

**ANALISIS PENINGKATAN INDEKS PROPERTIES PADA
TANAH LEMPUNG ORGANIK MENGGUNAKAN
CAMPURAN ABU SEKAM PADI**

SKRIPSI

OLEH:

**JEAN WILLIAM
198110159**



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

xiv

Document Accepted 28/3/24

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)28/3/24

ANALISIS PENINGKATAN INDEKS PROPERTIES PADA TANAH LEMPUNG ORGANIK MENGGUNAKAN CAMPURAN ABU SEKAM PADI

SKRIPSI

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



Oleh:

**JEAN WILLIAM
198110159**

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang


HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Peningkatan Indeks Properties Pada Tanah Lempung Organik Menggunakan Campuran Abu Sekam Padi
Nama : Jean William
NPM : 198110159
Fakultas : Teknik

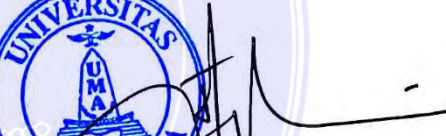
Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing


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




Dr. Ede S. Satriano, S.T., M.T
Dekan




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

Tanggal Lulus : 10 Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAAN

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



Medan, 10 Agustus 2023
METERA TEMPEL
214AKX771168749
Jean William
198110159

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Jean William
NPM : 198110159
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 : Redesain Struktur Gedung Fakultas Teknik Universitas Medan Area Menggunakan Metode Flat Slab. 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 : 10 Agustus 2023
Yang menyatakan



(Jean William)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bahorok, Kecamatan Bahorok Kabupaten Langkat Provinsi Sumatera Utara Pada tanggal, 10 Agustus 2001 dari Ayah Dharmawan Putra Perangin-angin dan Ibu Nilawati br Tarigan, Penulis merupakan putra ke 1 dari 3 bersaudara. Tahun 2018 Penulis lulus dari SMA Budi Murni 1 Medan dan pada tahun 2019 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tahun 2022 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Jl. Letda Sujono, Kel. Bandar Selamat, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan, Sumatera Utara.



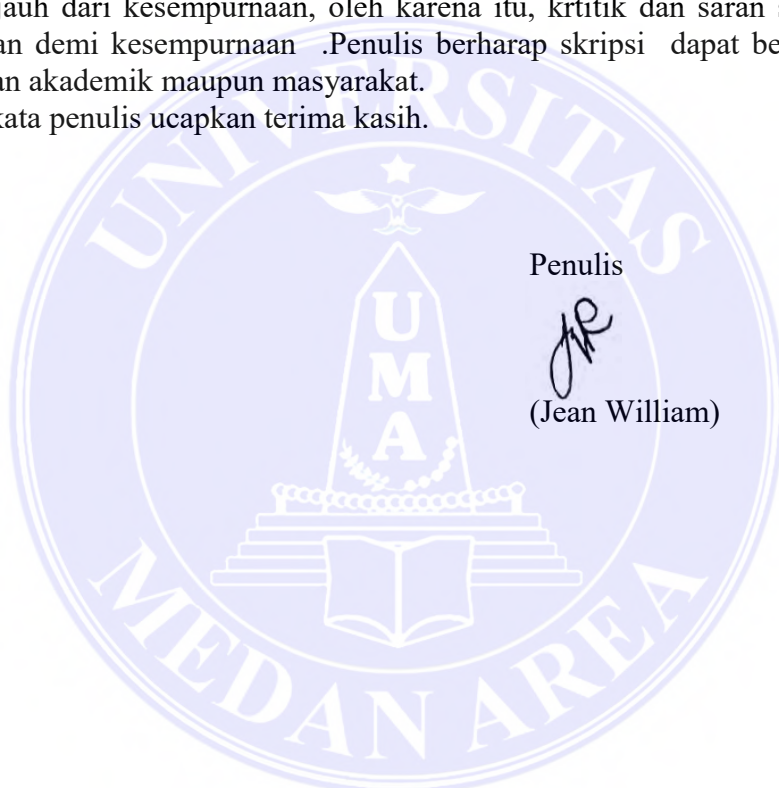
KATA PENGHANTAR

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 perbaikan tanah dengan judul Analisis Peningkatan Indeks Properties Pada Tanah Lempung Organik Menggunakan Campuran Abu Sekam Padi. Terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T. M.T . dosen pembimbing juga selaku Ketua Program studi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada kedua orangtua penulis serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, krtitik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan .Penulis berharap skripsi dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis



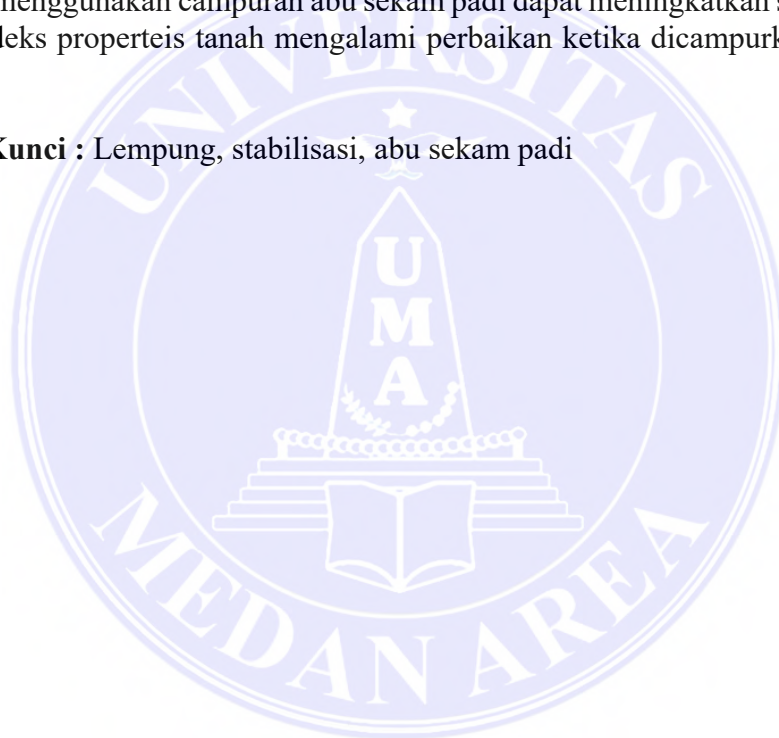
(Jean William)



ABSTRAK

Tanah merupakan salah satu bahan yang penting dalam membangun suatu konstruksi. Didalam pembangunan konstruksi banyak ditemui keadaan daya dukung tanah sangat rendah , salah satu cara untuk meningkatkan daya dukung tanah agar stabilitas tanah meningkat yaitu dengan cara pemcampuran abu sekam padi. Metode yang digunakan dalam campuran sekam padi adalah metode eksperimen yaitu perhitungan kadar air didapatkan kadar air rata-rata sebesar 73,17%. Hasil analisa berat jenis didapatkan berat jenis tanah rata-rata sebesar 2,17 gram. Hasil analisa batas cair tanah yaitu 59,627%, dengan tambahan campuran abu sekam padi 3 % menjadi 55,15% dan tambahan menggunakan abu sekam padi 9% menjadi 51,37%. Hasil analisa batas plastis Tanah didapatkan batas plastis tanah 27,67%, dengan tambahan campuran abu sekam padi 3% menjadi 32,20% dan tambahan menggunakan abu sekam padi 9% menjadi 38,40%. Kesimpulan tanah dalam menggunakan campuran abu sekam padi dapat meningkatkan stabilitas tanah dan indeks properteis tanah mengalami perbaikan ketika dicampurkan abu sekam padi

Kata Kunci : Lempung, stabilisasi, abu sekam padi



ABSTRACT

Soil is one of the important materials in building a construction. In construction construction, there are many conditions of very low soil carrying capacity, one way to increase the carrying capacity of the soil so that soil stability increases is by mixing rice husk ash. The method used in the rice husk mixture is an experimental method, namely the calculation of water content obtained an average moisture content of 73.17%. The results of the specific gravity analysis obtained an average soil specific gravity of 2.17 grams. The results of the soil liquid boundary analysis were 59.627%, with an additional mixture of rice husk ash of 3% to 55.15% and additional use of rice husk ash of 9% to 51.37%. The results of the analysis of soil plastic boundaries obtained soil plastic limits of 27.67%, with the addition of a mixture of rice husk ash 3% to 32.20% and additional use of rice husk ash 9% to 38.40%. Conclusion Soil in using a mixture of rice husk ash can improve soil stability and soil properteis index improved when mixed with rice husk ash

Keywords: *clay, stabilization, rice husk ash*

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGHANTAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batas Masalah	3
1.4 Maksud dan tujuan	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Peneliti Terdahulu	5
2.2 Tanah	6
2.3 Klasifikasi Tanah	13
2.3.1 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut USCS	15
2.3.1 Sistem Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO	18
2.4 Tanah Lempung	18
2.4.1 Definisi Tanah Lempung	18
2.4.2 Karakteristik Tanah Lempung	19
2.4.3 Identifikasi tanah lempung lunak	21
2.4.3.1 Berat Jenis Tanah.....	22
2.4.3.2 Batas Konsistensi.....	23
2.5 Stabilitas Tanah	25
2.5.1 Stabilitas Mekanik.....	26
2.5.2 Stabilitas Kimia	26
2.6 Modifikasi Tanah	27
2.7 Stabilisasi Tanah Lempung	27
2.8 Pemadatan	28
2.8.1 Uji proctor standar	30
2.8.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pemadatan ...	33
2.9 Abu sekam padi	36
2.10 <i>California Bearing Ratio (CBR)</i>	37

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	41
	3.1 Deskripsi Penelitian.....	41
	3.2 Lokasi Penelitian	41
	3.3 Metode Pengambilan Data	42
	3.3.1 Teknik Dokumentasi	42
	3.3.2 Teknik Observasi	42
	3.4 Metode Pengumpulan Data	42
	3.5 Metode Penelitian	43
	3.5.1 Pengujian Laboratorium	44
	3.5.2 Sampel Uji	44
	3.5.3 Prosedur Penelitian	45
	3.5.4 Pengujian Kadar Air (<i>water content</i>)	45
	3.5.5 Pengujian Berat Jenis (<i>specify gravity</i>)	46
	3.5.6 Pengujian Batas-Batas Atterberg	46
	3.5.7 Uji Batas Cair	47
	3.5.8 Pengujian Batas Plastis (<i>plastic limit</i>)	47
	3.5.9 Indeks Plastisitas	48
	3.5.10 Analisa Saringan	49
	3.6 Kerangka Berpikir	50
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	51
	4.1 Pengujian dan Perhitungan Sifat Fisis Tanah	51
	4.1.1 Kadar Air	51
	4.1.2 Berat Jenis (<i>specific Gravity</i>)	52
	4.1.3 Batas Cair Tanah	54
	4.1.4 Batas Plastis dan Indeks Plastis	55
	4.1.5 Analisa Saringan	57
	4.1.6 Klasifikasi Tanah	58
	4.2 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah	58
	4.2.1 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah + 3% abu sekam padi	59
	4.2.2 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah + 9% abu sekam padi	60
	4.3 Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah (PL)	62
	4.3.1 Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah + 3% abu sekam padi	62
	4.3.2 Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah + 9% abu sekam padi	63
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	66
	5.1 Kesimpulan	66
	5.2 Saran	67
	DAFTAR PUSTAKA	68
	LAMPIRAN	69

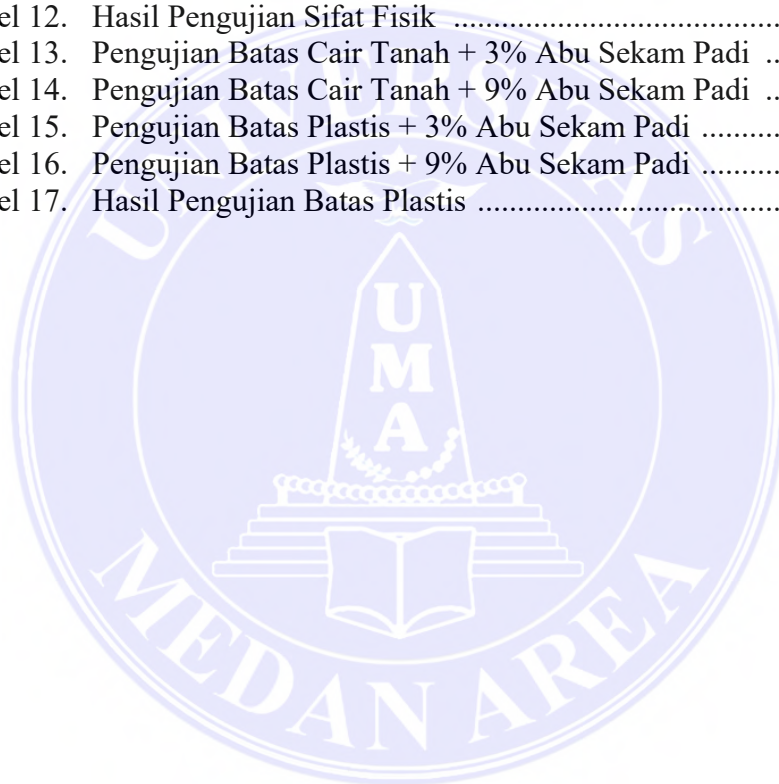
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram fase tanah	10
Gambar 2. Grafis Plastisitas untuk Klasifikasi USCS.....	16
Gambar 3. Batas Konsistensi (<i>atterberg limit</i>)	23
Gambar 4. Kurva pada penentuan batas cair tanah lempung	23
Gambar 5. Skema Uji Batas Cair	24
Gambar 6. Prinsip Pemadatan	29
Gambar 7. Alat Uji Standar Proctor	31
Gambar 8. Kurva hubungan kadar air dan berat volume kering	31
Gambar 9. Bentuk Umum Pemadatan Untuk Empat Jenis Tanah	34
Gambar 10. Berbagai macam tipe kurva pemadatan	36
Gambar 11. Lokasi Penelitian	41
Gambar 12. Alir Pelaksanaan Percobaan	50
Gambar 13. Grafik <i>Liquid Limit</i>	55
Gambar 14. Grafik Batas Cair Tanah + 3 Persen Abu Sekam Padi	59
Gambar 15. Grafik Batas Cair Tanah + 9 Persen Abu Sekam Padi	61
Gambar 16. Grafik Pengaruh Abu Sekam Padi Terhadap Batas Cair Tanah	61
Gambar 17. Grafik Pengaruh Abu Sekam Padi Terhadap Batas Plastis Tanah	64

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.	Derajat Kejenuhan Dan Kondisi Tanah	12
Tabel 2.	Nilai n , e , w , γ_s , γ_d Untuk Tanah Asli Di Lapangan	13
Tabel 3.	Sistem Klasifikasi Tanah USCS	16
Tabel 4.	Sistem Klasifikasi Tanah ASTM D 2487-66T	17
Tabel 5.	Komposisi Pada Abu Sekam Padi	37
Tabel 7.	Pengujian Kadar Air	51
Tabel 8.	Pengujian Berat Jenis Tanah	52
Tabel 9.	Pengujian Batas Cair Tanah	54
Tabel 10.	Pengujian Batas Plastis	56
Tabel 11.	Pengujian Analisa Saringan Tanah	57
Tabel 12.	Hasil Pengujian Sifat Fisik	58
Tabel 13.	Pengujian Batas Cair Tanah + 3% Abu Sekam Padi	59
Tabel 14.	Pengujian Batas Cair Tanah + 9% Abu Sekam Padi	60
Tabel 15.	Pengujian Batas Plastis + 3% Abu Sekam Padi	62
Tabel 16.	Pengujian Batas Plastis + 9% Abu Sekam Padi	63
Tabel 17.	Hasil Pengujian Batas Plastis	64



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Campuran Sampel Tanah Dan Abu Sekam Padi	69
Lampiran 2. Sampel Uji	69
Lampiran 3. Benda Uji Ditimbang (Kadar Air)	70
Lampiran 4. Pengujian Batas Cair	70
Lampiran 5. Pengujian <i>Specific Gravity</i>	71
Lampiran 6. Pengujian Batas Plastis	71



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah merupakan bahan yang penting untuk diperhatikan dalam membangun suatu konstruksi. Dalam teknik struktural dan sipil, didalam lapisan tanah yang dimana sebuah bangunan akan didirikan harus memiliki daya dukung yang kuat. Akan tetapi, pada kondisi dilapangan tidak semua jenis tanah tersebut sering dianggap tanah yang bermasalah. (Triandi, 2019)

Salah satu jenis tanah yang bermasalah yang biasanya ditemui di indonesia adalah tanah lempung. Dikarenakan selaian tanah dengan daya dukung yang rendah, tanah lempung juga memiliki sifat kembang susut (miring) yang besar serta plastisitas yang tinggi

Tanah lempung merupakan tanah yang berukuran mikroskopis sampai denga sub-mikroskopis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada air sedang. Pada kadar air tinggi, tanah lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Das, 2006)

Tanah lempung merupakan salah satu jenis tanah yang sangat dipengaruhi oleh kadar air. Tanah lempung pada keadaan kering akan menyusut dengan sifat yang kuat dan keras, tetapi pada kondisi tanah basah tanah lempung mengembang dengan daya dukung yang lemah. Sehingga pada kondisi tersebut tanah lempung dapat dikategorikan menjadi tanah yang kurang stabil, selain bentuk dan sifat tanah lempung yang kurang stabil, kelemahan lain yang terdapat didalam tanah lempung sebagai material konstruksi yaitu merupakan tanah kohesif yang mempunyai

kekuatan geser rendah, mudah mampat, serta memiliki daya dukung yang sangat rendah. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan terhadap sifat – sifat tanah lempung, sehingga dapat dihasilkan material tanah lempung yang memiliki sifat teknis yang lebih baik. Salah satu metode perbaikan tanah adalah dengan metode stabilisasi perkuatan tanah dengan menggunakan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi.

Stabilisasi tanah adalah salah satu cara untuk memperbaiki tanah yang kurang baik untuk konstruksi. Stabilisasi tanah adalah sebuah metode perbaikan tanah untuk meningkatkan kapasitas daya dukung pada tanah agar dapat digunakan untuk memenuhi suatu kebutuhan konstruksi, adapun beberapa bahan kimia yang sering dipakai untuk bahan stabilisasi tanah seperti aspal, semen dan kapur, namun dalam hal ini penulis akan menggunakan bahan kimia yaitu abu sekam padi.

Abu sekam padi merupakan salah satu materi yang cukup efektif untuk proses stabilisasi tanah, yang dimana selain harganya murah, abu sekam padi mudah didapat karena banyak dijumpai di daerah indonesia sangat efektif digunakan dalam konstruksi jalan maupun konstruksi bangunan dengan berbagai jenis tanah mulai dari tanah lempung, lunak, biasa sampai tanah ekspansif.

Diharapkan setelah melakukan stabilisasi, sensitifitas tanah lempung terhadap kadar air akan semakin rendah. Sehingga tanah lempung dapat digunakan sebagai penopang pondasi bahan konstruksi.

Dari uraian latar belakang diatas penulis tertarik mengambil judul Skripsi tentang “Peningkatan Indeks Properties Tanah Menggunakan Abu Sekam Padi”

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik dari sifat fisis tanah lempung
2. Bagaimana cara melakukan perbaikan tanah pada sifat fisis tanah lempung dengan menggunakan campuran abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi dengan penambahan sebesar 0%, 3%, 9% pada batas cair, batas plastis Indeks Plastisitas (PI) Tanah lempung
3. Apakah Indeks Properties tanah pada tanah lempung mengalami perubahan setelah distabilisasi menggunakan abu sekam padi.
4. Bagaimana melakukan uji saringan pada sifat fisis tanah lempung dengan menggunakan campuran abu sekam padi

1.3. Batasan Masalah

Untuk memperkecil ruang lingkup penelitian maka perlu dilakukan batasan-batasan masalah supaya lebih fokus pada masalah yang akan dikaji, batasan masalah antara lain :

1. Pengujian sifat fisik dan mekanis tanah sebelum dan sesudah distabilisasi dilakukan di Laboratorium mekanika tanah, Fakultas Teknik, Komposisi dalam suatu campuran yaitu dengan abu sekam padi dan tanah lempung
2. Pencampuran hanya dilakukan menggunakan abu sekam padi
3. Untuk mengetahui tanah lempung dicampurkan dengan abu sekam padi
4. Tanah lempung yang akan di uji adalah tanah lempung yang di tinjau dari sifat fisik tanah

1.4. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengetahui ciri-ciri tanah asli, pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap nilai batas cair, pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap nilai batas plastis, *effect* dari penambahan abu sekam padi, serta hubungan indeks properties tanah terhadap nilai batas cair dan nilai batas plastis pada penambahan abu sekam padi 0%, 3%, 9%

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dari hasil penelitian dan perhitungan yang dilakukan, diharapkan mampu memberikan gambaran adanya peningkatan kapasitas daya dukung tanah asli dengan campuran bahan tambah abu sekam padi.
2. Menganalisa seberapa besar pengaruh kekuatan maksimal yang dihasilkan oleh bahan tambahan stabilisasi tanah lempung organik dengan menggunakan abu sekam padi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Peneliti Terdahulu

Hasil penelitian stabilisasi tanah lempung dilakukan pada tanah yang tercampur abu sekam padi dan semen. Proporsipenambahan dibuat dalam bentuk variatif sebanyak 10 %, 15%, dan 20% dengan perbandingan 1:1 antara abu sekam padi dan semen. Hal tersebut dimaksudkan untuk menentukan proporsi terbaik pada penambahan bahan campuran terbaik.(Haris, Robiatul adawiyah, dan Akhmad Gazali 2018)

Tujuan penelitian ini secara umum adalah untuk mengetahui pengaruh campuran abu sekam padi dan pasir dengan berbagai macam persentase yang telah ditentukan terhadap nilai *Sweeling*, CBR dan Konsolidasi pada tanah asli, sesuai dengan tujuannya, maka metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan metode eksperimen. Benda uji dibuat sebanyak 24 sampel yaitu 8 benda uji untuk pengujian *sweeling*, 8 benda uji untuk pengujian CBR dan 8 benda uji untuk pengujian konsolidasi. Variasi campuran relatif untuk setiap benda uji yaitu 1% abu sekam padi tambah 10% pasir, 1,5% abu sekam padi tambah sebesar 15% pasir dan 2% abu sekam padi tambah 20% pasir. (Mirzan Ludfan, dan Dian Eksana Wibowo 2017)

Dalam hasil pengujian ini menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi dan kapur dengan nilai CBR Hingga 212% dalam kondisi yang signifikan, dan pada kondisi penambahan kadar abu sekam padi berturut-turut sebesar 4% dan 8% , uji pengembangan *sweeling* menunjukkan semakin tinggi persentase bahan yang dicampur abu sekam padi maka potensi pengembangan tanah semakin kecil yaitu

sebesar 8,8 menjadi 0,056 % pada pengembangan tanah lempung asli + abu sekam padi 7% + kapur 4% (Muhammad Rifqi Abdulrozak dan Dillah Nurfathiyah Mufti, 2017)

2.2. Tanah

Tanah adalah akumulasi partikel mineral yang tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain yang terbentuk akibat pelapukan dari batuan. Proses penghancuran dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisis dan kimiawi. Secara fisis dapat diakibatkan dengan erosi oleh air, angin atau perpecahan akibat pembekuan dan pencairan es dalam batuan. Sedangkan cara kimiawi, mineral batuan induk diubah menjadi mineral - mineral baru melalui reaksi kimia. Air dan karbondioksida dari udara membentuk asam - asam karbon yang kemudian bereaksi dengan mineral - mineral batuan dan membentuk mineral - mineral baru ditambah garam - garam terlarut. Akibat dari pembentukan tanah secara kimiawi, maka tanah mempunyai struktur dan sifat - sifat yang berbeda (Das, 1985)

Tanah adalah kumpulan mineral, bahan organik, dan sedimen yang relatif lepas di atas batuan dasar. Pembentukan tanah dari batuan induk dapat melalui proses fisik atau kimia. Proses pembentukan fisik tanah yang mengubah batuan menjadi partikel yang lebih kecil terjadi karena erosi, angin, air, es, pengaruh manusia, atau kerusakan partikel tanah karena perubahan suhu atau cuaca. Tanah mengalami pelapukan oleh reaksi kimia untuk menghasilkan sekelompok partikel koloid dengan ukuran partikel kurang dari 0,002 mm, yang disebut mineral lempung. (Hardiyatmo, 2001). Menurut Harry Cristady Hardiyatmo (2002) tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas

(*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relative lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organic atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara maupun keduanya. Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah. Pembentukan tanah dari batuan induknya, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Partikel-partikel mungkin berbentuk bulat, bergerigi maupun bentuk-bentuk diantaranya. Umumnya, pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen., karbondioksida, air (terutama yang mengandung asam atau alkali) dan proses-proses kimia yang lain. Jika hasil pelapukan masih berada di tempat asalnya, maka tanah ini disebut tanah residual (*residual soil*) dan apabila tanah berpindah tempatnya, disebut tanah terangkut (*transported soil*).

Menurut Verhoef (1994) mendefinisikan tanah sebagai kumpulan dari bagian- bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air. Menurut Dokuchaev (1870) dalam Fauizek dkk (2018), Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang berasal dari material induk yang telah mengalami proses lanjut, karena perubahan alami di bawah pengaruh air, udara, dan macam-macam organisme baik yang masih hidup maupun yang telah mati. Tingkat perubahan terlihat pada komposisi, struktur dan warna hasil pelapukan.

Menurut Suyono Sosrodarsono (1984:8) tanah didefinisikan sebagai

partikel-partikel mineral yang tersemen maupun yang lepas sebagai hasil pelapukan dari batuan, dimana rongga pori antar partikel terisi oleh udara dan atau air. Akibat pengaruh cuaca dan pengaruh lainnya, tanah mengalami pelapukan sehingga terjadi perubahan ukuran dan bentuk butirannya. Pelapukan batuan dapat disebabkan oleh pelapukan mekanis, kimia dan organis.

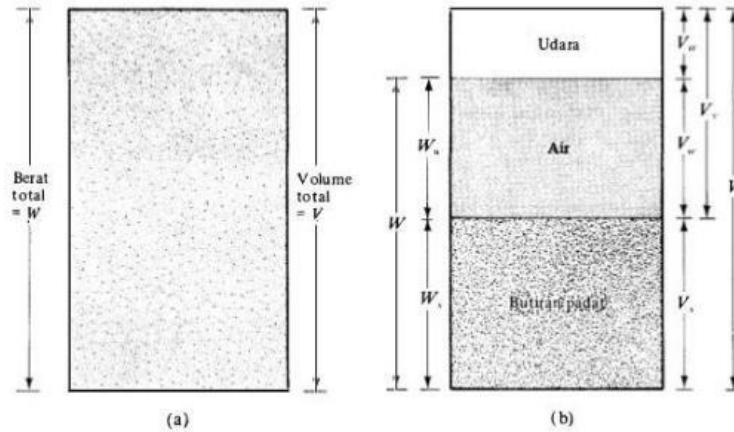
Banyak sekali istilah yang dalam dunia teknik sipil untuk membedakan berbagai jenis tanah misalnya lempung, pasir, kerikil, dan lanau. Yang membedakan jenis tanah tersebut adalah karakteristik yang dimiliki oleh masing-masing tanah tersebut. Karena memiliki berbagai macam karakteristik, tentunya mempengaruhi terhadap daya dukung tanah tersebut. Besarnya nilai daya dukung tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya: jenis dari tanah asli, tingkat kepadatan tanah, kandungan kadar air beserta faktor lainnya.

Menurut Braja M. Das, (2017), Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran), mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah mengalami pelapukan (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong antara partikel-partikel padat tersebut.

Menurut mekanika tanah yang disebut tanah merupakan seluruh endapan alam yang berhubungan dengan teknik sipil, kecuali batuan tetap. Tanah merupakan lapisan teratas dari lapisan bumi. Ciri khas dan sifat tanah pada setiap lokasi berbeda-beda. Tanah juga dapat didefinisikan sebagai akumulasi partikel-partikel mineral yang tidak memiliki maupun yang memiliki ikatan lemah pada pertikelnya, yang terbentuk dari batuan. Pada partikel-partikel tanah terdapat ruang kosong yang

merupakan pori tanah yang berisi air dan udara. Penyebab terdapatnya ikatan lemah pada partikel-partikel tanah adalah karbonat dan oksida yang bersenyawa pada partikel-partikel tanah tersebut, atau penyebab lainnya karena adanya material organik. Jika hasil dari pelapukan berada di tempat semula maka disebut sebagai tanah sisa (*residu soil*). Bila hasil pelapukan berpindah ke tempat lain dan mengendap pada tempat yang berlainan maka akan disebut tanah bawaan (*transportation soil*), perpindahan hasil dari pelapukan dipengaruhi oleh gravitasi bumi, angin, air, dan gletsyer. Ketika akan mengalami perpindahan tempat, ukuran, dan bentuk partikel dapat berubah dan terbagi pada beberapa ukuran. Secara umum komposisi tanah terdiri dari butiran tanah, air dan udara yang terdapat di ruang-ruang antara butir-butir. Ruang-ruang tersebut merupakan pori (*voids*) jika tanah pada kondisi kering maka tidak terdapat pori tanah dan air tanah, kondisi ini merupakan hal yang jarang ditemukan pada tanah asli pada lapangan. Tanah memiliki peranan yang sangat penting dalam perencanaan struktur karena tanah memiliki fungsi untuk mendukung atau menopang beban yang berada di atasnya, maka dari itu tanah harus dipersiapkan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai dasar konstruksi (Hary Christady Hardiyatmo, 2016).

Berdasarkan komponennya 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) pada tanah dianggap sama dengan nol. Hubungan antara volume yang sering digunakan dalam mekanika tanah adalah kadar air (w), angka pori (e), porositas (n) dan derajat kejenuhan (s).

Kadar air (w) merupakan salah satu perbandingan antara nilai berat air dan berat butiran padat dalam tanah tersebut dan dinyatakan dalam bentuk persen.

$$W (\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Dimana:

W_w = berat air

W_s = berat butiran padat

Berat volume tanah basah (γ_b), merupakan perbandingan antara berat

butiran tanah termasuk air dan udara (W) dengan volume total tanah (V).

$$\gamma_b = \frac{W}{V}$$

Dimana:

W= berat butiran tanah

V= Volume total tanah

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

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V}$$

Dimana:

W_s= berat butiran

V= volume total tanah

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

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$$

Dimana:

W_s= berat butiran padat

V_s= volume butiran padat

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 20 C.

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

Dimana:

γ_s = berat volume butiran padat

γ_w = berat volume air

G_s tidak berdimensi, berat jenis dari berbagai jenis tanah berbeda-beda bergantung dari jenis tanah penyusunnya, 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.

Derajat kejenuhan (s), adalah perbandingan volume air dengan volume total rongga pori tanah (V_s), biasanya dinyatakan dalam persen.

$$S(\%) = \frac{V_w}{V_v}$$

Dimana:

V_w = volume air

V_v = volume total rongga pori tanah

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

Derajat kejenuhan dan kondisi tanah disajikan pada Tabel dibawah ini:

Tabel 1. Derajat kejenuhan dan kondisi tanah (Hardiyatmo, 2002)

Kondisi 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 – 0,99
Tanah jenuh air	1

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

Berat volume tanah basah dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$\gamma_s = \frac{G_s \cdot \gamma (1 + w)}{1 + e}$$

Untuk tanah yang jenuh air maka persamaan menjadi :

$$\gamma_{sat} = \frac{\gamma_w (G_s 1 + w)}{1 + e}$$

Untuk tanah yang kering sempurna maka persamaan menjadi :

$$\gamma_{sat} = \frac{(G_s \cdot \gamma_w)}{1 + e}$$

Nilai-nilai porositas, angka pori dan berat volume pada keadaan asli di alam dari berbagai jenis tanah yang disarankan oleh Terzaghi disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Nilai n , e , w , γ_s , γ_d untuk tanah asli di lapangan

Macam Tanah	N (%)	e	W (%)	γ_d (kN/m ³)	γ_b (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 berbutir 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 organik	66	1,90	70	-	15,8
Lempung lunak sangat organik	75	3,00	110	-	14,3

2.3. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah cara mengumpulkan dan mengelompokkan tanah berdasarkan kesamaan dan kemiripan sifat dan ciri- ciri tanah, kemudian diberi nama agar mudah diingat dan dibedakan antara tanah yang satu dengan yang

lainnya. Setiap jenis tanah memiliki sifat dan ciri yang spesifik, potensi dan kendala untuk penggunaan tertentu. Sistem dari klasifikasi tanah ini adalah sebuah sistem pengaturan dari beberapa jenis tanah yang berbeda-beda namun memiliki sifat yang sama kedalam sebuah kelompok atau sub-kelompok yang berdasarkan pemakaiannya. Didalam suatu sistem klasifikasi ini memberikan suatu bahasa agar mudah untuk dijelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan terinci. Sebesar sistem dari klasifikasi tanah yang dikembangkan bertujuan untuk rekayasa yang didasarkan pada sifat indeks tanah yang sederhana contohnya distribusi dengan buiran dan juga plastisitas. Walaupun pada saat ini terdapat berbagai macam sistem klasifikasi tanah, namun tidak ada saupun sistem yang benar-benar memberikan sebuah penjelasan yang tegas mengenai segala kemungkinan pemakaiannya. Hal ini disebabkan karena sifat tanah yang sangat bervariasi.

Kebanyakan dari sistem klasifikasi tanah ini menggunakan indeks tipe pengujian yang sangat sederhana agar dapat memperoleh karakteristik dari tanah tersebut. Karakteristik ini biasanya digunakan untuk menentukan sebuah kelompok klasifikasi. Biasanya, klasifikasi tanah ini didasarkan atas ukuran dari partikel yang diperoleh dari analisis saringan (uji sedimentasi) dan juga uji plastisitas.

Terdapat dua sistem dari klasifikasi tanah yang sering digunakan, yaitu *Unified Soil Classification* dan juga *AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)*. Sistem dari indeks tanah ini biasanya menggunakan sistem yang sederhana contohnya seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan juga indeks plastisitas.

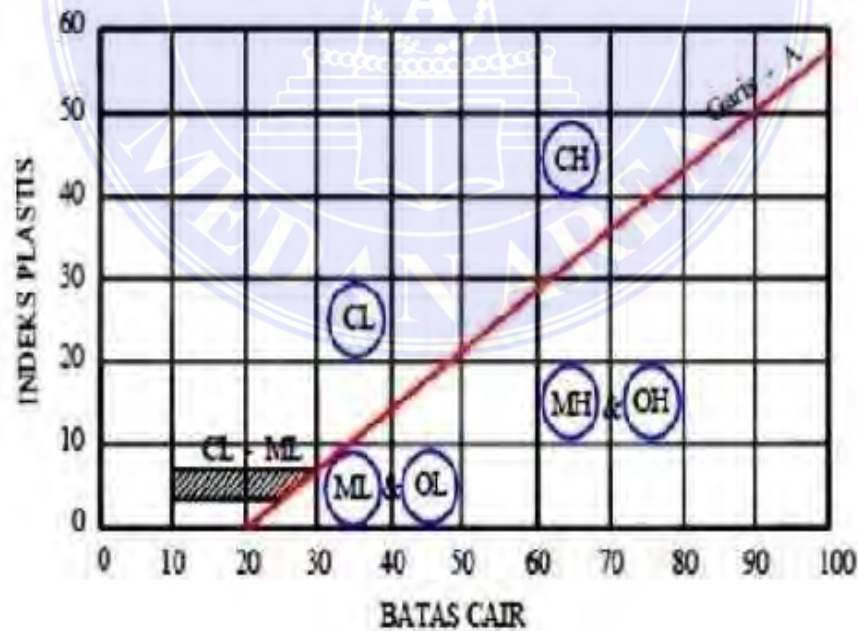
2.3.1. Sistem Klasifikasi Tanah Menurut USCS

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. Sistem ini dibagi menjadi dua kelompok yaitu :

1. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained soils*) adalah tanah yang sebagian besar yang butir-butir tanahnya berupa pasir (*sand*) dan kerikil (*gravel*). Pasir halus merupakan perkecualian, karena sifat mekaniknya merupakan sifat transisi antara tanah berbutir kasar dengan tanah berbutir halus. yang mana kurang dari 50% tanah yang lolos saringan No.200 ($f_{200} < 5$). 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 ($F_{200} > 50$). 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 tanah adalah W untuk gradasi baik (*well graded*), P gradasi buruk (*poorly graded*), L plastisitas rendah (*low plasticity*) dan H plastisitas tinggi (*high plasticity*).

Tabel 3. Sistem Klasifikasi Tanah USCS (Sosrodarsono,2000)

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



Gambar 2. Grafis Plastisitas untuk Klasifikasi USCS (Sosrodarsono,2000)

Tabel 4. Sistem Klasifikasi Tanah ASTM D 2487-66T (Sosrodarsono,2000)

Klarifikasi uum	Simbol Klasifikasi	Nama Jenis
Tanah berbutir halus lebih dari 50% lolos ayakan 74 μ	ML	Lanau organik,pasir sangat halus,debu padas, pasir halus berlanau atau berlempung
	CL	Lanau dan lempung dengan platisitas rendah atau sedang, lempung dari kerikil,lemoung berpasir,lempung dengan berviskositas rendah
	OL	Lanau organik dengan platisitas rendah dan lempung berlanau organik
	MH	Lanau inorganik dengan platisitas rendah atau sedang,lempung dari kerikil,lempung berpasir,lempung berlanau,lempung dengan viskotas rendah
	CH	Lempung inorganik dengan platisittas tinggi,lempung dengan viskositas tinggi
	OH	Lempung organik dengan platisitas sedang sampai tinggi

Lanau adalah tanah berbutir halus yang mempunyai batas cair dan indeks plastisitas terletak dibawah garis A dan lempung berada diatas garis A. Lempung organis adalah pengecualian dibawag garis A. Lanau , Lempung dan tanah organis dibagi menjadi batas cair yang rendah (L) dan tinggi (H)

2.3.2. Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official Classification*) ini biasanya digunakan untuk menentukan suatu kualitas tanah didalam sebuah perancangan dari timbunan jalan, Sistem ini biasanya ditujukan untuk maksud dalam lingkup lapis dasar (*subbase*) dan juga lapisan tanah dasar (*subgrade*).

Sistem klasifikasi AASHTO membagi tanah kedalam 7 kelompok. dimana, kelompok utamanya itu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang berada ditiap kelompok dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung menggunakan rumus empiris. biasanya pengujian yang digunakan adalah analisis saringan dan juga batas Atterberg.

Untuk mengevaluasi kelompok tanah yang digunakan oleh indeks kelompok (*Group index*) maka dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$GI = (F-35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,001 (F - 15) (PI - 10).....(2.1)$$

Dimana:

GI = Indeks Kelompok (*group index*)

F = Persen butiran lolos saringan no.200 (0,075)

LL = Batas cair

PI = Indeks plastis

2.4. Tanah Lempung

2.4.1. Definisi Tanah Lempung

Proses pelapukan mineral dari batuan induknya menyebabkan tanah lempung, yang disebabkan oleh air yang mengandung asam atau alkali, oksigen, dan karbondioksida. Untuk mengetahui jenis lempung, tidak cukup

hanya melihat ukuran butirannya; Anda juga harus mengetahui mineral yang terkandung di dalamnya. Menurut ASTM D-653, partikel lempung secara fisik berukuran antara 0,002 mm dan 0,005 mm. Kadar susut yang tinggi, konsolidasi yang lambat

2.4.2. Karakteristik Tanah Lempung

Untuk mendukung penelitian "Analisis Stabilisasi Tanah Dengan Campuran Abu Sekam Padi Terhadap Daya Dukung Tanah" yang dilakukan melalui uji laboratorium mekanika tanah, diperlukan pengetahuan dan pemahaman yang baik tentang sifat-sifat tanah. Tanah berdasarkan teori yang ada, yang terdiri dari sifat fisik dan sifat keteknikan. Memahami kedua sifat ini sangat penting sebagai dasar untuk analisis. Menurut klasifikasi tanah, ada tiga kelompok: tanah berbutir kasar, tanah berbutir halus, dan tanah organik. Menurut USCS, tanah berbutir kasar adalah tanah dengan persentase lolos saringan nomor 200 kurang dari 50%, dan tanah berbutir halus (lanau atau lempung) adalah tanah dengan persentase lolos saringan nomor 200 lebih dari 50%. Tanah ini dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok kerikil dan tanah kerikil serta pasir dan tanah kepasiran. Tanah berbutir halus dibagi dalam lanau (M), Lempung (C) yang didasarkan pada batas cair dan indeks plastisitasnya. Tanah Organik juga termasuk dalam kelompok tanah berbutir halus. Kadar air sangat memengaruhi konsistensi tanah kohesif, termasuk tanah lempung. Karakteristik pengembangan hanya dapat diperkirakan dengan indeks plastisitas dan batas cair. (Hardiyatmo, 2002).

Menurut Bowles (2011), tanah lempung memiliki kandungan mineral-

mineral dengan konsistensi tersendiri yang menjadikan tanah lempung bersifat plastis. adapun mineral pada tanah lempung umumnya memiliki sifat-sifat :

1. Hidrasi

Karena partikel mineral lempung biasanya bermuatan negatif, mereka hampir selalu mengalami hidrasi dan dikelilingi oleh lapisan molekul air yang disebut air terabsorpsi. Lapisan difusi ganda atau lapisan ganda adalah lapisan yang dapat menarik molekul air atau kation di sekitarnya karena biasanya terdiri dari dua molekul.

2. Aktivitas

Hasil dari pengujian properti indeks dapat digunakan untuk menentukan tanah yang ekspansif. Aktivitas tanah lempung didefinisikan oleh Skempton (dalam Hardiyatmo, 2002) sebagai perbandingan antara Indeks Plastisitas (IP) dengan prosentase butiran yang lebih kecil dari 0,002 mm yang ditunjukkan dengan huruf C. Indeks plastisitas dan persen fraksi ukuran butiran tanah lempung disebut sebagai aktivitas suatu jenis tanah.

3. Pengaruh Zat Cair

Air yang tidak murni secara kimiawi adalah fase air di dalam struktur tanah lempung. Dengan menggunakan air suling yang relatif bebas ion, hasilnya dapat jauh berbeda dari tanah di lapangan dengan air yang telah terkontaminasi. Salah satu ujung molekul air memiliki muatan positif dan negatif. Fenomena ini hanya terjadi pada air karena molekulnya dipolar; cairan yang tidak dipolar seperti karbon tetraklorida (Ccl₄), yang jika dicampur dengan lempung, tidak akan mengalami apapun.

4. Sifat Kembang Susut

Gaya tarik terdiri dari gaya elektrostatis yang bergantung pada komposisi mineral dan gaya Van Der Waals yang bergantung pada jarak antar

permukaan partikel. Gaya elektrostatik bekerja pada partikel yang berdekatan. Kation air tanah yang terikat pada permukaan pelat oleh gaya listrik mengimbangi muatan negatif ini.

Perubahan itulah yang dapat membahayakan konstruksi bangunan yang ditumpu di atasnya. Tingkat pengembangan secara umum bergantung pada beberapa faktor yaitu:

1. Tipe dan jumlah mineral yang ada didalam tanah,
2. Kadar air,
3. Susunan Tanah,
4. Konsentrasi garam dalam air pori,
5. Sementasi,
6. Adanya bahan organik.

2.4.3. Identifikasi Tanah Lempung Lunak

Menurut Chen (Dalam Hardiyatmo,2002), cara- cara yang bisa digunakan untuk mengidentifikasi tanah ekspansif dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu :

1. Identifikasi mineralogi

Analisa Minerologi sangat berguna untuk mengidentifikasi potensi kembangsusut suatu tanah lempung . identifikasi dilakukan dengan cara yaitu :

- a) Difraksi sinar X (*X-ray Diffraction*).
- b) Difraksi sinar X (*X-ray Fluorescence*).
- c) Analisa kimia (*Chemical Analysis*)
- d) Mikroskop *Elektron (Scanning Electron Miscroscope)*

2. Cara tidak langsung (indeks tunggal)

Hasil uji berbagai indeks dasar tanah dapat digunakan untuk menentukan apakah suatu tanah dapat diekspansi atau tidak. Uji batas-batas Atterberg, uji susut linear, dan uji mengembang bebas adalah uji indeks dasar.

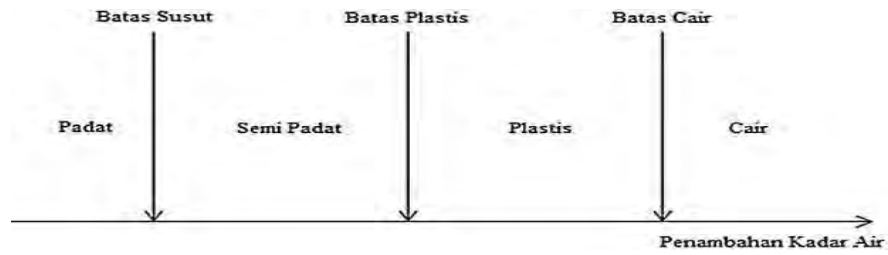
Beberapa pengujian pendahuluan dilakukan untuk menyempurnakan data dari contoh tanah yang digunakan dalam penelitian ini. Sifat-sifat fisis tanah diuji dalam pemeriksaan ini.

2.4.3.1. Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity* /(*G_s*))

Harga *secific gravity* (*G_s*) dari butiran tanah sangat penting untuk berbagai perhitungan mekanika tanah. Harga mineral dapat dihitung secara akurat di laboratorium. Sebagian besar mineral memiliki *specific gravity* berkisar antara 2,6 dan 2,9. *Specific gravity* bagian padat tanah pasir berwarna terang, yang sebagian besar terdiri dari *quartz*, diperkirakan sebesar 2,65, dan harganya berkisar antara 2,6 dan 2,9. *Specific gravity* dari bagian padat tanah pasir yang berwarna terang, umumnya sebagian besar terdiri dari *quartz*, dapat diperkirakan sebesar 2,65 untuk tanah lempung atau berlanau, harga tersebut berkisar antara 2,6-2,9. Berat isi dalam tanah didefinisikan sebagai rasio antara berat jenis zat pada partikel tanah dengan isi air yang ada dalam partikel partikel yang berada di dalam tanah lempung yang berfungsi sebagai berat jenis tanah.

2.4.3.2 Batas Konsistensi (*Atterberg Limit*)

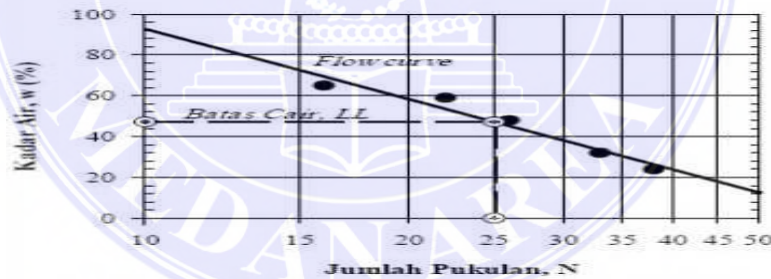
Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi. Menurut Atterberg batas-batas konsistensi tanah berbutir halus tersebut adalah batas cair, batas plastis, batas susut. batas konsistensi tanah ini didasarkan kepada kadar air yaitu :



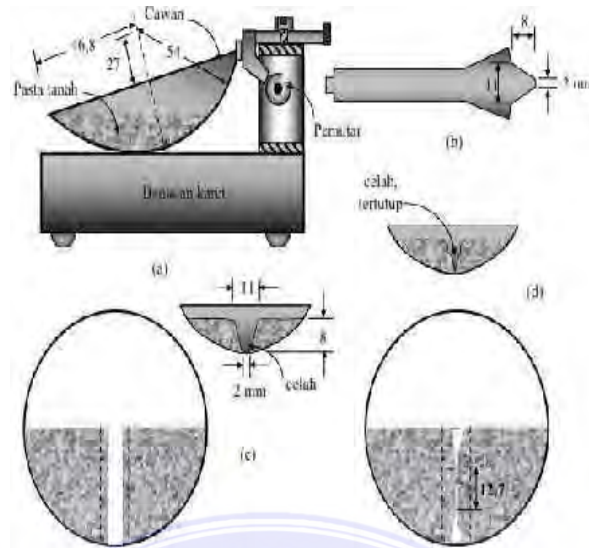
Gambar 3. Batas Konsistensi Atterberg

1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis. Alat uji batas cair dapat dilihat pada gambar 2.3 berupa cawan *Casagrande*. Prosentase kadar air yang dibutuhkan untuk menutup celah sepanjang 12,7 mm pada dasar cawan setelah lebih dari 25 kali ketukan didefinisikan sebagai batas cair dan jenis tanah



Gambar 4. Kurva pada penentuan batas cair tanah lempung



Gambar 5. Skema uji batas cair (cawan casagrande)

Dalam Hardiyanto (2002) disebutkan bahwa persamaan batas cair (LL) Dari suatu jenis tanah dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$LL = W_n \left(\frac{N}{25} \right)^{\beta}$$

Dengan :

N = Jumlah pukulan untuk menutup celah sepanjang 12,7 mm

W_n = Kadar air

$Tg \beta = 0,121$ (tapi $tg \beta$ tidak selalu = 0,121 untuk jenis tanah yang berbeda)

2. Batas Plastis (*Plastic limit*)

Sifat tanah dalam keadaan konsistensi, yang dikenal sebagai "batas plastisitas", adalah cair, plastis, semi-padat, atau padat tergantung pada kadar airnya. Sebagian besar tanah lempung atau tanah berbutir halus di alam berada dalam keadaan plastis, dan

semakin tinggi plastisitas tanah, semakin tinggi rentang kadar air daerah plastis, semakin banyak kembang susut yang dimiliki tanah tersebut.

$$PI = LL - PL$$

Dimana :

PI = Plastis indeks (%)

LL = Liquid Limit (%)

PL = Plastis Limit (%)

Batasan mengenai indeks plastisitas, sifat, dan macam tanah, berbagai tanah berbeda-beda hal itu tergantung jenis butiran tanah penyusunnya

3. Batas Susut (Miring)

Suatu tanah akan mengalami penyusutan bila kadar air secara perlahan-lahan hilang dari dalam tanah. Dengan hilangnya air terus menerus akan mencapai suatu tingkat keseimbangan, dimana penambahan kehilangan air tidak akan menyebabkan perubahan volume tanah.

2.5. Stabilisasi Tanah

Usaha untuk memperbaiki tanah yang tidak berfungsi untuk menjadi sesuai dengan fungsinya dikenal sebagai stabilisasi tanah. Mekanis, fisis, dan kimiawi adalah tiga metode yang dapat digunakan untuk stabilisasi. Stabilisasi tanah secara kimiawi biasanya dilakukan untuk meningkatkan kuat dukung, mengurangi kompresibilitas, mengurangi perubahan volume, dan mengurangi kapileritas. Jika tanah dalam proyek konstruksi tidak memenuhi persyaratan daya dukung karena

lunak, indeks konsistensi yang terlalu tinggi, permeabilitas yang terlalu tinggi, atau karakteristik lainnya yang tidak diinginkan, tanah tersebut harus distabilkan. Namun, menurut Ingles dan Metcalf (1972), metode berikut dapat digunakan untuk stabilisasi tanah:

1. Metode mekanis : Metode ini memperbaiki tanah tanpa menambahkan bahan lain. Peralatan mekanis seperti mesin gilas, penumbuk, peledak, tekanan statis, dan lainnya biasanya digunakan untuk stabilisasi mekanis. Tujuan stabilisasi ini adalah untuk menghasilkan tanah yang berdaya dukung dengan mengurangi volume pori untuk mencapai maksimum kepadatan tanah. Metode ini biasanya digunakan pada tanah berbutir kasar dengan fraksi tanah yang lolos saringan nomor 200 ASTM sebesar paling banyak 25%.

2. cara kimiawi : Perbaikan tanah dengan cara kimiawi melibatkan penambahan bahan stabilisasi yang dapat mengubah sifat tanah yang tidak menguntungkan. Teknik ini biasanya digunakan untuk tanah yang berbutir halus. Menggunakan semen, kapur, abu batubara, dan bahan kimia lainnya adalah campuran bahan kimia yang umum digunakan.

Stabilitas tanah dapat terdiri dari salah satu kombinasi dari pekerjaan berikut :

2.5.1. Stabilitas Mekanik

Stabilitas mekanik adalah stabilitas yang dilakukan untuk mendapatkan kepadatan tanah yang maksimum yang dilakukan dengan menggunakan peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan (*pounder*), ledakan (*explosive*), tekanan statis, tekstur, pembekuan, dan pemanasan.

2.5.2. Stabilitas kimia

Stabilisasi kimia terjadi ketika bahan kimia ditambahkan pada tanah sehingga mengubah sifatnya. Pencampuran kimia yang paling umum adalah dengan menambah semen, kapur, abu, batu bara, aspal, dan bahan kimia lainnya ke tanah.

2.6. Modifikasi tanah

Istilah modifikasi digunakan untuk menggambarkan suatu proses stabilisasi tanah yang hanya ditujukan untuk perbaikan sifat –sifat tanah , tapi tidak ditujukan untuk menambah kekuatan maupun keawetan tanah

2.7. Stabilisasi Tanah Lempung

Sifat-sifat tanah yang diperbaiki dengan stabilisasi dapat mencakup permeabilitas, kekuatan/daya dukung, dan kekekalan/keawetan, menurut Ingels dan Metcalf (dalam Sosrodarsono, 2000). Selain itu, Ingles dan Metcalf menyatakan bahwa stabilisasi kapur dapat mengubah tanah menjadi gumpalan partikel. Banyak kapur yang digunakan berkisar antara 5–10%, menyebabkan konsentrasi ion kalsium yang lebih tinggi dari yang diperlukan. Dalam penelitian ini, campuran abu sekam padi dan serbuk batu bata dengan kadar kapur yang relatif lebih rendah digunakan. Ciri-ciri kembang susut yang signifikan yang disebabkan oleh peristiwa kapiler atau perubahan kadar air dikenal sebagai tanah lempung ekspansif (Muntohar, 2014).

Pada tanah asli, kohesi dan sudut geser, dua parameter kuat geser tanah, dipengaruhi oleh campuran abu sekam padi (RHA) dan serbuk bata merah (SBM) (Apsa Al Hazzi, 2021). Parameter sifat fisis dan mekanis tanah berubah ketika abu sekam padi dan stabilizer tanah difa ditambahkan. Seiring dengan peningkatan

prosentase bahan stabilisator, parameter berat jenis tanah meningkat dan parameter kadar air menurun. Selain itu, ada penurunan pada batas Atterberg. Menurut Lutfia Endah Suciari (2021),

2.8. Pemasatan

Selain berfungsi sebagai pendukung pondasi bangunan, tanah sering digunakan sebagai bahan timbunan seperti bendungan, tanggul, dan jalan. Pemasatan biasanya dilakukan jika lapangan perlu diperbaiki untuk mendukung bangunan yang ada di atasnya atau jika tanah digunakan sebagai bahan timbunan.

Tingkat dari pemasatan tanah diukur dari berapa berat dari volume kering tanah yang dipadatkan. Apabila air ditambahkan ke sebuah tanah yang sedang dipadatkan, maka air tersebut akan berfungsi sebagai pembasah (pelumas) pada partikel-partikel tanah. Karena adanya air, maka pasrtikel tanah itu akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan akan membentuk kedudukan yang rapat ataupun lebih padat. Untuk pemasatan yang sama, kadar air (pada saat pemasatan) meningkat apabila berat volume kering tanah naik. Harap diketahui apabila pada saat kadar air $w = 0$, berat volume basah pada tanah (γ) adalah sama dengan berat volume keringnya (γ_d), atau

$$\gamma = \gamma_{d(w=0)} = \gamma_1 \dots \dots \dots (2.7)$$

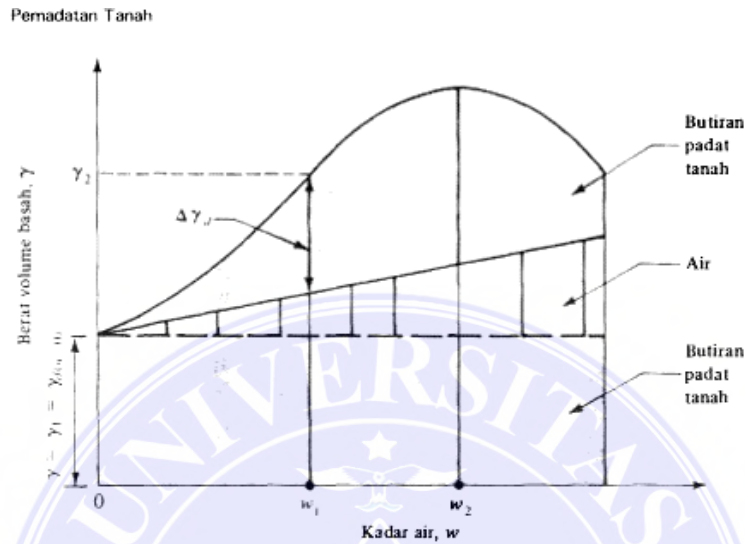
Apabila kadar air ditingkatkan terus secara bertahap pada usaha pemasatan yang sama, maka berat dari jumlah bahan padat dalam tanah persamaan volume juga meningkat secara bertahap pula. Misalnya , pada $w = w_1$, maka berat volume basah dari tanah sama dengan:

$$\gamma = \gamma_2 \dots \dots \dots (2.8)$$

Berat dari volume kering dari tanah tersebut pada kadar air ini dapat

dinyatakan dengan:

$$\gamma_{d(w=w_1)} = \gamma_{d(w=0)} + \Delta \gamma_d \dots \dots \dots (2.9)$$



Gambar 6. Prinsip pemadatan (Hardiyatmo,2000)

Karena penambahan kadar air dapat menurunkan berat volume kering dari tanah, setelah mencapai kadar air tertentu $w = w_2$. Hal ini biasanya disebabkan oleh air yang kemudian menempati ruang pori dalam tanah yang dapat dipenuhi oleh partikel padat tanah. Kadar air di mana harga berat volume kering maksimum tanah mencapai tingkat air yang ideal adalah titik di mana hal ini terjadi.

Tanah ekspansif yang dipadatkan dengan benar dapat menghasilkan kuat geser tinggi. Stabilisasi terhadap sifat kembang-susut bergantung pada jenis kandungan mineralnya. Sebagai contoh, montmorillonite akan mengalami perubahan volume yang lebih besar daripada kaolinite. Permeabilitas lempung padat yang rendah membuat tanah ini tidak dapat dipadatkan dengan baik saat basah. Bekerja di tanah yang sangat basah akan sangat sulit karena ketika tanah dipadatkan, air sulit keluar dari pori tanah. Air yang tidak mau keluar dari pori tanah akan membuat butiran sulit merapat satu sama lain ketika dipadatkan.

Peristiwa bertambahnya berat volume kering oleh beban dinamis disebut dengan pemadatan. Oleh karena beban dinamis, utir tanah merapat satu sama lain karena berkurangnya rongga udara.

Percobaan-percobaan di laboratorium yang umum dilakukan untuk mendapatkan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum adalah *Proctor Compaction Test (Uji Pemadatan Proctor)*, menurut nama penemunya, Proctor, 1933). Cara dan prosedur untuk melakukan percobaan tersebut akan dibahas dalam uraian-uraian berikut.

2.8.1. Uji Proctor Standar (*Standar Proctor Test*)

Untuk mengetahui hubungan antara kadar air dan kepadatan, serta mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan, sering dilakukan uji pemadatan.

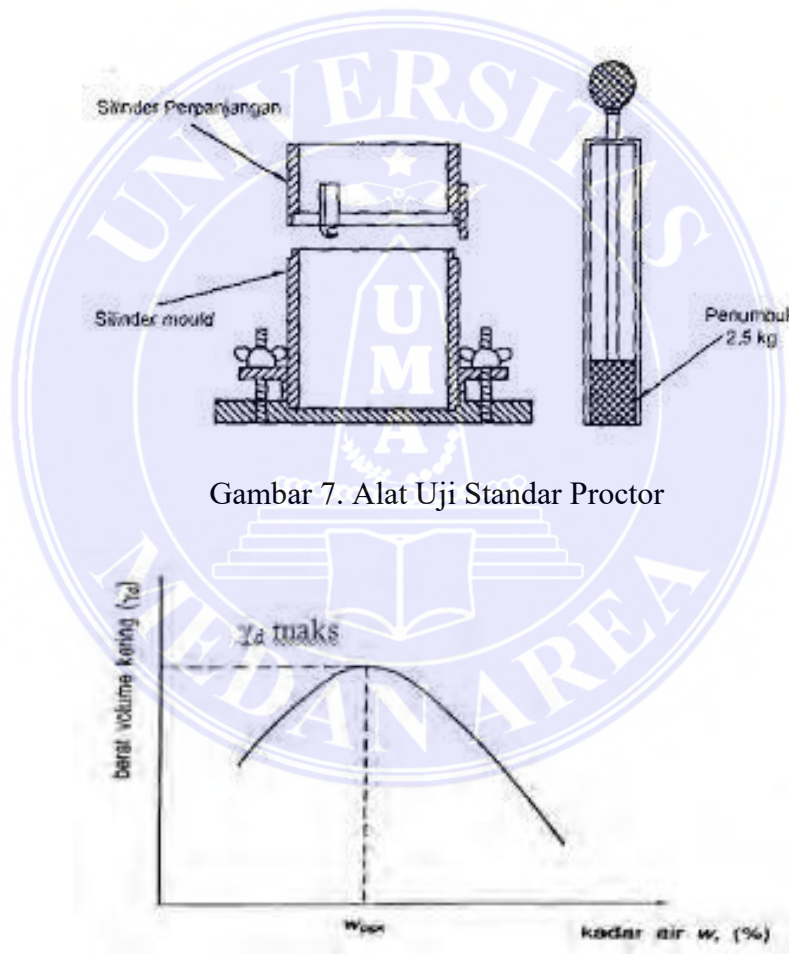
Proctor (1933) mengamati hubungan yang jelas antara kadar air dan berat isi kering tanah padat. Untuk berbagai jenis tanah pada umumnya, terdapat nilai kadar air optimal tertentu untuk mencapai kepadatan kering maksimum.

Hubungan berat volume kering (γ_d) dengan berat volume basah (γ_b) dan kadar air (w), dinyatakan dalam persamaan :

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

Berat volume kering setelah pemadatan tergantung pada jenis tanah, kadar air dan usaha pemadat. Karakteristik kepadatan tanah dapat dievaluasi dari uji laboratorium standar yang disebut uji Proctor.

Pada uji Proctor, tanah dipadatkan dalam sebuah alat pemadat berupa silinder *mould* yang mempunyai volume $9,44 \times 10^{-4} \text{ m}^3$. Tanah dicampur air dengan kadar yang berbeda-beda dan kemudian dipadatkan dengan menggunakan penumbuk khusus. Tanah di dalam *mould* dipadatkan dengan penumbuk yang beratnya 2,5 kg dengan tinggu jatuh 30,5 cm (1ft). tanah dipadatkan dalam 3 lapisan dengan tiap lapisan ditumbuk 25 kali pukulan



Gambar 7. Alat Uji Standar Proctor

Gambar 8. Kurva hubungan kadar air dan berat volume kering

Dalam uji pemadatan, percobaan diulang paling sedikit 5 kali dengan kadar air tiap percobaan divariasikan. Kemudian, digambarkan sebuah grafik hubungan kadar air dan berat volume keringnya. Kurva yang

dihasilkan dari pengujian memperlihatkan nilai kadar air yang terbaik (w_{opt}) untuk mencapai berat volume kering terbesar atau kepadatan maksimum.

Pada nilai kadar air yang rendah, pada sebagian besar tanah, tanah cenderung keras dan sulit dipadatkan. Semakin bertambahnya kadar air maka tanah akan menjadi lunak.

Pada kadar air yang tinggi, berat keringnya menurun. Jika semua udara di dalam tanah dapat dikeluarkan selama pemadatan, maka tanah akan jenuh dan kepadatan keringnya akan mencapai maksimum. Namun kenyataannya, kondisi tersebut sulit dicapai.

Kepadatan kering maksimum yang mungkin, dinyatakan sebagai kepadatan kering tanpa rongga atau sebagai kepadatan kering ketika tanah menjadi jenuh (γ_{zav}), dapat dihitung dari persamaan:

$$\gamma_{zav} = \frac{G_s \gamma_w}{1 + wG_s}$$

Karena saat tanah jenuh ($S = 1$) dan $e = wG_s$, maka:

$$\gamma_{zav} = \frac{G_s \gamma_w}{1 + e}$$

Dimana,

γ_{zav} = berat volume pada kondisi *zero air void*

γ_w = berat volume air

e = angka pori

G_s = berat spesifik butiran pada tanah

Berat volume kering (γ_d) setelah pemadatan pada kadar air w dengan kadar udara (*air content*), A ($A = V_a/V = \text{volume udara/volume total}$) dapat dihitung dengan persamaan:

$$\gamma_{zav} = \frac{G_s \gamma_w}{1 + w G_s}$$

Spesifikasi diberikan untuk uji Proctor menurut standar ASTM dan AASHTO dengan volume cetakan 1/30 ft³ dan jumlah tumbukan 25 per lapisan yang biasanya digunakan untuk tanah berbutir halus yang lolos saringan numerik di nomor 4 Amerika Serikat.

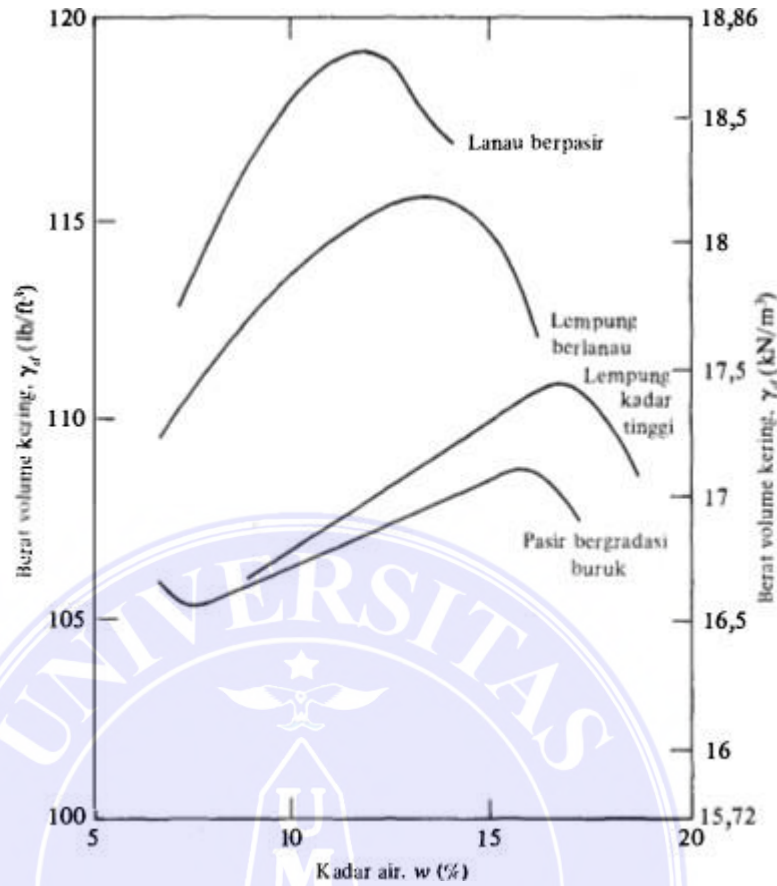
Faktanya, untuk setiap ukuran cetakan, direkomendasikan empat metode lain, yang bervariasi tergantung pada ukuran cetakan, jumlah tumbukan per lapisan dan ukuran maksimum partikel tanah dalam agregat tanah yang dipadatkan.

2.8.2. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pemadatan

Pada sub-sub terdahulu ditunjukkan bahwa kadar air mempunyai pengaruh yang besar terhadap tingkat kepadatan yang dapat dicapai oleh suatu tanah. Selain kadar air, faktor yang sangat mempengaruhi kepadatan adalah jenis tanah dan usaha pemadatan.

1. Pengaruh jenis tanah

Jenis tanah, seperti distribusi ukuran partikel, bentuk partikel tanah, kepadatan dan jenis mineral lempung yang ada di dalam tanah, mempunyai pengaruh yang besar terhadap kepadatan maksimum dan kadar air optimal.

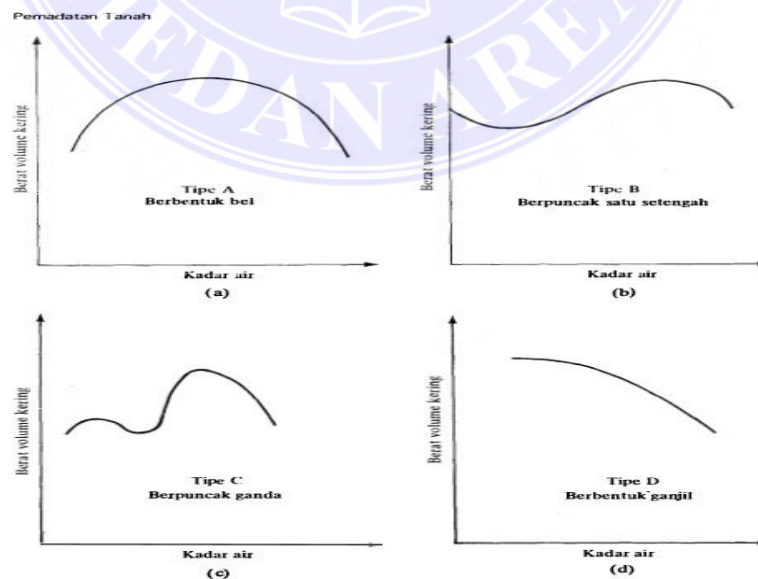


Gambar 9. Bentuk umum pemadatan untuk empat jenis tanah (ASTM D-698)

Gambar 9. menunjukkan bentuk umum kurva pemadatan empat jenis tanah (ASTM D-698). Kurva kompresi berbentuk lonceng umum terjadi pada sebagian besar tanah liat. Pada tanah berpasir, harga volume kering cenderung menurun mula-mula seiring bertambahnya kadar air, kemudian berangsur-angsur meningkat hingga mencapai nilai maksimum seiring bertambahnya kadar air. Menurunnya densitas pada awal kurva disebabkan oleh pengaruh fenomena kapiler dalam tanah. Pada kadar air yang lebih rendah, adanya tekanan kapiler pada pori-pori tanah mencegah partikel tanah bergerak lebih leluasa dan menjadi lebih padat. Kemudian

tegangan kapiler tersebut akan berkurang dengan bertambahnya kadar air sehingga partikel-partikel menjadi mudah bergerak dan menjadi lebih dekat.

Lee dan Suedkamp (1972) mempelajari kurva-kurva pemadatan untuk 35 jenis tanah, hasilnya terdapat beberapa perbedaan bentuk kurva pemadatan. Kurva tipe A (Gambar 10), adalah kurva yang mempunyai satu puncak. Tipe ini biasanya ditemukan pada tanah-tanah yang mempunyai batas cair 30 dan 70. Kurva tipe B mempunyai bentuk seperti huruf S pada arah mendatar. Kurva tipe C mempunyai dua puncak. Kurva tipe B dan C adalah kurva pemadatan yang dapat diperoleh pada tanah yang mempunyai batas cair (LL) kurang dari 30. Kurva tipe D adalah kurva yang tidak mempunyai puncak. Tipe ini disebut sebagai berbentuk ganjil. Kurva C atau D dapat terjadi pada pemadatan tanah-tanah dengan batas cair (LL) lebih besar daripada 70.



Gambar 10. Bermacam-macam tipe kurva Pemadatan

2.9. Abu Sekam Padi

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. Menurut Balai Besar Institut Kimia (1982) dalam Widhiarto dkk. (2015) unsur-unsur kimia yang terkandung dalam abu sekam padi dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 5. Komposisi pada abu sekam padi(Widhiarto.2015)

Kimia	Beratdalam persen
SiO ₂	65,92
AL ₂ O ₃	1,78
Fe ₂ O ₃	0,20
CaO	2,4
MgO	3,11
SO ₄	0,69

2.10 California Bearing Ratio (CBR)

Metode pengukuran daya dukung tanah yang relatif mudah untuk dilakukan dan dimengerti adalah California Bearing Ratio Test. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kapasitas daya dukung tanah, metode ini pertama kali dikembangkan oleh Departemen Jalan Raya California pada tahun 1920. CBR merupakan perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan (*Test Load*) terhadap beban standar (*Standard Load*) dan dinyatakan dalam persentase. Semakin keras suatu bahan atau material yang digunakan maka semakin tinggi nilai CBR yang dihasilkan.

Lapisan tanah yang akan dipakai sebagai lapisan sub-base atau sub-grade suatu konstruksi jalan pada umumnya memerlukan proses pemadatan agar mampu menerima beban sesuai dengan yang direncanakan. Salah satu cara untuk mengukur kekokohan (*bearing*) lapisan tanah adalah pengujian *California Bearing Ratio* (CBR). *California Bearing Ratio* (CBR) merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standar load*) dan dinyatakan dalam persentase. CBR juga merupakan perbandingan antara bahan penetrasi suatu bahan terhadap beban standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama.

Lebih jelas lagi dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$CBR = \frac{PT}{PS} \times 100\%$$

Dalam hal ini:

Pt = beban percobaan (*test load*)

Ps = beban standar (*standard load*)

CBR merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*)

dengan beban standar (*standar load*) dan dinyatakan dalam persen. Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas.

Pengujian CBR dilakukan untuk mendapatkan nilai CBR dari sampel tanah. Nilai CBR yaitu perbandingan antara tekanan yang dibutuhkan untuk menembus tanah dengan piston yang mempunyai penampang bulat dengan luasan 3 inc² dengan kecepatan penetrasi sebesar 0,05"/menit terhadap tekanan yang diperlukan untuk menembus suatu bahan standar tertentu. Selain itu CBR juga dipergunakan untuk menentukan daya dukung tanah dalam perkerasan jalan. Nilai CBR dihitung pada penetrasi sebesar 0,1" dan penetrasi 0,2", kemudian hasil dari perhitungan tersebut dibandingkan untuk dipakai nilai yang terbesar (SNI 03-1744-1989).

Nilai CBR adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui kuat dukung tanah dasar dalam perencanaan lapis perkerasan. Bila tanah dasar memiliki nilai CBR yang tinggi, praktis akan mengurangi ketebalan lapis perkerasan yang berada di atas tanah dasar (*subgrade*), begitu pula sebaliknya.

Suatu hal yang perlu diingat bahwa pengujian CBR hanya mengukur kekokohan relatif dari lapisan permukaan tanah, karena diameter penampang torak yang dipergunakan hanya sekitar 4,96 cm, sehingga daerah (*volume*) lapisan tanah di bawah torak yang terpengaruhi tekanan (*stress bulb*) hanya di permukaan.

Metoda CBR ini mula-mula diciptakan oleh O.J. Porter, kemudian dikembangkan oleh California Stage Highway Departement, tetapi kemudian

dikembangkan dan dimodifikasi oleh corps insinyur-insinyur tetantara Amerika Serikat (*U.S. Army Corps of Engineers*). Metoda ini mengkombinasikan percobaan pembebanan di laboratorium atau di lapangan dengan rencana empiris (*empirical design charts*) untuk menentukan tebal lapisan perkerasan. Hal ini digunakan sebagai metode perencanaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) jalan raya dan lapangan terbang.

Menurut Soedarmo dan Purnomo (1997), CBR dapat dibagi sesuai dengan cara mendapatkan contoh tanahnya yaitu CBR lapangan (*CBR inplac*e atau *field CBR*), CBR lapangan rendaman (*undistrubed soaked CBR*) dan CBR laboratorium (*laboratory CBR*). CBR laboratorium dibedakan menjadi dua macam yaitu CBR laboratorium rendaman (*soaked CBR laboratory*) dan CBR laboratorium tanpa rendaman (*unsoaked CBR laboratory*).

CBR dikembangkan oleh California State Highway Departement sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (*subgrade*). CBR menunjukkan nilai relatif kekuatan tanah, semakin tinggi kepadatan tanah maka nilai CBR akan semakin tinggi. Walaupun demikian, tidak berarti bahwa sebaiknya tanah dasar dipadatkan dengan kadar air rendah supaya mendapat nilai CBR yang tinggi, karena kadar air kemungkinan tidak akan konstan pada kondisi ini. Pemeriksaan CBR bertujuan untuk menentukan harga CBR tanah yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu. Disamping itu, pemeriksaan ini juga dimaksudkan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah. Pemeriksaan CBR Laboratorium mengacu pada AASHTO T-193-74 dan ASTM1883-73. Untuk perencanaan jalan baru, tebal perkerasan biasanya ditentukan dari nilai CBR dari tanah dasar yang dipadatkan. Nilai CBR yang digunakan untuk perencanaan ini

disebut “design CBR“

Cara yang dipakai untuk mendapat “design CBR“ ini ditentukan dengan perhitungan dua faktor (Wesley, 1977) yaitu:

- a. Kadar air tanah serta berat isi kering pada waktu dipadatkan.
- b. Perubahan pada kadar air yang mungkin akan terjadi setelah perkerasan selesai dibuat.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Deskripsi Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah sampel tanah lempung yang diambil dari jalan pantai labu, sekip, kecamatan lubuk pakam, kabupaten Deli Serdang, serta abu sekam padi. Penelitian ini menggunakan metode mekanis.

Pada pengujian ini, tanah yang diuji adalah tanah lempung yang telah dicampur dengan abu sekam padi. Pada proses penelitian ini, dilakukan eksperimen agar dapat mengetahui perubahan yang terjadi akibat oleh proses kimia antara tanah lempung, abu sekam padi dan air. pada penelitian ini dilakukan dengan cara menambahkan campuran abu sekam padi dan metode mekanis

3.2. Lokasi penelitian



Gambar 11. Lokasi penelitian (Google earth, 2023)

3.3. Teknik pengambilan data

1. Teknik dokumentasi

Teknik dokumentasi ini menggunakan foto atau gambar selain data pendukung lainnya, seperti referensi pada buku dan jurnal yang menjelaskan teori dan rumus yang digunakan dalam penelitian ini.

2. Teori Observasi

Teknik observasi ini adalah pengamatan dan pencatatan secara sistematis mengenai gejala yang tampak pada obyek penelitian. Teknik observasi dalam penelitian ini adalah pengujian di Laboratorium Teknik Sipil

3.4. Metode Pengumpulan data

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dimana mahasiswa melakukan suatu percobaan tentang suatu hal. Mengamati bagai mana proses dan juga setelah itu mencatatkan hasil percobaannya, pengujian sampel meliputi

1. Penentuan Kadar Air (*Water Content*), yang bertujuan untuk menentukan kadar air yang terkandung didalam contoh tanah yang digunakan. sesuai dengan (ASTM D 2216 – 71)

$$Wc = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

2. Penentuan *Specific Gravity* (*G_s*), yang bertujuan untuk menentukan berat jenis contoh tanah yang digunakan. Sesuai dengan (ASTM D 2937 – 83)

$$Ws = \frac{W_s}{w_w} \dots\dots\dots(3.2)$$

3. Penentuan Batas-batas Atterberg yang meliputi batas cair, dan batas plastis tanah sehingga mendapat kan nilai IP (*Indeks Plasticity*).
4. Pengujian saringan yang bervariasi indeks properties 0%, 3%, 9%,

3.5. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada skripsi ini adalah studi literatur dan penelitian yang dilakukan di laboratorium mekanika tanah. literatur dilakukan dengan mencari dan mengumpulkan teori dan data-data yang berasal dari buku ajar, jurnal terdahulu maupun buku-buku petunjuk teknis yang sesuai dengan pembahasan “Analisis Peningkatan Indeks Properties Pada Tanah Lempung Organik Menggunakan Campuran Abu Sekam Padi” dan masukkan dari dosen pembimbing. Kemudian melakukan analisis penambahan abu sekam padi pada tanah lempung. Penelitian di laboratorium dilakukan dengan 2 pengujian yaitu, pengujian tanah asli atau tidak diberi bahan tambah dan pengujian tanah setelah dilakukan penambahan abu sekam padi.

1. Pengujian pada tanah asli

Adapun pengujian yang dilakukan pada tanah asli antara lain:

- a) Kadar air (sesuai dengan ASTM D 2216-71)

Tujuan dilakukan pengujian ini untuk mengetahui jumlah kadar air yang terdapat pada sampel tanah yang akan di uji.

- b) Pengujian berat jenis (sesuai dengan ASTM D 2937-83)

Tujuan dilakukan pengujian ini untuk menentukan berat jenis dari sampel tanah ketika tanah pada suhu tertentu.

- c) Batas cair atau *liquid limit* (sesuai dengan ASTM D 2216-80)

Tujuan dilakukan pengujian ini untuk mengetahui jumlah kadar air ketika tanah mulai menunjukkan batas antara pada kondisi plastis dan kondisi cair.

- d) Batas plastis atau *plastic limit* (sesuai dengan ASTM D 2216-80)

Tujuan dilakukan pengujian ini untuk mengetahui batas terendah kadar air yang terdapat pada tanah ketika pada kondisi plastis.

- e) Pengujian analisa saringan (sesuai dengan ASTM D 2487-69)

Tujuan dilakukan pengujian ini untuk mengelompokkan agregat berdasarkan ukurannya melalui jumlah agregat yang tersaring berdasarkan ukuran saringan.

a. Pengujian pada tanah yang diberi bahan tambah

Adapun pengujian *Engineering Properties* yang dilakukan pada tanah yang distabilisasi yaitu:

- Pengujian pemadatan (sesuai dengan ASTM D 3441-86) Tujuan dilakukan pengujian ini untuk mentukan hubungan antara berat volume dan kadar air ketika tanah dipadatkan.

3.5.1. Pengujian Laboratorium

Pada proses pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah, dilakukan pengujian yaitu

- Indeks Properties

Pengujian ini meliputi pengujian kadar air (*water content*), pengujian batas-batas atterberg, pengujian berat jenis tanah dan analisa saringan.

3.5.2. Sampel Uji

Jumlah sampel yang akan digunakan pada pengujian dibuat pada masing-masing titik lokasi pengambilan sampel dan jumlah pengujian secara detail adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Jumlah pengujian yang dilakukan (Penelitian,2023)

No	Nama Pengujian	Jumlah pengujian
1	Kadar air	2 sampel
2	Pengujian berat jenis	2 sampel
3	Pengujian batas cair (<i>Liquid Limit</i>)	4 sampel
4	Pengujian batas plastis (<i>Plastis Limit</i>)	2 sampel
5	Analisa saringan	3 sampel
Total jumlah sampel uji		13 sampel

3.5.3. Prosedur Penelitian

3.5.4. Pengujian Kadar Air (*Water Content*)

Kadar air merupakan perbandingan antara berat air yang terkandung pada sampel tanah basah dengan berat dari tanah yang sudah kering hasil dari pengujian kadar air dinyatakan dalam persen (%). Tujuan pengujian kadar air untuk mengetahui jumlah kadar air yang terkandung pada sampel tanah. Standart pengujian kadar air menggunakan standart ASTM D 2216-92.

Untuk menghitung jumlah kadar air yang terkandung pada sampel tanah digunakan rumus sebagai berikut:

$$W_c = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%$$

Dimana:

W_c = Kadar air

W_1 = berat cawan kosong

W_2 = berat tanah basah

W_3 = berat tanah kering

3.5.5. Pengujian Berat Jenis (*Specify Gravity*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah pada sampel tanah yang di ambil di lapangan.

Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan nilai specify gravity (gs) adalah:

$$GS = \frac{Ws}{Ww}$$

Dimana:

Ws = berat tanah kering

$$= W_2 - W_1$$

$$Ww = W_4 + W_5 - W_3$$

Maka,

$$Gs = \frac{W_2 - W_1}{W_4 + (W_2 - W_1) - W_3}$$

Dimana:

G_s = berat jenis tanah

W_2 = berat piknometer dan tanah

W_3 = berat piknometer, tanah dan air

W_4 = berat piknometer dan air

3.5.6. Pengujian Batas-batas Atterberg

Pengujian batas-batas atterberb bertujuan untuk menunjukkan bats-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan hubungan kadar air pada tanah. Batas-batas atterberg terdiri dari batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinage limit*).

3.5.7. Uji Batas Cair (*Liquid Limit*)

Pengujian batas cair merupakan pengujian untuk menentukan batas antara keadaan cair pada tanah dengan melakukan pengujian *cassagrande*. Pada pengujian ini, dapat diketahui bahwa jika kadar air meningkat maka jumlah pukulan pada alat *casagrande* menurun. Jadi jika pukulan pada alat *casagrande* sedikit maka air yang ada semakin banyak. Hal tersebut disebabkan karena terdapat air pada pori-pori tanah maka konsistensi tanah akan berubah sehingga mudah untuk bergerak dan permukaan *casagrande* akan menjadi licin karena air.

Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan batas cair (*liquid limit*) adalah:

$$\text{Kadar air (wc)} = \frac{W2 - W3}{W3 - W1} \times 100\%$$

Dimana:

W_c = Kadar air

W_1 = berat cawan kosong

W_2 = berat tanah basah

W_3 = berat tanah kering

3.5.8. Pengujian Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis dapat didefinisikan sebagai kadar air yang terkandung pada tanah pada fase antara plastis dan semi padat. Jika kadar air yang berada pada tanah berkurang, maka tanah akan menjadi lebih keras dan mampu untuk menahan perubahan bentuk. Perubahan bentuk pada tanah dari cair menjadi padat akan mengalami fase perubahan menjadi semi padat. Pada pengujian ini sampel tanah yang digunakan

merupakan tanah yang lolos saringan 60 Tujuan dari pengujian batas plastis untuk menentukan jumlah kadar air yang terkandung pada tanah pada saat tanah berubah dari fase menjadi fase semi padat begitu sebaliknya.

Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan batas plastis (*plastic limit*) adalah:

$$\text{Kadar air (wc)} = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%$$

Dimana:

W_c = Kadar air

W_1 = berat cawan kosong

W_2 = berat tanah basah

W_3 = berat tanah kering

3.5.9. Indeks plastisitas

Indeks plastisitas merupakan interval kadar air ketika tanah masih bersifat plastis. Maka, indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah. Sifat-sifat keplastisan tanah dinyatakan dengan indeks plastisitas (*plasticity indeks*) yang merupakan selisih dari nilai kadar air batas cair dan nilai kadar air batas plastis.

Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan nilai indeks plastisitas adalah:

$$PI = LL - PL$$

Dimana:

PI = Indeks Plastis

LL = Batas cair (*liquid limit*)

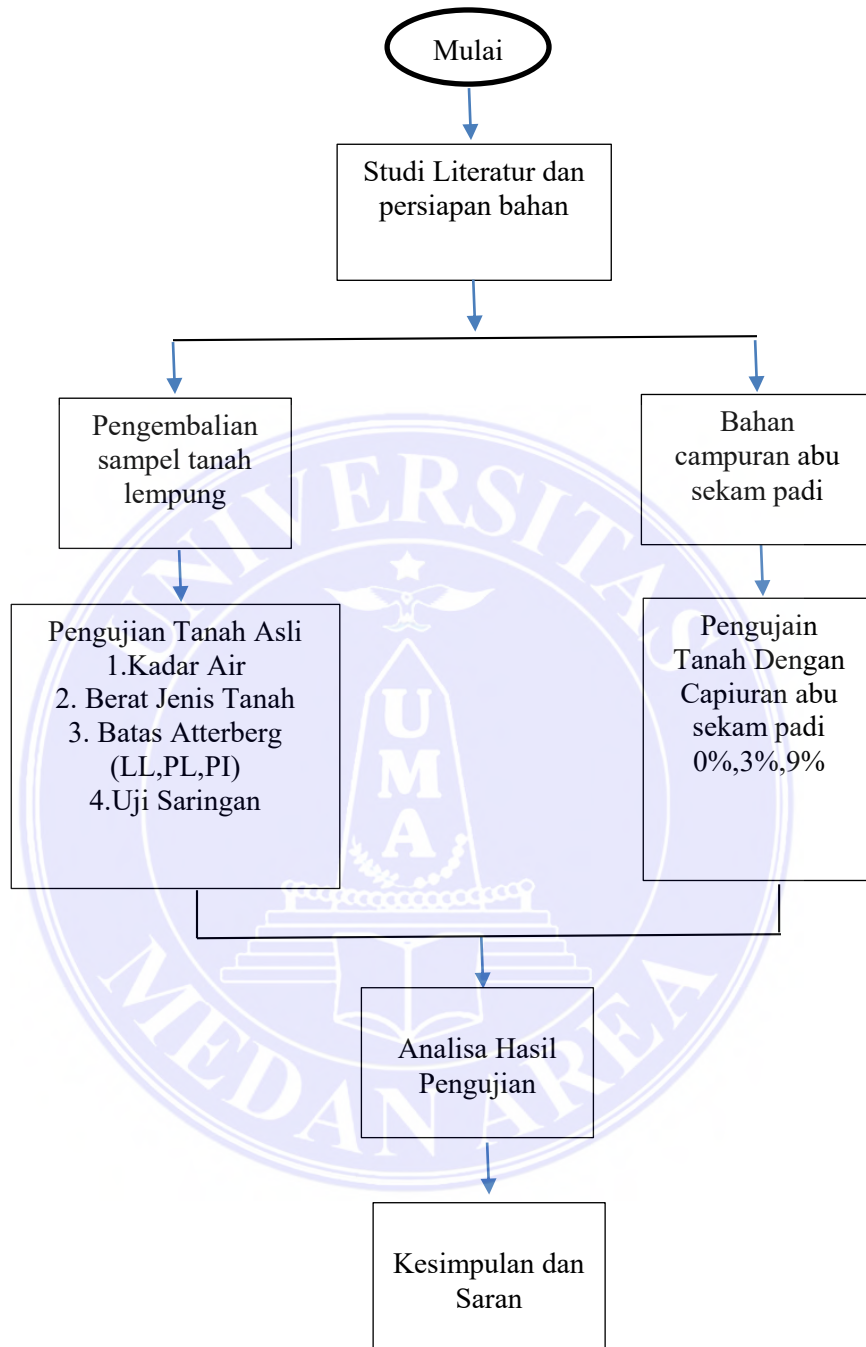
PL = Batas plastis (*plastic limit*)

3.5.10. Analisa Saringan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi ukuran butiran tanah berdasarkan butir halus dan butir kasar. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengklasifikasi tanah berdasarkan nilai koefisien keseragaman (C_u) dan kurva distribusi ukuran butir.



3.6 Kerangka Berpikir



Gambar 12. Kerangka Berpikir (Analisis Penelitian, 2023)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dengan perhitungan pada variasi penambahan Abu Sekam Padi diatas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

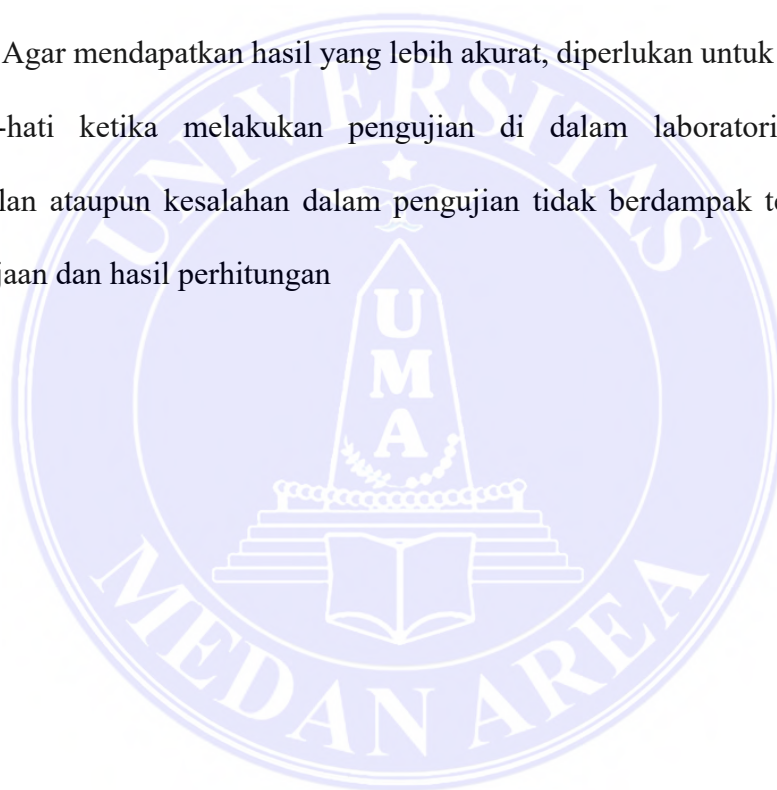
1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Medan Area. Tanah lempung yang diambil dari Jalan Pantai Labu, Emplasmen Kuala Namu, Kec. Lubuk Pakam, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara dapat diklasifikasikan sebagai tanah lempung lunak dengan tingkat plastisitas yang tinggi, dengan nilai indeks plastisitas $>11\%$. Berdasarkan klasifikasi tanah menggunakan sistem klasifikasi tanah USCS (*Unified Soil Classification System*), tanah ini termasuk dalam kelompok CH, yaitu tanah lempung anorganik dengan tingkat plastisitas yang tinggi, juga dikenal sebagai lempung "gemuk" atau *fatclays*
2. Penambahan Abu Sekam Padi terhadap tanah tersebut dapat menurunkan nilai batas cair tanah. Batas cair tanah aslinya 59,627% dan ketika ditambahkan campuran kapur menjadi 55,15% pada campuran 3% kapur, 51,37% pada campuran 9% kapur, Hal ini disebabkan adanya proses sedimentasi sehingga terjadi pengerasan pada tanah.
3. Penambahan Abu Sekam Padi terhadap tanah lempung dapat menaikkan nilai batas plastisnya. Batas plastis tanah aslinya 27,67% dan ketika ditambahkan campuran Abu Sekam Padi menjadi 32,20% pada campuran

3% kapur, 38,40% pada campuran 9% kapur, Hal ini terjadi karena reaksi abu sekam padi pada tanah yang menyebabkan penggumpalan (*flokulasi*)

4. Dengan naiknya nilai Batas Plastis dan turunnya Batas Cair pada tanah tersebut, maka Indeks Properties tanah lempung mengalami perbaikan ketika dicampurkan dengan Abu Sekam Padi

5.2 Saran

Agar mendapatkan hasil yang lebih akurat, diperlukan untuk lebih teliti dan berhati-hati ketika melakukan pengujian di dalam laboratorium, sehingga kegagalan ataupun kesalahan dalam pengujian tidak berdampak terhadap waktu pengerjaan dan hasil perhitungan



Daftar Pustaka

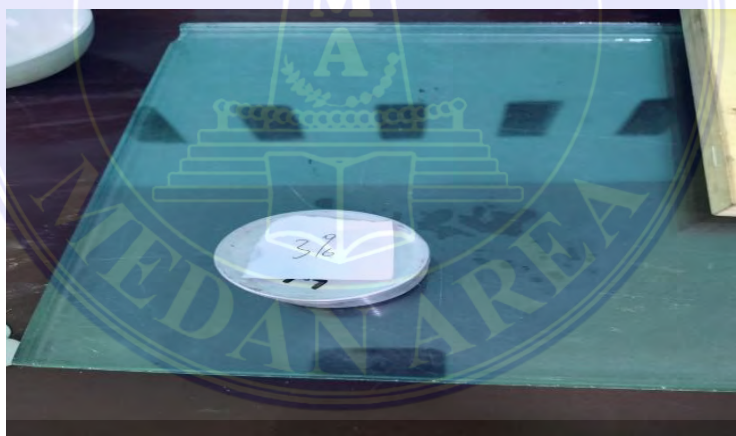
- Abdurrozak, M, R. (2017). Stabilisasi tanah lempung dengan bahan tambah abu
- Agus, F. dan I.G.M. Subiksa. 2008. Lahan Gambut : Potensi untuk Pertanian dan aspek Lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Center, Bogor.
- Alwi M. 2006. Perubahan Kemasaman Tanah Gambut Dangkal Akibat Pemberian Bahan Amelioran. *Jurnal Tanah Tropikal*. 12(2):77-83.
- Ariyani, N, dan Wahyuni, P. D (2007). Perbaikan Tanah Lempung dari Grobogan Purwodadi dengan campuran semen dan abu sekam padi. *Majalah ilmiah UKRIM Edisi 1*. Yogyakarta: Jurusan tekni sipil UKRIM Yogyakarta 1-17
- Hardiyatmo, H. C., (2001). Prinsip-Prinsip Mekanika Tanah Dan Soal Penyelesaian I. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta: s.n
- Katrinnada. (2021) Pengaruh penambahan abu sekam padi dan kapur terhadap nilai Daya dukung tanah lunak gambut di kabupaten barito kuala jurnal fakultas Teknik
- Sekam padi dan kapur pada subgrade perkerasan jalan. *Teknisia*, 4164-424
- Sutikno, dan Yatmadi D (2010), Studi stabilitas tanah ekspansif dengan penambahan Pasir untuk tanah Dasar Konstruksi Jalan Poli Teknologi
- Utami G, S, dkk (2015). Stabilisasi tanah dasar (SUBGRADE) dengan menggunakan pasir untuk menaikkan nilai CBR dan menurunkan swelling. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III* 587-595
- Yuniarti, R, Suarini, I,G,A,& Ismawati (2008) Perbandingan nilai daya Dukung Tanah Dasar Badan Jalan Yang Distabilisasi Semen Dan Abu Sekam Padi. *Jurnal media Teknik Sipil*

LAMPIRAN

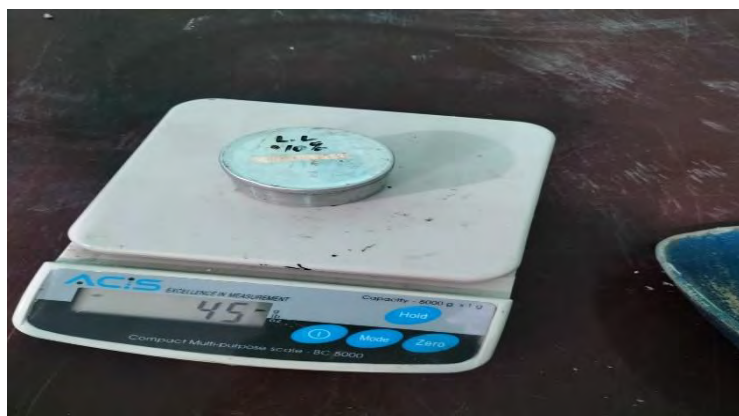
Lampiran 1: Campuran Sampel Tanah & Abu Sekam Padi



Lampiran 2: Sampel Uji



Lampiran 3: Benda Uji Ditimbang (Kadar Air)



Lampiran 4: Pengujian Batas Cair



Lampiran 5: Pengujian *Specific Gravity*



Lampiran 6: Pengujian *Batas Plastis*

