

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN PASIR ZEOLIT
TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG**

SKRIPSI

OLEH :

**RIEL ALVITO SIMBOLON
198110015**



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/1/24

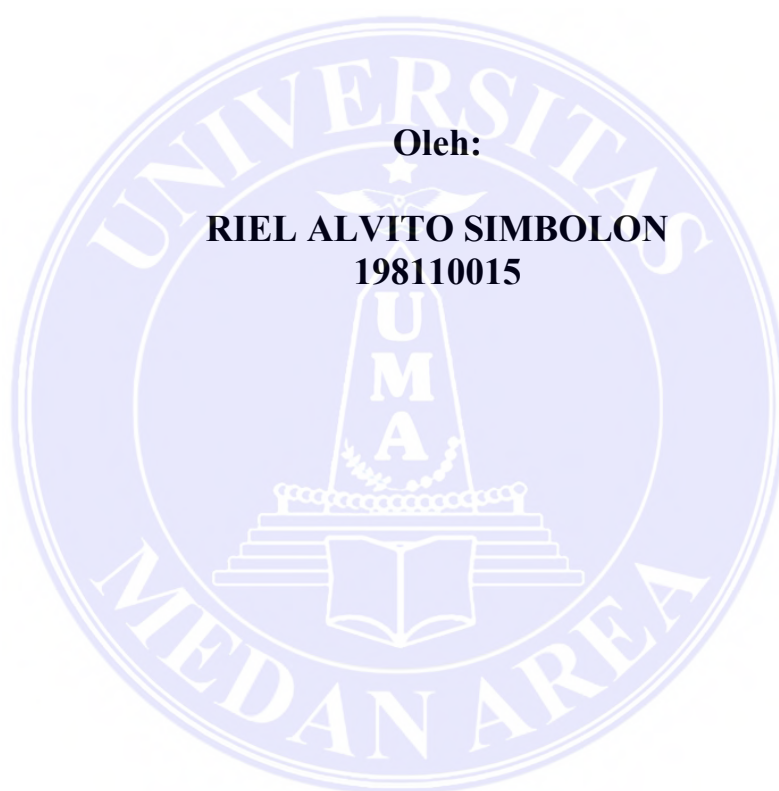
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)15/1/24

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN PASIR ZEOLIT TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG

SKRIPSI

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



Oleh:

**RIEL ALVITO SIMBOLON
198110015**

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/1/24

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

Access From (repository.uma.ac.id)15/1/24

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Penambahan Pasir Zeolit terhadap Nilai
Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung
Nama : Riel Alvito Simbolon
Npm : 198110015
Fakultas : Teknik



Tanggal Lulus : 01 Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya 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 sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 01 Agustus 2023



Riel Alvito Simbolon
198110015

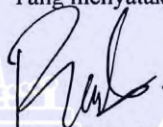
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Riel Alvito Simbolon
NPM : 198110015
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non Exclusive Royalty Free-Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Pengaruh Penambahan Pasir Zeolit terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/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 : 01 Agustus 2023
Yang menyatakan

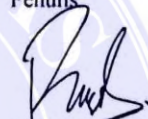


(Riel Alvito Simbolon)

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 Tanah dengan judul Analisis Pengaruh Penambahan Pasir Zeolit terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung. Terima kasih penulis sampaikan kepada ibu Ir Nurmaidah, M.T. selaku dosen pembimbing dan Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada Shinta Yohana Silaban 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



(Riel Alvito Simbolon)

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Penambahan Pasir Zeolit terhadap Nilai
Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung
Nama : Riel Alvito Simbolon
Npm : 198110015
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:

Komisi Pembimbing

Ir. Nurmaidah, MT
Pembimbing

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

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

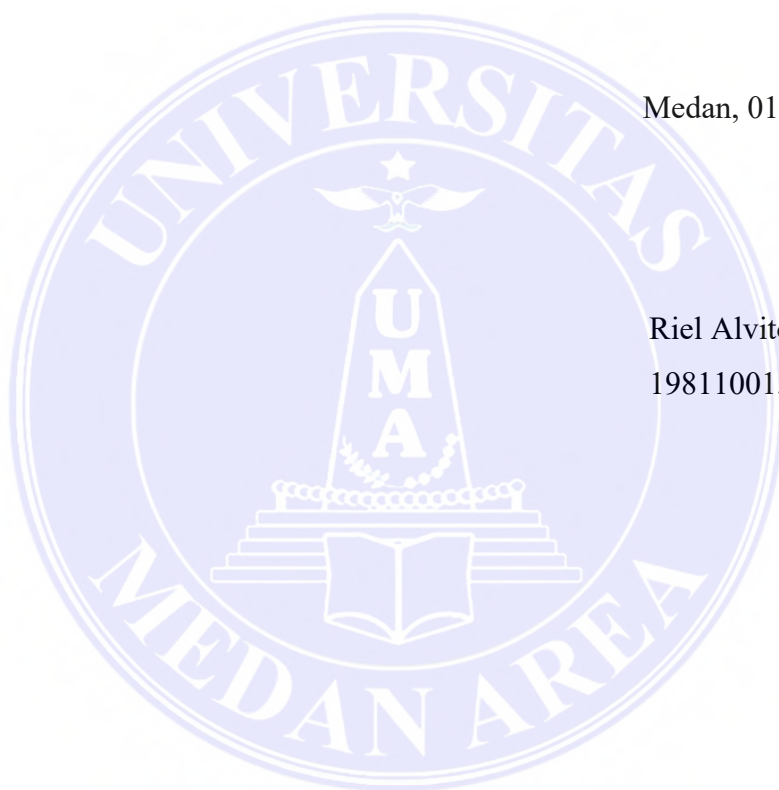
Tanggal Lulus : 01 Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya 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 sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 01 Agustus 2023

Riel Alvito Simbolon
198110015



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Riel Alvito Simbolon
NPM : 198110015
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

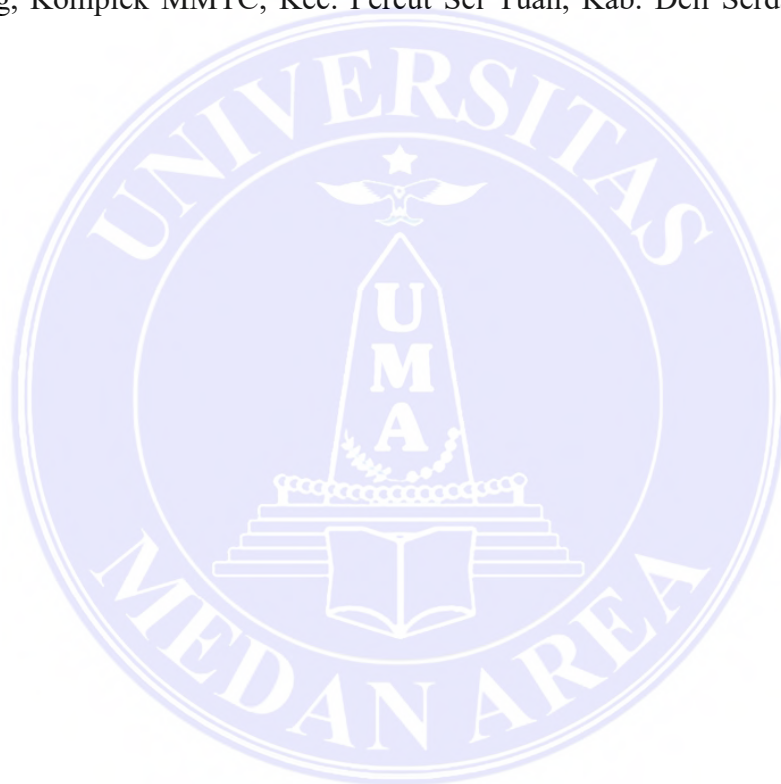
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non Exclusive Royalty Free-Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Pengaruh Penambahan Pasir Zeolit terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/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 : 01 Agustus 2023
Yang menyatakan

(Riel Alvito Simbolon)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Tanah Tinggi Pada tanggal 01 Juni 2003 dari Ayah Bindu Simbolon dan ibu Sarmauli Sinaga Penulis merupakan putra ke 4 dari 5 bersaudara. Tahun 2019 Penulis lulus dari SMA Negeri 1 Air Putih dan pada tahun 2019 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Selama mengikuti perkuliahan penulis menjadi asisten mata kuliah pada tahun ajaran 2022/2023, pada tahun 2022 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Proyek Pembangunan Pusdiklat Prasadha Jinadhammo Pancing, Komplek MMTC, Kec. Percut Sei Tuan, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara.



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 Tanah dengan judul Analisis Pengaruh Penambahan Pasir Zeolit terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung. Terima kasih penulis sampaikan kepada ibu Ir.Nurmaidah, M.T. selaku dosen pembimbing dan Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada Shinta Yohana Silaban 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, krtitik 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

(Riel Alvito Simbolon)

ABSTRAK

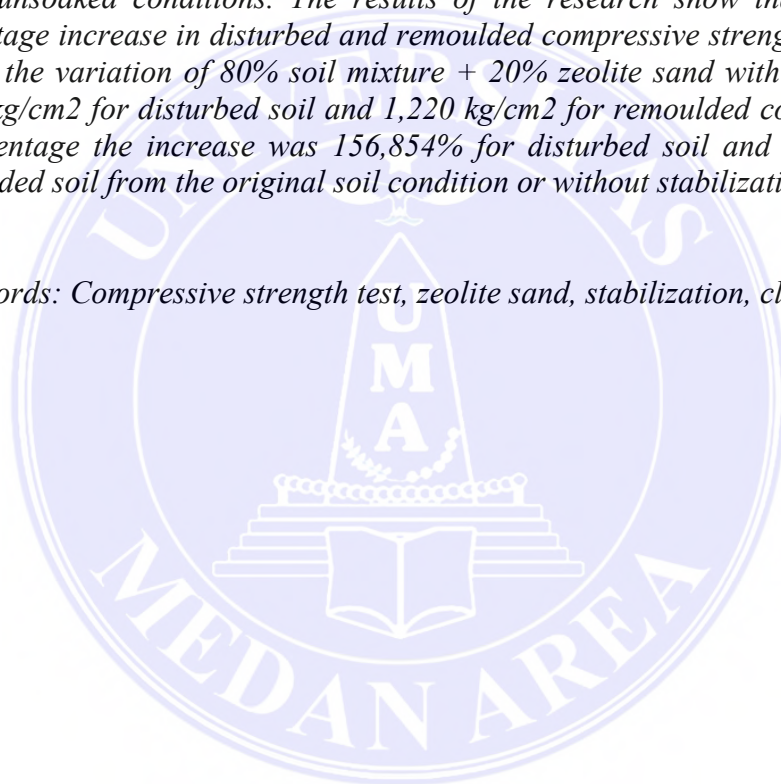
Tanah sebagai dasar perletakan suatu struktur harus mempunyai sifat dan daya dukung yang baik. Perilaku tanah sangat di pengaruhi oleh kadar air, salah satu jenis tanah yang banyak permasalahan dalam kontruksi yaitu jenis tanah berlempung. Pada penelitian ini analisis pengaruh penambahan pasir zeolit terhadap nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung. Penggunaan pasir zeolit sebagai bahan campuran dapat meningkatkan daya dukung tanah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh substitusi pasir zeolit pada tanah lempung yang berasal dari kawasan Jl. Pantai labu, Sekip, Kec. Lubuk Pakam, Kabupaten Deli Serdang, terhadap nilai uji kuat tekan bebas (UCST) tanah asli yang dipadatkan di laboratorium, serta mengetahui nilai uji kuat tekan bebas (UCST) tanah asli yang dicampur pasir zeolit dengan persentase 10%, 15%, 20%, dengan waktu pemeraman selama 7 hari dengan kondisi tanpa perendaman (*unsoaked*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase peningkatan nilai kuat tekan (q_u) *disturbed* maupun *remoulded* tertinggi pada variasi campuran tanah 80%+pasir zeolit 20% dengan nilai q_u yaitu sebesar 1.631 kg/cm² untuk tanah *disturbed* dan 1.220 kg/cm² untuk kondisi *remoulded*, dengan persentase peningkatan adalah sebesar 156.854% untuk tanah *disturbed* dan 147.130% untuk tanah *remoulded* dari kondisi tanah asli atau tanpa stabilisasi

Kata Kunci : Uji kuat tekan, Pasir zeolit, Stabilisasi, Tanah lempung

ABSTRACT

Soil as the basis for placing a structure must have good properties and bearing capacity. Soil behavior is greatly influenced by water content, one type of soil that has many problems in construction is clay soil. In this research, we analyzed the effect of adding zeolite sand on the unconfined compressive strength value of clay soil. Using zeolite sand as a mixture can increase the bearing capacity of the soil. The aim of this research is to determine the effect of zeolite sand substitution on clay soil originating from the Jl. Pumpkin Beach, Sekip, District. Lubuk Pakam, Deli Serdang Regency, regarding the unconfined compressive strength test (UCST) value of original soil compacted in the laboratory, as well as knowing the unconfined compressive strength test (UCST) value of original soil mixed with zeolite sand with a percentage of 10%, 15%, 20%, with a curing time of 7 days under unsoaked conditions. The results of the research show that the highest percentage increase in disturbed and remoulded compressive strength (q_u) values was in the variation of 80% soil mixture + 20% zeolite sand with a q_u value of 1,631 kg/cm² for disturbed soil and 1,220 kg/cm² for remoulded conditions, with a percentage the increase was 156,854% for disturbed soil and 147,130% for remoulded soil from the original soil condition or without stabilization.

Keywords: Compressive strength test, zeolite sand, stabilization, clay soil



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 PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Maksud Penelitian	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Sistem Klasifikasi Tanah	8
2.2.1 Klasifikasi Berdasarkan Butir Tanah (Metode Umum)	10
2.2.2 Metode Klasifikasi AASTHO	12
2.2.3 Metode Klasifikasi USCS	16
2.2.4 Metode Klasifikasi USDA	19
2.2.5 Tanah Lempung.....	20
2.2.6 Zeolit	22
2.2.7 Sifat-Sifat Zeolit.....	23
2.2.8 Penurunan Tanah.....	24
2.2.9 Pemadatan Tanah (<i>Compaction</i>)	28
2.2.10 Tegangan Efektif.....	29
2.3 Uji UCT (<i>Unconfined Compression Test</i>)	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	37
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	37
3.2 Pelaksanaan Penelitian	38
3.2.1 Tahap Persiapan	38
3.2.2 Survei Pendahuluan	38
3.3 Bagan Penelitian	40
3.4 Peralatan Penelitian	41

3.4.1 Pemeriksaan Kadar Air	41
3.4.2 Pemeriksaan Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>)	42
3.4.3 Pemeriksaan Analisa saringan (<i>Sieve Analysis</i>).....	43
3.4.4 Pengujian Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>)	44
3.4.5 Pengujian Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>).....	45
3.4.6 Pengujian Pemadatan Laboratorium (<i>Compaction</i>).....	46
3.4.7 Pengujian Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfained Compression Strength Test</i>)	47
3.5 Bahan Penelitian	48
3.5.1 Tanah Lempung Terganggu	48
3.5.2 Pasir Zeolit.....	48
3.5.3 Air Suling.....	49
3.5.4 Oli <i>SAE</i> 10	49
3.6 Prosedur Pengujian	50
3.6.1 Pemeriksaan Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>)	50
3.6.2 Pemeriksaan Analisa Saringan (<i>Sieve Analysis</i>)	51
3.6.3 Pemeriksaan Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>).....	52
3.6.4 Pemeriksaan Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>)	53
3.6.5 Pengujian Pemadatan Laboratorium	54
3.6.6 Pengujian Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfained Compression Strength Test</i>)	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	59
4.1 Hasil Penelitian	59
4.1.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah	59
4.1.2 Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah.....	63
4.1.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Asli.....	64
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian	64
4.2.1 Klasifikasi Tanah Asli dan Identifikasi Sifat Fisik Tanah	64
4.2.2 Identifikasi Sifat Mekanis Tanah Asli	66
4.3.2 Pengaruh Persentase Campuran Pasir Zeolit terhadap Uji Kuat Tekan Bebas Tanah.....	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	xiv

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Komposisi Butiran 12
Gambar 2	Segitiga Taksonomi Tanah 20
Gambar 3	Tanah Lempung..... 21
Gambar 4	Pasir Zeolit..... 24
Gambar 5	Gaya Antar Butiran Dan Kontak Antar Butir..... 31
Gambar 6	Tegangan Efektif Pada Lapisan Tanah 32
Gambar 7	<i>Unconfined Compression Test</i> 33
Gambar 8	Denah Lokasi Penelitian..... 36
Gambar 9	Peta Sebaran Tanah Lunak 37
Gambar 10	Lokasi pengambilan sampel tanah lempung <i>disturbed</i> 38
Gambar 11	Diagram Alur 39
Gambar 12	Peralatan Uji Pemeriksaan Berat Jenis 40
Gambar 13	Peralatan Uji Analisa Saringan..... 41
Gambar 14	Peralatan Uji Batas Cair 42
Gambar 15	Peralatan Uji Batas Plastis..... 43
Gambar 16	Peralatan Uji Pemadatan Tanah laboratorium 44
Gambar 17	Peralatan Uji Kuat Tekan Bebas..... 45
Gambar 18	Tanah Lempung kondisi Terganggu(<i>Disturbed</i>) 46
Gambar 19	Pasir Zeolit..... 46
Gambar 20	Air Suling 47
Gambar 21	Oli <i>SAE 10</i> 47
Gambar 22	Grafik Hubungan Hubungan γ_{dry} Maksimum Tanah dengan Penambahan Pasir zeolit..... 61
Gambar 23	Grafik Hubungan ω Optimum Tanah dengan Penambahan Pasir zeolite 62
Gambar 24	Grafik Pengaruh Penambahan Pasir Zeolit Pada Uji Kuat Tekan Tanah 63
Gambar 25	Grafik Pengaruh Penambahan Pasir Zeolit Pada Uji Kuat Tekan 69
Gambar 26	Sampel Tanah Lempung..... 85
Gambar 27	Pemeriksaan Kadar Air Tanah Lempung 86
Gambar 28	Pemeriksaan Berat Jenis 87
Gambar 29	Pemeriksaan Analisa Saringan 88
Gambar 30	Pemeriksaan Batas Cair..... 89
Gambar 31	Pemeriksaan Batas Plastis 90
Gambar 32	Pemeriksaan Uji Pemadatan 91
Gambar 33	Pemeriksaan Uji Kuat Tekan 92

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Pembagian Jenis Tanah Berdasarkan Ukuran Butir	10
Tabel 2	Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO (Tanah <i>Granuler</i>)	13
Tabel 3	Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO (Tanah <i>Finer</i>)	14
Tabel 4	Klasifikasi Tanah Dengan Metode USCS	18
Tabel 5	Berat Jenis Tanah	25
Tabel 6	Ukuran Diameter Saringan	26
Tabel 7	Nilai <i>Indeks Plastisitas</i> (PI)	28
Tabel 8	Hubungan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung dengan Konsistensinya	33
Tabel 9	Hasil Pengujian Kadar Air	58
Tabel 10	Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah	60
Tabel 11	Hasil Pengujian Butiran Tanah	60
Tabel 12	Hasil Pengujian <i>Atterbeg Limit</i>	61
Tabel 13	Hasil Pegujian Pemadatan Tanah (<i>Compaction</i>)	62
Tabel 14	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah	62
Tabel 15	Hasil Sifat Fisik Tanah Asli	63
Tabel 16	Hasil Pengujian Pemadatan Laboratorium	64
Tabel 17	Hasil Pengujian Kuat tekan Bebas Tanah	65
Tabel 18	Pengaruh Zeolit pada Nilai γ_{dry} Maksimum dan ω Optimum Tanah	66
Tabel 19	Data Hasil Uji Kuat Tekan	67
Tabel 20	Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) dalam Kondisi <i>Disturbed</i> dengan Konsistensinya	68
Tabel 21	Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) dalam Kondisi <i>Remoulded</i> dengan Konsistensinya	69
Tabel 22	Persentase Peningkatan Nilai q_u setiap Variasi Campuran	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peranan tanah sangat diperlukan mendirikan suatu konstruksi sebagai pendukung pondasi di setiap pekerjaan infrastruktur yang semakin tahun meningkat berakibatkan dengan ketersediaan lahan yang semakin terbatas, dan banyak memilih mendirikan bangunan di atas tanah lempung seperti jalan, struktur bangunan, jalan kereta api, bendungan dan dinding penahan tanah.

Tanah lempung termasuk tanah lunak yang memiliki daya dukung dan kuat tekan rendah, dalam pelaksanaan pembangunan konstruksi yang berdiri di atas tanah lempung akan memunculkan berbagai masalah teknis seperti penurunan dimana lapisan tanah akan mengalami penambahan beban di atasnya maka air pori mengalir dari lapisan yang menyebabkan volume menjadi lebih mengecil, daya dukung tanah biasanya sangat berpengaruh pada jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air dan lainnya.

Dengan Kondisi tersebut akan terjadi kerusakan pada konstruksi bangunan, terkhusus di bagian pondasi yaitu dasar pada konstruksi bangunan. Bagian inilah yang difungsikan untuk mendistribusikan beban bangunan langsung ke bagian dasar tanah, dengan adanya kerusakan tersebut penambahan volume air tanah hanya terjadi di bagian satu titik pondasi.

Untuk mengatasi kerusakan tersebut diperlukan penanganan dengan menggunakan teknologi perbaikan tanah. Perbaikan tanah dapat dikatakan sebagai metode perbaikan dalam memaksimalkan kualitas tanah dasar dengan

meningkatkan mutu tanah serta daya dukung tanah terhadap beban yang bekerja di atasnya. Secara umum proses perbaikan tanah dapat menambah kerapatan tanah maupun mengganti tanah yang buruk.

Beberapa macam cara meningkatkan stabilitasi tanah dengan menggunakan bahan campuran dan melakukan pemadatan dengan cara mekanis. Bahan campuran tersebut diharapkan dapat meminimalisir sifat tanah yang kurang baik, Salah satunya adalah dengan menggunakan bahan pencampur zeolit.

Dengan adanya latar belakang tersebut, tujuan saya sebagai penulis dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis yang terjadi pada tanah lempung yang dicampur dengan bahan additive berupa zeolit.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini meliputi:

- Seberapa besarkah kuat tekan bebas jika tanah lempung ditambahkan dengan pasir zeolit ?

1.3 Batasan Masalah

Sesuai dengan rumusan masalah diatas maka batasan masalahnya pada penelitian ini adalah:

1. Sampel tanah yang digunakan merupakan sampel tanah jenis lempung yang diambil di Jl. Pantai labu, Sekip, Kec. Lubuk Pakam, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20551
2. Bahan *additive* yang digunakan untuk stabilisasi tanah adalah Zeolit yang dapat dibeli ditoko.
3. Penelitian ini menganalisis yang terjadi pada tanah lempung yang dicampur dengan bahan additive berupa zeolit.

4. Nilai presentase zeolite yang diambil ialah 0%, 10%, 15%, 20%

1.4 Maksud Penelitian

Adapun maksud dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh penambahan pasir Zeolit terhadap tanah lempung.
2. Menganalisis nilai kuat tekan bebas terhadap tanah lempung.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

- Untuk mengetahui kuat tekan bebas penambahan pasir zeolit terhadap tanah lempung.

1.6 Manfaat Penulisan

a. Manfaat bagi penulis

Bagi Saya sebagai penulis, berfungsi sebagai bahan penyelesaian tugas akhir. Hal tersebut merupakan prasyarat untuk saya menyelesaikan pendidikan mata kuliah teknik sipil UMA, sehingga saya mampu menerapkan ilmu yang didapat semasa saya di perkuliahan dan pengetahuan baru yaitu analisis kuat tekan terhadap tanah lempung dengan campuran zeolit, dan menambah pengetahuan saya sebagai penulis jika melakukan hal serupa dimasa mendatang.

b. Manfaat bagi mahasiswa

Untuk mahasiswa digunakan sebagai informasi tambahan dalam penelitian kedepannya tentang menganalisis tanah dengan penambahan pasir zeolit terhadap tanah lempung.

c. Manfaat bagi orang lain

Penelitian ini juga berguna sebagai informasi untuk orang lain yang membutuhkan informasi penelitian ini kedepannya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Jurnal Penelitian yang dilakukan oleh Hermawan, dkk (2015) yang berjudul “Korelasi Kuat Tekan Bebas dengan Kuat Geser Langsung pada Tanah Lempung Dicampur dengan Zeolit”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sampai sejauh mana pengaruh zeolit sebagai bahan *additive* meningkatkan kuat tekan pada tanah, dan sampe tanah lempung digunakan merupakan sampel tanah jenis lempung yang diambil di Desa Belimbing Sari, Lampung Timur, dan pasir zeolit yang diambil dari Pesisir Lampung Selatan.

Hasil yang diperoleh dari pengujian ini yaitu nilai kuat tekan bebas dari variasi campuran dan Tanpa campuran = 0,2975, zeolit 6% = 0,3838, zeolit 8% = 0,4991, zeolit 10% = 0,5787. Jadi kesimpulan yang didapatkan karena zeolit dengan komposisi kimia didominasi oleh silica (SiO_2) yang bila dicampur dengan tanah lempung akan menghasilkan reaksi pozzolan yaitu dengan mengerasnya tanah tersebut nilai kuat tekan tanah tersebut akan meningkat. Namun perlu diketahui, semakin panjang waktu pemeraman, kadar air dalam tanah akan menurun.

Dan hasil pengujian kuat geser langsung dengan variasi campuran, nilai kohesi yang didapatkan : 0% = 0,24 (kg/cm^2), 6% = 0,25 (kg/cm^2), 8% = 0,27(kg/cm^2), 10 % = 0,37 (kg/cm^2), dan kuat geser maksimumnya 0% = 0,4754 (kg/cm^2), 6% = 0,5218 (kg/cm^2), 8% = 0,5798 (kg/cm^2), 10 % = 0,6841.

Penelitian yang dilakukan Oleh Parapaga, dkk (2018) yang berjudul “Pengaruh Pasir Zeolit Terhadap Kuat Geser pada Tanah Lempung Berlempung”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan zeolit terhadap kuat geser, regangan, dan modulus elastisitas. Dan untuk mengetahui variasi campuran yang memberikan pengaruh signifikan terhadap terhadap kuat geser, regangan, dan modulus elastisitas. Hasil dari penelitian ini adalah penambahan zeolit pada tanah menyebabkan kadar air pada tanah berkurang, kadar air 36,400% pada tanah asli menjadi 33,099% pada tanah asli. Dengan variasi penambahan 20% zeolit. Kuat geser bertambah seiring dengan penambahan zeolit pada tanah, kuat geser 0,128 kg/cm² pada tanah asli menjadi 0,546 pada tanah asli dengan variasi penambahan 20% zeolit. Penambahan zeolit pada tanah menyebabkan regangan tanah tersebut berkurang, regangan 0,198% pada tanah asli menjadi 0,128% pada tanah asli dengan variasi penambahan 20% zeolit. Terhadap modulus elastisitas semakin bertambah zeolit semakin bertambah nilai modulus elastisitas, modulus elastisitas 0,167 kg/cm² pada tanah asli menjadi 1,167 kg/cm² pada tanah dengan variasi penambahan 20% zeolit.

Penelitian yang dilakukan Oleh Nugraha, dkk (2022) yang berjudul “Korelasi kuat tekan bebas dan kuat geser langsung pada tanah lempung ekspansif dengan campuran zeolit”. Hasil dari penelitian ini yaitu, nilai sudut geser tanah 0% = 29.31°, 5%=11.89°, 10%=15.68°, 15%=11.89°. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan zeolit pada tanah maka semakin kecil nilai sudut geser tanah tersebut. Hal ini disebabkan karena zeolit yang bila dicampur dengan tanah lempung menyebabkan air pada

partikel tanah terserap oleh zeolit sehingga mengurangi gesekan antara zeolit dengan tanah. Dan nilai kohesi yang didapatkan dari grafik yaitu 0% = 0.112 kg/cm², 5% = 0.112 kg/cm², 10% = 0.192 kg/cm², 15% = 0.22 kg/cm². Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan zeolit pada tanah maka semakin besar nilai kohesi tanah tersebut. Untuk nilai tegangan (q_u) dan regangan (s) pada pengujian UCST murni (0%) dan dengan campuran zeolit 5%, 10%, 15%. Dapat disimpulkan bahwa kenaikan terjadi pada penambahan zeolit 10% dimana nilai tegangan (q_u) yaitu 1.900 kg/cm² dan nilai regangan (s) yaitu 0.220 sehingga persentasi penambahan yang dapat dipersentasikan di lapangan adalah campuran zeolit 10%.

Penelitian yang dilakukan oleh Suci Ramadani (2020) yang berjudul *“Analisa Kohesi Dan Sudut Geser Tanah Lempung Dengan Campuran Zeolit”*. Hasil dari penelitian ini yaitu, nilai Kohesi tanah untuk penambahan zeolite sebesar 0%, 20%, 30%, dan 40% adalah 0.673 kg/cm², 0.679 kg/cm², 0.694 kg/cm², 0.713 kg/cm². Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwasanya semakin besar penambahan zeolite pada tanah maka semakin besar nilai kohesi tanah tersebut. Hal ini disebabkan karena zeolit dengan komposisi kimia yang didominasi oleh silika (SiO₂) yang bila dicampur dengan tanah lempung akan menghasilkan reaksi pozzolan yaitu reaksi kimia yang mana dengan bertambahnya waktu, tanah tersebut akan menjadi keras sehingga tahanan geser tanah itupun akan semakin kuat, dan nilai kohesinya pun akan semakin tinggi. Semakin tinggi nilai kohesi tanah maka tanah tersebut akan menjadi keras sehingga tahanan geser tanah tersebut akan menjadi lebih kuat. Nilai sudut geser tanah untuk penambahan zeolit sebesar 0%, 20%, 30%,

dan 40% adalah 43.025° , 41.987° , 37.235° , 33.024° . dari hasil tersebut dapat disimpulkan semakin besar penambahan dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwasanya semakin besar penambahan zeolit pada tanah maka semakin kecil nilai sudut geser tanah. Hal itu disebabkan karena zeolit yang dicampur dengan tanah lempung menyebabkan air pada partikel tanah terserap oleh zeolit sehingga mengurangi gesekan antara zeolit dengan tanah.

2.2 Sistem Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah ilmu yang berhubungan dengan kategori tanah berdasarkan karakteristik yang membedakan jenis tanah masing masing. Klasifikasi tanah juga merupakan sebuah subjek yang dinamis yang mempelajari struktur dari sistem klasifikasi tanah, definisi dari bagian yang digunakan untuk penggolongan tanah, kriteria yang menentukan penggolongan tanah, hingga penerapannya di lapangan.

Sistem klasifikasi bukan merupakan sistem identifikasi untuk menentukan sifat-sifat mekanis dan geoteknis tanah. Karenanya, klasifikasi tanah bukanlah satu-satunya cara yang digunakan sebagai dasar untuk perencanaan dan perancangan konstruksi. Klasifikasi tanah sangat membantu perencana dalam memberikan pengarahannya melalui cara empiris yang tersedia dari hasil pengalaman yang telah lalu. Tetapi, perencana harus berhati-hati dalam penerapannya karena penyelesaian masalah stabilitas, kompresi (penurunan), aliran air yang didasarkan pada klasifikasi tanah sering menimbulkan kesalahan yang signifikan (Lambe, 1979).

Klasifikasi tanah menggunakan indeks tipe pengujian yang sangat sederhana untuk memperoleh karakteristik tanah. Karakteristik tersebut digunakan untuk menentukan kelompok atau klasifikasi tanah. Klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisis saringan (dan atau uji sedimentasi) serta plastisitas. Secara umum tanah ini dapat digolongkan ke dalam kelas/macam pokok sebagai berikut :

- a. Batu Kerikil (*gravel*)
- b. Pasir(*Sand*)
- c. Lanau(*Silt*)
- d. Lempung(*Clay*)
- e. Lempung anorganik (*anorganic clay*)
- f. Lempung organik (*organic clay*)

Klasifikasi tanah secara menyeluruh membutuhkan banyak data yang terdiri dari warna, kadar air, kekuatan tekan, dan sifat-sifat lainnya. Terdapat beberapa sistem klasifikasi tanah yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam mendeskripsi tanah.

1. Metode Umum (*General Method*)
2. AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*).
3. USCS (*Unified Soil Classification System*)
4. USDA (*United States Department of Agriculture*)

2.2.1 Klasifikasi Berdasarkan Butir Tanah (Metode Umum)

Sifat-sifat tanah sedikit banyaknya selalu tergantung pada ukuran butir-butirnya dan ini dipakai sebagai titik tolak untuk penentuan klasifikasi teknis dari tanah. Berdasarkan hal ini, tanah dibagi sebagai berikut :

Tabel 1. Pembagian Jenis Tanah Berdasarkan Ukuran Butir (Feizel manaf, 2023)

Jenis Tanah	Batasan Ukuran Butir
Berangkal (<i>Boulder</i>)	>8 inci (20 cm)
Kerikil (<i>Cobblestone</i>)	3 inci – 8 inci (8 – 20 cm)
Batu Kerikil (<i>Gravel</i>)	2 mm – 3 inci (2 mm – 8 cm)
Pasir Kasar (<i>Course Sand</i>)	0,6 mm – 2 mm
Pasir Sedang (<i>Medium Sand</i>)	0,2 mm – 0,6 mm
Pasir Halus (<i>Fine Sand</i>)	0,06 mm – 0,2 mm
Lanau (<i>Silt</i>)	0,002 mm – 0,06 mm
Lempung (<i>Clay</i>)	< 0,002 mm

Untuk tanah yang berbutir kasar, maka sifatnya sangat tergantung pada ukuran butirnya, sehingga distribusi ukuran butir-butir itu adalah satu-satunya sifat yang dipakai untuk mengklasifikasikan tanah-tanah granuler. akan tetapi lain halnya dengan tanah berbutir halus.

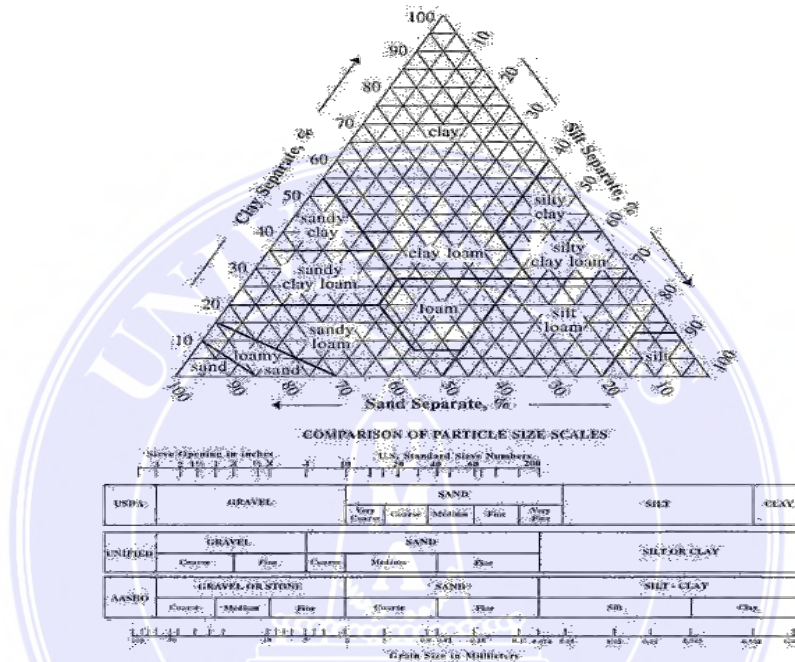
Pada tanah yang berbutir halus diketahui bahwa tidak ada hubungan langsung antara sifat-sifatnya dengan ukuran butir-butirnya. Karena itu, untuk menyatakan sifat-sifat dan mengklasifikasikannya dipakai metode lain, yaitu terutama dengan percobaan batas *atterberg* dan/atau percobaan dilatansi. Dengan kata lain, apabila sudah jelas diketahui bahwa butir-butir tanah tertentu seluruhnya lebih halus dari 0,08 mm, maka tidak perlu lagi mengukur lebih lanjut ukuran butirnya, untuk menentukan apakah tanah itu lanau atau lempung.

Penentuannya dilakukan atas dasar hasil beberapa percobaan batas *atterberg* atau dilatansi. Penting untuk diketahui perbedaan antara istilah “lempung” dan “fraksi lempung” atau “lanau” dengan “fraksi lanau”.

- a) Lempung merupakan suatu istilah yang dipakai untuk menyatakan tanah yang berbutir halus yang bersifat seperti lempung, yaitu memiliki sifat kohesi, plastisitas, dan tidak memperlihatkan sifat dilatansi, serta tidak mengandung jumlah bahan kasar yang berarti. Fraksi lempung menunjukkan bagian berat butir dari tanah lebih halus dari 0,002 mm.
- b) Lanau adalah suatu istilah yang dipakai untuk menyatakan tanah yang berbutir halus namun lebih kasar dari butiran lempung, yang sedikit memiliki sifat kohesi, dan tidak memiliki sifat plastisitas. Fraksi lanau adalah bagian berat bahan antara 0,002 – 0,06 mm.

Dalam beberapa penelitian, tanah itu terdiri dari ukuran butir yang berada di beberapa macam ukuran diatas. Untuk menyatakannya dipakai istilah seperti kerikil kepasiran yaitu terutama terdiri dari batu kerikil, tetapi ada mengandung sejumlah pasir kelanauan yaitu lebih banyak mengandung pasir, tetapi juga ada mengandung sejumlah lanau, Kerikil Kepasiran, suatu bahan yang hampir seluruhnya terdiri dari kerikil, tetapi ada mengandung sejumlah pasir. Pasir Kelempungan, suatu bahan yang hampir seluruhnya terdiri dari pasir, tetapi ada mengandung sejumlah lempung. Cara yang paling baik dipakai untuk membedakan antara lempung dan lanau adalah dengan percobaan dilatansi, yaitu sedikit jumlah tanah lunak(cukup basah sehingga lekat), diletakkan ditangan terbuka dan diguncang secara mendatar.

Dengan lanau, air akan muncul pada permukaannya dan akan hilang bila contoh tanah itu kemudian ditekan diantara jari atau dibengkokkan. Dengan lempung, ini tidak akan terjadi. Dalam beberapa hal, reaksi terhadap percobaan dilatansi ini tidak begitu tegas, maka tanah itu harus diklasifikasikan sebagai lempung kelanauan atau lanau kelempungan.



Gambar 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Komposisi Butiran (nawarsyarif, 2012)

2.2.2 Metode Klasifikasi AASTHO

Klasifikasi tanah dengan cara AASTHO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), dikembangkan pada tahun 1929 dan mengalami beberapa kali revisi hingga tahun 1945 (ASTM Standar No. D-3282, AASTHO model M145). Sistem klasifikasi ini bertujuan untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*subbase*) dan tanah dasar (*subgrade*). Indeks kelompok didefinisikan, sesuai dengan kelompok tanah yang berdasarkan partikel butiran tanah, seperti pada tabel berikut :

Tabel 2. Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO (Braja M. Das, 1998)

Klasifikasi Umum	Tanah Berbutir (<i>Granuler Soil</i>)					
	(35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)					
Klasifikasi	A-1	A-3	A-2		A-2	
Ayakan	A-1-a	A-1-b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis Ayakan (% lolos)						
No. 10	Maks 50					
NO. 40	Maks 30	Maks 50	Maks 51			
NO. 200	Maks 15	Maks 25	Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40	—	—	Plastisitas as Maks 40	Maks 41	Maks 40	Min 41
Batas Cair (LL)	Maks 6	Maks 6	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Indeks Plastisitas (PI)						
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah kerikil pasir	Pasir Halus	Kerikil dan pasir yang berlanau			
Penilaian sbg bahan tanah dasar	Baik Sekali sampai Baik					

Menurut tabel di atas tanah dibagi menjadi 7 kelompok, dan diberi nama dari A-1 sampai A-7. Semakin kecil angkanya, semakin baik untuk bahan subgrade jalan, dan sebaliknya semakin besar angkanya semakin jelek untuk subgrade. Kecuali pada tanah dalam group A-3, lebih baik dari pada semua jenis tanah dalam group A-2 sebagai bahan untuk *subgrade* jalan.

Untuk jenis tanah yang berbutir halus (*finer soils*), terbagi atas empat bagian klasifikasi, seperti yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO (Tanah *Finer*),(Braja M. Das , 1998)

Tanah Lanau-Lempung				
Klasifikasi Umum	(lebih dari 35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)			
	A7			
Klasifikasi Kelompok	A4	A5	A6	A7-5
				A7-6
Analisis Ayakan (% lolos)				
No. 10	—	—	—	—
N0. 40	—	—	—	—
N0. 200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40				
Batas Cair (LL)	Maks 40	Maks 41	Maks 40	Min 41
Indeks Plastisitas (PI)	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah Berlanau		Tanah Berlempung	
Penilaian sbg bahan tanah dasar	Biasa sampai Jelek			

Catatan :

Kelompok A7 dibagi atas A7-5 dan A7-6, bergantung pada batas plastisitasnya (PL)

1. Untuk $PL > 30$; klasifikasinya A7-5
2. Untuk $PL < 30$; klasifikasinya A7-6

AASHTO (*American Assosiation of State Highway and Transportation Officials Classification*), sebagai badan transportasi dan jalan raya di Amerika Serikat menyusun sistem klasifikasi tanah untuk keperluan perencanaan lapisan pondasi jalan (*subbase*) dan lapisan tanah dasar jalan (*subgrade*).

Pengujian tanah yang diperlukan dalam klasifikasi ini adalah “analisis saringan” dan “uji batas-batas *Atterberg*”. Selanjutnya dihitung indeks kelompok (*group index* – GI), yang digunakan untuk mengevaluasi pengelompokan tanah-tanah.

Indeks kelompok dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$GI = (F-35)[0,2+0,005(LL-40)] + (F-15)(PI-10).....(2.1)$$

Yang mana :

F = Persen Lolos Saringan No.200

LL = Batas Cair

PI = Indeks Plastisitas

Apabila nilai indeks kelompok semakin tinggi, maka semakin berkurang ketepatan dalam pemilihan penggunaan tanah tersebut (gradasi jelek). Tanah granuler diklasifikasikan dalam A1 sampai A3. Sedangkan tanah berbutir halus diklasifikasikan dalam A4 sampai A7.

Tanah klasifikasi A1, adalah tanah granuler bergradasi “baik”, dan tanah klasifikasi A3, merupakan pasir bersih yang bergradasi “buruk”. Sedangkan klasifikasi A2 adalah tanah granuler (kurang dari 35% lolos saringan No. 200), tapi masih mengandung lanau dan lempung.

2.2.3 Metode Klasifikasi USCS

Klasifikasi tanah sistem USCS (*Unified Soil Classification System*), diajukan pertama kali oleh Casagrande dan selanjutnya dikembangkan oleh *United State Bureau of Reclamation* (USBR) dan *United State Army Corps of Engineer* (USACE). Kemudian *American Standard Testing of Materials*(ASTM) telah memakai USCS sebagai metode standar guna mengklasifikasikan tanah dalam USCS, diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama sebagai berikut:

- a. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained soils*) yang terdiri atas kerikil dan pasir yang mana kurang dari 50% tanah yang lolos saringan No. 200 ($F_{200} < 50$). Simbol kelompok diawali dengan G untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil (*gravelly soil*) atau S untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir (*sandy soil*).
- b. Tanah berbutir halus (*fine-grained soils*) yang mana lebih dari 50% tanah lolos saringan No. 200 ($F_{200} \geq 50$.) Selanjutnya tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan sub-kelompok. Digunakan simbol-simbol dalam sistem USCS sebagai berikut :

G = *gravel* (kerikil)

S = *sand* (pasir)

C = *anorganic clay* (lempung)

M = *anorganic silt* (lanau)

O = lanau atau lempung organik

Pt = *peat* (tanah gambut atau tanah organik tinggi)

W = *well-graded* (gradasi baik)

Pg = *poorly-graded* (gradasi buruk)

H = *high-plasticity* (plastisitas tinggi)

L = *low-plasticity* (plastisitas rendah).

Prosedur penentuan klasifikasi tanah dengan Sistem *Unified* sebagai berikut :

a) Tentukan tanah apakah berbutir “halus” atau “kasar” (secara visual atau saringan No. 200).

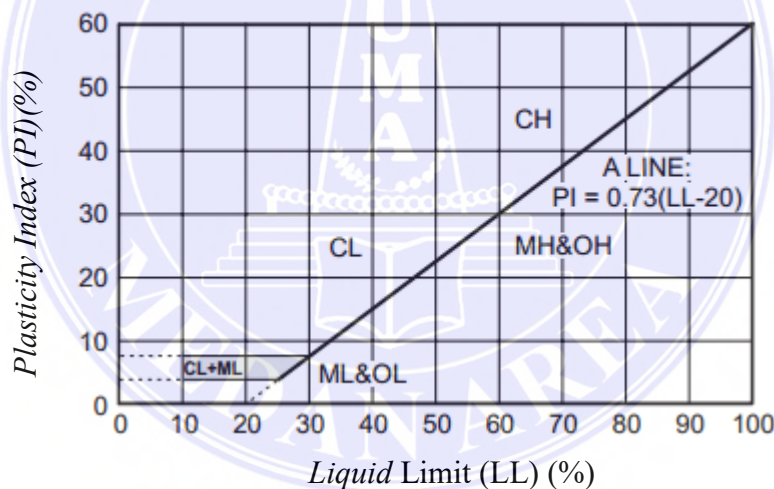
b) Untuk tanah berbutir kasar, maka lakukan ;

1. Saringan tanah tersebut dan gambarkan grafik distribusi butiran.
2. Hitung persen lolos saringan No.4 bila persentase lolos $< 50\%$ klasifikasikan tanah sebagai kerikil bila persentase lolos $> 50\%$ klasifikasikan tanah sebagai pasir.
3. Hitung persen lolos saringan No.200 bila persentase lolos $< 5\%$ maka hitung C_u dan C_c bila termasuk bergradasi baik, klasifikasikan sebagai GW (bila kerikil) dan klasifikasikan sebagai SW (bila pasir) bila termasuk bergradasi buruk, klasifikasikan sebagai GP (bila kerikil) dan klasifikasikan sebagai SP (bila pasir).
4. Apabila persentase butiran yang lolos saringan No.200 diantara 5% sampai 12%, maka tanah akan memiliki simbol ganda dan mempunyai sifat plastisitas (GW-GM atau SW-SM, dan lain-lain).
5. Apabila persentase butiran yang lolos saringan No.200 $> 12\%$, maka harus dilakukan uji batas *Atterberg* dengan menyingkirkan butiran tanah yang tinggal pada saringan No.40. Kemudian dengan menggunakan diagram plastisitas, tentukan klasifikasinya (GM, GC, SM, SC, GM-GC atau SM-SC).

3. Untuk tanah berbutir halus dilakukan yaitu :

- a. Lakukan uji batas-batas *atterberg* dengan menyingkirkan butiran yang tinggal di atas saringan No.40. Bila batas cari (LL) > 50, klasifikasikan tanah tersebut sebagai H (plastisitas tinggi) bila LL < 50 klasifikasikan tanah sebagai L (plastisitas rendah). Maka tanah termasuk CL atau ML, Hitung *Plasticity Index* (PI) = LL – PL = 42% – 16% = 26% Plot nilai PI dan LL ke dalam diagram plastisitas, dan ditemukan letak titiknya di atas garis A, yang menempati zone CL. Jadi tanah tersebut dapat diklasifikasikan sebagai CL (lempung anorganik plastisitas rendah).

Tabel 4. Klasifikasi Tanah Dengan Metode USCS (Braja M.Das, 2017)



Berikut ini contoh klasifikasi tanah berdasarkan metode USCS diketahui

Tanah lolos dari beberapa nomor saringan berikut ini:

- a. Lolos saringan no. 4 : 92%
- b. Lolos saringan no. 10 : 81%

- c. Lolos saringan no. 40 : 78%
- d. Lolos saringan no. 200 : 65%

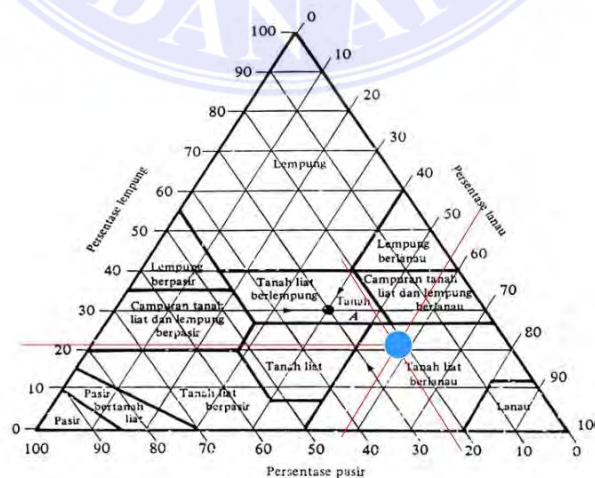
Konsistensi tanah adalah sebagai berikut:

- a. Batas cair (*Liquid Limit*) : 48%
- b. *Index plastisitas (Plasticity Index)* : 32%

2.2.4 Metode Klasifikasi USDA

Pada tahun 1960, *United State Department of Agriculture (USDA)* memperkenalkan sistem klasifikasi tanah yang baru yang disebut *Comprehensive System* atau *Soil Taxonomy*. Sistem klasifikasi tanah ini lebih banyak menekankan pada morfologi dan kurang menekankan pada faktor faktor pembentuk tanah. Sistem klasifikasi tanah berdasarkan tekstur tanah, distribusi ukuran butir dan plastisitas tanah menurut USDA adalah :

- a. Pasir Berukuran Butiran antara 2,0 – 0,05 mm
- b. Lanau Berukuran Butiran 0,05– 0,002 mm.
- c. Lempung Berukuran Butiran < 0,002 mm



Gambar 2. Segitiga Taksonomi Tanah (Runi Asmaranto, 2014)

2.2.5 Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan agregat dari partikel yang berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan.

Permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi, 1987). Pelapukan kimiawi menghasilkan pembentukan kelompok partikel yang berukuran koloid $< 0,002$ mm yang dikenal sebagai mineral lempung. Sifat yang khas dari tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air.

- Karakteristik tanah lempung yaitu :
 - 1) Berukuran kurang dari 0,002 sampai 0,005 mm. Ukurannya ini sangat kecil sehingga berbentuk butiran halus.
 - 2) Tingkat permeabilitas yang rendah ini memungkinkan jenis tanah lempung tidak dapat menyerap air sehingga tidak cocok untuk digunakan sebagai lahan pertanian dan perkebunan.
 - 3) Tingkat kenaikan air kapiler yang tinggi.
 - 4) Bersifat kohesif, Pada saat jumlah air yang sangat banyak mengenai jenis tanah ini maka tanah ini akan sangat lengket sekali
 - 5) Tingkat kembang dan susutnya sangat tinggi.

- 6) Proses konsolidasinya lama..
- 7) Memiliki luas permukaan yang sangat besar.
- 8) Bertekstur keras jika dibakar.



Gambar 3. Tanah lempung (Resaja, 2021)

Selain itu, tanah lempung dapat dibedakan dari jenis tanah lainnya dari ukuran dan kandungan mineraloginya. Menurut Prihatin (2010) mineral lempung adalah koloid dengan ukuran yang sangat kecil yaitu kurang dari 1 mikron. Kolodi itu sendiri jika diamati di bawah mikroskop terlihat seperti lembaran-lembaran kecil yang terdiri dari kristal dengan struktur atom yang berulang.

Kohesi menunjukkan bahwa partikel tanah itu saling melekat satu sama lainnya, sedangkan plastisitas adalah sifat yang memungkinkan mudah untuk di bentuk atau diubah-ubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya, dan tanpa terjadi retakan-retakan atau terpecah-pecah.

2.2.6 Zeolit

Zeolit merupakan kelompok mineral aluminosilikat yang pertama kali ditemukan tahun 1756 oleh Mineralogist dari Swedia bernama Baron Axel Freederick Cronstedt dan telah dipelajari oleh Mineralogist selama lebih dari

200 tahun. Zeolit adalah mineral yang terbentuk dari kristal batuan gunung berapi yang terjadi karena endapan magma hasil letusan gunung berapi jutaan tahun yang lalu.

Zeolit merupakan suatu bahan stabilisasi tanah yang sangat cocok digunakan untuk meningkatkan kondisi tanah atau material tanah yang tidak stabil atau tanah lunak seperti kadar air tanah lebih dari 50% dan nilai CBR kurang dari 10% serta memiliki kuat tekan dan kuat geser tanah yang rendah.

Penambahan zeolit ini akan meningkatkan kepadatan, meningkatkan ikatan antar partikel dalam tanah, daya dukung, kuat tekan material tanah lempung tersebut, sehingga memungkinkan pembangunan konstruksi di atasnya untuk mengetahui pengaruh zeolit terhadap tanah lempung, dilakukan pengujian mekanis seperti pengujian kuat tekan bebas.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan ilmu pengetahuan tentang sifat fisik dan mekanik tanah lempung dengan campuran zeolit. Menggunakan bahan stabilisasi zeolit karena zeolit memiliki sifat seperti kapur, dan selama ini zeolit hanya dipakai pada bidang pertanian, dan juga sebagai bahan untuk penelitian lanjutan dalam bidang teknologi material yang akan digunakan untuk menahan struktur bagian atas.

2.2.7 Sifat-Sifat Zeolit

Adapun sifat-sifat zeolit yaitu :

- a) Dehidrasi mineral zeolit akan berpengaruh terhadap sifat absorpsinya.

Zeolit dapat melepaskan molekul air dari dalam rongga permukaan

yang menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan akan efektif berinteraktif dengan molekul yang akan terabsorpsi.

- b) Absorpsi dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada disekitar kation. Bila kristal zeolit dipanaskan $300^{\circ}\text{C} - 400^{\circ}\text{C}$ maka air tersebut akan keluar sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Beberapa jenis mineral zeolit dapat menyerap gas sebanyak 30% dari beratnya dalam keadaan kering.
- c) Penukar Ion-ion dalam mineral zeolit berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya.
- d) Katalis ciri zeolit secara praktis akan menentukan sifat khusus mineral adanya ruang kosong yang akan membentuk saluran di dalam strukturnya.

Pasir Zeolit ini sesuai namanya karena berasal dari batuan-batuan zeolit yang telah dipecah-pecah menjadi beberapa bagian atau *mesh* (ukuran). Ukuran Pasir Zeolit diantaranya :

- a) Pasir Zeolit no. 1 = *mesh* 14-20 = 0,7-1,4 mm
- b) Pasir Zeolit no. 2 = *mesh* 8-16 = 1-2 mm
- c) Pasir Zeolit no. 3 = *mesh* 6-8 = 2-3 mm
- d) Pasir Zeolit no. 4 = *mesh* 2-4 = 5-8 mm



Gambar 4. Pasir Zeolit (Ady water, 2021)

2.2.8 Sifat-Sifat Fisik Tanah

A. Kadar Air

Kadar air tanah adalah perbandingan antara berat air yang dikandung didalam tanah dengan berat total sampel tanah. Kadar air didalam tanah dinyatakan dalam persen. Jumlah air yang dapat ditahan oleh tanah dinyatakan atas dasar berat atau volume. Dasar penentuannya adalah pengukuran kehilangan berat atau isi selama pengeringan.

Perhitungan :

- Berat air (W_w) = $W_{cs} - W_{ds}$
- Berat tanah kering (W_s) = $W_{ds} - W_c$
- Kadar air (ω) = $\frac{W_w}{W_s} \times 100 \%$

Dimana:

W_c = Berat cawan yang akan digunakan

W_{cs} = Berat benda uji + cawan

W_{ds} = Berat cawan yang berisi tanah yang sudah di oven.

Perbedaan kadar air diantara ketiga sampel tersebut maksimum sebesar 5% dengan nilai rata-rata .

B. Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Berat spesifik atau *Specific Gravity* (Gs) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat volume butiran tanah (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) dengan volume yang sama pada suhu tertentu. Sedangkan definisi lain dari berat jenis adalah angka perbandingan antara berat isi butiran dari sampel tanah dan berat air suling pada temperatur dan volume yang sama (SNI 1964, 2008).

Tabel 5. Berat Jenis Tanah (Hardiyatmo, 2002)

Jenis tanah	Berat Jenis(Gs)
Kerikil	
Pasir	2,65-2,68
Lanau Organik	2,62-2,68
Lempung Organik	2,58-2,65
Lempung Anorganik	2,68-2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25-1,28

Rumus yang digunakan :

$$Gs = \frac{(W2 - W1)}{(W4 - W1) - (W3 - W2)}$$

Keterangan :

Gs = Berat jenis tanah/spesific tanah

W1 = berat piknometer (gram).

W2 = berat piknometer dan tanah kering (gram).

W3 = berat piknometer, tanah dan air (gram).

W4 = berat piknometer dan air (gram).

C. Analisa Saringan

Analisa saringan adalah mengayak dan menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan dimana lubang-lubang ayakan tersebut makin kecil secara berurutan (Das, 1995). Penyaringan merupakan metode yang biasanya secara langsung untuk menentukan ukuran partikel dengan didasarkan pada batas-batas bawah ukuran lubang saringan yang digunakan (Kusuma, 2016).

Tabel 6. Ukuran Diameter Saringan (Das, 1995)

No	Nomor Ayakan	Diameter lubang ayakan(mm)
1	4	4,75
2	6	3,35
3	8	2,36
4	10	2,00
5	20	0,85
6	30	0,60
7	40	0,425
8	50	0,30
9	60	0,25
10	80	0,18
11	100	0,15
12	140	0,106
13	170	0,088
14	200	0,075

D. Batas konsistensi (*Atterberg limit*)

Hal yang harus diperhatikan pada tanah berbutir halus adalah sifat plastisitanya. Sifat plastis disebabkan karena adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Plastisitas tanah adalah kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak. Tanah dapat

berwujud cair, plastis, semi padat, dan padat tergantung pada besarnya nilai kadar air tanah tersebut.

Atterberg adalah seorang peneliti tanah berkebangsaan Swedia yang telah menemukan batas-batas *atterberg* pada tahun 1911. *Atterberg* pada tahun 1911 memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan kadar air tanah. Batas-batas tersebut, ersebut adalah batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*).

1. Batas Cair (*Liquid Limit*) dan Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas cair (*liquid limit*) adalah kadar air tanah ketika tanah berada diantara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu pada batas atas dari daerah plastis (ASTM D423-66). Sedangkan Batas plastis adalah batas terendah dari kondisi kadar air saat tanah masih dalam kondisi plastis (SNI 1966, 2008) dalam pengertian lain batas plastis (*plastic limit*) diartikan sebagai kadar air tanah berada pada kedudukan diantara area plastis dan semi padat (Hardiyatmo, 2002).

Semakin besar plastisitas tanah, yaitu semakin besar rentang kadar air daerah plastis maka tanah tersebut akan semakin berkurang kekuatan dan mempunyai kembang susut yang semakin besar (Rompas dkk, 2020).

2. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas (PI) merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis, indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah. jika tanah mempunyai nilai PI tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika tanah mempunyai nilai PI rendah, seperti lanau, sedikit

pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering ini dapat digunakan untuk menghitung besarnya nilai indeks plastisitas dari suatu tanah.

$$PI = LL - PL$$

Dimana :

PI : *Indeks Plastisitas* (%)

LL : Batas Cair (%)

PL : Batas Plastis (%)

Batasan mengenai *indeks plastisitas* (PI), sifat dan jenis tanah:

Tabel 7. Nilai *Indeks Plastisitas* (PI) (Hardiyatmo, 2002)

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesif
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesif
< 7	Plastis Rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7-17	Plastis Sedang	Lempung Berlanau	Kohesif
> 17	Plastis Tinggi	Lempung	Kohesif

2.2.9 Pemadatan Tanah (*Compaction*)

Pemadatan tanah yaitu suatu cara bertambahnya berat volume kering dengan beban dinamis. komponen yang mempengaruhi pemadatan tanah, yaitu sifat dasar dari tanah yang tergantung jenis mineral dan komposisinya dalam tanah, kadar air, dan energi pematat yang diberikan.

Untuk mencari hubungan kadar air dan berat volume serta untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan perlu diadakan pemadatan. Proctor mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar

air dan berat volume kering. Selanjutnya terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai nilai berat volume kering maksimumnya.

Pemadatan (*Standard Proctor Test*) Pengujian *Standard Proctor* sedikitnya dilakukan 5 kali dengan kadar air setiap percobaan divariasikan agar memperoleh nilai kadar air optimum dan berat volume kering maksimum. Dari pemadatan berat tanah basah didalam cetakan yang volumenya sudah diketahui maka berat volume tanah basah (γ_b) sebagai berikut:

$$\gamma_b = \frac{w}{v}$$

Keterangan :

γ_b = Berat Volume Tanah Basah (gram/cm³)

w = Berat Tanah Basah (gram)

v = Volume Cetakan (cm³)

Setelah mencari berat volume tanah basah, maka langkah selanjutnya mencari kadar air dari masing- masing sampel tanah yang telah dipadatkan. Kadar air bisa diperoleh dengan menggunakan rumus yaitu:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Keterangan :

w = Kadar Air (%)

W_w = Berat Air (gram)

W_s = Berat Tanah Kering (gram)

Setelah berat volume tanah basah dan kadar air diketahui, maka selanjutnya dapat mencari nilai berat volume tanah kering (γ_d) dipakai rumus:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{w+1}$$

Keterangan:

γ_d = Berat Volume Tanah Kering (gram/cm³)

w = Kadar Air (%)

γ_b = Berat Volume Tanah Basah (gram/cm³)

2.2.10 Tegangan Efektif

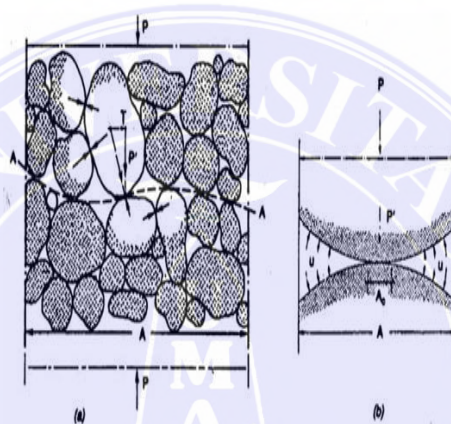
Jika tanah mengalami tekanan yang diakibatkan oleh beban, maka angka pori tanah akan berkurang. Selain itu, tekanan akibat beban juga dapat mengakibatkan perubahan sifat mekanik tanah yang lain, seperti menambah tahanan geser tanah. Jika tanah berada di dalam air, tanah dipengaruhi oleh gaya angkat ke atas sebagai akibat tekanan air hidrostatik.

Berat tanah yang terendam ini, disebut berat tanah efektif, sedang tegangan yang terjadi akibat berat tanah efektif di dalam tanah yaitu tegangan efektif ini merupakan tegangan yang mempengaruhi kuat tekan dan perubahan volume atau penurunan tanah. Ruang pori yang dapat berisi udara dan air ini terjadi karena bentuk partikel tanah yang merupakan jika tanah jenuh sempurna, ruang pori ini terisi penuh oleh air.

Besar bidang antar butiran yang satu dengan yang lain tergantung bentuk dan susunan butiran. Tegangan yang terjadi pada bidang kontak antar butiran akan dipengaruhi oleh tekanan air pori, sifat mudah mampat tanah akan bergantung pada susunan dari butiran padat. Dalam tanah yang jenuh, karena air dianggap tak mudah mampat, pengurangan volume hanya terjadi kalau sejumlah air meninggalkan ruang pori. Untuk tanah yang kering atau jenuh sebagian, pengurangan volume biasa akibat dari berkurang udara yang terdesak keluar dari ruang pori yang dapat memberikan perubahan susunan butiran.

Tegangan normal yang bekerja, ditahan oleh tanah melalui penambahan gaya antar butirnya. Jika tanah dalam keadaan jenuh sempurna, air yang mengisi ruang pori dapat juga menahan tegangan normal, dengan akibatnya akan terjadi kenaikan tekanan air pori.

Terzaghi (1943), memberikan prinsip tegangan efektif yang bekerja pada segumpal tanah. Prinsip tegangan efektif hanya berlaku pada tanah yang jenuh yaitu:



Gambar 5. Gaya antar butiran (a), kontak antar butir (b), (Candra Ismail Alhakim, 2019)

Hubungan dari ketiganya dirumuskan:

$$\sigma_{\text{total}} = \sigma' + u$$

Keterangan:

σ_v = Tegangan tanah total

γ = Berat jenis tanah

Z = kedalaman tanah

u = tegangan air pori

Kemudian untuk tegangan air yang terdapat di dalam tanah maka dapat dirumuskan:

$$u = \gamma_w \cdot h$$

Keterangan:

u = tegangan air pori

γ_w = Berat jenis air

h = kedalaman di bawah permukaan air atau ketebalan air di atas titik yang ditinjau.

Apabila tanah berada di bawah muka air atau bisa disebut jenuh maka tegangan vertikal total adalah tegangan normal pada bidang horizontal pada kedalaman z yang merupakan berat seluruh bagian tanah padat + air per satuan luas yang bisa dirumuskan:

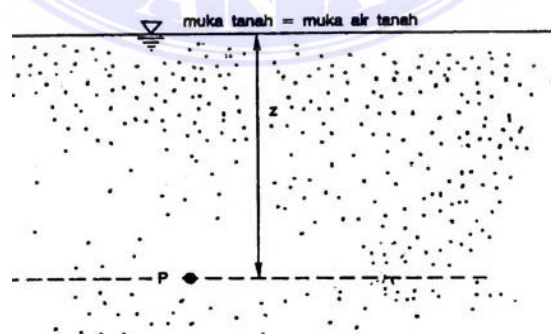
$$\sigma_v = \gamma_{sat} \cdot Z$$

Keterangan :

σ_v = Tegangan total jenuh

γ_{sat} = Berat volume tanah jenuh

Z = Kedalaman tanah yang di tinjau



Gambar 6. Tegangan Efektif Pada Lapisan Tanah (Darwin, 2018)

2.3 Uji UCT (*Unconfined Compression Test*)

Uji kuat tekan bebas atau UCT (*Unconfined Compression Test*) yaitu cara yang dilakukan di laboratorium untuk mengukur seberapa besar kuat daya dukung tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya dan juga regangan tanah akibat tekanan tersebut.

Pada saat pengujian, benda uji diberi tegangan vertikal, sedangkan tegangan selnya sama dengan nol. Pada saat benda uji diberi beban maka luas contoh di bagian tengah akan membesar seiring dengan ditambahkannya tegangan.



Gambar 7. *Unconfined Compression Test* (Muhammad Azizi Azizan, 2017)

Syarat-syarat yang perlu diperhatikan pada pengujian kuat tekan bebas :

1. Penekanan kecepatan regangan berkisar anatar 0,5 – 2% per menit.
2. Kriteria keruntuhan suatu tanah :
 - Bacaan proving ring turun tiga kali berturut-turut
 - Bacaan proving ring tiga kali berturut-turut hasilnya sama.

Tabel 8. Hubungan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung dengan Konsistensinya (Hardiyatmo, 2002)

Konsistensi	qu (kg/cm ²)
Lempung Keras	>4,00
Lempung Sangat Kaku	2,00-4,00
Lempung Kaku	1,00-2,00
Lempung Sedang	0,50-1,00
Lempung Lunak	0,25-0,50
Lempung Sangat Lunak	<0,25

Tegangan aksial yang terus ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan. Pada saat keruntuhannya karena $\sigma_3 = 0$, maka :

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_f = \Delta\sigma_f = q_u$$

Kohesi tanah *undrained* (c_u) adalah :

$$c_u = \frac{q_u}{2}$$

Keterangan:

σ_1 = Tegangan Utama Mayor Tegangan Aksial (kg/cm²)

σ_3 = Tegangan Kenggang Atau Tegangan Sel (kg/cm²)

$\Delta\sigma_f$ = Tegangan Deviator (kg/cm²)

q_u = Kuat Tekan Bebas (kg/cm²)

c_u = Kohesi Tanah *Undrained* (kg/cm²)

Rumus-rumus yang digunakan dalam melakukan pengujian kuat tekan bebas pada tanah adalah :

1. Regangan aksial (ε)

$$\varepsilon = \Delta L / L_0$$

2. Tegangan normal rata-rata : (σ_r)

$$\sigma_r = P / A_r$$

3. Luas penampang benda uji rata - rata / terkoreksi (A_r)

$$A_r = \frac{A_0}{1 - \varepsilon}$$

Keterangan :



ε	= Regangan Aksial (%)
σ_r	= Tegangan Normal Rata-rata (kg/cm ²)
ΔL	= Deformasi (cm)
A_r	= Luas Penampang Rata-rata (cm ²)
P	= Beban (kg)
L_0	= Tinggi Benda Uji Semula (cm)
A_0	= Luas Penampang Semula (cm ²)
P_a	= Beban Normal (kg)
N	= Pembacaan <i>dial</i> Beban (div)

Kuat tekan bebas ini dilakukan pengujian yang umum diterapkan atau dipakai dalam proses penelitian sifat dalam menstabilisasi tanah. Dalam pelaksanaannya yang praktis juga, sampel yang dibutuhkan juga tidak

banyak, Pembuatan benda uji sebagai dasar adalah kepadatan maksimum yang diperoleh dari percobaan pemadatan.

Untuk mengetahui pengaruh pencampuran tanah lempung dengan pasir terhadap nilai kuat tekan, maka dilakukan dengan cara membuat variasi pencampuran zeolit sebesar 10%, 15%, 20%. Dari hasil pengujian didapatkan peningkatan nilai kuat geser maksimum sebesar 0,7434 kg/cm² dan penurunan nilai kohesi sebesar 0,15 kg/cm² pada pencampuran zeolit sebanyak 20%.

Pada nilai kuat tekan mencapai nilai maksimum pada pencampuran 20% dari 4 variasi yang dilakukan yaitu sebesar 0,4576 kg/cm³. Semakin besar kadar pasir yang ditambahkan maka semakin menurun nilai kohesi tanah tersebut, sudut geser dan nilai kuat tekan akan menjadi semakin meningkat walaupun nilai kuat tekan maksimum di pencampuran 20% pasir zeolit.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Rencana lokasi Penelitian dalam menganalisis besarnya nilai kuat tekan penambahan pasir zeolit terhadap tanah lempung, berlokasi di Laboratorium Mekanika Universitas Katolik Santo Thomas Medan (UNIKA).



Gambar 8. Denah Lokasi Penelitian (Google Earth, 2022)

3.2 Pelaksanaan Penelitian

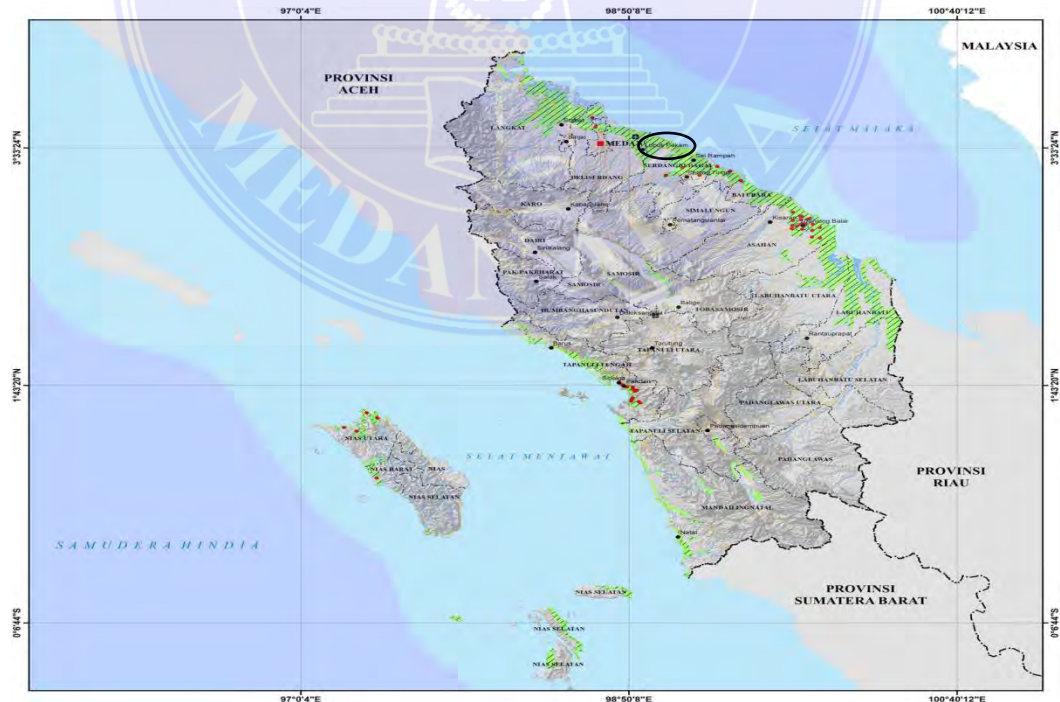
Metode pelaksanaan penelitian ini menggunakan beberapa alat pengujian di laboratorium yang sesuai dengan prosedur pengujian. Ada juga peneliti yang mengikuti prosedur penelitian mereka. Data primer adalah data aktual dari peneliti yang terjun langsung ke lapangan dan menguji sampel di laboratorium. Data sekunder adalah data lengkap, tetapi dapat berupa laporan penyelesaian proyek tersebut. Karena pengujian di laboratorium tanah peneliti hanya menggunakan data primer dari laboratorium terkait.

3.2.1 Tahap Persiapan

Tahap dalam persiapan ini yaitu tingkat awal penyelidikan. Pada dalam fase ini, sangat perlu menyediakan Tanah lempung, pasir zeolit dan mengumpulkan data, menemukan *file* SNI, melakukan penelitian di laboratorium mekanika tanah maupun dilapangan, dalam melakukan penelitian ini penulis juga perlu dalam penelitian eksplorasi, dan mengumpulkan data.

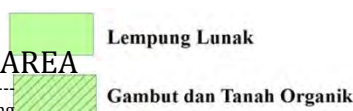
3.2.2 Survei Pendahuluan

Tanah lempung yang akan dijadikan bahan pengujian diambil yang berlokasi di Jl. Pantai labu, Sekip, Kec. Lubuk Pakam, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20551 atau sesuai dari Peta Sebaran Tanah Lunak di Indonesia, berikut Peta Sebaran Tanah Lunak Provinsi Sumatera Utara :

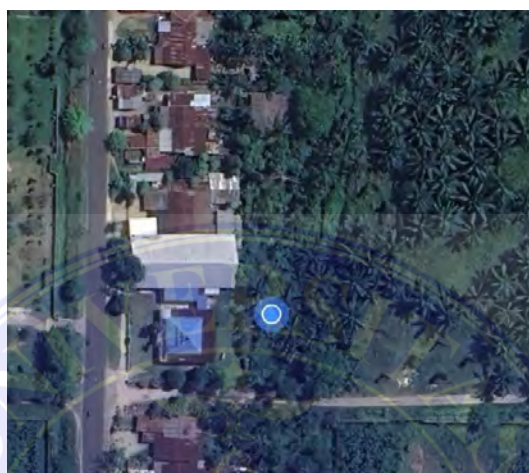


Gambar 9. Peta Sebaran Tanah Lunak (Atlas Sebaran Tanak Lunak Indonesia, 2019)

Keterangan:



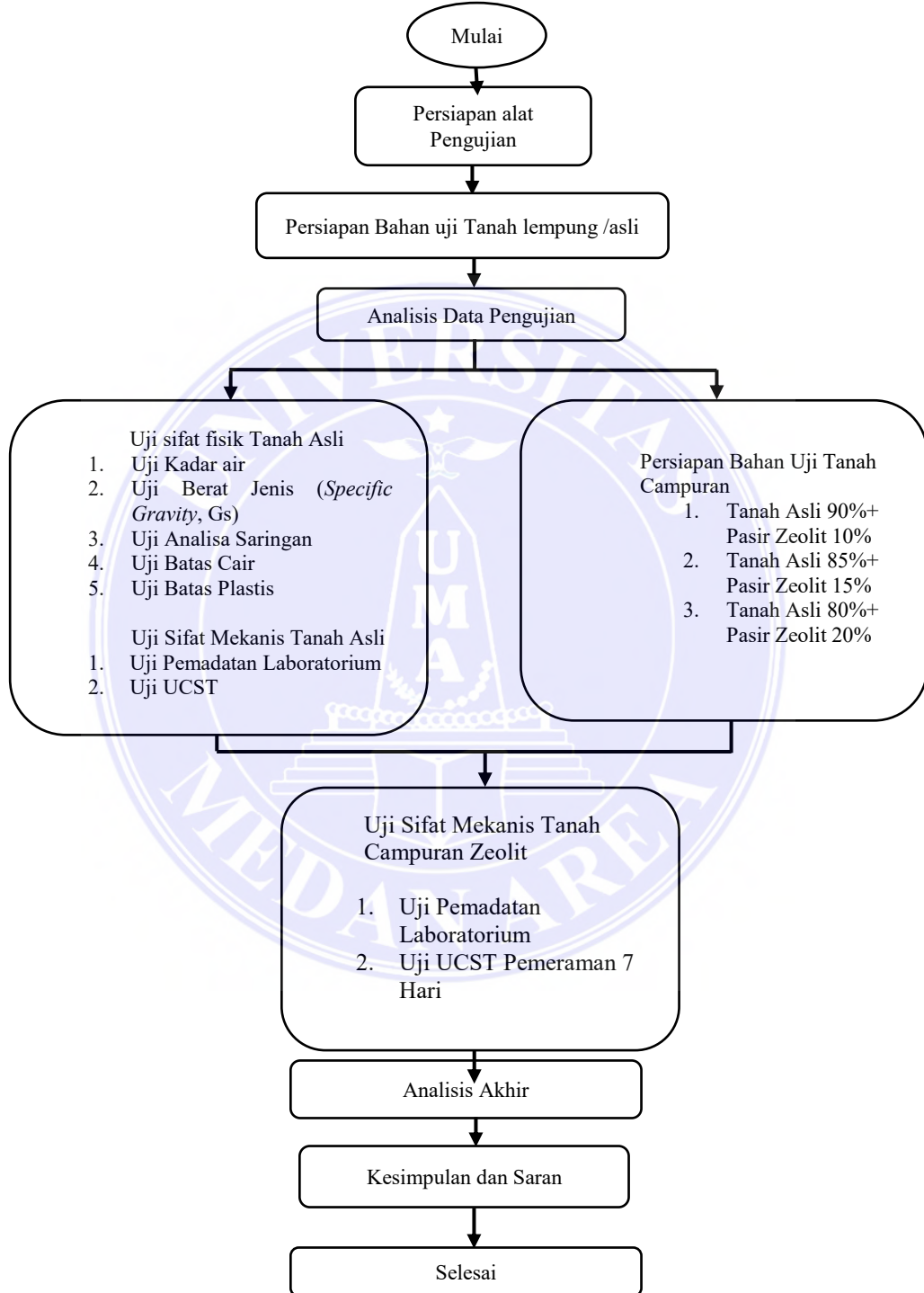
Sedangkan untuk lokasi pengambilan sampel tanah lempung yaitu di kawasan Jl. Pantai labu, Sekip, Kec. Lubuk Pakam, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20551. Sampel tanah yang diambil adalah sampel tanah kondisi terganggu (*disturbed*).



Gambar 10. Lokasi pengambilan sampel tanah lempung *disturbed* (Google Earth, 2022)

3.3 Bagan Penelitian

Dari penelitian tersebut, untuk memudahkan tahap penyusunan tugas akhir, maka dibuat bagan alir seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 11. Diagram Alur penelitian (Riel, 2023)

3.4 Peralatan Penelitian

Di Laboratorium Mekanika Universitas Katolik Santo Thomas Medan (UNIKA) terdapat beberapa peralatan yang tersedia dan bisa digunakan dalam penelitian ini.

3.4.1 Alat Pemeriksaan Kadar Air (*Water Content*)



Timbangan Digital dan cawan



Oven

Kadar air tanah adalah perbandingan antara berat air yang dikandung didalam tanah dengan berat total sampel tanah. Kadar air didalam tanah dinyatakan dalam persen. Jumlah air yang dapat ditahan oleh tanah dinyatakan atas dasar berat atau volume. Dasar penentuannya adalah pengukuran kehilangan berat atau isi selama pengeringan.

Perhitungan :

1. Berat air (W_w) $= W_{cs} - W_{ds}$
2. Berat tanah kering (W_s) $= W_{ds} - W_c$
3. Kadar air (ω) $= \frac{W_w}{W_s} \times 100 \%$

Dimana:

W_c = Berat cawan yang akan digunakan

W_{cs} = Berat benda uji + cawan

W_{ds} = Berat cawan yang berisi tanah yang sudah di oven.

Perbedaan kadar air diantara ketiga sampel tersebut maksimum sebesar 5% dengan nilai rata-rata.

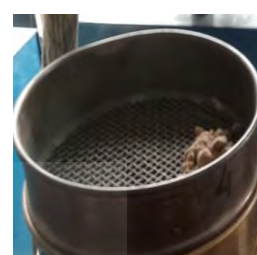
3.4.2 Alat Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*)



Piknometer



Termometer



Saringan No. 10



Timbangan Digital



Piring



Air

Gambar 12. Peralatan Uji Pemeriksaan Berat Jenis (Lab.Mektan Unika, 2023)

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 1964 : 2008), metode pengujian berat jenis tanah ini bertujuan untuk mengetahui berat spesifik butiran tanah (*specific gravity*, G_s) yaitu rasio antara berat volume tanah dan berat volume air pada temperatur 280°C, alat yang digunakan dalam pengujian berat jenis tanah dengan menggunakan alat piknometer.

3.4.3 Alat Pemeriksaan Analisa Saringan (*Sieve Analysis*)



Sieve Shaker



Saringan No.200



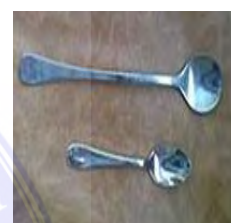
Oven



Timbangan Digital



Piring



Sendok Besi

Gambar 13. Peralatan Uji Analisa Saringan (Lab.Mektan Unika, 2023)

Berdasarkan SNI 03-423:2010, analisa saringan ini bertujuan untuk menentukan gradasi pembagian butiran tanah yang tertahan saringan No.200 dan untuk mengklasifikasikan tanah, mengetahui koefisien keseragaman (C_u) dan koefisien gradasi (C_c), dilakukan terhadap sampel tanah yang kering. Penerapan pengujian ini dengan melakukan penyaringan bersusun pada satu unit alat saringan standar.

3.4.4 Alat Pemeriksaan Batas Cair (*Liquid Limit*)



Casa Grande Liquid Limit



Plat kaca



Pisau perata



Saringan No.40



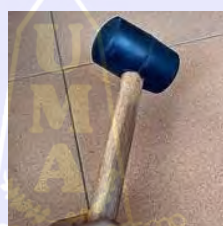
Oven



Timbangan Digital



Piring



Palu karet



Cawan

Gambar 14. Peralatan Uji Batas Cair (Lab.Mektan Unika, 2023)

Berdasarkan pada SNI 1966:2008, tujuan pengujian batas cair adalah untuk menentukan kadar air dari suatu sampel tanah pada kondisi batas cair menggunakan alat uji *Casagrande*.

3.4.5 Alat Pengujian Batas Plastis (*Plastic Limit*)



Plat kaca



Pisau perata



Saringan No.40



Oven



Timbangan Digital



Cawan



Piring

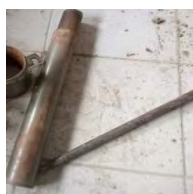


Palu karet

Gambar 15. Peralatan Uji Batas Plastis (Lab.Mektan Unika, 2023)

Batas plastis (PL), dilakukan pengujian ini sebagai mengetahui kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.

3.4.6 Alat Pengujian Pemadatan Tanah Laboratorium (*compaction*)



Proctor Standard Hammer



Mould Pemadatan



Pisau perata



Neraca o'hauss



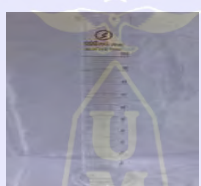
Talam Besar



Saringan No.4



Jangka Sorong



Gelas ukur 1000 ml



Timbangan Digital

Gambar 16. Peralatan Uji Pemadatan Tanah laboratorium (Lab.Mektan Unika, 2023)

3.4.7 Alat Pengujian Kuat Tekan bebas (*Unconfined Compressive Strength Test*)



Unconfined Compression machine



Jangka sorong



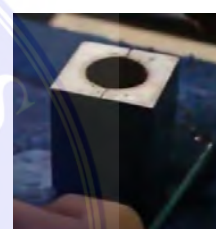
Plat kaca



Pisau perata



Pencetak sampel silinder



Mould Pencetak

Gambar 17. Peralatan Uji Kuat Tekan Bebas (Lab.Mektan Unika, 2023)

3.5 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini :

3.5.1 Tanah lempung terganggu

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini diambil di daerah Jl. Pantai labu, Sekip, Kec. Lubuk Pakam, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20551. Kondisi tanah yang diambil adalah kondisi terganggu, pengambilan dengan cara dicangkul kemudian dimasukkan kedalam karung goni. Tanah yang diambil kemudian dikeringkan hingga kering udara dan ditumbuk dengan menggunakan palu karet agar butirannya lepas.



Gambar 18. Tanah Lempung kondisi Terganggu (Lab.Mektan Unika, 2023)

3.5.2 Pasir Zeolit

Pasir zeolit yang akan digunakan sebagai bahan campuran adalah pasir zeolit berbutir halus No 1 yang berasal dari Kota Medan dengan variasi persentase yaitu 10%, 15%, 20%.



Gambar 19. Pasir Zeolit (Lab.Mektan Unika, 2023)

3.5.3 Air suling

Air suling dipakai sebagai bahan untuk seluruh pengujian tanah pada penelitian ini dan hampir semua pengujian memerlukan air suling.



Gambar 20. Air Suling (Lab.Mektan Unika, 2023)

3.5.4 Oli SAE 10

Oli *sae* 10 difungsikan untuk mengolesi peralatan yang berbahan besi dan bisa digunakan untuk peralatan yang mana sampel tanah didalamnya bisa dikeluarkan dengan mudah.



Gambar 21. Oli SAE 10 (Lab.Mektan Unika, 2023)

3.6 Prosedur Pengujian

Dengan material uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu campuran tanah lempung dengan pasir zeolit. Dalam penelitian ini dibuat 4 variasi campuran dengan persentase 0%, 10%, 15%, 20%.

1. Variasi campuran I = Lempung 100% + Pasir Zeolit 0%
2. Variasi campuran II = Lempung 90% + Pasir Zeolit 10%
3. Variasi campuran III = Lempung 85% + Pasir Zeolit 15%
4. Variasi campuran IV = Lempung 80% + Pasir Zeolit 20%

Penambahan campuran di atas berdasarkan berat total yang distandarkan dari masing-masing pengujian pada tanah yang akan dilakukan pada penelitian ini.

3.6.1 Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Berdasarkan SNI 1964:2008, tujuan pemeriksaan berat jenis adalah untuk mendapatkan berat jenis butiran tanah (Gs).

Prosedur pengujian berat jenis tanah :

1. Sampel tanah yang telah di oven selama 24 jam disaring dengan menggunakan saringan No.10 dan ambil sampel tanah yang lolos saringan minimal 10 gram untuk masing-masing piknometer.
2. Timbang piknometer yang bersih dan kosong (W1) menggunakan timbangan digital.
3. Masukkan sampel tanah yang lolos ke dalam piknometer sebanyak 1/3 piknometer, lalu timbang piknometer + tanah (W2).
4. Tambahkan air sebanyak 2/3 dari tinggi piknometer. Kemudian guncang-guncang piknometer agar gelembung udara di tanah keluar.

5. Kemudian piknometer beserta isinya direbus di dalam panci yang telah direbus ± 10 menit, lalu angkat dan dinginkan.
6. Setelah piknometer dingin, tambahkan air suling ke dalam piknometer hingga penuh.
7. Kemudian timbang kembali piknometer + tanah + air (W3), setelah ditimbang ukur suhu menggunakan termometer .
8. Bersihkan piknometer beserta isinya dan masukkan air suling hingga penuh, lalu timbang kembali piknometer + air (W4).

3.6.2 Pemeriksaan Analisa Saringan (*Sieve Analysis*)

Berdasarkan SNI 03-423:2010, tujuan analisa saringan :

1. Untuk menentukan gradasi pembagian butiran tanah yang tertahan saringan No.200.
2. Untuk mengklasifikasikan tanah dan mengetahui koefisien keseragaman (C_u) dan koefisien gradasi (C_c).

Prosedur pengujian analisa saringan:

1. Ambil sampel tanah yang telah kering oven selama 24 jam sebanyak 300 gram.
2. Cuci sampel tanah diatas saringan No.200 sampai air yang keluar dari saringan menjadi bening.
3. Kemudian, butiran tanah yang tertahan saringan No.200 diletakkan kedalam piring, lalu masukkan ke dalam oven selama 24 jam.

3.6.3 Pemeriksaan Batas Cair (*Liquid Limit*)

Berdasarkan SNI 1966:2008, tujuan pengujian batas cair adalah untuk menentukan kadar air dari suatu sampel tanah pada kondisi batas cair.

Prosedur pengujian batas cair :

1. Siapkan sampel tanah yang telah kering oven, lalu ayak dengan menggunakan saringan No.40 dan ambil sebanyak 100 gram tanah yang lolos saringan.
2. Letakkan sampel tanah tersebut di atas plat kaca.
3. Lalu beri air sedikit-demi sedikit pada sampel tanah dan aduk sampai tanah menjadi adonan atau pasta yang lembut.
4. Setelah itu masukan sampel tanah yang telah jadi adonan ke dalam mangkuk cassagrande dan ratakan permukaannya menggunakan pisau perata.
5. Lalu buat alur di bagian tengah sampel tanah yang diratakan tersebut dengan menggunakan *groving tool* maksimal 6 kali penggoresan sampai sampel tanah terbelah menjadi dua.
6. Putar *handle* mangkuk cassagrande secara konstan (2 ketuk per- detik) dan hitung jumlah ketukannya dan lihat pergerakan alur sampel tanah yang dibuat sampai merapat kira-kira 13 mm (1/2 in).
7. Kemudian, pengujian dihentikan jika alur sampel tanah yang dibuat merapat 13 mm sampai memenuhi standar ketukan sebanyak 20-30 ketukan.

8. Lalu, sampel tanah tersebut dimasukkan kedalam kontainer yang telah ditimbang , lalu timbang kembali tanah basah + kontainer, kemudian masukkan ke dalam oven selama 24 jam dan tentukan kadar airnya.

3.6.4 Pemeriksaan Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Berdasarkan SNI 1966:2008, tujuan pengujian batas plastis adalah untuk menentukan kadar air dari suatu sampel tanah pada kondisi batas palstis.

Prosedur pengujian batas plastis :

1. Siapkan sampel tanah yang telah kering oven, lalu ayak dengan menggunakan saringan No.40 dan ambil sebanyak 8 gram tanah yang lolos saringan.
2. Letakkan sampel tanah tersebut di atas plat kaca.
3. Lalu beri air sedikit-demi sedikit pada sampel tanah dan aduk sampai menjadi pasta yang lembut.
4. Setelah itu, bentuk sampel tanah tersebut menjadi seperti bola (8 gram).
5. Lalu, gulung sampel tanah sebanyak 80-90 gulungan per-menit (1 gulungan = gulungan ke depan dan ke belakang ke posisi awal).
6. Pada saat diameter gulungan mencapai 1/8 inch, potong-potong bagian gulungan menjadi 6 atau 8 bagian.
7. Lalu bagian-bagian yang dipotong tadi disatukan dan dibentuk kembali menjadi bola (*ellips*) dan kemudian digulung lagi.
8. Proses penggulungan dapat dihentikan ketika tanah mengalami retak-retak (bisa jadi sebelum diameter 1/8 inch atau 3 mm).

9. Gulungan yang sudah tepat kadar airnya (retak) diambil dan dimasukkan ke dalam kontainer yang telah ditimbang, dan timbang kembali kontainer + tanah basah, lalu masukkan kedalam oven selama 24 jam dan tentukan kadar airnya.

3.6.5 Pengujian Pemadatan Laboratorium (*Compaction*)

Berdasarkan SNI 1743:2008, tujuan pengujian pemadatan laboratorium adalah untuk menentukan kepadatan/berat isi kering maksimum (γ_{dmax}) dan kadar air optimum (ω_{opt}) dari sampel tanah dengan energi tertentu.

Prosedur pengujian pemadatan laboratorium:

1. Sediakan sampel tanah ± 50 kg yang diambil dari lapangan (bersih dari akar dan kotoran lain).
2. Tanah dijemur sampai kering permukaan (*ssd/ saturated surface dry*).
3. Ayak dengan menggunakan saringan No.4, timbang dengan menggunakan neraca o'hauss ambil tanah yang lolos masing- masing 2,5 kg untuk 5 buah sampel.
4. Kemudian, masukkan sampel tanah ke dalam plastik bersama dengan pasir zeolit sesuai dengan variasi campuran yang telah ditetapkan. Untuk sampel tanah yang mengandung bahan campuran pasir zeolit akan dilakukan pemeraman terlebih dahulu selama 7 hari agar terjadi reaksi antara tanah asli dengan pasir zeolit. Sedangkan, tanah asli tanpa campuran pasir zeolit tidak perlu dilakukan pemeraman.

5. Setelah itu, ambil beberapa sampel yang lain untuk masing- masing variasi campuran yang digunakan untuk pemeriksaan kadar awal (ω_0) pada pengujian pemadatan tanah.
6. Lalu tentukan penambahan kadar air (W) pada pengujian pemadatan tanah dengan menggunakan data kadar awal pemadatan dan data estimasi kadar air optimum (OMC) atau kadar air rencana (ω_r). Estimasi kadar air optimum (OMC) ditentukan dengan menggunakan grafik kalibrasi pemadatan yang berdasarkan nilai LL dan PL (OMC estimasi), untuk variasi yang lain dilakukan penambahan 3-5%. Secara matematis penambahan kadar air pemadatan laboratorium dapat dihitung dengan cara yaitu :

$$W_{\text{pemadatan}} = 2000 \text{ gram} \times ((\omega_r - \omega_0) / (1 + \omega_0))$$

Keterangan :

$W_{\text{pemadatan}}$ = Penambahan Kadar Air Pemadatan (cc)

ω_0 = Kadar Air Awal Pemadatan (%)

ω_r = Kadar Air Rencana Pemadatan (%)

Prosedur Pengujian :

1. Ambil salah satu sampel tanah pemadatan yang telah disiapkan sebelumnya.
2. Timbang berat *mould* (badan *mould* + alas *mould*) (W_{mould}) menggunakan neraca o'haus dan ukur diameter serta tinggi mould dengan menggunakan jangka sorong. Olesi *mould* dengan oli sae 10 dan lapisi alas mould dengan plastik serta olesi dengan oli, agar sampel tanah ketika dilakukan pemadatan tidak lengket.

3. Setelah itu, letakkan sampel tanah pertama ke talam besar lalu lakukan penambahan air sesuai kadar air rencana (w_r) yang didapatkan dengan menggunakan *spray*, serta diaduk-aduk sampel tanah tersebut menggunakan sendok dempul saat proses penambahan air agar merata pada tanah.
4. Setelah sampel tanah tercampur merata, lalu masukkan kedalam *mould* setiap $1/3$ tinggi *mould* sebanyak 3 lapisan, yang masing-masing lapisan dilakukan proses penumbukan dengan menggunakan *proctor standard* (berat 5,5 lbs) sebanyak 25 kali dan tinggi jatuhnya setinggi 1 ft.
5. Setelah sampel tanah dalam *mould* padat, lepas leher *mould* dan ratakan sampel tanah pada badan *mould* dengan menggunakan pisau perata 1 meter.
6. Lalu timbang badan *mould* + alas *mould* beserta isinya dengan menggunakan neraca O'hauss ($W_{\text{tanah+mould}}$).
7. Setelah itu ambil sedikit tanah bagian atas, tengah, dan bawah *mould* lalu masukkan ke dalam masing-masing cawan yang telah ditimbang, lalu timbang kembali tanah basah+cawan kemudian masukkan ke dalam *oven* selama 24 jam untuk menentukan kadar air tanahnya.
8. Lakukan langkah yang sama untuk sampel lainnya.

3.6.6 Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfained Compression Strength Test*)

Berdasarkan SNI 36368:2012, tujuan pemeriksaan kuat tekan bebas :

1. untuk menentukan kekuatan tekan bebas (tanpa ada tekanan horizontal), q_u dalam keadaan asli maupun buatan (*remoulded*).
2. Menentukan derajat kepekaan tanah atau sensitifitas tanah (ST)

Prosedur Pengujian Kuat Tekan Bebas :

Sampel tanah diambil dari pengujian CBR laboratorium yang telah dipadatkan kemudian dicetak dengan menggunakan alat pencetak sampel dan dikeluarkan dengan menggunakan piston, dicetak sebanyak 3 buah per masing-masing variasi campuran.

Pelaksanaan percobaan:

1. Contoh tanah yang telah dicetak sebelumnya diletakkan pada Pesawat Tekan Bebas (*Unconfained Compressive Machine*).
2. Atur dial beban dan dial regangan sehingga dial menunjukkan angka nol.
3. Lakukan pembacaan arloji dengan kelipatan 0,70 mm lalu baca angka pada dial beban.
4. Percobaan ini dilakukan sampai terjadi keruntuhan pada sampel, jika pembacaan pada dial sudah membalik atau bacaan pada dial menunjukkan 3 kali sama dan dial regangan menunjukkan angka 1050, lalu dokumentasi bagian tanah yang runtuh.
5. Selanjutnya, sampel tanah yang telah hancur tersebut dicetak kembali untuk percobaan *remoulded* dengan syarat massa dan berat tanah sama seperti sampel asli.

6. Lakukan hal yang sama untuk sampel *remoulded* (buatan), dan untuk variasi lainnya.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Khatolik Shanto Thomas Medan, tentang pengaruh penambahan pasir zeolit terhadap nilai *Unconfined Compression Strength Test* (UCST) pada tanah lempung di Jl. Pantai labu, Sekip, Kec. Lubuk Pakam, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20551. Sampel tanah yang diambil adalah sampel tanah kondisi terganggu (*disturbed*), dengan persentase pasir zeolit sebesar 10%, 15%, 20%, kondisi *unsoaked* dengan lama waktu pemeraman selama 7 hari, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Menurut system USCS (*Unified soil clasification system*) tanah lempung yang diteliti termasuk kategori tanah berbutir halus kelompok OH yaitu tanah lempung organik plastisitas sedang sampai tinggi, dan menurut system AASHTO tanah ini termasuk kategori tanah berbutir halus kelompok A-7-5 yaitu tanah berlanau dengan penilaian sebagai tanah dasar dari biasa sampai buruk.
2. a. Dari hasil uji pemadatan *modifies Proctor*, penambahan campuran zeolit 20% pada tanah lempung dapat meningkatkan nilai berat volume maksimum (γ_{dry}) yaitu 1.247 gr/cm³, sebaliknya dengan bertambahnya kadar zeolit, nilai kadar air optimum (ω_{opt}) semakin berkurang sebesar 38.274%.

b. Nilai kuat tekan tanah (q_u) tertinggi terjadi pada persentase zeolit 20% dengan lama pemeraman 7 hari yang menghasilkan nilai q_u sebesar 1.432 kg/cm^2 dengan peningkatan sebesar 145.754% dari kondisi tanah asli dan tergolong tanah lempung lunak. Pada tanah asli, persentase 10% tergolong lempung sedang, sedangkan persentase 15% sampai 20% tergolong lempung kaku.

5.2 Saran

1. Bila ditinjau dari hasil yang diperoleh dan harga yang tinggi, maka pasir zeolit kurang efektif dan efisien untuk digunakan sebagai bahan stabilisasi.
2. Untuk penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan metode rendaman (*soaked*), untuk mengetahui efektivitas pasir zeolit dalam mereduksi nilai pengembangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfian, R (2020). Kajian Pengaruh Daya Dukung Campuran Zeolit Dengan Tanah Lempung Berplastisitas Tinggi Menggunakan California Bearing Ratio Method. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, Vol.1, No.1, 14-18.
- Alfian, R., Afriani, L., & Iswan, I. (2015). Studi Analisis Daya Dukung Tanah Lempung Berplastisitas Tinggi yang Dicampur Zeolit. *Jurnal Rekayasa Sipil*. Vol. 3, No. 2, Hal. 221-236.
- Alhaji, M.M., Alhassan, M., Adejumo, T.W., Luka, M.H., Abdulkadir, H. (2021). Microstructural and Strength Characteristics of Cement Treated Clay Stabilized with Zeolite for Road Base Application
- Anam, S., Sudjati, S., Candra, A.I., Sumargono, Winarno, B., Budi K.C. (2020). Pengaruh Porositas Terhadap Kuat Tekan Bebas Dari Stabilisasi Tanah Dengan Kapur. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol.5, No.2, Hal. 457.
- ASTM Standard C618-12a, (2009), *Standard Specification For Coal Fly Ash And Raw Or Calcined Natural Pozzolan For Use In Concrete*, ASTM, International, West Conshohocken, PA.
- Bowles, J. (1986). *Sifat-Sifat Fisis Tanah dan Geoteknik Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta: Erlangga.
- Darwis, H. (2017). *Dasar-Dasar Teknik Perbaikan Tanah*. Yogyakarta: Pustaka AQ.
- Das, B.M. (1995). *Mekanika Tanah (Jilid I)*. Jakarta: Erlangga. Dokuchaev. (1870). *Mekanika Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Dur, S. (2017). Zeolite Processing As Heavy Material. *Jurnal Sains Matematika Dan Terapan*. Vol. 1, No.2. Hal.37
- Hakam, A. (2008). *Rekayasa Pondasi*. Padang: Bintang Grafika. Hardiyatmo, H.C (2002). *Mekanika Tanah I*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hermawan, M.I., Afriani, L., & Iswan, I. (2015). Korelasi Kuat Tekan Bebas dengan Kuat Geser Langsung pada Tanah Lempung yang dicampur dengan Zeolit. *Jurnal Rekayasa Sipil*. Vol.3, No.1. Hal 114-116.
- Holtz, W.G., & Gibbs, H.J. (1956). *Engineering properties of expansive clays*, Prog. ASCE, Soil Mechanic Foundation.

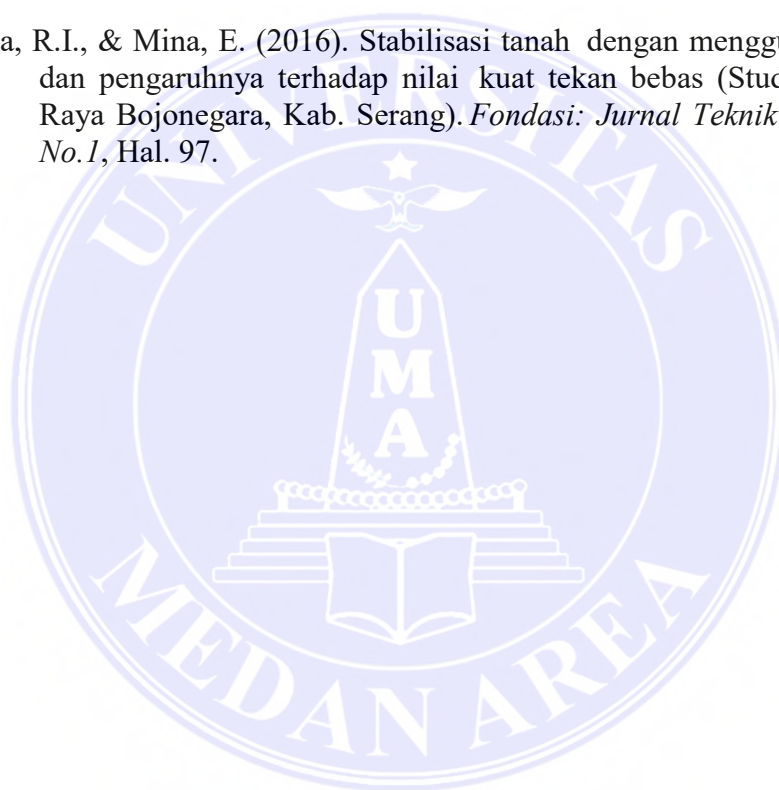
Ichsan, M. (2021). Pengaruh Variasi Kandungan Zeolit Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Laterit Terhadap Kuat Tekan Tanah (The Effect Of A Variety Of Zeolite Deposits As A Potent). *Thesis*. Universitas Hasanuddin.

Ingles, O.G., & Metcalf, J.B. (1972). *Soil stabilization principles and practice*, Butterworths Pty. Limited, Melbourne.


Kusdiarto. (2008) Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.


Kusuma, R.I., & Mina, E. (2016). Tinjauan Sifat Fisis Dan Mekanis Tanah (Studi Kasus: Jalan Carenang Kabupaten Serang). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil, Vol 5, No.2*, Hal. 33

Kusuma, R.I., & Mina, E. (2016). Stabilisasi tanah dengan menggunakan fly ash dan pengaruhnya terhadap nilai kuat tekan bebas (Studi Kasus Jalan Raya Bojonegara, Kab. Serang). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil . Vol. 5, No.1*, Hal. 97.



LAMPIRAN

 UNIVERSITAS KATOLIK ST. THOMAS, SU MEDAN FAKULTAS TEKNIK PRODI TEKNIK SIPIL LABORATORIUM MEKANIKA TANAH Alamat : Jl. Setia Budi No. 479 F – Tanjung Sari, Medan 20132			
<i>Project :</i>		WATER CONTENT	<i>Date</i> : Oktober 2023
SOIL INVESTIGATION		<i>Test by</i> : Riel Alvito <i>Simbolon</i> <i>Checked by</i> :	
<i>Location</i> : Lab. Mekanika Tanah		<i>BH</i> :	<i>depth</i> :
		SAMP EL	
No.	NomorP engujian	I	II
1	Berat Cawan (W_1), gram	8,8 4	8,90
2	Berat Cawan + Tanah Basah (W_2), gram	39, 37	50,7 8
3	Berat Cawan + Tanah kering (W_3), gram	26, 29	32,9 8
4	Berat Air ($W_2 - W_3$), gram	18, 06	24,0 8
5	Berat Tanah Kering ($W_3 - W_1$), gram	13, 08	17,8
6	Kadar air, $w = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%$	72, 42	73,9 2
7	Kadar air rata – rata ($W_{rata - rata}$)	73,17	

 UNIVERSITAS KATOLIK ST. THOMAS, SU MEDAN FAKULTAS TEKNIK PRODI TEKNIK SIPIL LABORATORIUM MEKANIKA TANAH Alamat : Jl. Setia Budi No. 479 F – Tanjung Sari, Medan 20132			
<i>Project :</i>		<i>SPESTIC GRAVITY</i>	<i>Date</i> : Oktober 2023
<i>SOIL INVESTIGATION</i>		<i>Test by</i> : Riel alvito simbolon <i>Checked by</i> :	
<i>Location</i> : Lab. Mekanika Tanah		<i>BH</i> :	<i>depth</i> :
PEMERIKSAAN BERAT JENIS(SPESTIC GRAVITY ,Gs)			
PROYEK: Tugas akhir			
LOKASI : Jln.Pantai labu,kec.Lubuk pakam,kab.Deli serdang			
Sampel : 2 sampel Tanah asli			
No	Keterangan	I	II
1	Berat Piknometer(W1)	38.13	39.32
2	Berat Piknometer + Tanah(W2)	68.13	69.32
3	Berat Tanah (W2-W1)	30	30
4	Berat Piknometer +Air+ Tanah(W3)	157.57	157.89
5	Berat Piknometer+Air(W4)	138.79	139.12
6	Volume Air (W4-W1)-(W3-W2)	11.22	11.23
7	Suhu T°C	30	30
8	Berat Jenis Air pada Suhu T	0.9974	0.9974
9	Berat jenis tanah pada suhu T = $W2-W1/(W4-W1)-(W3-W2)$	2.673	2.671
10	Rata-Rata	2.672	



UNIVERSITAS KATOLIK ST. THOMAS, SU MEDAN
FAKULTAS TEKNIK PRODI TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
 Alamat : Jl. Setia Budi No. 479 F – Tanjung Sari, Medan 20132

<i>Project :</i>	ATTEBERG LIMIT	<i>Date</i> : Oktober 2023
SOIL INVESTIGATION		<i>Test by</i> : Riel Alvito simbolon <i>Checked by</i> :
<i>Location</i> : Lab. Mekanika Tanah	<i>BH</i> :	<i>depth</i> :

No.	Pengujian	5 – 15	15 – 20	20 – 25	25 – 35	Batas Plastis	
1	Jumlah Ketukan	8	19	25	35		
2	Berat cawan (W_1), gr	14,91	13,78	14,53	14,55	13,7	13,72
3	Berat cawan + tanah basah (W_2), gr	34,32	33,92	33,51	33,54	32,7	32,92
4	Berat cawan + tanah kering (W_3), gr	25,9	26,19	26,53	26,91	28,6	28,71
5	Berat air ($W_2 - W_3$), gr	8,42	7,73	6,98	6,63	14,9	14,99
6	Berat tanah kering ($W_3 - W_1$), gr	10,99	12,41	12	12,36	4,06	4,21
7	Kadar air, $\times 100\%$	76,61	62,28	58,16	53,64	27,2	28,09
8	Kadar air rata - rata (%)		62,67 77			27,67	



UNIVERSITAS KATOLIK ST. THOMAS, SU MEDAN
FAKULTAS TEKNIK PRODI TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
 Alamat : Jl. Setia Budi No. 479 F – Tanjung Sari, Medan 20132

<i>Project</i> :	SHIEVE ANALYSIS	<i>Date</i> : Oktober 2023
SOIL INVESTIGATION		<i>Test by</i> : Riel Alvito simbolon <i>Checked by</i> :
<i>Location</i> : Lab. Mekanika Tanah	<i>BH</i> :	<i>depth</i> :

No. Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat Butir Tertinggal (gr)	Persentase Berat Butiran Tertinggal (%)	Persentase Kumulatif Berat Butiran Tertinggal (%)	Persentase Kumulatif Lolos(%)
4	4,75	2,04	0,68	0,68	99,4
10	2	5,33	1,77	2,45	97,55
20	0,85	10,70	3,56	6,01	93,99
40	0,425	10,28	3,42	9,43	90,57
60	0,25	16,75	5,58	15,01	84,99
80	0,18	21,93	7,31	22,32	77,68
100	0,15	23,11	7,70	30,02	69,98
200	0,075	55,54	18,51	48,53	51,47
Pan		154,32	51,44	100,00	-
Σ		300 gram			
Total					

Berat Isi			
No.	Nomor Pengujian	disturbed	Remolded
1	Berat ring (gr)	61,34	61,34
2	Diameter ring (cm)	3,497	3,497
3	Tinggi ring (cm)	7,061	7,061
4	Berat ring + sampel basah (gr)	183,39	181,92
5	Berat isi kering (gr)	1,2788	1,2842
6	Berat isi basah	1,7989	1,7773
7	Berat tanah basah	122,05	120,58
Kadar Air			
No.	Nomor Pengujian	disturbed	Remolded
1	Berat cawan (gr)	4,05	3,94
2	Berat cawan + tanah basah (gr)	124,35	122,45
3	Berat cawan + tanah kering (gr)	89,57	89,57
4	Berat air (gr)	34,78	32,88
5	Kadar air (%)	40,6688	38,3978
6	Berat tanah kering	85,52	85,63
7	Berat tanah basah	120,30	118,51



UNIVERSITAS KATOLIK SANTO THOMAS MEDAN SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Alamat : Jl. Setia Budi No. 479 F – Tanjung Sari, Medan 20132 Telp. (061) 8210161

Project : Laporan Praktikum Mekanika Tanah	UNCONFINED COMPRESSION TEST	Date :
SOIL INVESTIGATION		Test by : Riel Alvito simbolon Checked by :
Location : Lab. Mekanika Tanah	Quarry:	Capacity :

Sample Name : disturbed Soil Sample Volume, V_o : 67,84567 cm³
 Sample Height : 7,061 cm Date of Sondir :
 Sample Diameter : 3,497 cm Proving Ring No. :
 Sample area, A_o : 9,6046 cm² Kalibrasi Alat : 1,2 kg/div

Δh 0,01 mm	ϵ ($\Delta H/H_o$)	Dial Proving	P (Dial × Kalibrasi)	A ($A_o/1 - E$)	Σ (P/A)
0	0	0	0	9,605	0,000
50	0,00708115	1	1,2	9,673	0,124
100	0,0141623	2	2,4	9,743	0,246
200	0,0283246	4	4,8	9,885	0,486
250	0,03540575	5	6	9,957	0,603
300	0,0424869	6	7,2	10,031	0,718
400	0,0566492	6,5	7,8	10,181	0,766
500	0,0708115	7	8,4	10,337	0,813
600	0,0849738	7	8,4	10,497	0,800



UNIVERSITAS KATOLIK SANTO THOMAS MEDAN SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

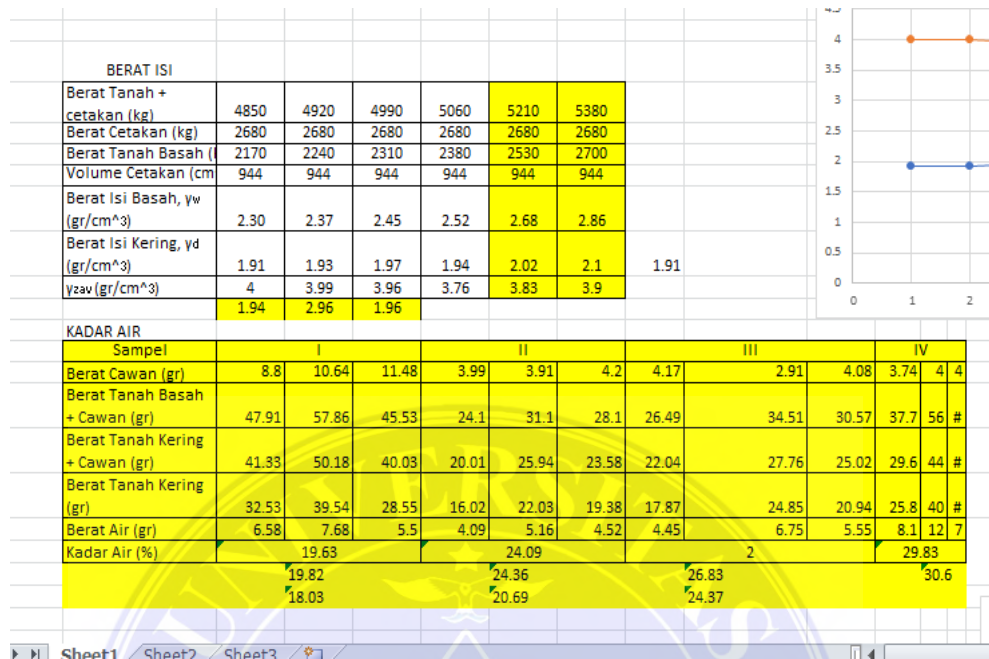
Alamat : Jl. Setia Budi No. 479 F – Tanjung Sari, Medan 20132 Telp. (061) 8210161

Project :SKRIPSI	UNCONFINED COMPRESSION TEST	Date
SOIL INVESTIGATION		Test by : Riel alvito simbolon
		Checked by :
Location : Lab. Mekanika Tanah	Quarry:	Capacity :

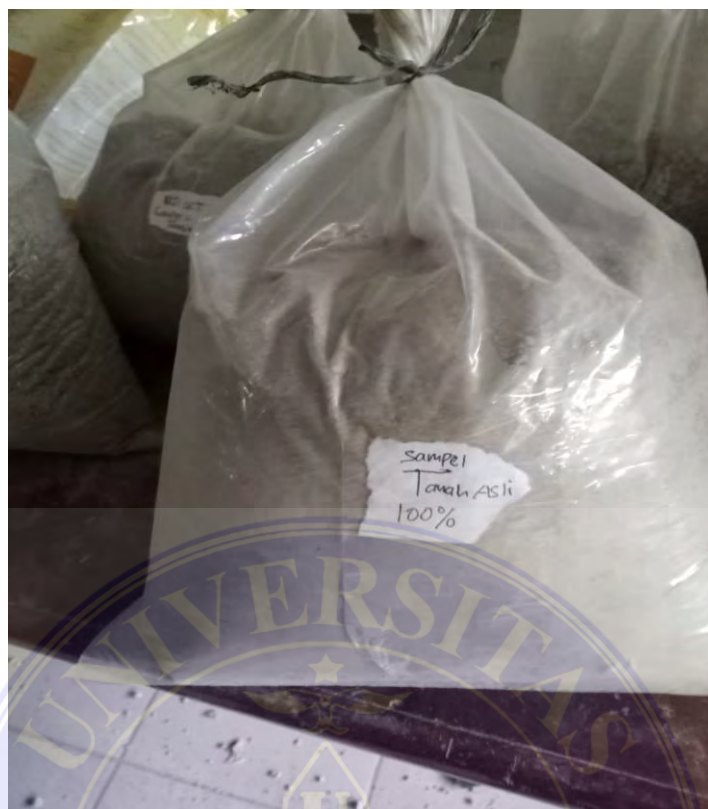
Sample Name : Remolded Soil Sample Volume, V_o : 67,84567 cm³
 Sample Height : 7,061 cm Date of Sondir :
 Sample Diameter : 3,497 cm Proving Ring No. :
 Sample area, A_o : 9,6046 cm² Kalibrasi Alat : 1,2 kg/div

Δh 0,01 mm	ϵ ($\Delta H/H_o$)	Dial Proving	P (Dial × Kalibrasi)	A ($A_o/1 - \epsilon$)	σ (P/A)
0	0	0	0	9,605	0,000
50	0,00708115	0,5	0,6	9,673	0,062
100	0,0141623	1,5	1,8	9,743	0,185
200	0,0283246	3	3,6	9,885	0,364
250	0,03540575	4	4,8	9,957	0,482
300	0,0424869	5	6	10,031	0,598
400	0,0566492	7	8,4	10,181	0,825
500	0,0708115	8	9,6	10,337	0,929

Pemadatan Tanah (Compaction)



Penambahan Pasir Zeolit	0%	10%	15%	20%
$\gamma_{dry} \text{ Max (g/cm}^3\text{)}$	1.91	1.97	2.02	2.12
$\omega \text{ Optimum(\%)}$	29.5	24.31	24.92	19.95



Gambar 26. Sampel Tanah Lempung (Lab. Mektan Unika, 2023)



Gambar 27. Pemeriksaan Kadar Air Tanah Lempung (Lab. Mektan Unika, 2023)



Gambar 28. Pemeriksaan Berat Jenis ((Lab. Mektan Unika, 2023)



Gambar 29. Pemeriksaan Analisa Saringan (Lab. Mektan Unika, 2023)



Gambar 30. Pemeriksaan Batas Cair (Lab. Mektan Unika, 2023)



Gambar 31. Pemeriksaan Batas Plastis (Lab. Mektan Unika, 2023)



Gambar 32. Pemeriksaan Uji pemadatan (Lab. Mektan Unika, 2023)



Gambar 33. Pemeriksaan Uji Kuat Tekan (Lab. Mektan Unika, 2023)

