

**PENGARUH VARIASI WAKTU PEMERAMAN TERHADAP
NILAI UJI KUAT TEKAN BEBAS PADA TANAH LEMPUNG DAN
LANAU YANG DISTABILISASI MENGGUNAKAN KAPUR
PADA KONDISI RENDAMAN**

(Skripsi)

**Oleh
Putra Andrean A.**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI WAKTU PEMERAMAN TERHADAP NILAI UJI KUAT TEKAN BEBAS PADA TANAH LEMPUNG DAN LANAU YANG DISTABILISASI MENGGUNAKAN KAPUR PADA KONDISI RENDAMAN

Oleh

PUTRA ANDREAN A.

Tanah merupakan komponen dasar yang mempunyai peranan penting dalam pekerjaan-pekerjaan sipil. Tanah yang baik adalah tanah yang memiliki kuat dukung tanah yang tinggi dan sifat tanah yang baik, akan tetapi tidak semua tanah memiliki kondisi yang ideal. Tanah lempung dan tanah lanau adalah jenis tanah yang memiliki kuat dukung dan sifat tanah yang buruk. Salah satu perkuatan tanah yang dilakukan adalah dengan menggunakan campuran kapur, selain lebih ekonomis juga memiliki kemampuan yang baik dalam stabilisasi tanah berbutir halus.

Sampel tanah yang diuji adalah jenis tanah lempung berplastisitas tinggi yang diambil dari Desa Rawa Sragi, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur dan sampel tanah lanau yang diambil dari daerah Desa Yosomulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa tanah yang digunakan termasuk dalam kategori tanah lempung lunak plastisitas tinggi dengan nilai PI yang tinggi $> 11\%$. Berdasarkan klasifikasi tanah menurut *Unified* (USCS), tanah lempung masuk dalam kelompok CL, sedangkan tanah lanau masuk dalam kelompok CL-ML. Pada hasil pengujian pemadatan *modified proctor*, penambahan kapur terbukti menurunkan nilai berat volume maksimum (γ_d), dan untuk nilai kadar air optimum (ω_{opt}) mengalami peningkatan peningkatan namun tidak signifikan. Pada pengujian Kuat Tekan Bebas (UCS) tanah lempung dan lanau dengan variasi pemeraman pada kondisi rendaman, tanah campuran kapur dengan pemadatan *modified proctor*, pada tanah lempung didapatkan peningkatan nilai Q_u optimum pada kadar kapur 15% pemeraman 28 hari yaitu sebesar $0,3636 \text{ kg/cm}^2$. Pada tanah lanau nilai Q_u optimum pada kadar kapur 15% pemeraman 28 hari yaitu sebesar $0,3411 \text{ kg/cm}^2$. Penambahan kapur mampu meningkatkan nilai kuat tekan bebas tanah namun dengan durasi pemeraman yang cukup lama (28 hari) karena semakin besar nilai Q_u tanah, semakin besar pula nilai daya dukung tanah tersebut.

Kata kunci : Kapur, Tanah Lempung, Tanah Lanau, Kuat Tekan Bebas, UCS

ABSTRACT

INFLUENCE OF CURING TIME VARIATION AGAINST UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH TEST VALUE OF CLAY AND SILT SOIL STABILIZED USING HYDRATED LIME ON THE SOAKED CONDITIONS

BY

PUTRA ANDREAN A.

Soil Is The Basic Component That Have Important Role In Civil Engineering Work. Good Soil Is The One That Has A High Soil Bearing Capacity And Good Behavior Of Soil. Clay And Silt Soil Is A Kind Of Soil That Has A Bad Soil Bearing Capacity. One Of Soil Improvements That We Can Do Is Use A Mixture Of Hydrated Lime. In Addition To More Economical Reason, It Also Has Good Ability In The Soil Stabilization With Fine Grain Soil.

The Clay Soil Sample Is A Type Of High Plasticity Clay That Taken From Rawa Sragi- Jabung- East Lampung District And Then The Silt Soil Sample Is Taken From Yosumulyo-East Metro- Metro City. Based On Previous Experiments, That Soil Is Included In Soft Clay And High Plasticity Category Which Has High Plasticity Index Value $>11\%$. Based On Unified Soil Clasification (Uscs), Clay Belong To Cl Category, While Silt Soil Belong To Cl-ML Category. In Modified Proctor Compact Test Result, Adding Hydrated lime Prove To Reduce Maximum Density Value (Γ_d), And For Optimum Water Content (Q_{opt}) Having An Increases But Not Significant. In Unconfined Compressive Strength Test, Clay And Silt Soil With Variation Of Curing Time And Soaked Condition, Soil With Hydrated Lime Mixture With Modified Proctor Compacted, For Clay Soil, It Get Q_u Optimum Value Increased When It Has 15% Hydrated Lime Content, 28 Days Of Curing Time, It Get 0,3636 Kg/Cm². For Silt Soil Q_u Optimum Value Increased When It Has 15% Hydrated Lime Content And 28 Days Of Curing Time, It Get 0,3411 Kg/Cm². Hydrated Lime Adding Could Inscred Unconfined Compressive Strength But With Longer Curing Time Duration (28 Days) Because The Greater The Q_u Soil Value, The Greater The Soil Bearing Capacity.

Keywords: Hydrated Lime, Clay, Silt, Unconfined Compressive Strength, Soil Bearing Capacity

**PENGARUH VARIASI WAKTU PEMERAMAN TERHADAP
NILAI UJI KUAT TEKAN BEBAS PADA TANAH LEMPUNG DAN
LANAU YANG DISTABILISASI MENGGUNAKAN KAPUR
PADA KONDISI RENDAMAN
(Skripsi)**

**Oleh
PUTRA ANDREAN A.**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

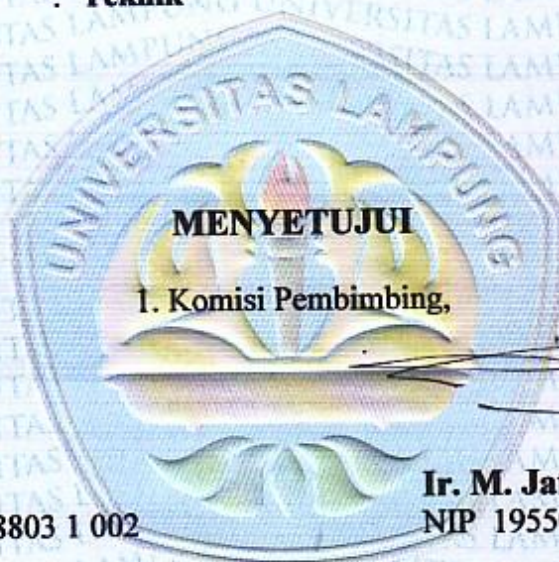
**Skripsi : PENGARUH VARIASI WAKTU PEMERAMAN
TERHADAP NILAI UJI KUAT TEKAN BEBAS PADA
TANAH LEMPUNG DAN LANAU YANG
DISTABILISASI MENGGUNAKAN KAPUR PADA
KONDISI RENDAMAN**

Nama Mahasiswa : PUTRA ANDREAN A.

No. Pokok Mahasiswa : 101501111

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing,

Iswan, S.T., M.T.
NIP 19590328 198803 1 002

Ir. M. Jafri, M.T.
NIP 19550830 198403 1 001

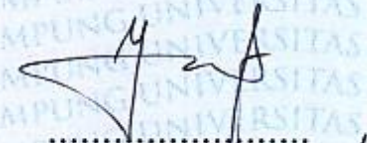

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19700915 199503 1 006

MENGESAHKAN


1. Tim Penguji

Ketua : Iswan, S.T, M.T.


.....

.....

Sekretaris : Ir. M. Jafri, M.T.

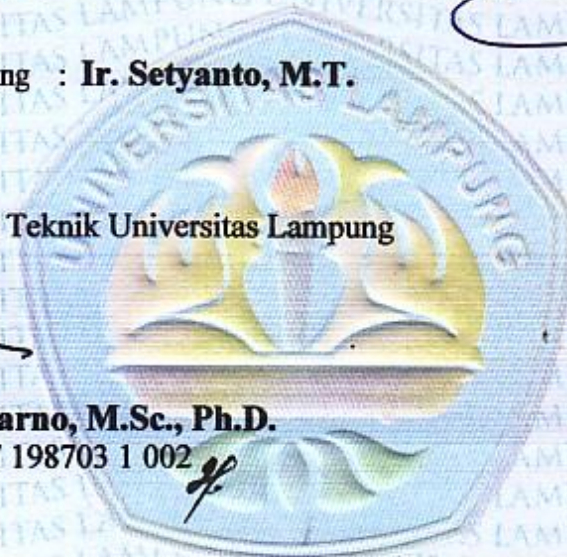
**Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Setyanto, M.T.**


.....

Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Prof. Dr. Suharno, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 19 April 2016

SURAT PERNYATAAN


Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang dituliskan atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula, bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, April 2016



Penulis,


Putra Andrean A.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Putra Andrean A. Lahir di Bandar Lampung, pada tanggal 5 Juli 1992, merupakan anak pertama dari pasangan Bapak D.E. Manurung, dan Redinse Sitorus, Penulis memiliki dua orang saudara perempuan bernama Fransiska dan Defi Elisa. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Xaverius 3 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2004. Pendidikan tingkat pertama ditempuh di SLTP Xaverius 3 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2007. Kemudian melanjutkan pendidikan tingkat atas di SMAN 1 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2010.

Penulis diterima menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur Ujian Mandiri (UM) pada tahun 2010. Penulis juga aktif dalam organisasi internal kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS). Pada tahun 2013 penulis melakukan kegiatan Kerja Praktik selama 3 bulan pada Proyek Pembangunan Boemi Kedaton Mall Bandar Lampung. Penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Trimakmur Jaya, Kecamatan Menggala Timur, Tulang Bawang pada tahun 2015.

MOTO

*“Successful people are not gifted, they just work hard,
then succeed on purpose.”*
(Putra Andrean.)

“I changed. I got better. I’m growing and I’m happy with my results.”
(Putra Andrean A.)

*“Kuatkanlah hatimu, jangan lemah semangatmu,
karena ada upah bagi usahamu.”*
(2 tawarikh 15:7)

*“Ketika kerja keras anda merasa belum cukup terbayar, Berarti anda belum
melakukan yang terbaik.”*
(Dandy Kurniadi)

“You can’t stop the waves, but you can learn to surf”
(Pevita Pearce)

*“Belajarlah bersyukur dari hal-hal yang baik di hidupmu, dan belajarlah menjadi
kuat dari hal-hal yang buruk di hidupmu.”*
(B.J. Habibie)

*Jangan pernah berhenti belajar, kehidupan tidak akan berhenti memberikan kita
hal-hal baru. Semakin banyak kita belajar, kita akan semakin sadar bahwa kita
tidak akan pernah cukup baik,*
(Putra Andrean A.)

SANWACANA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat, kasih karunia yang berlimpah sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Uji Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Dan Lanau Yang Distabilisasi Menggunakan Kapur Pada Kondisi Rendaman”** dengan baik. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada program reguler Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pada penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, oleh sebab itu penulis mohon maaf dan mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulusnya kepada :

1. Bapak Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Gatot Eko Susilo, S.T, M.Sc, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung.
3. Bapak Iswan S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I skripsi.
4. Bapak Ir. M. Jafri, M.T. selaku Dosen Pembimbing II skripsi.
5. Bapak Ir. Setyanto, M.T. selaku Dosen Penguji skripsi.

6. Ayah dan Ibu (D.E. Manurung dan Redinse Sitorus) yang selalu memberikan bimbingan dan dukungan dalam studi dan hidup penulis serta kedua adikku (Fransiska dan Defi) yang selalu memberikan semangat.
7. Rading Revina, orang yang selalu percaya, memberikan *support*, dan menginspirasi dalam kehidupan penulis, serta sahabat (Roma, Puput, Rois, Eriska, Rika, Tina, Irza, Elfi, Adis, Wanfa, Alan, Andrew, Bogi, Ester, Angga, Andre, Bilal, dkk)
8. Rekan-rekan seperjuangan di Kampus Teknik Sipil (Bravo, Hafizh, Alward, Sofuan, Ibeng, Hadyan, Aldy, Karina, Mutia, Nael, Rifan, Aldani, dkk) yang telah membantu penulis selama di kampus.
9. Adik-adikku angkatan 2012 (Basir, Aryodi, Wiwid, Afif, Feby, Amor, Milen, dkk) dan adik-adikku angkatan 2014 (Yogi, Firman, Bareb, Fadhil, Ocid, Nay, Doyok, Igun, Pandi, Sofian, Agil, dkk).
10. Teknisi di laboratorium (Mas Pardin, Mas Miswanto, Mas Budi, Mas Bayu).
11. Seluruh keluarga besar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, khususnya angkatan 2010.

Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini. Penulis sangat berharap karya kecil ini dapat bermanfaat bagi pembaca, terutama bagi penulis sendiri.

Bandar Lampung, April 2014

Penulis

Putra Andrean A.

Persembahan

Sebuah karya yang jauh dari sempurna namun penuh dengan kerja keras ini kupersembahkan untuk :

Orang tua serta adikku tercinta yang selalu memberi semangat kepada diriku

Seluruh guru dan dosen yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada diriku

Sahabat – sahabat tercinta yang telah memberikan warna kehidupan yang baru kepada diriku

Orang yang kusayangi yang selalu ada disampingku selama ini dan seluruh civitas akademika Teknik Sipil Universitas Lampung
Jaya Selalu Teknik Sipil !!!

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	I
DAFTAR ISI.....	II
DAFTAR GAMBAR.....	IV
DAFTAR TABEL.....	V
DAFTAR NOTASI.....	VI
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	6
II. Tinjauan Pustaka	
A. Tanah	7
1. Definisi Tanah.....	7
2. Klasifikasi Tanah	8
B. Tanah Lempung.....	15
1. Definisi Tanah Lempung	15
2. Sifat-Sifat Umum Mineral Lempung	16
C. Tanah Lanau	20
1. Definisi Tanah Lanau	20

2. Jenis-Jenis Lanau	21
3. Klasifikasi Tanah Lanau	22
D. Stabilisasi Tanah.....	22
E. Stabilisasi Tanah Menggunakan Kapur.....	23
F. Kapur.....	24
1. Definisi Kapur	24
2. Jenis-Jenis Kapur	24
3. Sifat-Sifat Kapur	25
G. Sifat-Sifat Fisik Tanah	25
1. Kadar Air	26
2. Berat Jenis	26
3. Batas <i>Atterberg</i>	26
4. Analisa Saringan	28
H. Kuat Tekan Bebas	28
1. Definisi Kuat Tekan Bebas	28
2. Teori Kuat Tekan Tanah	29

III. METODE PENELITIAN

A. Sampel Tanah.....	30
B. Peralatan	31
C. Benda Uji	31
D. Metode Pencampuran Sampel Tanah Dengan Kapur	31
E. Pelaksanaan Pengujian.....	32
1. Kadar Air	32
2. Berat Volume (<i>Unit Weight</i>).....	33

3. Berat Jenis (<i>specific Gravity</i>)	33
4. Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>).....	35
5. Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>).....	36
6. Analisa Saringan (<i>Sieve Analysis</i>)	37
7. Uji Pemadatan Tanah (<i>Modified Proctor</i>)	38
F. Pengujian Kuat Tekan Bebas	41

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Sampel Tanah Asli	45
1. Hasil Pengujian Kadar Air (ω)	46
2. Hasil Pengujian Berat Jenis (Gs)	46
3. Hasil Pengujian Batas-Batas <i>Atterberg</i>	47
4. Hasil Pengujian Analisa Saringan	48
5. Analisa Hasil Pengujian Hidrometer	50
6. Pengujian Pemadatan Tanah	53
B. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO (<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>)	55
1. Tanah Lempung	55
2. Tanah Lanau	56
C. Pengujian Pemadatan Tanah Lempung Campuran Kapur	57
1. Uji Pemadatan <i>Modified Proctor</i> Lempung+ Kapur 5%	57
2. Uji Pemadatan <i>Modified Proctor</i> Lempung + Kapur 10%	58
3. Uji Pemadatan <i>Modified Proctor</i> Lempung + Kapur 15%	58
D. Pengujian Pemadatan Tanah Lanau Campuran Kapur	59

1. Uji Pemadatan <i>Modified Proctor</i> Lanau + Kapur 5%	60
2. Uji Pemadatan <i>Modified Proctor</i> Lanau + Kapur 10%	60
3. Uji Pemadatan <i>Modified Proctor</i> Lanau + Kapur 15%	61
E. Analisa Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas	64
1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Asli	64
2. Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Campur Kapur Pada Kondisi Rendaman (<i>Soaked</i>) Dengan Lama Waktu Pemeraman 7 Hari	65
3. Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Campur Kapur Pada Kondisi Rendaman (<i>Soaked</i>) Dengan Lama Waktu Pemeraman 14 Hari	69
4. Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Campur Kapur Pada Kondisi Rendaman (<i>Soaked</i>) Dengan Lama Waktu Pemeraman 28 Hari	73
5. Analisis Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Campur Kapur Pada Kondisi Rendaman (<i>Soaked</i>)	76
6. Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lanau Campur Kapur Pada Kondisi Rendaman (<i>Soaked</i>) Dengan Lama Waktu Pemeraman 7 Hari	80
7. Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lanau Campur Kapur Pada Kondisi Rendaman (<i>Soaked</i>) Dengan Lama Waktu Pemeraman 14 Hari	84
8. Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lanau Campur	

Kapur Pada Kondisi Rendaman (Soaked) Dengan Lama Waktu Pemeraman 28 Hari	88
9. Analisis Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lanau Campur Kapur Pada Kondisi Rendaman (Soaked)	91
10. Analisis Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Dan Lanau Pada Kondisi Rendaman (Soaked)	95
V. PENUTUP	
A. Simpulan	100
B. Saran	102

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Nilai-Nilai Batas Atterberg Untuk Subkelompok Tanah	15
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	44
Gambar 4.1. Grafik Hasil Analisa Saringan Tanah Lempung	49
Gambar 4.2. Grafik Hasil Analisa Saringan Tanah Lanau	50
Gambar 4.3. Grafik Hasil Analisa Saringan Dan Hidrometer Tanah Lempung	52
Gambar 4.4. Grafik Hasil Analisa Saringan Dan Hidrometer Tanah Lanau	53
Gambar 4.5. Grafik <i>Modified Proctor</i> Tanah Lempung Asli	54
Gambar 4.6. Grafik <i>Modified Proctor</i> Tanah Lanau Asli	54
Gambar 4.7. Grafik <i>Modified Proctor</i> Lempung + 5% Kapur	57
Gambar 4.8. Grafik <i>Modified Proctor</i> Lempung + 10% Kapur	58
Gambar 4.9. Grafik <i>Modified Proctor</i> Lempung + 15% Kapur	58
Gambar 4.10. Grafik <i>Modified Proctor</i> Lanau + 5% Kapur	60
Gambar 4.11. Grafik <i>Modified Proctor</i> Lanau + 10% Kapur	60
Gambar 4.12. Grafik <i>Modified Proctor</i> Lanau + 15% Kapur	61
Gambar 4.13. Perbandingan Kadar Air Optimum Pada Masing-Masing Kadar Kapur	62
Gambar 4.14. Perbandingan Berat Volume Kering Optimum Pada Masing-	

Masing Kadar Kapur	63
Gambar 4.15. UCS Tanah Lempung Kondisi Rendaman	64
Gambar 4.16. UCS Tanah Lanau Kondisi Rendaman	65
Gambar 4.17. Grafik Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung + Kapur 5%	
Pemeraman 7 Hari	66
Gambar 4.18. Grafik Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung + Kapur 5%	
Pemeraman 7 Hari	66
Gambar 5.19. Grafik Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung + Kapur 10%	
Pemeraman 7 hari	68
Gambar 4.20. Grafik Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung + Kapur 5%	
Pemeraman 14 Hari	70
Gambar 4.21. Grafik Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung + Kapur 5%	
Pemeraman 14 Hari	71
Gambar 4.22. Grafik Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung + Kapur 10%	
Pemeraman 14 Hari	72
Gambar 4.20. Grafik Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung + Kapur 5%	
Pemeraman 28 Hari	74
Gambar 4.21. Grafik Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung + Kapur 5%	
Pemeraman 28 Hari	75
Gambar 4.22. Grafik Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung + Kapur 10%	
Pemeraman 28 Hari	76
Gambar 4.26. Hasil Pengujian UCS Tanah Lempung Campuran Kapur	
Pemeraman 7 hari	78
Gambar 4.27. Hasil Pengujian UCS Tanah Lempung Campuran Kapur	

Pemeraman 14 hari	79
Gambar 4.28. Hasil Pengujian UCS Tanah Lempung Campuran Kapur	
Pemeraman 28 hari	78
Gambar 4.29. Grafik Kuat Tekan Bebas Lanau + Kapur 5% Pemeraman	
7 Hari	81
Gambar 4.30. Grafik Kuat Tekan Bebas Lanau + Kapur 10% Pemeraman	
7 Hari	82
Gambar 4.31. Grafik Kuat Tekan Bebas Lanau + Kapur 15% Pemeraman	
7 Hari	83
Gambar 4.32. Grafik Kuat Tekan Bebas Lanau + Kapur 5% Pemeraman	
14 Hari	85
Gambar 4.33. Grafik Kuat Tekan Bebas Lanau + Kapur 10% Pemeraman	
14 Hari	86
Gambar 4.34. Grafik Kuat Tekan Bebas Lanau + Kapur 15% Pemeraman	
14 Hari	87
Gambar 4.35. Grafik Kuat Tekan Bebas Lanau + Kapur 5% Pemeraman	
28 Hari	89
Gambar 4.36. Grafik Kuat Tekan Bebas Lanau + Kapur 10% Pemeraman	
28 Hari	90
Gambar 4.37. Grafik Kuat Tekan Bebas Lanau + Kapur 15% Pemeraman	
28 Hari	91
Gambar 4.38. Hasil Pengujian UCS Tanah Lanau Campuran Kapur	
Pemeraman 7 Hari	92
Gambar 4.39. Hasil Pengujian UCS Tanah Lanau Campuran Kapur	

Pemeraman 14 Hari	93
Gambar 4.40. Hasil Pengujian UCS Tanah Lanau Campuran Kapur	
Pemeraman 28 Hari	94
Gambar 4.41. Hasil Pengujian UCS Tanah Lempung Dengan Variasi Kapur	
Dan Variasi Lama Waktu Pemeraman Kondisi Rendaman	95
Gambar 4.42. Hasil Pengujian UCS Tanah Lanau Dengan Variasi Kapur	
Dan Variasi Lama Waktu Pemeraman Kondisi Rendaman	97
Gambar 4.43. Grafik Komparasi Perbandingan Kuat Tekan Bebas Tanah	
Lempung dan Lanau Terhadap Variasi Waktu Pemeraman	
Pada Kondisi Rendaman	98

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Sistem klasifikasi tanah <i>Unified</i>	9
Tabel 2.2. Klasifikasi tanah berdasarkan sistem <i>Unified</i>	11
Tabel 2.3. Klasifikasi berdasarkan ukuran butiran	12
Tabel 2.4. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO.....	14
Tabel 2.5. Kelompok aktivitas tanah dan nilai <i>swelling</i>	17
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Batas-Batas <i>Atterberg</i>	47
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Lempung	48
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Lanau	49
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Hidrometer Tanah Lempung	51
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Hidrometer Tanah Lanau	51
Tabel 4.6. Tabel Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Lama Waktu Pemeraman 7 Hari	66
Tabel 4.7. Tabel Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Lama Waktu Pemeraman 14 Hari	70
Tabel 4.8. Tabel Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Lama Waktu Pemeraman 28 Hari	73
Tabel 4.9. Tabel Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Dengan	

Variasi Lama Waktu Pemeraman 28 Hari.....	77
Tabel 4.10. Tabel Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Lanau Lama	
Waktu Pemeraman 7 Hari	81
Tabel 4.11. Tabel Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Lanau Lama	
Waktu Pemeraman 14 Hari	84
Tabel 4.12. Tabel Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Lanau Lama	
Waktu Pemeraman 28 Hari	88
Tabel 4.13. Tabel Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Lanau Dengan	
Variasi Lama Waktu Pemeraman.....	88

DAFTAR NOTASI

γ	= Berat Volume
γ_u	= Berat Volume Maksimum
ω	= Kadar Air
ASTM	= American Standart For Testing and Official
AASHTO	= American Association As State and Transportation Official
Gs	= Berat Jenis
LL	= Batas Cair
KAO	= Kadar air optimum
PI	= Indeks Plastisitas
PL	= Batas Plastis
q	= Persentase Berat Tanah yang Lolos Saringan
Ww	= Berat Air
Wc	= Berat <i>Container</i>
Wcs	= Berat <i>Container</i> + Sampel Tanah Sebelum dioven
Wds	= Berat <i>Container</i> + Sampel Tanah Setelah dioven
Wn	= Kadar Air Pada Ketukan ke-n
W1	= Berat <i>Picnometer</i>
W2	= Berat <i>Picnometer</i> + Tanah Kering
W3	= Berat <i>Picnometer</i> + Tanah Kering + Air xv

W4	= Berat <i>Picnometer</i> + Air
Wci	= Berat Saringan
Wbi	= Berat Saringan + Tanah Tertahan
Wai	= Berat Tanah Tertahan

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanah merupakan komponen dasar yang sangat vital dalam dunia Teknik Sipil. Tanah merupakan dasar dari suatu struktur atau konstruksi, baik itu konstruksi bangunan maupun konstruksi jalan. Baik maupun buruknya suatu konstruksi dipengaruhi berbagai hal, salah satunya yaitu kondisi tanah sebagai dasar suatu konstruksi tersebut. Jenis-jenis tanah yang berbeda sudah pasti memiliki perbedaan perilaku dan kekuatan yang berbeda.

Tanah lanau dan lempung mempunyai sifat yang kurang baik yaitu mempunyai kuat tekan rendah, kuat geser rendah setelah dikenai beban, kapilaritas tinggi, permeabilitas rendah dan kerapatan relatif rendah. Sifat-sifat yang buruk pada tanah dapat mengganggu suatu konstruksi sehingga konstruksi dapat mengalami kerusakan struktur. Karena kelemahan-kelemahan tersebut, tanah lanau dan lempung jelas memerlukan penanganan sebelum di atas tanah tersebut didirikan suatu konstruksi.

Kapur dapat digunakan sebagai bahan aditif untuk campuran tanah, selain memiliki reaksi kimia yang baik dalam mengikat partikel-partikel tanah,

pemakaian kapur juga sangat ekonomis karena harganya lebih murah dibandingkan aditif lain yang biasa digunakan seperti semen, zeolit, dan sebagainya. Sifat kapur yang baik dalam mengikat partikel tersebut dapat meningkatkan nilai kuat tekan bebas tanah, sehingga akan baik bila digunakan pada jenis tanah lanau dan lempung.

Stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu, guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah, atau dapat pula, stabilisasi tanah adalah usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu.

Proses stabilisasi tanah meliputi pencampuran tanah dengan tanah lain untuk memperoleh gradasi yang diinginkan, atau pencampuran tanah dengan bahan tambahan buatan pabrik, sehingga sifat-sifat teknis tanah menjadi lebih baik. Guna merubah sifat-sifat teknis tanah, seperti: kapasitas dukung, permeabilitas, kuat tekan bebas, kuat geser, kemudahan dikerjakan dan sensitifitas terhadap perubahan kadar air, maka dapat dilakukan penanganan dai yang paling mudah, seperti pemadatan ataupun sampai teknik yang lebih mahal seperti: mencampur tanah dengan semen, kapur, dan lain-lain.

Pada penelitian ini, stabilisasi tanah dilakukan dengan pencampuran tanah dengan kapur sebagai zat aditif pengikat tanah. Kapur dipilih karena sifat nya yang cukup baik dalam mengikat partikel-partikel tanah sehingga dapat meningkatkan kuat tekan bebas tanah. Kapur memiliki sifat-sifat yang kurang lebih sama seperti semen dan juga dalam segi harga, kapur lebih murah

dibandingkan dengan semen sehingga akan lebih efisien dalam biaya stabilisasi tanah.

Dalam pekerjaan tanah, kuat tekan bebas adalah salah satu faktor yang menentukan dalam keseluruhan pekerjaan proyek konstruksi. Uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*) adalah salah satu uji tanah yang umum dilakukan pada tanah lanau dan lempung. Dari hasil uji ini akan diketahui parameter tegangan runtuh (q_u), dan C_u merupakan nilai kohesi sekaligus nilai tegangan geser tanah tersebut.

B. Rumusan masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah tentang bagaimana pengaruh tanah lanau dan tanah lempung apabila dilakukan stabilisasi dengan menggunakan bahan *additive* kapur yang variasi kadar campurannya berbeda-beda terhadap lama waktu pemeraman, ditinjau terhadap nilai kuat tekan bebas tanah lempung dan tanah lanau pada kondisi rendaman (*soaked*) dan nilai batas-batas konsistensi (batas-batas *Atterberg*). Selain itu penelitian ini bermaksud untuk mengetahui perbedaan perilaku tanah lanau dan lempung pada variasi kadar kapur terhadap variasi pemeramannya. Sehingga dapat disimpulkan apakah tanah lanau atau kah lempung yang mendapat pengaruh lebih baik.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini dibatasi pada nilai kuat tekan tanah lanau dan tanah lempung sebelum dan sesudah dicampur menggunakan kapur dengan presentase kadar 5%, 10%, dan 15% terhadap variasi lama waktu pemeraman 7 hari, 14 hari, dan 21 hari dengan *Unconfined Compression Test*. Penelitian ini juga bermaksud untuk mengetahui sifat dan karakteristik tanah lanau dan lempung seperti batas *atterberg* dan berat jenis tanah sebelum dan sesudah campuran kapur dan pemeraman. Adapun ruang lingkup dan batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Sampel tanah lempung yang digunakan merupakan sampel tanah terganggu (*disturbed*) pada jenis tanah lempung berplastisitas tinggi di daerah Rawa Sragi Lampung Timur – Provinsi Lampung.
2. Sampel tanah lanau yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel tanah terganggu (*disturbed*) di daerah Desa Yosomulyo, Kota Metro Timur.
3. Tanah lanau dan lempung masing-masing dicampur dengan aditif kapur dengan kadar 5%, 10%, dan 15% dari berat tanah.
4. Masing-masing presentase kadar campuran diperam dengan variasi pemeraman 7 hari, 14 hari, dan 21 hari.
5. Digunakan variasi pemadatan *Standart Proctor* dan *Modified proctor* sebagai metode pemadatan pada tanah asli dan tanah campuran untuk mendapatkan nilai kadar air optimum serta pada saat uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*)

6. Pengujian yang dilakukan di laboratorium meliputi :
 - a) Pengujian Tanah Asli
 - 1) Pengujian Kadar Air
 - 2) Pengujian Berat Jenis
 - 3) Pengujian Batas Atterberg
 - 4) Pengujian Analisa Saringan
 - 5) Pengujian Pematatan (*Standart Proctor* dan *Modified Proctor*)
 - 6) Pengujian kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*)
 - b) Pengujian pada tanah dengan campuran kapur setelah pemeraman
 - 1) Pengujian Berat jenis
 - 2) Pengujian Batas Atterberg
 - 3) Pengujian kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*)

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui sifat-sifat fisis tanah asli dari tanah lempung dan tanah lanau.
2. Mengetahui peningkatan nilai kuat tekan bebas tanah lempung dan tanah lanau dengan campuran kapur, berdasarkan lama waktu pemeramannya.
3. Mengetahui pengaruh variasi presentasi campuran kapur terhadap tanah lempung dan tanah lanau.
4. Untuk mengetahui pengaruh batas-batas konsistensi tanah dengan variasi pencampuran kapur pada tanah lempung dan tanah lanau.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diinginkan dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini diharapkan mengetahui sejauh mana kapur sebagai zat aditif campuran tanah untuk dapat meningkatkan nilai kuat tekan bebas pada tanah lanau dan tanah lempung, sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pemecahan masalah perbaikan tanah.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan kepada ilmu pengetahuan tentang sifat – sifat fisik dan mekanik tanah lempung.
3. Sebagai bahan untuk penelitian lanjutan dalam bidang geoteknik.

II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah

1. Definisi Tanah

Tanah adalah kumpulan-kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) dan rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air. (Verhoef, 1994).

Bahan tanah tersusun atas empat komponen, yaitu bahan padat mineral, bahan padat organik, air, dan udara. Bahan padat mineral terdiri atas bibir batuan dan mineral primer, lapukan batuan dan mineral, serta mineral sekunder. Bahan padat organik terdiri atas sisa dan rombakan jasad, terutama tumbuhan, zat humik, dan jasad hidup penghuni tanah, termasuk akar tumbuhan hidup. Air mengandung berbagai zat terlarut sehingga disebut juga larutan tanah.

Pengertian tanah menurut Bowles (1991), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut:

- a. Berangkal (*boulders*) adalah potongan batuan yang besar, biasanya berukuran 250 mm sampai 300 mm dan untuk ukuran 150 mm sampai 250 mm.
- b. Kerikil (*gravel*) adalah partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.

- c. Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, yang berkisar dari kasar dengan ukuran 3 mm sampai 5 mm sampai halus yang berukuran < 1 mm.
- d. Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,0074 mm
- e. Lempung (*clay*) adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm yang merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
- f. Koloid (*colloids*) adalah partikel mineral yang diam dan berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

Sedangkan menurut Menurut Craig (1991), tanah adalah akumulasi mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan.

2. **Klasifikasi Tanah**

Klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi ini menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi namun tidak ada yang benar-benar memberikan penjelasan yang tegas mengenai kemungkinan pemakaiannya (Das, 1998)

Tujuan dari sistem klasifikasi tanah adalah untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisik tanah dasar serta mengelompokkannya sesuai dengan perilaku umum dari tanah tersebut. Selain

itu, klasifikasi tanah juga bertujuan untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu serta untuk menginformasikan tentang keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah lainnya dalam bentuk berupa data dasar.

Menurut Bowles (1991), klasifikasi tanah berguna untuk studi yang lebih terinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, dan sebagainya.

Ada beberapa macam sistem klasifikasi tanah, diantaranya sebagai berikut:

- a. Klasifikasi tanah *Unified* (USCS)

Tabel 2.1. Sistem klasifikasi tanah *Unified* (Bowles,1991)

Jenis Tanah	Prefiks	Subkelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi baik	W
		Gradasi buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	$w_l < 50$ persen	L
Organik	O	$w_l > 50$ persen	H
Gambut	Pt		

Sistem klasifikasi tanah *unified* secara visual di lapangan sebaiknya dilakukan pada setiap pengambilan contoh tanah. Hal ini berguna disamping untuk dapat menentukan pemeriksaan yang mungkin perlu ditambahkan, juga sebagai pelengkap klasifikasi yang di lakukan di laboratorium agar tidak terjadi kesalahan tabel.

Dimana :

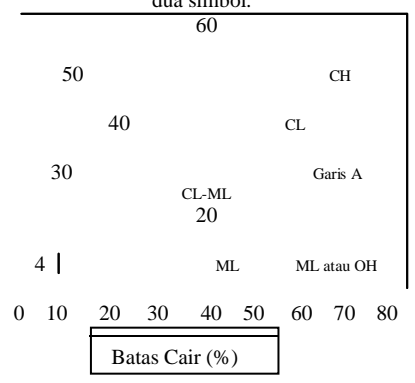
W = *Well Graded* (tanahdengangradasibaik),

P = *Poorly Graded* (tanahdengangradasiburuk),

L = *Low Plasticity* (plastisitasrendah, $LL < 50$),

H = *High Plasticity* (plastisitastinggi, $LL > 50$).

Tabel 2.2. Klasifikasi tanah berdasarkan sistem *Unified*

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi		
Tanah berbutir kasar $\geq 50\%$ butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil $50\% \geq$ fraksi kasar tertahan saringan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
			GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
		Kerikil dengan Butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$ Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol ganda	
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		
		Pasir $\geq 50\%$ fraksi kasar lolos saringan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)		Pasir bergradasi-baik, pasir sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW
				SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
	Pasir dengan butiran halus		SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$ Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol ganda	
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200		Lanau dan lempung batas cair $\leq 50\%$	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas <i>Atterberg</i> yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol. 
				CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clays</i>)	
		OL		Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah		
		Lanau dan lempung batas cair $\geq 50\%$	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis		
CH			Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)			
OH			Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi			
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi		PT	<i>Peat</i> (gambut), <i>muck</i> , dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488		

Sumber : Hary Christady, 1996.

b. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Ukuran Butir

Ukuran butir merupakan suatu metode yang jelas untuk mengklasifikasikan tanah dan kebanyakan usaha-usaha yang terdahulu untuk membuat sistem klasifikasi adalah berdasarkan ukuran butiran.

Tabel 2.3. Klasifikasi berdasarkan ukuran butiran

Sistem Klasifikasi	Ukuran Butir (mm)						
	100	10	1	0,1	0,01	0,001	0,0001
MIT	Kerikil		Pasir		Lanau		Lempung
		2		0,06		0,002	
AASHTO	Kerikil		Pasir		Lanau		Lempung
		75	2		0,05		0,002
Unified	Kerikil		Pasir		Fraksi halus (Lanau Lempung)		
		75		4,75			0,075

Sumber : Craig (1991)

c. Sistem AASHTO (*American Association of State Highway and Transporting Official*)

Sistem klasifikasi ini bertujuan untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*sub-base*) dan tanah dasar (*subgrade*). Sistem ini didasarkan pada kriteria sebagai berikut:

a) Ukuran Butir

Kerikil : bagian tanah yang lolos saringan dengan diameter 75 mm dan tertahan pada saringan diameter 2 mm (No.10).

Pasir : bagian tanah yang lolos saringan dengan diameter 2 mm dan tertahan pada saringan diameter 0,0075 mm (No.200).

Lanau & lempung : bagian tanah yang lolos saringan dengan diameter 0,0075 mm (No.200).

b) 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.

- c) Apabila ditemukan batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) dalam contoh tanah yang akan diuji maka batuan-batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu, tetapi persentasi dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.

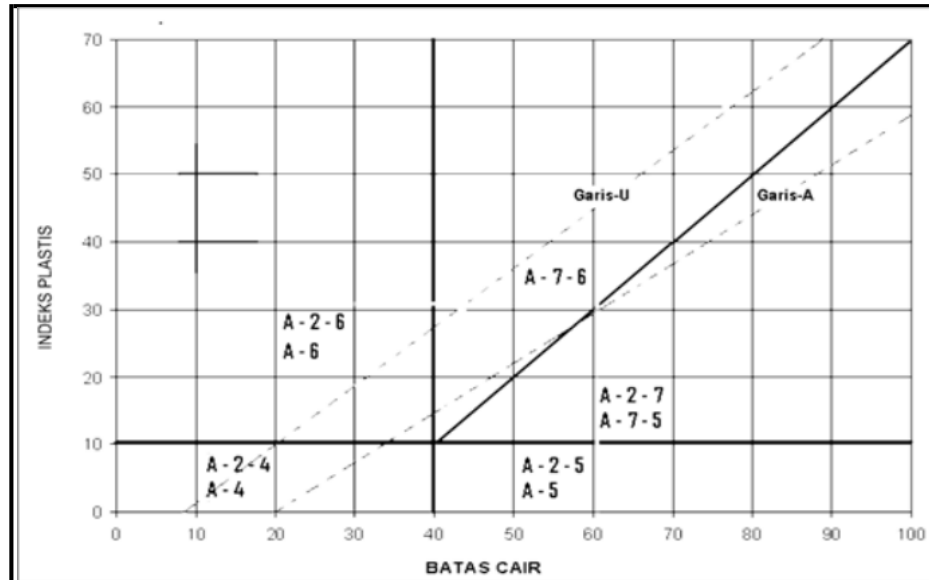
Sistem klasifikasi AASTHO membagi tanah ke dalam 7 kelompok utama yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah berbutir yang 35 % atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No.200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-1, A-2, dan A-3. Tanah berbutir yang lebih dari 35 % butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-4, A-5 A-6, dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung.

Untuk mengklasifikasikan tanah, maka data yang didapat dari percobaan laboratorium dicocokkan dengan angka-angka yang diberikan dalam Tabel 2.1. Kelompok tanah dari sebelah kiri adalah kelompok tanah baik dalam menahan beban roda, juga baik untuk lapisan dasar tanah jalan. Sedangkan semakin ke kanan kualitasnya semakin berkurang

Tabel 2.4. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klasifikasi kelompok	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 41
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						
Klasifikasi umum	Tanah berbutir (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klasifikasi kelompok	A-4		A-5		A-6		A-7
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Min 36		Min 36		Min 36		Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 40 Maks 10		Maks 41 Maks 10		Maks 40 Maks 11		Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau				Tanah Berlempung		
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek						

Gambar di bawah ini menunjukkan rentang dari batas cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI) untuk tanah data kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7.



Gambar 2.1. Nilai-nilai batas *Atterberg* untuk subkelompok tanah. (Hary Christady, 1992).

B. Tanah Lempung

1. Definisi Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, bersifat plastis pada kadar air sedang, sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak.

Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran koloid, merupakan gugusan kristal berukuran mikro, yaitu $< 1 \mu\text{m}$ ($2 \mu\text{m}$ merupakan batas atasnya). Lempung merupakan hasil proses pelapukan mineral batuan induknya, yang salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam atau alkali, oksigen, dan CO_2 .

Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang.

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 1999) :

- a. Ukuran butir halus, yaitu kurang dari 0,002 mm.
- b. Nilai permeabilitas rendah.
- c. Kenaikan air kapiler tinggi.
- d. Bersifat sangat kohesif.
- e. Kadar kembang susut yang tinggi.
- f. Proses konsolidasi lambat

Tanah lempung didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran kurang dari 0,002 mm (2 mikron). Namun demikian, di beberapa kasus, partikel berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm juga masih digolongkan sebagai partikel lempung. Di sini tanah di klasifikasikan sebagai lempung hanya berdasarkan pada ukurannya saja. Belum tentu tanah dengan ukuran partikel lempung tersebut juga mengandung mineral-mineral lempung (*clay mineral*).

2. 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 serta mempunyai tebal dua molekul dan disebut lapisan difusi. Lapisan difusi ganda atau lapisan ganda adalah lapisan yang dapat menarik

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

b. Flokulasi dan Disversi

Apabila mineral lempung terkontaminasi dengan substansi yang tidak mempunyai bentuk tertentu atau tidak berkristal (*amorphus*) maka daya negatif netto ion- ion H^+ di dalam air, gaya *Van der Waals*, dan partikel berukuran kecil akan bersama-sama tertarik dan bersinggungan atau bertabrakan di dalam larutan tanah dan air. Beberapa partikel yang tertarik akan membentuk flok (*flock*) yang berorientasi secara acak, atau struktur yang berukuran lebih besar akan turun dari larutan itu dengan cepatnya dan membentuk sedimen yang sangat lepas. *Flokulasi* larutan dapat dinetralsir dengan menambahkan bahan-bahan yang mengandung asam (ion H^+), sedangkan penambahan bahan-bahan alkali akan mempercepat *flokulasi*. Lempung yang baru saja berflokulasi dengan mudah tersebar kembali dalam larutan semula apabila digoncangkan, tetapi apabila telah lama terpisah penyebarannya menjadi lebih sukar karena adanya gejala *thixotropic* (*Thixopic*), dimana kekuatan didapatkan dari lamanya waktu.

c. Aktivitas (A)

Hary Christady (2002) merujuk pada skempton (1953) mendefinisikan aktivitas tanah lempung sebagai perbandingan antara indeks plastisitas dengan persentase butiran yang lebih kecil dari 0,002 mm. Aktivitas digunakan sebagai indeks untuk mengidentifikasi kemampuan mengembang dari suatu tanah lempung.

Swelling potensial adalah kemampuan mengembang tanah yang dipengaruhi oleh nilai aktivitas tanah. Setiap tanah lempung memiliki nilai aktivitas yang berbeda-beda. Tabel 2.4 mengidentifikasi tingkat aktivitas tanah dalam 4 kelompok, yaitu:

Tabel 2.5. Kelompok aktivitas tanah dan nilai Swelling

No	Aktivitas Tanah	Nilai Swelling Potensial
1	Rendah	$\leq 1,5\%$
2	Sedang	$> 1,5\%$ dan $\leq 5\%$
3	Tinggi	$> 5\%$ dan $\leq 25\%$
4	Sangat Tinggi	$> 25\%$

(Sumber : R.F CRAIG, 1989)

d. Pengaruh Zat Cair

Air yang tidak murni secara kimiawi adalah fase air yang berada di dalam struktur tanah lempung. Pada pengujian di Laboratorium untuk batas *Atterberg*, ASTM menentukan bahwa air suling ditambahkan sesuai dengan keperluan.

Untuk membuat hasil yang cukup berbeda dari apa yang didapatkan dari tanah di lapangan dengan air yang telah terkontaminasi, dilakukan pemakaian air suling yang relatif bebas ion.

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 (CCl_4) yang jika dicampur lempung tidak akan terjadi apapun.

e. Sifat-Sifat Fisik Tanah

Sifat-sifat fisik tanah berhubungan erat dengan kelayakan pada banyak penggunaan tanah. Kekokohan dan kekuatan pendukung, kapasitas penyimpanan air, plastisitas semuanya secara erat berkaitan dengan kondisi fisik tanah. Hal ini berlaku pada tanah yang digunakan sebagai bahan struktural dalam pembangunan jalan raya, bendungan, dan pondasi untuk sebuah gedung, atau untuk sistem pembuangan limbah (Hendry D. Foth, Soenartono A. S, 1994).

Untuk mendapatkan sifat-sifat fisik tanah, ada beberapa ketentuan yang harus diketahui terlebih dahulu, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Kadar Air
2. Berat Volume
3. Analisa Saringan
4. Berat Jenis
5. Batas *Atterberg*
6. Hidrometer

f. 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:

- a. Tipe dan jumlah mineral yang ada di dalam tanah.
- b. Kadar air.
- c. Susunan tanah.

- d. Konsentrasi garam dalam air pori.
- e. Sementasi
- f. Adanya bahan organik, dll.

Secara umum sifat kembang susut tanah lempung tergantung pada sifat plastisitasnya, semakin plastis mineral lempung semakin potensial untuk menyusut dan mengembang. Tanah Lempung mempunyai beberapa jenis diantaranya tanah lempung berlanau, tanah lempung plastisitas rendah dan tanah lempung berpasir.

C. Tanah Lanau

1. Definisi Tanah Lanau

Tanah lanau didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran antara 0,002 mm sampai dengan 0,005 mm. Disini tanah di klasifikasikan sebagai lanau hanya berdasarkan pada ukurannya saja. Belum tentu tanah dengan ukuran partikel lanau tersebut juga mengandung mineral-mineral lanau (*clay mineral*). Pada kenyataannya, ukuran lempung dan lanau sering kali saling tumpang tindih, karena keduanya memiliki bangunan kimiawi yang berbeda. Lempung terbentuk dari partikel-partikel berbentuk datar/lempengan yang terikat. Secara elektrostatis lanau merupakan material yang butiran-butirannya lolos saringan no 200.

Tanah lanau biasanya terbentuk dari pecahnya kristal kuarsa berukuran pasir. Beberapa pustaka berbahasa Indonesia menyebut objek ini sebagai debu. Lanau dapat membentuk endapan yang mengapung di permukaan air maupun yang tenggelam. Pemecahan secara alami melibatkan pelapukan batuan dan regolit secara kimiawi

maupun pelapukan secara fisik melalui embun beku (frost) haloclasty. Proses utama melibatkan abrasi, baik padat (oleh gleyter), cair (pengendapan sungai), maupun oleh angin. Di wilayah wilayah setengah kering produksi lanau biasanya cukup tinggi. Lanau yang terbentuk secara glasial (oleh gleyter) dalam bahasa Inggris kadang-kadang disebut rock flour atau stone dust. Secara komposisi mineral, lanau tersusun dari kuarsa felspar. Sifat fisika tanah lanau umumnya terletak diantara sifat tanah lempung dan pasir.

Secara umum tanah lanau mempunyai sifat yang kurang baik yaitu mempunyai kuat geser rendah setelah dikenai beban, kapasitas tinggi, permeabilitas rendah dan kerapatan relatif rendah dan sulit dipadatkan. *Peck, dkk. (1953)*

2. Jenis-Jenis Lanau

Lanau terbentuk dari bahan organik dan anorganik dan memiliki perbedaan sifat. Jenis-jenis tanah lanau yaitu:

a. Lanau anorganik (*inorganic slit*).

Merupakan tanah berbutir halus dengan plastisitas kecil atau sama sekali tidak ada. Jenis yang plastisitasnya paling kecil biasanya mengandung butiran kuarsa sedimen, yang kadang-kadang disebut tepung batuan (rockflour), sedangkan yang sangat plastis mengandung partikel berwujud serpihan dan dikenal sebagai lanau plastis.

b. Lanau organik.

Merupakan tanah agak plastis, berbutir halus dengan campuran partikel-partikel bahan organik terpisah secara halus. Warna tanah bervariasi dari abu-abu terang ke abu-abu sangat gelap, disamping itu mungkin mengandung H₂S, CO₂, serta berbagai gas lain hasil peluruhan tumbuhan yang akan memberikan bau khas

pada tanah. Permeabilitas lanau organik sangat rendah sedangkan kompresibilitasnya sangat tinggi.

3. Klasifikasi Tanah Lanau

Suatu tanah dapat digolongkan sebagai tanah lanau jika memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Lanau tepung batu yang mempunyai karakteristik tidak berkoheksi dan tidak plastis, sifat teknis lanau lempung batu cenderung mempunyai sifat pasir halus.
- b. Lanau yang bersifat plastis.

D. Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Adapun tujuan stabilisasi tanah adalah untuk mengikat dan menyatukan agregat material yang ada. Sifat-sifat tanah yang dapat diperbaiki dengan cara stabilisasi dapat meliputi : kestabilan volume, kekuatan atau daya dukung, permeabilitas, dan kekekalan atau keawetan.

Menurut *Bowles*, 1991 beberapa tindakan yang dilakukan untuk menstabilisasikan tanah adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan kerapatan tanah.
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan/atau tahanan gesek yang timbul.
3. Menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan/atau fisis pada tanah.
4. Menurunkan muka air tanah (drainase tanah).

5. Mengganti tanah yang buruk.

Pada umumnya cara yang digunakan untuk menstabilisasi tanah terdiri dari salah satu atau kombinasi dari pekerjaan-pekerjaan berikut (Bowles, 1991) :

- a. Mekanis, yaitu pemadatan dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan, ledakan, tekanan statis, tekstur, pembekuan, pemanasan dan sebagainya.
- b. Bahan Pencampur (*Additiver*), yaitu penambahan kerikil untuk tanah kohesif, lempung untuk tanah berbutir, dan pencampur kimiawi seperti semen, gamping, abu batubara, abu vulkanik, batuan kapur, gamping dan/atau semen, semen aspal, sodium dan kalsium klorida, limbah pabrik kertas dan lain-lainnya.

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 yang dimana memerlukan waktu untuk zat kimia yang ada didalam *additive* untuk bereaksi.

E. Stabilisasi Tanah Menggunakan Kapur

Kapur merupakan salah satu mineral yang cukup efektif untuk proses stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah dengan kapur sangat lazim digunakan dalam proyek-proyek konstruksi jalan maupun bangunan dengan berbagai macam jenis tana, mulai dari tanah lempung biasa sampai tanah ekspansif.

Kapur yang biasa digunakan dalam stabilisasi tanah adalah kapur hidup CaO dan Ca(OH)_2 . Kapur yang digunakan pada penelitian ini adalah kapur bubuk (CaO) yang dibeli di toko material. Kapur tersebut berasal dari batu kapur yang telah dibakar

sampai dengan suhu 1000°C. Kapur hasil pembakaran apabila ditambahkan air akan mengembang dan retak-retak. Banyak panas yang keluar (seperti mendidih) selama proses ini, hasilnya adalah kalsium hidroksida Ca(OH)_2 .

Apabila kapur dengan mineral lempung atau mineral halus lainnya bereaksi, maka akan membentuk suatu gel yang kuat dan keras, yaitu kalsium silikat yang mengikat butir-butir atau partikel tanah (Ingles dan Mercalf, 1972).

F. Kapur

1. Definisi Kapur

Kapur bangunan dibagi 2 macam berdasarkan penggunaan, yaitu kapur putih dan kapur aduk. Keduanya terdapat dalam bentuk kapur tohor maupun kapur padam. Kapur bangunan proses pembuatannya dengan cara pembakaran dengan menggunakan tungku pembakaran pada suhu 6000C – 8000C panasnya harus terbagi rata diseluruh bagian tungku agar mendapatkan hasil batu kapur yang baik.

2. Jenis-Jenis Kapur

Jenis-jenis kapur bangunan dibagi menjadi beberapa macam yang terdiri dari :

- a. Kapur Tohor, yaitu hasil pembakaran batu alam yang komposisinya sebagian besar adalah kalsium karbonat, pada suhu sedemikian tinggi. Jika diberi air dapat terpadamkan (dapat bersenyawa dengan air membentuk hidrat).
- b. Kapur Padam, hasil pembakaran kapur tohor dengan air membentuk hidrat.
- c. Kapur Udara, kapur padam yang apabila duaduk dengan air dan membentuk setelah beberapa waktu hanya dapat mengeras di udara karena pengikatan karbondioksida (CO_2).
- d. Kapur Hidrolis, kapur padam yang apabila diaduk dengan air setelah beberapa

waktu dapat mengeras baik di dalam air maupun di udara.

- e. Kapur Magnesia, kapur yang mengandung lebih dari 5 % magnesium oksida (MgO) dihitung dari contoh kapur yang dipijarkan

3. Sifat-Sifat Kapur

Kapur dapat digunakan untuk stabilisasi tanah sebagai zat aditif campuran tanah, dikarenakan kapur memiliki sifat- sifat sebagai berikut:

- a. Memberikan sifat pengerasan hidrolik bila dicampur air untuk kapur hidrolis. Pada kapur udara mengerasnya kapur setelah bereaksi dengan karbon dioksida, bukan dengan air.
- b. Memudahkan pengolahan pada adukan (mortar) semen.
- c. Mengikat kapur bebas, yang timbul pada ikatan semen

G. Sifat-Sifat Fisik Tanah

Sifat-sifat fisik tanah berhubungan erat dengan kelayakan pada banyak penggunaan tanah. Kekokohan dan kekuatan pendukung, kapasitas penyimpanan air, plastisitas semuanya secara erat berkaitan dengan kondisi fisik tanah. Hal ini berlaku pada tanah yang digunakan sebagai bahan struktural dalam pembangunan jalan raya, bendungan, dan pondasi untuk sebuah gedung, atau untuk sistem pembuangan limbah (Hendry D. Foth, Soenartono A. S, 1994).

Untuk mendapatkan sifat-sifat fisik tanah, ada beberapa ketentuan yang harus diketahui terlebih dahulu, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Kadar Air
2. Berat Jenis
3. Batas-Batas *Atterberg*
4. Analisa Saringan

1. Kadar Air

Kadar air suatu tanah adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah yang dinyatakan dalam persen. (ASTM D 2216-98)

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

Dimana : ω = Kadar air (%)

W_w = Berat air (gram)

W_s = Berat tanah kering (gram)

2. Berat Jenis

Sifat fisik tanah dapat ditentukan dengan mengetahui berat jenis tanahnya dengan cara menentukan berat jenis yang lolos saringan No. 200 menggunakan labu ukur.

Berat spesifik atau berat jenis (*specific gravity*) tanah (G_s) adalah perbandingan antara berat volume butiran padat dengan berat volume air pada temperatur 4⁰C. Seperti terlihat pada persamaan di bawah ini :

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

Dimana : G_s = berat jenis

W_1 = berat picnometer (gram)

W_2 = berat picnometer dan bahan kering (gram)

W_3 = berat picnometer bahan dan air (gram)

W_4 = berat picnometer dan air (gram)

3. Batas Atterberg

Batas *Atterberg* adalah batas konsistensi dimana keadaan tanah melewati keadaan lainnya dan terdiri atas batas cair, batas plastis dan indek plastisitas.

a. Batas Cair (*liquid limit*)

Batas cair adalah kadar air minimum dimana tanah tidak mendapat gangguan dari luar. (Scott. C. R, 1994). Sifat fisik tanah dapat ditentukan dengan mengetahui batas cair suatu tanah, tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair. Batas cair ditentukan dari alt uji Casagrande. (ASTM D 4318-00).

$$LL = \frac{W_1 - W_2}{PI \log\left(\frac{N_2}{N_1}\right)}$$

Dimana : W = Kadar air (%)
N = jumlah pukulan

b. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis adalah kadar air minimum dimana tanah dapat dibentuk secara plastis. Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat. (ASTM D 4318-00).

$$Li = \frac{\omega - PL}{PI}$$

Dimana : LI = *Liquidity Index*
ω = Kadar air (%)
PI = *Plastic Index*
PL = Batas Plastis

c. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas adalah selisih batas cair dan batas plastis. Seperti pada persamaan berikut :

$$PI = LL - PL$$

Dengan : PI = *Plastic index*
 LL = *Liquid limit*
 PL = *Plastic limit*

Indek platisitas (PI) merupakan interval kadar air di mana tanah masih bersifat platis. Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah.

4. Analisa Saringan

Tujuan dari analisis saringan adalah untuk mengetahui persentasi butiran tanah. Dengan menggunakan 1 set saringan, setelah itu material organik dibersihkan dari *sample* tanah, kemudian berat *sample* tanah yang tertahan di setiap saringan dicatat. Tujuan akhir dari analisa saringan adalah untuk memberikan nama dan mengklasifikasikan, sehingga dapat diketahui sifat-sifat fisik tanah. (ASTM D1140-00)

$$P_i = \frac{W_{bi} - W_{ci}}{W_{tot}} \times 100\%$$

Dimana : Pi = Berat tanah yang tertahan disaringan (%)
 Wbi = Berat saringan dan sample (gram)
 Wci = Berat saringan (gram) Wtot = Berat total sample(gram)

\

H. Kuat Tekan Bebas

1. Definisi Kuat Tekan Bebas

Kuat tekan bebas adalah tekanan aksial benda uji pada saat mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%. Uji kuat tekan bebas adalah salah satu cara untuk mengetahui geser tanah. Uji kuat tekan bebas bertujuan untuk menentukan kekuatan tekan bebas suatu jenis tanah yang bersifat kohesif, baik dalam keadaan asli (*undisturbed*), buatan (*remoulded*) maupun tanah yang

dipadatkan (*compacted*). Kuat tekan bebas (q_u) adalah harga tegangan aksial maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji silindris (sampel tanah) sebelum mengalami keruntuhan geser.

2. Teori Kuat Tekan Tanah

Nilai kuat tekan bebas (*unconfined compressive strength*) didapat dari pembacaan proving ring dial yang maksimum.

$$q_u = \frac{k \cdot R}{A}$$

Dimana :

q_u : Kuat tekan bebas

k : Kalibrasi proving ring

R : Pembacaan maksimum

A : Luas penampang contoh tanah pada saat pembacaan R

Uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*) merupakan cara yang dilakukan di laboratorium untuk menghitung kekuatan geser tanah. Uji kuat ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut.

Uji tekan bebas ini dilakukan pada contoh tanah asli dan contoh tanah tidak asli lalu diukur kemampuannya masing-masing contoh terhadap kuat tekan bebas. Dari nilai kuat tekan maksimum yang dapat diterima pada masing-masing contoh akan didapat sensitivitas tanah. Nilai sensitivitas ini mengukur bagaimana perilaku tanah jika terjadi gangguan yang diberikan dari luar.

III. METODE PENELITIAN

A. Sampel Tanah

Pengujian yang dilakukan menggunakan 2 sampel tanah, yaitu tanah lempung dan tanah lanau. Sampel tanah lempung diambil dari daerah Desa Rawa Sragi, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur. Sampel tanah lanau diambil dari daerah Desa Yosomulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro. Sampel tanah lempung dan tanah lanau yang akan diuji adalah sampel tanah terganggu (*disturbed soil*), yaitu tanah yang telah terganggu oleh aktivitas luar. Sampel tanah yang diambil merupakan sampel tanah yang mewakili tanah di lokasi pengambilan sampel.

Sampel tanah lempung dan tanah lanau tersebut digunakan untuk pengujian analisis saringan, uji hidrometer, uji batas-batas *atterberg*, dan uji berat jenis pada pengujian tanah asli, kemudian uji pemadatan (*modified proctor*), serta uji kuat tekan bebas untuk tanah asli dan tanah campuran kapur. Sampel tanah yang diambil tidak memerlukan usaha untuk melindungi sifat asli dari tanah lempung dan tanah lanau tersebut. Pada kedua sampel tanah tersebut, pengambilan sampel tanah terganggu (*disturb*) yaitu dengan cara mengambil langsung sampel tanah pada lokasi dan kemudian sampel tanah lempung dan tanah lanau dimasukkan ke dalam karung plastik atau pembungkus lainnya.

B. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk uji analisis saringan, uji hidrometer, uji berat jenis, uji kadar air, uji batas-batas *atterberg* uji pemadatan, uji kuat tekan bebas dan peralatan lainya yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung.

C. Benda Uji

1. Sampel tanah yang di uji pada penelitian ini yaitu tanah dengan klasifikasi lempung berplastisitas tinggi yang berasal dari daerah Rawa Sragi, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur – Provinsi Lampung dan tanah lanau yang diambil dari Desa Yosomulyo, Kota Metro Timur.
2. Air, bisa menggunakan air dari Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung.
3. Kapur yang digunakan pada penelitian ini adalah kapur bubuk (CaO) yang dibeli di toko material bahan bangunan.

D. Metode Pencampuran Sampel Tanah Dengan Kapur

1. Kapur dicampur dengan tanah yang telah ditumbuk (butir aslinya tidak pecah) dan lolos saringan no. 4 (4,75 mm). Kadar campuran kapur yaitu 5%, 10%, dan 15%.
2. Tanah yang telah dicampur dengan kapur sebagai bahan *additive* dipadatkan hingga mencapai kepadatan optimum.

3. Setelah mencapai kepadatan maksimum, dilakukan proses pemeraman. Dengan variasi pemeraman 7 hari, 14 hari dan 28 hari.
4. Setelah dilakukan pemeraman, tanah yang sudah dicampur dengan kapur kemudian dilakukan pengujian kuat tekan bebas dengan rendaman (soaked).

E. Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan pengujian dilakukan dalam 2 tahap. Pelaksanaan pengujian yang pertama dilakukan yaitu pengujian sifat fisik dan pelaksanaan pengujian yang kedua yaitu pengujian kuat tekan bebas pada tanah lempung dan lanau. Tahap pengujian tersebut dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

1. Kadar air

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah, yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butir kering tanah tersebut . Pengujian berdasarkan ASTM D 2216.

Adapun cara kerja pengujian ini berdasarkan ASTM D- 2216, yaitu :

- a. Menimbang cawan yang akan digunakan dan memasukkan benda uji kedalam cawan dan menimbanginya.
- b. Memasukkan cawan yang berisi sampel ke dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
- c. Menimbang cawan berisi tanah yang sudah di oven dan menghitung prosentase kadar air.

Perhitungan :

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

Dimana :

W_c = Berat cawan yang akan digunakan

W_{cs} = Berat benda uji + cawan

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

2. Berat Volume (*Unit Weight*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume tanah basah dalam keadaan asli (*undisturbed sample*), yaitu perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah. Pengujian berdasarkan ASTM D 2167.

3. Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Percobaan ini dilakukan untuk menentukan kepadatan massa butiran atau partikel tanah yaitu perbandingan antara berat butiran tanah dan berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu. Pengujian berdasarkan ASTM D 854-02.

Adapun cara kerja berdasarkan ASTM D-854, antara lain :

- a. Menyiapkan benda uji secukupnya dan mengoven pada suhu 60°C sampai dapat digemburkan atau dengan pengeringan matahari.

- b. Mendinginkan tanah dengan Desikator lalu menyaring dengan saringan No. 40 dan apabila tanah menggumpal ditumbuk lebih dahulu.
- c. Mencuci labu ukur dengan air bersih dan kemudian mengeringkannya sebelum digunakan.
- d. Menimbang labu tersebut dalam keadaan kosong.
- e. Mengambil sampel tanah.
- f. Memasukkan sampel tanah kedalam labu ukur dan menambahkan air suling sampai menyentuh garis batas labu ukur.
- g. Mengeluarkan gelembung-gelembung udara yang terperangkap di dalam butiran tanah dengan menggunakan dengan menggunakan pompa vakum.
- h. Mengeringkan bagian luar labu ukur, menimbang dan mencatat hasilnya dalam temperatur tertentu.

Perhitungan :

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

Dimana :

G_s = Berat jenis

W_1 = Berat *picnometer* (gram) 67

W_2 = Berat *picnomeeter* dan tanah kering (gram)

W_3 = Berat *picnometer*, tanah dan air (gram)

W_4 = Berat *picnometer* dan air bersih (gram)

4. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair. Pengujian berdasarkan ASTM D 4318-00.

Adapun cara kerja berdasarkan ASTM D-4318, antara lain :

1. Mengayak sampel tanah yang sudah dihancurkan dengan menggunakan saringan No. 40.
2. Mengatur tinggi jatuh mangkuk Casagrande setinggi 10 mm.
3. Mengambil sampel tanah yang lolos saringan No. 40, kemudian diberi air sedikit demi sedikit dan aduk hingga merata, kemudian dimasukkan kedalam mangkuk *casagrande* dan meratakan permukaan adonan sehingga sejajar dengan alas.
4. Membuat alur tepat ditengah-tengah dengan cara membagi benda uji dalam mangkuk *casagrande* tersebut dengan menggunakan *grooving tool*.
5. Memutar tuas pemutar sampai kedua sisi tanah bertemu sepanjang 13 mm sambil menghitung jumlah ketukan dengan jumlah ketukan harus berada diantara 10 – 40 kali.
6. Mengambil sebagian benda uji di bagian tengah mangkuk untuk pemeriksaan kadar air dan melakukan langkah kerja yang sama untuk benda uji dengan keadaan adonan benda uji yang berbeda sehingga diperoleh 4 macam benda uji dengan jumlah ketukan yang berbeda yaitu 2 buah dibawah 25 ketukan dan 2 buah di atas 25 ketukan.

Perhitungan :

1. Menghitung kadar air masing-masing sampel tanah sesuai jumlah pukulan.
2. Membuat hubungan antara kadar air dan jumlah ketukan pada grafik semi logaritma, yaitu sumbu x sebagai jumlah pukulan dan sumbu y sebagai kadar air.
3. Menarik garis lurus dari keempat titik yang tergambar.
4. Menentukan nilai batas cair pada jumlah pukulan ke 25.

5. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat.

Pengujian berdasarkan ASTM D 4318-00.

Adapun cara kerja berdasarkan ASTM D-4318 antara lain :

1. Mengayak sampel tanah yang telah dihancurkan dengan saringan No. 40.
2. Mengambil sampel tanah kira-kira sebesar ibu jari kemudian digulung-gulung di atas plat kaca hingga mencapai diameter 3 mm sampai retak-retak atau putus-putus.
3. Memasukkan benda uji ke dalam container kemudian ditimbang
4. Menentukan kadar air benda uji.

Perhitungan :

2. Nilai batas plastis (PL) adalah kadar air rata-rata dari ketiga benda uji.

3. Indeks Plastisitas (PI) adalah harga rata-rata dari ketiga sampel tanah yang diuji, dengan rumus :

$$PI = LL - PL$$

6. Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)

Pengujian analisa saringan hydrometer bertujuan untuk menentukan pembagian ukuran butiran dari tanah yang lolos saringan No. 10, Pengujian berdasarkan ASTM D 422.

Langkah Kerja :

- a. Mengambil sampel tanah sebanyak 500 gram, memeriksa kadar airnya.
- b. Meletakkan susunan saringan diatas mesin penggetar dan memasukkan sampel tanah pada susunan yang paling atas kemudian menutup rapat.
- c. Mengencangkan penjepit mesin dan menghidupkan mesin penggetar selama kira-kira 15 menit.
- d. Menimbang masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atasnya.

Perhitungan :

1. Berat masing-masing saringan (W_{ci})
2. Berat masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atas saringan (W_{bi})
3. Berat tanah yang tertahan (W_{ai}) = $W_{bi} - W_{ci}$

4. Jumlah seluruh berat tanah yang tertahan di atas saringan ($\sum W_{ai} \approx W_{tot}$)

5. Persentase berat tanah yang tertahan di atas masing-masing saringan (P_i)

$$P_i = \left[\frac{W_{bi} - W_{ci}}{W_{total}} \right] \times 100\%$$

6. Persentase berat tanah yang lolos masing-masing saringan (q) :

$$q_i = 100\% - p_i\%$$

$$q(1 + 1) = q_i - p(1 + 1)$$

Dimana :

$i = 1$ (saringan yang dipakai dari saringan dengan diameter maksimum sampai saringan No. 200).

7. Uji Pemadatan Tanah (*Modified Proctor*)

Tujuannya adalah untuk menentukan kepadatan maksimum tanah dengan cara tumbukan yaitu dengan mengetahui hubungan antara kadar air dengan kepadatan tanah. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-1557 untuk *Modified Proctor*.

Adapun langkah kerja pengujian pemadatan tanah, antara lain :

a. Pencampuran

1. Mengambil tanah sebanyak 25 kg dengan menggunakan karung goni lalu dijemur.

2. Setelah kering tanah yang masih menggumpal dihancurkan dengan tangan.
3. Butiran tanah yang telah terpisah diayak dengan saringan No. 4.
4. Butiran tanah yang lolos saringan No. 4 dipindahkan atas 10 bagian, masing-masing 2,5 kg, masukkan masing-masing bagian kedalam plastik dan ikat rapat-rapat.
5. Mengambil sebagian butiran tanah yang mewakili sampel tanah untuk menentukan kadar air awal.
6. Mengambil tanah seberat 2,5 kg, menambahkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan tanah sampai merata. Bila tanah yang diaduk telah merata, dikepalkan dengan tangan. Bila tangan dibuka, tanah tidak hancur dan tidak lengket ditangan.
7. Setelah dapat campuran tanah, mencatat berapa cc air yang ditambahkan untuk setiap 2,5 kg tanah.
8. Penambahan air untuk setiap sampel tanah dalam plastik dapat dihitung dengan rumus :

$$W_{wb} = \frac{w_b \cdot W}{1 + w_b}$$

W = Berat tanah

W_b = Kadar air yang dibutuhkan

Penambahan air : W_w = W_{wb} – W_{wa}

9. Sesuai perhitungan, lalu melakukan penambahan air setiap 2,5 kg sampel diatas pan dan mengaduknya sampai rata dengan sendok pengaduk.

b. Pemadatan tanah

1. Menimbang *mold* standar beserta alas.
2. Memasang *collar* pada *mold* , lalu meletakkannya di atas papan.
3. Mengambil salah satu sampel yang telah ditambahkan air sesuai dengan penambahannya.
4. Untuk *modified proctor* , tanah dibagi kedalam 5 lapisan. Lapisan pertama dimasukkan kedalam *mold* , ditumbuk 25 kali dengan alat pemukul seberat 4,5 kg serta tinggi jatuh alat pemukul sebesar 45,7 cm sampai merata. Dengan cara yang sama dilakukan pula untuk lapisan kedua, ketiga, keempat dan kelima, sehingga lapisan kelima mengisi sebagian *collar* (berada sedikit diatas bagian *mold*).
5. Melepaskan *collar* dan meratakan permukaan tanah pada *mold* dengan menggunakan pisau pemotong.
6. Menimbang *mold* berikut alas dan tanah didalamnya.
7. Mengeluarkan tanah dari *mold* dengan ekstruder, ambil bagian tanah (alas dan bawah) dengan menggunakan 2 container untuk pemeriksaan kadar air (w).
8. Mengulangi langkah kerja b.2 sampai b.8 untuk sampel tanah lainnya.

Perhitungan :

a. Kadar air :

1. Berat cawan + berat tanah basah = W_1 (gr)
2. Berat cawan + berat tanah kering = W_2 (gr)
3. Berat air = $W_1 - W_2$ (gr)

4. Berat cawan = W_c (gr)
5. Berat tanah kering = $W_2 - W_c$ (gr)
6. Kadar air (w) = $\frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_c}$ (%)

b. Berat isi :

1. Berat *modal* = W_m (gr)
2. Berat *modal* + sampel = W_{ms} (gr)
3. Berat tanah (W) = $W_{ms} - W_m$ (gr)
4. Volume *modal* = V (cm³)
5. Berat volume = W/V (gr/cm³)
6. Kadar air (w)
7. Berat volume kering (γ_d)

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w} \times 100\% \quad (\text{gr/cm}^3)$$

8. Berat volume *zero air void* (γ_z)

$$\gamma_z = \frac{G_s \times \gamma_w}{1 - G_s \times w} \quad (\text{gr/cm}^3)$$

F. Pengujian Kuat Tekan Bebas

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kekuatan tekan bebas (tanpa ada tekanan horizontal atau tekanan samping) q_u , dalam keadaan asli maupun dengan yang sudah distabilisasi menggunakan kapur, dan juga untuk mengetahui derajat kepekaan tanah, *sensitivity* (ST). Dalam pengujian ini akan dilakukan pada sampel tanah lempung dan tanah lanau yang dicampur dengan zat *additive* kapur, dengan persentase campuran yaitu 5%, 10%, dan

15% dan dan masing-masing campuran diperam selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari sebelum diuji supaya terjadi sementasi pada sampel tanah melalui proses kimiawi antara butiran tanah dan kapur yang sudah ditambahkan.

1. Bahan-bahan:

- a. Sampel tanah lempung dan tanah lanau.
- b. Kapur sebagai zat *additive*.
- c. Air bersih secukupnya.

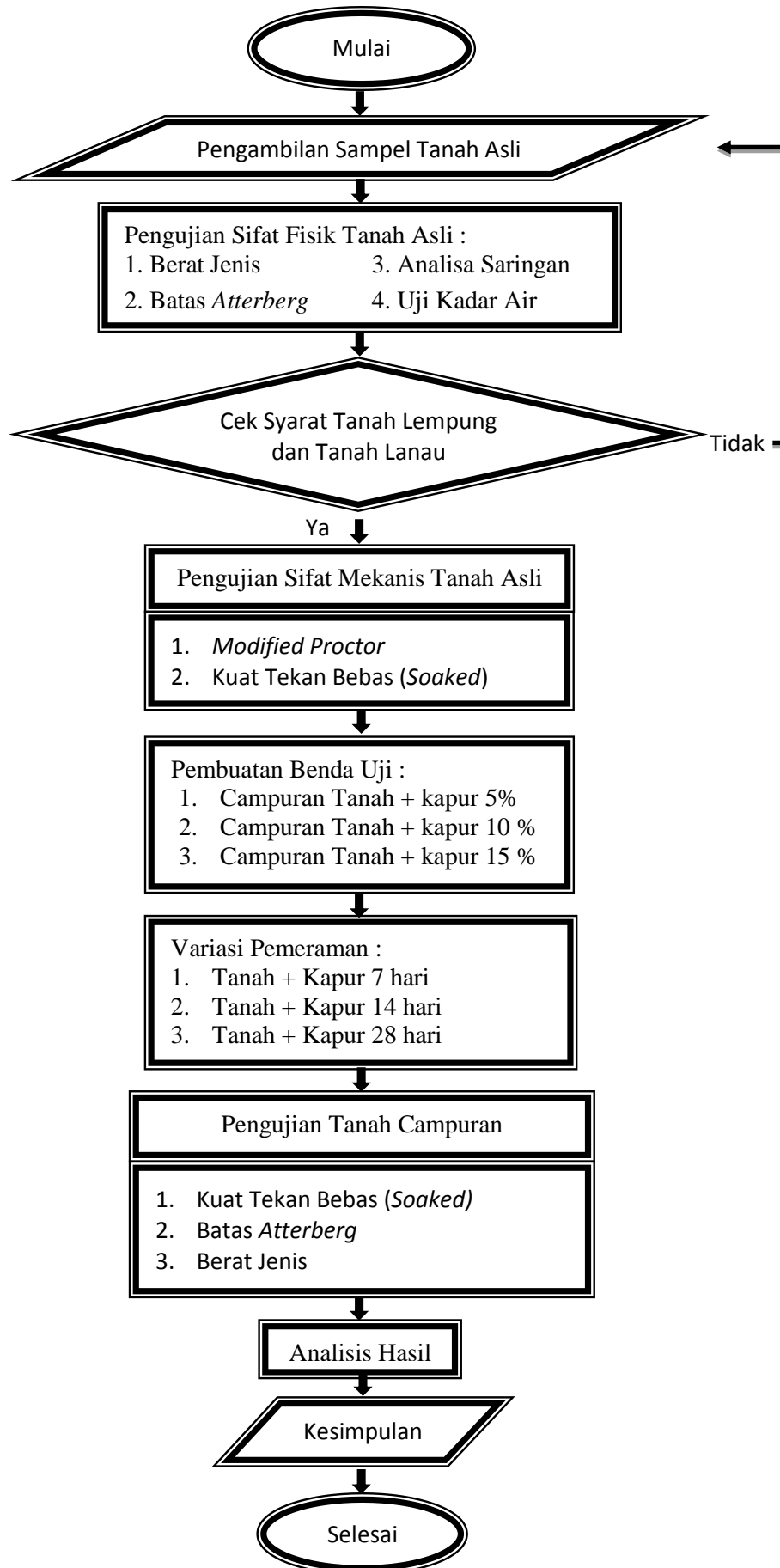
2. Peralatan yang digunakan:

- a. Alat *Unconfined Compression Test*.
- b. Ring silinder untuk mengambil contoh tanah.

3. Prosedur kerja

- a. Mengeluarkan sampel tanah dari tabung contoh dan memasukkan cetakan dengan cara menekan cetakan pada sampel tanah, sehingga cetakan terisi penuh.
- b. Meratakan kedua permukaan tanah pada tabung dengan pisau pemotong dan mengeluarkannya dengan *extruder*.
- c. Menimbang sampel tanah yang akan digunakan untuk menentukan berat volume.
- d. Meletakkan sampel tanah diatas plat penekan bawah.
- e. Mengatur ketinggian plat atas dengan tepat menyentuh permukaan atas sampel tanah.
- f. Mengatur dial beban dan dial deformasi pada posisi nol.
- g. Menghidupkan mesin (cara *electrical*). Kecepatan regangan diambil $\frac{1}{2}$ - 2% per menit dari tinggi sampel tanah.

- h. Mencatat hasil pembacaan dial pada regangan 0,5%, 1%, 2% dan seterusnya sampai tanah mengalami keruntuhan.
- i. Menghentikan percobaan, jika regangan sudah mencapai 20%.



V. PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Jenis tanah yang digunakan sebagai sampel penelitian ini ada 2 jenis yaitu, tanah lempung yang berasal dari daerah Rawa Sragi, Desa Belimbing Sari Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur dan tanah lanau yang berasal dari Desa Yosomulyo, Kecamatan Metro Timur. Berdasarkan klasifikasi tanah menurut USCS (*Unified Soil Clasification System*), tanah lempung termasuk ke dalam kelompok OH yaitu lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi, sedangkan tanah lanau termasuk ke dalam kelompok ML yaitu tanah lanau anorganik dengan plastisitas rendah.
2. Dari hasil uji pemadatan *modified proctor*, penambahan campuran kapur pada tanah lempung dan tanah lanau terbukti meningkatkan nilai berat volume maksimum (γ_d) secara *continue* dari kadar kapur 5%, 10%, sampai 15% dan durasi pemeraman dari 7 hari, 14 hari, sampai 28 hari.
3. Uji kuat tekan bebas dilakukan pada tanah lempung dan lanau yang diberi tambahan kapur masing-masing 5%, 10%, dan 15%, kemudian diperam dengan lama waktu variasi pemeraman masing-masing 7 hari, 14 hari, dan

28 hari. Setelah dilakukan pemeraman, sampel tanah direndam selama 4 hari (*soaked*) sebelum diuji.

4. Dari hasil pengujian kuat tekan bebas yang dilakukan di laboratorium dapat dilihat kenaikan dan penurunan nilai kuat tekan bebas pada setiap penambahan campuran kapur, akan tetapi kecenderungannya mengalami kenaikan. Pada tanah lempung, nilai kuat tekan bebasnya (q_u) cenderung mengalami kenaikan dari kadar kapur 5%, 10%, sampai 15%. Pada sampel tanah lempung 5% kapur, pemeraman 14 hari didapatkan nilai q_u yang paling besar dibandingkan dengan pemeraman 7 hari dan 28 hari. Kemudian pada tanah lempung dengan kapur 10% dan 15%, semakin lama variasi waktu pemeramannya, hasil kuat tekan yang semakin baik. Sampel tanah lempung + 15% kapur dengan lama waktu pemeraman 28 hari didapat nilai kuat tekan bebas (q_u) paling besar (optimum) dari sampel tanah lempung lainnya yaitu sebesar $0,3636 \text{ kg/cm}^2$.
5. Dari hasil uji kuat tekan bebas tanah lanau, sampel dengan kapur 5% tidak menunjukkan peningkatan nilai kuat tekan bebas (q_u) yang signifikan di setiap variasi lama waktu pemeramannya. Namun pada sampel dengan kapur 10% dan 15%, didapatkan kenaikan nilai (q_u) yang cukup signifikan. Sampel yang dicampur 10% kapur sudah menunjukkan nilai q_u yang baik mulai dari pemeraman 7 hari dan terus meningkat pada pemeraman 14 hari dan 28 hari. Pada sampel dengan 15% kapur, baru terlihat peningkatan setelah pemeraman 14 dan 28 hari. Sampel tanah lanau dengan 15% kapur dengan pemeraman 28 hari mendapatkan nilai kuat tekan bebas (q_u) paling besar.

6. Dari pengujian kuat tekan bebas tanah lempung dan lanau, dapat disimpulkan bahwa lama waktu pemeraman berpengaruh terhadap kuat tekan bebas tanah campuran kapur, semakin lama waktu pemeraman, nilai kuat tekan bebas (q_u) semakin mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan proses sementasi yang terjadi antara kapur dan tanah perlu waktu yang cukup lama. Kapur menunjukkan pengaruh yang lebih baik pada tanah lempung dibandingkan dengan tanah lanau, walaupun perbedaannya tidak terlalu signifikan.

B. Saran

1. Setelah pengambilan sampel dilokasi, sebaiknya sampel segera dilakukan pemodelannya karena makin lama maka kadar air akan semakin berkurang.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan persentase campuran antara lempung maupun lanau dengan kapur yang lebih rinci dan variasi lama waktu pemeraman yang lebih beragam agar didapat perbandingan yang lebih baik.
3. Untuk penelitian ke depannya disarankan untuk menambah variasi sampel campuran antara kapur dengan jenis tanah yang berbeda agar mendapatkan formula yang lebih lengkap untuk jenis tanah dengan sifat fisik dan mekanis yang berbeda.
4. Agar lebih teliti pada saat pembuatan sampel dan pada saat pembacaan dial supaya didapat hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, Idharmahadi. 2011. *Penuntun Praktikum Mekanika Tanah II*. Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung : Bandar Lampung
- Bowles, J.E. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Craig, R.F. 1991 . *Mekanika Tanah*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 1992. *Mekanika Tanah 1*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. *Mekanika Tanah 2*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Universitas Lampung. 2012. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. UPT Percetakan Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Verhoef, PNW.1994.*Geologi Untuk Teknik Sipil*. Erlangga. Jakarta
- Das, Braja M. 1994, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid II*, Penerbit Erlangga, Jakarta.