

**ANALISIS STABILITAS *RETAINING WALL* PADA *BLOK*
LANDFILL SANITARI TPA**

SKRIPSI

OLEH:

**RINDI OKTAVIANA
188110036**



**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 27/11/23

Access From (repository.uma.ac.id)27/11/23

ANALISIS STABILITAS *RETAINING WALL* PADA *BLOK LANDFILL* SANITARI TPA

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 ⁱⁱ 27/11/23

Access From (repository.uma.ac.id)27/11/23

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Stabilitas Retaining Wall Pada Blok Landfill Sanitari TPA
Nama : Rindi Oktaviana
NPM : 188110036
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing

Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T
Pembimbing

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

Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T
Ka. Program Studi

Tanggal Lulus : 20 juli 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.

Medan, 25 Oktober 2023



Rindi Oktaviana
188110036



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Rindi Oktaviana
NPM : 188110036
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Redesain Struktur Gedung Fakultas Teknik Universitas Medan Area Menggunakan Metode Flat Slab. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi 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 : 25-Oktober - 2023
Yang menyatakan


(Rindi Oktaviana)

Penulis dilahirkan di Medan Pada tanggal 07 Oktober 2000 dari Ayah Wagiran dan Ibu Sariana Saragih Penulis merupakan putri ke 3 dari 3 bersudara. Tahun 2018 Penulis lulus dari SMA Swasta Dharmawangsa Medan. dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Selama mengikuti perkuliahan penulis pada tahun 2021 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Bendungan Lau Simeme.



KATA PENGHANTAR

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 Dinding Penahan Tanah dengan judul Analisis Stabilitas Retaining Wall Pada Blok Landfill Sanitari TPA Terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing saya dan Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman teman saya yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. 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.

Penulis



(Rindi Oktaviana)

ABSTRAK

Kestabilan dinding penahan tanah merupakan suatu hal yang paling penting dalam struktur pembangunan TPA. Untuk menunjang strukturnya, dinding penahan tanah kuat terhadap gaya geser, gaya guling dan daya dukung sehingga perlu dianalisis apakah dinding tersebut aman. Seperti halnya dinding penahan tanah pada TPA Dusun Sungai Basah Tadukan Raga Kecamatan STM Hilir Kabupaten Deli Serdang yang menunjukkan tumpukan tanah lebih tinggi dari pada dinding penahan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai faktor keamanan dinding penahan tanah. Pada TPA dusun sungai basah menggunakan metode perhitungan analisis *coulomb* dan *rankine*. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode *rankine* pada perhitungan stabilitas gaya guling pada *rankine* mendapatkan hasil SF $1,858 > 1,5$ sedangkan *coulomb* SF $2,039 > 1,5$. Stabilitas terhadap gaya geser untuk *rankine* $1,8488 > 1,5$ sedangkan *coulomb* $2,032 > 1,5$ dinyatakan aman. Faktor keamanan daya dukung tanah mendapat hasil $3,83 > 1,5$ dinyatakan aman. Dari hasil analisis dapat disimpulkan dinding penahan tanah TPA dusun sungai basah aman terhadap gaya geser, gaya guling dan daya dukung tanah.

Kata Kunci : *rankine, coulomb*, dinding penahan tanah, daya dukung tanah, TPA.

ABSTRACK

The stability of retaining walls is the most important thing in the landfill construction structure TPA. To support the structure, retaining walls area strong against shear forces, overturning forces and the bearing capacity of the soil so it is necessary to analyze whether the walls are safe. As is the case with the retaining wall at the Dusun Sungai Basah Tadukan Raga Landfill, STM Hilir District, Deli Serdang district. Which shows that the pile of soil is higher than the retaining wall. At the wet river hamlet landfill using coulomb and rankine analysis calculation methods. The results of the analysis of the rolling force on the rankine results in SF 1.858>1.5 while the coulomb SF is 2.039>1.5. Stability against shear force for rankine 1.8488>1.5 while coulomb 2.032>1.5 is declared safe. The safety factor for soil bearing capacity was 3,83>1,5 and was declared safe. From the results of the analysis it can be concluded that the retaining walls of the sungai basah landfill are safe against shear forces, overturning forces and the carrying capacity of the soil.

Keywords: rankine, coulomb, retaining wall, Soil bearing capacity.

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
KATA PENGHANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud Penelitian.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Rumusan Masalah.....	2
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 Klasifikasi Tanah.....	5
2.2.1 Sistem Klasifikasi USDA.....	8
2.2.2 Sistem Klasifikasi AASHTO.....	10
2.2.3 Sistem Klasifikasi <i>Unified</i> (USCS).....	13
2.3 Tanah Lempung.....	17
2.4 Dinding Penahan Tanah (<i>Retaining Wall</i>).....	19
2.4.1 Dinding Penahan Tanah Jenis <i>Gravity Wall</i>	20
2.5 Metode Perhitungan Tumpuan Bebas Untuk Tanah Lempung.....	21
2.6 Tekanan Tanah Aktif dan Pasif <i>Rankine</i>	23
2.6.1 Tekanan Tanah Aktif.....	24
2.6.2 Tekanan Tanah Pasif.....	25
2.7 Tekanan Tanah Aktif dan Pasif <i>Coulomb</i>	26
2.7.1 Tekanan Tanah Aktif.....	27
2.7.2 Tekanan Tanah Pasif.....	28
2.8 Data CBR (<i>California Bearing Ratio</i>).....	28
2.9 Data Sondir Dan Torelasi Terhadap Parameter Tanah.....	30
2.10 Stabilitas Gaya Guling.....	33
2.11 Stabilitas Gaya Geser (<i>Sliding</i>).....	34

2.12 Stabilitas Daya Dukung Tanah.....	35
BAB III. METODE PENELITIAN	37
3.1 Lokasi Dan Tempat Penelitian	37
3.2 Teknik Pengumpulan Data	38
3.3 Studi Pustaka	38
3.4 Metode Penelitian.....	39
3.5 Data Tanah Ekisting	40
3.6 <i>Typikal Retaining Wall</i>	44
3.7 Kerangka Berfikir.....	45
BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Hasil Penelitian Yang Dilakukan Dilapangan.....	47
4.1.1 Analisis Jenis Tanah.....	47
4.2 Analisis Perhitungan Manual Dinding Penahan Tanah.....	47
4.2.1 Perhitungan Tekanan Aktif Dan Pasif <i>Rankine</i>	47
4.2.2 Perhitungan Tekanan Aktif Dan Pasif <i>Coulomb</i>	51
4.3 Perhitungan Stabilitas Daya Dukung Tanah.....	54
4.3.1 Perhitungan Stabilitas Gaya Guling Serta Gaya Geser.....	56
4.4 Perhitungan Data CBR.....	61
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA	xvi
LAMPIRAN.....	xviii

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Komponen Dalam Berbagai Macam Tipe Tanah.....	8
Tabel 2	Korelasi Data CBR Terhadap Klasifikasi Tanah	30
Tabel 3	Hubungan antara kepadatan, relative density, Nilai SPT, qc dan es.....	32
Tabel 4	Hubungan antara Es dan qc.....	32
Tabel 5	CBR Lapangan.....	41
Tabel 6	Parameter Tanah.....	43
Tabel 7	Jenis Tanah Per Lapisan.....	44
Tabel 8	Hasil Rekapitulasi Perhitungan Tekanan Tanah Aktif <i>Rankine</i>	49
Tabel 9	Hasil Rekapitulasi Perhitungan Tekanan Tanah Pasif <i>Rankine</i>	50
Tabel 10	Hasil Rekapitulasi Perhitungan Tekanan Tanah Aktif <i>Coulomb</i>	52
Tabel 11	Hasil Rekapitulasi Perhitungan Tekanan Tanah Pasif <i>Coulomb</i>	54
Tabel 12	Perhitungan Momen Terhadap Titik 0	60
Tabel 13	CBR Pada Titik 1	62
Tabel 14	Tabel Pengujian Data CBR.....	63
Tabel 15	Tabel Perhitungan Daya Dukung Tanah.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Klasifikasi Berdasarkan Tekstur oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA)	10
Gambar 2 Nilai-Nilai Batas <i>Atterberg</i> untuk Sub kelompok Tanah	12
Gambar 3 Klasifikasi Tanah USCS.....	15
Gambar 4 Grafik Plastisitas Untuk Klasifikasi USCS	16
Gambar 5 Grafik Plastisitas	16
Gambar 6 Variasi Indeks Plastisitas Dengan Persen Fraksi Lempung	19
Gambar 7 Dinding Penahan Tanah <i>Gravity Wall</i>	20
Gambar 8 Variasi Kontruksi Baja	21
Gambar 9 Distribusi Tekanan Pada Setiap Kedalaman	22
Gambar 10 Tekanan Aktif <i>Rankine</i>	24
Gambar 11 Tekanan Pasif <i>Rankine</i>	25
Gambar 12 Tekanan Aktif <i>Coulomb</i>	27
Gambar 13 Tekanan Pasif <i>Coulomb</i>	28
Gambar 14 Grafik Kolerasi Nilai CBR Terhadap Daya Dukung Tanah.....	30
Gambar 15 <i>Soil Behavior Type</i>	31
Gambar 16 Kolerasi Nilai γ Terhadap Klasifikasi Tanah	33
Gambar 17 Lokasi Penelitian	37
Gambar 18 Denah Lokasi Penelitian.....	37
Gambar 19 <i>Drilling Log</i>	42
Gambar 20 Pemodelan Kondisi Awal Dinding.....	43
Gambar 21 Detail Bentang Tanggul TPA Deli Serdang.....	44

Gambar 22 Kerangka Berfikir.....	46
Gambar 23 Diagram Tekanan Aktif dan Pasif <i>Rankine</i>	48
Gambar 24 Diagram Tekanan Aktif dan Pasif <i>Coulomb</i>	51
Gambar 25 Tabel Tahud.....	59
Gambar 26 Momen Akibat Gaya Terhadap titik 0.....	60



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Proyek.....	xviii
Lampiran 2. <i>Drilling log</i>	xix
Lampiran 3. Data CBR.....	xx
Lampiran 4. Potongan Melintang.....	xxx



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek pembangunan TPA (Tempat Pembuangan Akhir) Deli Serdang merupakan proyek sebuah sanitasi pengolahan sampah di daerah Tanjung Morawa, terletak di Dusun sungai basah Desa tadukan raga, Kecamatan STM Hilir Kabupaten Deli Serdang. Proyek tersebut dimulai pada tahun 2020 sampai dengan tahun 2022. Proyek ini menggunakan konstruksi penahan tanah jenis *gravity wall*. Proyek pembangunan TPA ini dimulai pada Konstruksi *gravity wall* merupakan jenis konstruksi klasik, dimana hanya mengandalkan beratnya untuk melawan gaya-gaya yang bekerja. Sehingga, semakin besar tekanan tanah yang bekerja, semakin besar pula dimensi dinding penahan tanah yang diperlukan.

Pembangunan TPA Deli Serdang, Kabupaten Deli Serdang, bangunan utama dalam pembangunan tersebut yakni *Blok Landfill*, *blok Landfill* merupakan suatu bangunan yang dalam pekerjaannya yakni galian dan timbunan tanah, dalam perencanaan pembangunan *blok landfill* tersendiri mengutamakan pembentukan tanggul *blok landfill*, dengan dimensi dan desain yang sudah direncanakan *blok landfill* membutuhkan dinding penahan tanah untuk stabilisasi tanah dari gaya geser dan gaya guling pada tanggul *blok landfill* serta perhitungan stabilitas merupakan salah satu aspek yang tidak boleh diabaikan karena stabilitas sangat mempengaruhi usia desain dinding penahan tanah. Ukuran *block landfill* sendiri memiliki panjang 210 m, lebar 63 m, sisi miring 3 m, tinggi 3 m dan memakai mutu beton k-175. Jenis tanah pada TPA yaitu jenis tanah lempung. Analisis metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu perhitungan manual dengan

metode *rankine* dan *Coulumb*.

Maka dari itu penulis mengangkat masalah tersebut untuk menjadi topik penelitian penulis dengan judul “**Analisis Stabilitas Retaining Wall Pada Blok Landfill Sanitasi Pembangunan TPA**”.

1.2 Maksud Penelitian

Menganalisis kestabilan struktur dinding penahan tanah terhadap beban-beban yang bekerja seperti gaya geser, gaya guling dan daya dukung tanah.

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui kestabilan dinding penahan tanah dengan perkuatan terhadap gaya geser, gaya guling serta daya dukung tanah sesuai *safety factor*.

1.4 Rumusan Masalah

Seberapa aman menstabilkan konstruksi dinding penahan tanah yang aman terhadap gaya geser, gaya guling yang bekerja menggunakan *gravity retaining wall* ?

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan hasil identifikasi masalah yang telah diuraikan, untuk memberi ruang lingkup yang jelas dan terarah, maka permasalahan dalam penelitian ini dibatasi pada:

1. Penelitian dilakukan di TPA Deli Serdang, Kab. Deli Serdang.
2. Pengujian dilakukan pada area *blok landfill* TPA Deli Serdang.

3. Perhitungan kestabilan dinding penahan tanah dilakukan terhadap kondisi tanah pada area *blok landfill* TPA Deli Serdang.
4. Konstruksi alternatif dinding penahan tanah yang digunakan yaitu *Gravity Retaining Wall*.
5. Pengecekan angka factor keamanan (*safety factor*) dari dinding penahan tanah
6. Metode perhitungan menggunakan analisis struktur perhitungan manual dengan menggunakan metode *rankine* dan metode *coulumb*.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Bagi penulis, mengetahui stabilitas *retaining wall* yang aman dan sesuai.
2. Bagi Pembaca, dapat memberikan wawasan dan pengembangan ilmu lebih dalam sehingga lebih mengetahui bagaimana stabilitas faktor keamanan terhadap gaya geser dan gaya guling.
3. Menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian penelitian berikutnya yang berhubungan dengan perencanaan *retaining wall*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Beberapa peneliti telah melakukan berbagai penelitian tentang analisis stabilitas lereng dan perencanaan dinding penahan tanah menggunakan metode perhitungan manual *rankine*. Beberapa hasil penelitiannya adalah sebagai berikut:

Menurut Melania Kalalo dan Jack H. Tico, Agnes T. Mandagi, Kestabilan suatu konstruksi bangunan merupakan hal yang paling penting dalam perencanaannya. Penelitian tentang Analisis stabilitas dinding penahan tanah ini, akan dianalisis secara manual. Dari hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah dengan pengaruh beban gempa (zona 5) untuk kondisi 2 menunjukkan kondisi sudah tidak stabil. Dan menunjukkan dinding penahan tanah yang tidak stabil dengan angka faktor keamanan 1.0.

Menurut Jeremia Hadibroto P, Faktor yang menentukan dalam pelaksanaan basement merupakan metode konstruksi. Basement yang umumnya digunakan sebagai tempat parkir menggunakan dinding penahan tanah. Dari hasil perhitungan yang di lakukan dengan aplikasi microsoft excel, maka didapatkan kesimpulan stabilitas terhadap guling $|e| = 0.36 \text{ m} < B/6 = 0.33 \text{ m}$ OK! ; stabilitas terhadap geser $F_s = 1.16 < 1.50$ Tidak stabil! ; daya dukung tanah $q_1 = 3.94 \text{ t/m}^2 < q_a = 62.16 \text{ t/m}^2$ OK! ; $q^2 = 1.66 \text{ t/m}^2 < q_a = 62.16 \text{ t/m}^2$ OK!

Menurut Kenneth Dwi Kurniawan, dinding penahan tanah merupakan salah satu teknik pengendalian tanah yang sangat diperlukan untuk menanggulangi kelongsoran. Hasil analisa menunjukkan bahwa dinding penahan tanah kantilever dengan dimensi $H = 7$, $B = 5$, $T = 0,5$, T_t dan $T_h = 0,7$, $L_t = 0,7$ dan $L_h = 3,3$,

kantilever tersebut dinyatakan aman dengan nilai faktor aman untuk tanah kohesi sebesar $FS_{\text{guling}} = 3,26$, $FS_{\text{geser}} = 2,05$, $FS_{\text{DDT}} = 5,44$ dan $FS_{\text{kelongsoran}} = 1,20$. Dari hitungan tersebut dapat diperoleh penulangan D19-150, D19-75, dengan tulangan bagi Ø14- 250.

Dari penelitian sebelumnya yang sudah pernah dilakukan bahwasanya penelitian- penelitian tersebut memiliki banyak kemiripan dengan penelitian yang ada namun metode yang digunakan berbeda, dalam penelitian tersebut tujuan yang dilakukan juga sama yakni mencari nilai keamanan dari stabilitas tanah akibat dinding penahan tanah sehingga didapatkan angka keamanan dan desain perencanaan yang sesuai. Penelitian yang saya lakukan yakni menggunakan pemodelan dan analisa menggunakan perhitungan manual metode *Rankine*, dan didapatkan angka keamanan stabilitas lereng sebelum diberi perkuatan dan setelah diberi perkuatan, sehingga menjadi acuan perencana dalam merencanakan keamanan stabilitas lereng tanggul *blok landfill*.

2.2 Klasifikasi Tanah

Menurut (Terzaghi, 1993: 4-5) berdasarkan asal mula penyusunannya, tanah dapat dibedakan ke dalam dua kelompok besar, yaitu sebagai hasil pelapukan (*weathering*) secara fisis dan kimia, dan yang berasal dari bahan organik. Jika hasil pelapukan masih berada di tempat asalnya disebut tanah residual, apabila telah berpindah tempat disebut tanah angkutan. Tanah residual yang terjadi di daerah iklim sedang atau setengah kering biasanya kaku dan stabil serta tidak meluas ke kedalaman yang besar. Tanah jenis ini mungkin kuat dan stabil, tapi mungkin mengandung bahan yang sangat kompresibel (mudah mampat) di sekitar bongkah- bongkah batuan yang belum begitu lapuk.

Dalam keadaan seperti ini, tanah tersebut dapat menimbulkan kesulitan pada pondasi dan konstruksi jenis lainnya. Tanah angkutan atau yang biasa disebut tanah organik biasanya terbentuk di tempatnya berada, baik melalui pertumbuhan dan peluruhan beruntun tumbuh-tumbuhan seperti lumut gambut, atau melalui penumpukan fragmen-fragmen rangka bahan anorganik atau kulit-kulit organisme. Ini berarti, yang dimaksud dengan tanah organik adalah tanah yang dapat berupa susunan unsur *organic* ataupun *anorganik* yang bisa berupa hasil pelapukan batuan dengan suatu campuran hasil luruhan bahan-bahan tumbuhan.

Sedangkan untuk dilapangan, tanah diklasifikasikan menjadi beberapa jenis seperti pasir, hardpan, lanau anorganik, lanau organik, lempung, lempung organik, gambut, kerikil, dan bongkah.

Pasir dan kerikil merupakan agregat yang tak berkoheisi yang tersusun dari fragmen-fragmen yang bersudut (*angular*), biasanya berasal dari batuan atau mineral yang belum mengalami perubahan. Partikel yang berukuran sampai 2 mm dinamakan pasir, yang berukuran 2 mm sampai 200 mm disebut kerikil, sedangkan yang lebih besar dari 200 mm dikenal sebagai bongkah (*boulders*).

Hardpan merupakan tanah yang tahanannya terhadap penetrasi alat pemboran besar sekali. Sebagian besar tanah jenis ini dijumpai dalam keadaan bergradasi baik, sangat padat, dan merupakan agregat partikel mineral yang kohesif.

Lanau anorganik (*inorganic silt*) merupakan tanah berbutir halus dengan plastisitas kecil atau sama sekali tidak memiliki plastisitas. Jenis yang plastisitasnya paling kecil biasanya mengandung butiran kuarsa sedimen, yang

kadang-kadang disebut tepung batuan (*rock flour*), sedangkan yang sangat plastis mengandung partikel berwujud serpihan dan dikenal sebagai lanau plastis. Karena teksturnya halus, lanau anorganik sering dianggap sebagai lempung, tetapi sebenarnya dapat dibedakan tanpa pengujian laboratorium. Jika diguncang dalam telapak tangan, selapis lanau anorganik jenuh akan mengeluarkan air sehingga permukaannya akan nampak berkilat. Selanjutnya bila ditekukkan di antara jari tangan, permukaannya kembali pudar/tak berkilat. Setelah mengering, lapisan menjadi rapuh, dan debu dapat dikelupas dengan menggosokkan jari tangan. Lanau bersifat kedap air, namun dalam keadaan lepuh, lanau bisa naik ke lubang pengeboran atau lubang galian seperti cairan kental. Tanah jenis ini bersifat sangat tidak stabil.

Lanau organik merupakan tanah agak plastis, berbutir halus dengan campuran partikel-partikel bahan organik terpisah secara halus. Mungkin juga ditemukan adanya kulit-kulit dan fragmen tumbuhan yang meluruh sebagian. Warna tanah bervariasi dari abu-abu terang ke abu-abu gelap, di samping itu mungkin mengandung H_2S , CO_2 , serta berbagai gas lain hasil peluruhan tumbuhan yang akan memberikan bau khas kepada tanah. Permeabilitas lanau organik sangat rendah sedangkan kompresibilitasnya sangat tinggi. Lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan dan bersifat plastis dengan kadar air yang sedang sampai tinggi.

Lempung organik adalah lempung yang sebagian sifat-sifat fisis pentingnya dipengaruhi oleh adanya bahan organik yang terpisah. Dalam keadaan lepuh lempung organik cenderung bersifat sangat kompresibel, tapi pada keadaan

kering kekuatannya sangat tinggi. Warnanya biasanya abu-abu tua atau hitam, di samping itu mungkin berbau menyengat. Gambut juga bersifat kompresibel, sehingga hampir selalu tidak mungkin menopang pondasi.

Tabel 1. Komponen Dalam Berbagai Macam Tipe Tanah (Braja M. Das, Mekanika Tanah 1, 1993).

KERIKIL Sedikit berpasir	sampai 5% pasir
KERIKIL berpasir	5% - 20% pasir
KERIKIL sanngat berpasir	pasir diatas 20%
KERIKIL/PASIR	proposinya kurang lebih sama
PASIR sangat berkerikil	kerikil diatas 20%
PASIR berkerikil	5% - 20% kerikil
PASIR sedikit berkerikil	sampai 5% kerikil
PASIR (atau KERIKIL) sedikit berlanau	sampai 5% lanau
PASIR (atau KERIKIL) berlanau	5%-15% lanau
PASIR (atau KERIKIL) sangat berlanau	15%-30% lanau
PASIR (atau KERIKIL) sedikit berlempung	sampai 5% lempung
PASIR (atau KERIKIL) berlempung	5%-15% lempung
PASIR (atau KERIKIL) sangat berlempung	15%-30% lempung
LANAU(atau LEMPUNG) berpasir	35% -65% pasir
LANAU (atau LEMPUNG) berkerikil	35% - 65% kerikil

2.2.1 Sistem Klasifikasi USDA

Klasifikasi tekstur ini dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (*U.S. Department of Agriculture*) dan deskripsi batas susunan butir tanah di bawah sistem USDA. Kemudian dikembangkan lebih lanjut dan digunakan untuk pekerjaan jalan raya yang lebih dikenal dengan klasifikasi berdasarkan persentase susunan butir tanah oleh *U.S. Public Roads Administration* (Soedarmo, 1997).

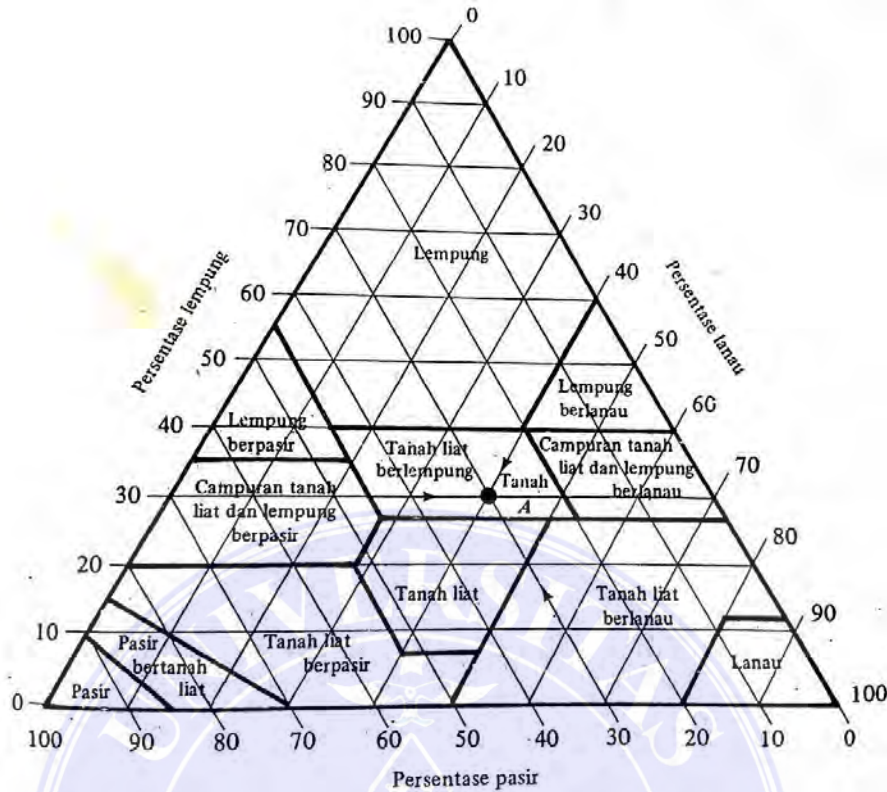
Pada umumnya, tanah terbagi dalam beberapa kelompok seperti kerikil

(*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), dan lempung (*clay*). Tanah asli merupakan campuran dari butir-butir yang mempunyai ukuran yang berbeda-beda. Dalam sistem klasifikasi tanah berdasarkan tekstur, tanah diberi nama atas dasar komponen utama yang dikandungnya, misalnya lempung berpasir (*sandy clay*), lempung berlanau (*silty clay*), dan seterusnya.

Sebagai contoh, apabila tanah B mempunyai pembagian ukuran butiran 20% kerikil, 10% pasir, 30% lanau, dan 40% lempung, komposisi tekstural yang dimodifikasi adalah:

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &: \frac{10 \times 100}{(100 - 20)} = 12,5\% \\ \text{Lanau} &: \frac{30 \times 100}{(100 - 20)} = 37,5\% \\ \text{Lempung} &: \frac{40 \times 100}{(100 - 20)} = 50,0\% \end{aligned}$$

Berdasarkan pada persentase butiran yang telah dimodifikasi tersebut, sistem klasifikasi USDA menunjukkan bahwa tanah B termasuk tanah lempung. Tetapi, karena persentase kerikil oleh tanah B cukup besar, maka tanah tersebut dapat dinamakan sebagai lempung berkerikil (*gravelly clay*).



Gambar 1. Klasifikasi Berdasarkan Tekstur oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) (Braja M. Das, Mekanika Tanah 1, 1993).

2.2.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*) berguna untuk menentukan kualitas tanah dalam perencanaan timbunan jalan, *subbase*, dan *subgrade*. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus- rumus empiris. Pengujian yang dilakukan adalah analisis saringan dan batas-batas *Atterberg*.

Dalam (Soedarmo, 1996), Sistem klasifikasi AASTHO yang sekarang digunakan mengklasifikasikan tanah ke dalam tujuh kelompok besar yaitu A-1 sampai A-7. Tanah-tanah yang diklasifikasikan dalam kelompok A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah-tanah berbutir kasar dimana 35 % atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200. Tanah-tanah yang 35% atau lebih lolos ayakan No. 200 diklasifikasikan dalam kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7. Pada umumnya tanah- tanah ini adalah lanau dan lempung.

Das, Braja M.(1993) menjelaskan, sistem klasifikasi AASHTO didasarkan pada kriteria-kriteria sebagai berikut:

1. Ukuran Butir:

Kerikil, bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 5 mm dan yang tertahan pada ayakan No. 10 (2 mm). Pasir, bagian tanah yang lolos ayakan No. 10 (2 mm) dan yang tertahan pada ayakan No. 200 (0,075 mm). Lanau dan lempung, bagian tanah yang lolos ayakan No. 200

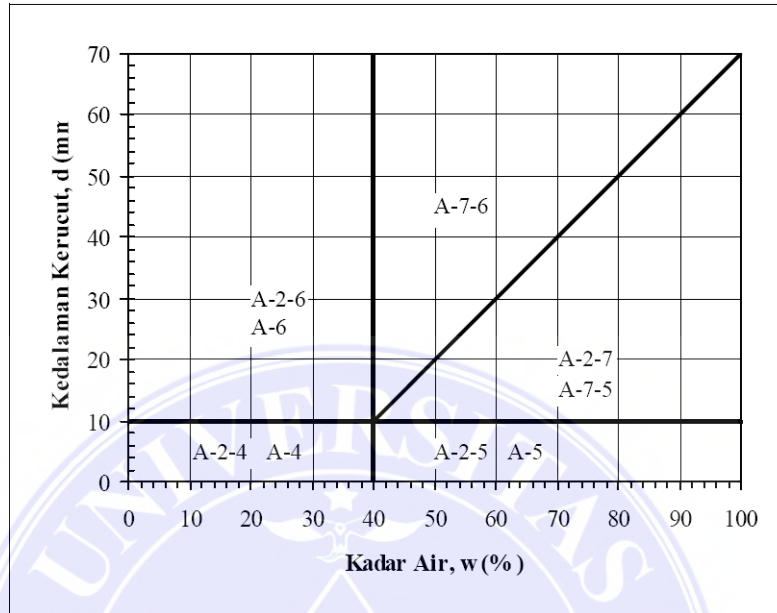
2. Plastisitas:

Apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas (PI) sebesar 10 atau kurang, maka tanah tersebut dinamakan lanau. Apabila bagian-bagian halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas (PI) sebesar 11 atau lebih maka tanah tersebut dinamakan lempung.

3. Batuan:

Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan di dalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan-batuan tersebut harus

dikeluarkan terlebih dahulu. Tetapi, persentase dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat (Gambar 2).



Gambar 2. Nilai-Nilai Batas *Atterberg* untuk Subkelompok Tanah (Mekanika Tanah 1, Ir. G. Djatmiko Soedarmo, 1997).

Hary C. Hardiyatmo (2002) menjelaskan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya digunakan indeks kelompok (GI) yang dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$GI = (F-35)[0,2 + 0,005 (LL-40)] + 0,01 (F-15)(PI-10)$$

GI = indeks kelompok (*group index*)

F = persen butiran lolos saringan no.200 (0,075 mm) LL = batas cair

PI = indeks plastisitas

Bila indeks kelompok (GI) semakin tinggi, maka tanah semakin berkurang ketepatan penggunaannya. Tanah granular diklasifikasikan ke dalam A-1 sampai A-3. Tanah A-1 merupakan tanah granular bergradasi baik, sedangkan A-3 adalah pasir

bersih bergradasi buruk. Tanah A-2 termasuk tanah granuler (kurang dari 35% lolos ayakan No. 200), tetapi masih mengandung lanau dan lempung. Tanah berbutir halus diklasifikasikan dari A-4 sampai A-7, yaitu tanah lempung lanau.

Soedarmo G.D (1997) menjelaskan terdapat beberapa ketentuan dalam menentukan indeks kelompok (GI), yaitu:

1. Jika persamaan (2.1) menghasilkan harga GI negatif, maka diambil $GI = 0$.
2. Indeks kelompok yang diitung dari persamaan (2.1) dibulatkan ke bilangan bulat yang terdekat dan ditempatkan dalam tanda kurung di belakang kelompok dan sub kelompok tanah, misalnya A-2-3 (3).
3. Dalam hal ini tidak ada batas lebih tinggi untuk indeks kelompok.
4. Indeks kelompok tanah digolongkan ke dalam kelompok-kelompok: A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5 dan A-3 akan selalu nol
5. Jika mengitung indeks kelompok untuk tanah-tanah yang tergolong dalam kelompok-kelompok A-2-6 dan A-2-7, maka bagian indeks kelompok untuk PI dapat digunakan persamaan:

$$GI = 0,01 (F-15)(PI-10)$$

2.2.3. Sistem Klasifikasi *Unified* (USCS)

Sistem klasifikasi yang umum digunakan di dunia adalah *Unified Soil Classification System* (USCS) atau sistem klasifikasi kesatuan. Sistem ini dikembangkan oleh Casagrande untuk digunakan dalam penilaian tanah dalam pembangunan lapangan terbang. Menurut Das, Braja M. (1993) menjelaskan sistem klasifikasi USCS mengklasifikasikan tanah ke dalam dua kategori utama yaitu:

1. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained soil*).

yaitu tanah kerikil dan pasir yang kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos saringan No.200. Simbol untuk kelompok ini adalah G (*gravel*) untuk tanah berkerikil dan S (*sand*) untuk tanah berpasir. Selain itu juga dinyatakan gradasi tanah dengan simbol W (*well*) untuk tanah bergradasi baik dan P (*poor*) untuk tanah bergradasi buruk.

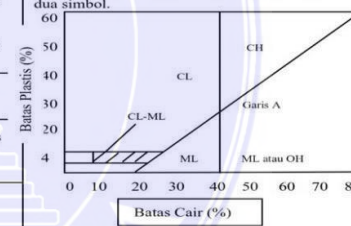
2. Tanah berbutir halus (*fine-grained soil*)

yaitu tanah yang lebih dari 50% berat contoh tanahnya lolos dari saringan No.200. Simbol kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C (*clay*) untuk lempung anorganik dan O untuk lanau organik. Simbol Pt (*peat*) digunakan untuk gambut (*peat*), dan tanah dengan kandungan organik tinggi. Plastisitas dinyatakan dengan L (*low*) untuk plastisitas rendah dan H (*high*) untuk plastisitas tinggi.

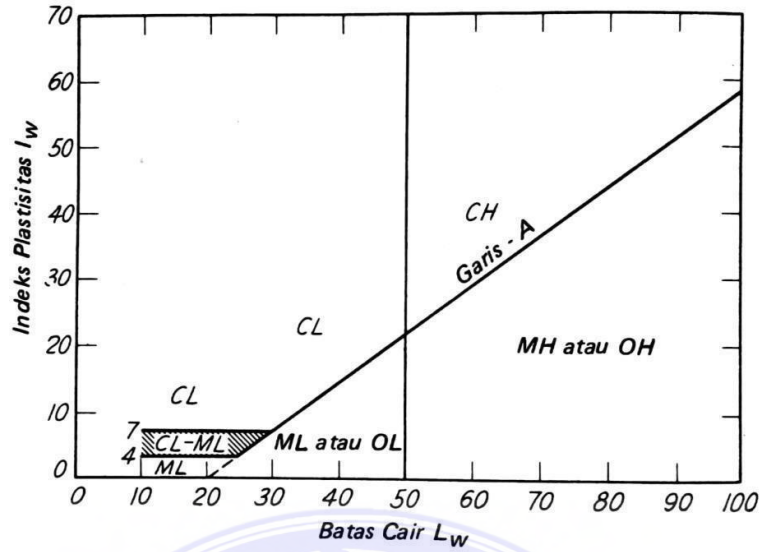
Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti GW, GP, GM, GC, SW, SP, dan SC. Untuk klasifikasi yang benar, faktor-faktor berikut ini perlu diperhatikan:

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (fraksi halus).
2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40.
3. Koefisien keseragaman (*uniformity coefficient*, C_u) dan koefisien gradasi (*graduation coefficient*, C_c) untuk tanah di mana 0-12% lolos ayakan No. 200.

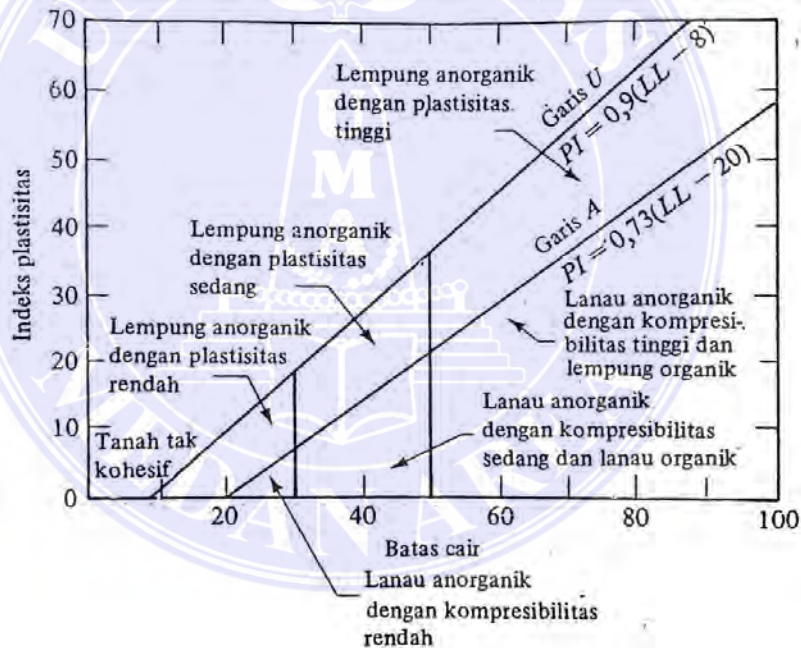
4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40 (untuk tanah di mana 5% atau lebih lolos ayakan No. 200) (Gambar 3) (Gambar 4) (Gambar 5).

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi				
Tanah berbutir kasar: 50% butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil 50% ≥ fraksi kasar tertahan saringan No. 4	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW				
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus					
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau					
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung					
	Pasir ≥ 50% fraksi kasar lolos saringan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW			
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus				
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau				
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung				
			Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung batas cair ≤ 50%		ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol. 
						CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clays</i>)	
OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah							
Lanau dan lempung batas cair ≥ 50%	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis						
	CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)						
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi						
	PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi						
Tanah-tanah kandungan organik sangat tinggi					Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488			

Gambar 3 Klasifikasi Tanah USCS (Hardiyatmo, Mekanika Tanah 1, 2002).



Gambar 4. Grafik Plastisitas untuk Klasifikasi USCS (Karl Terzaghi, Mekanika Tanah dalam Praktik Rekayasa, 1993).



Gambar 5. Grafik Plastisitas (Braja M. Das, Mekanika Tanah 1, 1993).

Seperti yang terlihat pada gambar 2.5, bila mengabaikan garis U, lanau adalah tanah yang mempunyai batas cair dan indeks plastisitas terletak dibawah garis A dan lempung berada diatas garis A. Lanau, lempung dan tanah organis dibagi lagi menjadi batas cair yang rendah (L) dan tinggi (H). Garis pembagi antara batas cair yang rendah dan tinggi ditentukan pada angka 50 seperti:

1. Kelompok ML dan MH adalah tanah yang diklasifikasikan sebagai lanau pasir, lanau lempung atau lanau organik dengan plastisitas relatif rendah.
2. Kelompok CH dan CL terutama adalah lempung anorganik. Kelompok CH adalah lempung dengan plastisitas sedang sampai tinggi mencakup lempung gemuk. Lempung dengan plastisitas rendah yang dikalsifikasikan CL biasanya adalah lempung kurus, lempung kepasiran atau lempung lanau.
3. Kelompok OL dan OH adalah tanah yang ditunjukkan sifat-sifatnya dengan adanya bahan organik. Lempung dan lanau organik termasuk dalam kelompok ini dan mereka mempunyai plastisitas pada kelompok ML dan MH.

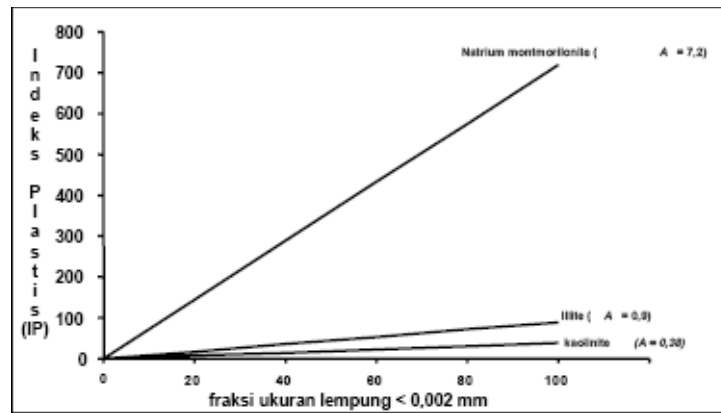
2.3 Tanah Lempung

Tanah lempung sebagian besar terdiri dari partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung, dan mineral- mineral yang sangat halus lainnya. Lempung didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran kurang dari 0,002 mm sampai 0,005 mm juga masih digolongkan sebagai partikel lempung.

Menurut (*Wesley*, 2010), lempung adalah tanah yang terdiri dari butiran yang halus dan sangat kecil. Lempung memiliki sifat kohesif yang berarti butirannya saling menempel dan plastisitas yang memungkinkan tanah dapat berubah bentuk tanpa mengubah volume dan tidak menyebabkan retak atau pecah, serta tidak mengandung sejumlah bahan kasar yang dapat terlihat.

Lempung memiliki ukuran butir lebih kecil dari 0,002 mm dan sebagian besar lempung hanya memiliki sekitar 15% sampai 50% kadar lempung. Lempung memiliki beberapa sifat yang dapat mempengaruhi konstruksi yang dibangun di atasnya, beberapa sifat tersebut adalah:

1. Kepekaan (*sensitivity*), merupakan hilangnya kekuatan tanah lempung akibat gangguan atau pembentukan ulang tanah. Cukup diketahui bahwa kekuatan geser tak terdrainasi adalah pengukuran yang sederhana dari kuat geser tanah. Besarnya kepekaan lempung umumnya antara 1 sampai 4, tetapi sering juga ditemukan yang bernilai lebih dari 4. Ada banyak tanah dengan kekuatan geser tak terdrainasi sebesar 100 kPa, tetapi mungkin juga indeks kecairan sebesar 1. Ketika tanah semacam ini dibentuk ulang, kekuatan geser turun sampai sekecil 2 kPa, sehingga kepekaannya menjadi 50. Terdapat jenis lempung yang memiliki kepekaan lebih dari 100 dan disebut *quick clay*.
2. *Thixotropi*, merupakan istilah yang berarti kecenderungan lempung untuk memperoleh kekuatannya kembali setelah hilang akibat dibentuk ulang. Sangat jarang ada tanah yang memperoleh kembali kekuatan aslinya, pada kebanyakan tanah hanya sedikit kekuatan yang kembali.
3. Aktivitas, didefinisikan sebagai perbandingan antara Indeks Plastisitas (PI) dengan presentase butiran yang lebih kecil dari 0,002 mm (kadar lempung). Apabila nilai aktivitas kurang dari 0,75 dianggap rendah, di antara 0,75 sampai 1,25 normal, dan di atas 1,25 menunjukkan aktivitas yang tinggi. Ada hubungan erat antara jenis mineral lempung dan aktivitasnya. *Kaolinite*, *halloysite*, dan *allophone* beraktivitas rendah, *illite* beraktivitas sedang atau normal, sedangkan *montmorillonite* beraktivitas tinggi (Gambar 2.6).



Gambar 6. Variasi Indeks Plastisitas dengan Persen Fraksi Lempung (Hary Christady Hardiyatmo, Mekanika Tanah 1, 2002).

Seperti yang telah dijelaskan dalam gambar 2.5, bahwa ada beberapa kriteria tertentu dalam pengujian lapangan untuk menentukan sifat-sifat tanah lempung yaitu apabila meleleh diantar jari ketika diperas maka sifatnya sangat lunak, bila dapat diperas dengan mudah maka sifatnya lunak, bila dapat diperas dengan tekanan jari yang kuat maka sifatnya keras, bersifat kaku bila tidak dapat diperas dengan jari tapi dapat ditekan dengan jari, dan bersifat sangat kakubila dapat ditekan dengan jari.

2.4 Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall*)

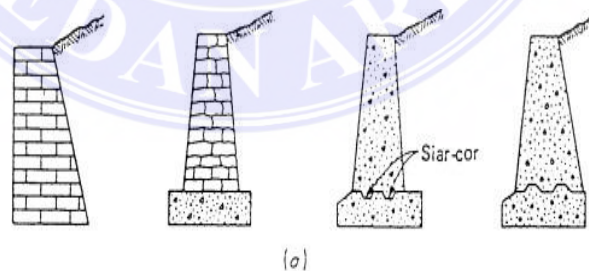
Menurut Tanjung (2016), dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah lepas atau alami dan mencegah keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri. Tanah yang tertahan memberikan dorongan secara aktif pada struktur dinding sehingga struktur cenderung akan terguling atau akan tergeser. Dinding penahan tanah berfungsi untuk menyokong tanah serta mencegahnya dari bahaya kelongsoran. Baik akibat beban air hujan, berat tanah itu sendiri maupun akibat beban yang bekerja di atasnya.

Berdasarkan cara untuk mencapai stabilitasnya, maka dinding penahan tanah dapat digolongkan dalam beberapa jenis yaitu, *sheet pile*, dinding gravitasi, dinding *kantilever*, dinding *counterfort*, dinding *buttress*.

2.4.1 Dinding Penahan Tanah Jenis *Gravity Wall*

Konstruksi dinding *gravity wall* terdiri yang dipancangkan ke dalam tanah dan membentuk formasi dinding vertikal yang berguna menahan timbunan tanah. Selain dimensi, syarat keamanan struktur *gravity wall* secara keseluruhan (*overall stability*) juga harus terpenuhi agar struktur mampu menerima beban yang bekerja. Apabila struktur *gravity wall* ternyata tidak aman menahan gaya yang bekerja, diperlukan alternatif desain konstruksi penahan tanah lain yang sesuai.

Dinding gravitasi (*gravity wall*) umumnya terbuat dari beton polos atau dari batu belah. Kekuatan dinding gravitasi sepenuhnya tergantung dari berat sendiri dinding ini. Pada umumnya dinding gravitasi berbentuk trapesium. Dimensi dinding direncanakan sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan tegangan tarik akibat gaya yang bekerja pada dinding.



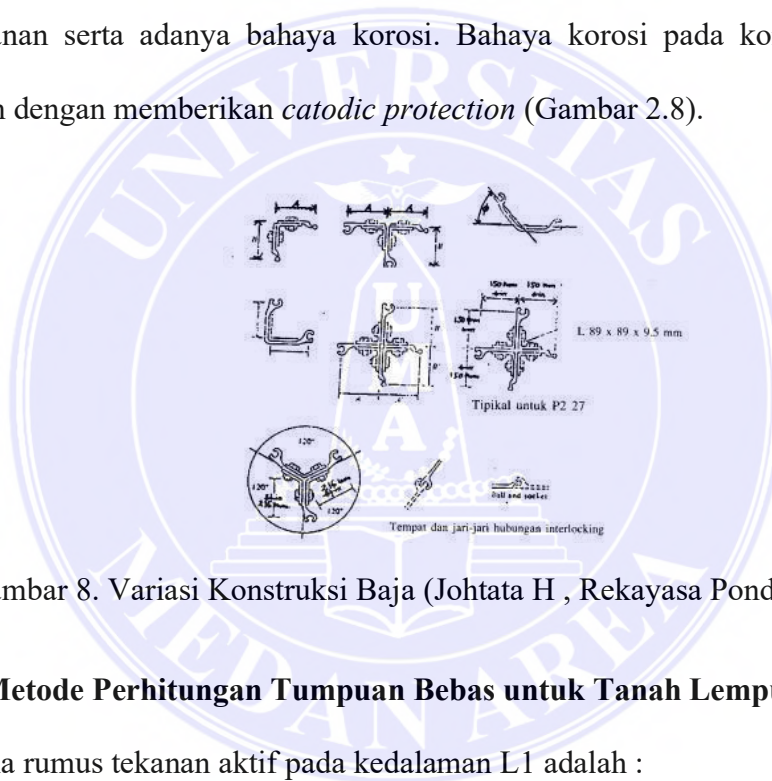
Gambar 7. Dinding Penahan Tanah *Gravity Wall* (Browies, Joseph E, Analisa dan Desain Pondasi, 1986).

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi sipil, *Gravity Wall* biasa digunakan dalam berbagai keperluan konstruksi bangunan, seperti :

- a. Struktur penahan air dan atau penahan tanah.

- b. Sistem penahan tanah pada galian (sementara/permanen).
- c. Struktur penahan tanah yang berlereng atau curam agar tanah tidak longsor.

Johtata H. (1997) menjelaskan berdasarkan material yang digunakan dikenal beberapa jenis dinding turap, salah satunya yaitu turap baja. Dinding turap baja biasa digunakan pada bangunan permanen. Keuntungan dari dinding turap ini adalah lebih ringan, lebih mudah pelaksanaannya di lapangan serta hasilnya lebih baik. Sedangkan kerugiannya adalah adanya tenggang waktu pemesanan serta adanya bahaya korosi. Bahaya korosi pada konstruksi dapat dicegah dengan memberikan *catodic protection* (Gambar 2.8).



Gambar 8. Variasi Konstruksi Baja (Johtata H , Rekayasa Pondasi I, 2008).

2.5 Metode Perhitungan Tumpuan Bebas untuk Tanah Lempung

Di mana rumus tekanan aktif pada kedalaman L1 adalah :

$$\sigma'1 = \gamma L1 K_a \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan :

$$K_a = \text{koefisien tekanan tanah aktif} = \tan^2 (45 - \phi^\circ/2) \gamma$$

= berat jenis tanah di atas *water level*

Dengan cara yang hampir sama, perhitungan tekanan aktif pada kedalaman

L1 + L2 adalah :

$$\sigma'_2 = (\gamma L_1 + \gamma'' L_2) K_a \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan :

$$\gamma'' = \text{berat jenis tanah efektif} = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

Untuk kedalaman yang lebih dari $L_1 + L_2$, untuk $\phi = 0$, koefisien tekanan tanah aktif $K_a = 1$. Untuk nilai ϕ yang sama, koefisien tekanan pasif $K_p = 1$. Maka, perhitungan tekanan tanah aktif dari kanan ke kiri seperti ditunjukkan pada gambar

2.5 (di atas titik rotasi O) adalah :

$$\sigma_a = [\gamma L_1 + \gamma'' L_2 + \gamma_{\text{sat}}(z - L_1 - L_2)] - 2c \dots \dots \dots (2.3)$$

Sedangkan untuk perhitungan tekanan pasif dari kiri ke kanan adalah

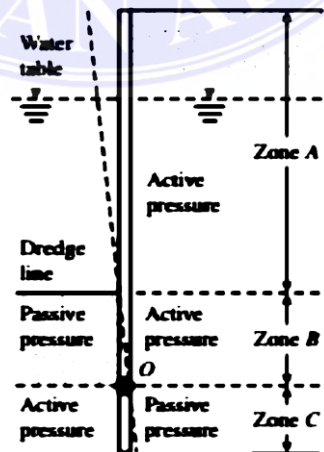
$$\sigma_p = \gamma_{\text{sat}}(z - L_1 - L_2) + 2c \dots \dots \dots (2.4)$$

Maka nilai *net pressure* di bawah *dredge line* adalah

$$\sigma_6 = \sigma_p - \sigma_a \dots \dots \dots (2.5)$$

$$= [\gamma_{\text{sat}}(z - L_1 - L_2) + 2c] - [\gamma L_1 + \gamma'' L_2 + \gamma_{\text{sat}}(z - L_1 - L_2)] + 2c$$

$$= 4c - (\gamma L_1 + \gamma'' L_2)$$



Gambar 9. Distribusi Tekanan Pada Setiap Kedalaman (Braja M. Daz, Teknik Pondasi, 2011).

Dihitung *area of pressure diagram* ACD (P) dan z1 dengan menggunakan rumus berikut :

$$\begin{aligned}
 P &= P_1 + P_2 + P_3 \dots\dots\dots (2.6) \\
 &= 1/2\sigma^*1L_1 + \sigma^*1L_1 + 1/2(\sigma^*2 - \sigma^*1)L_2 \\
 &= P_1L_2 + L_1P_3 + P_2L_2 + P_3(L_2/2)
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk kedalaman penetrasi *gravity wall* dapat dicari dengan menghitung nilai persamaan berikut :

$$\sigma^*6D + 2\sigma^*6D(L_1+L_2-I_1) - 2P_1(L_1+L_2-I_1-z_1) = 0$$

dengan :

I1 = kedalaman jangkar ditanam

D = kedalaman penetrasi

Untuk mendapatkan gaya jangkar horizontal digunakan rumus berikut :

$$P - \sigma^*6D = F \dots\dots\dots (2.7)$$

dengan :

P = *area of pressure diagram* ACD

F = gaya jangkar

2.6 Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Rankine

Johtata (1997) menjelaskan *Rankine* menyelidiki keadaan tegangan di dalam massa tanah yang berada pada kondisi keseimbangan plastis. Keseimbangan plastis adalah suatu kondisi dimana setiap titik dalam suatu massa tanah menuju proses keadaan runtuh. Komponen gaya-gaya yang bekerja pada turap dapat ditentukan dengan terlebih dahulu menghitung tegangan tanah lateral

aktif (σ_a) dan tegangan tanah lateral pasif (σ_p) menggunakan Teori *Rankine*.

Menurut Braja M. Daz (2007), persamaan untuk tekanan tanah aktif dan pasif *Rankine* dirumuskan sebagai berikut : Menurut teori *Rankine*, untuk tanah berpasir tidak kohesif, besarnya gaya lateral pada satuan lebar dinding akibat tekanan tanah aktif pada dinding setinggi H (Gambar 2.11), dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

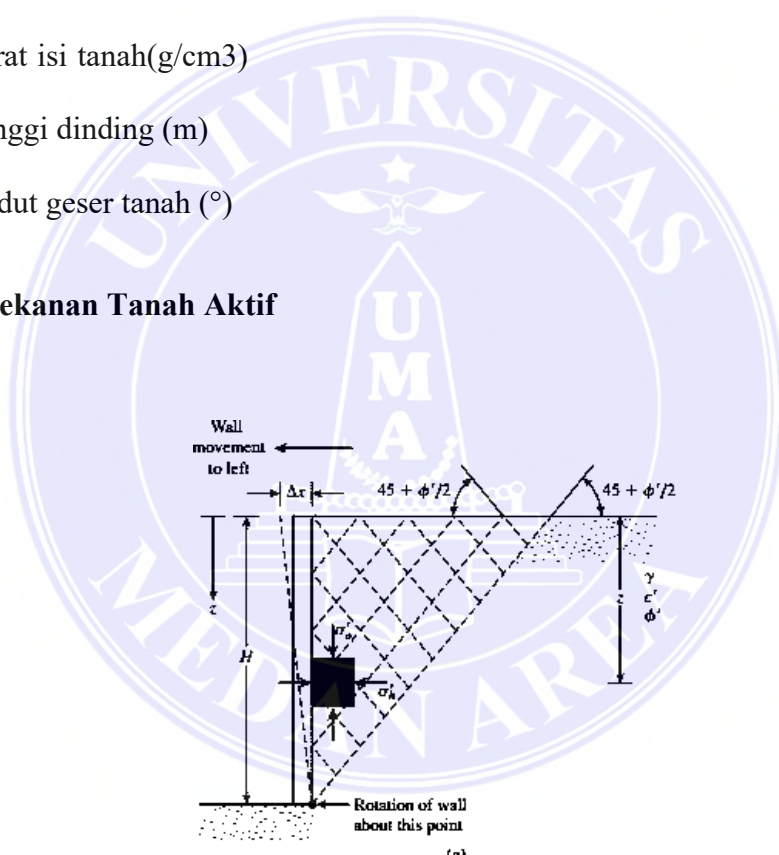
$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a \dots\dots\dots (2.7)$$

γ = Berat isi tanah (g/cm³)

H = Tinggi dinding (m)

Φ = Sudut geser tanah (°)

2.6.1 Tekanan Tanah Aktif



Gambar 10. Tekanan Aktif *Rankine* (Braja M.Daz, Prinsip Pondasi, 2011)

Tekanan tanah aktif :

$$\sigma'_a = \sigma'_o K_a - 2c K_a \dots\dots\dots (2.8)$$

dengan :

$$K_a = \text{Koefisien tekanan aktif Rankine} = \tan^2(45 - \phi^*/2)$$

Gambar distribusi tekanan aktif dapat dilihat pada Gambar 2.10. Nilai $\sigma'_{o} = 0$ ketika $z = 0$ dan $\sigma'_{o} = \gamma H$ ketika $z = H$ (Pada Gambar 2.10). Terlihat bahwa tekanan pada $z = 0$ adalah $\sigma_a = -2c' K_a$ yang menunjukkan adanya tegangan tarik (*tensile stress*). Tegangan tarik akan berkurang terhadap kedalaman dan menjadi 0 pada kedalaman $z = z_c$ (kedalaman *tensile crack*), atau $\gamma z_c K_a - 2c' = 0$
 $z_c = 2c' / \gamma$

Karena tegangan tarik pada tanah menyebabkan retak sepanjang permukaan dinding tanah. Maka, dapat diketahui total gaya aktif Rankine sebelum *tensile crack* terjadi dengan rumus berikut : $P_a = \int_0^{z_c} \sigma'_a dz = \int_0^{z_c} (\gamma z K_a - 2c') dz = \gamma K_a \frac{z^2}{2} - 2c' z \Big|_0^{z_c} = \frac{\gamma K_a z_c^2}{2} - 2c' z_c$

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a - 2c' H \quad (2.9)$$

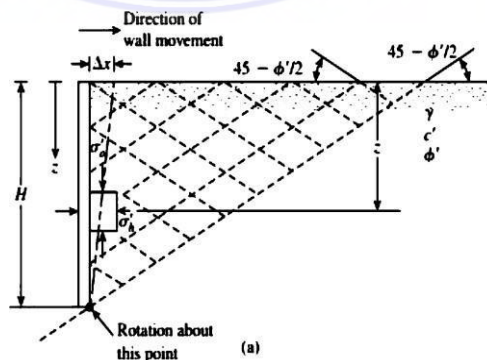
dengan :

γ = massa jenis tanah

c' = nilai kohesi tanah

K_a = koefisien tekanan aktif Rankine

2.6.2 Tekanan Tanah Pasif



Gambar 11. Tekanan pasif Rankine (Braja M. Daz, *Principles of Foundation Engineering*, 2011).

Tegangan tanah pasif :

$$\sigma'_p = \sigma'_{o} K_p + 2c' K_p \quad (2.10)$$

dengan :

$$K_p = \text{Koefisien tekanan pasif Rankine} = \tan^2(45 + \phi''/2)$$

Gambar distribusi tekanan pasif dapat dilihat pada Gambar 2.11. Ketika nilai $z = 0$, $\sigma'_o = 0$ dan $\sigma'_p = 2c'' Ka$. Dan ketika $z = H$, $\sigma'_o = \gamma H$ dan $\sigma'_p = 2c'' K_p$. Maka, 30 dapat diketahui total gaya pasif Rankine per satuan panjang dinding dengan rumus berikut :

$$Pa = 1/2 \gamma H^2 K_p + 2c'' K_p \sigma'_1 = \gamma L K_a \dots\dots\dots (2.11)$$

dengan :

γ = massa jenis tanah

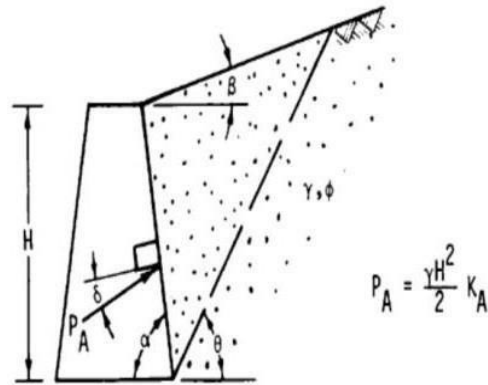
c'' = nilai kohesi tanah

K_a = koefisien tekanan pasif Rankine

2.7 Tekanan tanah aktif dan pasif coulumb

Charles Augustin Coulumb (1776) sering digunakan oleh *National Concrete Masonry Association*. *Coulumb* mempertimbangkan gesekan dinding serta gaya lateral pada dinding penahan berdasarkan batas keseimbangan.

2.7.1 Tekanan Tanah Aktif



Gambar 12. Tekanan Tanah Aktif *Coulumb* (Budhu, 2011).

$$P1 = \frac{1}{2} \times H^2 \times (\gamma s) \times Ka \dots\dots\dots (2.12)$$

$$P2 = \sigma h \times Ka \dots\dots\dots (2.13)$$

Karena permukaan tanah urugan sejajar dengan permukaan dinding penahan tanah ($\beta=0$) maka rumus koefisien tekanan tanah aktif sebagai berikut:

$$\sigma = \delta \times Z \times K - 2c\sqrt{K} \dots\dots\dots (2.14)$$

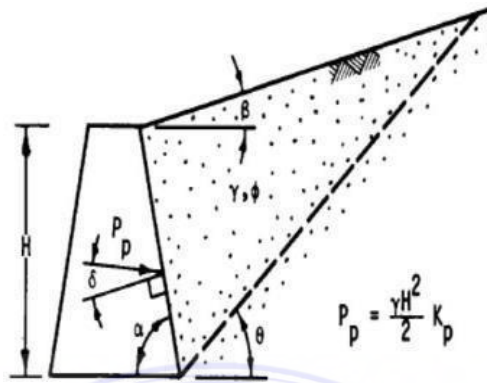
$$Ka = \frac{\sin^2(\alpha - \phi)}{\left(\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha + \beta) \left[1,00 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)} \right]^2 \right)} \dots\dots\dots (2.15)$$

Arah σz membentuk sudut δ dengan bidang tembok AB

δ = sudut geser bidang tembok AB dengan tanah pasif

δ = sudut geser bidang tembok AB dengan tanah pasif

2.7.2 Tekanan Tanah Pasif



Gambar 13. Tekanan Tanah pasif *Coulomb* (Budhu, 2011).

Ditinjau dengan keadaan pasif perhitungan *Coulomb* antara lain adalah sebagai berikut:

$$P_p = \frac{1}{2} \times H^2 \times (\gamma_s) \times K_p \dots \dots \dots (2.16)$$

Rumus koefisien tekanan tanah pasif sebagai berikut:

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \beta) \left(1,00 - \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin \phi + \beta}{\sin(\alpha + \delta) \cdot \sin \alpha + \beta} \right)^2} \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana:

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \beta) \left(1,00 - \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin \phi + \beta}{\sin(\alpha + \delta) \cdot \sin \alpha + \beta} \right)^2} \dots \dots \dots (2.18)$$

2.8 Data CBR (*California Bearing Ratio*)

Pelaksanaan pengujian CBR lapangan ini diatur secara langsung di dalam SNI 1738-2011. Metode CBR ini adalah kombinasi dari percobaan pembebanan penetrasi, baik yang ada di lapangan maupun di laboratorium. Kondisi tanah dasarnya akan semakin baik, apabila jumlah nilai CBRnya pun semakin tinggi. Namun jika jumlah nilai CBR aslinya rendah maka konstruksi yang ada di jalanan pun akan menjadi lebih mudah rusak. Nilai CBR ini bisa dinaikkan atau

ditingkatkan dengan melakukan pemadatan, tetapi di dalam pelaksanaannya akan mengacu pada nilai yang tertera pada kadar air secara optimum serta berat isi kering secara maksimum. Kualitas daya dukung tanah yang masih asli menjadi salah satu kekuatan yang terdapat pada konstruksi jalan, yang menjadi bahan dasarnya. Uji CBR pun dilakukan untuk mengetahui daya dukung dari tanah dasar jalan tersebut. CBR menjadi nilai test yang dipakai untuk mendukung daya dukung atau kekuatan geser jalan atau bahan pondasi yang ada di jalan.

Menurut Najooan (2002), daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan tekanan atau beban bangunan pada tanah dengan aman tanpa menimbulkan keruntuhan geser dan penurunan berlebihan. Kapasitas nilai daya dukung dari suatu tanah didasarkan pada karakteristik tanah dasar dan dipertimbangkan terhadap kriteria penurunan dan stabilitas yang diisyaratkan, termasuk faktor aman terhadap keruntuhan. Secara umum, analisis daya dukung dilakukan dengan mengkorelasikan nilai CBR menjadi daya dukung tanah, meskipun dapat pula ditentukan langsung. Untuk mengkonversi nilai CBR tersebut, dapat digunakan dua cara, yaitu:

1. Perhitungan dengan rumus USAE (*United States Army Engineer*) Konversi dari nilai persentase CBR menjadi nilai daya dukung tanah dirumuskan melalui persamaan berikut: $DDT = 1,6649 + 4,3592 \text{ Log CBR}$

Keterangan :

DDT: Daya Dukung Tanah (kg/cm²) CBR: *California Bearing Ratio* (%)

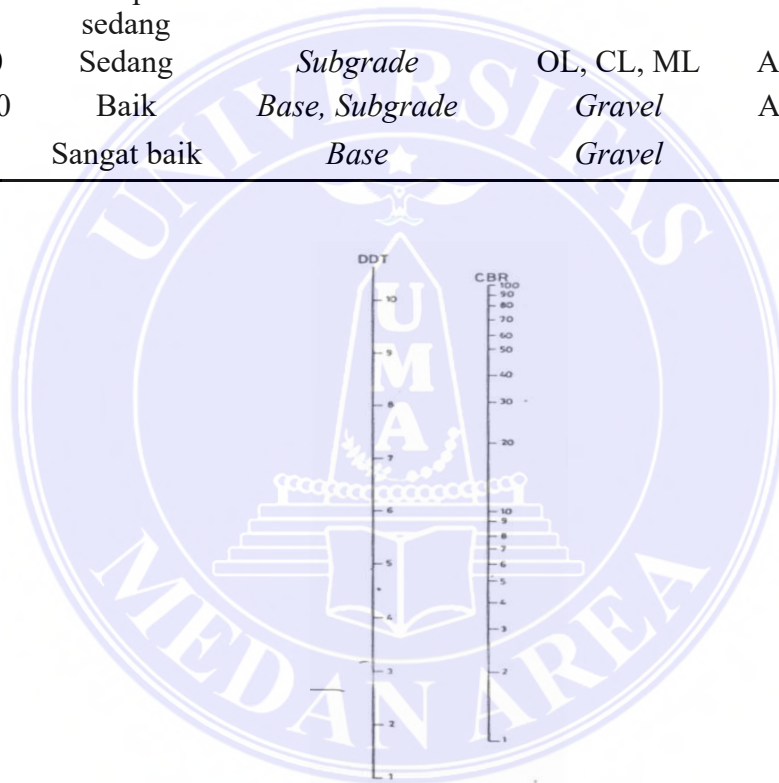
Klasifikasi tanah juga dapat diketahui melalui tabel korelasi antara data CBR terhadap klasifikasi tanah, berikut tabel korelasi CBR dengan klasifikasi tanah :

2. Grafik Standar Konstruksi Bangunan Indonesia (SKBI) Daya dukung

tanah dasar ditetapkan melalui sebuah grafik korelasi dilihat dari Gambar. Nilai CBR dinyatakan secara logaritmis sedangkan nilai daya dukung tanah dinyatakan secara linear. Nilai daya dukung dinyatakan dalam satuan kg/cm² .

Tabel 2. Korelasi Data CBR Terhadap Klasifikasi Tanah (SKBI 2.3.26, 1987).

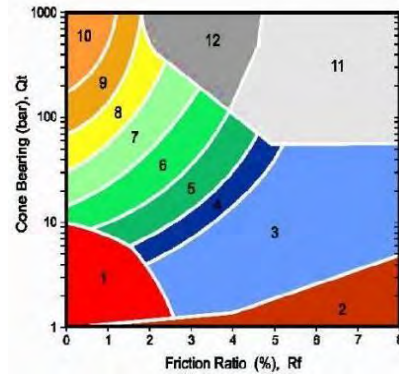
Nilai CBR	Kategori	Penggunaan	Klasifikasi	
			USCS	AASHTO
0–3	Sangat buruk	<i>Subgrade</i>	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3–7	Buruk sampai sedang	<i>Subgrade</i>	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7–20	Sedang	<i>Subgrade</i>	OL, CL, ML	A2, A4, A5, A7
20–50	Baik	<i>Base, Subgrade</i>	<i>Gravel</i>	A1, A2-5, A2-6
> 50	Sangat baik	<i>Base</i>	<i>Gravel</i>	A1, A2, A3



Gambar 14. Grafik korelasi nilai CBR terhadap Daya Dukung Tanah (SKBI 2.3.26.1987).

2.9 Data Sondir dan Korelasi Terhadap Parameter Tanah

Data sondir diperoleh dari pengujian dilapangan dengan mendapat nilai *cone resistance* dan *skin friction*, dan diperoleh klasifikasi tanah berdasarkan Robertson, dimana Robertson tersendiri mengklasifikasikan jenis tanah dengan grafik sebagai berikut :



Gambar 15. *Soil behavior type* (Robertson, 1997).

Dari grafik diatas dapat diklasifikasikan tanah dengan beberapa zona diantaranya

: Zone 1 *sensitive fine grained*

Zone 2 *organic material*

Zone 3 *clay*

Zone 4 *silty clay to clay*

Zone 5 *clayey silt to silty clay* Zone

6 *sandy silt to clayey silt* Zone

7 *silty sand to sandy silt* Zone

8 *sand to silty sand* Zone

9 *sand*

Dari zona diatas dapat ditentukan klasifikasi tanah berdasarkan grafik antara *cone resistant* dan *friction ratio* sehingga parameter-parameter lainnya juga dapat ditentukan diantaranya c , γ , Θ , dan E .

Tabel 3. Hubungan antara kepadatan, *relative density*, Nilai N SPT, qc, dan Es (Mayerhof, 1965).

Kepadatan	Relatif Density (γ_d)	Nilai N SPT	Tekanan Konus qc (kg/cm ²)	Sudut Geser (ϕ)
<i>Very Loose</i> (sangat lepas)	< 0,2	< 4	< 20	< 30
<i>Loose</i> (lepas)	0,2 – 0,4	4 – 10	20 – 40	30 – 35
<i>Medium Dense</i> (agak kompak)	0,4 – 0,6	10 – 30	40,0 – 120	35 – 40
<i>Dense</i> (kompak)	0,6 – 0,8	30 – 50	120 – 200	40 – 45
<i>Very Dense</i> (sangat kompak)	0,8 – 1,0	> 50	> 200	> 45

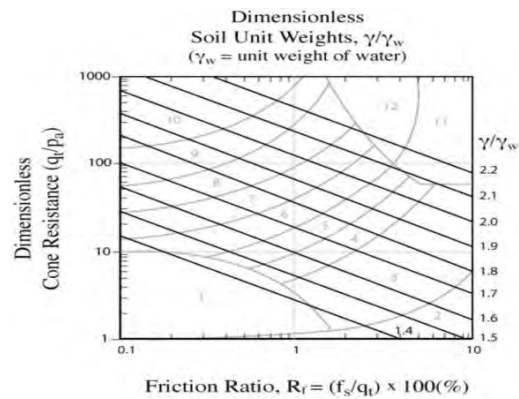
Parameter selanjutnya yaitu *modulus young*, nilai *modulus young* menunjukkan besarnya nilai elastisitas tanah yang merupakan perbandingan antara tegangan yang terjadi terhadap regangan. Nilai *Modulus* secara empiris dapat ditentukan dari jenis tanah dan data sondir seperti terlihat pada tabel 2.4 berikut :

Tabel 4. Hubungan antara Es dan qc (Braja M. Das jilid 1, Buku Mekanika Tanah, 1993).

Jenis Tanah	CPT (kg/cm ²)
Pasir terkonsolidasi	
Normal	$Es = (2 - 4) qc$
Pasir <i>over</i> konsolidasi	$Es = (6 - 30) qc$
Pasir berlempung	$Es = (3 - 6) qc$
Pasir berlanau	$Es = (1 - 2) qc$
Lempung lunak	$Es = (3 - 8) qc$

Nilai kohesi secara empiris dapat diperoleh dari data sondir (qc) sebagai berikut

$$\text{Kohesi (c)} = qc/20$$



Gambar 16. Korelasi Nilai γ Terhadap Klasifikasi Tanah (Braja M. Das jilid 1, Buku Mekanika Tanah, 1993).

2.10 Stabilitas Gaya Guling

Agar bangunan aman terhadap guling, maka resultante semua gaya yang bekerja pada bagian bangunan di atas bidang horisontal, termasuk gaya angkat, harus memotong bidang ini pada teras. Tidak boleh ada tarikan pada bidang irisan mana pun. Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah urug di belakang dinding penahan, cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pelat fondasi. Momen penggulingan ini dilawan oleh momen akibat berat sendiri dinding penahan dan momen akibat berat tanah diatas pondasi.

Kontrol Terhadap Guling Setelah dihitung data-data mengenai jumlah momen penahan ($\sum Mv$) dengan momen yang menyebabkan pengguling ($\sum Mh$), maka perlu dicek kekuatan dinding penahan tanah tersebut terhadap pengguling.

Merupakan stabilitas yang ditinjau atas dasar kondisi tanah yang mengalami guling karena diakibatkan oleh tekanan tanah aktif, tekanan tanah aktif yang berada dibagian belakang dinding menghasilkan momen yang menyebabkan terjadinya guling dengan pusat penggulingan berada dibagian bawah pondasi (Hardiyatmo, 2002).

Untuk dapat dinyatakan aman dari stabilitas guling ini maka nilai harus memenuhi 1,5 (tanah granular) dan $\geq 2,0$ (tanah kohesif).

Dengan rumus:

$$Fgl = mb / mo > 1,5 \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

Fgl = Faktor keselamatan penggulingan

Mb = Momen terhadap berat sendiri (kNm)

Mo = momen terhadap tekanan aktif (kNm)

2.11 Stabilitas Gaya Geser (*Sliding*)

Gaya aktif tanah ($P\alpha$) selain menimbulkan terjadinya momen juga menimbulkan gaya dorong sehingga dinding akan bergeser. Bila dinding penahan tanah dalam keadaan stabil, maka gaya-gaya yang bekerja dalam keadaan seimbang ($\sum F = 0$ dan $\sum M = 0$). Perlawanan terhadap gaya dorong ini terjadi pada bidang kontak antara tanah dasar dinding penahan tanah dengan tanah dasar pondasi (Suryolelono, 1994).

Stabilitas terhadap geser adalah gaya geser yang diakibatkan oleh tekanan yang bersifat mendorong dinding penahan tanah tersebut, gaya-gaya tersebut diimbangi dengan gaya menahan akibat tekanan tanah pasif yang berada pada dinding bagian depan dan dasar tanah yang berada dibawah pondasi. Untuk dapat dinyatakan aman dari stabilitas guling ini maka nilai harus memenuhi 1,5 (tanah granular) dan $\geq 2,0$ (tanah kohesif).

Dengan rumus:

$$F_{gs} = v_b / v_o > 1,5 \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

F_{gs} =Faktor keselamatan penggeseran

V_b =Gaya Vertikal(kN)

V_o = Gaya Horizontal (kN)

2.12 Stabilitas Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan beban konstruksi. Daya dukung tanah dianalisis agar pondasi tidak mengalami keruntuhan geser (shear failure) dan penurunan berlebih. Untuk mengecek stabilitas terhadap keruntuhan daya dukung tanah dilakukan dengan membagi daya dukung tanah ultimit neto dengan tekanan pondasi neto. Hasil dari stabilitas daya dukung tanah harus lebih atau sama dengan 3 agar dapat dikatakan aman terhadap keruntuhan daya dukung tanah. Bila terjadi tegangan tidak sejenis (eksentrisitas dalam > seperenam lebar badan dinding) pada segmen sambungan antara badan dinding penahan dengan kaki pondasi dinding penahan, maka mengakibatkan pecahnya konstruksi badan sehingga badan dinding akan runtuh/terpisah dari kaki pondasi.

Untuk mengecek kestabilan dari dinding penahan tanah, perlu dilakukan langkah – langkah sebagai berikut:

1. stabilitas terhadap guling (Overturning).
2. stabilitas terhadap keruntuhan geser (Sliding failure).
3. stabilitas terhadap keruntuhan daya dukung tanah (bearing capacity failure).

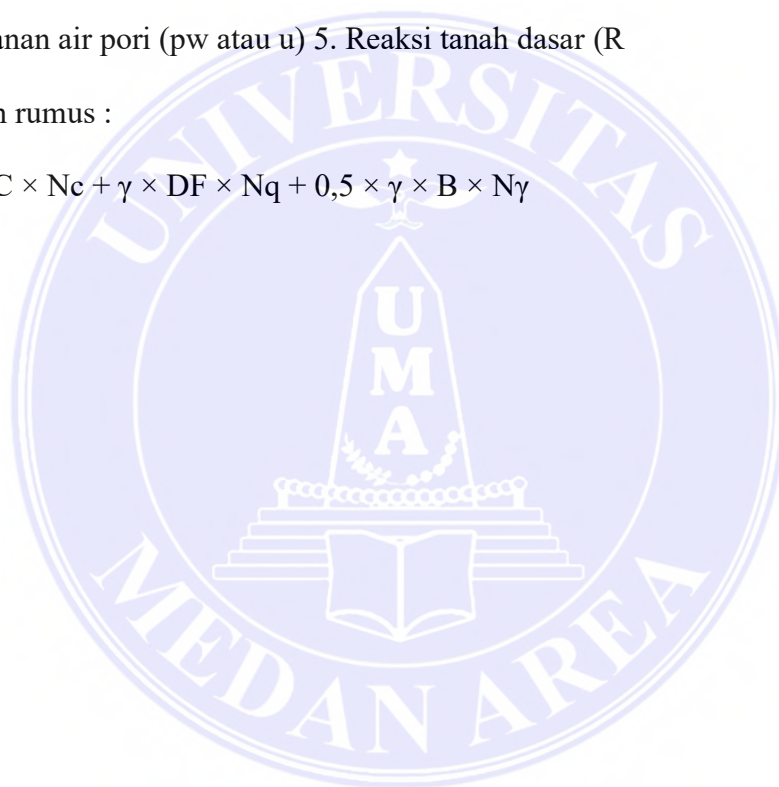
4. Pengecekan stabilitas terhadap penurunan (settlement).
5. Pengecekan terhadap stabilitas keseluruhan (Overall stability).

Gaya – gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah adalah:

1. Berat sendiri dinding penahan (w)
2. Tekanan tanah lateral aktif total tanah urug (pa)
3. Tekanan tanah lateral pasif total tanah urug (pp)
4. Tekanan air pori (pw atau u)
5. Reaksi tanah dasar (R)

Dengan rumus :

$$qult = C \times Nc + \gamma \times DF \times Nq + 0,5 \times \gamma \times B \times N\gamma$$



BAB III

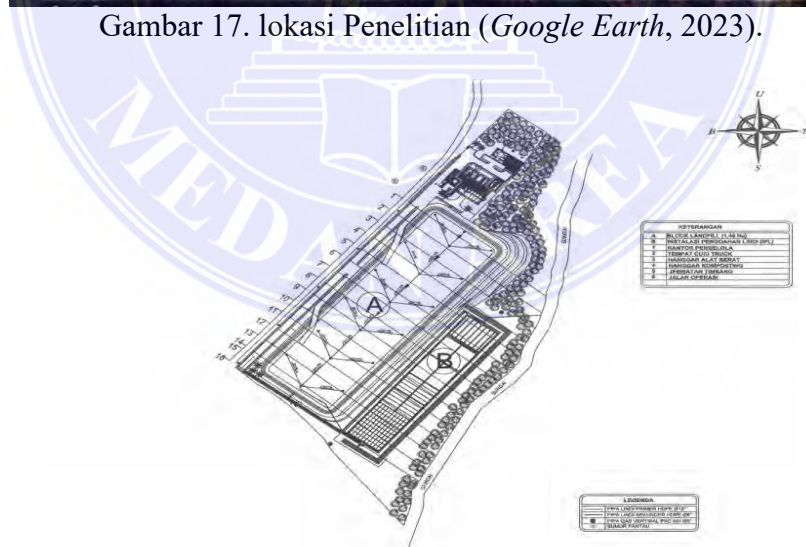
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian akan dilakukan pada bulan September hingga bulan Oktober tahun 2022. Adapun tempat penelitian akan dilakukan di proyek pembangunan TPA Deli Serdang di Dusun Sungai Basah, Kec. STM Hilir, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara.



Gambar 17. lokasi Penelitian (*Google Earth, 2023*).



Gambar 18. Denah Lokasi Penelitian (*Dokumentasi Proyek*).

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data langkah yang paling penting dalam penelitian. Tujuan pengambilan data adalah untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan penelitian. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini yakni tanah yang sudah diuji sebelumnya untuk mendapatkan data acuan dalam perhitungan.

Data sekunder yang dimaksud adalah data dari beberapa sumber seperti instansi yang terkait seperti gambar kerja proyek dan data observasi, data primer pada penelitian ini adalah pengujian tanah yang ada pada lokasi yakni data sondir data *CBR*serta data *SPT* yang ada di lapangan.

3.3 Studi Pustaka

Studi pustaka untuk mencari dan mengumpulkan bahan-bahan literatur berupa landasan teori, metode-metode yang akan digunakan dalam pengolahan data maupun dalam melakukan analisis.

Tujuan studi pustaka yaitu :

- a. Menemukan suatu masalah untuk diteliti.
- b. Mencari informasi yang relevan dengan masalah yang diteliti.
- c. Mengkaji beberapa teori dasar yang relevan dengan masalah yang akan diteliti.

Untuk membuat uraian teoritik dan empirik yang berkaitan dengan faktor, indicator, variable dan parameter penelitian yang tercermin dalam masalah-masalah yang ingin dipecahkan.

- d. Memperdalam pengetahuan peneliti tentang masalah dan bidang yang akan diteliti.

- e. Mengkaji hasil-hasil penelitian terdahulu yang ada kaitannya dengan penelitian yang akan dilakukan. Artinya hasil penelitian terdahulu mengenai hal yang akan diteliti dan mengenai hal berkaitan dengan hal yang akan diteliti.
- f. Mendapat informasi tentang aspek-aspek mana dari suatu masalah yang sudah pernah diteliti untuk menghindari agar tidak meneliti yang sama.

3.4 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian analisis terstruktur dengan menggunakan analisis *konvensional* dan perhitungan manual metode *Rankine* dan *Coulomb* serta studi pustaka dengan langkah langkah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka.

Dalam tahap ini, penulis melakukan studi pustaka dari beberapa jurnal nasional dan buku untuk memahami lebih dalam mengenai perencanaan dinding penahan tanah, dalam tugas akhir ini yang dibahas adalah *Retaining Wall*. Mulai dari pengertian, faktor yang mempengaruhi, hingga tahap-tahap perencanaannya. Proses pemahaman ini dilakukan dengan mencari sumber bacaan, membaca dan kemudian memahaminya. Setelah itu, berbagai informasi tersebut kemudian dikaitkan dengan kondisi dan permasalahan yang terdapat pada laporan tugas akhir ini.

2. Analisis Perhitungan.

Setelah data-data yang diperlukan diperoleh, kemudian dengan literatur yang relevan dan berhubungan dengan pembahasan pada tugas akhir ini serta masukan-masukan dari dosen pembimbing, maka data tersebut diolah dan dianalisis dengan menggunakan perhitungan metode *Rankine* dan *Coulomb* untuk mengetahui

keamanan dinding terhadap gaya geser (*sliding*), gaya guling (*overtuning*), sehingga didapatkan dimensi dan stabilitas terhadap bahaya penggulingan dan penggeseran pada perencanaan dinding penahan serta angka faktor keamanannya serta perbandingan kedua metode tersebut.

3.5 Data Tanah Ekisting

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini berupa data primer dan data sekunder, data primer didapatkan melalui survei lapangan sedangkan data sekunder didapatkan melalui mencari dari data sumber yang sudah ada.

A. Data primer

Data primer merupakan data yang berupa kata-kata atau verbal yang didapatkan secara lisan, gerak-gerik atau perilaku yang dilakukan oleh subjek yang dapat dipercaya dan berkaitan dengan variabel yang diteliti (Siyoto, Sandu, & Sodik, 2015: 28). Data primer didapatkan langsung dari responden yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh peneliti. Dalam penelitian ini data primer di dapat dengan menganalisis langsung (Arikunto, 2002) kondisi lapangan seperti melakukan pengujian langsung di lapangan.

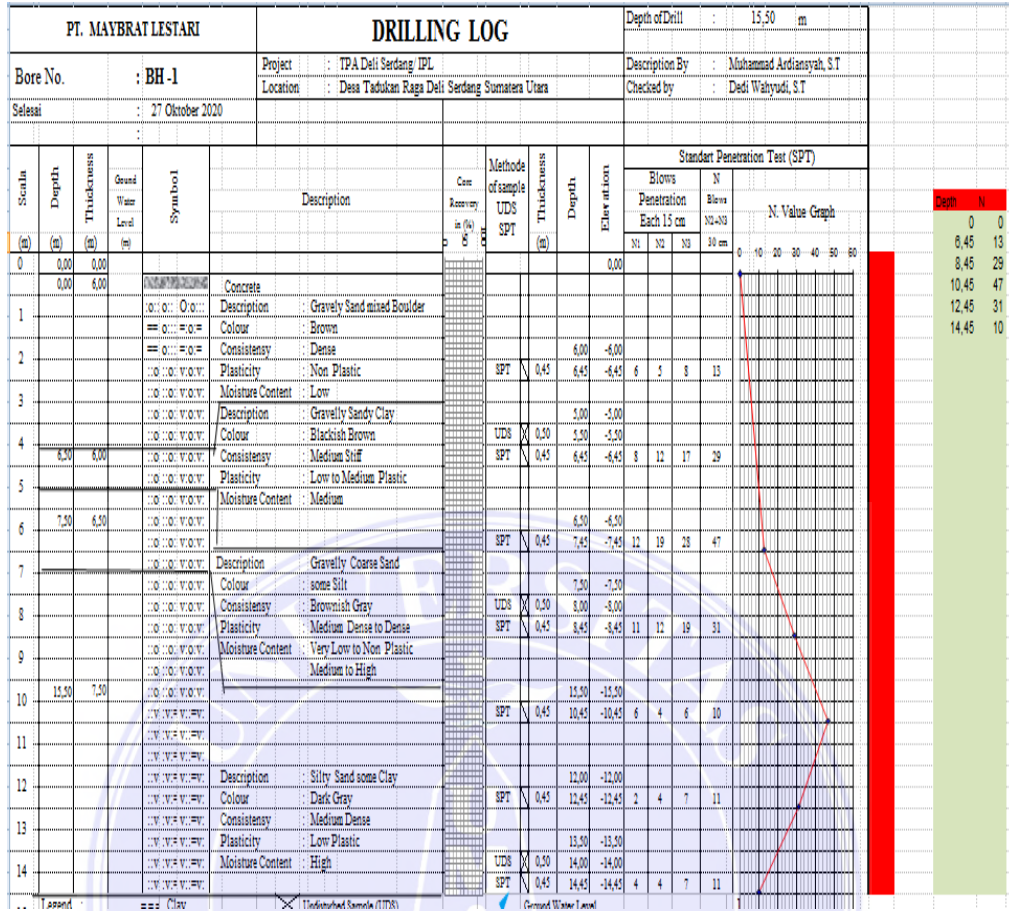
B. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan dari berkas-berkas grafis (tabel, catatan, notulen, rapat, dll), dokumentasi, film, rekaman video, benda-benda, dan lain-lain (Siyoto, Sandu, & Sodik, 2015:27). Data sekunder diperoleh dalam bentuk data sudah jadi yang diolah dan disajikan oleh pihak lain. Dalam penelitian ini data sekunder diperoleh dari buku-buku literatur, jurnal, gambar rencana, data pengujian CBR lapangan. Terlihat pada tabel 3.1.

Tabel 5. CBR Lapangan (Data Proyek, 2022).

Waktu (menit)	Dial Penetration	Penetration (inci)	Dial Beban	Beban (Ibs)
0	0	0	0	0
0,25	31,75	0,0125	3	35,36
0,5	63,5	0,025	5	58,94
1	127	0,05	9	106,08
1,5	191	0,075	12	141,45
2	254	0,1	15	176,81
3	381	0,15	20	235,74
4	508	0,2	25	294,68
5	635	0,25	28	330,04
6	762	0,3	31	365,4
7	889	0,35	33	388,98
8	1016	0,4	35	412,55
9	1143	0,45	36	424,34
10	1270	0,5	38	447,91

Adapun data lainnya untuk perhitungan tekanan aktif pada metode *rankine* dan *coulomb* yaitu data *drilling log* yang dimana data ini untuk mengetahui nilai kohesi, sudut geser tanah dan γ sat tanah. Dapat dilihat pada gambar 19.



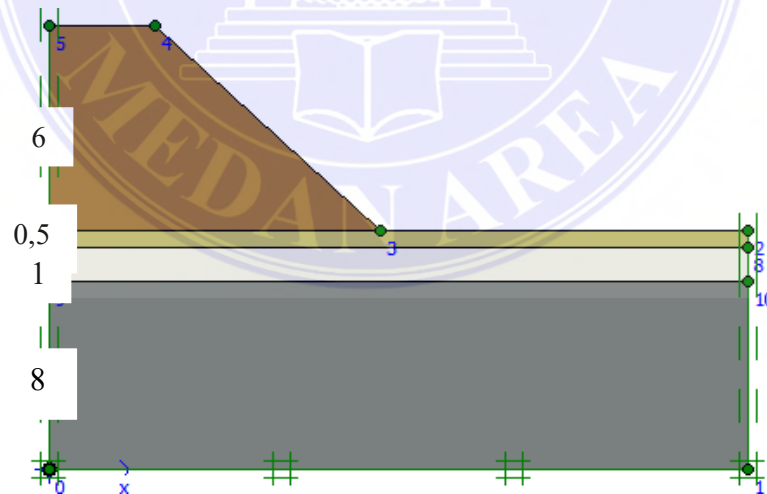
Gambar 19. Drilling Log (Data Proyek, 2022).

Data ekisting lainnya yaitu parameter tanah, parameter tanah juga merupakan salah satu yang dibutuhkan untuk perhitungan ataupun merencanakan Retaining Wall dari intrepetasi data CPT (Conus Penetration Test) atau sondir dan CBR (California Bearing Ratio) yang telah dilakukan di pembangunan TPA (Tempat Pembuangan Akhir) Deli Serdang. Dapat dilihat pada tabel 6 untuk parameter tanah.

Tabel 6. Parameter Tanah (Data Proyek, 2022).

Zona Tanah	Point 1					Zona Tanah	Point 2				
	γ (kN/m ³) γ_{sat}	Γ	C (kN/m ²)	Θ (°)	E (kN/m ²)		γ (kN/m ³) γ_{sat}	Γ	C (kN/m ²)	Θ (°)	E (kN/m ²)
2	12,5	10	10	5	500	2	12,5	10	10	5	500
8	17	16,5	22	29	12000	8	17	16,5	22	29	12000
6	19	16	19	27	10000	6	18	16	19	27	10000
9	20	17	0	31	20000	9	20	17	0	31	20000
9	20	17	0	31	20000	9	20	17	0	31	20000

Hasil intrepetasi data sondir terhadap parameter tanah akan diolah menajadi hasil perhitungan untuk menghitung stabilitas *Retaining Wall* pada *blok landfill*. Setelah data tanah seperti sondir, CPT, CBR dan Parameter tanah sudah didapat diolah untuk digunakan dalam analisa pengolahan data. Berikut kondisi lereng yang dimana belum diberi perkuatan dan tidak adanya muka air tanah, jenis tanah dan juga tebal lapisan setiap tanah. Dapat dilihat pada gambar 20.



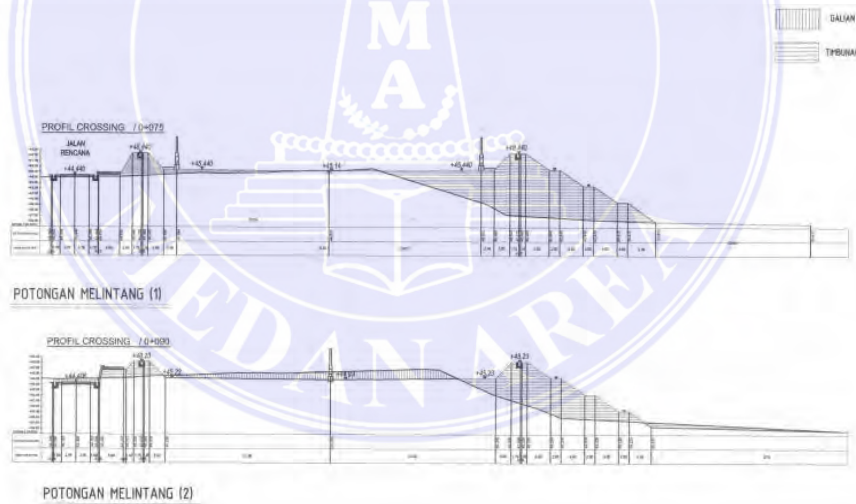
Gambar 20. Pemodelan Kondisi Awal Dinding (Data Proyek, 2022).

Tabel 7. Jenis Tanah per Lapisan (Data Proyek, 2022).

No	Kedalaman (m)	Tebal lapisan (m)	Jenis tanah
1	0 – 6	6	Tanah timbunan
2	6 - 6,5	0,5	Tanah lempung <i>organic</i>
3	6,5 - 7,5	1	Lempung
4	7,5- 15,5	8	Tupa berpasir

3.6 Typikal Retaining Wall

Dapat dilihat dibawah ini merupakan denah pada *retaining wall blok landfill* di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) di Deli Serdang. Adapun potongan melintang pada gambar untung menghitung kapasitas dalam *blok landfill* dan mendapat data yang detail seperti tinggi, lebar dan panjang pada bangunan TPA.



Gambar 21. Detail Bentang Tanggul TPA Deli Serdang (Data Proyek, 2022).

Berdasarkan gambar pada 3.5 yang di dapatkan dari hasil *asbuilt-drawing* gambar kerja yang ada pada pembangunan TPA Deli Serdang dapat di ketahui bahwa :

Ukuran *block lanfill* TPA Deli Serdang

Panjang : 210 m

Lebar : 63 m

Sisi miring : 3 m

Tinggi : 3 m

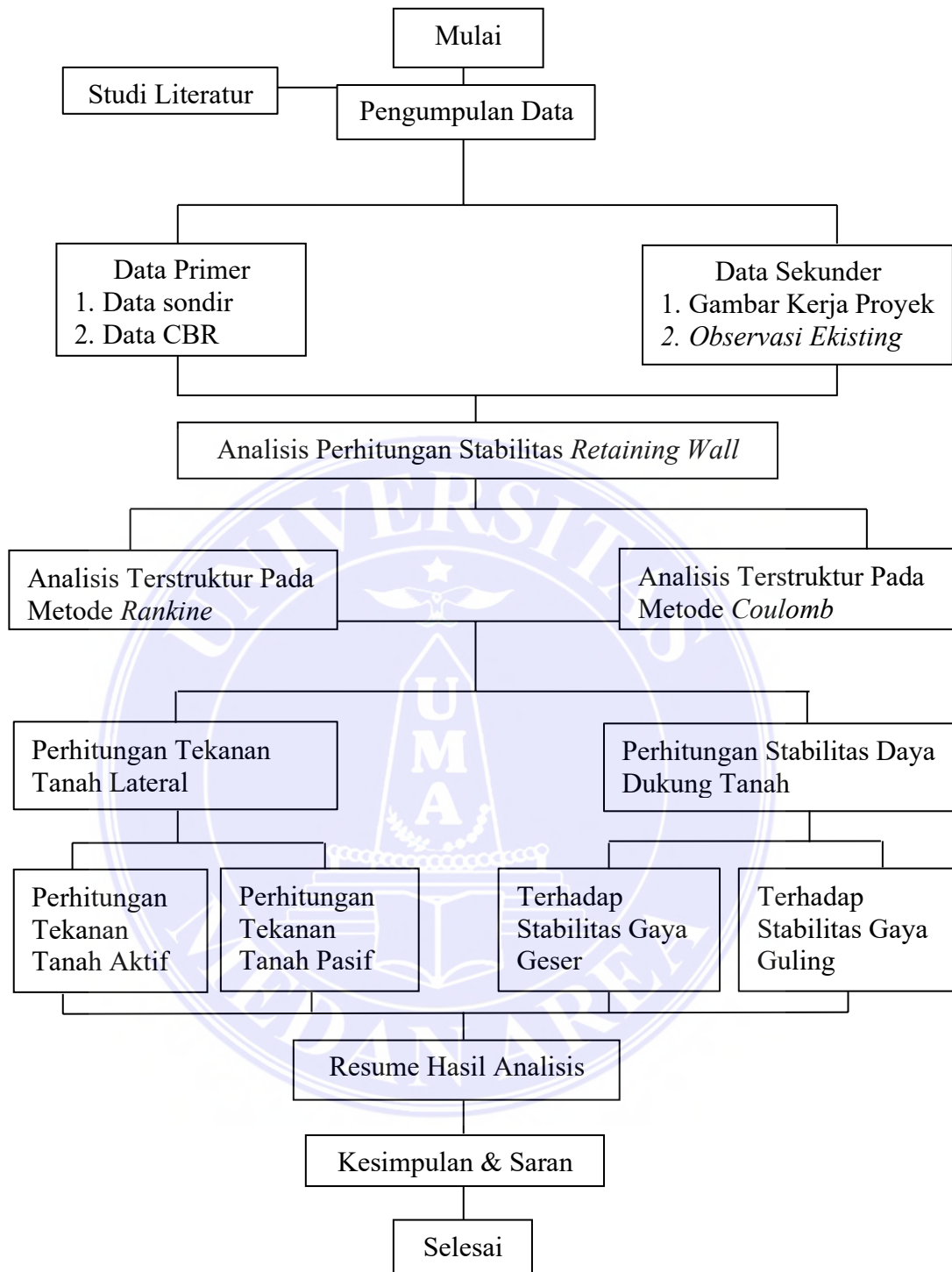
Luas tanggul

$$L = P \times L$$

$$L = 210m \times 69 m = 13230 m^2$$

3.7 Kerangka Berfikir

Untuk lebih detail memulai menganalisis stabilitas *retaining wall* pada *blok landfill* TPA (Tempat Pembuangan Akhir) adapun kerangka berfikir yang dibuat peneliti agar mudah dipahamin. Dapat dilihat pada Gambar 3.7 Kerangka Berfikir sebagai berikut:



Gambar 22. Kerangka Berfikir (Analisis Peneliti, 2023).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.

Berdasarkan hasil perhitungan pada kedua metode Rankine dan Coloumb sama sama memiliki hasil yang aman untuk digunakan pada perhitungan dinding penahan tanah pada TPA Deli Serdang, nilai SF gaya geser pada perhitungan rankine 1,8488 sedangkan pada SF gaya geser Coulomb 2,032, memiliki hasil yang berbeda sedikit untuk kedua metode tersebut. Berdasarkan pada perhitungan hasil pengujian CBR lapangan dapat disimpulkan bahwa data CBR lapangan pada TPA Deli Serdang dimana nilai CBR tertinggi terdapat pada titik pengujian ke 7 dengan nilai CBR 14.93 % dan nilai CBR terendah terdapat pada titik 9 dengan nilai 3.93 %.

5.2 Saran

Dalam pembangunan dinding penahan tanah pada lereng diperlukan analisis yang mendalam dan ketelitian sehingga tidak terjadinya kesalahan-kesalahan fatal yang dapat mengancam nyawa. Dan terhadap pihak pemerintahan TPA Deli Serdang, apabila TPA di estimasikan untuk penggunaan dalam jangka waktu yang lama, maka harus di tinjau kembali mengenai keamanan tanggul, pihak pemerintah Deli serdang harus menambahkan perkuatan tanggul seperti penambahan perkuatan dinding penahan tanah

DAFTAR PUSTAKA

- Das B. M. 1993. *Mekanika Tanah Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- Das B. M. 1995. *Mekanika Tanah Jilid 2*. Jakarta : Erlangga.
- Das, Braja. M, 2011. *Principle Of Foundation Engineering*, Edisi 7, Cengage Learning, Stamford USA.
- Hadihardaja, J. 1997. *Rekayasa Pondasi 1 (Konstruksi Penahan Tanah)*. Jakarta : Gunadarma
- Hardiyatmo, H. C, 2002. *Mekanika Tanah I* (3rd ed). Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Junaidi. 2017. Perancangan Dinding Penahan tanah Pada Penanganan Longsoran Jembatan Lesan. Jurusan Teknik sipil Fakultas Teknik : Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- Lulut Fadhilah, Sudarno. 2017. Perencanaan Dinding Penahan Tanah Untuk Perbaikan Longsor Di Ruas Jalan Balerejo Kalegen, Reviews In Civil Enggineering, Volume 01 No 1, P.25-28, 2017, Jurnal.untidar.ac.id.
- Muhammad Amad Arifin, F. (2019). Tinjauan Nilai Permeabilitas Tanah Tanggul Canal Blocking. *Jurnal GRADASI TEKNIK SIPIL, Volume 3, No. 1.*,
- Melania Kalalo Jack H. Ticoth, Agnes T. Mandagi. 2017. Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (studi kasus: sekitar areal PT.Trakindo, desa maumbi, kabupaten minihasa utara), *Jurnal Sipil Statik Vol.5 NO.5 Juli 2017 (285-294) ISSN: 2337-6732.*
- Najoan. 2002. *Interpretasi Hasil Uji dan Penyusunan Laporan Penyelidikan Geoteknik*. Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum.

- Najoan. (2020). *Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan tekanan atau beban bangunan pada tanah dengan aman tanpa menimbulkan keruntuhan geser dan penurunan berlebihan.*
- Nisrina Zaida Ulfa, P. R. (2020). Analisis kestabilan tanggul ditinjau dari nilai daya dukung tanah. *Prosiding tpt xxix perhapi 2020.*
- Soedarmo, G. D. & Purnomo, S. J. E. 1997. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta : Kanisius
- Soedarmo, G. D. & Purnomo, S. J. E. 1997. *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta : Kanisius
- Tanjung R. R. 2016. *Dinding Penahan Tanah*. Jakarta, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Thurton P.,I.,2009. *Analisa Dinding Penahan Tanah Yang Menggunakan Earth Berm Sebagai Support Dengan Program Plexis*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Universitas Indonesia.
- Wesley, L. D. 2010. *Mekanika Tanah*. Yogyakarta : Andi

LAMPIRAN

Lampiran 1 . Dokumentasi



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	ρ_b (gr/cc)	1,620	1,723
Dry Density	ρ_d (gr/cc)	1,406	1,471
Unit Weight of Saturated	ρ_{sat} (gr/cc)	1,841	1,878
Specific Gravity	Gs	2,489	2,481
Void Ratio	e	0,7706	0,6872
Porosity	n	0,4352	0,4073
Degree of Saturation	Sr (%)	49,10	61,95
Atterberg Limit Test			
Liquit 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			
Qu	(Kg/cm ²)	0,000	0,000
Strain	(%)	0,00	0,00
Direct Shear Test			
Internal Friction	Φ (Degree)	37 ° 49 " 15,65 "	39 ° 2 " 57,62 "
Cohesion	c (Kg/cm ²)	0,043	0,046
Consolidation Test			
Insitu Void Ratio	eo	0,758	0,687
Coefisien of Consolidation	Cv (Cm ² /sec)	2,43E-02	2,21E-02
Compression Index	Cc	0,0694	0,0518
Permeability	K (Cm/sec)	5,33E-07	3,01E-07

Bore No.		BH-2	BH-2
Depth		7.50 - 8.00 m	13.50 - 15.50 m
Moisture Content	W (%)	22,88	30,66
Natural Density	ρ_b (gr/cc)	1,526	1,652
Dry Density	ρ_d (gr/cc)	1,242	1,264
Unit Weight of Saturated	ρ_{sat} (gr/cc)	1,738	1,763
Specific Gravity	Gs	2,463	2,524
Void Ratio	e	0,9833	0,9967
Porosity	n	0,4958	0,4992
Degree of Saturation	Sr (%)	57,32	77,65
<u>Atterberg Limit Test</u>			
Liquit Limit	LL (%)	NP	29,58
Plastic Limit	PL (%)	NP	18,39
Plastic Index	PI (%)	NP	11,20
<u>Soil Classification</u>			
AASTHO		A - 3	A - 2 - 6
USCS		SP	ML
<u>Sieve Analysis Test</u>			
No. 4 Passing Percent		98,90	100,00
No. 10 Passing Percent		63,43	97,28
No. 20 Passing Percent		45,20	86,84
No. 40 Passing Percent		30,30	77,43
No. 60 Passing Percent		25,97	64,07
No. 100 Passing Percent		18,31	49,68
No. 200 Passing Percent		10,97	32,15
<u>Unconfined Compression Test</u>			
Qu	(Kg/cm ²)	NP	0,121
Strain	(%)	NP	1,50
<u>Direct Shear Test</u>			
Internal Friction	Φ (Degree)	34 ° 32 " 22,33 "	28 ° 32 " 34,30 "
Cohesion	c (Kg/cm ²)	0,039	0,113
<u>Consolidation Test</u>			
Insitu Void Ratio	eo	-	0,992
Coefisien of Consolidation	Cv (Cm ² /sec)	-	3,43E-02
Compression Index	Cc	-	0,2046
Permeability	K (Cm/sec)	-	1,68E-06

Bore No.		BH-3	BH-3
Depth		3.50 - 4.00 m	7.50 - 8.00 m
Moisture Content	W (%)	25,24	27,05
Natural Density	ρ_b (gr/cc)	1,475	1,599
Dry Density	ρ_d (gr/cc)	1,178	1,259
Unit Weight of Saturated	ρ_{sat} (gr/cc)	1,716	1,761
Specific Gravity	Gs	2,548	2,527
Void Ratio	e	1,1631	1,0077
Porosity	n	0,5377	0,5019
Degree of Saturation	Sr (%)	55,30	67,83
Atterberg Limit Test			
Liquid Limit	LL (%)	35,20	26,30
Plastic Limit	PL (%)	23,12	16,76
Plastic Index	PI (%)	12,09	9,55
Soil Classification			
AASHTO		A - 6	A - 2 - 4
USCS		ML	ML
Sieve Analysis Test			
No. 4	Passing Percent	100,00	99,57
No. 10	Passing Percent	99,28	95,66
No. 20	Passing Percent	97,93	88,94
No. 40	Passing Percent	95,87	79,11
No. 60	Passing Percent	91,73	63,81
No. 100	Passing Percent	84,45	50,14
No. 200	Passing Percent	74,49	30,86
Unconfined Compression Test			
Qu	(Kg/cm ²)	0,172	0,000
Strain	(%)	2,00	0,00
Direct Shear Test			
Internal Friction	Φ (Degree)	16 ° 18 " 31,84 "	30 ° 39 " 57,80 "
Cohesion	c (Kg/cm ²)	0,161	0,081
Consolidation Test			
Insitu Void Ratio	eo	1,167	1,008
Coefisien of Consolidation	Cv (Cm ² /sec)	1,73E-02	3,34E-02
Compression Index	Cc	0,4047	0,2014
Permeability	K (Cm/sec)	1,06E-06	1,88E-06

