

**PENGARUH VARIASI WAKTU PEMERAMAN TERHADAP DAYA
DUKUNG TANAH LEMPUNG DAN LANAU YANG DISTABILISASI
MENGUNAKAN SEMEN PADA KONDISI TANPA RENDAMAN
(UNSOAKED)**

(Skripsi)

**Oleh
Bravo Pandiangan**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRACT

EFFECT OF CURING TIME VARIATION OF CLAY SOIL AND SILT STRENGTH SUPPORT STABILIZED USING CEMENT IN UNSOAKED CONDITION (UNSOAKED)

by

BRAVO PANDIANGAN

Soil is the material that serves as a support for the construction base. Each region has different soil characteristics in other areas, there has a carrying capacity of good to bad or poor. Clay and silt soil has a bearing capacity and low soil properties. To overcome this, the need to improve the soil natures with the stabilization method. Stabilization is to improve the physical and mechanical properties of the soil so that it meets certain technical requirements. One way is with a cement stabilization. In this study, the cement used is a cement-type portland cement. This study aimed to compare the value of CBR clay and silt before and after stabilized by the addition of cement.

Soil used is a type of clay taken from the village of Rawa Sragi, District Jabung, East Lampung district and silt types from Yosomulyo Village, East Metro District, Metro City. In the modified proctor compaction test results, the addition of cement on clay and silt proven to increase the value of the maximum volume weight (γ_d) continuously. While the value of the optimum water content (ω_{opt}) a decline that is not too significant on at every level of the cement. For a density value of clay and silt mixed cement has increased compared with the original soil density. In testing the CBR without soaking in a mixture of cement with modified proctor compaction CBR values obtained optimum cement content of 9% and ripening 28 days amounted to 107.6% in clay, silt soil while the CBR value without immersion saw the largest increase in cement content 9% and ripening 28 days 58%. The addition of portland cement is proven to increase the value of CBR significantly compared with the both real soil

Keywords: Cement, Clay Soil, Silt Soil, CBR, Soil Bearing Capacity

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI WAKTU PEMERAMAN TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG DAN LANAU YANG DISTABILISASI MENGUNAKAN SEMEN PADA KONDISI TANPA RENDAMAN (UNSOAKED)

Oleh

BRAVO PANDIANGAN

Tanah adalah bahan yang berfungsi sebagai dukungan untuk dasar konstruksi. Setiap daerah memiliki karakteristik tanah yang berbeda di daerah lain, ada memiliki daya dukung yang baik sampai buruk atau jelek. Tanah lempung dan tanah lanau memiliki daya dukung dan sifat tanah yang rendah. Untuk mengatasi hal ini, perlu memperbaiki sifat tanah dengan metode stabilisasi. Stabilisasi adalah memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah sehingga memenuhi persyaratan teknis tertentu. Salah satu cara stabilisasi adalah dengan semen. Dalam penelitian ini, semen yang digunakan yaitu semen tipe *portland cement*. Penelitian ini bertujuan membandingkan nilai CBR tanah lempung dan lanau sebelum dan sesudah distabilisasi dengan penambahan semen.

Tanah yang digunakan adalah jenis tanah lempung yang diambil dari Desa Rawa Sragi, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur dan jenis tanah lanau dari Desa Yosomulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro. Pada hasil pengujian pemadatan *modified proctor*, penambahan semen pada tanah lempung dan lanau terbukti meningkatkan nilai berat volume maksimum (γ_d) secara berlanjut. Sedangkan nilai kadar air optimum (ω_{opt}) terjadi penurunan yang tidak terlalu signifikan pada pada setiap kadar semennya. Untuk nilai berat jenis tanah lempung dan lanau yang dicampur semen mengalami kenaikan dibanding dengan berat jenis tanah aslinya. Pada pengujian CBR tanpa rendaman pada campuran semen dengan pemadatan *modified proctor* didapatkan nilai CBR optimum pada kadar semen 9% dan pemeraman 28 hari sebesar 107,6% pada tanah lempung, sedangkan pada tanah lanau nilai CBR tanpa rendaman terjadi peningkatan tertinggi pada kadar semen 9% dan pemeraman 28 hari yaitu sebesar 58%. Penambahan *portland cement* terbukti dapat meningkatkan nilai CBR secara signifikan dibandingkan dengan kedua tanah asli tersebut.

Kata kunci : Semen, Lempung, Lanau, CBR, Daya Dukung Tanah.

**PENGARUH VARIASI WAKTU PEMERAMAN TERHADAP DAYA
DUKUNG TANAH LEMPUNG DAN LANAU YANG DISTABILISASI
MENGUNAKAN SEMEN PADA KONDISI TANPA RENDAMAN
(UNSOAKED)**

**Oleh
Bravo Pandiangan**

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**

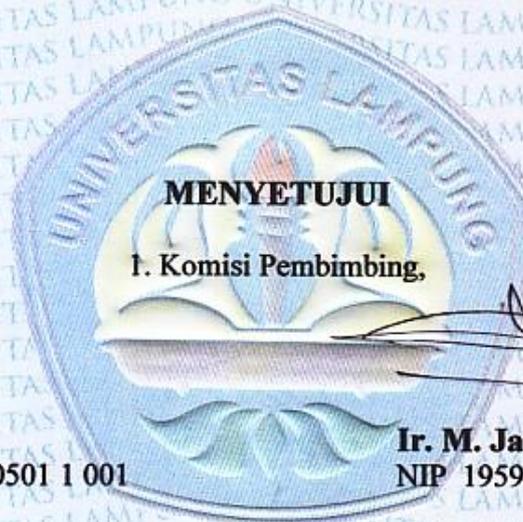
**Skripsi : PENGARUH VARIASI WAKTU PEMERAMAN
TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG DAN
LANAU YANG DISTABILISASI MENGGUNAKAN
SEMEN PADA KONDISI TANPA RENDAMAN
(UNSOAKED)**

Nama Mahasiswa : BRAVO PANDIANGAN

No. Pokok Mahasiswa : 1015011091

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik



I. Komisi Pembimbing,

Iswan, S.T., M.T.
NIP 19720608 200501 1 001

Ir. M. Jafri, M.T.
NIP 19590328 198803 1 002

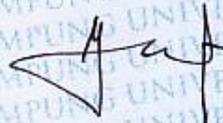
2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

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

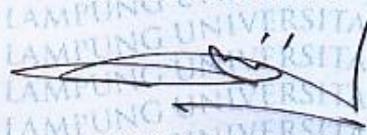
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

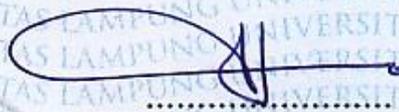
Ketua : Iswan, S.T, M.T.



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



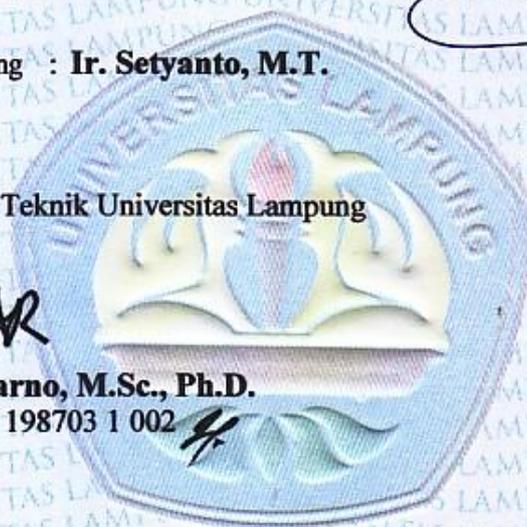
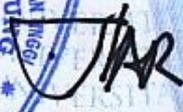
**Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Setyanto, M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung

Prof. Dr. Suharno, M.Sc., Ph.D.

NIP 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 21 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,

Bravo Pandiangan
Bravo Pandiangan

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Bravo Pandiangan lahir di Blambangan Umpu, pada tanggal 10 April 1992, merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Betahan Pandiangan dan Rumondang Situmorang, S.Pd., Penulis memiliki dua orang saudara laki-laki bernama Onward Pandiangan, Roberto Pandiangan

dan satu saudara perempuan bernama Debora Pandiangan. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD 1 Negeri Baru yang diselesaikan pada tahun 2004.

Pendidikan tingkat pertama ditempuh di SMPN 1 Blambangan Umpu yang diselesaikan pada tahun 2007. Kemudian melanjutkan pendidikan tingkat atas di SMA Xaverius 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 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 Purwa Agung, Kecamatan Negara Batin, Way Kanan pada tahun 2015.

Persembahan

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

Orang tua, kakak, serta adik-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 !!!

MOTTO

“Pekerja keras akan mengalahkan orang yang memiliki bakat, ketika orang yang memiliki bakat tidak bekerja keras”
(Putra Andrean)

“Jika kau mampu bersabar, Tuhan mampu memberikan lebih dari apa yang kau minta”
(Andrian Putra Aulia)

“Ayo segera bangun mimpimu atau orang lain akan memperkerjakan kamu untuk membangun mimpi mereka”
(Farrah Gray)

“Belajar dari masa lalu, hidup untuk masa kini, dan berharap untuk masa yang akan datang”
(Albert Einstein)

“Tidak ada seorang pun dapat mengulang dan memulai awal yang baru, tetapi semua orang bisa melanjutkannya dan membuat akhir yang indah”
(Agil Julianto)

“Majulah tanpa menyingkirkan orang lain, naiklah tinggi tanpa menjatuhkan orang lain”
(Firman Syahruli)

“Dunia gampang dicari, dekati saja pemiliknya”
(R. NOfan A)

SANWACANA

Puji syukur dalam nama Tuhan YESUS yang telah memberikan berkat yang melimpah, sehingga skripsi dengan judul **Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung dan Lanau yang Distabilisasi Menggunakan Semen Pada Kondisi Tanpa Rendaman (*Unsoaked*)** dapat terselesaikan. 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. 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, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Iswan S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I skripsi..
4. Ir. M. Jafri, M.T. selaku Dosen Pembimbing II skripsi.

5. Ir. Setyanto, M.T. selaku Dosen Penguji skripsi.
6. Hasti Riakara Husni, S.T., M.T Selaku Dosen Pembimbing Akademis
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
8. Kedua orang tua penulis (Betahan Pandiangan dan Rumondang Situmorang S.Pd.) yang telah memberikan restu dan doanya, serta kakak dan adikku yang selalu menjadi penyemangat penulis.
9. Essy Martha Sanuri, orang yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi penulis.
10. Rekan-rekan seperjuangan di Kampus Teknik Sipil. (Ibeng, Putra, Hafizh, Hadyan, Aldy, Oyeng) yang telah banyak membantu penulis selama di Kampus.
11. Adik-adikku angkatan 2014 (Doyo, Agil, Firman, Bareb, Pandi, Yogi, Ocit, Nay) yang membantu dengan tenaga dan keringat dalam penelitian ini.
12. Teknisi di laboratorium (Mas Pardin, Mas Miswanto, Mas Budi, Mas Bayu).
13. 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 2016

Penulis,

BRAVO PANDIANGAN

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	I
DAFTAR ISI.....	II
DAFTAR GAMBAR.....	VI
DAFTAR TABEL.....	IX
DAFTAR NOTASI.....	XI
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	3
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.....	12
C. Tanah Lanau	15
D. Stabilisasi Tanah.....	17
E. Stabilisasi Tanah dengan Semen	18
F. Semen Portland (<i>Portland Cement</i>).....	19

G. Batas-Batas <i>Atterberg</i>	23
H. Pemadatan Tanah	25
I. <i>California Bearing Ratio</i> (Uji CBR)	27
J. Tinjauan Penelitian Terdahulu	31

III. METODE PENELITIAN

A. Sampel Tanah.....	33
B. Peralatan	33
C. Benda Uji	34
D. Metode Pencampuran Sampel Tanah Dengan Semen	34
E. Pelaksanaan Pengujian.....	35
1. Uji Kadar Air	36
2. Uji Analisis Saringan.....	37
3. Uji Batas <i>Atterberg</i>	38
4. Uji Berat Jenis	40
5. Uji Pemadatan (<i>Modified Proctor</i>)	42
6. Uji CBR (<i>California Bearing Ratio</i>)	45
F. Urutan Prosedur Penelitian	48
G. Analisis Hasil Penelitian.....	50

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Tanah Asli	53
1. Pengujian Kadar Air	55
2. Pengujian Berat Jenis	56
3. Pengujian Batas-Batas <i>Atterberg</i>	56
4. Pengujian Analisa Saringan	58

5. Pengujian Hidrometer	61
6. Pengujian Pemadatan Tanah	63
7. Pengujian CBR.....	66
B. Pembahasan Klasifikasi Sampel Tanah AASHTO <i>(American Association Highway and Transportation Official)</i>	67
1. Tanah Lempung	67
2. Tanah Lanau.....	68
C. Pengujian Sampel Tanah dengan Campuran Semen <i>(Portland Cement)</i>	69
1. Pengujian Berat Jenis	69
a. Berat Jenis Tanah Lempung.....	69
b. Berat Jenis Tanah Lanau	70
2. Pengujian Batas-Batas <i>Atterberg</i>	72
a. Batas-Batas <i>Atterberg</i> Tanah Lempung.....	72
b. Batas-Batas <i>Atterberg</i> Tanah Lanau	75
3. Pengujian Pemadatan Tanah Lempung Campuran Semen	78
a. Uji Pemadatan <i>Modified Proctor</i> Lempung + Semen 3%	79
b. Uji Pemadatan <i>Modified Proctor</i> Lempung + Semen 6%	79
c. Uji Pemadatan <i>Modified Proctor</i> Lempung + Semen 9%	80
4. Pengujian Pemadatan Tanah Lanau Campuran Semen.....	80
a. Uji Pemadatan <i>Modified Proctor</i> Lanau + Semen 3%.....	81
b. Uji Pemadatan <i>Modified Proctor</i> Lanau + Semen 6%.....	81
c. Uji Pemadatan <i>Modified Proctor</i> Lanau + Semen 9%.....	82
5. Pengujian CBR Tanpa Rendaman (<i>Unsoaked</i>) Tanah Lempung Campuran Semen (<i>Portland Cement</i>).....	85
6. Pengujian CBR Tanpa Rendaman (<i>Unsoaked</i>) Tanah Lanau	

Campuran Semen (<i>Portland Cement</i>).....	87
D. Perbandingan Nilai Berat Volume Maksimum, Kadar Air Optimum dan CBR (Unsoaked) dengan Bahan Stabilisasi Yang Berbeda.....	95
1. Berat Volume Maksimum dan Kadar Air Optimum.....	95
2. CBR Tanpa Rendaman (<i>Unsoaked</i>).....	98
V. PENUTUP	
A. Simpulan	101
B. Saran	103

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Nilai-Nilai Batas <i>Atterberg</i> Untuk Subkelompok Tanah	10
Gambar 2. Semen Portland	19
Gambar 3. Batas-Batas <i>atterberg</i>	24
Gambar 4. Pengujian CBR laboratorium	29
Gambar 5. Diagram Alir Penelitian	52
Gambar 6. Rentang (<i>Range</i>) dari Batas Cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI) Berdasarkan Sistem AASHTO.....	57
Gambar 7. Grafik Hasil Analisa Saringan Tanah Lempung	59
Gambar 8. Grafik Hasil Analisa Saringan Tanah Lanau.....	61
Gambar 9. Grafik Hasil Analisa Saringan dan Hidrometer Tanah Lempung ..	62
Gambar 10. Grafik Hasil Analisa Saringan dan Hidrometer Tanah Lanau	63
Gambar 11. Grafik <i>Modified Proctor</i> Tanah Lempung	65
Gambar 12. Grafik <i>Modified Proctor</i> Tanah Lanau.....	65
Gambar 13. Grafik Pengujian Berat Jenis Tanah Lempung	70
Gambar 14. Grafik Pengujian Berat Jenis Tanah Lanau	71
Gambar 15. Grafik Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Lempung + Semen 3%	72
Gambar 16. Grafik Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Lempung + Semen 6%	73
Gambar 17. Grafik Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Lempung + Semen 9%	74
Gambar 18. Grafik Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Lanau + Semen 3%	75

Gambar 19. Grafik Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Lanau + Semen 6%	76
Gambar 20. Grafik Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Lanau + Semen 9%	77
Gambar 21. Grafik <i>Modified Proctor</i> Lempung + Semen 3%	79
Gambar 22. Grafik <i>Modified Proctor</i> Lempung + Semen 6%	79
Gambar 23. Grafik <i>Modified Proctor</i> Lempung + Semen 9%	80
Gambar 24. Grafik <i>Modified Proctor</i> Lanau + Semen 3%	81
Gambar 25. Grafik <i>Modified Proctor</i> Lanau + Semen 6%	81
Gambar 26. Grafik <i>Modified Proctor</i> Lanau + Semen 9%	82
Gambar 27. Perbandingan Peningkatan Kadar Air Optimum (ω_{opt}) Pada Masing-Masing Kadar Semen.....	83
Gambar 28. Perbandingan Peningkatan Berat Volume Kering Maksimum(γ_d) Pada Masing-Masing Kadar Semen	84
Gambar 29. Hasil Pengujian CBR Tanah Lempung Campuran Semen Pemeraman 7 hari.....	86
Gambar 30. Hasil Pengujian CBR Tanah Lempung Campuran Semen Pemeraman 14 hari.....	86
Gambar 31. Hasil Pengujian CBR Tanah Lempung Campuran Semen Pemeraman 28 hari.....	87
Gambar 32. Hasil Pengujian CBR Tanah Lanau Campuran Semen Pemeraman 7 hari.....	88
Gambar 33. Hasil Pengujian CBR Tanah Lanau Campuran Semen Pemeraman 14 hari.....	89
Gambar 34. Hasil Pengujian CBR Tanah Lanau Campuran Semen Pemeraman 28 hari.....	89
Gambar 35. Persentase Peningkatan Nilai CBR Tanah Lempung dan Tanah Lanau Pemeraman 7 hari.....	93
Gambra 36. Persentase Peningkatan Nilai CBR Tanah Lempung dan Tanah Lanau Pemeraman 14 hari.....	94
Gambar 37. Persentase Peningkatan Nilai CBR Tanah Lempung dan Tanah Lanau Pemeraman 28 hari.....	94

Gambar 38. Perbandingan Nilai Berat Volume Kering Maksimum Campuran Semen dan Campuran Limbah Plastik (<i>Modified Proctor</i>)	96
Gambra 39. Perbandingan Nilai Kadar Air Optimum Campuran Semen dan Campuran Limbah Plastik (<i>Modified Proctor</i>)	97
Gambar 40. Perbandingan Nilai CBR Tanpa Rendaman (<i>Unsoaked</i>) Campuran Semen dan Campuran Semen + Matos.....	99

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi Tanah AASHTO	11
Tabel 2. Elemen-Elemen Uji Pematatan di Laboratorium	27
Tabel 3. Beban Penetrasi Bahan Standar	30
Tabel 4. Kode Pada Mold Untuk Masing-Masing Kadar Semen dan Variasi Pemeraman Serta Metode Pematatan Untuk Tanah Lempung.....	49
Tabel 5. Kode Pada Mold Untuk Masing-Masing Kadar Semen dan Variasi Pemeraman Serta Metode Pematatan Untuk Tanah Lempung.....	49
Tabel 6. Hasil Pengujian Sampel Tanah Lempung Asli	53
Tabel 7. Hasil Pengujian Sampel Tanah Lanau Asli	54
Tabel 8. Hasil Pengujian Batas Atterberg	57
Tabel 9. Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Lempung.....	59
Tabel 10. Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Lanau.....	60
Tabel 11. Hasil Pengujian Hidrometer Tanah Lempung	62
Tabel 12. Hasil Pengujian Hidrometer Tanah Lanau.....	63
Tabel 13. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Lempung	69
Tabel 14. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Lanau.....	70
Tabel 15. Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Lempung + 3% Semen.....	72
Tabel 16. Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Lempung + 6% Semen.....	73
Tabel 17. Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Lempung + 9% Semen.....	74
Tabel 18. Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Lanau + 3% Semen.....	75

Tabel 19. Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Lanau + 6% Semen.....	76
Tabel 20. Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Lanau + 9% Semen.....	77
Tabel 21. Hasil Pengujian CBR Tanah Lempung Campuran Semen dengan Pemadatan <i>Modified Proctor</i>	85
Tabel 22. Hasil Pengujian CBR Tanah Lanau Campuran Semen dengan Pemadatan <i>Modified Proctor</i>	88
Tabel 23. Perbandingan Peningkatan CBR Tanah Lempung Campuran Kadar Semen 3% Terhadap Nilai CBR Tanah Asli.....	90
Tabel 24. Perbandingan Peningkatan CBR Tanah Lempung Campuran Kadar Semen 6% Terhadap Nilai CBR Tanah Asli.....	90
Tabel 25. Perbandingan Peningkatan CBR Tanah Lempung Campuran Kadar Semen 9% Terhadap Nilai CBR Tanah Asli.....	91
Tabel 26. Perbandingan Peningkatan CBR Tanah Lanau Campuran Kadar Semen 3% Terhadap Nilai CBR Tanah Asli.....	91
Tabel 27. Perbandingan Peningkatan CBR Tanah Lanau Campuran Kadar Semen 6% Terhadap Nilai CBR Tanah Asli.....	91
Tabel 28. Perbandingan Peningkatan CBR Tanah Lanau Campuran Kadar Semen 9% Terhadap Nilai CBR Tanah Asli.....	92
Tabel 29. Nilai Berat Volume Maksimum dan Kadar Air Optimum dengan Pemadatan <i>Modified Proctor</i> (Plastik)	96
Tabel 30. Hasil Pengujian CBR Campuran Tanah dengan Semen + Matos Per Periode Durasi Waktu Pemeraman	99

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 *Picnometer* + Air
- Wci = Berat Saringan
- Wbi = Berat Saringan + Tanah Tertahan
- Wai = Berat Tanah Tertahan

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanah sangat penting peranannya dalam sebuah konstruksi, yaitu konstruksi bangunan, jalan, jembatan, bendungan dan konstruksi-konstruksi lainnya, sehingga diperlukan tanah dengan sifat-sifat teknis yang memadai. Kondisi tanah di Indonesia sangat bervariasi ditinjau dari segi kemampuan dukungnya. Dalam kenyataannya sering dijumpai sifat tanah yang tidak memadai, misalnya kompresibilitas, permeabilitas, maupun plastisitasnya. Tanah berguna sebagai bahan bangunan dalam pekerjaan teknik sipil, salah satunya pada konstruksi jalan raya. Stabilitas konstruksi perkerasan secara langsung akan dipengaruhi oleh kemampuan tanah dasar dalam menerima dan meneruskan beban yang bekerja. Namun, tidak semua lapisan tanah dasar mampu menahan beban di atasnya. Hanya tanah yang memiliki klasifikasi baik yang mampu berfungsi sebagai daya dukung. Oleh karena itu dibutuhkan stabilisasi tanah yang merupakan salah satu cara untuk memperbaiki sifat-sifat fisis tanah.

Stabilisasi tanah dapat dilakukan secara mekanis dan kimia. Usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah telah banyak dilakukan, antara lain dengan pemadatan atau mencampur bahan kimia yang dapat menambah kekuatan

tanah. Para peneliti terdahulu menyatakan bahwa penambahan bahan kimia tertentu bukan saja dapat mengurangi sifat pengembangan dan sifat plastisitas, tetapi juga dapat meningkatkan kekuatan dan mengurangi besarnya penurunan pada tanah. Penggunaan bahan kimia dalam stabilisasi tanah telah digunakan oleh beberapa orang peneliti dengan menggunakan metode dan obyek penelitian yang berbeda, tetapi mempunyai sasaran yang sama yaitu perbaikan sifat teknis dan peningkatan kekuatan tanah.

Tanah lempung adalah salah satu tanah yang memiliki kuat dukung dan sifat tanah yang buruk dan memiliki sifat plastisitas tinggi, volume akan berubah bila kadar air berubah. Tanah lanau adalah tanah atau butiran penyusun tanah/batuan yang berukuran diantara pasir dan lempung.

Tanah lempung merupakan salah satu tanah yang mempunyai sifat yang kurang baik. Jenis tanah ini mempunyai daya dukung yang rendah, sifat kembang susut yang besar dan sifat yang sangat kohesif serta deformasi yang terjadi sangat besar. Tanah lanau mempunyai sifat yang kurang baik yaitu mempunyai kuat geser rendah setelah dikenai beban, kapilaritas tinggi, permeabilitas rendah dan kerapatan relatif rendah dan sulit dipadatkan.

Dengan adanya permasalahan tersebut maka alternatif usaha perbaikan yang dilakukan adalah stabilisasi tanah dengan menggunakan bahan aditif yaitu semen (*Portland Cement*). Semen merupakan *stabilizing agents* yang baik sekali, karena kemampuannya mengeras dan mengikat butir-butir agregat sangat bermanfaat sebagai usaha untuk mendapatkan massa tanah yang kokoh dan tahan terhadap deformasi. Semen dapat bereaksi dengan hampir semua

jenis tanah, dari jenis tanah kasar non kohesif sampai tanah yang sangat plastis.

Semen juga dapat membantu meningkatkan kekuatan tanah. Kekuatan tanah akan meningkat dengan bertambahnya waktu pemeraman (*curing*). Karena dengan diperam maka tanah akan bereaksi dengan semen sehingga pengikatan dan pengerasan yang dihasilkan akan lebih baik pada masa pemeraman. Menurut Mitchell dan Freitag (1959), tanah berbutir dan tanah lempung dengan plastisitas rendah lebih cepat distabilisasi dengan semen.

B. Rumusan Masalah

Permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah melakukan perbaikan sifat fisis dan sifat mekanis tanah dengan mencampur jenis tanah yang diteliti dengan semen sebagai bahan stabilisasi, yang ditinjau dari nilai CBR dan nilai-nilai batas konsistensi (batas-batas *Atterberg*). Adapun pencampuran semen yang dilakukan menggunakan variasi campuran dan variasi waktu pemeraman yang berbeda-beda, sehingga didapatkan nilai perbaikan sifat fisis dan sifat mekanis dengan kadar semen dan waktu pemeraman yang paling optimal, sehingga penelitian ini nantinya dapat digunakan sebagai bahan tinjauan dalam pekerjaan di lapangan.

C. Batasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini ditinjau dari sifat dan karakteristik dan ditinjau dari nilai daya dukung tanah lempung dan tanah lanau sebelum dan sesudah dicampur menggunakan semen dengan persentase berbeda-beda,

serta mengetahui perbandingan antara nilai daya dukung tanah dengan variasi pemeraman dengan waktu yang berbeda-beda. Selain itu untuk mengetahui perbandingan antara nilai daya dukung tanah dengan pemadatan *modified proctor*. Penelitian ini juga bermaksud untuk mengetahui sifat dan karakteristik tanah seperti batas *atterberg* dan berat jenis tanah sebelum dan sesudah dicampur dengan semen. Adapun ruang lingkup dan batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Sampel tanah yang digunakan yaitu jenis tanah lempung di daerah Rawa Sragi, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur dan jenis tanah lanau di daerah Desa Yosomulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro – Provinsi Lampung.
2. Semen yang digunakan yaitu semen tipe PCC dengan merek Semen Padang dalam kemasan 50 kg/sak.
3. Tanah dicampur dengan semen dengan kadar 3%, 6% dan 9% dari berat tanah.
4. Variasi waktu pemeraman yang dipakai adalah 7 hari, 14 hari dan 28 hari.
5. Digunakan pemadatan *Modified proctor* sebagai metode pemadatan pada tanah asli dan tanah campuran untuk mendapatkan nilai kadar air optimum serta pada saat pengujian CBR.
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 Pemadatan (*Modified Proctor*)
 6. Pengujian CBR
- b. Pengujian pada tanah dengan campuran semen (*Portland Cement*)
1. Pengujian Berat Jenis
 2. Pengujian Batas *Atterberg*
 3. Pengujian Pemadatan (*Modified Proctor*)
 4. Pengujian CBR

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui sifat-sifat fisis tanah lempung di daerah Rawa Sragi, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur dan jenis tanah lanau di daerah Desa Yosomulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro – Provinsi Lampung.
2. Mengetahui peningkatan nilai daya dukung tanah lempung dan tanah lanau yang telah dicampur semen dengan melakukan uji CBR.
3. Mengetahui pengaruh variasi kadar campuran semen dan mencari kadar semen yang ideal dalam pencampuran semen.
4. Mengetahui pengaruh variasi waktu pemeraman tanah yang telah distabilisasi menggunakan semen.
5. Untuk mengetahui pengaruh batas-batas konsistensi tanah dengan variasi pencampuran semen pada tanah lempung dan tanah lanau.

6. Mengetahui perbandingan karakteristik fisik sampel tanah sebelum dan sesudah dicampur dengan semen.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui sebaik mana manfaat penggunaan semen untuk meningkatkan daya dukung tanah, sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pemecahan masalah stabilisasi tanah di lapangan.
2. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui pengaruh variasi pemeraman terhadap tanah lempung dan tanah lanau yang distabilisasi dengan semen.
3. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan kepada ilmu pengetahuan tentang sifat – sifat fisik dan mekanik tanah lempung dan tanah lanau.
4. Sebagai bahan untuk penelitian lanjutan dalam bidang teknologi material.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah

1. Definisi Tanah

Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang berasal dari material induk yang telah mengalami proses lanjut, karena perubahan alami dibawah pengaruh air, udara, dan macam - macam organisme baik yang masih hidup maupun yang telah mati. Tingkat perubahan terlihat pada komposisi, struktur dan warna hasil pelapukan (Dokuchaev 1870). Tanah membagi bahan-bahan yang menyusun kerak bumi secara garis besar menjadi dua kategori : tanah (*soil*) dan batuan (*rock*), sedangkan batuan merupakan agregat mineral yang satu sama lainnya diikat oleh gaya-gaya kohesif yang permanen dan kuat (Therzaghi, 1991). (Wesley,1973) menekankan bahwa dari sudut pandang teknis,tanah-tanah itu dapat digolongkan kedalam macam pokok berikut ini :

1. Batu kerikil (*Gravel*)
2. Pasir (*Sand*)
3. Lanau (*Silt*)
4. Lempung Organik (*Clay*)

Tanah juga merupakan kumpulan-kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material

organik) rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air (Verhoef,1994). Sedangkan tanah dalam pandangan Teknik Sipil adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, 2006).

2. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah secara umum adalah pengelompokkan berbagai jenis tanah ke dalam kelompok yang sesuai dengan sifat teknik dan karakteristiknya. Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem yang mengatur jenis-jenis tanah yang berbeda-beda, tetapi mempunyai sifat-sifat yang serupa kedalam kelompok - kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Dengan adanya sistem klasifikasi ini akan menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang rinci. Klasifikasi ini pada umumnya di dasarkan sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastisitas. Namun semuanya tidak memberikan penjelasan yang tegas tentang kemungkinan pemakaiannya. Sistem klasifikasi tanah dimaksudkan untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisik tanah serta mengelompokkannya sesuai dengan perilaku umum dari tanah tersebut. Tanah-tanah yang dikelompokkan dalam urutan berdasarkan suatu kondisi fisik tertentu. Tujuan klasifikasi tanah adalah untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu, serta untuk menginformasikan tentang keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah lainnya dalam bentuk berupa data dasar. seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, dan sebagainya (Bowles, 1989).

Terdapat dua sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan untuk mengelompokkan tanah yaitu sistem klasifikasi AASHTO dan sistem klasifikasi USCS.

a. Sistem Klasifikasi AASTHO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) ini dikembangkan dalam tahun 1929 sebagai *Public Road Administration Classification System*. Sistem ini telah mengalami beberapa perbaikan, yang berlaku saat ini adalah yang diajukan oleh *Commite on Classification of Material for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board* pada tahun 1945 (ASTM Standar No. D-3282, AASHTO model M105).

Sistem klasifikasi AASHTO bermanfaat untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*subbase*) dan tanah dasar (*subgrade*). Karena sistem ini ditujukan untuk pekerjaan jalan tersebut, maka penggunaan sistem ini dalam prakteknya harus dipertimbangkan terhadap maksud aslinya. Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria di bawah ini :

1) Ukuran Butir

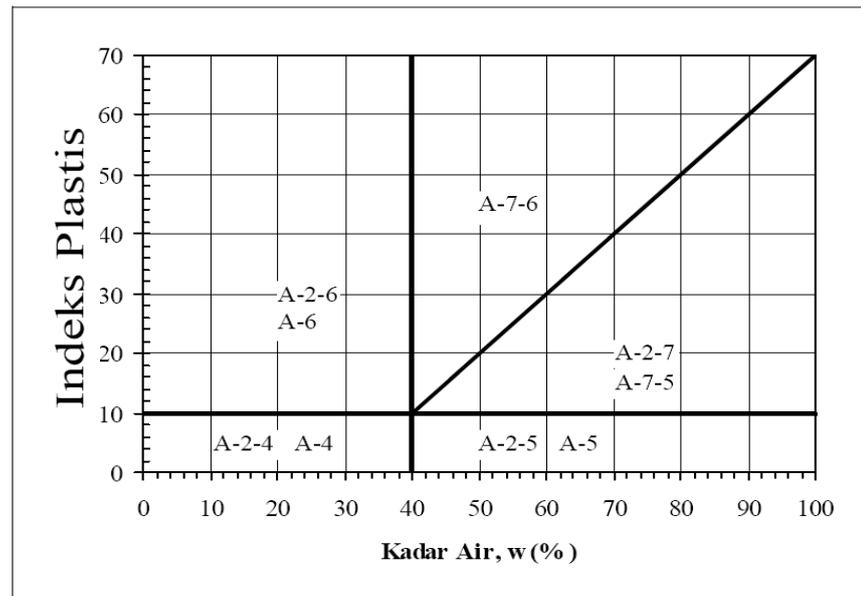
Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada ayakan No. 10 (2 mm).

Pasir : bagian tanah yang lolos ayakan No. 10 (2 mm) dan yang tertahan pada ayakan No. 200 (0.075 mm).

Lanau dan lempung : bagian tanah yang lolos ayakan No. 200.

2) Plastisitas

Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bilamana bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 11 atau lebih.



Gambar 1. Nilai-Nilai Batas *Atterberg* Untuk Subkelompok Tanah

- 3) Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) di temukan di dalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan-batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu. Tetapi, persentase dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.

Apabila sistem klasifikasi AASHTO dipakai untuk mengklasifikasikan tanah, maka data dari hasil uji dicocokkan dengan angka-angka yang diberikan dalam Tabel 1 dari kolom sebelah kiri ke kolom sebelah kanan hingga ditemukan angka-angka yang sesuai.

Tabel 1. Klasifikasi tanah AASHTO

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

Keterangan : * Untuk A-7-5, $PI \leq LL - 30$

** Untuk A-7-6, $PI > LL - 30$

Sumber : Das, 1995.

B. Tanah Lempung

Tanah lempung dan mineral lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Selain itu, permeabilitas lempung sangat rendah (*Terzaghi and Peck, 1967*).

Sifat khas yang dimiliki oleh tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air. Sedangkan untuk jenis tanah lempung lunak mempunyai karakteristik yang khusus diantaranya daya dukung yang rendah, kemampatan yang tinggi, indeks plastisitas yang tinggi, kadar air yang relatif tinggi dan mempunyai gaya geser yang kecil. Kondisi tanah seperti itu akan menimbulkan masalah jika dibangun konstruksi di atasnya.

Adapun sifat-sifat umum dari mineral lempung, yaitu :

1. 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 lapisan yang dapat menarik molekul air

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

2. Aktivitas

Aktivitas tanah lempung merupakan perbandingan antara indeks plastisitas (PI) dengan prosentase butiran yang lebih kecil dari 2 μm yang dinotasikan dengan huruf *C* dan disederhanakan dalam persamaan berikut :

$$A = \frac{PI}{C}$$

Aktivitas digunakan sebagai indeks untuk mengidentifikasi kemampuan mengembang dari suatu tanah lempung. Gambar 2 dibawah berikut mengklasifikasikan mineral lempung berdasarkan nilai aktivitasnya yakni :

1. *Montmorillonite* : 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) $< 0,38$

3. Flokulasi dan Dispersi

Apabila mineral lempung terkontaminasi dengan substansi yang tidak mempunyai bentuk tertentu atau tidak berkrystal ("*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 sendimen 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.

4. Pengaruh Air

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.

5. Sifat Kembang Susut

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 mengembang dan menyusut.

C. Tanah Lanau

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 gletser), cair (pengendapan sungai), maupun oleh angin. Di wilayah-wilayah setengah kering produksi lanau biasanya cukup tinggi. Lanau yang terbentuk secara glasial (oleh gletser) 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.

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 elektrostatik lanau merupakan material yang butirannya lolos saringan no 200. Membagi tanah ini menjadi dua kategori yaitu :

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

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)*.

Adapun jenis-jenis tanah lanau, yaitu :

1. Lanau Anorganik

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.

2. Lanau Organik

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.

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 (Hardiyatmo, 2002). 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 Semen

Stabilisasi tanah dengan semen adalah campuran tanah dengan semen dan air dengan komposisi tertentu sehingga tanah tersebut mempunyai sifat lebih baik dari tanah semula. Tujuan tata cara ini adalah untuk mendapatkan komposisi dan mutu stabilisasi tanah dengan semen sesuai dengan ketentuan yang berlaku serta mencegah kegagalan dalam pelaksanaan di lapangan dalam pekerjaan konstruksi.



Gambar 2. Semen Portland

Penambahan semen terhadap tanah lanau dan lempung menyebabkan peningkatan tanah. Sifat bahan semen secara umum yang berbentuk butir halus ialah sangat kuat mengikat air karena kondisi mineralnya yang aktif. Sehingga menyebabkan proses pengerasan lebih cepat. Semen merupakan salah satu bahan stabilisasi yang mudah diperoleh dan efektif. Semen memiliki kemampuan mengeras dan mengikat partikel yang sangat bermanfaat untuk mendapatkan suatu masa tanah yang kokoh dan tahan terhadap deformasi.

F. Semen Portland (*Portland Cement*)

Semen Portland adalah bahan ikat hidrolis (menghisap atau membutuhkan air), yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan tambah.

Unsur yang penting dan memberikan kontribusi yang paling besar terhadap kekuatan pasta semen adalah C_2S dan C_3S . Setelah tercampur dengan air senyawa tersebut akan mengalami oksidasi dan membentuk sebuah massa yang padat. Senyawa tersebut bereaksi secara eksotermik dan berpengaruh pada panas hidrasi tinggi.

1. Pembuatan Semen Portland

Sebagai bahan dasar kandungan semen portland dapat dibagi menjadi tiga macam, yaitu kapur, silika, dan alumina. Ketiga bahan dasar tadi dicampur dan dibakar dengan suhu $1550^{\circ}C$ dan menjadi klinker. Setelah itu kemudian dikeluarkan dan dihaluskan sampai halus seperti bubuk. Biasanya lalu ditambahkan gipsum kira-kira 2% sampai 4% sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan tambah lain kadang-kadang ditambahkan pula untuk membentuk semen yang cepat mengeras. Kemudian dimasukkan dalam kantong dengan berat tiap-tiap kantong 50 kg.

2. Jenis-Jenis Semen Portland dan Fungsinya

Semen memiliki beberapa jenis dan setiap jenis mempunyai fungsinya masing-masing sesuai dengan kebutuhan pemakai, maka para pengusaha industri semen berusaha untuk memenuhinya dengan berbagai penelitian, sehingga ditemukan berbagai jenis semen beserta fungsinya yaitu :

a. Semen Portland Tipe I

Semen portland type I digunakan untuk keperluan konstruksi umum yang tidak memakai persyaratan khusus terhadap panas hidrasi dan kekuatan tekan awal. Cocok dipakai pada tanah dan air yang mengandung sulfat 0,0% – 0,10% dan dapat digunakan untuk bangunan rumah pemukiman, gedung-gedung bertingkat, perkerasan jalan, struktur rel, dan lain-lain.

b. Semen Portland Tipe II

Semen portland type II digunakan untuk konstruksi bangunan dari beton massa yang memerlukan ketahanan sulfat (Pada lokasi tanah dan air yang mengandung sulfat antara 0,10 – 0,20%) dan panas hidrasi sedang, misalnya bangunan dipinggir laut, bangunan dibekas tanah rawa, saluran irigasi, beton massa untuk dam-dam dan landasan jembatan.

c. Semen Portland Tipe III

Semen portland type III digunakan untuk konstruksi bangunan yang memerlukan kekuatan tekan awal tinggi pada fase permulaan setelah pengikatan terjadi, misalnya untuk pembuatan jalan beton, bangunan-bangunan tingkat tinggi, bangunan-bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan terhadap serangan sulfat.

d. Semen Portland Tipe IV

Semen Portland type IV digunakan untuk keperluan konstruksi yang memerlukan jumlah dan kenaikan panas harus diminimalkan. Oleh

karena itu semen jenis ini akan memperoleh tingkat kuat beton dengan lebih lambat dibandingkan semen portland tipe I. Tipe semen seperti ini digunakan untuk struktur beton masif seperti dam gravitasi besar yang mana kenaikan temperatur akibat panas yang dihasilkan selama proses curing merupakan faktor kritis.

e. Semen Portland Tipe V

Semen portland type V dipakai untuk konstruksi bangunan-bangunan pada tanah atau air yang mengandung sulfat melebihi 0,20% dan sangat cocok untuk instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, terowongan, pelabuhan, dan pembangkit tenaga nuklir.

f. Super Masonry Cement

Semen ini dapat digunakan untuk konstruksi perumahan gedung, jalan dan irigasi yang struktur betonnya maksimal K225. Dapat juga digunakan untuk bahan baku pembuatan genteng beton, hollow brick, paving block, tegel dan bahan bangunan lainnya.

g. Oil Well Cement, Class G-HSR (*High Sulfate Resistance*)

Merupakan semen khusus yang digunakan untuk pembuatan sumur minyak bumi dan gas alam dengan konstruksi sumur minyak bawah permukaan laut dan bumi, OWC yang telah diproduksi adalah class G-HSR (High Sulfat Resistance) disebut juga sebagai "BASIC OWC". adaptif dapat ditambahkan untuk pemakaian pada berbagai kedalaman dan temperatur.

h. *Portland Composite Cement (PCC)*

Semen memenuhi persyaratan mutu portland composite cement SNI 15-7064-2004. Dapat digunakan secara luas untuk konstruksi umum pada semua beton. Struktur bangunan bertingkat, struktur jembatan, struktur jalan beton, bahan bangunan, beton pra tekan dan pra cetak, pasangan bata, plesteran dan acian, panel beton, paving block, hollow brick, batako, genteng, potongan ubin, lebih mudah dikerjakan, suhu beton lebih rendah sehingga tidak mudah retak, lebih tahan terhadap sulfat, lebih kedap air dan permukaan acian lebih halus.

i. Super "Portland Pozzolan Cement" (PPC)

Semen yang memenuhi persyaratan mutu semen Portland Pozzoland SNI 15-0302-2004 dan ASTM C 595 M-05s. Dapat digunakan secara luas seperti :

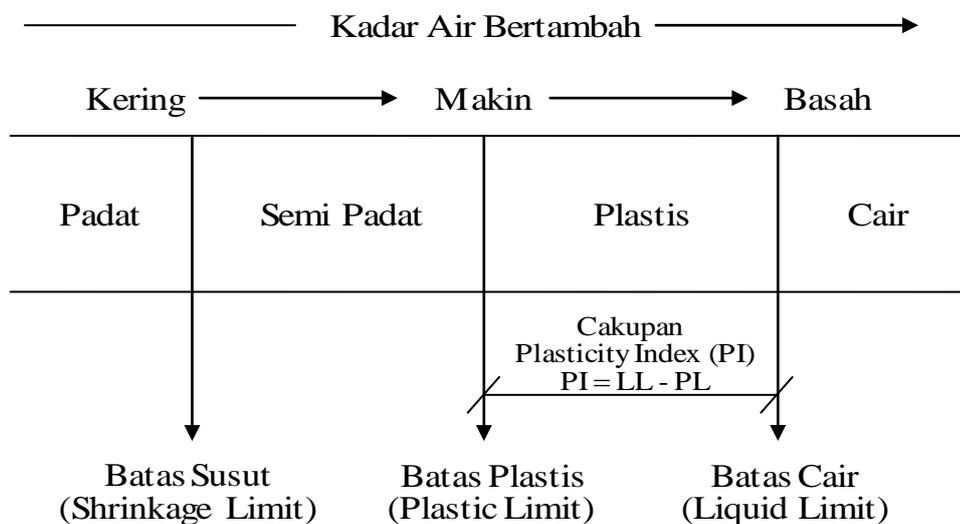
- a) Konstruksi beton massa (bendungan, dam dan irigasi)
- b) Konstruksi Beton yang memerlukan ketahanan terhadap serangan sulfat (bangunan tepi pantai, tanah rawa).
- c) Bangunan atau instalasi yang memerlukan kededapan yang lebih tinggi.
- d) Pekerjaan pasangan dan plesteran.

G. Batas-Batas *Atterberg*

Batas kadar air yang mengakibatkan perubahan kondisi dan bentuk tanah dikenal pula sebagai batas-batas konsistensi atau batas-batas *Atterberg* (yang

mana diambil dari nama peneliti pertamanya yaitu Atterberg pada tahun 1911). Pada kebanyakan tanah di alam, berada dalam kondisi plastis.

Kadar air yang terkandung dalam tanah berbeda-beda pada setiap kondisi tersebut yang mana bergantung pada interaksi antara partikel mineral lempung. Bila kandungan air berkurang maka ketebalan lapisan kation akan berkurang pula yang mengakibatkan bertambahnya gaya-gaya tarik antara partikel-partikel. Sedangkan jika kadar airnya sangat tinggi, campuran tanah dan air akan menjadi sangat lembek seperti cairan. Oleh karena itu, atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat dibedakan ke dalam empat (4) keadaan dasar, yaitu : padat (*solid*), semi padat (*semi solid*), plastis (*plastic*), dan cair (*liquid*), seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Batas-Batas *Atterberg*

Adapun yang termasuk ke dalam batas-batas *Atterberg* antara lain :

1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair (LL) adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis.

2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL) adalah kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah yang di buat menyerupai lidi-lidi sampai dengan diameter silinder 3 mm mulai retak-retak, putus atau terpisah ketika digulung.

3. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut (SL) adalah kadar air yang didefinisikan pada derajat kejenuhan 100%, dimana untuk nilai-nilai dibawahnya tidak akan terdapat perubahan volume tanah apabila dikeringkan terus. Harus diketahui bahwa batas susut makin kecil maka tanah akan lebih mudah mengalami perubahan volume.

4. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas (PI) adalah selisih antara batas cair dan batas plastis. Indeks plastisitas merupakan interval kadar air tanah yang masih bersifat plastis.

H. Pemadatan Tanah

Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel (Bowles, 1991). Usaha pemadatan tersebut akan menyebabkan volume tanah akan berkurang, volume pori berkurang namun volume butir tidak berubah. Hal ini bisa dilakukan dengan cara menggilas atau menumbuk. Pada kadar air yang sangat tinggi, kepadatan kering maksimum dicapai bila tanah dipadatkan dengan kejenuhan di mana hampir semua udara didorong keluar. Pada kadar

air rendah, partikel-partikel tanah mengganggu satu sama lain dan penambahan kelembapan akan memungkinkan kepadatan massal yang lebih besar. Pada saat terjadi kepadatan puncak efek ini mulai menetralkan oleh kejenuhan tanah.

Manfaat dari pemadatan tanah adalah memperbaiki beberapa sifat teknik tanah, antara lain :

1. Memperbaiki kuat geser tanah yaitu menaikkan nilai θ dan C ,
2. Mengurangi kompresibilitas yaitu mengurangi penurunan oleh beban,
3. Mengurangi permeabilitas yaitu mengurangi nilai k ,
4. Mengurangi sifat kembang susut tanah (lempung).

Prosedur pengujian yang digunakan pada pengujian pemadatan di laboratorium disebut uji *proctor*. uji pemadatan *proctor* adalah metode laboratorium untuk menentukan kadar air optimal di mana jenis tanah yang di uji akan menjadi yang paling padat dan mencapai kepadatan kering maksimum.

Adapun rincian tentang masing-masing pengujian pemadatan tersebut ialah :

1. *Proctor* Modifikasi

Perbedaan pada percobaan ini yaitu pada alat pemukul, jumlah lapisan dan tinggi jatuh alat pemukul. Berat pemukul yang dipakai yaitu 4,5 kg, sedangkan jumlah lapisan pemadatannya sebanyak 5 lapis. Untuk tinggi jatuh alat pemukul yaitu 45,7 cm. Percobaan ini menggunakan standar ASTM D-1557.

Percobaan dilakukan beberapa kali dengan kadar air yang berbeda-beda. Setelah dipadatkan benda uji ditimbang dan diukur kadar air dan berat volumenya. Hubungan grafis dari kadar air dan berat volumenya kemudian diplot untuk membentuk kurva pemadatan. Kepadatan kering maksimum akhirnya diperoleh dari titik puncak kurva pemadatan dengan kadar air yang sesuai atau dikenal juga sebagai kadar air yang optimal.

Rincian mengenai *modified proctor* tersebut, diperlihatkan dalam Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Elemen-Elemen Uji Pemadatan di Laboratorium

	Proctor Modifikasi (ASTM D-1557)
Berat palu	44,5 N (10 lb/4,5 kg)
Tinggi jatuh palu	457 mm (18 in)
Jumlah lapisan	5
Jumlah tumbukan/lapisan	25
Volume cetakan	1/30 ft ³
Tanah	saringan (-) No. 4
Energi pemadatan	2698 kJ/m ³

Sumber : Bowles, 1991.

I. *California Bearing Ratio* (Uji CBR)

Metode perencanaan perkerasan jalan yang umum dipakai adalah cara-cara empiris dan yang biasa dikenal adalah cara CBR (*California Bearing Ratio*). Metode ini dikembangkan oleh *California State Highway Departement* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (*subgrade*). Istilah CBR

menunjukkan suatu perbandingan (*ratio*) antara beban yang diperlukan untuk menekan piston logam (luas penampang 3 sqinch) ke dalam tanah untuk mencapai penurunan (penetrasi) tertentu dengan beban yang diperlukan pada penekanan piston terhadap material batu pecah di California pada penetrasi yang sama (Canonica, 1991).

Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100 % dalam memikul beban. Sedangkan, nilai CBR yang didapat akan digunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan yang diperlukan di atas lapisan yang mempunyai nilai CBR tertentu. Untuk menentukan tebal lapis perkerasan dari nilai CBR digunakan grafik-grafik yang dikembangkan untuk berbagai muatan roda kendaraan dengan intensitas lalu lintas.

1. Jenis-Jenis Pengujian CBR

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, CBR dapat dibagi atas :

a. CBR Lapangan

CBR lapangan disebut juga CBR *inplace* atau *field inplace* dengan kegunaan sebagai berikut :

1. Mendapatkan nilai CBR asli di lapangan sesuai dengan kondisi tanah pada saat itu. Umumnya digunakan untuk perencanaan tebal lapis perkerasan yang lapisan tanah dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi.
2. Untuk mengontrol apakah kepadatan yang diperoleh sudah sesuai dengan yang diinginkan. Pemeriksaan ini tidak umum digunakan.

Metode pemeriksaannya dengan meletakkan piston pada kedalaman dimana nilai CBR akan ditentukan lalu dipenetrasi dengan menggunakan beban yang dilimpahkan melalui gardan truk.

b. CBR Laboratorium

Tanah dasar pada konstruksi jalan baru dapat berupa tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang dipadatkan sampai mencapai 95% kepadatan maksimum. Dengan demikian daya dukung tanah dasar merupakan kemampuan lapisan tanah yang memikul beban setelah tanah itu dipadatkan. CBR ini disebut CBR Laboratorium, karena disiapkan di Laboratorium. CBR Laboratorium dibedakan atas 2 macam, yaitu CBR Laboratorium rendaman dan CBR Laboratorium tanpa rendaman.



Gambar 4. Pengujian CBR Laboratorium

2. Pengujian Kekuatan dengan CBR

Alat yang digunakan untuk menentukan besarnya CBR berupa alat yang mempunyai piston dengan luas 3 inch dengan kecepatan gerak vertikal ke

bawah 0,05 inch/menit, *Proving Ring* digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji pengukur (*dial*). Penentuan nilai CBR yang biasa digunakan untuk menghitung kekuatan pondasi jalan adalah pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” untuk pengujian laboratorium.

Rumus perhitungan dalam penentuan nilai CBR adalah sebagai berikut :

$$\text{Nilai CBR pada penetsai 0,1''} = \frac{A}{3000} \times 100\%$$

$$\text{Nilai CBR pada penetsai 0,2''} = \frac{B}{4500} \times 100\%$$

Dimana :

A = pembacaan dial pada saat penetrasi 0,1”

B = pembacaan dial pada saat penetrasi 0,2”

Nilai CBR yang didapat adalah nilai yang terkecil diantara hasil perhitungan kedua nilai CBR.

Berikut ini adalah tabel beban yang digunakan untuk melakukan penetrasi bahan standar.

Tabel 3. Beban Penetrasi Bahan Standar

Penetrasi (inch)	Beban Standar (lbs)	Beban Standar (lbs/inch)
0,1	3000	1000
0,2	4500	1500
0,3	5700	1900
0,4	6900	2300
0,5	7800	6000

J. Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian laboratorium yang menjadi bahan pertimbangan dan acuan penelitian ini dikarenakan adanya kesamaan bahan dan sampel tanah yang digunakan, akan tetapi metode dan variasi campuran berbeda. Beberapa penelitian yang menjadi tinjauan penulis dalam penelitian ini antara lain :

1. Stabilisasi Tanah Dasar dengan Penambahan Semen dan Renolith

Penelitian yang dilakukan oleh Rachmad Basuki, Machsus, Wihayudini Diah M pada tahun 2007 mengenai studi stabilisasi tanah dasar dengan semen dan renolith. Persentase semen yang digunakan adalah 3%, 5%, 7%, 9%, dan 11% terhadap berat kering tanah dan 5% renolith terhadap berat semen. Pengujian yang dilakukan untuk stabilisasi tanah dasar ini dibagi menjadi 2, yaitu : Index Properties dan Engineering Properties. Dari hasil pengujian yang didapat tanah ini merupakan lempung anorganik dengan plastisitas sedang sampai tinggi. Sifat-sifat fisik dan teknis tanah meningkat pada penambahan semen 9 % dan 11%. Hal ini ditunjukkan dengan harga indeks plastisnya dapat diturunkan dari 31.78 % menjadi 21.95% dan 20.14 %, kadar air dapat turun dari 21.86 % menjadi 19.82 % dan 19.41 %, harga CBR tanah asli 2.42% mengalami peningkatan berturut-turut pada variasi 3%, 5%, 7%, 9 %, 11 % semen dan 5% renolit dengan pemeraman 28 hari, yaitu : 10.56%, 14.13 %, 16.22%, 26.23%, dan 51.78%. Pada kuat tekan bebas, nilai campuran tanah Sidoarjo-Krian dengan penambahan 9% semen dan 5% renolit serta 11% semen dan 5%

renolit dengan masa pemeraman 21 dan 28 hari menunjukkan hasil yang memenuhi persyaratan lapis pondasi semen tanah (di atas 20–35 kg/cm²).

2. Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah

Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah

Penelitian yang dilakukan oleh Andriani, Rina Yuliet, Franky Leo Fernandez pada tahun 2012. Penelitian ini untuk membandingkan nilai CBR tanah lempung sebelum dan setelah distabilisasi dengan penambahan *Portland Cement Type I*. Tanah yang akan distabilisasi adalah tanah lempung yang berasal dari daerah Lambung Bukik, Padang, dengan nilai CBR < 10%. Penelitian meliputi sifat fisik dan mekanik tanah yaitu parameter pemadatan dan uji CBR. Pengujian ini berpedoman pada ASTM untuk setiap pengujian. Variasi penambahan semen adalah 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat tanah kering. Pemeraman dilakukan sebelum dilakukan uji CBR, dengan waktu pemeraman selama 3 hari pada kondisi kadar air optimum. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai maksimum CBR tanah lempung terdapat pada kadar penambahan semen sebanyak 20% dengan γ_{dry} maksimum 1.351 gr/cm³, kadar air optimum 32.9%, dan nilai CBR 64.138% dengan waktu pemeraman 3 hari.

III. METODE PENELITIAN

A. Sampel Tanah

Sampel tanah yang akan diuji adalah jenis tanah lempung di daerah Rawa Sragi, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur dan jenis tanah lanau di daerah Desa Yosomulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro.

Sampel tanah yang akan diambil adalah sampel tanah terganggu (*disturbed soil*), yaitu tanah yang telah terganggu oleh lingkungan luar. Sampel tanah yang diambil merupakan sampel tanah yang mewakili tanah di lokasi pengambilan sampel.

Sampel tanah tersebut digunakan untuk pengujian analisis saringan, batas-batas *atterberg*, berat jenis, pemadatan (*modified proctor*), dan CBR. Sampel tanah yang diambil tidak memerlukan usaha untuk melindungi sifat dari tanah tersebut. Pengambilan sampel tanah terganggu (*disturb*) cukup dimasukkan kedalam karung plastik atau pembungkus lainnya.

B. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk uji analisis saringan, uji berat jenis, uji kadar air, uji batas-batas *atterberg*, uji *proctor*

modified, uji CBR dan peralatan lainnya yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung yang telah sesuai dengan standarisasi *American Society for Testing Material* (ASTM).

C. Benda Uji

1. Sampel tanah yang di uji pada penelitian ini yaitu tanah dengan klasifikasi lempung yang berasal dari daerah Rawa Sragi, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur dan tanah lanau didaerah Desa Yosomulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro – Provinsi Lampung.
2. Air, bisa menggunakan air dari Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung.
3. *Stabilizing agent* yaitu *Portland Cement*, semen yang dipakai yaitu semen Batu Raja dalam kemasan 50 kg/sak.

D. Metode Pencampuran Sampel Tanah dengan Semen

1. Semen dicampur dengan tanah yang telah ditumbuk (butir aslinya tidak pecah) dan lolos saringan no. 4 (4,75 mm). Kadar campuran semen yaitu 3%, 6% dan 9% didapatkan dari penelitian terdahulu.
2. Tanah yang sudah dicampur dengan semen didiamkan selama 24 jam untuk mendapatkan campuran yang baik.
3. Campuran dipadatkan hingga mencapai kepadatan optimum.
4. Setelah mencapai kepadatan maksimum, dilakukan proses pemeraman. Dengan variasi pemeraman 7 hari, 14 hari dan 28 hari.
5. Setelah dilakukan pemeraman, tanah yang sudah dicampur dengan semen kemudian dilakukan pengujian CBR tanpa rendaman.

E. Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung. Pengujian yang dilakukan dibagi menjadi 2 bagian pengujian yaitu pengujian untuk tanah asli dan tanah yang telah dicampur dengan semen, adapun pengujian-pengujian tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pengujian Sampel Tanah Asli
 - a. Pengujian Analisis Saringan
 - b. Pengujian Berat Jenis
 - c. Pengujian Kadar Air
 - d. Pengujian Batas *Atterberg*
 - e. Pengujian Pematatan Tanah
 - f. Pengujian CBR

2. Pengujian pada tanah yang telah dicampur dengan *Portland Cement*
 - a. Pengujian Berat Jenis
 - b. Pengujian Batas *Atterberg*
 - c. Pengujian Pematatan (*modified proctor*)
 - d. Pengujian CBR

Pada pengujian tanah campuran, setiap sampel tanah dibuat campuran dengan semen dengan kadar 3%, 6% dan 9% dari berat sampel dan juga dilakukan pemeraman dengan variasi waktu pemeraman yaitu 7 hari, 14

hari dan 28 hari sebelum dilakukan pengujian CBR dan pengujian yang lainnya.

1. Uji Kadar Air

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah yaitu perbandingan antara berat air dengan berat tanah kering. Pengujian ini menggunakan standar 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 menimbangnya.
- 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 :

$$1. \text{ Berat air (} W_w \text{)} = W_{cs} - W_{ds}$$

$$2. \text{ Berat tanah kering (} W_s \text{)} = W_{ds} - W_c$$

$$3. \text{ Kadar air (} \omega \text{)} = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

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. Uji Analisis Saringan

Analisis saringan adalah mengayak atau menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan di mana lubang-lubang ayakan tersebut makin kecil secara berurutan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui prosentase ukuran butir sampel tanah yang dipakai. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-422, AASHTO T88 (Bowles, 1991).

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).

3. Uji Batas *Atterberg*

a. Batas Cair (*Liquid Limit*)

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

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 membagi benda uji dalam mangkuk cassagrande 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.
- b. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

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

batas plastis adalah nilai dari kadar air rata-rata sampel. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-4318.

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 :

1. Nilai batas plastis (PL) adalah kadar air rata-rata dari ketiga benda uji.
2. Indeks Plastisitas (PI) adalah harga rata-rata dari ketiga sampel tanah yang diuji, dengan rumus :

$$PI = LL - PL$$

4. Uji Berat Jenis

Pengujian ini mencakup penentuan berat jenis (*specific gravity*) tanah dengan menggunakan botol piknometer. Tanah yang diuji harus lolos saringan No. 40. Bila nilai berat jenis dan uji ini hendak digunakan dalam perhitungan untuk uji *hydrometer*, maka tanah harus lolos saringan # 200

(diameter = 0.074 mm). Uji berat jenis ini menggunakan standar ASTM D-854.

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 suling dan mengeringkannya.
- 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 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)

5. 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 :

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

W = Berat tanah

Wb = 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. Pemasatan 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 :

- a. Berat *mold* = W_m (gr)
- b. Berat *mold* + sampel = W_{ms} (gr)
- c. Berat tanah (W) = $W_{ms} - W_m$ (gr)
- d. Volume *mold* = V (cm³)
- e. Berat volume = W/V (gr/cm³)
- f. Kadar air (w)

g. Berat volume kering (γ_d)

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

h. Berat volume *zero air void* (γ_z)

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

6. Uji CBR (*California Bearing Ratio*)

Tujuannya adalah untuk menentukan nilai CBR dengan mengetahui kuat hambatan tanah asli serta tanah campuran dengan plastik terhadap penetrasi kadar air optimum.

Bahan-bahan :

- Sampel tanah lempung dan tanah lanau
- Air suling

Peralatan yang digunakan :

- a. *Mold* CBR 6"
- b. *Hammer* seberat 4.5 kg (*Modified Proctor*)
- c. Mesin pemadat elektrik mekanik
- d. Pan besar / talam
- e. Gelas ukur
- f. Saringan No. 4
- g. Timbangan
- h. *Extruder*
- i. *Container*

Langkah Kerja :

- a. Menyiapkan 3 sampel tanah yang lolos saringan No. 4, 3 sampel untuk pemadatan dengan *modified proctor* masing-masing sebanyak 5 kg ditambah sedikit untuk mengetahui kadar airnya.

- b. Menentukan penambahan air dengan rumus :

$$\text{Penambahan Air : } \frac{\text{Berat sampel} \times (\text{OMC} \times \text{MC})}{100 + \text{MC}}$$

dimana :

OMC : Kadar air optimum dari hasil uji pemadatan

MC : Kadar air sekarang

- c. Menambahkan air yang didapat tadi pada campuran dan diaduk hingga merata.
- d. Mencampur tanah dengan semen sesuai dengan kadar yang telah ditentukan.
- e. Memasukkan sampel kedalam *mold* lalu menumbuk secara merata. Melakukan penumbukan sampel dalam *mold* dengan 5 lapisan untuk *modified proctor* dan banyaknya tumbukan pada masing-masing sampel adalah :
- Sampel 1 : Setiap lapisan ditumbuk 10 kali
- Sampel 2 : Setiap lapisan ditumbuk 25 kali
- Sampel 3 : Setiap lapisan ditumbuk 55 kali
- f. Melepaskan *collar* dan meratakan sampel dengan *mold* lalu menimbang *mold* berikut sampel tersebut.
- g. Mengambil sebagian sampel yang tidak terpakai untuk memeriksa kadar air.

- h. Melakukan pemeraman pada campuran tanah dan semen dengan variasi pemeraman yang telah ditentukan.
- i. Melembabkan sampel, setelah itu dilakukan pengujian CBR.

Perhitungan :

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

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

8. Harga CBR :

- a. Untuk 0,1” : $\frac{\text{Penetrasi}}{3 \times 3000} \times 100\%$

- b. Untuk 0,2” : $\frac{\text{Penetrasi}}{3 \times 4500} \times 100\%$

Dari kedua nilai CBR tersebut diambil nilai yang terkecil.

9. Dari ketiga sampel didapat nilai CBR yaitu untuk penumbukan 10 kali, 25 kali dan 55 kali dengan *modified proctor*.

F. Urutan Prosedur Penelitian

Adapun urutan prosedur pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian percobaan analisis saringan dan batas *atterberg* untuk tanah asli digunakan untuk mengklasifikasikan tanah berdasarkan klasifikasi tanah AASHTO.
2. Dari data hasil pengujian pemadatan tanah (*modified proctor*) untuk sampel tanah asli dan tanah campuran, didapatkan grafik hubungan berat volume kering dan kadar air untuk mendapatkan nilai kadar air kondisi optimum pada pemadatan dengan *modified proctor* yang akan digunakan untuk membuat sampel pada uji CBR.
3. Bawa sampel yang akan distabilisasi untuk OMC menggunakan air bersih dan tercampur menyeluruh, lalu tempatkan material dalam kantong plastik dan tutup selama 12-24 jam.
4. Melakukan pembuatan benda uji untuk pengujian CBR dengan mencampur tanah yang telah lolos saringan no. 4 dengan semen.
5. Variasi kadar semen yang ditentukan yaitu 3%, 6% dan 9%.
6. Kemudian disiapkan 3 sampel untuk masing-masing campuran untuk pemadatan dengan menggunakan *modified proctor*.
7. Untuk masing-masing campuran disiapkan 3 sampel untuk dilakukan pemeraman. Dengan variasi pemeraman 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Dalam proses pemeraman tempatkan tanah yang dicampur semen dalam kantong plastik serta dalam kondisi lepas.
8. Setelah itu, material yang telah dicampur dengan semen dan telah diperam, dipadatkan dengan 5 lapisan untuk pengujian CBR dengan memakai kadar

air optimum tanah campuran dari *modified proctor*.

9. Memberi kode/nama pada *mold* untuk masing-masing sampel yang telah dipadatkan. Kode pada *mold* untuk masing-masing sampel dapat dilihat pada tabel 4 dan table 5. dibawah ini :

Tabel 4. Kode Pada Mold Untuk Masing-Masing Kadar Semen dan Variasi Pemeraman Serta Metode Pemasatan Untuk Tanah Lempung.

Tanah Lempung										
Jumlah Sampel	Kadar Semen	Waktu Pemeraman								
		7 Hari			14 Hari			28 Hari		
		Jumlah Tumbukan								
		10	25	55	10	25	55	10	25	55
9	3 %									
9	6 %									
9	9 %									

Tabel 5. Kode Pada Mold Untuk Masing-Masing Kadar Semen dan Variasi Pemeraman Serta Metode Pemasatan Untuk Tanah Lanau.

Tanah Lanau										
Jumlah Sampel	Kadar Semen	Waktu Pemeraman								
		7 Hari			14 Hari			28 Hari		
		Jumlah Tumbukan								
		10	25	55	10	25	55	10	25	55
9	3 %									
9	6 %									
9	9 %									

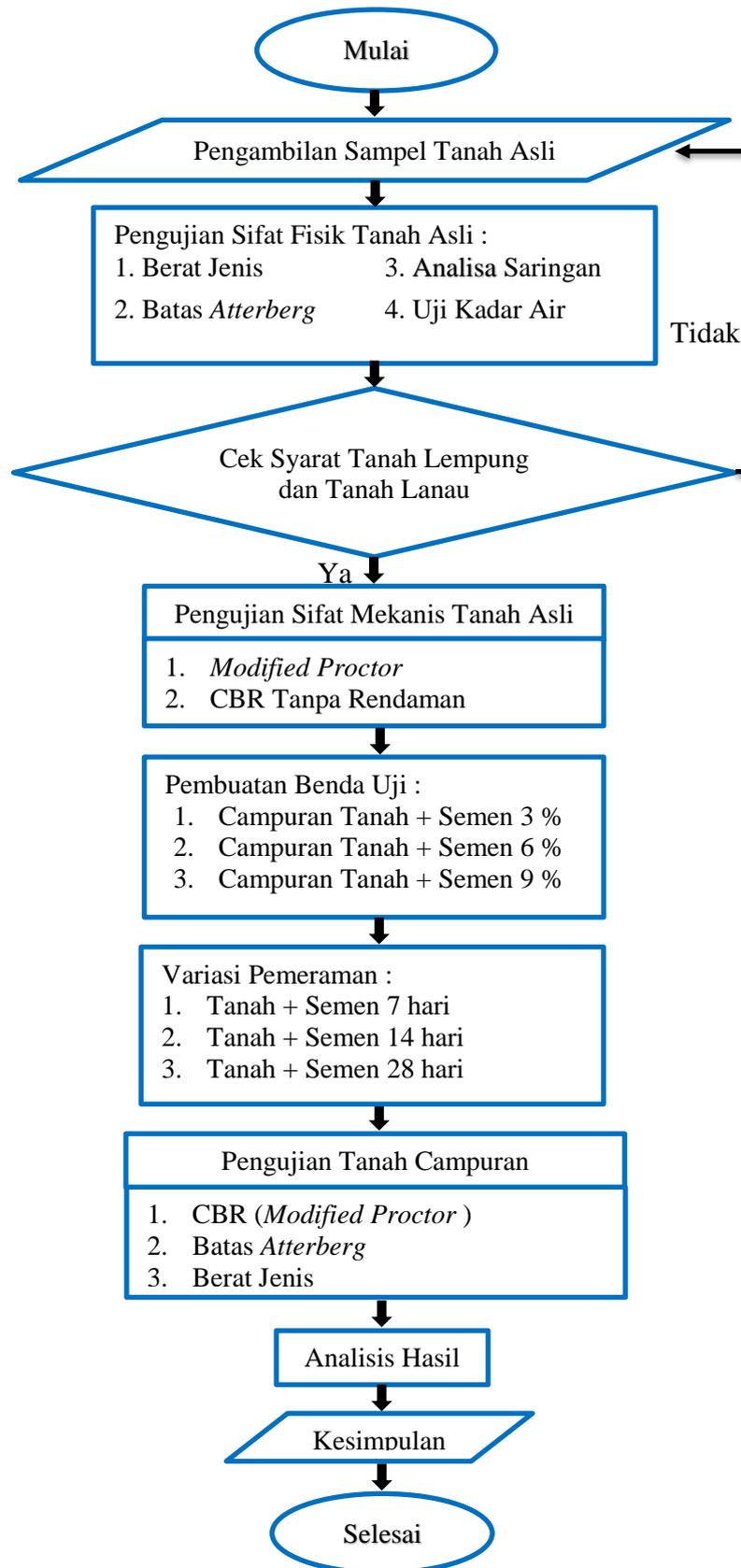
10. Melakukan pemeraman dengan variasi waktu pemeraman yaitu 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Melakukan pengujian CBR, batas-batas *atterberg* dan berat jenis (Gs) untuk tanah campuran dengan masing-masing variasi kadar semen dan durasi waktu pemeraman.

G. Analisis Hasil Penelitian

Semua hasil yang didapat dari pelaksanaan penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta penjelasan-penjelasan yang didapat dari :

1. Hasil dari pengujian sampel tanah asli yang didapat, ditampilkan dalam bentuk tabel dan digolongkan berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO.
2. Dari hasil pengujian sampel tanah asli, didapatkan data pengujian seperti : uji analisis saringan, uji berat jenis, uji kadar air, uji batas *atterberg*, uji pemadatan tanah (*modified proctor*), uji CBR serta kadar air optimum untuk selanjutnya dilakukan pencampuran.
3. Analisis mengenai perubahan karakteristik pada tanah campuran semen dengan variasi berbeda-beda dan pemadatan *modified proctor* serta diperam dengan variasi yang telah ditentukan dan dengan mengacu pada perubahan nilai dari parameter-parameter pengujian seperti pengujian CBR, pengujian batas-batas *atterberg* dan pengujian berat jenis, sebagai berikut :
 - a. Dari hasil pengujian laboratorium untuk parameter batas-batas *atterberg* yang terdiri dari 3 parameter yaitu batas plastis (PL), batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI), yang kemudian dipaparkan hasilnya dalam bentuk tabel dan grafik. Dari tabel dan grafik nilai batas cair dan batas plastis tersebut maka akan didapatkan penjelasan perbandingan antara tanah asli dan tanah yang telah dicampur dengan plastik dengan nilai batas cair dan batas plastisnya (batas *atterberg*), serta variasi metode pemadatan.

- b. Dari hasil pengujian berat jenis didapatkan hasil pengujian yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Dari tabel dan grafik nilai berat jenis tersebut maka akan didapatkan penjelasan perbandingan antara berat jenis tanah asli dan tanah yang telah dicampur dengan plastik, serta variasi metode pematatannya..
- c. Hasil pengujian parameter CBR, nilai kekuatan daya dukung tanah campuran akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik hubungan antara nilai peningkatan/penurunan nilai CBR dengan pematatan *modified proctor* serta setelah diperam dengan variasi yang berbeda-beda. Dari tabel dan grafik nilai CBR tersebut maka akan didapatkan penjelasan mengenai perbandingan kualitas daya dukung tanah yang terjadi pada masing-masing penetrasi
- d. Dari seluruh analisis hasil penelitian tersebut, maka akan dapat ditarik kesimpulan berdasarkan tabel dan grafik yang telah ada terhadap hasil penelitian yang didapat.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

V. PENUTUP

A. Simpulan

Setelah melalui beberapa tahap pengujian laboratorium dan analisa data maka dapat disimpulkan:

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 yang dikategorikan dalam tanah lempung lunak plastisitas tinggi dengan nilai *Plasticity Index* yang tinggi $\geq 11\%$. Berdasarkan klasifikasi tanah menurut AASHTO tanah tersebut termasuk dalam kelompok A-7 sub kelompok A-7-5. Kemudian jenis tanah lanau yang berasal dari daerah Desa Yosomulyo Kecamatan Metro Timur, Kota Metro yang tergolong dalam tanah lanau plastisitas rendah dengan nilai *Plasticity Index* yang rendah $\leq 10\%$. Berdasarkan klasifikasi tanah menurut AASHTO tanah ini masuk dalam kelompok A-5.
2. Dari hasil uji pemadatan *modified proctor*, penambahan campuran semen pada tanah lempung dan tanah lanau terbukti meningkatkan nilai berat volume maksimum (γ_d) secara *continue* dari kadar semen 3%, 6% dan 9%. Untuk nilai kadar air optimum (ω_{opt}) terjadi penurunan pada pada setiap kadar semennya, namun penurunan yang terjadi tidak terlalu signifikan.

3. Dari hasil pengujian berat jenis pada tanah lempung dan tanah lanau yang dicampur dengan semen (*portland cement*) mengalami kenaikan dibanding dengan pengujian berat jenis pada tanah asli. Kenaikan nilai berat jenis terjadi seiring penambahan semen sampai dari kadar 3% sampai 9%.
4. Pada pengujian batas-batas *atterberg* untuk tanah lempung dan tanah lanau nilai indeks plastisitas (IP) mengalami penurunan dibandingkan nilai pengujian batas-batas *atterberg* pada tanah asli.
5. Dari hasil pengujian CBR tanpa rendaman dengan pemadatan *modified proctor* didapatkan peningkatan nilai CBR pada tanah lempung dan tanah lanau campuran semen. Untuk tanah lempung peningkatan tertinggi didapat pada kadar semen 9%, durasi pemeraman 28 hari. Peningkatan sebesar 99,8% dari CBR tanah lempung asli. Pada tanah lanau peningkatan tertinggi juga pada kadar semen 9% dan durasi pemeraman 28 hari. Kenaikan sebesar 58% dari CBR tanah lanau asli.
6. Penggunaan campuran semen (*portland cement*) dapat meningkatkan nilai CBR tanpa rendaman pada tanah lempung dan tanah lanau. Peningkatan terjadi dikarenakan fungsi semen sebagai material pengikat pada tanah. Peningkatan nilai CBR juga terjadi seiring dengan penambahan kadar semen dan durasi pemeraman sampai 28 hari.
7. Penambahan semen (*portland cement*) terbukti mampu meningkatkan daya dukung tanah karena semakin besar nilai CBR tanah, semakin besar pula nilai daya dukung tanah tersebut.

B. Saran

Berdasarkan pengujian stabilisasi tanah lempung dan tanah lanau dengan semen, terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Disarankan menggunakan material lain yang tidak terolah atau material limbah yang tidak digunakan untuk dapat difungsikan sebagai bahan *additive* pada stabilisasi tanah agar lebih ekonomis.
2. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji mengenai tingkat *swelling* dan uji triaksial UU pada kedua tanah uji tersebut bila distabilisasi dengan semen (*portland cement*).
3. Untuk penelitian ke depannya disarankan untuk menggunakan jenis tanah berkualitas buruk yang berbeda agar dapat memperbaiki tanah tersebut terutama untuk nilai CBR.
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.
- Adha, Idharmahadi. 2011. *Jurnal Rekayasa Vol. 15 No. 1 (Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Pada Metoda Stabilisasi Tanah Semen)*. Lampung: Univertas Lampung. Jurnal Terpublikasi.
- Andriani., Yuliet, Rina., Fernandez, Franky Leo. 2012. *Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah*, Jurnal Rekayasa Sipil, Padang.
- Basuki, Rachmad., Machsus., M, Wihayudini Diah. 2007. *Stabilisasi Tanah Dasar Dengan Penambahan Semen dan Renolith*, Program Studi Diploma Teknik Sipil FTSP, *Institut Teknologi Sepuluh November*, Surabaya.
- Bowles, J.E. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Budiman, Irsyad Satria. 2006, *Efektifitas Semen PCC Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Aie Pacah*, Kota Padang, *Laporan Penelitian Universitas Andalas*, Padang.
- Craig, R.F. 1991 . *Mekanika Tanah*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja M. 1994, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid II*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dokuchaev, Vasily Vasilievich. 1867. *Soil Institute*, Moscow.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 1992. *Mekanika Tanah 1*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 1996. *Mekanika Tanah 1*. Penerbit Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. *Mekanika Tanah 2*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

- Kezdi, A., 1979. *Stabilization Earth Roads*, Elvesier Scientific Publishing Company, New York.
- Kurniawandy, Alex., Muhardi., Primadona, S. 2015. Stabilitas Tanah Plastisitas Rendah dengan Semen, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Riau, Padang.
- Mittchell, J. K., Freitag, D. R. 1959. *A Review and Evaluation of Soil Cement Pavement*. American Society of Civil Engineers. United States of America.
- Nagle, Rajkumar., Jain, R., Shinghi, A.K. 2013, "Comparative Study Of CBR Of Soil Reinforced With Natural Plastic Material". *International Journal Of Engineering & Science Research*. 4(6), 304-308.
- Putra, Gde Suwarsa., Budiman, I Nyoman Ari. 2013. Karakteristik Tanah Lempung yang Dicampur Semen Sebagai Bahan Subgrade Jalan, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar.
- Revando, M. Aditya. 2013, Studi Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Menggunakan Matos. Skripsi Universitas Lampung. Lampung
- Saputra, A. Sofuan Dwi. 2015, Pengaruh Limbah Plastik dengan Tanah Lempung Ditinjau Terhadap Nilai Daya Dukung Tanah. Skripsi Universitas Lampung. Lampung
- Takaendengan., Pretty, Priscillia., Monintja, S., Tcoh, J. H., Sumampouw, J. R. 2013. *Pengaruh Stabilisasi Semen Terhadap Swelling Lempung Ekspansif*. Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No. 6
- Terzaghi, Karl., Ralph Brazelton Peck. 1967. *Soil Mechanics in Engineering Practice*. Penerbit Wiley.
- Ukiman. 2013. Pengaruh Penambahan Kapur dan Semen Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung Merah. Jurnal Wahana Teknik Sipil, Semarang.
- Universitas Lampung. 2012. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. UPT Percetakan Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Widagdo, Yanuar Eko., Zaika, Yulfi., Suryo, Eko Andi. 2013. Pengaruh Lama Waktu *Curing* Terhadap Nilai CBR Dan *Swelling* Pada Tanah Lempung Ekspansif Di Bojonegoro Dengan Campuran 6% Abu Sekam Padi Dan 4% Semen. *Laporan Penelitian Universitas Brawijaya*, Malang.
- Wesley, L. D., 1977, *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Percetakan Umum, Jakarta.