

**PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR Ca(OH)₂ PADA
TANAH LEMPUNG TERHADAP PLASTISITAS
DAN NILAI CBR TANAH DASAR
PERKERASAN JALAN RAYA
(PENELITIAN)**

Skripsi

*Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat Menempuh
Ujian Sarjana Teknik Sipil*

OTARIS TAFONAO

118110075



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2017**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)28/8/23

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR CA(OH)₂ PADA TANAH LEMPUNG (CLAY) TERHADAP PLASTISITAS DAN NILAI CBR TANAH DASAR (SUBGRADE) PERKERASAN JALAN RAYA (PENELITIAN)

SKRIPSI

Disusun oleh :

OTARIS TAFONAO

11 811 0075

Disetujui :

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

(Ir. H. Edy Herrmanto, MT)

(Ir. Nurmaidah, MT)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Program Studi Teknik Sipil,



(Prof. Dr. Dadan Ramdan, M, Eng, M.S.c.)

Tanggal Sidang Sarjana : 27, November 2016

(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/8/23

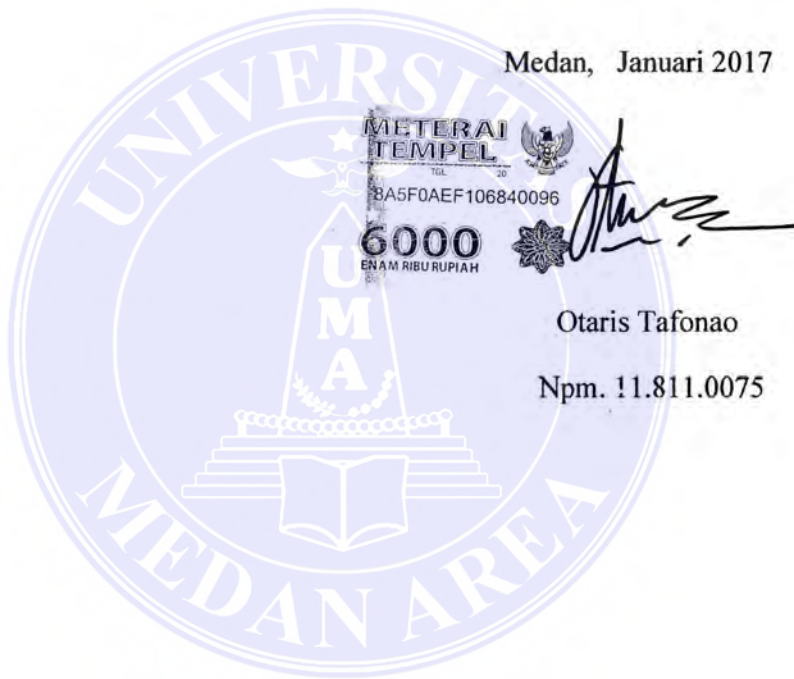
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

LEMBARAN 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 norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi – sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Januari 2017



Otaris Tafonao

Npm. 11.811.0075

ABSTRAK

Pada suatu daerah, dimana ruas jalan yang akan dibangun harus melalui suatu kondisi lapisan tanah yang tidak stabil, maka metode stabilisasi tanah merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam perencanaan konstruksi jalan raya. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, semakin banyak metode yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah ekspansif dengan tingkat kembang susut tinggi. Salah satu metode yang sering digunakan adalah dengan penambahan aditif baik yang bersifat alami maupun kimia.

Maksud untuk menganalisa pengaruh penambahan Ca(OH)₂ terhadap tanah lempung sebagai perkerasan jalan. Kemudian Tujuan dari penulisan pada penelitian ini adalah mendapatkan perbandingan antara plastisitas tanah dasar dan nilai CBR tanah asli dengan yang telah distabilisasi menggunakan kapur Ca(OH)₂. Tanah lempung yang diuji termasuk lempung dengan plastisitas tinggi dengan nilai batas cair (LL) 52,38% dan indeks plastisitas 10,69% dan tergolong ML menurut USCS dan golongan A-2-5 menurut AASHTO. Setelah tanah dicampur dengan kapur, terjadi perubahan klasifikasi tanah menurut Sistem Unified maupun AASHTO. Menurut Unified, dengan nilai batas cair = 44,40% dan indeks plastisitas = 5,15% maka tanah lempung yang telah dicampur dengan kapur termasuk golongan ML atau OL. Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO maka tanah lempung yang diteliti dikategorikan ke dalam kelompok A-2-5.

Berdasarkan hasil penelitian terhadap tanah asli dan tanah yang telah dicampur kapur, pengaruh yang paling dominan akibat stabilisasi dengan kapur yaitu penurunan indeks plastisitas, yaitu dari 10,69% menjadi 5,15% dengan persentase penurunan sebesar 5,54% . Nilai CBR Laboratorium juga mengalami kenaikan yang signifikan, yaitu dari 2,69 % menjadi 14,88 %, dengan presentase kenaikan sebesar 12,19. Stabilisasi dengan kapur juga mengubah sifat tanah unconfined dalam sistem klasifikasi kuat tekan bebas tanah, yaitu dari 0,20 kg/cm² menjadi 1,47 kg/cm² atau dari jenis very soft menjadi stiff.

Kata kunci : Stabilisasi, tanah dasar, kapur.

ABSTRACT

In a region, where the roads to be constructed should melalauai a condition of unstable soil layer , the soil stabilization method is one alternative that can be used in planning highway construction . Along with the development of science, a growing number of methods that can be used to improve the quality of expansive soil with a high shrinkage rate of development. One method often used is the additive both natural and chemically.

The intention to analyze the effect of the addition of Ca (OH)₂ on clay as road pavement. Later on penelitian purpose of writing is to get a comparison between the basic soil plasticity and CBR value with the original soil has been stabilized using lime Ca (OH)₂ .Clays tested included clay with high plasticity with the value of the liquid limit (LL) 52.38 % and 10.69 % plasticity index and ML classified according to USCS and class A - 2-5 according to AASHTO. After the soil is mixed with lime, changes in soil classification according to the Unified System or AASHTO. According Unified, with a value of 44.40 % = liquid limit and plasticity index = 5.15 % , the clay that had been mixed with lime belonged to the ML or OL. Based on the AASHTO classification system studied clay categorized into groups of A - 2-5.

Based on the findings of the original soil and the soil was mixed lime , the most dominant influence due to stabilization with lime is a decrease in the plasticity index, ie from 10.69 % to 5.15 % with a percentage decrease of 5.54%. Laboratory CBR value also increased significantly , from 2.69 % to 14.88 % , with a percentage increase of 12.19. Stabilization with lime is also changing the nature of the soil in the classification system unconfined compressive strength of free land, ie from 0.20 kg / cm² to 1.47 kg / cm² or of the type of very soft becomes stiff.

Keywords : stabilization , subgrade , lime.

KATA PENGANTAR

Mengucapkan rasa syukur yang tiada hingga kepada Tuhan YME yang selalu memberikan rahmat dan karunianya hingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Adapun judul dari Skripsi ini adalah **“Pengaruh Penambahan Kapur Ca(OH)₂ pada Tanah Lempung (Clay) terhadap Plastisitas dan Nilai CBR Tanah Dasar (Subgrade) Perkerasan Jalan”**. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata I (S1) di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan dan bantuan dari semua pihak. Penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan, motivasi dan doa yang diberikan hingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area, terutama kepada :

- Bapak Prof. Dr. H.A..Ya'kub Matondang MA, selaku Rektor Universitas Medan Area.
- Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M, Eng, M.S.c. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
- Bapak Ir. Kamaluddin Lubis,MT, selaku ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
- Bapak Ir. Edy Hermanto,MT, selaku Dosen Pembimbing I saya yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pemikiran untuk membantu dan mengarahkan penulis hingga selesainya tugas akhir ini.

- Ibu Ir. Nurmaidah, MT, selaku Dosen Pembimbing II saya yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pemikiran untuk membantu dan mengarahkan penulis hingga selesainya tugas akhir ini.
- Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Staff Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
- Ibu Ir. Hj. Jupriah Syarifah, MT selaku kepala laboratorium mekanika tanah Universitas Islam Sumatera Utara yang telah memberikan izin uji percobaan laboratorium di laboratorium mekanika tanah UISU.
- Ucapan terima kasih penulis yang sebesar-besarnya kepada semua keluarga yang telah banyak memberikan kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta do'a yang tiada henti untuk penulis.
- Terimakasih kepada semua teman stambuk 2011 Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area, keluarga dan kekasih yang telah memberikan dukungan dan bantuan hingga selesainya skripsi ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melindungi dan memberkati kita semua. Agar kita dapat berguna bagi Bangsa, Negara dan berguna juga bagi orang lain serta kita sendiri. Amin

Medan, Januari 2017
Penulis

OTARIS TAFONAO
11-811-0075

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRCT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Umum	1
1.2. Latar Belakang	2
1.3. Permasalahan	3
1.4. Maksud dan Tujuan	4
1.5. Pembatasan Masalah	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tanah	5
2.2. Sifat sifat Umum Mineral Lempung	7
2.3. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Plastisitas dan CBR Tanah Lempung	12
2.3.1. Faktor – faktor yang mempengaruhi kepadatan tanah dasar	13
2.4. Stabilisasi Tanah Lempung Sebagai <i>Subgrade</i> dengan Menggunakan Bahan Aditif Kapur Ca(OH) ₂	14
2.4.1. Proses kimia stabilisasi tanah dengan kapur	17
2.5. Sistem Klasifikasi Tanah... ..	21
2.5.1 Sistem Klasifikasi Unified.....	21
2.5.2 Sistem Klasifikasi AASHTO	24
2.6. Sifat Fisik Tanah	27
2.6.1 Hubungan Antara Butiran, Air dan Udara dalam Tanah.....	27
2.7. Batas batas Atterberg	32
2.7.1 Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>).....	34
2.7.2 Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>).....	34

2.7.3 Indeks Plastisitas (<i>Plasticity Index</i>)	34
2.7.4. Indeks Cair (<i>Liquidity Index</i>)	35
2.8 Pengujian Pemadatan Tanah (<i>Proctor Standar</i>)	35
2.8.1 Penentuan Kadar Air Optimum	36
2.9 Percobaan CBR Unsoaked	37
2.10. Unconfined Compression Test (Test Uji Tekan Bebas)	38
BAB III. METODE PENELITIAN	39
3.1 Persiapan Penelitian	39
3.2 Pekerjaan Lapangan	39
3.2.1. Peralatan	40
3.2.2. Bahan Uji	40
3.3. Pekerjaan Laboratorium	41
3.3.1 Sampel Uji.....	41
3.4 Pemeriksaan Properties Tanah Asli	42
3.4.1. Pemeriksaan Basic Properties Tanah Asli.....	42
A. Pengujian Kadar Air	42
B. Pengujian Berat Jenis Tanah (Specific Gravity)	43
C. Analisa Saringan & Hidrometer	44
D. Percobaan Atterberg Limit.....	44
3.4.2 Pemeriksaan Engineering Properties Tanah Asli	45
A. Percobaan CBR Laboratorium	45
B. Percobaan Unconfined Compression Strenght	45
3.5. Penelitian pada Tanah yang Distabilisasi dengan Ca(OH) ₂	46
3.5.1 Pengujian Batas – Batas Konsistensi	46
3.5.2. Pengujian Pemadatan (Compaction Test)	47
3.5.3. Percobaan CBR Laboratorium	48
3.5.4. Percobaan Unconfined Compression Strenght.....	50
BAB IV. PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN	52
4.1 Karakteristik Tanah Lempung setelah Dicampur dengan Ca(OH) ₂	52

dengan Ca(OH) ₂	52
4.1.2. Pengaruh Penambahan Ca(OH) ₂ pada Tanah Lempung (Clay) terhadap Plastisitas Tanah Dasar (Subgrade).....	54
4.1.3. Pengaruh Penambahan Ca(OH) ₂ terhadap Berat Isi Kering Maksimum dan Kadar Air Optimum Lempung	56
4.1.4. Pengaruh Penambahan Ca(OH) ₂ Terhadap Kekuatan dan Daya Dukung Lempung (Clay)	58
A. Nilai CBR Laboratorium yang telah Distabilisasi dengan Ca(OH) ₂	58
B. Nilai Kekuatan Tekan Bebas (Qu) Lempung yang Telah Distabilisasi dengan Ca(OH) ₂	59
4.2 Analisa dan Diskusi	60
4.2.1 Klasifikasi Tanah Asli	60
4.2.2. Sistem Klasifikasi Kesatuan Tanah / <i>Unified Soil Classification System</i> (USCS)	60
4.2.3 Sistem Klasifikasi AASHTO	62
4.2.4 Klasifikasi Tanah yang Telah Dicampur dengan Ca(OH) ₂	63
4.2.5. Pengaruh Stabilisasi Lempung dengan Kapur Ca(OH) ₂ Terhadap Indeks Plastisitas, CBR Laboratorium, dan Kuat Tekan Bebas	64
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	65
6.1. KESIMPULAN	65
6.2. SARAN	65
Daftar Pustaka	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Persyaratan Sifat – sifat Kapur Untuk Stabilisasi Tanah	16
Tabel 2.2. Perbandingan Antara Ca(OH) ₂ dengan CaO	17
Tabel 2.3. Kelebihan Stabilisasi dengan Kapur ditinjau dari tiap – tiap Propertis	20
Tabel 2.4. Sistem Klasifikasi Tanah UNIFIED	23
Tabel 2.5. Presentase Butiran Lolos dari masing – masing Ayakan	26
Tabel 2.6. Sistem Klasifikasi tanah AASTHO	27
Tabel 2.7. Sifat-sifat Tanah Ditinjau dari Nilai Indeks Plastisitas	34
Tabel 3.1. Hasil Pengujian Untuk Tanah Asli.....	41
Tabel 3.2. Hasil Pengujian Untuk Tanah Asli + Kapur Ca(OH) ₂	42
Tabel 3.3. Summary Labororium Test Terhadap Tanah Asli.....	46
Tabel 3.4. Nilai Batas – batas Konsisten Tanah Lempung Setelah Distabilisasi Dengan Kapur.....	47
Tabel 3.5. Hasil Penelitian CBR Labororium Dengan Variasi Penambahan Kapur	50
Tabel 3.6. Hasil Penelitian Terhadap Kekuatan Tekan Bebas dengan Berbagai Variasi Penambahan Kapur	51
Tabel 4.1. Sifat – sifat Tanah ditinjau dari Nilai Indeks Plastisitas	55
Tabel 4.2. Korelasi Indeks Uji dengan Tingkat Pengembangan Menurut Holtz dan Gibbs	56
Tabel 4.3. Jenis Tanah Menurut UCS	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Variasi Indeks Plastisitas dengan Persen fraksi Lempung	8
Gambar 2.2. Hubungan Antara presentase Butiran lempung dengan Aktifitas	10
Gambar 2.3. Nilai – nilai Batas Aterbbeg Untuk sub kelompok A-4,A-5,A-6 dan A-7	25
Gambar 2.4. Diagram Fase Tanah.....	28
Gambar 2.5. Batas – batas Atterberg.....	33
Gambar 2.6. Kurva hubungan kadar air dengan berat voume kering	37
Gambar 3.1. Sampel Tanah dan kapur	40
Gambar 3.2. Perhitungan kadar Air Pada Percobaan Water Content.	43
Gambar 3.3. Perhitunngan Berat Jenis Tanah (Specific Gravity)	43
Gambar 3.4. Sampel Tanah Pada Saat disaring dan ditimbang	44
Gambar 3.5. Persiapan Benda Uji Atterberg Limit dan Pengujian Liquid	45
Gambar 3.6. Pengujian pemadatan compaction test	48
Gambar 3.7. Pengujian CBR dan perendaman sampel.	49
Gambar 3.8. Pengujian Unconfined.	50
Gambar 4.1. Perbandingan Indeks Plastisitas Lempung yang telah Dicampur Ca(OH) ₂ dengan Berbagai Variasi Kadar kapur.....	54
Gambar 4.2. Hubungan Antara Presentase Ca(OH) ₂ dengan berat isi Kering Maksimum	57
Gambar 4.3. Perbandingan Nilai CBR Lempung Yang dicampur Ca(OH) ₂ dengan Berbagai Variasi Kadar Kapur.	58
Gambar 4.4. Klasifikasi Tanah menurut USCS	61
Gambar 4.5. Klasifikasi Tanah Asli menurut AASHTO	62

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Umum

Peningkatan pergerakan penduduk akan menimbulkan peningkatan volume lalu lintas. Peningkatan volume lalu lintas tidak akan menimbulkan masalah apabila kapasitas jalan masih dapat menampung volume lalu lintas tersebut. Tetapi yang terjadi sekarang adalah volume lalu lintas telah melewati kapasitas jalan sehingga menimbulkan masalah lalu lintas seperti penurunan kecepatan, tundaan, bahkan kemacetan.

Perkerasan jalan merupakan sistem yang memiliki jangka waktu. Dimana sering kali kerusakan terjadi sebelum umur rencana perkerasan tersebut. Kerusakan yang terjadi pada perkerasan sangat beragam. Salah satunya diakibatkan oleh kerusakan lapisan tanah dasar. Tanah dasar adalah permukaan tanah asli, permukaan galian, atau permukaan tanah timbunan.

Fungsi tanah dasar adalah menerima tekanan akibat beban lalu lintas yang ada di atasnya sehingga tanah dasar harus mempunyai kapasitas dukung yang optimal sehingga mampu menerima gaya akibat beban lalu lintas tanpa mengalami kerusakan yang merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian – bagian perkerasan lainnya. Tanah dasar merupakan kumpulan material padat dengan rongga – rongga di antaranya, dimana rongga itu dapat berisi air atau tidak. Pada teknik jalan raya, agar jalan berfungsi dengan baik, sangat diharapkan

UNIVERSITAS MEDAN AREA minimal mungkin, dan komponen padat dari tanah dapat

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

Tanah asli yang dapat dipadatkan bila tanahnya baik.

Tanah yang didatangkan dari tempat lain kemudian dipadatkan.

Tanah yang distabilisasi dengan bahan tambahan (adiktif).

1.2. Latar Belakang

Tanah dalam pandangan teknik sipil adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan – endapan yang relative lepas yang terletak diatas batuan dasar (Hardiyatmo, H.C., 2006). Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran) padat yang tersementasi satu sama lain dan dari bahan bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang – ruang kosong diantara partikel padat tersebut. (BRAJA M. Das, 1988)

Jenis ini sangat tergantung pada partikel – partikel yang paling dominan pada tanah tersebut. Dari segi mineral yang disebut tanah lempung adalah yang mempunyai partikel – partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat plastis pada tanah apabila dicampur dengan air, jadi dari segi mineral tanah dapat juga disebut bukan tanah lempung meskipun terdiri dari partikel – partikel yang sangat kecil. Jurnal Rancang Sipil Instuti Teknologi Medan 2012 (Cut Nuri Badariah)

Pada suatu perencanaan konstruksi jalan raya, lapisan tanah dasar merupakan lapisan paling bawah yang berfungsi untuk meneruskan beban dari lapis perkerasan , namun tidak selamanya lapisan tanah dasar mampu berfungsi dengan baik sebagai daya dukung. Hanya lapisan dengan klasifikasi baik dan stabil akan mampu berfungsi sebagai daya dukung dan memenuhi persyaratan

Pada suatu daerah, dimana ruas jalan yang akan dibangun harus melalau suatu kondisi lapisan tanah yang tidak stabil, maka metode stabilisasi tanah dengan bahan additive tertentu merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam perencanaan konstruksi jalan raya. Berbagai penelitian telah dilakukan terhadap berbagai bahan additive yang digunakan dalam proses stabilisasi tanah, seperti semen, kapur, fly ash, bitumen, bahan kimia dan berbagai jenis material limbah industry, seperti bubuk logam (Hosiya dan Mandal 1984), campuran abu terbang dan geosta (Hopsoro,1996) Menurut Kenzi (1979).

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, semakin banyak metode yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah ekspansif dengan tingkat kembang susut tinggi. Salah satu metode yang sering digunakan adalah dengan penambahan aditif baik yang bersifat alami maupun kimia. Tindakan yang pernah dilakukan antara lain metode stabilisasi tanah dengan kapur dan abu sekam padi (Trisnayani, 2008), semen clean set (Santoso dan Winoto, 1991) dan geosta (Henry dan Hwie, 1997). Jurnal ilmiah Teknik sipil 2013 N. Ari Budiman.

1.3. Permasalahan

Permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah

1. Untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung ekspansif yang rendah agar dapat memenuhi syarat sebagai bahan subgrade jalan harus dilakukan stabilisasi.
2. Menggunakan stabilisasi kapur dapat meningkatkan daya dukung tanah lempung yang lebih baik.

1.4. Maksud dan Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk menganalisa pengaruh penambahan Ca(OH)₂ terhadap tanah lempung sebagai perkerasan jalan.

Kemudian tujuan dari penulisan pada penelitian ini adalah mendapatkan perbandingan antara plastisitas tanah dasar dan nilai CBR tanah asli dengan yang telah distabilisasi menggunakan kapur Ca(OH)₂. Hasil akhir yang diperoleh diharapkan dapat menjadi pembelajaran bagi aplikasi stabilisasi tanah dasar untuk digunakan sesuai dengan kondisi lapangan.

1.5. Pembatasan Masalah

1. Kondisi tanah yang digunakan dalam kondisi tanah normal dan kondisi tanah lempung + kapur
2. Kapur yang digunakan jenis kapur padam
3. Waktu perendaman sampel tanah

Parameter plastisitas dihitung melalui percobaan Atterberg Limit dan parameter daya dukung dihitung melalui percobaan CBR Laboratorium dan Unconfined Compression Strength. Pada percobaan laboratorium, dilakukan teknik perawatan dengan waktu perendaman selama 4 hari, untuk mengetahui pengaruh yang diakibatkan oleh reaksi kimia antara kapur, lempung, dan air.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah

Tanah dalam pandangan teknik sipil adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan – endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, H.C. 2010, hal 1). Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran) padat yang 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. (Braja M Das, 2002)

Tanah juga didefinisikan sebagai akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Diantara partikel – partikel tanah terdapat tanah ruang kosong yang disebut pori – pori yang berisi air dan udara. Ikatan yang lemah antara partikel – partikel tanah disebabkan oleh karbonat dan oksida yang tersenyawa diantara partikel – partikel tersebut, atau dapat juga disebabkan oleh adanya material organik. Bila hasil dari pelapukan tersebut berada pada tempat semula maka bagian ini disebut sebagai tanah sisa (*residu soil*). Hasil pelapukan terangkut ke tempat lain dan mengendap di beberapa tempat yang berlainan disebut tanah. bawaan (*transportation soil*). Media pengangkut tanah berupa gravitasi, angin, air, dan gletsyer. Pada saat akan berpindah tempat, ukuran dan bentuk partikel – partikel dapat berubah dan terbagi dalam beberapa rentang ukuran.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/8/23

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

Proses penghancuran dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisis atau kimiawi. Proses fisis antara lain berupa erosi akibat tiupan angin, pengikisan oleh air dan *gletsyer*, atau perpecahan akibat pembekuan dan pencairan es dalam batuan sedangkan proses kimiawi menghasilkan perubahan pada susunan mineral batuan asalnya. Salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam alkali, oksigen dan karbondioksida. Pelapukan kimiawi menghasilkan pembentukan kelompok-kelompok partikel yang berukuran koloid (<0,002 mm) yang dikenal sebagai mineral lempung.

Tanah lempung terdiri dari butir – butir yang sangat kecil (< 0.002 mm) dan menunjukkan sifat – sifat plastisitas dan kohesi. Kohesi menunjukkan kenyataan bahwa bagian – bagian itu melekat satu sama lainnya, sedangkan plastisitas adalah sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu dirubah – rubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya, dan tanpa terjadi retakan – retakan atau terpecah – pecah (L.D Wesley, 1977). Tinjauan pustaka Teknik Sipil Usu 2010 (Fachri Ggazali)

Partikel lempung dapat berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus. Karena itu, tanah lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan. Umumnya, terdapat kira-kira 15 macam mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung. Beberapa mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung yakni : *montmorillonite*, *illite*, *kaolinite*, dan *polygorskite* (Hardiyatmo. H.C. 1992, hal 14). Semua macam tanah secara umum terdiri dari tiga bahan, yaitu butiran tanahnya sendiri, serta air dan udara yang terdapat dalam ruangan antara butir - butir tersebut. Ruangan ini

UNIVERSITAS MEDAN AREA Apabila tanah sudah benar - benar kering maka tidak akan

ada air sama sekali dalam porinya, keadaan semacam ini jarang ditemukan pada tanah yang masih dalam keadaan asli di lapangan. Air hanya dapat dihilangkan sama sekali dari tanah apabila kita ambil tindakan khusus untuk maksud itu, misalnya dengan memanaskan di dalam oven (Wesley, L.D. 1977, Hal 1). Tinjauan pustaka Teknik Sipil Usu 2010 (Fachri Ggazali)

Peranan tanah ini sangat penting dalam perencanaan atau pelaksanaan bangunan karena tanah tersebut berfungsi untuk mendukung beban yang ada di atasnya, oleh karena itu tanah yang akan dipergunakan untuk mendukung konstruksi harus dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai tanah dasar (*Subgrade*).

2.2. Sifat – Sifat Umum Mineral lempung

Sifat yang khas dari tanah lempung adalah dalam keadaan kering dia akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air. Tinjauan pustaka Teknik Sipil Usu 2010 (Fachri Ggazali).

Sifat-sifat umum mineral lempung :

a. Hidrasi

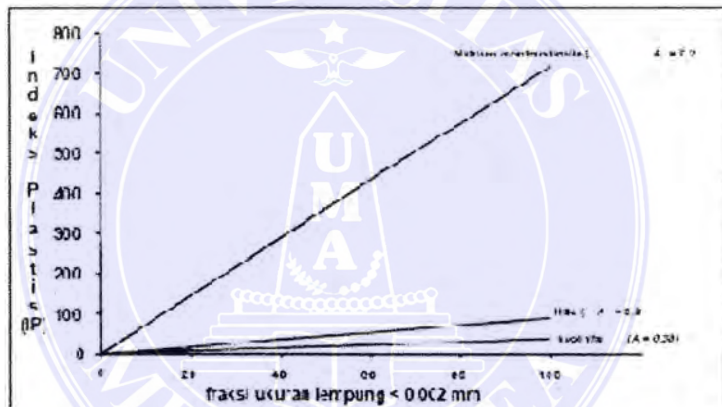
Partikel mineral lempung biasanya bermuatan negatif sehingga partikel lempung hampir selalu mengalami hidrasi, yaitu dikelilingi oleh lapisan-lapisan molekul air dalam jumlah yang besar. Lapisan ini sering mempunyai tebal dua molekul dan disebut lapisan difusi, lapisan difusi ganda atau lapisan ganda adalah

akan hilang pada temperature yang lebih tinggi dari 60° sampai 100° C dan akan mengurangi plastisitas alamiah, tetapi sebagian air juga dapat menghilang cukup dengan pengeringan udara saja.

b. Aktivitas (A)

Hardiyatmo.H.C. (2010) hal. 53 ketebalan air mengelilingi butiran tanah lempung tergantung dari macam mineralnya. Jadi, dapat diharapkan plastisitas tanah lempung tergantung dari :

1. Sifat mineral lempung yang ada pada butiran
2. Jumlah mineral



Sumber : Hariyatmo. H.C, Mekanika Tanah 1 hal 53, 2010

Gambar. 2.1. Variasi indeks plastisitas dengan persen fraksi lempung

Bila ukuran butiran semakin kecil, maka luas permukaan butiran akan semakin besar. Pada konsep Atterberg, jumlah air yang tertarik oleh permukaan partikel tanah akan bergantung pada jumlah partikel lempung yang ada di dalam tanah. Berdasarkan alasan ini, Skempton (1953) mendefinisikan aktivitas sebagai perbandingan antara indeks plastisitas dengan persen fraksi ukuran lempung atau dinyatakan $A=PI/C$

Dengan C adalah presentase berat fraksi ukuran lempung (ukuran butiran < 0.002mm atau 2 μm) dalam tanah. Variasi indeks plastisitas dengan presentase fraksi lempung untuk berbagai macam lempung diperlihstksn dalam gambar 1.26 Gambar di atas mengklasifikasikan mineral lempung berdasarkan nilai aktivitasnya, yaitu :

1. *Montmorrillonite* : Tanah lempung dengan nilai aktivitas $(A) \geq 7,2$
2. *Illite* : Tanah lempung dengan nilai aktivitas $(A) \geq 0,9$ dan $< 7,2$
3. *Kaolinite* : Tanah lempung dengan nilai aktivitas $(A) \geq 0,38$ dan $< 0,9$
4. *Polygorskite* : Tanah lempung dengan nilai aktivitas $(A) < 0,38$

Swelling Potensial atau kemampuan mengembang tanah dipengaruhi oleh nilai aktivitas tanah. Setiap tanah lempung memiliki nilai aktivitas yang berbeda-beda. mengindentifikasikan tingkat aktivitas tanah dalam 4 kelompok, yaitu :

- a. *Low/Rendah* : Tanah yang memiliki nilai *Swelling Potensial* $\leq 1,5 \%$
- b. *Medium/Sedang* : Tanah yang memiliki nilai *Swelling Potensial* $> 1,5 \%$ dan $\leq 5\%$
- c. *High/Tinggi* : Tanah yang memiliki nilai *Swelling Potensial* $> 5 \%$ dan $\leq 25\%$
- d. *Very High/sangat Tinggi* : Tanah yang memiliki nilai *Swelling Potensial* $> 25 \%$

lama terpisah penyebarannya menjadi lebih sukar karena adanya gejala *thixotropic (Thixopic)*, dimana kekuatan didapatkan dari lamanya waktu.

d. Pengaruh Zat Cair

Fase air yang berada di dalam struktur tanah lempung adalah air yang tidak murni secara kimiawi. Pada pengujian di laboratorium untuk batas Atterberg, ASTM menentukan bahwa air suling ditambahkan sesuai dengan keperluan. Pemakaian air suling yang relatif bebas ion dapat membuat hasil yang cukup berbeda dari apa yang didapatkan dari tanah di lapangan dengan air yang telah terkontaminasi. Air berfungsi sebagai penentu sifat plastisitas dari lempung. Satu molekul air memiliki muatan positif dan muatan negatif pada ujung yang berbeda (*dipolar*). Fenomena hanya terjadi pada air yang molekulnya dipolar dan tidak terjadi pada cairan yang tidak dipolar seperti karbon tetraklorida (CCl₄) yang jika dicampur lempung tidak akan terjadi apapun.

e. Sifat Kembang Susut (*Swelling*)

Tanah-tanah yang banyak mengandung lempung mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Perubahan itulah yang membahayakan bangunan. Tingkat pengembangan secara umum bergantung pada beberapa faktor, yaitu :

- 1) Tipe dan jumlah mineral yang ada di dalam tanah.
- 2) Kadar air.
- 3) Susunan tanah.
- 4) Konsentrasi garam dalam air pori.
- 5) Sementasi.

Secara umum sifat kembang susut tanah lempung tergantung pada sifat plastisitasnya, semakin plastis mineral lempung semakin potensial untuk menyusut dan mengembang.

2.3. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Plastisitas dan CBR Tanah

Lempung

a. Faktor Lingkungan

Tanah dengan plastisitas tinggi dalam keadaan kadar air rendah atau hisapan yang tinggi akan menarik air lebih kuat dibanding dengan tanah yang sama dengan kadar air yang lebih tinggi. Perubahan kadar air pada zona aktif dekat permukaan tanah, akan menentukan besarnya plastisitas. Pada zona ini terjadi perubahan kadar air dan volume yang lebih besar. Variasi peresapan dan penguapan mempengaruhi perubahan kedalaman zona aktif. Keberadaan fasilitas seperti drainase, irigasi, dan kolam akan memungkinkan tanah memiliki akses terhadap sumber air. Keberadaan air pada fasilitas tersebut akan mempengaruhi perubahan kadar air tanah. Selain itu vegetasi seperti pohon, semak, dan rumput menghisap air tanah dan menyebabkan terjadinya perbedaan kadar air pada daerah dengan vegetasi berbeda.

b. Karakteristik Material

Plastisitas yang tinggi terjadi akibat adanya perubahan sistem tanah dengan air yang mengakibatkan terganggunya keseimbangan gaya – gaya di dalam struktur tanah. Gaya tarik yang bekerja pada partikel yang berdekatan yang terdiri dari gaya elektrostatis yang bergantung pada komposisi mineral, serta gaya

Van der Waals yang bergantung pada jarak antar permukaan partikel. Partikel

lempung pada umumnya berbentuk pelat pipih dengan permukaan bermuatan listrik negatif dan ujung – ujungnya bermuatan positif. Muatan negatif ini diseimbangkan oleh kation air tanah yang terikat pada permukaan pelat oleh suatu gaya listrik. Sistem gaya internal kimia – listrik ini harus dalam keadaan seimbang antara gaya luar dan hisapan matrik. Apabila susunan kimia air tanah berubah sebagai akibat adanya perubahan komposisi maupun keluar masuknya air tanah, keseimbangan gaya – gaya dan jarak antar partikel akan membentuk keseimbangan baru. Perubahan jarak antar partikel ini disebut sebagai proses kembang – susut.

c. Kondisi Tegangan

Tanah yang terkonsolidasi berlebih bersifat lebih ekspansif dibandingkan tanah yang terkonsolidasi normal, untuk angka pori yang sama. Proses pengeringan – pembasahan yang berulang cenderung mengurangi potensi pengembangan sampai suatu keadaan yang stabil. Besarnya pembebanan akan menyeimbangkan gaya antar partikel sehingga akan mengurangi besarnya pengembangan. Ketebalan dan lokasi kedalaman lapisan tanah ekspansif mempengaruhi besarnya potensi kembang – susut dan yang paling besar terjadi apabila tanah ekspansif yang terdapat pada permukaan sampai dengan kedalaman zona aktif. Tinjauan pustaka Teknik Sipil Usu 2010 (Fachri Ggazali).

2.3.1 Faktor – faktor yang mempengaruhi kepadatan tanah dasar

Nilai CBR sangat bergantung kepada proses pemadatan. Sub grade dipadatkan hingga mencapai kepadatan kering maksimum, dan membentuk profil

sesuai yang direncanakan. Faktor – faktor yang mempengaruhi kepadatan material sub grade adalah :

- 1) Karakteristik material tanah dasar
- 2) Kadar air material tanah dasar
- 3) Jenis alat pematat yang digunakan
- 4) Massa (berat) alat pematat yang tergantung pada lebar roda dan pelat dasarnya
- 5) Ketebalan lapisan material yang dipadatkan
- 6) Jumlah lintasan alat pematat yang diperlukan

2.4. Stabilisasi Tanah Lempung Sebagai *Subgrade* dengan Menggunakan Bahan Aditif Kapur Ca(OH)₂

Untuk mendapatkan kondisi tanah yang memenuhi spesifikasi yang disyaratkan disebut stabilisasi tanah. Memperbaiki sifat - sifat tanah dapat dilakukan dengan cara, yaitu cara pemadatan (secara teknis), mencampur dengan tanah lain, mencampur dengan semen, kapur atau belerang (secara kimiawi), pemanasan dengan temperature tinggi, dan lain sebagainya. Metode atau cara memperbaiki sifat – sifat tanah ini juga sangat bergantung pada lama waktu pemeraman, hal ini disebabkan karena didalam proses perbaikan sifat – sifat tanah terjadi proses kimia dimana memerlukan waktu untuk zat kimia yang ada didalam aditif untuk bereaksi.

Persyaratan Material Tanah Dasar

Material yang digunakan untuk tanah dasar harus memenuhi ketentuan UNIVERSITAS MEDAN AREA sesuai dengan spesifikasi. Material berplastisitas tinggi golongan A-7-5 tidak

boleh digunakan sebagai lapisan tanah dasar (*Pengendalian Mutu Pekerjaan Tanah, Balai Geoteknik Jalan, hal 37*). Menurut AASHTO, tanah berplastisitas tinggi termasuk golongan A-7-6. Kelas A-7-6 adalah jenis tanah kelempungan berplastisitas tinggi dengan tingkatan umum “sedang sampai jelek”.

Batasan kelas A-7-6 antara lain :

- Lolos saringan no 200 > 36%
- Batas cair > 41%
- Indeks plastisitas > LL-30

Apabila material tanah dasar tidak memenuhi spesifikasi di atas, maka tanah tersebut terlebih dahulu harus distabilisasi sebelum dilakukan proses pekerjaan berikutnya.

- Kapur untuk Stabilisasi

Kapur yang umum digunakan untuk bahan stabilisasi adalah sebagai berikut:

1. Kapur kembang : CaO
2. Kapur padam : Ca (OH)₂

Tabel 2.1 Persyaratan sifat – sifat kapur untuk stabilisasi tanah

Unsur	Calcium Hidroksida	Calcium Oksida
Komposisi	Ca(OH) ₂	CaO
Bentuk	Serbuk tepung	Granular
Kepadatan Curah (t/m ³)	0,45 – 0,56	0,9 – 1,3
Ekuivalensi dengan Ca(OH) ₂	1,00	1,32
Magnesium dan Kalsium Oksida	> 95 %	> 92 %
Karbon Dioksida	5 % - 7 %	3 % - 10 %

Sumber : AustStab Technical Note, lime stabilisation practice, 2008

Kapur hidrasi digunakan di laboratorium dan komponen Ca(OH)₂ merupakan penentu reaksi dengan material tanah dasar. Sedangkan di lapangan, digunakan kapur mentah CaO untuk stabilisasi tanah dasar. Nilai konversi sangat penting untuk jumlah tingkat penghamparan karena adanya perbedaan dari sumber dan pabrik pengolahan kapur. Secara ringkas, kapur hidrasi Ca(OH)₂ tidak murni dan variasi penggunaan kapur di lapangan sangat beragam.

Keuntungan dan kekurangan menggunakan Ca(OH)₂ dan CaO :

Tabel 2.2 Perbandingan antara Ca(OH)₂ dengan CaO



Jenis Kapur	Keuntungan	Kekurangan
Ca(OH) ₂	Tidak memerlukan banyak air	Lebih peka untuk berdebu
CaO	1. Lebih hemat penggunaannya sekitar 30% daripada kapur jenis lain 2. Kepadatan curah lebih besar 3. Lebih cepat kering di lahan yang basah	1) Memerlukan banyak air daripada penggunaan kapur Ca(OH) ₂ 2) Mengeluarkan uap air saat proses <i>slaking</i>

Sumber : AustStab Technical Note, lime stabilisation practice, 2008

2.4.1 Proses kimia stabilisasi tanah dengan kapur

Tahapan proses kimia pada stabilisasi tanah menggunakan kapur adalah sebagai berikut:

a. Absorpsi air, reaksi eksotermis dan reaksi ekspansif

Pada temperatur di bawah 350°C, komponen kalsium oksida dari kapur mentah bereaksi dengan air untuk menghasilkan kalsium hidroksida seperti halnya pembebasan panas. Persamaan di bawah ini menunjukkan bahwa 56 unit berat dari kalsium oksida murni akan berhidrasi dengan 18 unit berat air. Dan sebaliknya, akan diperlukan 320 liter air untuk menghidrasi satu ton CaO. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



UNIVERSITAS MEDAN AREA

(*Calcium Oxide*) (*Calcium hydroxide*)

(*Quicklime*) (*Hydrated lime*)

(*Heat of hydration* ~ 272 kcal/kg CaO)

b. Reaksi pertukaran ion

Butiran lempung dalam kandungan tanah berbentuk halus dan bermuatan negatif. Ion positif seperti ion hidrogen (H⁺), ion sodium (Na⁺), ion kalsium (K⁺), serta air yang berpolarisasi, semuanya melekat pada permukaan butiran lempung.

Jika kapur ditambahkan pada tanah dengan kondisi seperti di atas, maka pertukaran ion segera terjadi, dan ion sodium yang berasal dari larutan kapur diserap oleh permukaan butiran lempung. Jadi, permukaan butiran lempung tadi kehilangan kekuatan tolaknya (*repulsion force*), dan terjadilah kohesi pada butiran itu sehingga berakibat kenaikan kekuatan konsistensi tanah tersebut. Jika kapur ditambahkan pada tanah dengan kondisi seperti di atas, maka pertukaran ion segera terjadi, dan ion sodium yang berasal dari larutan kapur diserap oleh permukaan butiran lempung. Jadi, permukaan butiran lempung tadi kehilangan kekuatan tolaknya (*repulsion force*), dan terjadilah kohesi pada butiran itu sehingga berakibat kenaikan kekuatan konsistensi tanah tersebut.

c. Reaksi pozolan;

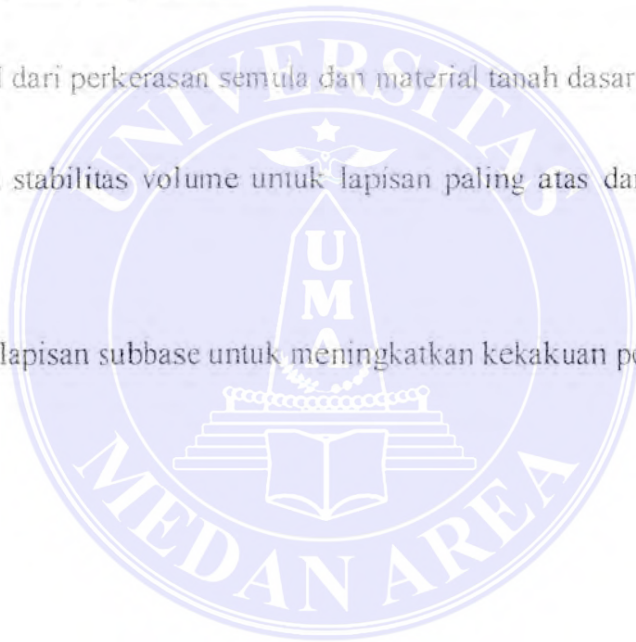
Reaksi antara silika (SiO₂) dan alumina (Al₂O₃) halus yang terkandung dalam tanah lempung dengan kandungan mineral reaktif, sehingga dapat bereaksi

lempung kapur dan air. Hasil reaksi adalah terbentuknya kalsium silikat hidrat

seperti: tobermorit, kalsium aluminat hidrat $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ dan gehlenit hidrat $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yang tidak larut dalam air. Pembentukan senyawa-senyawa ini berlangsung lambat dan menyebabkan tanah menjadi lebih keras, lebih padat dan lebih stabil.

Kondisi yang akan terjadi dari stabilisasi menggunakan kapur antara lain :

1. Meningkatkan kekakuan tanah dasar untuk pembangunan jalan baru atau merehabilitasi jalan yang telah ada
2. Mengurangi PI dari perkerasan semula dan material tanah dasar
3. Meningkatkan stabilitas volume untuk lapisan paling atas dari material yang dipilih
4. Memodifikasi lapisan subbase untuk meningkatkan kekakuan perkerasan



Summary kelebihan umum dari *lime stabilisation* :

Tabel 2.3. Kelebihan stabilisasi dengan kapur ditinjau dari tiap – tiap *properties*

<i>Properties</i>	Kelebihan
<i>Plasticity</i>	Indeks plastisitas akan berkurang, ini diakibatkan karena pengurangan liquid limit dan peningkatan plastis limit.
<i>Moisture density relationship</i>	Hasil dari reaksi antara kapur dengan lempung adalah perubahan yang substansial pada berat isi. Perubahan berat isi mencerminkan keadaan tanah yang baru dan ini adalah bukti bahwa terjadi perubahan fisik pada tanah selama masa perawatan
<i>Swell potensial</i>	Potensi pengembangan tanah dan pengembangan tekanan akan berkurang selama masa perawatan
<i>Drying</i>	Kapur sangat membantu pengeringan tanah yang basah. Kondisi ini memungkinkan untuk segera melakukan pemadatan
<i>Strenght properties</i>	UCS dan CBR tanah lempung yang distabilisasi dengan kapur akan mengalami peningkatan yang sangat besar. Kondisi ini akan semakin meningkat apabila kemudian dikombinasikan dengan semen setelah perawatan kapur.
<i>Water resistance</i>	Lempung yang distabilisasi dengan kapur akan menghasilkan lapisan yang kedap air dan menghalangi penetrasi dari kadar air tanah. Sehingga lapisan perkerasan tidak dipengaruhi oleh cuaca.

Sumber : AustStab Technical Note, lime stabilisation practice, 2008

2.5 Sistem Klasifikasi Tanah

2.5.1 Sistem Klasifikasi Unified

(Hardiyatmo, H.C., 2010, hal 1). Pada system unified, suatu tanah diklasifikasikan kedalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika lebih dari 50% tinggal didalam saringan nomor 200, dan sebagai tanah berbutir halus (lanau lempung) jika lebih dari 50% lewat saringan nomor 200. Selajutnya tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan subkelompok. Simbol – sibol yang digunakan tersebut adalah

G = kerikil (*gravel*)

S = pasir (*sand*)

C = lempung (*clay*)

M = lanau (*silt*)

O = lanau atau lempung organik (*organic silt or clay*)

Pt = tanah gambut dan tanah organik tinggi (*peat and highly orgame clay*)

W = gradasi baik (*well graded*)

P = gradasi buruk (*poor graded*)

H = plastisitas tinggi (*high plasticity*)

L = plastisitas rendah (*low plasticity*)

Prosedur untuk menentukan klasifikasi tanah sistem *Unified* adalah sebagai berikut :

a. Menentukan tanah apakah berupa butiran halus atau butiran kasar secara visual atau dengan cara menyaringnya dengan saringan nomor 200.

b. Jika tanah berupa butiran kasar :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Ditindungi Undang-Undang

Simbol – sibol tersebut dan menggambarkan grafik distribusi butirannya

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

2. Menentukan persen butiran lolos saringan no.4. Bila persentase butiran yang lolos $\leq 50\%$, klasifikasikan tanah tersebut sebagai kerikil. Bila persentase yang lolos $> 50\%$, klasifikasikan tanah tersebut sebagai pasir.
3. Menentukan jumlah butiran yang lolos saringan no.200 jika prosentase butiran yang lolos $\leq 5\%$, pertimbangkan bentuk grafik distribusi dengan menghitung C_u dan C_c . Jika termasuk bergradasi baik, maka klasifikasikan sebagai GW (bila berkerikil) atau SW (bila pasir). Jika termasuk bergradasi buruk, klasifikasikan sebagai GP (bila berkerikil) atau SP (bila pasir).
4. Jika prosentase butiran tanah yang lolos saringan no.200 di antara 5 sampai dengan 12%, tanah akan mempunyai simbol dobel dan mempunyai sifat keplastisan (GW-GM, SW-SM, dan sebagainya).
5. Jika prosentase butiran tanah lolos saringan no.200 $> 12\%$, harus diadakan pengujian batas-batas Atterberg dengan menyingkirkan butiran tanah yang tertinggal dalam saringan no.40. Kemudian, dengan menggunakan diagram plastisitas, tentukan klasifikasinya (GM, GC, SM, SC, GM-GC atau SM-SC).

c. Jika tanah berbutir halus :

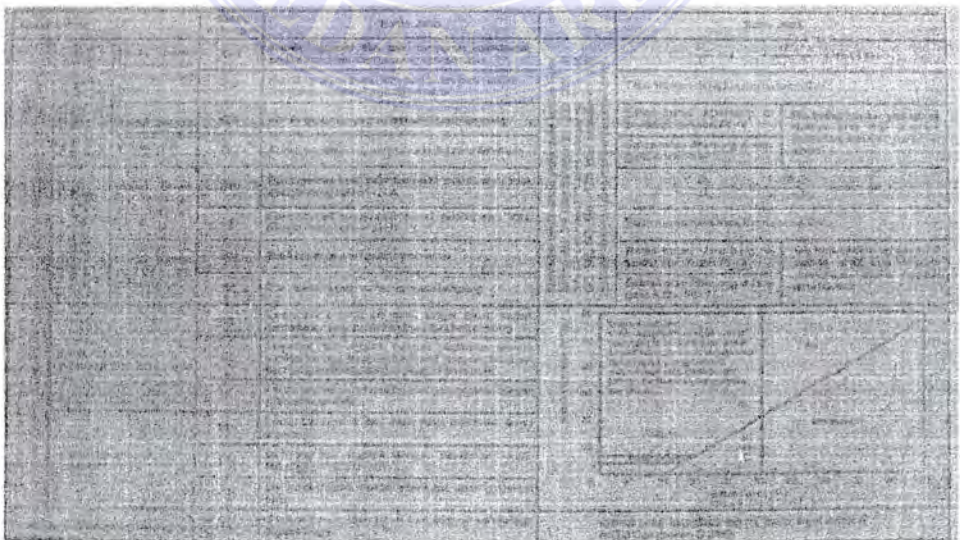
1. Menguji batas-batas Atterberg dengan menyingkirkan butiran tanah yang tinggal dalam saringan no.40. Jika batas cair lebih dari 50%, klasifikasikan sebagai H (plastisitas tinggi) dan jika kurang dari 50%, klasifikasikan sebagai L (plastisitas rendah).

2. Untuk H (plastisitas tinggi), jika plot batas-batas Atterberg pada grafik plastisitas di bawah garis A, tentukan apakah tanah organik (OH) atau anorganik (MH). Jika plotnya jatuh di atas garis A, klasifikasikan sebagai CH.

3. Untuk L (plastisitas rendah), jika plot batas-batas Atterberg pada grafik plastisitas di bawah garis A dan area yang diarsir, tentukan klasifikasi tanah tersebut sebagai organik (OL) atau anorganik (ML) berdasar warna, bau, atau perubahan batas cair dan batas plastisnya dengan mengeringkannya di dalam oven.

4. Jika plot batas-batas Atterberg pada grafik plastisitas jatuh pada area yang diarsir, dekat dengan garis A atau nilai LL sekitar 50%, gunakan simbol ganda.

Tabel 2.4. Sistem klasifikasi tanah Unified



(Sumber: Hardiyatmo H.C. 1992 Mekanika Tanah 41)

2.5.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials Classification) berguna untuk menentukan kualitas tanah dalam perencanaan timbunan jalan, subbase, dan subgrade. Sistem klasifikasi AASHTO membagi tanah ke dalam 8 kelompok, A-1 sampai A-7 termasuk sub – sub kelompok. Tanah – tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus – rumus empiris. (H.C.Hardiyatmo Hal.43)

Sistem ini didasarkan pada kriteria sebagai berikut :

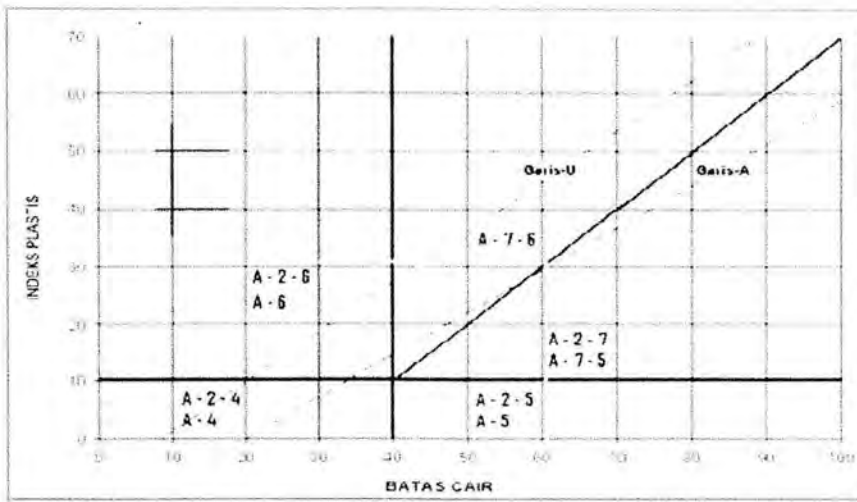
1. Ukuran butir, dibagi menjadi kerikil, pasir, lanau, dan lempung.

Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm dan tertahan pada ayakan diameter 2 mm.

Pasir : bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 2 mm dan tertahan pada ayakan diameter 0,0075 mm.

Lanau & Lempung : bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 0,0075 mm.

2. Plastisitas, nama berlanau dipakai apabila bagian – bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas (IP) sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bila bagian – bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 11 atau lebih.



Gambar 2.3. Nilai – nilai batas Atterberg untuk subkelompok A-4, A-5,A-6, dan A-7

(Sumber: Hardiyatmo H.C. 1992 Mekanika Tanah 1, Hal 44)

3. Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan dalam contoh tanah yang akan diuji maka batuan – batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu, tetapi persentasi dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat. Pengujian yang dijadikan patokan untuk mengklasifikasi adalah sama dengan sistem klasifikasi tanah *Unified* yaitu analisis saringan dan batas-batas Atterberg. Dan untuk mengevaluasi pengelompokan lebih lanjut digunakan indeks kelompok/*group index* (GI), dengan persamaan :

$$GI = (F-35)[0,2 + 0,005 (LL-40)] + 0,01 (F-15)(PI-10) \dots \text{ (Persamaan 2.2)}$$

GI = indeks kelompok / *group index*

F = persen butiran lolos saringan no.200 (0,0075 mm)

LL = batas cair

PI = indeks plastisitas

Bila indeks kelompok (GI) semakin tinggi, maka tanah semakin berkurang ketepatan penggunaannya. Tanah granular diklasifikasikan ke dalam A-1 sampai

A-3. Tanah A-1 merupakan tanah granular bergradasi baik, sedangkan A-3 adalah pasir bersih bergradasi buruk. Tanah berbutir halus diklasifikasikan dari A-4 sampai A-7, yaitu tanah lempung lanau.

Berikut adalah contoh pengklasifikasian tanah menurut sistem AASHTO :

Tabel 2.5. Persentase butiran lolos dari masing – masing ayakan

Diameter Butiran	% Butiran Lolos
2,0 (saringan no 10)	100
0,075 (saringan no.200)	75
0,05	65
0,005	33
0,002	18

Sumber: (Hardiyatmo H.C. 1992 Mekanika Tanah I, Hal 44)

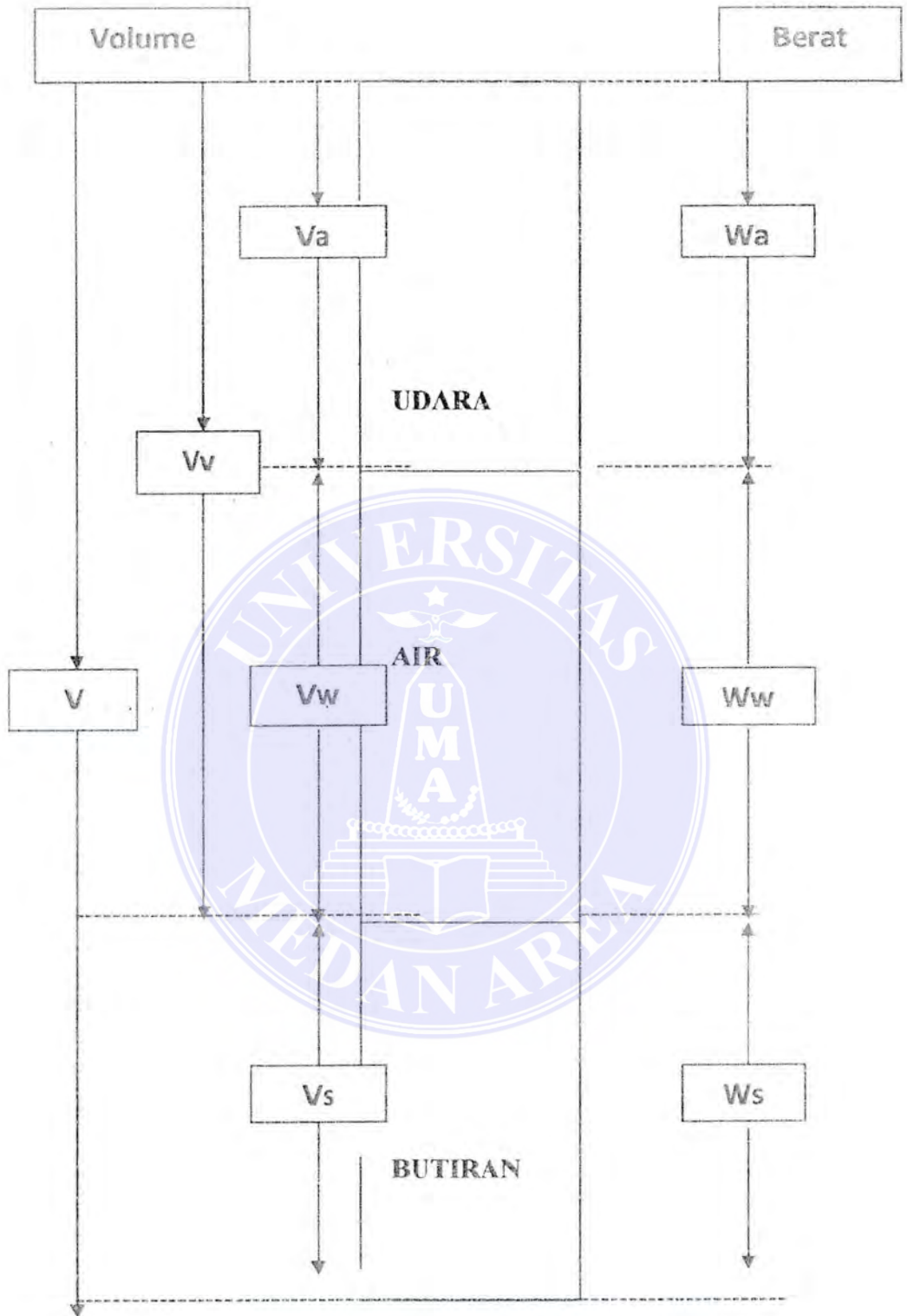
Data tanah lainnya, LL = 54%, PI = 23%. Penyelesaian dari data di atas dengan sisitem klasifikasi AASHTO adalah sebagai berikut :

F = 75%, karena lebih besar dari 35% lolos saringan no.200, maka tanah termasuk jenis lanau atau lempung.

LL = 54%, kemungkinan dapat dikelompokkan A-5 (41% minimum), A-7-5 atau A-7-6 (41% minimum).

PI = 23%, untuk A-5, PI maksimum 10%. Jadi kemungkinan tinggal salah satu, yaitu A-7-5 atau A-7-6.

Untuk membedakan keduanya, dihitung PL = LL – PI = 54 – 23 = 31, lebih besar dari 30. Jadi dihitung indeks kelompoknya.



Gambar 2.4. Diagram Fase Tanah

Sumber : Wesley, L.D, 1977, Mekanika Tanah, Hal 2

Dari gambar tersebut dapat dibentuk persamaan berikut :

$$W = W_s + W_w \dots\dots\dots (Persamaan 2.3)$$

$$V = V_s + V_w + V_a \dots\dots\dots (Persamaan 2.4)$$

$$V_v = V_w + V_a \dots\dots\dots (Persamaan 2.5)$$

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 pori

istilah-istilah umum yang dipakai untuk hubungan berat adalah kadar air (*moisture content*) dan berat volume (*unit waight*). Definisi dari istilah-istilah tersebut adalah sebagai berikut :

a. Kadar Air (W)

Kadar air (W) atau water content didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air dengan berat butiran padat dari volume tanah yang diselidiki.

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \% \dots\dots\dots (Persamaan 2.6)$$

b. Berat Volume Tanah

$$\gamma_s = \frac{W_w + W_s}{V} \dots\dots\dots (Persamaan 2.7)$$

c. Berat Volume Tanah Kering

d. Berat Jenis (Specific Gravity, G_s)

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \dots\dots\dots (Persamaan 2.9)$$

• Berat Isi

Cara menentukan berat isi tanah adalah dengan mengukur berat sejumlah tanah yang isinya diketahui. Untuk tanah asli biasanya dipakai sebuah cincin yang dimasukkan ke dalam tanah sampai terisi penuh, kemudian atas dan bawahnya diratakan dan cincin serta tanahnya ditimbang. Apabila ukuran cincin serta beratnya diketahui, maka berat isi dapat ditimbang langsung.

Misalnya :

Berat cincin + tanah	= W ₂
Berat cincin	= W ₁
Berat tanah	= W ₂ - W ₁
Isi cincin	= 1
Jumlah berat isi	$= \frac{W_2 - W_1}{1}$

Untuk tanah yang tidak asli, misalnya pada percobaan pemadatan, maka tanah dipadatkan di dalam suatu alat cetak yang isinya diketahui. Setelah permukaan atasnya diratakan, maka cetakan serta tanah ditimbang dan berat isi tanah dapat langsung dihitung.

• Kadar Air

Untuk menentukan kadar air sejumlah tanah ditempatkan dalam krus (kaleng kecil) yang beratnya (W₁) diketahui sebelumnya. Krus dengan tanah ditimbang (W₂) dan kemudian dimasukkan dalam oven yang temperaturnya 105° C untuk masa waktu 24 jam. Kemudian krus dan tanah tersebut ditimbang

Dengan demikian

$$\text{berat air} = W_2 - W_3$$

$$\text{Berat tanah kering} = W_3 - W_1$$

$$\text{Kadar air} = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \dots\dots\dots (\text{persamaan 2.10})$$

• Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Untuk percobaan ini dipakai piknometer (pycnometer or volumetric flask), yaitu sebuah botol yang isinya diketahui dengan tepat.

Cara melakukan percobaan adalah sebagai berikut :

1. Piknometer dikeringkan dan ditimbang (W₁).
2. Sejumlah tanah yang telah dikeringkan dan lolos saringan no. 40 dimasukkan kedalam picnometer dan ditimbang (W₂).
3. Air disuling ditambag pada picnometer sampai setengah penuh. Udara yang masih ada di dalam tanah tersebut dikeluarkan dengan cara memanaskan piknometer atau memakai pompa / vaccuum. Setelah tidak ada lagi udara di dalam tanah maka piknometer diisi air sampai penuh dan dimasukkan dalam constant temperature bath sampai mencapai temperatur yang seragam.
4. Permukaan luar piknometer dikeringkan dengan teliti dan piknometer ditimbang (W₃).
4. Air dengan tanah dikeluarkan dari piknometer, lalu piknometer dibersihkan dan diisi air suling saja sampai penuh, dan dimasukkan lagi dalam constant

temperature bath. Kemudian bagian luar piknometer dikeringkan dan ditimbang (W₄).

Dengan demikian, Berat tanah = W₂ – W₁

Berat air = W₄ – W₁ = isi piknometer

Berat air pada waktu piknometer mengandung tanah dan air = (W₃ – W₂)

Berat air yang mengganti tanah = (W₄ – W₁) – (W₃ – W₂) = Isi contoh

$$\text{Maka berat jenis} = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.11})$$

Adapun satuan dan nilainya biasa untuk berat isi, kadar air, dan berat jenis adalah sebagai berikut :

Berat isi tanah ditentukan dalam gr/cm³ (sama dengan ton/m³). Nilai berat isi pada tanah asli jarang lebih kecil daripada 1,2 kg/cm³ atau lebih besar daripada 2,5 kg/cm³. Nilai paling biasa adalah dari 1,6 sampai 2,0 kg/cm³. Berat isi kering ditentukan dengan satuan yang sama yaitu gr/cm³, nilainya berkisar antara 0,6 sampai 2,4. Kadar air tanah selalu dinyatakan dalam persen dan nilainya dapat berkisar dari 0 % sampai 300 %. Pada tanah dalam keadaan aslinya kadar air biasanya adalah dari 15 % hingga 100 %. Berat jenis tanah dinyatakan sebagai bilangan saja. Nilainya rata – rata adalah sebesar 2,65 dengan variasi yang agak kecil, yaitu jarang di bawah 2,4 atau di atas 2,8.

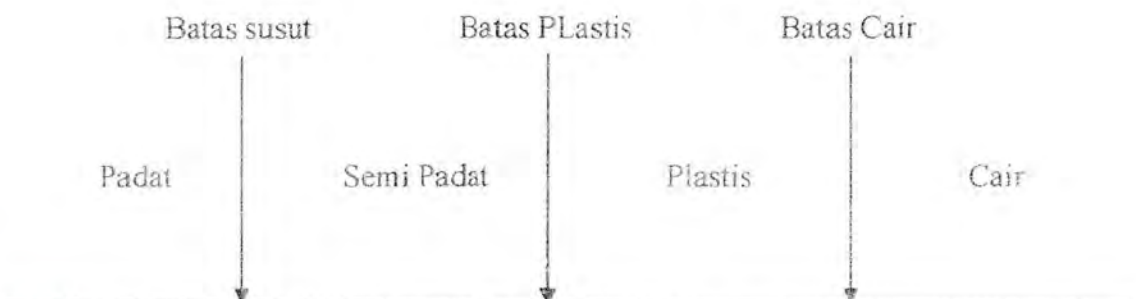
2.7 Batas – Batas Atterberg

Suatu hal yang penting pada tanah berbutir halus adalah sifat plastisitasnya. Plastisitas disebabkan oleh adanya partikel mineral lempung dalam

tanah. Istilah plastisitas menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk volume yang konstan tanpa retak – retak dan remuk.

Bergantung pada kadar air, tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, atau padat. Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi. Konsistensi bergantung pada gaya tarik antara partikel mineral lempung. Sembarang pengurangan kadar air menghasilkan berkurangnya tebal lapisan kation yang menyebabkan bertambahnya gaya partikel. Bila tanah dalam kedudukan plastis, besarnya jaringan gaya antar partikel akan sedemikian hingga partikel bebas menggelincir antara satu dengan yang lain, dengan kohesi yang tetap terpelihara. Pengurangan kadar air menghasilkan pengurangan volume tanah.

Atterberg (1911), memberikan cara untuk menggambarkan batas – batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan kadar air tanah. Batas – batas tersebut adalah batas cair (liquid limit), batas plastis (plastic limit), dan batas susut (shrinkage limit). Kedudukan Batas-batas konsistensi untuk tanah kohesif ditunjukkan pada gambar berikut :



Sumber : (Hardiyatmo, H.C. 2010, Mekanika Tanah 1 Hal 48)

Gambar 2.5. Batas – batas Atterberg

2.7.1 Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair (LL), didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair plastis, yaitu batas atas yang untuk nilai-nilai di atasnya dari daerah plastis.

2.7.2 Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL) didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu presentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak retak ketika digulung.

2.7.3 Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks Plastisitas (PI) merupakan interval kadar air, yaitu tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastis menunjukkan sifat keplastisitas tanah. Jika tanah mempunyai PI tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika PI rendah, seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering batasan mengenai indeks plastisitas, sifat, macam tanah, dan kohesi diberikan oleh Atterberg terdapat dalam table.

Tabel 2.7. Sifat – sifat tanah ditinjau dari nilai indeks plastisitas

PI	Sifat	Macam tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non kohesif
<7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber : (Hardiyatmo, H.C, 2010, *Mekanika Tanah 1*, Hal 52)

2.7.4. Indeks Cair (*Liquidity Index*)

Kadar air tanah asli relative pada kedudukan plastis dan cair dapat didefinisikan oleh *index cair* (*Liquidity*), *Li* dan dinyatakan menurut persamaan

$$LI = \frac{wN-PL}{LL-PL} = \frac{wN-PL}{PI}$$

2.8 Pengujian Pemadatan Tanah (*Proctor Standar*)

Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah yaitu dengan mengeluarkan udara pada pori-pori tanah yang biasanya menggunakan energi mekanis. Dilapangan, usaha pemadatan dihubungkan dengan jumlah gilasan dari mesin gilas, atau hal lain yang prinsipnya sama untuk suatu volume tanah tertentu. Di laboratorium menggunakan pengujian compaction test (Modified), dengan cara suatu palu dijatuhkan dari ketinggian tertentu beberapa lapis tanah di dalam sebuah mold. Dengan dilakukan pengujian pemadatan tanah ini maka akan menghasilkan hubungan antara kadar air dengan berat volume.

Tujuan pemadatan adalah untuk memadatkan tanah dalam keadaan kadar air optimum, sehingga udara dalam pori-pori tanah akan keluar.

Beberapa keuntungan yang didapatkan dengan adanya pemadatan ini adalah

1. Menaikkan kekuatan tanah.
2. Memperkecil pengaruh air terhadap tanah.
3. Berkurangnya penurunan permukaan (*subsidence*), yaitu gerakan vertikal didalam massa tanah itu sendiri akibat berkurangnya angka pori.

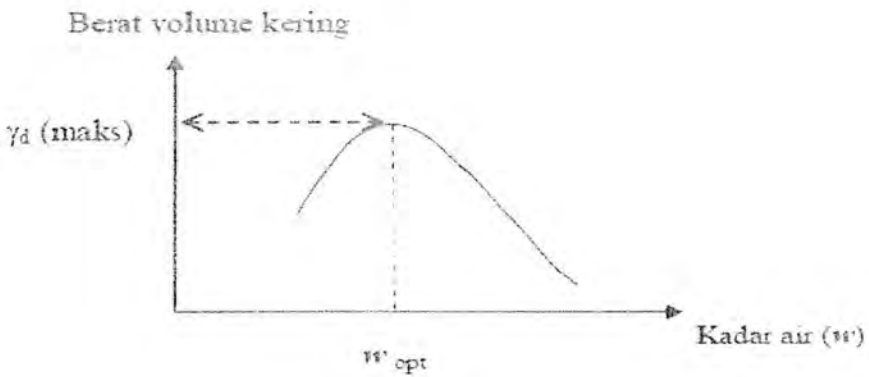
4. Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air. Derajat kepadatan tanah diukur dari berat volume keringnya, hubungan berat volume kering (γ_d), berat volume basah (γ_b) dan kadar air (w) dinyatakan dengan persamaan :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{w+1} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.1)}$$

2.8.1. Penentuan Kadar Air Optimum

Untuk mengetahui kadar air yang optimum pada tanah, maka dilakukan pengujian pemadatan modified, pengujian tersebut dilakukan dengan pemadatan sampel tanah basah (pada kadar air terkontrol) dalam suatu cetakan dengan jumlah 5 lapisan. Setiap lapisan dipadatkan dengan 56 tumbukan yang ditentukan dengan penumbuk dengan massa 5 kg dan tinggi jatuh 45,72 cm. Energi pemadatan sebesar 592,57 kilo Joule/m³.

Kadar air yang memberikan berat kering yang maksimal disebut kadar air optimum. Untuk tanah berbutir halus dalam mendapatkan kadar air optimum digunakan batas plastisnya. Buat kurva hubungan antara kadar air (w) sebagai absis dan berat volume tanah kering sebagai ordinat, puncak kurva sebagai nilai γ_d (maks), kurva yang digunakan adalah kurva dari uji pemadatan tanah (proktor standar). Dari titik puncak ditarik garis vertikal memotong absis, pada titik ini adalah kadar air optimum. Sumber buku praktikum lab. Mekanika tanah institut teknologi medan



Sumber : Hardiyatno, H.C. 1992, *Mekanika Tanah* hal 55

Gambar 2.6 Kurva hubungan kadar air dengan berat volume kering

2.9. Percobaan CBR Unsoaked

Cara CBR dikembangkan oleh California State Highway Departement sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (subgrade) . Nilai CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas suatu bahan dibanding dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100 %. 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.

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, yaitu (Wesley, 1977):

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

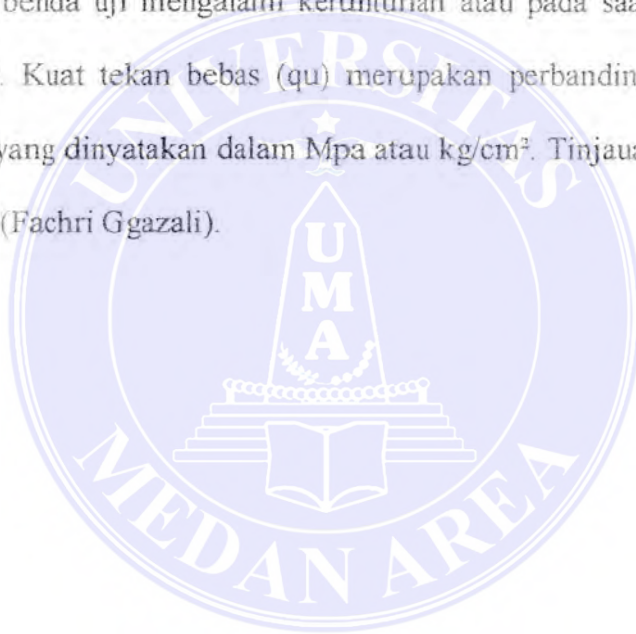
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)28/8/23 37

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

2.10. Unconfined Compression Test (Test Uji Tekan Bebas)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan besarnya kekuatan tekan bebas contoh tanah yang bersifat kohesif dalam keadaan asli atau terganggu / rusak (remoulded). Kekuatan tekan bebas adalah besarnya gaya aksial persatuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%. Kuat tekan bebas (q_u) merupakan perbandingan antara beban dengan luasan yang dinyatakan dalam Mpa atau kg/cm². Tinjauan pustaka Teknik Sipil Usu 2010 (Fachri Ggazali).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Persiapan Penelitian

Sebelum penelitian dilakukan, ada beberapa tahapan yang dilakukan yaitu pembuatan proposal, pengumpulan informasi dan studi literatur, pengambilan benda uji di lapangan, persiapan bahan stabilisasi, persiapan di laboratorium, dan konsultasi ke dosen pembimbing. Kegiatan – kegiatan ini merupakan rangkaian awal dalam pekerjaan persiapan.

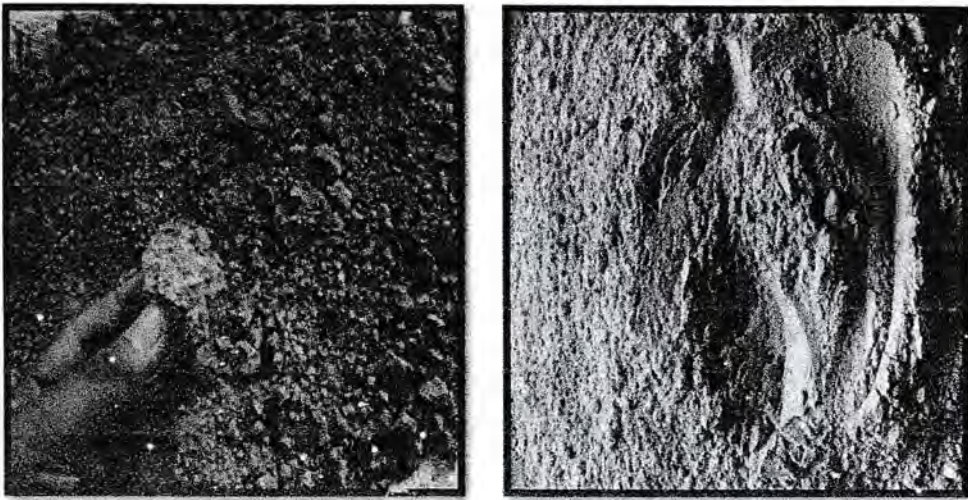
3.2 Pekerjaan Lapangan

Pekerjaan lapangan yang dilakukan adalah pengambilan sampel tanah. Sampel tanah yang diambil meliputi tanah terganggu (*disturb soil*) dan tanah tidak terganggu (*undisturb soil*). Akan tetapi dalam penelitian ini cukup dengan pengambilan sample dengan cara *disturb soil* (tanah terganggu).

Sampel tanah diambil di lokasi, yaitu di Jln Ringroad Pasar V Tanjung Sari Medan . Hal ini dilakukan untuk membandingkan nilai – nilai propertis antar sampel tanah agar sesuai dengan target penelitian.

Masing – masing sampel tanah diambil di beberapa titik, hal ini dilakukan agar sampel tanah yang diambil merupakan sampel tanah yang mewakili tanah di lokasi pengambilan sampel.. Sedangkan bahan aditif kapur Ca(OH)₂ dibeli di toko bahan kimia.

Sampel tanah yang diambil tidak perlu adanya usaha yang dilakukan untuk melindungi sifat dari tanah tersebut. Sampel tanah digunakan untuk pengujian.



Gambar 3.1. Sampel tanah dan kapur

Sumber : Data Lapangan 2016

3.2.1. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk batas konsistensi, uji proktor standar dan CBR laboratorium di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Sumatera Utara yang telah sesuai dengan Standarisasi *American Society for Testing Material* (ASTM).

3.2.2. Bahan Uji

1. Tanah, dalam penelitian ini tanah yang digunakan adalah tanah lempung yang diperoleh Jln Ringroad pasar V Tanjung Sari Medan.
2. Kapur, kapur yang digunakan dibeli di toko Kimia.
3. Air, air yang digunakan berasal dari Laboratorium mekanika Tanah.

3.3 Pekerjaan Laboratorium

Pengujian dilakukan dilaboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Sumatera Utara. Beberapa pengujian yang dilakukan antara lain :

- 1) *Basic properties*, meliputi test kadar air (water content), batas cair, batas plastis, analisis saringan, analisis hidrometer, dan berat jenis.
- 2) *Engineering properties*, meliputi percobaan pemadatan, CBR laboratorium, dan Unconfined Compression Test.

3.3.1. Sampel Uji

Sampel pengujian untuk tanah asli yang dibuat untuk masing-masing lokasi *soil sampling* dan kategori secara detail adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1. Sampel Pengujian Untuk Tanah Asli

No	Pengujian	Jumlah Benda Uji
1	Pengujian Kadar Air	4 x 3 sampel
2	Pengujian Berat Jenis	2 x 3 sampel
4	Pengujian Analisis Saringan	1 sampel
Pengujian batas -- batas konsistensi :		
5	Batas Cair	4 x 3 sampel
6	Batas Plastis	4 x 3 sampel
7	Pengujian Pemadatan Modified	5 x 3 sampel
8	Pengujian CBR Laboratorium	3 x 3 sampel
9	Pengujian UCS	2 x 3 sampel
Jumlah Total Sampel Uji		73 sampel

Sumber : Laboratorium mekanika tanah

Pengujian terhadap *basic peroperties* dan *engineering properties* dari kedua sampel tanah asli selesai, maka selanjutnya diambil salah satu contoh tanah yang memiliki sifat – sifat plastisitas dan CBR yang lebih rendah. Kemudian dilakukan perencanaan terhadap pencampuran tanah asli dengan bahan stabilisasi kapur Ca(OH)₂.

Tabel 3.2. Sampel Pengujian untuk tanah asli + Ca(OH)₂

NO	PENGUJIAN	VARIASI (5%,10%) x (0,24 jam,4 hari)	Jumlah Benda Uji
1	Pengujian Batas Cair	4x3x1 sampel	12 sampel
2	Pengujian Batas Plastis	4x3x1 sampel	12 sampel
3	Percobaan Compaction	5x3x1 sampel	15 sampel
4	Pemeriksaan CBR Laboratorium	3x3x1 sampel	9 sampel
5	Percobaan Unconfined Compression Test	2x3x1sampel	6 sampel
Jumlah Total Benda Uji			54 sampel

Sumber : Laboratorium mekanika tanah

3.4. Pemeriksaan Properties Tanah Asli

Pada tahapan ini dilakukan pengujian – pengujian laboratorium untuk mengetahui sifat – sifat tanah asli. Pengujian ini dibagi menjadi 2 bagian, yaitu pemeriksaan *basic properties* dan *engineering properties*.

3.4.1 Pemeriksaan Basic Properties Tanah Asli

A. Pengujian Kadar Air

Maksud dari pengujian kadar air tanah adalah mengetahui nilai perbandingan antara berat air di dalam tanah dengan berat butiran tanah tersebut

Pengujian terhadap *basic peroperties* dan *engineering properties* dari kedua sampel tanah asli selesai, maka selanjutnya diambil salah satu contoh tanah yang memiliki sifat – sifat plastisitas dan CBR yang lebih rendah. Kemudian dilakukan perencanaan terhadap pencampuran tanah asli dengan bahan stabilisasi kapur Ca(OH)₂.

Tabel 3.2. Sampel Pengujian untuk tanah asli + Ca(OH)₂

NO	PENGUJIAN	VARIASI	Jumlah Benda Uji
		(5%,10%) x (0,24 jam,4 hari)	
1	Pengujian Batas Cair	4x3x1 sampel	12 sampel
2	Pengujian Batas Plastis	4x3x1 sampel	12 sampel
3	Percobaan Compaction	5x3x1 sampel	15 sampel
4	Pemeriksaan CBR Laboratorium	3x3x1 sampel	9 sampel
5	Percobaan Unconfined Compression Test	2x3x1 sampel	6 sampel
Jumlah Total Benda Uji			54 sampel

Sumber : Laboratorium mekanika tanah

3.4. Pemeriksaan Properties Tanah Asli

Pada tahapan ini dilakukan pengujian – pengujian laboratorium untuk mengetahui sifat – sifat tanah asli. Pengujian ini dibagi menjadi 2 bagian, yaitu pemeriksaan *basic properties* dan *engineering properties*.

3.4.1 Pemeriksaan Basic Properties Tanah Asli

A. Pengujian Kadar Air

Maksud dari pengujian kadar air tanah adalah mengetahui nilai perbandingan antara berat air di dalam tanah dengan berat butiran tanah tersebut

Hasil Pengujian dapat dilihat pada daftar lampiran.

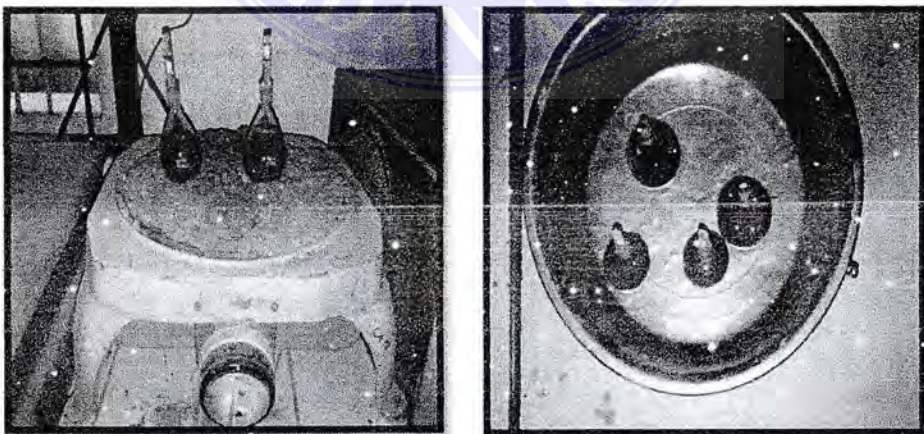


Gambar 3.2. Perhitungan kadar air pada percobaan *water content*

Sumber : Data lapangan 2016

B. Pengujian Berat Jenis Tanah (Specific Gravity)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui perbandingan antara berat isi tanah dengan berat isi air dengan perbandingan volume yang sama pada suhu tertentu. Nilai dari specific gravity digunakan untuk percobaan pemadatan dan CBR. Hasil percobaan bisa dilihat pada daftar lampiran.



Gambar 3.3. Perhitungan berat jenis tanah (*specific gravity*)

Sumber : Data Lapangan 2016

C. Analisa Saringan & Hidrometer

Uji analisis butiran terbagi menjadi 2 bagian pengujian, yaitu uji analisis hidrometer dan uji analisis saringan. Analisis hidrometer berperan dalam menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang mengandung butir tanah lolos saringan no. 200. Sedangkan uji analisis saringan untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang mengandung butir tanah tertahan saringan no. 200 Hasil percobaan bisa dilihat pada daftar lampiran.

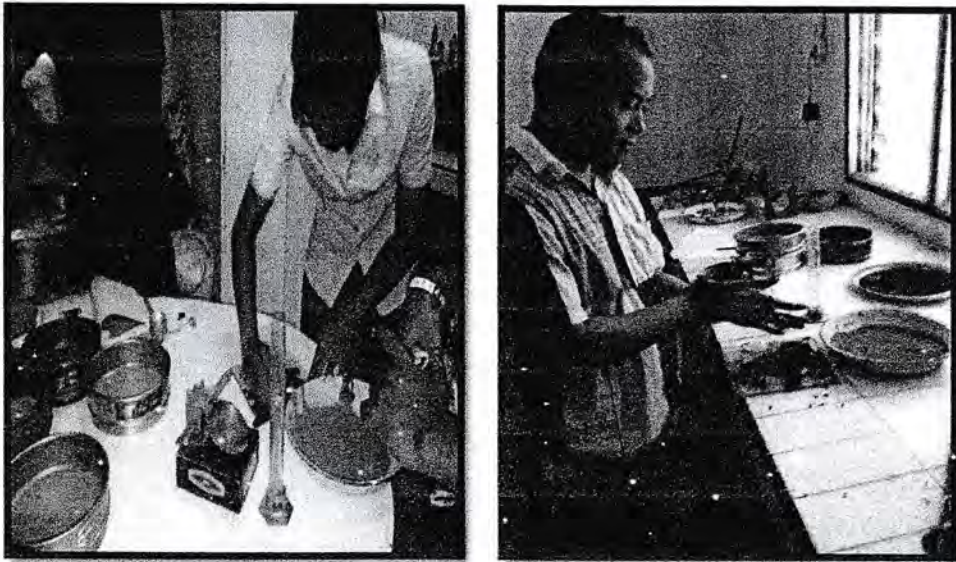


Gambar 3.4. Sampel tanah pada saat disaring dan timbang

Sumber : Data lapangan 2016

D. Percobaan Atterberg Limit

Pengujian Batas Cair (Liquid Limit) dan Batas Plastis (Plastic Limit). Adapun hasil penelitian yang diperoleh bisa dilihat pada daftar lampiran.



Gambar 3.5. persiapan benda uji Atterberg limit dan pengujian liquid

Sumber : Data lapangan 2016

3.4.2 Pemeriksaan Engineering Properties Tanah Asli

A. Percobaan CBR Laboratorium

Hasil percobaan cbr bisa dilihat pada daftar lampiran.

B. Percobaan Unconfined Compression Strenght

Penelitian ini dimaksudkan untuk menentukan besarnya kekuatan tekan bebas contoh tanah yang bersifat kohesif dalam keadaan asli atau terganggu/rusak (remoulded). Yang dimaksud dengan kekuatan tekan bebas yaitu besarnya gaya aksial per satuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20 %. Hasil dari pengujian UCS terhadap tanah asli adalah sebagai berikut : Hasil percobaan bisa dilihat pada daftar lampiran

Tabel 3.3. Summary Laboratory Test terhadap Tanah Asli

PROPERTIES	SAMPEL
Water Content	46,16
Specific Graviti	0,85
Liquit Limit	52,38
Plastis Limit	41,68
Maximum Dry Density (MDD)	1,62
Optimum Moisture Content (OMC)	23,94
CBR Laboratorium	7,44
UCS	0,20

Sumber : Laboratorium mekanika tanah

3.5. Penelitian pada Tanah yang Distabilisasi dengan Ca(OH)₂

Pada pengujian ini, tanah yang diuji adalah tanah yang telah dicampur dengan kapur Ca(OH)₂. Pada proses stabilisasi ini, dilakukan perendaman agar kita dapat mengetahui perubahan yang terjadi dalam jangka waktu tertentu diakibatkan oleh proses kimia antara tanah, kapur, dan air. Masa perawatan yang dilakukan pada setiap sampel adalah 24 Jam, dan 4 hari yang nantinya diharapkan didapat hubungan antara masa perawatan dengan kekuatan benda uji. Hasil percobaan bisa dilihat pada daftar lampiran

3.5.1 Pengujian Batas – Batas Konsistensi

Seperti yang telah dipaparkan di atas, pada penelitian ini dilakukan pengujian batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Hasil penelitian yang akan

berat tanah asli dengan masa perendaman 4 hari. Hasil percobaan bisa dilihat pada daftar lampiran.

Dari pengujian batas cair dan batas plastis variasi campuran kapur 5% , diperoleh data – data sebagai berikut:

Batas cair (LL) = 44,4 %

Batas plastis (PL) = 39,25 %

Indeks plastisitas (PI) = 5,15 %

Berikut ini adalah hasil batas cair dan batas plastis dari stabilisasi lempung dengan variasi campuran kapur 5%, dan 10%.

Tabel 3.4. Nilai Batas – Batas Konsistensi Tanah Lempung setelah Distabilisasi dengan Ca(OH)₂

Penambahan Kapur	Nilai Batas – Batas Konsistensi		
	Batas Cair	Batas Plastis	Indeks Platisitas
0	52,38	41,68	10,69
5	48,09	40,59	7,49
10	44,4	39,25	5,15

Sumber : Laboratorium mekanika tanah

3.5.2. Pengujian Pemadatan (Compaction Test)

Pengujian pemadatan / Modified bertujuan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan cara memadatkan tanah di dalam silinder berukuran tertentu menggunakan cetakan, sampel tanah lolos saringan no.

4. Kegunaan pengujian pemadatan modified untuk mencari nilai kepadatan

Content) dari suatu sampel tanah. Hasil pengujian Compaction Test pada variasi campuran 10 % adalah sebagai berikut : Hasil percobaan bisa dilihat pada daftar lampiran.



Gambar. 3.6. Pengujian dan pematatan Compaction test

Sumber : Data lapangan 2016

3.5.3. Percobaan CBR Laboratorium

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan CBR tanah dan campuran tanah yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu. Nilai CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas suatu bahan dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR 100%. CBR menunjukkan nilai relatif kekuatan tanah, semakin tinggi kepadatan tanah maka nilai CBR akan semakin tinggi.

Pengujian CBR dilakukan dengan cara melakukan penetrasi ke dalam contoh uji dengan kecepatan penetrasi konstan (1.27mm/menit atau 0.005"/menit) dan besarnya beban yang diperlukan untuk mempertahankan kecepatan penetrasi

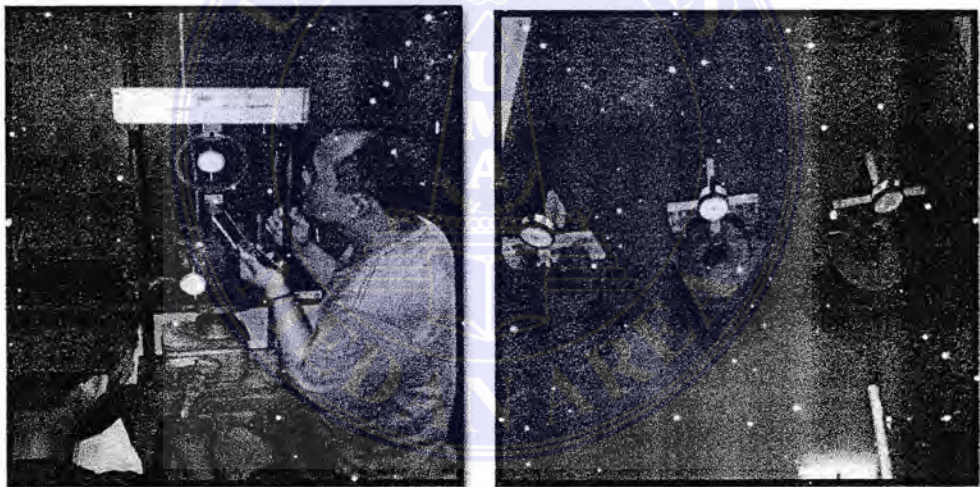
tersebut dicatat pada interval penetrasi tertentu. Umumnya harga CBR diambil pada penetrasi 2.54 mm (0.2”) dengan standar beban 13.24 kN atau setara dengan 3000 lbf.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung CBR laboratorium yaitu :

$$CBR = \frac{\text{beban yang diukur pada penetrasi} \times \text{kalibrasi proving ring}}{\text{stanr beban}} \times 100$$

.....(Persamaan III.1)

Berikut adalah data yang diperoleh dari hasil penelitian CBR laboratorium pada sampel 56 pukulan, variasi campuran 10% kapur dengan waktu perendaman 4 hari. Hasil percobaan bisa dilihat pada daftar lampiran,



Gambar.3.7. Pengujian CBR dan perendaman sampel

Sumber : Data lapangan 2016

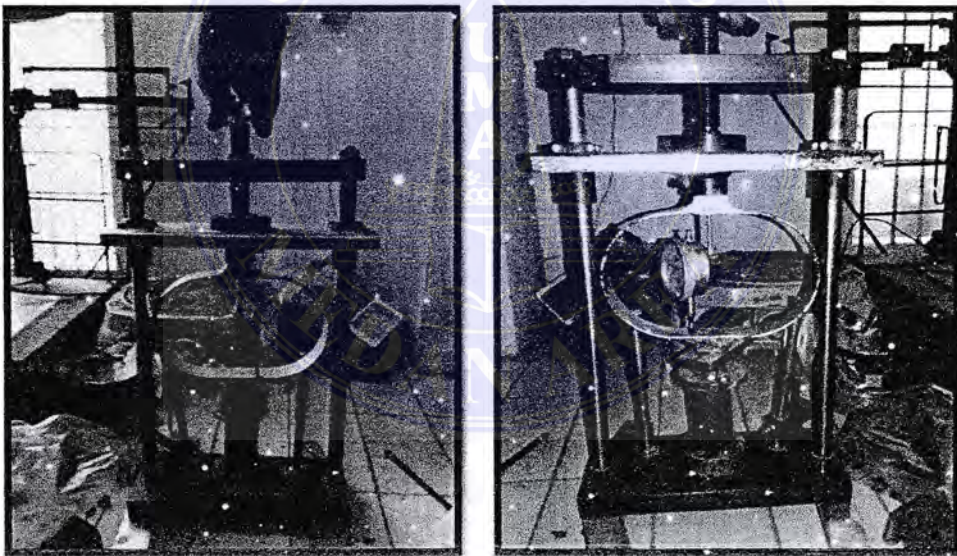
Tabel 3.5. Hasil penelitian CBR Laboratorium dengan variasi penambahan kapur

NO.	Penambahan Kapur	Perendaman Hari	Nilai CBR %
1	0	4	7.44
2	5	4	6.59
3	10	4	14.88

Sumber : Laboratorium Mekanika tanah

3.5.4. Percobaan Unconfined Compression Strenght

Hasil percobaan UCS variasi penambahan kapur 10% dilihat pada tabel di bawah ini. Hasil percobaan bisa dilihat pada daftar lampiran.



Gambar 3.8. Pengujian Unconfined Compression Streng

Sumber : Data Lapangan 2016

Tabel 3.6. Hasil penelitian terhadap kekuatan tekan bebas dengan berbagai variasi penambahan kapur.

NO.	Penambahan Kapur	UCS (Kg/cm ²)
1	0	0.20
2	5	1.07
3	10	1.47

Sumber : Laboratorium Mekanika tanah



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dilaboratorium terhadap tanah asli dan tanah yang telah dicampur kapur, pengaruh yang paling dominan akibat stabilisasi dengan kapur yaitu campuran kapur 10% dimana mengalami penurunan indeks plastisitas, dari 10,69% menjadi 5,15% dengan persentase penurunan sebesar 5,54% . Nilai CBR Laboratorium juga mengalami kenaikan yang signifikan, yaitu dari 2,69 % menjadi 14,88 %, dengan presentase kenaikan sebesar 12,19%. Stabilisasi dengan kapur juga mengubah sifat tanah unconfined dalam sistem klasifikasi kuat tekan bebas tanah, yaitu dari 0,20 kg/cm² menjadi 1,47 kg/cm² atau dari jenis very soft menjadi stiff.

6.2. SARAN

1. Kapur dapat mengurangi kadar air pada tanah, sehingga dapat dipergunakan untuk mengstabilisasi lempung.
2. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan berbagai jenis tanah selain lempung.

DAFTAR PUSTAKA

- Australian Stabilisation Industry Association, 2008. *Lime Stabilisation Practice*, Australia.
- BALAI GEOTEKNIK JALAN, 2009. *Modul Pengendalian Mutu Pekerjaan Tanah*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Braja M.Das, 2002. *Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid I, Erlangga, Jakarta
- Cut Nuri Badariah Jurnal Rancang Sipil Institut Teknologi Medan 2012.
- DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM, 1987. *Standar Konstruksi Bangunan Indonesia. No.378/KPTS/1987*. Jakarta.
- DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM. *Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, 2007. Perencanaan Stabilisasi Tanah dengan Bahan Serbuk Pengikat untuk Konstruksi Jalan*. Jakarta.
- DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM. *Pelaksanaan Stabilisasi Bahan Jalan Langsung di Tempat dengan Bahan Serbuk Pengikat*, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2002 *Mekanika Tanah 1*, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2006 *Mekanika Tanah 1*, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2010 *Mekanika Tanah 1*, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.
- I.S.Dunn, L.R.Anderson, 1992. *Dasar – Dasar Analisis Geoteknik*

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/8/23

Idharmahadi Adha, Jurnal Rekayasa 2009, Pengaruh Durabilitas Terhadap tanah Lempung.

N. Ari Budiman, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas Udayana, 2013.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi, 2003. *Laporan Akhir*

Silvia Sukirman, 1999. Pemeriksaan Lentur Jalan Raya, Perbit Nova, Bandung
Tanah dalam Sistem Pondasi di Tanah Ekspansif, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman Departemen Pekerjaan Umum.

Wesley, LD, 1977. *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

