regina Maris Medan.
(Dokumentasi Lapangan)

3.2.4 Diagram Alur

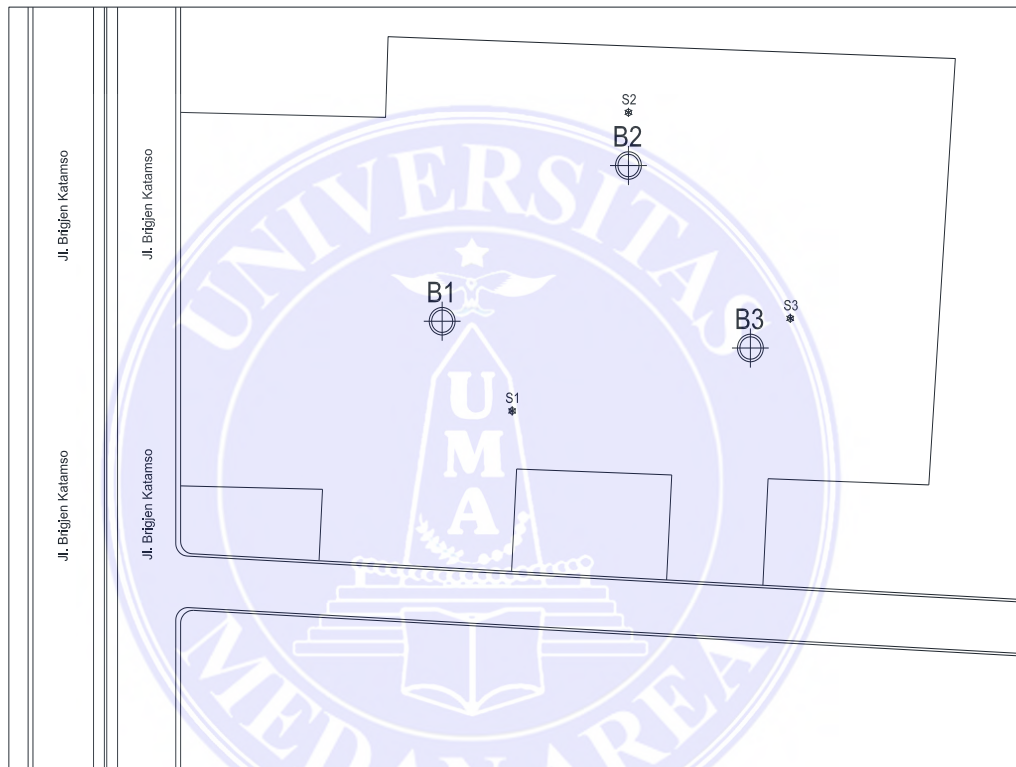
Diagram alur penelitian ini bertujuan untuk mempermudah tahapan-tahapan dalam proses penelitian. Pada tahapan penelitian skripsi kali ini, digambarkan pada diagram alur penelitian seperti dibawah ini :



Gambar 3.4 Bagan Alir Penelitian

3.3 Data Pendukung

Data pendukung pada struktur dinding penahan tanah dengan menggunakan *spun pile* sebagai acuan untuk perhitungan tekanan tanah pasif & aktif maupun stabilitas dinding penahan tanah yang memerlukan data data sebagai berikut:



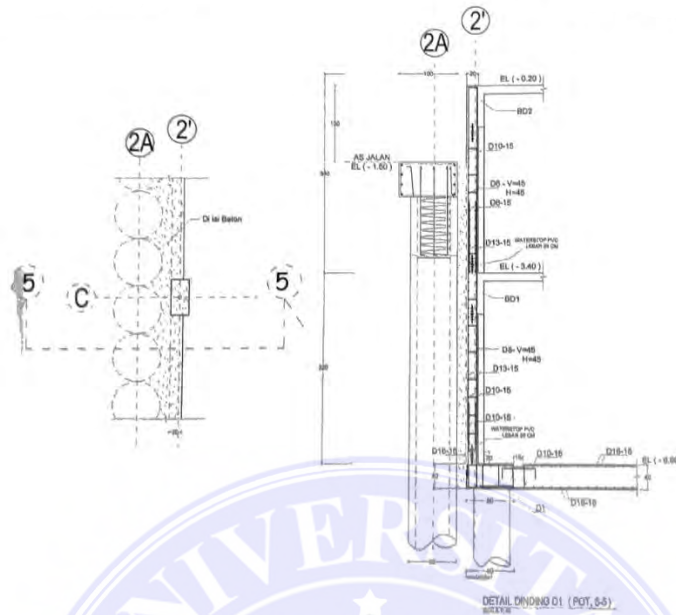
Gambar 3.5 *Siteplan* Titik Bor dan Sondir
Sumber: Data Proyek Rumah Sakit Regina Maris Medan

Tabel 3.1 Tabel pemeriksaan hasil borlog untuk penentuan kelas situs dititik BH-1

Dept (m)	N - SPT	D (m)	d/N
2.45	13	2.45	0.19
4.45	29	2	0.07
6.45	47	2	0.04
8.45	31	2	0.06
10.45	10	2	0.20
12.45	11	2	0.18
14.45	11	2	0.18
16.45	20	2	0.10
18.45	22	2	0.09
20.45	31	2	0.06
22.45	60	2	0.03
24.45	60	2	0.03
26.45	60	2	0.03
28.45	60	2	0.03
30.45	60	2	0.03
	Σd	30.45	
	$\Sigma d/C$		1.35

$$N = \Sigma d / (\Sigma d / N) = 22.55$$

Sumber: Data Proyek Rumah Sakit Regina Maris Medan



Gambar 3.6: Detail Dinding D1 & Pot. 5-5
Sumber: Data Proyek Rumah Sakit Regina Maris Medan, 2022

Tabel 3.2 Data-data parameter tanah plaxis 8.6

Uraian	Unit	Gravelly Coarse Sand Some Silt	Gravelly Coarse Sand Some Silt	Silty Fine Sand Some Clay	Silty Fine Sand Some Clay	Silty Fine Sand
Model	-	Soft Soil	Soft Soil	Soft Soil	Soft Soil	Soft Soil
Material	-	Model	Model	Model	Model	Model
Kedalaman	mtr	3.50-4.50	7.50-8.00	13.5-14.00	27.50- 28.00	33.50- 34.00
Drainage type	-	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained
γ - Unsat	kN/m ³	15.886	16.896	11.944	18.34	13.003
γ - sat	kN/m ³	18.054	18.416	17.043	20.809	17.642
E	kN/m ³	8000	8000	5000	5000	6000
ν (Nu)	-	0.35	0.35	0.25	0.25	0.25
C_{ref}	kN/m ³	4.22×10^{-4}	4.51×10^{-4}	9.61×10^{-4}	4.81×10^{-4}	8.14×10^{-4}
Φ (Phi)	-	37°	39°	26°	42°	33°
Ψ (Psi)	-	0	0	0	0	0
λ (Lambda)	-	0.0029	0.020	0.025	2.0	2.0
κ (Kappa)	-	0.0012	0.00249	0.0025	0.002	0.002

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 2.54 dari nilai SF yang diizinkan sebesar 1,5. Untuk stabilitas terhadap geser nilai SF yang didapat memenuhi syarat aman yaitu 2.447 dari nilai SF yang diizinkan sebesar 2.
2. Untuk analisis *plaxis* pada proses penggalian pertama stabilitas terhadap geser dan guling di dapat angka *safety factor* (SF) yaitu 1.81. Pada proses penggalian kedua stabilitas terhadap geser dan guling di dapat angka *safety factor* (SF) yaitu 1.82 dan pada proses penggalian ketiga yaitu 2.95.
3. Untuk tingkat keefisienan perhitungan antara metode rankine dan *software plaxis* 8.6 dengan pertimbangan dalam hal mempersingkat waktu dan kemudahan pengkalkulasian *software plaxis* 8.6 lebih dominan dibandingkan dengan metode rankine, tetapi hal yang perlu diingat bahwa metode rankine dan *software plaxis* 8.6 tidak dapat dibandingkan melalui metode perhitungannya dikarenakan metode rankine dan *software plaxis* 8.6 memiliki metode perhitungan yang

sangat berbeda, namun keduanya memiliki tujuan yang sama dalam hal pengkalkulasian tanah dengan berbagai jenis.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut:

1. Pada perhitungan kali ini jika ingin membandingkan antara metode satu dengan yang lainnya harus menggunakan metode yang biasa digunakan dalam menghitung tekanan tanah seperti metode rankine & coulomb.
2. Untuk perhitungan dinding penahan tanah juga harus melihat dari aspek ketelitian dalam penginputan data dalam perhitungannya.
3. Bagi peneliti selanjutnya juga harus memperhatikan kelengkapan data perhitungan dinding penahan tanah, dalam kasus perhitungan ini tidak tersedianya data perhitungan terperinci yang terlampir dan hanya melampirkan data *output software* didalam data tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional (2017), SNI 8460:2017 Persyaratan perencanaan geoteknik. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional (2008), SNI 4153:2008 Cara uji penetrasi lapangan dengan SPT. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Bowles. J.E,1988: "Analisis dan Desain Pondasi" Erlangga, Jakarta.

Hardiyatmo, Hary Christady. 2003. Mekanika Tanah II (Edisi Ketiga). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Hardiyatmo, Hary Christady. 2003. Teknik Fondasi 2 (Edisi keempat). Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. Mekanika Tanah I (Edisi Ketiga). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Hardiyatmo Hary C 1992 Mekanika tanah I, PT Gramedia Pustaka Uama, Jakarta

Jakarta: PT Pradnya Paramita. Ritchie Specs. (2007). Komatsu D375A-1 Crawler Tractor.

Rostiyanti, S. F. (2008). Alat Berat untuk Proyek Konstruksi.

Sosrodarsono, S., dan Nakazawa. 2000. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi.

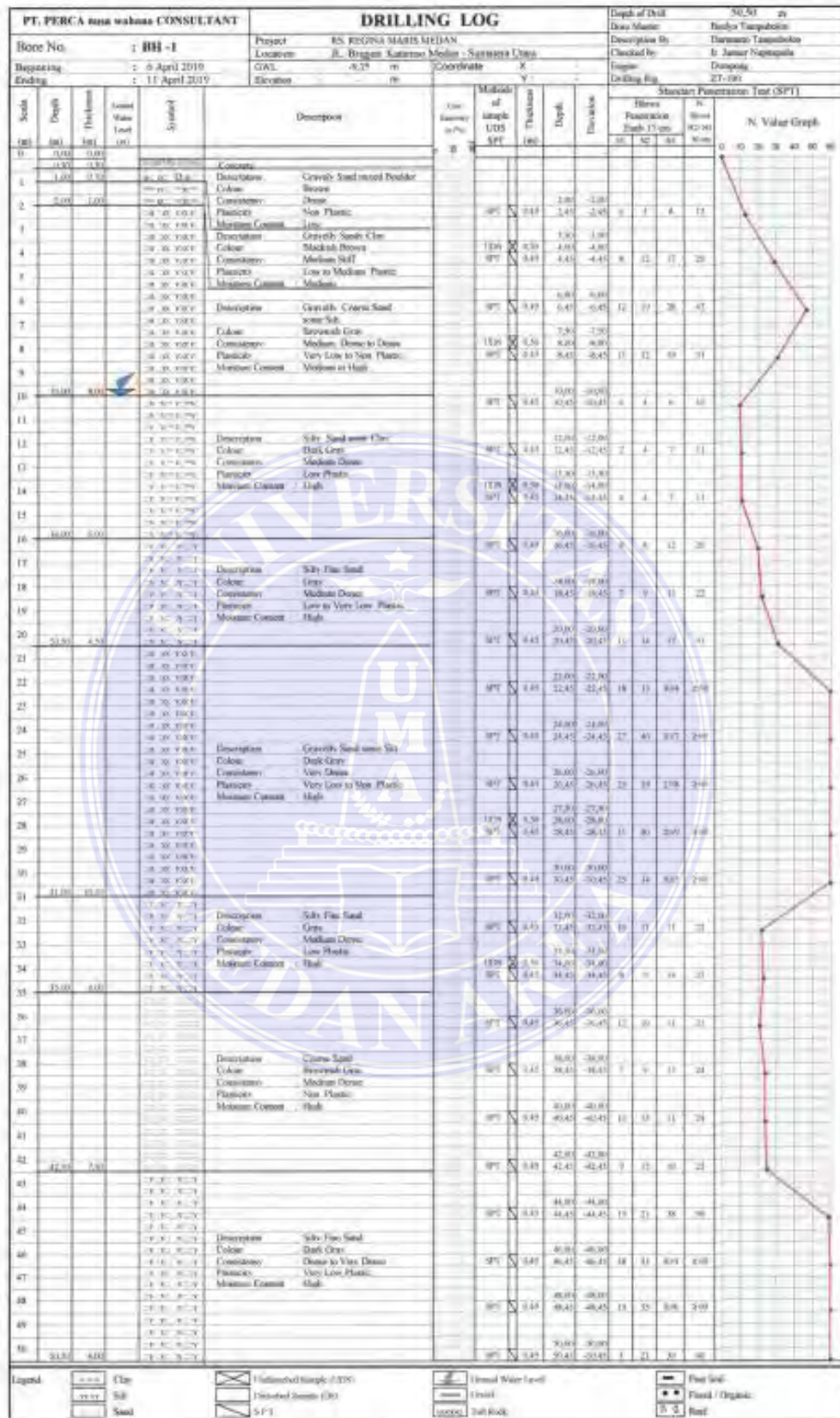
LAMPIRAN



Gambar 1 Potongan Bangunan



Gambar 2 Titik Bor



Gambar 3 Data Bore Hole

Bore No.		BH-1	BH-1
Depth		3.50 - 4.00 m	7.50 - 8.00 m
Moisture Content	W (%)	15.20	17.16
Natural Density	$\bar{\rho}_b$ (gr/cc)	1.620	1.723
Dry Density	$\bar{\rho}_d$ (gr/cc)	1.406	1.471
Unit Weight of Saturated	$\bar{\rho}_{sat}$ (gr/cc)	1.841	1.878
Specific Gravity	G _s	2.489	2.481
Void Ratio	e	0.7706	0.6872
Porosity	n	0.4352	0.4073
Degree of Saturation	S _r (%)	49.10	61.95
Atterberg Limit Test			
Liquid Limit	LL (%)	14.65	13.88
Plastic Limit	PL (%)	9.90	9.39
Plastic Index	PI (%)	4.75	4.49
Soil Classification			
AASTHO		A - 2 - 4	A - 2 - 4
USCS		ML	ML
Sieve Analysis Test			
No. 4	Passing Percent	83.47	81.99
No. 10	Passing Percent	56.02	55.74
No. 20	Passing Percent	39.09	35.84
No. 40	Passing Percent	31.35	27.36
No. 60	Passing Percent	28.53	24.50
No. 100	Passing Percent	25.06	22.11
No. 200	Passing Percent	18.52	16.12
Unconfined Compression Test			
Q _u	(Kg/cm ²)	0.000	0.000
Strain	(%)	0.00	0.00
Direct Shear Test			
Internal Friction	Φ (Degree)	37 ^o 49 "	39 ^o 2 " 57.62 "
Cohesion	c (Kg/cm ²)	0.043	0.046
Consolidation Test			
In situ Void Ratio	e ₀	0.758	0.687
Coefisien of Consolidation	C _v (Cm ² /sec)	2.43E-02	2.21E-02
Compression Index	C _c	0.0694	0.0518
Permeability	K (Cm/sec)	5.33E-07	3.01E-07

Lokasi : Jl. Brigjen Katamsa
Medan – Sumatera Utara

- 40 -

PT. PERCA nw CONSULTANT

Gambar 4 BH-1

Bore No.		BH-1	BH-1
Depth		13.50 - 14.00 m	27.50 -28.00 m
Moisture Content	W (%)	34.09	9.75
Natural Density	$\bar{\alpha}_b$ (gr/cc)	1.634	2.053
Dry Density	$\bar{\alpha}_d$ (gr/cc)	1.218	1.871
Unit Weight of Saturated	$\bar{\alpha}_{sm}$ (gr/cc)	1.738	2.112
Specific Gravity	Gs	2.536	2.467
Void Ratio	e	1.0812	0.3187
Porosity	n	0.5195	0.2417
Degree of Saturation	Sr (%)	79.96	75.48
Atterberg Limit Test			
Liquit Limit	LL (%)	33.33	16.14
Plastic Limit	PL (%)	20.60	10.38
Plastic Index	PI (%)	12.74	5.76
Soil Classification			
AASTHO		A - 6	A - 2 - 4
USCS		ML	ML
Sieve Analysis Test			
No. 4	Passing Percent	99.52	80.85
No. 10	Passing Percent	86.56	53.46
No. 20	Passing Percent	75.18	37.09
No. 40	Passing Percent	63.26	28.43
No. 60	Passing Percent	57.48	25.40
No. 100	Passing Percent	48.34	21.58
No. 200	Passing Percent	34.67	15.89
Unconfined Compression Test			
Qu	(Kg/cm ²)	0.121	0.000
Strain	(%)	1.50	0.00
Direct Shear Test			
Internal Friction	Φ (Degree)	26 ° 24 " 34.83 "	42 ° 36 " 32.71 "
Cohesion	c (Kg/cm ²)	0.098	0.049
Consolidation Test			
Insitu Void Ratio	eo	1.079	-
Coefisien of Consolidation	Cv (Cm ² /sec)	2.45E-02	-
Compression Index	Cc	0.2699	-
Permeability	K (Cm/sec)	1.49E-06	-

Lokasi : JL. Brigjen Katamso
Medan – Sumatera Utara

- 41 -

PT. PERCA nw CONSULTANT

Gambar 5 BH-1


Bore No.		BH-1	BH-2
Depth		33.50 - 34.00 m	3.50 - 4.00 m
Moisture Content	W (%)	27.31	14.35
Natural Density	$\bar{\rho}_b$ (gr/cc)	1.688	1.599
Dry Density	$\bar{\rho}_d$ (gr/cc)	1.326	1.398
Unit Weight of Saturated	$\bar{\rho}_{sa}$ (gr/cc)	1.799	1.828
Specific Gravity	G _s	2.518	2.451
Void Ratio	e	0.8989	0.7530
Porosity	n	0.4734	0.4296
Degree of Saturation	S _r (%)	76.50	46.70
Atterberg Limit Test			
Liquid Limit	LL (%)	29.65	NP
Plastic Limit	PL (%)	18.16	NP
Plastic Index	PI (%)	11.49	NP
Soil Classification			
AASHTO		A - 2 - 6	A - 3
USCS		ML	SP
Sieve Analysis Test			
No. 4	Passing Percent	100.00	97.05
No. 10	Passing Percent	92.14	60.46
No. 20	Passing Percent	85.21	39.92
No. 40	Passing Percent	73.79	24.68
No. 60	Passing Percent	63.95	19.70
No. 100	Passing Percent	49.41	16.43
No. 200	Passing Percent	32.50	9.89
Unconfined Compression Test			
Q _u	(Kg/cm ²)	0.000	NP
Strain	(%)	0.00	NP
Direct Shear Test			
Internal Friction	Φ (Degree)	33 " 36 " 25.35 "	37 " 40 " 43.48 "
Cohesion	c (Kg/cm ²)	0.083	0.041
Consolidation Test			
Insitu Void Ratio	e ₀	0.889	-
Coefisien of Consolidation	C _v (Cm ² /sec)	2.72E-02	-
Compression Index	C _c	0.1546	-
Permeability	K (Cm/sec)	8.55E-07	-

Lokasi : JL. Brigjen Katamso
Medan - Sumatera Utara

- 42 -

PT. PERCA mW CONSULTANT

Gambar 6 BH-1

PT. PERCA nusa wahana CONSULTANT		PHOTO DOKUMENTASI	
			
<p><u>Pengujian Bor Mesin Titik - 1 (BH-1)</u></p>			
<p><u>Sample Bor Mesin Titik - 1 (BH-1) Kedalaman 0,00 - 40,45 m</u></p>			
Project :		Location :	Page :
RS. REGINA MARIS MEDAN		JL. Brigjen. Katamsi Medan - Sumatera Utara	12

Gambar 7 Foto dokumentasi saat pengeboran



Gambar 8 Foto saat penggalian dengan *excavator*



Gambar 9 Dokumentasi penggalian *basement*



Gambar 10 Dokumentasi penggalian *basement*



Gambar 11 Dokumentasi penggalian *basement*



Gambar 12 Dokumentasi penggalian *basement*



Gambar 13 Dokumentasi penggalian *basement*



Gambar 14 Dokumentasi penggalian *basement*



Gambar 15 Dokumentasi penggalian *basement*



Gambar 16 Dokumentasi penggalian *basement*



Gambar 17 Dokumentasi pemancangan *spun pile*