

**PENGARUH PENAMBAHAN CAMPURAN KAPUR DAN ABU
SEKAM PADI TERHADAP KUAT SUDUT GESER TANAH
PASIR MENGGUNAKAN *DIRECT SHEAR***

SKRIPSI

OLEH:

**M. KELVIN ERMAWAN
198110041**



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 13/12/23

Access From (repository.uma.ac.id)13/12/23

**PENGARUH PENAMBAHAN CAMPURAN KAPUR DAN ABU
SEKAM PADI TERHADAP KUAT SUDUT GESER TANAH
PASIR MENGGUNAKAN *DIRECT SHEAR***

SKRIPSI

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



OLEH:

M. KELVIN ERMAWAN

198110041

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


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang


HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Campuran Kapur dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Geser Tanah Pasir Menggunakan *Direct shear*
Nama : M. Kelvin Ermawan
NPM : 19110041
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing


Hermansyah, ST, MT

Pembimbing


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


W. Mandari, S.T., M.T.
Prog. TEKNIK Program Studi

Tanggal Lulus : 03 Agustus 2023

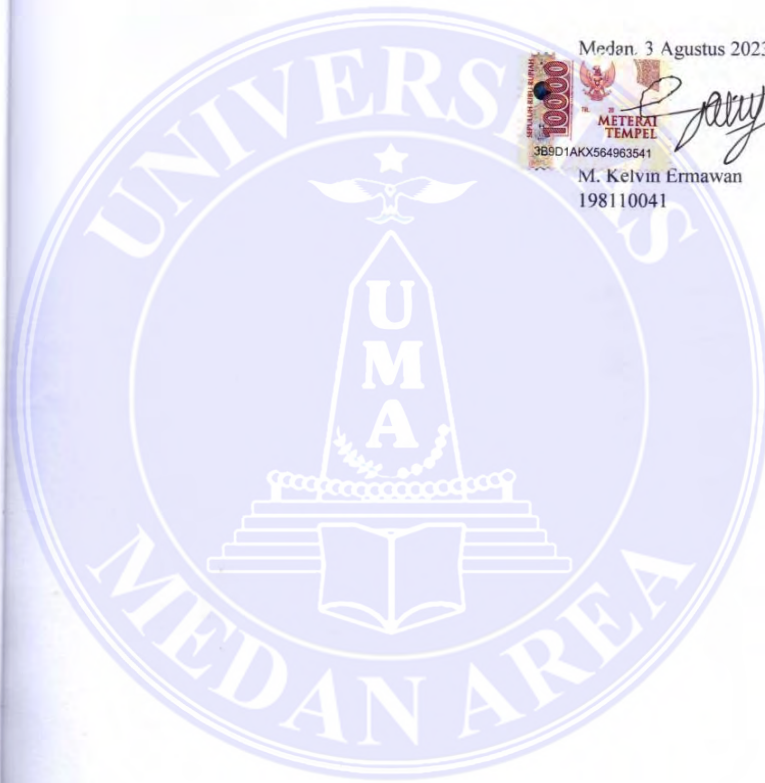
HALAMAN PERNYATAAN

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

Medan, 3 Agustus 2023



M. Kelvin Ermawan
M. Kelvin Ermawan
198110041



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

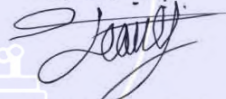
Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Kelvin Ermawan
NPM : 19110041
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 : Pengaruh Penambahan Campuran Kapur dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Geser Tanah Pasir Menggunakan *Direct shear*. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneklusif 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 : 3 Agustus 2023
Yang menyatakan


(M. Kelvin Ermawan)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di KW.Begumit Pada tanggal 13 April 2001 dari Ayah Doniawan dan Ibu Eriyanti Penulis merupakan putra/i ke 2 dari 2 bersudara. Tahun 2019 Penulis lulus dari SMA N1 Stabat dan pada tahun 2019 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Selama mengikuti perkuliahan penulis menjadi asisten mata kuliah pada tahun ajaran pada tahun 2022 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di wika pekanbaru dalam proyek jalan tol trans sumatra



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 geoteknik dengan judul pengaruh penambahan campuran kapur dan abu sekam padi terhadap kuat geser tanah pasir menggunakan *direct shear test*. Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Samsul A Rahman Sidik Hasibuan, S.T., 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 Hermansyah, S.T., M.T. 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



(M.Kelvin Ermawan)

ABSTRAK

Tanah pasir dalam kondisi padat cenderung memiliki sifat-sifat yang baik. Namun pada kondisi tertentu, seperti bila dalam kondisi lepas dan jenuh air, dapat memiliki kuat geser yang rendah ketika terjadi beban siklik seperti gempa bumi. Pada keadaan ini lapisan pasir kehilangan kuat gesernya atau berkurang. Secara umum, kuat geser tanah pasir disumbangkan oleh nilai sudut gesek internal. Guna meningkatkan kuat gesernya, perbaikan tanah pasir sering dilakukan dengan inklusi serat atau campuran semen (Consoli, dkk, 1998). Kapur dan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi tanah lempung sudah banyak diteliti, namun penggunaannya untuk tanah pasir belum banyak dikaji. Untuk itu dalam penelitian ini akan dikaji pengaruh campuran kapur dan abu sekam padi terhadap kuat geser tanah pasir. Metode penelitian adalah metode pelaksanaan yang digunakan dalam menemukan jawaban dari permasalahan yang akan diteliti. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan pemeriksaan dan pengujian tanah di laboratorium sesuai dengan data yang diperlukan. Penelitian ini dilakukan berdasarkan pada jurnal, buku-buku, dan standar pengujian yang umum digunakan dalam bidang geoteknik 4.8 Perbandingan Hasil Tabel Perbandingan Hasil Uji Laboraturium Hasil Uji Direct Shear Sampel kohesi sudut geser dalam 0% 0,097 11,19 Tanah Campuran Abu Sekam Padi dan Kapur 15% 0,346 44,531 20% 0,225 44,531 25% 1,149 45,205 Pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pada hasil uji direct shear, pada tanah campuran abu sekam padi dan kapur mendapatkan hasil yang cukup memuaskan, tetapi dari beberapa pengujian dan bahan yang di tambahkan hasil yang memuaskan yaitu pada presentase 25% di karena di bandingkan hasil yang lain nilai yg paling stabil adalah presentase tersebut yang mendapatkan nilai kohesei 1,149 kg/cm² dan nilai sudut geser 45,205°. 2. Hasil pengujian direct shear dari kota medan langkat stabat tanjung pura, diketahui bahwa penambahan bahan campuran abu sekam padi dan kapur memiliki pengaruh pada nilai kuat geser pada tanah di daerah stabat tanjung pura. Nilai Direct Shear Test dengan besarnya kohesi senilai 0,097 kg/cm² dan besarnya sudut geser dalam senilai 11,906°, mengalami peningkatan terbesar pada pencampuran abu sekam padi dan kapur pada prosentase 25% sebesar 15,43% dengan nilai kohesi senilai 1,149 kg/cm² juga nilai sudut geser dalam senilai 45,205°.

Kata Kunci : Tanah berpasir dengan bahan tambah abu sekam padi dan kapur

ABSTRACT

Sand soil in dense conditions tends to have good properties. However, under certain conditions, such as when it is loose and saturated with water, it can have low shear strength when cyclic loads such as earthquakes occur. In this situation the sand layer loses its shear strength or decreases. In general, the shear strength of sandy soil is contributed by the value of the internal friction angle. In order to increase its shear strength, sandy soil is often improved with fiber inclusions or cement mixtures (Consoli, et al, 1998). Lime and rice husk ash as stabilizing materials for clay soils have been widely studied, but their use for sandy soils has not been widely studied. For this reason, in this research the effect of a mixture of lime and rice husk ash on the shear strength of sandy soil will be studied. Research methods are implementation methods used to find answers to the problems to be researched. The research method used is by examining and testing the soil in the laboratory according to the required data. This research was carried out based on journals, books and test standards commonly used in the geotechnical field.

internal shear angle	cohesion
0%	0.097
11.19°	11.19
Soil Mixture of Rice Husk Ash and Lime	15%
0.346	44.531
20%	0.225
44.531°	25%
1.149	45.205

In the table above it can be concluded that in the results of the direct shear test, the soil mixed with rice husk ash and lime obtained quite satisfactory results, but from several tests and materials added the results were satisfactory. namely at a percentage of 25% because when compared to other results the most stable value is the percentage which gets a cohesion value of 1.149 kg/cm² and a shear angle value of 45.205°. 2. Direct shear test results from Medan Langkat City, Tanjung Pura Stabat, it is known that the addition of a mixture of rice husk ash and lime has an influence on the shear strength value of the soil in the Tanjung Pura Stabat area. The Direct Shear Test value with a cohesion value of 0.097 kg/cm² and an internal shear angle value of 11.906°, experienced the largest increase in mixing rice husk ash and lime at a percentage of 25% amounting to 15.43% with a cohesion value of 1.149 kg/cm² also the value the internal shear angle is 45.205°.

Keywords: *Sandy soil with added ingredients of rice husk ash and lime*

DAFTAR ISI

COVER	
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGHANTAR	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud Penelitian.....	2
1.3 Tujuan penelitian.....	2
1.4 Rumusan Masalah.....	2
1.5 Batasan masalah.....	2
1.6 Manfaat penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Tanah.....	10
2.3 Jenis Tanah.....	13
2.4 Tanah Pasir.....	14
2.5 Pengolahan Tanah Pasir.....	16
2.6 Tujuan Pengolahan Tanah Pasir	16
2.7 Batas – Batas Atterberg	19
2.8 Abu Sekam Padi	20
2.9 Kapur.....	20
2.10 Pengujian Tanah	20
2.11 Jenis Tes Tanah.....	21
2.12 Pemadatan Tanah.....	23
2.13 Kuat Geser	24
2.14 <i>Direct Shear</i>	26
2.15 Sistem Klasifikasi Tanah	26
2.15.1 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut USCS	27
2.15.2 Sistem Klasifikasi AASTHO.....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Metode Penelitian	30

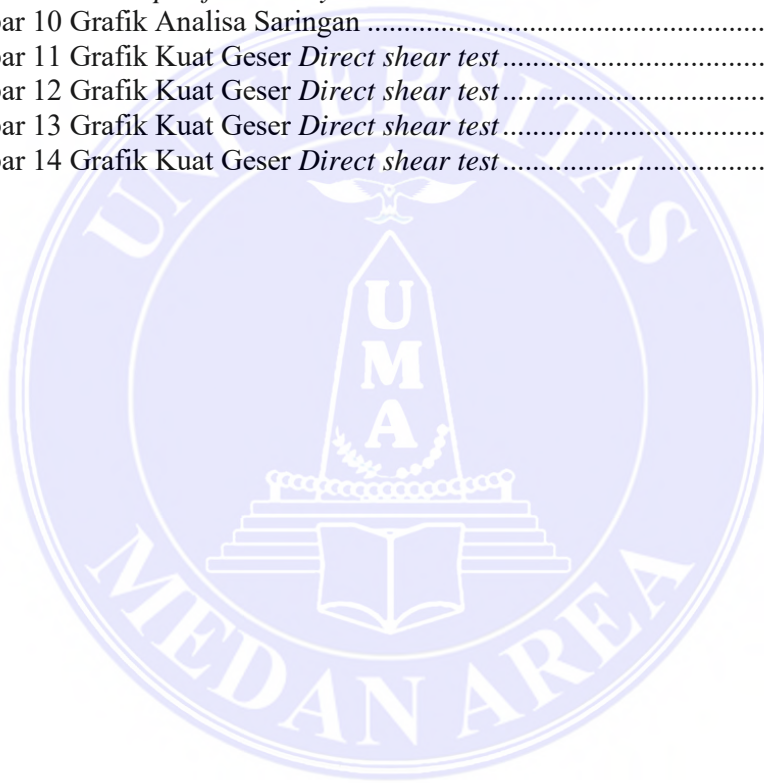
3.2	Peta Penyebaran Tanah Lunak	31
3.3	Lokasi Penelitian.....	32
3.5	Pekerjaan Lapangan.....	32
3.6	Bahan Penelitian	33
3.7	Alat Penelitian.....	33
3.8	Pekerjaan Laboratorium.....	34
3.9	Tahapan Penelitian.....	34
3.10	Bagan Alir	35
3.11	Metode Pengumpulan Data	36
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Hasil Pengujian Kadar Air.....	37
4.2	Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah	40
4.2.1	<i>Specific Gravity</i> (tanah asli).....	41
4.2.2	<i>Specific Gravity</i> (15%)	42
4.2.3	<i>Specific Gravity</i> (20%)	43
4.2.4	<i>Specific Gravity</i> (25%)	44
4.2.5	Rangkuman Hasil Pengujian GS	45
4.3	Hasil Berat Volume Tanah	46
4.3.1	Berat Volume Tanah Lembab	47
4.3.2	Berat Volume Tanah Kering	50
4.4	Pengujian Batas Arterberg	52
4.5	Analisa Saringan	52
4.6	<i>Direct Shear Test</i>	59
4.7	Akhir Pembahasan	64
4.7.1	Kadar Air.....	64
4.7.2	Batas Atterberg.....	64
4.8	Perbandingan Hasil	65
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		66
5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN.....		69

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Berat jenis tanah (Hardiyatmo, 2002)	8
Tabel 2. Derajat kejenuhan (Hardiyatmo, 2002)	9
Tabel 3. Nilai n.e,w,ys,yd untuk tanah asli lapangan(Hardiyamo, 2002).....	10
Tabel 4. Standar Atterberg tanah (hadiyatmo, 2002)	18
Tabel 5. Sistem Klasifikasi tanah USCS(Sosrodarsono, 2002).....	28
Tabel 6. Hasil pengujian kadar air (Penelitian 2023)	37
Tabel 7. Hasil pengujian kadar air (Penelitian 2023)	39
Tabel 8. <i>Spesific Gravity</i> (Penelitian 2023).....	41
Tabel 9 <i>Spesific Gravity</i> 15%(Penelitian 2023).....	42
Tabel 10 <i>Spesific Gravity</i> 20%(Penelitian 2023)	43
Tabel 11 <i>Spesific Gravity</i> 25%(Penelitian 2023)	44
Tabel 12. Rangkuman hasil gs(Penelitian 2023).....	45
Tabel 13. Hasil perhitungan berat tanah basah(penelitian 2023)	48
Tabel 14. Hasil perhitungan volume tanah kering(Penelitian 2023)	51
Tabel 15. Hasil pengujian batas cair.....	53
Tabel 16. Hasil pengujian batas plastis.....	54
Tabel 17. sampel tanah.....	55
Tabel 18. Data analisa saringan tanah(penelitian 2023).....	57
Tabel 19. Hasil uji geser langsung tanah asli	60
Tabel 20. Hasil uji geser langsung campuran 15%	61
Tabel 21. Hasil uji geser langsung campuran 20%	62
Tabel 22. Hasil uji geser langsung campuran 25%	63
Tabel 23. perbandingan hasil uji laboratorium (penelitian, 2023).....	65

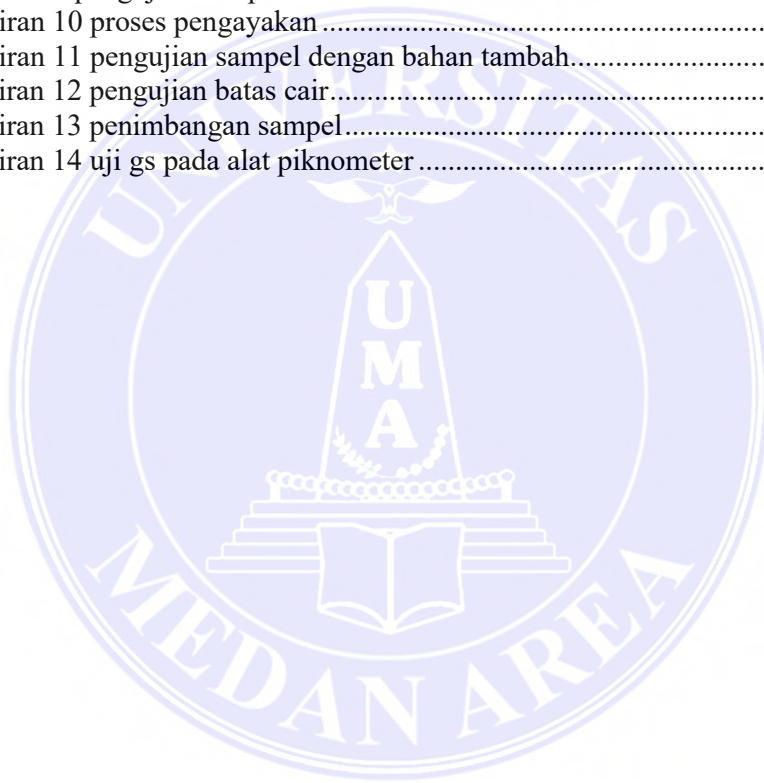
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Diagram Fase Tanah(Hardiyatmo, 2002)	7
Gambar 2 Diagram Penurunan Tanah(Hardiyatmo, 2002)	17
Gambar 3 Keriteria Keruntuhan Mhor-Coulmb	25
Gambar 4 Grafil Plastisitas Klasifikasi USCS.....	28
Gambar 5 Peta Penyebaran Tanah Lunak.....	31
Gambar 6 Titik Lokasi Penelitian.....	32
Gambar 7 Titik Lokasi Pengambilan Sampel.....	32
Gambar 8 Bagan Alir	35
Gambar 9 Grafik <i>Specifik Gravity</i>	46
Gambar 10 Grafik Analisa Saringan	58
Gambar 11 Grafik Kuat Geser <i>Direct shear test</i>	60
Gambar 12 Grafik Kuat Geser <i>Direct shear test</i>	61
Gambar 13 Grafik Kuat Geser <i>Direct shear test</i>	62
Gambar 14 Grafik Kuat Geser <i>Direct shear test</i>	63



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tabel kadar air.....	70
Lampiran 2 Kadar Air Rata Rata.....	71
Lampiran 3 Kadar Air Rata Rata.....	72
Lampiran 4 Analasisa Saringan.....	73
Lampiran 5 Titik lokasi pengambilan sampel.....	74
Lampiran 6 pengambilan sampel.....	74
Lampiran 7 pengeluaran sampel.....	76
Lampiran 8 pencetakan sampel ke ring.....	76
Lampiran 9 pengujian sampel tanah asli.....	76
Lampiran 10 proses pengayakan.....	77
Lampiran 11 pengujian sampel dengan bahan tambah.....	77
Lampiran 12 pengujian batas cair.....	78
Lampiran 13 penimbangan sampel.....	78
Lampiran 14 uji gs pada alat piknometer.....	79



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah pasir dalam kondisi padat cenderung memiliki sifat-sifat yang baik. Namun pada kondisi tertentu, seperti bila dalam kondisi lepas dan jenuh air, dapat memiliki kuat geser yang rendah ketika terjadi beban siklik seperti gempa bumi. Pada keadaan ini lapisan pasir kehilangan kuat gesernya atau berkurang. Secara umum, kuat geser tanah pasir disumbangkan oleh nilai sudut gesek internal. Guna meningkatkan kuat gesernya, perbaikan tanah pasir sering dilakukan dengan inklusi serat atau campuran semen (Consoli, dkk, 1998). Kapur dan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi tanah lempung sudah banyak diteliti, namun penggunaannya untuk tanah pasir belum banyak dikaji. Untuk itu dalam penelitian ini akan dikaji pengaruh campuran kapur dan abu sekam padi terhadap kuat geser tanah pasir.

Pada kebanyakan penelitian, teknik perbaikan tanah (*ground improvement*) yang sering digunakan adalah teknik stone-column atau stone-piers. Teknik ini mampu mengurangi resiko kerusakan struktur akibat peristiwa likuifaksi (Mitchell dkk, 1995). Namundemikian teknik perbaikan tanah lainnya seperti teknik kolom dengan bahan kapur atau semen dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengurangi resiko likuifaksi (Seed dkk, 2001). Selain itu, teknik kolom ini juga dapat digunakan sebagai fondasi untuk bangunan gedung (Kempfert, 2003). Dalam perkembangannya, bahan untuk kolom dapat berupa colloidal-silica yaitu silika dalam bentuk gel atau cair (Gallagher dkk, 2007; Liao dkk, 2004). Pada sisi lain, abu sekam padi yang banyak mengandung pozzolan

silika (SiO_2) padat yang berukuran mikro merupakan bahan yang sangat baik jika dicampur dengan kapur. Hasil reaksi kapur-abu sekam padi akan membentuk bahan penyusun semen (Zhang dkk, 1996). Untuk itu penggunaannya dengan kapur untuk mitigasi likuifaksi adalah suatu alternatif pemanfaatan bahan.

1.2 Maksud Penelitian

Adapun Maksud Penulisan skripsi ini yaitu untuk mengetahui perubahan setelah dilakukan penambahan kapur dan abu sekam padi pada tanah berpasir terhadap tes direct shear

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Maksud Penulisan skripsi ini yaitu untuk Mengetahui seberapa besar nilai kuat geser dari tanah pasir dengan pengaruh penambahan kapur dan abu sekam padi.

1.4 Rumusan Masalah

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

- a. Apakah pengaruh penambahan kapur dan abu sekam padi dalam tanah pasir untuk perubahan kuat geser?
- b. Apakah nilai sudut geser tanah pasir dapat mendapatkan nilai yang lebih baik setelah distabilisasi menggunakan campuran kapur dan abu sekam padi?
- c. Apakah penambahan kapur dan abu sekam padi dapat memperkecil sudut geser pada tanah?

1.5 Batasan Masalah

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

1. Tanah yang digunakan adalah tanah pasir.
2. Pengujian karakteristik tanah di laboratorium berupa uji berat jenis, uji kadar air dan uji analisa saringan.
3. Bahan stabilisasi yang digunakan yaitu abi sekam padai dan kapur
4. Presentase campuran dan abu sekam padi 15%, 20%, 25%

Campuran 15% = 10% kapur

5% abu sekam padi

Campuran 20% = 12% kapur

8% abu sekam padi

Campuran 25% = 15% kapu

10% abu sekam padi

1.6 Manfaat Penelitian

1. Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan kapur dan abu sekam padi terhadap nilai kuat geser dari tanah pasir,
2. memperoleh pengetahuan tentang perbaikan tanah dengan cara stabilisasi menggunakan kapur dan abu sekam padi pada tanah pasir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan sebelumnya menjadi bahan bagi penulis untuk mencari perbandingan dan kajian yang linier sehingga penulis bisa menambah wawasan, ilmu pengetahuan serta untuk mengkaji penelitian yang akan penulis lakukan. Dalam hal ini, penulis mengangkat beberapa sumber jurnal, tugas akhir maupun refrensi lainya terkait dengan pengujian kuat geser pada tanah dengan menggunakan metode *direct shear*

1. Jurnal Abdul Jail, Hamzani, dan Mulyanah penelitian ini dilakukan pada tahun 2016 dengan judul: Pengaruh campuran kapur dan abu jerami guna meningkatkan kuat geser tanah lempung (Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat geser dengan campuran 5% kapur dan variasi abu jerami 2%, 4% dan 6%). Pengujian yang dilaksanakan yaitu Triaxial test, dan Direct shear test, Uji direct shear nilai sudut geser dalam tanah tertinggi didapat pada persentase penambahan 5% kapur + 6% AJP. Nilai kohesi tertinggi didapat pada persentase penambahan 5% kapur + 2% AJP. Maka dari itu campuran kapur dan abu jerami padi dapat dipakai karena dapat meningkatkan nilai kuat geser.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Claudia Ester Kumolontang, Sjachurl Balamba dan Alva N. Sarajar penelitian ini dilakukan pada tahun 2019 dengan judul: Analisa campuran semen dan tras pada tanh pasir terhadap kuat geser dengan menggunakan uji geser langsung. Penelitian ini

bertujuan untuk mengetahui nilai kuat geser tanah dengan menggunakan uji geser langsung. Pada penelitian ini presentase campuran semen dan tras yang sama, dengan kadar air dan kepadatan yang berbeda mendapatkan hasil kohesi dan sudut geser yang berbeda. Dan nilai kohesi, sudut geser tertinggi ada pada tanah pasir dalam kondisi padat. Nilai sudut geser tertinggi di dapatkan pada tanah pasir stabilisasi semen 25% yaitu sebesar $39,16^\circ$ dengan kadar air 23% dan kepadatan $2,76 \text{ g/cm}^3$. Sementara nilai kuat geser tertinggi didapatkan pada tanah pasir stabilisasi tras 10% yaitu $24,24^\circ$ dengan kadar air 26% dan kepadatan $2,1 \text{ g/cm}^3$

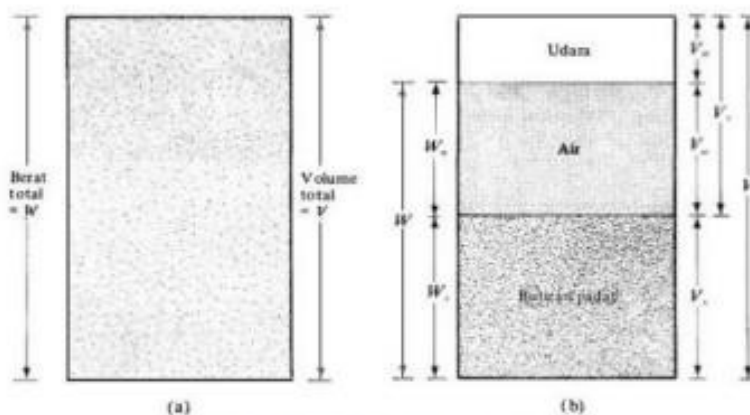
3. Penelitian yang dilakukan oleh Syahreza Nurdian, Setyanto, dan Lusmeilia Afriani penelitian ini dilakukan pada tahun 2015 dengan judul Korelasi parameter kekuatan geser tanah dengan menggunakan uji triaksial dengan uji geser langsung pada tanah lempung substitusi pasir. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan (korelasi) antara kuat geser tanah yang dihasilkan dari pengujian *Triaksial Unconsolidated Undrained* dan pengujian kuat geser langsung.

2.2 Tanah

Tanah secara umum didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. (Das, 1995). Menurut Bowles (1984) tanah terdiri dari satu, beberapa, atau seluruh jenis berikut:

1. Berangkal (*boulders*) merupakan potongan batuan besar yang biasanya diambil lebih besar dari 250 sampai 300 mm sedangkan untuk potongan batuan dengan ukuran sekitar 150 sampai 200 mm dinamakan kerakal (*cobbles*),
2. Kerikil (*gravel*) merupakan partikel batuan yang berukuran 5 sampai 150 mm, 3. Pasir (*sand*) merupakan partikel batuan yang berukuran 0,074 sampai 5 mm dengan partikel kasar (5 sampai 3 mm) dan halus (< 1 mm),
4. Lanau (*silt*) merupakan partikel batuan yang berukuran dari 0,002 sampai 0,074 mm,
5. Lempung (*clay*) merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm,
6. Koloid (*colloids*) merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

Komponen Tanah tersusun dari tiga komponen utama yaitu bahan padat (butiran), air, dan udara. Kandungan air dalam tanah sangat mempengaruhi sifat teknis tanah sedangkan udara dianggap tidak mempunyai pengaruh teknis atau dianggap sama. Tanah terdiri dari 3 komponen, yaitu udara, air, dan bahan padat. Ruang di antara butiran-butiran, sebagian atau seluruhnya dapat terisi oleh air atau udara. Bila rongga terisi udara dan air, tanah pada kondisi jenuh sebagian . Tanah kering adalah tanah yang tidak mengandung air sama sekali atau kadar airnya nol.



Gambar 1 Diagram fase tanah (Hardiyatmo, 2002)

Dengan :

W_s = Berat butiran padat

W_w = Berat air

V_s = Volume butiran padat

V_w = Volume air

V_a = Volume udara

V_v = Volume Rongga

Berat udara (W_a) dianggap sama dengan nol. Hubungan-hubungan volume yang sering digunakan dalam mekanika tanah adalah kadar air (w), angka pori (e), porositas (n) dan derajat kejenuhan (s).

Kadar air (w) dalam suatu tanah adalah perbandingan antara berat air (W_w) dan berat butiran padat (W_s) dalam tanah tersebut dan dinyatakan dalam persen.

$$w = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100$$

Berat volume tanah basah (γ_b), adalah perbandingan antara berat butiran tanah termasuk air dan udara (W) dengan volume total tanah (V).

$$\bar{A} = \frac{W_s}{V}$$

Sedangkan berat volume tanah kering (γ_d) adalah perbandingan antara berat butiran (W_s) dengan volume total (V) tanah.

$$\bar{A} = \frac{W_s}{V_s}$$

Berat volume butiran padat (γ_s), adalah perbandingan antara berat butiran padat (W_s) dengan volume butiran padat (V_s)

$$\bar{A} = \frac{W_s}{V_s}$$

Berat spesifik atau berat jenis (*specific gravity*) tanah (G_s) adalah perbandingan antara berat volume butiran padat (γ_s), dengan berat volume air (γ_w), pada temperature 4°C.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

G_s tidak berdimensi, berat jenis dari berbagai jenis tanah berbeda-beda bergantung dari jenis tanah penyusunya, berat jenis tanah berkisar antara 2,65 sampai 2,75. Nilai berat jenis $G_s = 2,67$ biasanya digunakan untuk tanah-tanah tak berkoheisi. Sedangkan untuk tanah kohesif tak organik berkisar antara 2,68 sampai 2,72. Nilai-nilai berat jenis dari berbagai jenis tanah diberikan dalam table berikut ini

Tabel 1 Berat jenis tanah (*specific gravity*) (Hardiyatmo, 2002)

Macam Tanah	Berat Jenis Tanah (G_s)
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau Anorganik	2,62 - 2,68
Lempung Organik	2,58 - 2,65
Lempung Anorganik	2,68 - 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 - 1,80

Derajat kejenuhan (s), adalah perbandingan volume air (Vw) dengan volumetotal rongga pori tanah (Vs), biasanya dinyatakan dalam persen.

$$S = \frac{V_w}{V_s} \times 100\%$$



Bila tanah dalam keadaan jenuh air, maka S = 1. Berikut ini table yang menunjukkan berbagai macam derajat kejenuhan tanah untuk maksud klasifikasi tanah.

Tabel 2 Derajat kejenuhan dan kondisi tanah (Hardiyatmo, 2002)

Macam Tanah	Derajat Kejenuhan (s)
Tanah kering	0
Tanah agak lembab	>0 – 0,25
Tanah lembab	0,26 – 0,50
Tanah sangat lembab	0,51 – 0,75
Tanah basah	0,76 – 0,
Tanah jenuh air	

Dari persamaan-persamaan tersebut di atas dapat dibentuk hubungan antarmasing-masing persamaan, yaitu :

Berat volume tanah basah dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$V_w = V_s - V_a$$

Substitusi

Untuk tanah yang jenuh air maka persamaan menjadi :

$$V_w = V_s - V_a$$

Substitusi

Substitusi

Untuk tanah yang kering sempurna maka persamaan menjadi :

$$V_w = V_s - V_a$$

Substitusi

Bila tanah dalam keadaan jenuh air, berat volume apung atau berat volume efektif dinyatakan sebagai berikut:

$$\bar{\gamma}' = \frac{\bar{\gamma} - \bar{\gamma}_w}{1 - e}$$

Dengan $\bar{\gamma}_w = 1 \text{ t/m}^3$ atau $9,81 \text{ kN/m}^3$

Nilai-nilai porositas, angka pori dan berat volume pada keadaan asli di alam dariberbagai jenis tanah yang disarankan oleh Terzaghi ditunjukkan dalam table berikut ini :

Tabel 3 Nilai n, e, w, γ_s , γ_d untuk tanah asli di lapangan (Hardiyatmo, 2002)

Macam tanah	N (%)	e	W (%)	$\bar{\gamma}$ (kN/m ³)	$\bar{\gamma}'$ (kN/m ³)
Pasir seragam tidak padat	46	0,85	32	14,3	18,9
Pasir seragam tidak padat	34	0,51	19	17,5	20,9
Pasir berbutiran campuran tidak padat	40	0,67	25	15,9	19,9
Pasir berbutir campuran padat	30	0,43	16	18,6	21,6
Lempung lunak sedikit organic	66	1,90	70	-	15,8
Lempung lunak sangat organic	75	3,00	110	-	14,3

2.3 Jenis – jenis tanah

Tanah merupakan bagian terpenting dalam merencanakan sebuah bangunan yang akan di bangun diatasnya, kita harus mengetahui dulu jenis tanah yang ada pada lokasi yang akan di bangun ketika sudah mengetahui jenis tanah kita akan lebih mudah dalam merencanakan dan memilih metode apa yang akan digunakan dalam memperbaiki tanah sesuai dengan jenis tanah dilokasi tersebut.

Iniilah macam macam tanah yang ada di indonesia yaitu:

a) Tanah Vulkanik

Tanah vulkanik adalah tanah hasil dari abu vulkanik yang telah menumpuk. Tanah ini memiliki bentuk butiran yang keras

berwarna abu abu. Tanah ini sangat subur sehingga banyak dimanfaatkan sebagai untuk pertanian

b) Tanah Humus

Tanah humus adalah tanah hasil dari pengaruh curah hujan yang tinggi dan juga dari pengaruh suhu yang rendah. Tanah ini adalah tanah yang tidak subur karena tidak memiliki unsur hara yang banyak dan bertekstur pasir yang kasar.

c) Tanah Podsol

Seperti namanya, tanah ini memiliki warna merah hingga kuning yang berarti tanahnya kurang subur karena pencucian. Tanah ini memiliki pH yang rendah dan banyak mengandung unsur Al dan Fe karena terbentuk dari curah hujan yang tinggi dan perubahan suhu yang sangat kecil. Tanah berlempung dan mudah basah menjadi kriteria tanah tersebut. Tanah dengan standar tersebut wajar untuk sawah, tanah PMK tersebar merata di Indonesia.

d) Tanah Gambut

Tanah gambut adalah tanah yang terbentuk dari hasil pembusukan tumbuhan yang menumpuk sehingga membentuk daratan, tanah ini tidak subur dan daya dukung tanah tersebut sangat rendah jadi memerlukan tritment khusus agar bisa memiliki kekuatan topang yang kuat seperti jenis tanah umumnya.

e) Tanah Lateit

Tanah ini mirip dengan PMK, tetapi suhunya jauh lebih tinggi. Tanah ini memiliki banyak unsur hara dan juga sangat subur

Namun, air hujan melarutkan nutrisi ini, sehingga hilang. Semua hal yang sama, namun tanah ini mengandung banyak sesquioxide. Disayangkan tanah ini tidak cocok untuk tanaman tertentu, ada beberapa tanaman yang cocok untuk tanah ini yaitu jambu mete dan kelapa.

f) Tanah Litosol

Tanah yang masih satu jenis dengan tanah regosol ini tercipta akibat aktivitas vulkanik dan perubahan iklim topografi. Tanah ini masih satu jenis dengan tanah entisol, sehingga tanah ini masih satu keluarga dengan regosol. Konstruksi tanah ini sangat besar dengan sedikit suplemen di dalamnya sehingga harus dimanfaatkan untuk tanaman palawijaya.

g) Tanah Rendzina

Tanah ini memiliki tekstur yang halus dan daya permeabilitas yang tinggi, terbentuk dari batuan basal, batu kapur, dan granit. Karena tanah ini memiliki permeabilitas yang cukup tinggi untuk menahan air. Tanah ini memiliki kadar Ph yang tinggi dan menyimpan banyak Ca, Mg, dan unsur hara lainnya.

h) Tanah Alluvial

Jenis tanah muda yang terbentuk akibat pengendapan material halus di aliran sungai adalah tanah yang biasanya terdapat di bagian hilir sungai. Tanah ini memiliki struktur tanah yang bebas dengan tone yang gelap. Tingkat Ph rendah, yang berkisar antara sekitar 5,3-5,8. Mengingat Ph yang dimilikinya, tanah ini tidak

sulit untuk digali. Iklim daerah tersebut memiliki dampak yang signifikan terhadap unsur-unsur yang ditemukan di tanah aluvial.

i) Tanah Mediteran

Tanah yang terbentuk dari batuan kapur yang banyak dijumpai di daerah lembab tersusun atas batuan berkapur yang banyak mengandung karbonat. Tanah ini subur dan cocok untuk persawahan karena banyak mengandung air, Al, Fe, dan bahan organik lainnya.

2.4 Tanah Pasir

Karena tanah berpasir jarang menggumpal, tanah berpasir rentan terhadap erosi. Unsur P dan K yang terdapat pada tanah pasiran masih relatif baru dan belum siap diserap tanaman. Selain itu, unsur N ada dalam jumlah yang sedikit. Tanah berpasir banyak tersebar di wilayah Indonesia.

Tanah berpasir di bedakan menjadi 3 yaitu:

1. Tanah pasir abu vulkanik. Tanah pasir ini berada pada daerah-daerah vulcanic fan yaitu lahar vulkanik yang mengalir kebawah seperti banjir maka sering disebut dengan banjir lava pada saat erupsi berlangsung
2. Bukit pasir sand tanah pasir ini biasanya terdapat pada daerah daerah pantai
3. Batuan sedimen dengan topografi lipatan

2.5 Pengolahan Tanah Pasir

Tanah berpasir perlu dilakukan pengolahan atau perbaikan sebelum dapat melakukan pembangunan di atasnya, karena tanah berpasir memiliki permeabilitas tanah yang tinggi, apabila memiliki permeabilitas tanah yang tinggi cenderung daerah tanah tersebut mudah mengalami penurunan atau yang lebih parah dapat mengalami kelongsoran dengan kemungkinan resiko terjadi yang cukup tinggi, dengan sebab itu pengolahan atau perbaikan perlu dilakukan sebelum melakukan kegiatan pembangunan.

Ada beberapa metode yang dapat dilakukan dalam pengolahan atau perbaikan tanah berpasir tersebut, ada beberapa metode yang biasanya dilakukan dalam perbaikan tanah yaitu:

1) Menaburkan Semen di Tanah (*Soil Cement*)

Caranya yaitu dengan mencampur tanah asli dengan semen, kemudian dipadatkan. Namun karena metode ini membutuhkan banyak sekali pencampuran semen yang juga mahal, cara ini jarang dilakukan saat ini.

2) Pencampuran Tanah dengan Kapur (*Soil Lime*)

Cara ini dilakukan pada jenis tanah lunak, dengan mencampur bubuk kapur dengan tujuan untuk stabilisasi tanah yang lebih baik. Karena keterbatasan material kapur saat ini, metode ini tidak direkomendasikan.

3) Mencampur Tanah dengan Abu (*Soil Ash*)

Metode ini digunakan dengan mencampur tanah dengan material beragam jenis abu antara lain abu sekam, abu terbang dan abu batu.

Kekurangan metode ini yaitu sangat sulit untuk mencari material abu bahkan jarang sekali produsen abu saat ini.

4) Pencampuran Larutan Kimia (*Solvent Stabilization*)

Mencampurkan cairan kimia merupakan salah satu metode untuk meningkatkan parameter tanah. Larutan kimia yang biasa digunakan antara lain soda kaustik, asam sulfat dan lainnya. Penggunaan bahan kimia ini terlalu berisiko terhadap bahaya pencemaran lingkungan.

5) Stabilisasi Tanah dengan Pelapisan dan Pematatan

Metode pelapisan dan pematatan tanah merupakan solusi yang paling mudah dilakukan dan ekonomis. Pada proses pematatan tanah dasar (*subgrade*) dan tanah timbunan diperlukan material pelapis yaitu berbagai jenis material geosintetik diantaranya *geotextile woven* dan *non woven*, *geomembrane*, *geogrid*, *geocell* dan lainnya.

6) Metode Konsolidasi untuk Stabilisasi

Konsolidasi merupakan metode yang dilakukan guna mendapatkan stabilisasi tanah dengan cara memberikan beban statis diatas lapisan tanah. Namun metode ini memerlukan biaya yang besar dan proses yang lama.

7) Metode Perbaikan Dengan *Dewatering*

Dewatering merupakan metode stabilisasi tanah dengan cara pengeringan tanah atau pengurangan kadar air didalam tanah. Jenis perbaikan ini membutuhkan biaya dan peralatan yang mahal dan prosesnya juga lama.

2.6 Tujuan Stabilitas Tanah

Setiap daerah memiliki stabilitas tanah yang berbeda beda jadi kita harus mengetahui dulu stabilitas tanah di daerah yang ingin diteliti atau di bangun sebuah bangun agar memudahkan dalam proses perencanaan dan pengerjaan.

Menstabilas tanah ada beberapa tujuan, apa saja tujuan dari perbaikan stabilitas tanah yaitu sebagai berikut;

- a) Meningkatkan daya dukung tanah
- b) Meingkatkan kuat geser tanah
- c) Memperkecil kompresilitas dan penurunan tanah
- d) Memperkecil dan memperbesar permeabilitas tanah
- e) Memperkecil potensi kembang-susut pada tanah
- f) Menjamin kelestarian dan keberlanjutan sumberdaya alam dan lingkungan.

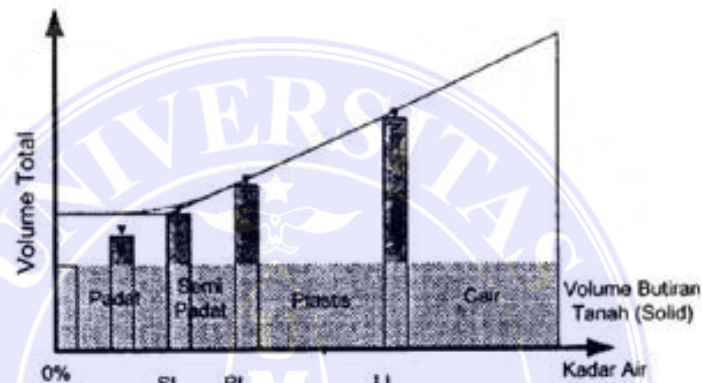
2.7 Batas – Batas Atterberg

Konsistensi tanah liat akan bervariasi tergantung perubahan kadar air. Tanah liat dapat menjadi lunak jika kadar airnya bertambah dan sebaliknya mengeras jika kadar airnya berkurang.

Pada volume partikel tanah (padatan) yang normal, jika kandungan air pada tanah liat cenderung besar, maka tanah liat tersebut akan menjadi lumpur (*sludge*) yang terkondensasi seperti cairan kental, keadaan ini disebut cair. Selama waktu ini, jika air di dalam tanah liat dibiarkan menguap secara bertahap, tanah liat akan menjadi keras dan kemungkinan besar tidak akan lagi berubah bentuk. Kondisi ini disebut keadaan plastis. Jika air dibiarkan menguap terus menerus

maka tanah liat akan menyusut, menjadi keras dan mudah retak (rapuh). Kondisi ini disebut semi soliditas.

Pengujian Tanah di Laboratorium



Gambar 2 Diagram penurunan tanah (Hardiyatmo, 2002)

Selama periode penurunan kadar air, tanah liat jenuh dapat mengalami penyusutan, besarnya penyusutan sebanding dengan banyaknya air yang hilang. Apabila hilangnya kadar air tanah tidak lagi mengakibatkan perubahan volume tanah secara keseluruhan (penyusutan) maka keadaan ini disebut solidifikasi curah. Jarak antara periode-periode ini disebut batas Atterberg. Hubungan antara massa tanah, batas Atterberg dan kadar air.

1. Batas Cair (*Liquid Limit, LL*)

Batas likuiditas didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara massa cair dan massa plastis. Tujuan dari uji batas cair ini adalah untuk mengetahui nilai kadar air pada sampel tanah pada saat tanah berubah wujud dari cair menjadi plastis atau sebaliknya.

Batas cair suatu contoh tanah juga dapat dihitung dari rumus dasar berdasarkan jumlah keran dan nilai kadar air bebas (AASHTO, 1982), rumusnya dituliskan sebagai berikut :

$$LL = (W_n)_{(25)} \dots\dots\dots 0,121 \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

W_n = kadar air pada ketukan

n_n = jumlah ketukan

Tabel 4 Standar atterberg tanah (hardiyatmo, 2002)

No	Derajat Plastisitas	Batas Cair (LL)
1	Rendah (<i>low plasticity</i>)	<35%
2	Sedang (<i>medium plasticity</i>)	35% - 50%
3	Tinggi (<i>high plasticity</i>)	50% - 70%
4	Sangat tinggi (<i>very high plasticity</i>)	70% - 90%
5	Ekstrem tinggi (<i>Extremely high plasticity</i>)	> 90%

2. Batas Plastis (*Plastic Limit, PL*)

Batas plastis (ASTM D-4318, 1998) dikenal sebagai jumlah air dalam tanah antara resin dan semi padat. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, ketika jumlah air di dalam tanah berkurang, maka tanah akan menjadi lebih keras dan memiliki visibilitas yang diperlukan untuk menahan perubahan yang terjadi. Perubahan yang terjadi pada tanah dari cair menjadi padat akan melalui fase yang disebut semi padat.

Uji batas plastis berguna untuk menentukan jumlah air yang terkandung dalam suatu contoh tanah pada saat tanah berubah dari massa plastis menjadi massa semi padat atau sebaliknya.

3. Indeks Plastisitas

Plastisitas merupakan sifat utama tanah liat dan digunakan untuk identifikasi dan klasifikasi oleh A. Atterberg (1991). Perbandingan antara batas likuiditas dan batas plastisitas disebut dengan indeks plastisitas (PI).

$$IP = LL - PL \dots \dots \dots (2.4)$$

Tanah pada batas cair tinggi (LL) mempunyai plastisitas dan kesesuaian yang tinggi (susut besar) serta sangat dipengaruhi oleh kadar air.

2.8 Abu Sekam Padi (*Rice Husk Ash*)

Abu sekam padi (RHA) merupakan bahan hasil sampingan produk pertanian yang didapatkan dari pembakaran kulit sekam padi. Abu yang dihasilkan dari pembakaran normal, permukaan partikelnya akan terkristalisasi dan memiliki aktivitas pozzolan yang rendah. Walaupun sekam yang dinilai hanya limbah, namun apabila dibakar dapat memiliki sifat pozzolan yang mempunyai unsur silikat tinggi dan mengandung sifat sementasi jika bercampur dengan air. Silika merupakan unsur pokok abu sekam padi yang menguntungkan karena pada kondisi yang sesuai dapat bereaksi dengan kapur bebas membentuk gel yang bersifat sebagai bahan ikat. Abu sekam padi juga bermanfaat sebagai bahan pengisi rongga antar agregat (kasar) yang diharapkan dapat menaikkan kerapatan dan menurunkan permeabilitas dari campuran.

2.9 Kapur

Kapur adalah material yang berasal dari batuan sedimen berwarna putih dan halus yang terutama tersusun dari mineral kalsium. Tiga senyawa utama yang mewujudkan kapur adalah kalsium karbonat (mendominasi gamping dan kapur tambang), kalsium oksida (penyusun utama kapur tohor), dan kalsium hidroksida (yang mendominasi kapur mati). Kapur yang ditemukan di alam juga dapat tercampur dengan mineral magnesium. Kapur yang demikian ini dinamakan dolomit.

Dalam banyak kejadian, pembentukan kapur terjadi di laut, ketika organisme laut purba yang memiliki cangkang berkalsium mati dan sisa-sisa jasadnya (cangkang maupun kerangka luar (eksoskeleton) bertumpuk dan perlahan-lahan membentuk lapisan endapan. Setelah berjuta tahun, lapisan ini menjadi batuan melalui proses geologi.

Kapur adalah bahan yang sangat bermanfaat dalam berbagai aktivitas manusia dan relatif murah. Pemanfaatan terbanyak adalah di bidang bangunan dan pertanian. Kapur menjadi bagian dari campuran semen karena memiliki sifat merekatkan dan mengubah penampilan. Sebagai salah satu kapur pertanian, kapur berguna dalam menyediakan unsur kalsium dan memperbaiki kemasaman tanah.

2.10 Pengujian Tanah

Pengujian tanah merupakan langkah penting dalam konstruksi bangunan dan jalan. Faktanya, tidak ada proyek bangunan yang dapat berjalan tanpa terlebih dahulu memastikan bahwa tanah mampu mendukung beban. Oleh karena itu

tujuan pengujian tanah konstruksi adalah untuk memastikan apakah tanah tersebut cocok untuk jenis konstruksi yang akan dilaksanakan. Selain itu, agar mengetahui kadar air yang terkandung dalam tanah tersebut.

2.11 Jenis Tes Tanah Untuk Konstruksi

Ada beberapa jenis pengujian tanah prakonstruksi. Karakteristik tanah menentukan jenis uji. Laporan uji tanah berfungsi sebagai dasar desain pondasi. Beberapa tes dilakukan di lokasi bangunan sementara yang lain diselesaikan di pusat penelitian.

Dalam pengujian ada beberapa tes yang akan dilakukan agar mendapat data yang maksimal data data data yang sangat dibutuhkan dalam pengujian, ada beberapa pengujian yang dilakukan yaitu sebagai berikut.

a) Uji kandungan kelembaban

Ini adalah tes konstruksi bangunan yang penting. Metode pengeringan oven, metode kalsium karbida, metode keseimbangan torsi, metode piknometer, metode penangas pasir, metode radiasi, dan metode alkohol adalah beberapa metode yang digunakan untuk menentukan kadar air tanah. Teknik yang paling terkenal adalah strategi pengeringan oven, yang meliputi mengukur contoh sampel tanah, mengeringkannya di oven pada suhu 110 derajat Celcius (+/- 5 derajat), dan mengukur sekali lagi Perbedaan beratnya air di tanah.

b) Uji Gravitasi Spesifik

Rasio kerapatan suatu zat dengan kerapatan air adalah berat jenisnya. Metode kepadatan/kerapatan botol, metode piknometer, metode tabung

gas, metode batas penyusutan, dan metode labu takar semuanya berperan dalam perhitungan. Metode botol massa jenis dan piknometer adalah dua metode yang paling sering digunakan dalam analisis tanah.

c) Uji Kepadatan Kering

Berat partikel tanah dalam volume tertentu dari sampel adalah berat jenis tanah kering. Gravitasi spesifik tanah dan angka pori menentukan nilainya. Tanah dapat diklasifikasikan sebagai padat, cukup padat, atau gembur berdasarkan nilai ini. Uji ketebalan kering dilakukan dengan menggunakan salah satu dari tiga strategi: pemindahan air, pemotongan inti, atau penggantian kerucut pasir. Pemotongan inti dan penggantian pasir adalah dua di antaranya yang lebih sering digunakan.

d) Tes Batas Atterberg

Untuk menentukan kadar air kritis tanah berbutir halus, dilakukan pengujian ini. Dalam berbagai kondisi, sifat-sifat tanah berbutir halus ditentukan oleh tiga batasan: sejauh mungkin, sejauh mungkin, dan sejauh mungkin.

- Alat batas cair Casagrande yaitu sebuah cawan dengan mekanisme naik turun digunakan dalam uji batas cair untuk menentukan batas cair tanah.
- Sampel tanah dibuat plastis dengan menambahkan air ke dalamnya selama uji batas plastis. Setelah itu, dibentuk menjadi bola dan digulung menjadi benang dengan diameter tiga milimeter ke dalam piring kaca. Jika senar tidak putus, maka teknik diulangi dengan contoh lain dan sedikit air. Begitu

seterusnya, hingga utasnya berakhir. Itu adalah plastik terjauh dari tanah.

- Dalam pengujian sedapat mungkin, persamaan numerik digunakan untuk menentukan kadar air yang cukup untuk menutupi kekurangan pada tanah.

e) Tes Pemadatan Standard Proctor

Tujuan dari uji Proctor Standar adalah untuk memastikan karakteristik pemadatan tanah. Setelah dikeringkan dengan udara, sampel tanah dipecah menjadi empat hingga enam sampel yang lebih kecil. Penambahan air 3 sampai 5 persen digunakan untuk mengatur kadar air. Contoh tersebut kemudian diposisikan dalam bentuk pemadatan Delegate dalam tiga lapisan berbeda. Setiap lapisan kemudian diberi 25 pukulan palu standar seberat 5,5 pon. Setelah dikeluarkan dan dikeringkan, kepadatan kering dan kadar air sampel ditentukan. Sebuah tekukan kemudian diplot pada seluruh rangkaian hasil dengan ketebalan sebagai komponen kadar air. Kadar air ideal yang diperlukan untuk mencapai berat jenis maksimum atau kerapatan kering digambarkan secara akurat oleh kurva ini.

2.12 Pemadatan Tanah

Pemadatan adalah usaha untuk menaikkan kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel. Pemadatan dilakukan dengan tujuan untuk menaikkan kuat geser tanah, mengurangi permeabilitas, dan mengurangi perubahan volume tanah akibat perubahan pada

kadar air. Proctor (1933) dikutip Hardiyatmo (2006) mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering tanah padat. Untuk berbagai jenis tanah pada umumnya, terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimum. Hubungan berat volume kering (γ_d) dengan berat volume basah (γ) dan kadar air (w),

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

Keterangan:

γ_d = berat volume kering (gr/cm^3)

γ = berat volume tanah basah (gr/cm^3)

w = kadar air (%)

Nilai kepadatan tanah dapat ditentukan dari pengujian Standard Proctor.

Untuk mendapatkan nilai kadar air optimum (OMC), maka perlu dibuat grafik

2.13 Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah merupakan kemampuan tanah untuk melawan tegangan geser yang terjadi dalam tanah. Kekuatan geser tanah terdiri dari dua komponen yaitu bagian yang bersifat kohesi yang bergantung kepada jenis tanah maupun kepadatan butirnya dan bagian yang mempunyai sifat gesekan yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja dalam bidang geser. Menurut Coulomb (1776) dalam Hardiyatmo (2006) menyatakan bahwa nilai kuat geser tanah dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan berikut.

$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$

dengan:

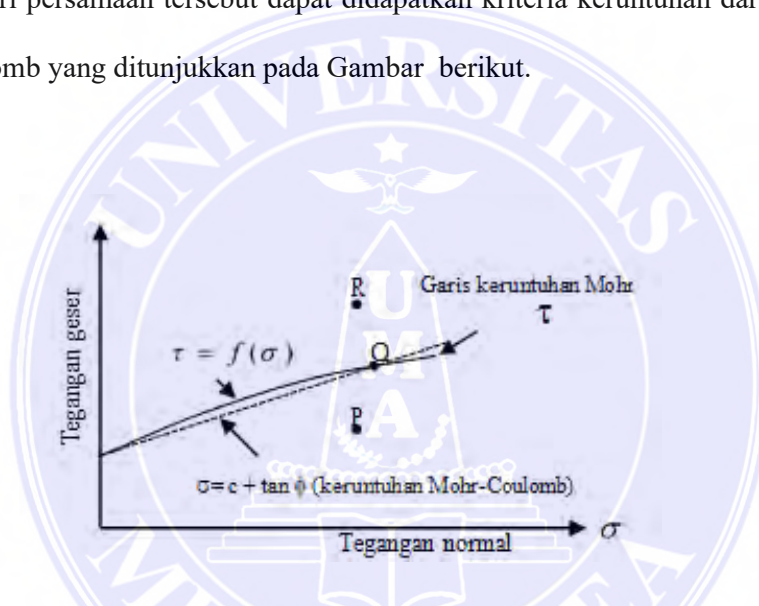
τ = Kuat geser tanah (kN/m^2)

c = Kohesi tanah (kN/m^2)

ϕ = Sudut gesek tanah ($^\circ$)

σ = Tegangan normal (kN/m^2)

Dari persamaan tersebut dapat didapatkan kriteria keruntuhan dari teori Mohr-Coulomb yang ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 3 Kriteria Keruntuhan Mohr-Coulomb (hardiyatmo, 2006)

Bila tegangan geser dan normal pada sebuah bidang dalam suatu massa tanah maka jika kedudukan tegangan-tegangan baru mencapai titik P, keruntuhan tanah akibat geser tidak akan terjadi. Keruntuhan geser terjadi jika tegangan mencapai titik Q yang terletak pada garis keruntuhan dan kedudukan tegangan yang ditunjukkan oleh titik R tidak akan pernah terjadi karena bahan telah mengalami keruntuhan sebelum mencapai titik R. Lingkaran Mohr dalam bentuk lingkaran tegangan, dengan koordinat-koordinat. Untuk mendapatkan nilai dari parameter kekuatan geser tanah dapat dilakukan pengujian geser langsung (direct shear test)

2.14 *Direct Shear*

Kekuatan geser tanah (*soil shear strength*) dapat didefinisikan sebagai kemampuan maksimum tanah untuk bertahan terhadap usaha perubahan bentuk pada kondisi tekanan (*pressure*) dan kelembaban tertentu. Menurut Dun et.al (1980) mengatakan bahwa jika kekuatan tanah lebih besar daripada tegangan yang bekerja pada tanah maka tanah aman terhadap keruntuhan pada bidang yang ditinjau, tetapi jika tegangan tersebut lebih besar daripada kekuatan tanah maka akan terjadi keruntuhan. Selama pengujian kuat geser langsung dicatat harga regangan dan nilai dial. Kedua nilai tersebut digunakan dalam perhitungan dengan memakai persamaan sebagai berikut:

$$\text{Beban} = \text{dial} \times \text{Kalibrasi Alat}$$

$$\text{Tegangan Geser} =$$

$$\frac{\text{Beban}}{\text{Luas Penampang}}$$

$$\frac{\text{Beban}}{\text{Luas Penampang}}$$

2.15 *Sistem Klasifikasi Tanah*

Sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan untuk mengelompokkan tanah adalah *Unified Soil Classification System* (USCS). Sistem ini didasarkan pada sifat-sifat indek tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indek plastisitasnya. Disamping itu, terdapat sistem lainnya yang juga dapat digunakan dalam identifikasi tanah seperti yang dibuat oleh *American Association of State Highway and Transportation Officials Classification* (AASHTO), *British Soil Classification System* (BSCS), dan *United State Department of Agriculture*

(USDA). Dalam penelitian ini digunakan klasifikasi tanah berdasarkan USCS dan AASHTO.

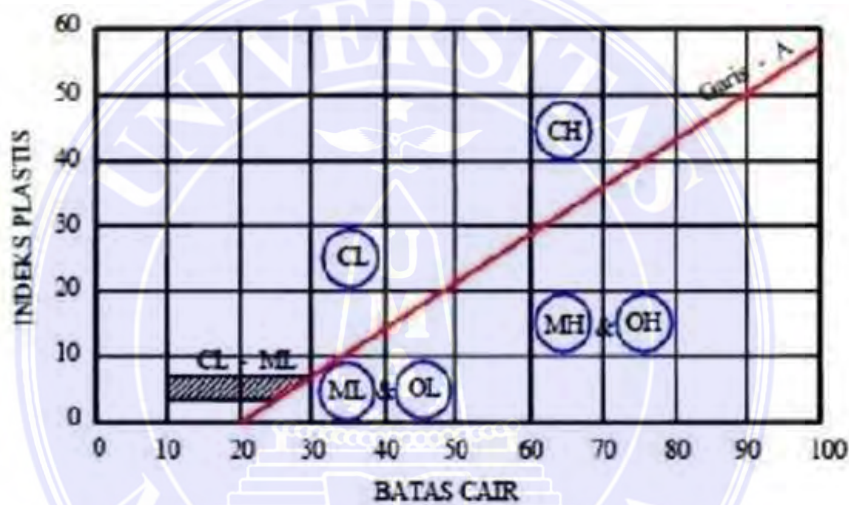
2.15.1 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut USCS

Klasifikasi tanah sistem ini 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 Society for Testing and Materials (ASTM)* telah memakai USCS sebagai metode standar guna mengklasifikasikan tanah. Dalam bentuk yang sekarang, sistem ini banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan geoteknik. Dalam USCS seperti pada Gambar suatu tanah diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama yaitu:

1. 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*).
2. Tanah berbutir halus (*fine-grained soils*) yang mana lebih dari 50% tanah lolos saringan No. 200 ($F_{200} \geq 50$). Simbol kelompok diawali dengan M untuk lanau anorganik (*anorganic silt*), atau C untuk lempung anorganik (*anorganic clay*), atau O untuk lanau dan lempung organik. Simbol Pt digunakan untuk gambut (*peat*), dan tanah dengan kandungan organik tinggi. Simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi adalah W untuk gradasi baik (*well graded*), P gradasi buruk (*poorly graded*), L plastisitas rendah (*low plasticity*) dan H plastisitas tinggi (*high plasticity*).

Tabel 5 Sistem Klasifikasi Tanah USCS (Sosrodarsono, 2000)

Jenis Tanah	Profiks	Sub Kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi Baik	W
Pasir	S	Gradasi Buruk	P
Lanau	M	Berlanau	M
Lempung	C	Berlempung	C
Organik	O	wL <50%	L
Gambut	Pt	WL >50%	H



Gambar 4 Grafik plastisitas untuk klasifikasi USCS (Sosrodarsono, 2000)

2.15.2 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO berguna untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*subbase*) dan tanah dasar (*subgrade*). Karena sistem ini ditujukan untuk pekerjaan jalan tersebut, maka penggunaan sistem ini dalam prakteknya harus dipertimbangkan terhadap maksud aslinya. Sistem ini membagi tanah ke dalam 7 kelompok utama yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang terklasifikasikan dalam kelompok A-1, A-2, dan A-3 merupakan

tanah granuler yang memiliki partikel yang lolos saringan No. 200 kurang dari 35%. Tanah yang lolos saringan No. 200 lebih dari 35% diklasifikasikan dalam kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7. Tanah-tanah dalam kelompok ini biasanya merupakan jenis tanah lanau dan lempung. Sistem klasifikasi menurut AASHTO

disajikan yang mana didasarkan pada kriteria sebagai berikut:

1 Ukuran partikel

- a) Kerikil yaitu jenis fraksi yang lolos saringan ukuran 75 mm (3 in) dan tertahan pada saringan No. 10
- b) Pasir yaitu jenis fraksi yang lolos saringan No. 10 (2 mm) dan tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm).
- c) Lanau dan lempung: fraksi yang lolos saringan No. 200.

2 Plastisitas

Tanah berbutir halus digolongkan lanau bila memiliki indeks plastisitas, $PI \leq 10$ dan dikategorikan sebagai lempung bila mempunyai indeks plastisitas, $PI \geq 11$ memberikan grafik plastisitas untuk klasifikasi tanah kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

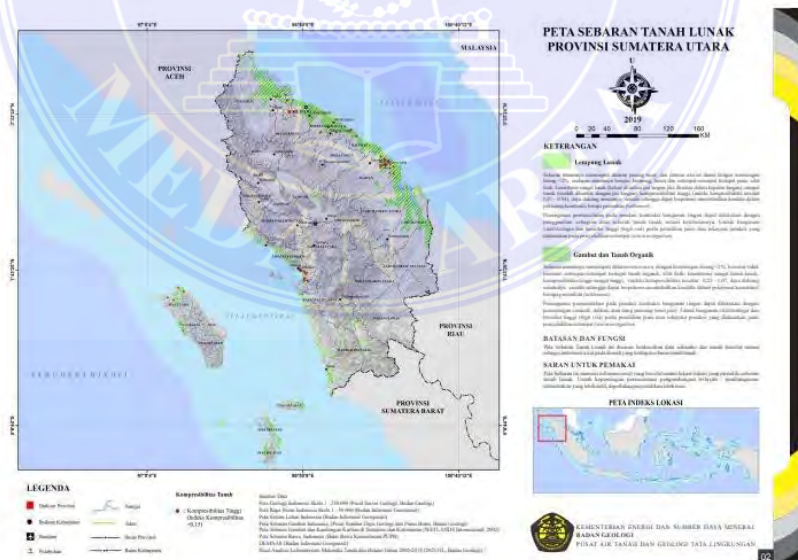
Metode penelitian adalah metode pelaksanaan yang digunakan dalam menemukan jawaban dari permasalahan yang akan diteliti. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan pemeriksaan dan pengujian tanah di laboratorium sesuai dengan data yang diperlukan. Penelitian ini dilakukan berdasarkan pada jurnal, buku-buku, dan standar pengujian yang umum digunakan dalam bidang geoteknik. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Tahap perumusan masalah, tahapan ini terdiri dari perumusan topik penelitian, tujuan penelitian dan manfaat penelitian,
2. Tahap perumusan teori, tahapan ini merupakan pengkajian teori yang melandasi penelitian yang akan dilakukan, menetapkan segala ketentuan yang akan digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian,
3. Tahap persiapan, tahapan ini merupakan persiapan yang terdiri dari persiapan bahan, persiapan alat, dan persiapan berkas yang berhubungan dengan pengujian yang akan dilakukan,
4. Tahap pengujian, tahapan ini merupakan pelaksanaan pengujian pada sampel tanah yang telah direncanakan yang dilakukan di laboratorium,
5. Tahap pengumpulan data, tahapan ini merupakan pengambilan data pada setiap hasil pengujian yang dilakukan terhadap sampel tanah,

6. Tahap analisis dan pengolahan data, dalam tahap ini dilakukan olah data yang telah diperoleh dari hasil pengujian yang telah dilakukan, kemudian dilakukan analisis data sesuai dengan teori dan standar peraturan yang berlaku,
7. Tahap penulisan dan pengambilan kesimpulan, tahapan ini merupakan penulisan naskah laporan Tugas Akhir yang sesuai dengan pedoman dan melakukan pengambilan kesimpulan berdasarkan teori yang digunakan.

3.2 Peta Penyebaran Tanah Lunak

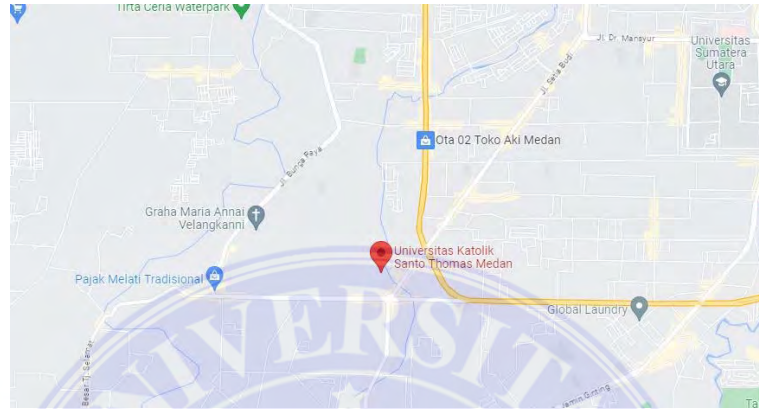
Daerah yang termasuk dalam penyebaran tanah lunak dapat dilihat dari peta berikut ini. Di lokas yang saya pilih sebagai lokasi pengambilan sampel tanah untuk di jadikan sampel penelitan tidak termasuk dalam daerah penyebaran tanah lunak.



Gambar 5 peta penyebaran tanah lunak (ATLAS,2019)

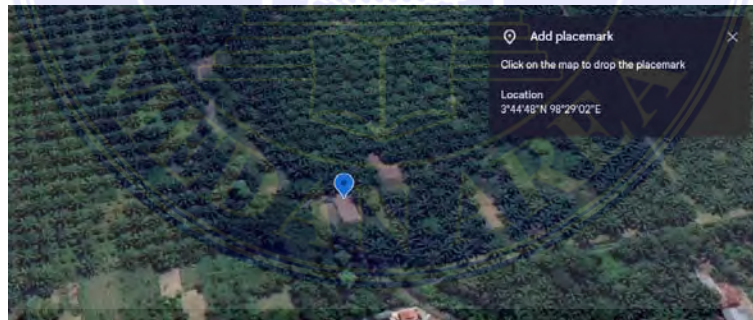
3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UNIKA.



Gambar 6 Titik Lokasi Penelitian (google earth 2023)

Lokasi pengambilan sampel berjarak cukup jauh dari lokasi penelitian sampel di ambil di daerah kota stabat, lebih tepatnya di Jl. Setia Budi No.479, Tj. Sari, Kec. Medan Selayang, Kota Medan, Sumatera Utara 20133



Gambar 7 Detail titik lokasi penelitian(google earth,2023)

3.4 Pekerjaan Persiapan

Sebelum memulai melakukan penelitian,pertama kali dalam persiapan yang dilakukan adalah konsultasi ke dosen pembimbing untuk mengetahui langkah- langkahnya. Selanjutnya pembuatan proposal, pengambilan benda uji di

lapangan, pengambilan bahan aditif atau bahan untuk stabilisasinya, persiapan untuk bahandi laboratorium.

3.5 Pekerjaan Lapangan

Pekerjaan lapangan yang dilakukan adalah pengambilan sampel tanah. Sampel tanah yang diambil meliputi tanah asli (*undisturbed soil*), tanah terganggu (*disturbed soil*)

3.6 Bahan Penelitian

1. Tanah

Dalam penelitian ini sampel tanah yang digunakan adalah tanah berpasir dari Desa Dendang Tirta Kecamatan Stabat.

2. Serbuk Kapur

Didapat dari pengrajin batu kapur dan juga dibeli dari toko material bangunan.

3. Abu Sekam Padi

Di dapatkan dari lahan para petani di sawah yang di bakar secara langsung di lahan pertanian daerah Semarang dan sekitar.

3.7 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah alat-alat yang berkaitan dengan pengujian sifat fisik tanah dan sifat mekanik tanah berdasarkan standarisasi *American Society for Testing Material* (ASTM).

3.8 Pekerjaan Laboratorium

Adapun pengujian yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Medan Area dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini:

1. Kadar air (w), dalam persen (%) standar ASTM D 2216-71
2. Spesifikasi Susunan Butiran partikel tanah (G_s), standar ASTM D 854-72
3. Batas konsistensi tanah
 - a) Batas cair (LL), dalam persen (%) standar ASTM D 423-66
 - b) Batas plastis (PL), dalam persen (%) standar ASTM D 424-74
4. Kohesi (c), dalam (kg/cm^2) didapat dari Uji Geser Langsung (ASTM D 3080)
5. Sudut geser dalam (ϕ), dalam derajat ($^\circ$) didapat dari Uji Geser Langsung (ASTM D 3080)

3.9 Tahapan Penelitian

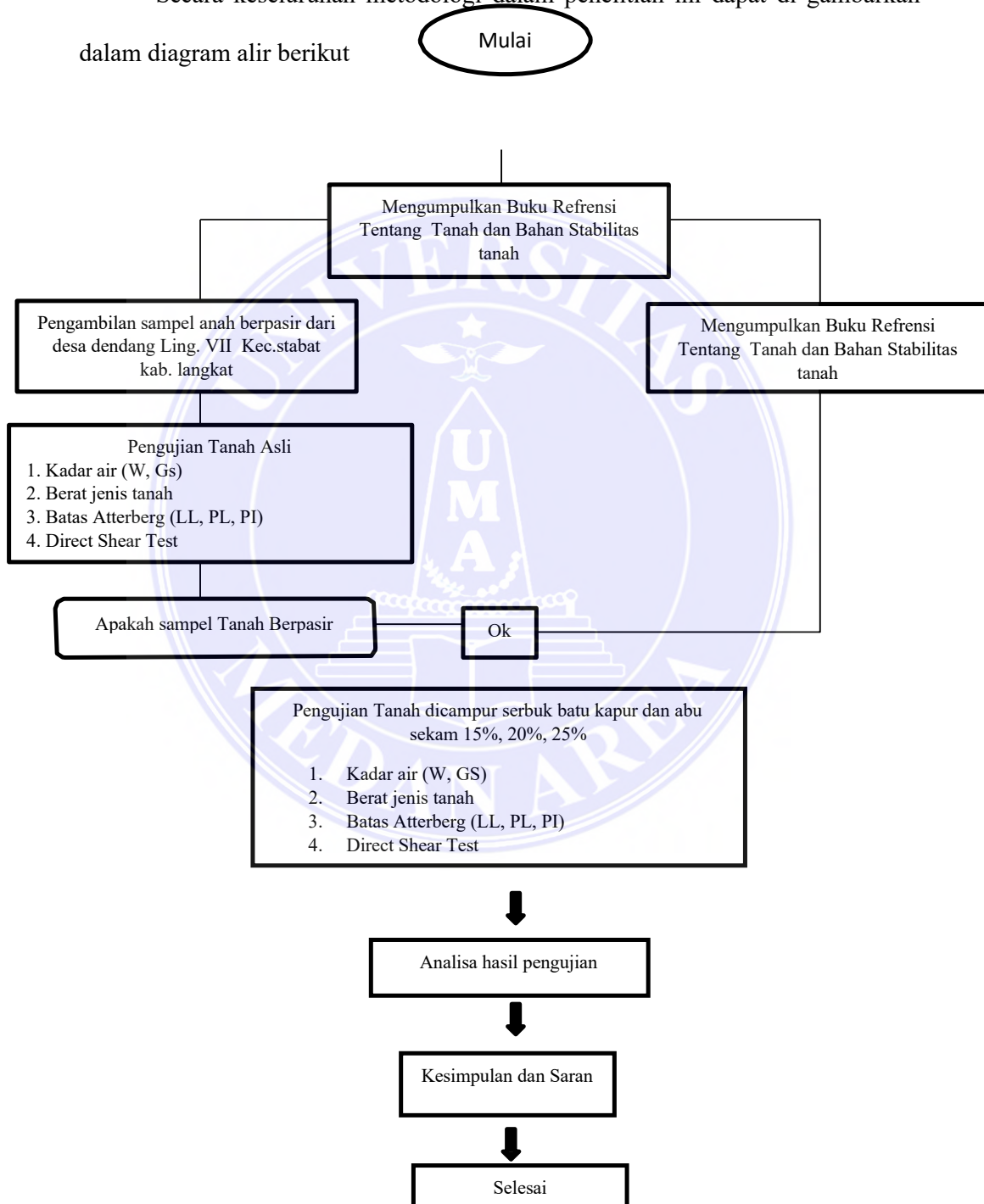
Pelaksanaan pengujian sampel harus melalui prosedur-prosedur Laboratorium yang ditentukan oleh standar ASTM. Adapun tahapan penelitiannya sebagai berikut ini:

1. Pengambilan tanah sampel dari lokasi dengan cara digali sampai kedalaman $< 1,5$ m untuk tanah terusik (*disturbed soil*).
2. Pengujian klasifikasi.
3. Pelaksanaan pengujian Geser Langsung (*Direct Shear Test*) untuk mendapatkan parameter kuat geser, nilai kohesi (c), sudut geser dalam tanah (ϕ).

4. Analisis dan pembahasan terhadap hasil penelitian kemudian diambil beberapa kesimpulan

3.10 Bagan Alir

Secara keseluruhan metodologi dalam penelitian ini dapat di gambarkan dalam diagram alir berikut



Gambar 8 bagan alir (penelitian 2023)

3.11 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dimana mahasiswa melakukan suatu percobaan tentang suatu hal. Mengamati prosesnya serta menuliskan hasil percobaannya. Penelitian ini melakukan uji laboratorium yang meliputi beberapa pengujian, yaitu:

1. Penentuan Kadar Air (*Water Content*), yang bertujuan untuk menentukan kadar air yang terkandung di dalam contoh tanah yang digunakan
2. Penentuan *Specific Gravity* (Gs), yang bertujuan untuk menentukan berat jenis contoh tanah yang digunakan.
3. Penentuan Batas-batas Atterberg yang meliputi batas cair, dan batas plastis tanah sehingga mendapatkan nilai IP (*Indeks Plasticity*).
4. Pengujian analisa saringan bertujuan untuk menentukan presentase ukuran butiran tanah pada benda uji yang tertahan pada saringan.
5. *Direct shear test* yang bertujuan untuk mendapatkan kuat geser tanah. Hasil uji geser langsung dapat digunakan untuk analisa kesetabilan dalam bidang geoteknik

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. tanah pasir asli yang berasal dari kota medan langkat stabat dendang tirta, ini mengandung kadar air sebanyak 9,55%, berat jenis tanah (Gs) sebanyak 2,66, jumlah sand sebesar 89,25%, liquid limit (LL) sebanyak 30,67%, plastic limit (PL) sebanyak 30,64%, dan plasticity index (PI) sebesar 0,25%. Dari pengujian index properties, tanah yang diuji termasuk dalam ciri-ciri tanah berpasir dan memiliki tingkat pengembangan lumayan rendah. Itu terjadi dari besaran liquid limit (LL) dengan presentase 30,67% dan dalam plasticity index (PI) sebesar 0,25% , sehingga dapat diklasifikasi menurut USCS (*Unified Soil Classification System*) merupakan jenis tanah masuk ke dalam golongan sedikit lempung berpasir .
2. Hasil pengujian direct shear dari kota medan langkat stabat dendang tirta, diketahui bahwa penambahan bahan campuran abu sekam padi dan kapur memiliki pengaruh pada nilai kuat geser pada tanah di daerah stabat tanjung pura. Nilai *Direct Shear Test* dengan besarnya kohesi senilai 0,097 kg/cm² dan besarnya sudut geser dalam senilai 11,906°, mengalami peningkatan terbesar pada pencampuran abu sekam padi dan kapur pada prosentase 25% sebesar 15,43% dengan nilai kohesi senilai 1,149 kg/cm² juga nilai sudut geser dalam senilai 45,205°.

5.2 Saran

1. Untuk sampel tanah yang digunakan dalam penelitian sebaiknya diambil lebih banyak agar dapat memperoleh hasil yang lebih baik.
2. Dalam kegiatan penelitian harus slalu dilakukan pengecekan ulang serta dilakukan korelasi terhadap pustaka analisis lain sehingga tidak terjadi kesalahan dalam pemahaman ilmu yang dikaji.
3. Tanah pasir merupakan tanah yang memiliki kuat geser yang lemah jadi kita harus memperhatikan dalam melakukan penyesuaian komposisi bahan tambah dan perhatikan perubahan kadar air atau liat penurunan kadar air setelah dilakukan penambahan bahan tambah jangan terlalu rendah kadar airnya, apabila kadar air tanah pasir berkurang sangat rendah maka berpotensi kelongsoran yang tinggi dan kemungkinan penelitian ini gagal sangat tinggi.
4. Kapur dan abu sekam padi sebagai bahan tambah upaya perkuatan sudut geser tanah pasir masih kurang efektif di karenakan perubahan kekuatan geser tanah pasir masih terbilang rendah jika dilihat dari tanah aslinya.

DAFTAR PUSTAKA

- AL HAZZI, A. P. S. A. (2021). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Dengan Variasi Serbuk Bata Merah Pada Tanah Lempung Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah.
- Bowles, J. E. (1986). SIFAT-SIFAT FISIS DAN GEOTEKNIS TANAH. (J. K. Hainim, Trans). Jakarta: Erlangga.
- Bowles, J. E., 1991, *Analisa dan Desain pondasi*, Edisi keempat Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J.E., 2002, *Analisis dan Desain pondasi*, Erlangga, Jakarta.
- Braja M. Das, 2011, *Principles Of Geotechnical Engineering*, International ThomsonPublishing, USA.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2009, *Spesifikasi Khusus Interim Seksi 7.1*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Das, B.M. 1983. *Principles of Foundation Engineering* (Seventh Edition).
- Das, B.M. 1995. *Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis*, Jilid 1. Erlangga. Jakarta.
- Syarifruddin. 2007. *Hubungan Teoritis Antara Berat Isi Kering Dan Kadar Air Untuk Menentukan Kepadatan Relatif*. Info Teknik Volume 8
- Bowles, Joseph E. Johan K. Helnim. 1991. *Sifat-sifat fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah)*. Jakarta : PT. Erlangga

Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. Mekanika Tanah I. Yogyakarta : Gadjah
Mada University Press

Muntohar, Agus Setyo. 2010. Kuat Geser Tanah (Shear Stregth Of Soils).
Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Muntohar, Agus Setyo. 2010. Kuat Geser Tanah (Shear Stregth Of Soils).
Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. Mekanika Tanah II. Yogyakarta : Gadjah
Mada University Press

Santosa, Budi; Suprpto, Heri; HS Suryadi. 2009. Mekanika Tanah Dasar.
Depok

: Penerbit Gunadarma

Das, Braja M; Endah, Noor; Mochtar, Indrasurya B. 1995. Mekanika Tanah
(Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis). Surabaya : Penerbit Erlangga

Dewi, S., Septarini, B., Prihandono, F. X., Herawati, F. A., & Hasibuan, S.
(2021). REVITALISASI MUSEUM DOKTER YAP. Jurnal Arsitektur
KOMPOSISI, 15(1), 27-34.

Hasibuan, S. A. R. S., Kurniati, D., & Sari, M. P. (2021). Desain dan Analisis
Flat Slab dengan Software Matlab. Teknika, 16(2), 88-96.

Dayana, I., & Sari, M. P. (2023). Workshop Penulisan Buku Ajar Bagi Dosen
Akademi Maritim Belawan Medan. Center of Knowledge: Jurnal
Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat, 8-13.

Sari, M. P. (2018). Pembuatan dan Karakterisasi Genteng Polimer dari Lateks,
Pasir dan Aspal dengan Polipropilena (PP) sebagai Perekat dengan

Sumatera Utara).

Sari, N. P. (2021). Analisis Kehilangan Gaya Prategang Girder Pada Jembatan Proyek Pembangunan Jalan Tol Tebing Tinggi-Inderapura (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).

Hermansyah, H. Penggunaan Link Slab untuk Perbaikan Jembatan Komposit. *Jurnal Teknik Sipil Bandar Lampung*, 12(1), 1247-1257.

Hermansyah, H. (2019). KAJIAN KERUSAKKAN PADA KONSTRUKSI BANGUNAN BASEMENT COOLING WATER PUMP (CWP) PLTU PEMBANGKITAN SUMATERA UTARA BAGIAN UTARA SEKTOR PEMBANGKITAN BELAWAN. *JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL*, 9(1), 13-21.

Akbar, A., Flacke, J., Martinez Martin, J., & FAM van Maarseveen, M. (2020, June). A collaborative framework to improve public participation practice. In *Proceedings of the 16th Participatory Design Conference 2020-Participation (s) Otherwise-Volume 2* (pp. 133-137).

Wahyuni, S., Akbar, A., Khaliq, A., & Akbar, A. (2023). WEB-BASED APPLICATION FOR SEA PRODUCTS TRADING TO INCREASE FISHERMEN'S INCOME IN SECANGGAN VILLAGE. *PROSIDING UNIVERSITAS DHARMAWANGSA*, 3(1), 736-745.

Akbar, A. (2021). Collaborative spatial learning for improving public participation practice in Indonesia.

Fahmi, A. M., Irwan, I., & Amsuardiman, A. (2021). Analisis Pengaruh Aspal Modifikasi Dengan Penambahan Abu Cangkang Sawit Terhadap Kinerja Perkerasan Aspal. *Journal Of Civil Engineering Building And Transportation*, 5(2), 64-68.

- Siregar, C. R., & Iskandar, R. (2012). Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Secara Analitis Pada Proyek GBI Bethel Medan. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 1(2).
- Kurniawan, F. (2010, November). A review: Exploring stakeholders' expectations from PFI financial modelling at different stages. In *PMI India Conference* (pp. 19-21).
- Kurniawan, F. (2013). An integrated project evaluation tool for public-private partnership projects (Doctoral dissertation, Heriot-Watt University).
- Kurniawan, F. (2007). Case study of concession contract in the public private partnership: financial clause investigation of Don Muang Tollway and second stage expressway in Thailand and Cipularang toll road in Indo (Doctoral dissertation, Petra Christian University).

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>	
SOIL INVESTIGATION				<i>Test by :</i>	
<i>Location : Lab. Mekanika Tanah</i>				<i>Checked by :</i>	
		<i>BH :</i>		<i>depth :</i>	

No.	Nomor Pengujian	Tanah Tidak Terganggu (Undisturbed Soil)	
		I	II
1	Berat Cawan (W_1), gram	13,58	14,53
2	Berat Cawan + Tanah Basah (W_2), gram	49,96	43,35
3	Berat Cawan + Tanah kering (W_3), gram	46,79	40,94
4	Berat Air ($W_2 - W_3$), gram	3,17	2,41
5	Berat Tanah Kering ($W_3 - W_1$), gram	33,21	26,41
6	Kadar air, $w = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%$	9,55	9,13
7	Kadar air rata-rata ($W_{rata-rata}$)	9,34	



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>	
SOIL INVESTIGATION		<i>Test by :</i>	
<i>Location :</i> Lab. Mekanika Tanah		<i>Checked by :</i>	
<i>BH :</i>		<i>depth :</i>	

No.	NomorPengujian	Tanah Tidak Terganggu (Undistrubed Soil)	
		I	II
1	Berat Cawan (W_1), gram	13,77	12,57
2	Berat Cawan + Tanah Basah (W_2), gram	49,96	43,35
3	Berat Cawan + Tanah kering (W_3), gram	46,67	40,76
4	Berat Air ($W_2 - W_3$), gram	3,29	2,59
5	Berat Tanah Kering ($W_3 - W_1$), gram	32,9	28,19
6	Kadar air, $w = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%$	10,00	9,19
7	Kadar air rata - rata ($W_{rata-rata}$)	9,59	



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>	
SOIL INVESTIGATION		<i>Test by :</i>	
<i>Location :</i> Lab. Mekanika Tanah		<i>Checked by :</i>	
<i>BH :</i>		<i>depth :</i>	

No.	NomorPengujian	Tanah Tidak Terganggu (Undistrubed Soil)	
		I	II
1	Berat Cawan (W_1), gram	12,85	12,56
2	Berat Cawan + Tanah Basah (W_2), gram	43,17	48,96
3	Berat Cawan + Tanah kering (W_3), gram	46,67	45,66
4	Berat Air ($W_2 - W_3$), gram	3,5	3,3
5	Berat Tanah Kering ($W_3 - W_1$), gram	33,82	33,1
6	Kadar air, $w = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%$	9,86	9,97
7	Kadar air rata - rata ($W_{rata - rata}$)	9,91	



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>
SOIL INVESTIGATION		<i>Test by :</i> <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 (%)
3/8	19,1	500	3,81	0,762	0,762
4	4,75	500	17,65	3,53	3,53
8	2,36	500	59,32	11,864	11,864
10	2	500	12,04	2,408	2,408
20	0,85	500	70,69	14,138	14,138
40	0,425	500	115,86	23,172	23,172
60	0,25	500	70,02	14,004	14,004
80	0,18	500	64,34	12,868	12,868
100	0,15	500	31,04	6,208	6,208
200	0,075	500	37,11	7,422	7,422
Pan			9,12		
	Σ	491			



Titik lokasi pengambilan sampel



Proses pengambilan sampel



Pengeluaran sampel dari alat



Proses pengeluaran sampel



Pencetakan sampel ke ring *direct shear*



Pengujian sampel tanah asli



Proses analisa saringan



Pengujian sampel dengan bahan tambah



Pengujian batas cair



Penimbangan sampel



Uji gs pada alat piknometer

