

**PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADDITIVE ABU SEKAM PADI DAN  
MATOS TERHADAP NILAI CBR (*California Bearing Ratio*) TANAH  
LEMPUNG DITINJAU DARI WAKTU PEMERAMAN**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Sindu Abadi Sampurna**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

## **ABSTRACT**

### **THE INFLUENCE OF THE ADDITION OF RICE HUSK ADDITIVES AND MATOS TO THE VALUE OF CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) OF CLAY SOIL IN TERMS OF CURING TIME**

**By:**

**Sindu Abadi Sampurna**

Soils have different types and different carrying capacity. One of them is clay soil that has the low carrying capacity. Viewed from the rapid development of infrastructure in Indonesia, does not rule out the possibility that the infrastructure built in areas with clay soil types. Given the small carrying capacity of the clay, the soil should be improved in order to support the development of a construction.

soil improvement with an additional mixture of rice husk ash and matos as stabilizer can improve soil quality. This research was conducted with rice husk ash mixture of 6%, 8%, 10%, and 12% and matos with level 3,3898% gr. Then curing for 7 days, 14 days, 21 days, and 28 days without immersion.

Soil that used in research is from Sidomulyo, South Lampung is a type of clay soil that belongs to the A-7-5 group based on the AASTHO classification. Research in laboratory showed that 28 days of curing with 12% rice husk ash mixture had the highest CBR value from other curing durations. Soil clay CBR value increased from 7.3% to 31.8%. This shows that the ash mixture of rice husk and matos is quite effective in increasing the carrying capacity of clay soil.

Keywords : Matos, CBR, Rice Husk Ash

## **ABSTRAK**

### **PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADDITIVE ABU SEKAM PADI DAN MATOS TERHADAP NILAI CBR (*California Bearing Ratio*) TANAH LEMPUNG DITINJAU DARI WAKTU PEMERAMAN**

**Oleh**

**Sindu Abadi Sampurna**

Tanah memiliki berbagai macam jenis dan daya dukung yang berbeda. Salah satunya adalah tanah lempung yang memiliki daya dukung rendah. Melihat dari pesatnya pembangunan infrastruktur di Indonesia, tidak menutup kemungkinan bahwa infrastruktur di bangun di daerah yang memiliki jenis tanah lempung. Mengingat kecilnya daya dukung tanah lempung, maka harus dilakukan perbaikan tanah agar dapat menunjang pembangunan sebuah konstruksi.

Perbaikan tanah dengan campuran additive abu sekam padi dan matos sebagai stabilizer dapat meningkatkan mutu tanah. Penelitian ini dilakukan dengan campuran abu sekam padi sebesar 6%, 8%, 10%, dan 12% serta matos dengan kadar 3,3898 gr. Kemudian diperam selama 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari tanpa rendaman.

Tanah yang digunakan berasal dari daerah Sidomulyo Lampung Selatan adalah jenis tanah lempung yang termasuk dalam golongan A-7-5 berdasarkan klasifikasi AASTHO. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa pemeraman selama 28 hari dengan campuran abu sekam sebesar 12% memiliki nilai CBR tertinggi dari durasi pemeraman lainnya. Nilai CBR tanah lempung meningkat dari 7,3% menjadi 31,8%. Hal ini menunjukkan bahwa campuran abu sekam padi dan matos cukup efektif dalam meningkatkan daya dukung tanah lempung.

Kata kunci : Matos, CBR, Abu Sekam Padi

**PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADDITIVE ABU SEKAM PADI DAN  
MATOS TERHADAP NILAI CBR (*California Bearing Ratio*) TANAH  
LEMPUNG DITINJAU DARI WAKTU PEMERAMAN**

**( Skripsi )**

**Oleh  
SINDU ABADI SAMPURNA**

**Skripsi**

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

**Pada**

**Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

Judul Skripsi

**: PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADDITIVE  
ABU SEKAM PADI DAN MATOS TERHADAP  
NILAI CBR (*California Bearing Ratio*)  
TANAH LEMPUNG DITINJAU DARI WAKTU  
PEMERAMAN**

Nama Mahasiswa : **Sindu Abadi Sampurna**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1115011099

Jurusan : S1 Teknik Sipil

Fakultas : Teknik



1. Komisi Pembimbing

**Iswan, S.T., M.T.**

NIP 19720608 200501 1 001

**Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.**

NIP 19670514 199303 1 002

2. Ketua Jurusan

**Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.**

NIP 19700915 199503 1 006

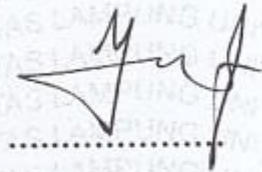


## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua

: **Iswan, S.T., M.T.**



Sekretaris

: **Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.** .....



Penguji

Bukan Pembimbing : **Ir. M. Jafri, M.T.**



### 2. Dekan Fakultas Teknik

**Prof. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D.**

NIP 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **7 Februari 2018**

## 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 ini tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Februari 2018



Sindu Abadi Sampurna

## RIWAYAT HIDUP PENULIS



Sindu Abadi Sampurna dilahirkan di Temanggung, pada tanggal 10 September 1992. Penulis merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak Sariyanto dan Ibu Srimulyanah.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri 2 Rawa Laut Bandar Lampung dan diselesaikan pada tahun 2005. Pendidikan tingkat pertama ditempuh di SMP Negeri 1 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2008. Kemudian melanjutkan pendidikan tingkat atas di SMA Negeri 9 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2011.

Pada tahun 2011, Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Penulis turut dalam organisasi kemahasiswaan yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung pada tahun 2013/2014. Pada tahun 2014 Penulis melakukan Kerja Praktik pada Proyek Pembangunan Hotel Batiqa Lampung. Pada tahun 2015 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Gedung Aji, Kecamatan Gedung Aji Lama, Kabupaten Tulang Bawang.



## Persembahan

*Dengan segala kerendahan hati,  
kupersembahkan karya dari buah perjuanganku dan  
doa ayahandaku tercinta Sariyanto dan  
Ibundaku tersayang Seimulyanah  
"Untuk seluruh yang terkasih"*

## **MOTTO**

*Rasakanlah ketakutan itu, dan tetaplah melakukannya*  
*(Tamara Mellon)*

*Kebahagiaan itu bergantung pada dirimu sendiri*  
*(Aristoteles)*

## SANWACANA

Puji Syukur Penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “*Pengaruh Penambahan Zat Additive Abu Sekam Padi Dan Matos Terhadap Nilai CBR (California Bearing Ratio) Tanah Lempung Ditinjau Dari Waktu Pemeraman*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung;
3. Bapak Iswan, S.T., M.T., selaku Pembimbing Utama terima kasih atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
4. Bapak Ir. Hadi Ali, M.T., (Alm) selaku Pembimbing Kedua terima kasih atas kesediaannya dalam memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;

5. Bapak Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D. selaku Pengganti Pembimbing Kedua terima kasih atas kesediaannya dalam memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
6. Bapak Ir. Muhammad Jafri, M.T., selaku Penguji Utama pada ujian skripsi. Terimakasih untuk masukan dan saran-saran untuk penelitian ini;
7. Ibu Siti Nurul Khotimah, S.T., M.Sc., selaku Pembimbing Akademik yang telah membimbing Penulis dengan sangat baik dan bijak sejak awal masuk perkuliahan;
8. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah membimbing dan memberikan ilmu yang bermanfaat;
9. Bapak dan Ibu Staf Administrasi Fakultas Teknik Unila yang telah membantu Penulis dalam mengurus administrasi selama perkuliahan;
10. Bapakku tersayang, Sariyanto yang selalu memberikan semangat, doa, dukungan materi dan moril sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
11. Ibuku tersayang, Srimulyanah yang selalu memberikan doa-doa terbaiknya, semangat, dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
12. Teman-teman, sahabat 2011 pinggiran yang telah meluangkan waktu untuk membantu penelitian di laboratorium sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar dan mudah;
13. Teman, sahabat bahkan keluarga baru seluruh teman seperjuangan Teknik Sipil 2011 yang telah mengisi hari-hari dengan semangat dan senantiasa menjadi inspirasi bagi penulis;



14. Semua pihak terkait dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Bandar Lampung, Februari 2018

Penulis,

**Sindu Abadi Sampurna**

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>I</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>IV</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>VI</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Batasan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	5
E. Manfaat Penelitian .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Lapis Perkerasan Jalan .....	7
B. Tanah.....	9
C. Tanah Lempung .....	18
D. Stabilisasi Tanah .....	21
E. Stabilisasi Tanah Menggunakan Abu Sekam Padi.....	23
F. Stabilisasi Tanah Menggunakan Matos .....	23
G. <i>California Bearing Ratio</i> ( uji <i>CBR</i> ) .....	32
H. Batas – Batas <i>Atterberg</i> .....	36
I. Pemasatan Tanah .....	37
J. Tinjauan Penelitian Terdahulu .....	40

### III. METODE PENELITIAN

A. Sampel Tanah.....	41
B. Peralatan.....	42
C. Benda Uji .....	42
D. Data Penelitian .....	42
E. Metode Pencampuran Sampel Tanah Dengan Matos .....	43
F. Pelaksanaan Pengujian.....	44
1. Uji Kadar Air.....	45
2. Uji Analisis Saringan .....	45
3. Uji Batas Atterberg .....	47
4. Uji Berat Jenis .....	49
5. Uji Hidrometer .....	51
6. Uji Pemadatan Tanah .....	52
7. Uji CBR ( <i>California Bearing Ratio</i> ).....	56
G. Urutan Prosedur Penelitian .....	58
H. Analisis Hasil Penelitian .....	60
I. Diagram Alir Penelitian .....	62

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil dan Pembahasan Pengujian Sampel Tanah Asli .....	63
1. Uji Kadar Air.....	63
2. Uji Berat Jenis .....	64
3. Uji Batas <i>Atterberg</i> .....	64
4. Uji Analisis .....	65
5. Uji Pemadatan Tanah .....	67

6. Uji CBR Tanah Asli .....	70
B. Klasifikasi Tanah .....	71
1. Klasifikasi Sistem <i>Unified</i> (USCS) .....	71
C. Hasil Pengujian Tanah dengan Penambahan Abu Sekam dan Matos.....	73
1. Hasil Pengujian CBR Tanpa Pmeraman .....	73
2. Hasil Pengujian CBR Permeraman dendan Variasi Abu Sekam Padi <i>Maximum</i> .....	73
3. Hubungan Nilai CBR Dengan Variasi Pukulan.....	75
4. Hubungan Nilai CBR Dengan Kadar Air .....	77
5. Hubungan Nilai CBR Dengan Berat Isi Kering.....	78
6. Penelitian Lain Yang Menggunakan Abu Sekam Padi.....	80
<b>V. PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan .....	82
B. Saran .....	83

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi tanah AASHTO .....	14
Tabel 2. Sistem klasifikasi tanah <i>Unified</i> ( Bowles ).....	16
Tabel 3. Sistem klasifikasi <i>Unified</i> .....	17
Tabel 4. Hasil pengujian tanah dengan menggunakan <i>Matos</i> sampel tanah daerah Godean .....	27
Tabel 5. Beban penetrasi bahan standar .....	35
Tabel 6. Elemen-elemen uji pemadatan di laboratorium .....	39
Tabel 7. Kode pada mold untuk kadar kapur dan matos pada variasi jumlah tumbukan.....	60
Tabel 8. Hasil pengujian kadar air tanah asli .....	64
Tabel 9. Hasil pengujian berat jenis (Gs) tanah asli.....	64
Tabel 10. Hasil pengujian batas <i>Atterberg</i> tanah asli.....	65
Tabel 11. Hasil pengujian analisis saringan tanah asli.....	66
Tabel 12. Hasil pengujian sampel tanah asli.....	71
Tabel 13. Hasil pengujian CBR tanah stabilisasi dengan variasi abu sekam padi.....	73
Tabel 14. Hasil pengujian cbr tanah stabilisasi dengan variasi pemeraman .....	74

Tabel 15. Hasil pengujian CBR tanah stabilisasi dengan variasi pemeraman .....	80
Tabel 16. Hasil pengujian CBR tanah stabilisasi dengan variasi pemeraman .....	82

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Nilai-nilai batas <i>atterberg</i> untuk subkelompok tanah .....	12
Gambar 2. Proses pengikatan matos .....	27
Gambar 3. Perbandingan lapis perkerasan jalan konvensional dan jalan dengan konstruksi <i>Matos (Soil Stabilizer)</i> .....	30
Gambar 4. Pengujian CBR laboratorium .....	34
Gambar 5. Batas-batas <i>atterberg</i> .....	36
Gambar 6. Diagram alir penelitian .....	62
Gambar 7. Grafik hasil analisa saringan .....	66
Gambar 8. Grafik kadar air optimum tanah asli .....	67
Gambar 9. Grafik kadar air optimum tanah + abu sekam padi 5% .....	68
Gambar 10. Grafik kadar air optimum tanah + abu sekam padi 8% .....	69
Gambar 11. Grafik kadar air optimum tanah + abu sekam padi 10% .....	69
Gambar 12. Grafik kadar air optimum tanah + abu sekam padi 12% .....	70
Gambar 13. Diagram plastisitas berdasarkan AASTHO .....	72
Gambar 14. Hubungan durasi pemeraman dengan nilai CBR .....	74
Gambar 15. Hubungan nilai cbr dengan pukulan 10 .....	75
Gambar 16. Hubungan nilai cbr dengan pukulan 25 .....	76
Gambar 17. Hubungan nilai cbr dengan pukulan 55 .....	76

Gambar 18. Hubungan nilai cbr dengan kadar air pada pukulan 10.....	77
Gambar 19. Hubungan nilai cbr dengan kadar air pada pukulan 25.....	77
Gambar 20. Hubungan nilai cbr dengan kadar air pada pukulan 55.....	78
Gambar 21. Hubungan nilai cbr dengan berat isi kering pada pukulan 10.....	79
Gambar 22. Hubungan nilai CBR dengan berat isi kering pada pukulan 25.....	79
Gambar 23. Hubungan nilai CBR dengan berat isi kering pada pukulan 55.....	80
Gambar 24. Hubungan durasi pemeraman dengan nilai CBR (Yanuar Eko Widagdo dkk).....	81
Gambar 25. Grafik perbandingan hubungan durasi pemeraman dengan nilai CBR.....	81
Gambar 25. Grafik perbandingan hubungan durasi pemeraman dengan nilai CBR.....	81
Gambar 26. Grafik perbandingan hubungan durasi pemeraman dengan nilai CBR.....	82



## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Tanah dasar (*subgrade*) merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Menurut Spesifikasi, tanah dasar adalah lapisan paling atas dari timbunan badan jalan setebal 30 cm, yang mempunyai persyaratan tertentu sesuai fungsinya, yaitu yang berkenaan dengan kepadatan dan daya dukungnya (CBR). Kekuatan dan keawetan maupun tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini.

Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri atau didekatnya, yang telah dipadatkan sampai tingkat kepadatan tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik serta berkemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat. Sifat masing-masing jenis tanah tergantung dari tekstur, kepadatan, kadar air, kondisi lingkungan dan lain sebagainya.

Untuk suatu perencanaan struktur perkerasan jalan, dimana material agregat sangat sulit untuk didapatkan, maka tanah yang distabilisasi merupakan

suatu alternatif dalam perencanaan. Cara yang digunakan untuk menstabilisasi tanah antara lain dengan cara mekanis dan dengan menggunakan bahan pencampur (*additive*). Bahan pencampur yang akan digunakan diharapkan dapat mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat tanah yang kurang baik dan kurang menguntungkan dari tanah yang akan digunakan.

Umumnya perbaikan tanah dilakukan pada tanah lunak karena tanah lunak mengandung persentase air yang cukup tinggi yaitu lebih dari 60% bahkan lebih dari 100%. Artinya jika suatu konstruksi dibangun di atasnya, maka konstruksi tersebut akan memberikan beban yang besar terhadap tanah yang akan menyebabkan terjadinya proses pemerasan air. Hal tersebut sangat membahayakan konstruksi di atasnya karena penurunan muka tanah. Permasalahan yang muncul biasanya adalah stabilitas, besar penurunan, dan faktor waktu pengaruh.

Proses stabilisasi tanah secara konvensional saat ini belum mampu merubah sifat kembang susut tanah, sehingga walaupun suatu perkerasan atau konstruksi jalan tersebut sudah dipadatkan, akan cepat mengalami kerusakandikarenakan sifat-sifat buruk tanah dibawahnya masih ada. Melihat perkembangan yang terjadi dilapangan, teknologi stabilisasi tanah telah mengalami peningkatan. Salah satu teknologi yang dapat digunakan pada stabilisasi tanah adalah dengan pencampuran bahan atau zat kimia. Untuk itu salah satu campuran untuk meningkatkan mutu tanah dapat menggunakan abu sekam padi dan ditambahkan matos dengan kadar

tertentu. Metode perbaikan tanah dengan abu sekam padi salah satu alternatif usaha perbaikan tanah yang tidak memenuhi standar sebagai lapisan tanah dasar untuk perkerasan atau pondasi bangunan. Abu sekam padi berfungsi sebagai *filler*. Fungsi dari *filler* adalah sebagai bahan pengisi rongga-rongga antar agregat (kasar) yang diharapkan dapat meningkatkan kerapatan dan memperkecil permeabilitas dari campuran.

Disamping ukurannya yang harus relatif halus, bahan *filler* harus memiliki sifat-sifat tertentu seperti bersifat sementasi jika terkena air dan memiliki daya rekat yang tinggi dengan agregat lainnya (Mutohar, Y., 2002).

Adapun bahan kimia yang dapat dijadikan sebagai bahan tambahan campuran *additive* abu sekam padi untuk melakukan stabilisasi tanah salah satunya adalah Matos. Bahan kimia ini berfungsi untuk memadatkan (solidifikasi) dan menstabilkan (stabilisasi) tanah yang berbentuk serbuk halus yang terdiri dari logam dan komposisi mineral anorganik (tepung dan garam).

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah mengenai bagaimana pengaruh pencampuran matos yang dianggap sebagai bahan *additive* lainnya untuk stabilisasi tanah dengan bahan *additive* abu sekam padi, sehingga diharapkan akan dapat disimpulkan bahwa matos ini dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk stabilisasi tanah dengan zat *additive* abu sekam padi

## B. Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah mengenai bagaimana pengaruh pencampuran matos dan abu sekam padi yang dianggap sebagai bahan untuk stabilisasi tanah dengan variasi kadar campuran yang berbeda-beda untuk abu sekam padi, ditinjau dari nilai CBR tanah dan Selain itu penelitian ini bermaksud untuk mengetahui pengaruh waktu pemeraman yang paling efektif.

## C. Batasan Masalah

Masalah pada penelitian ini dibatasi pada nilai daya dukung tanah lempung berplastisitas tinggi sebelum dan sesudah dicampur menggunakan matos dan abu sekam padi dengan persentase 5%, 8%, 10% dan 12%. Adapun ruang lingkup dan batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Sampel tanah yang digunakan merupakan sampel tanah terganggu (*disturbed*) dan sampel tanah tidak terganggu (*undisturbed*) pada jenis tanah lempung berplastisitas tinggi di daerah Sidomulyo Lampung Selatan – Provinsi Lampung
2. Bahan *additive* yang digunakan untuk stabilisasi tanah adalah matos yang berasal dari PT. Watukali Capita Ciptama Yogyakarta
3. Tanah lempung dicampur dengan matos dan abu sekam padi dengan kadar 5%, 8%, 10% dan 12% dari berat tanah.
4. Waktu pemeraman yang dilakukan pada tanah yang dicampur dengan abu sekam padi dan matos antara lain 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari
5. 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
  6. Pengujian CBR (*unsoaked*)
- b. Pengujian pada tanah dengan campuran abu sekam padi dan matos
  1. Pengujian CBR (*unsoaked*)

#### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui sifat-sifat fisik tanah lempung berplastisitas tinggi di daerah Sidomulyo Kabupaten Lampung Selatan Provinsi Lampung.
2. Mengetahui peningkatan nilai daya dukung tanah lempung berplastis tinggi yang telah ditambahkan abu sekam padi dan matos terhadap tanah asli dengan menggunakan tes CBR
3. Mengetahui pengaruh variasi kadar campuran abu sekam padi dan mencari kadar abu sekam padi yang ideal dalam pencampuran .
4. Mengetahui pengaruh durasi pemeraman pada stabilisasi tanah lempung berplastis tinggi yang ditambahkan abu sekam padi dan matos

## **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui sejauh mana manfaat penggunaan abu sekam padi dan matos untuk meningkatkan daya dukung tanah, sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pemecahan masalah stabilisasi 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 teknologi material.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Lapis Perkerasan Jalan

Lapisan perkerasan jalan berfungsi untuk menerima beban lalu-lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya terus ke tanah dasar. Sifat dari lapisan-lapisan perkerasan jalan adalah memikul dan menyebarkan beban-beban lalu-lintas ke tanah dasar yang telah dipadatkan. Akan tetapi, jika kondisi tanah kurang baik mutunya sebagai lapis pondasi dengan fungsinya masing-masing maka perlu dilakukan suatu tindakan perbaikan tanah dan salah satunya dengan cara menstabilisasinya. Adapun lapisan-lapisan tersebut adalah :

#### 1. Lapis Permukaan

Lapisan yang terletak paling atas disebut lapis permukaan. Lapisan permukaan sebagai lapisan aus yang kedap air yang berfungsi untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca, membuat jalan agar lebih rata dan mulus, serta untuk menahan beban roda. Lapisan ini biasanya terbuat dari campuran aspal (*Flexible Pavement*) ataupun struktur beton (*Rigid Pavement*).

## 2. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Menurut Spesifikasi, tanah dasar adalah lapisan paling atas dari timbunan badan jalan setebal 30 cm, yang mempunyai persyaratan tertentu sesuai fungsinya, yaitu yang berkenaan dengan kepadatan dan daya dukungnya(CBR).

Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, atau tanah urugan yang didatangkan dari tempat lain atau tanah yang distabilisasi dan lain lain.

Lapisan tanah dasar juga dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah alinya baik, atau tanah urugan yang di datangkan dari tempat lain ataupun tanah yang distabilisasi.

Ditinjau dari permukaan aslinya, maka lapisan tanah dasar dibedakan atas :

- Lapis tanah dasar yang berupa tanah galian
- Lapis tanah dasar yang berupa tanah urugan
- Lapis tanah dasar yang berupa tanah asli

Kekuatan dan keawetan konstruksi pekerjaan jalan sangat tergantung dari sifat – sifat dan daya dukung tanah dasar tersebut.

Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut:

- Perubahan bentuk tetap (*deformasi* permanen) akibat beban lalu lintas.
- Sifat kembang susut tanah akibat perubahan kadar air

- Daya dukung tanah yang tidak merata akibat perbedaan sifat – sifat tanah

## **B. Tanah**

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995). Selain itu, tanah dalam pandangan Teknik Sipil adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, H.C., 1992).

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

Tanah menurut teknik sipil dapat didefinisikan sebagai sisa atau produk yang dibawa dari pelapukan batuan dalam proses geologi yang dapat digali tanpa

peledakan dan dapat ditembus dengan peralatan pengambilan contoh (*sampling*) pada saat pemboran (Hendarsin, 2000).

Menurut Bowles, tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut :

1. Berangkal (*boulders*), merupakan potongan batu yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. Untuk kisaran antara 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles*).
2. Kerikil (*gravel*), partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
3. Pasir (*sand*), partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, berkisar dari kasar (3-5 mm) sampai halus (kurang dari 1 mm).
4. Lanau (*silt*), partikel batuan berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm. Lanau dan lempung dalam jumlah besar ditemukan dalam deposit yang disedimentasikan kedalam danau atau didekat garis pantai pada muara sungai.
5. Lempung (*clay*), partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
6. Koloid (*colloids*), partikel mineral yang “diam” yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

## **1. 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 pemakainya (Das, 1995). 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. Kedua sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butiran dan batas-batas *Atterberg*, sistem-sistem tersebut adalah :

**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 dan tanah dasar .Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria di bawah ini :

1) Ukuran Butir

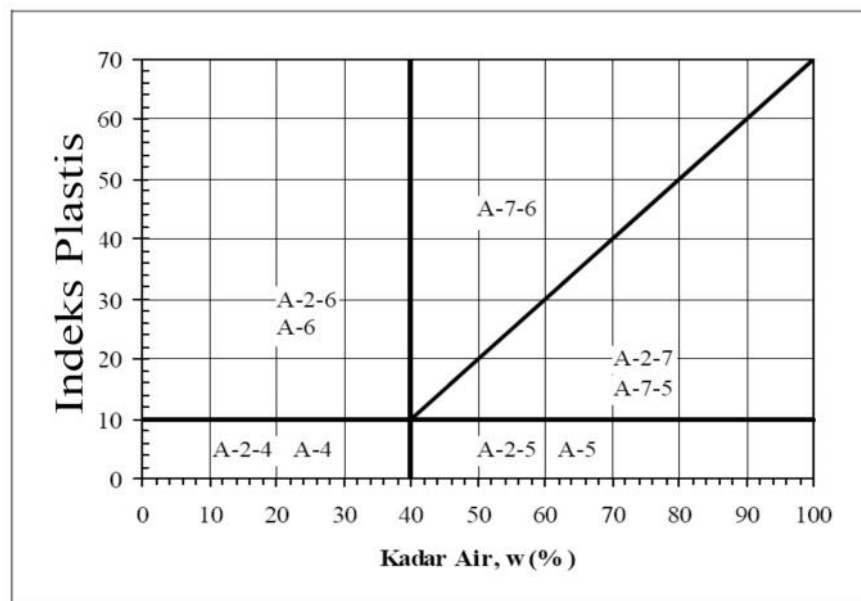
Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada ayakan No. 10 (2 mm).

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 dileluarkan 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 LL – 30

\*\* Untuk A-7-6, PI > LL – 30

Sumber : Das, 1995.

### b. Sistem Klasifikasi Tanah *Unified* (USCS)

Klasifikasi tanah sistem ini diajukan pertama kali oleh Casagrande dan selanjutnya dikembangkan oleh *United State Bureau of Reclamation* (USBR) dan *United State Army Corps of Engineer* (USACE). Kemudian *American Society for Testing and Materials* (ASTM) telah memakai USCS sebagai metode standar guna mengklasifikasikan tanah. Dalam bentuk yang sekarang, sistem ini banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan geoteknik. Dalam USCS, suatu tanah diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama yaitu :

1. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained soils*) yang terdiri atas kerikil dan pasir yang mana kurang dari 50% tanah yang lolos saringan No. 200 ( $F_{200} < 50$ ). Simbol kelompok diawali dengan **G** untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil (*gravelly soil*) atau **S** untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir (*sandy soil*).
2. Tanah berbutir halus (*fine-grained soils*) yang mana lebih dari 50% tanah lolos saringan No. 200 ( $F_{200} > 50$ ). Simbol kelompok diawali dengan **M** untuk lanau inorganik (*inorganic silt*), atau **C** untuk lempung inorganik (*inorganic clay*), atau **O** untuk lanau dan lempung organik. Simbol **Pt** digunakan untuk gambut (*peat*), dan tanah dengan kandungan organik tinggi.

Simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi adalah **W** - untuk gradasi baik (*well graded*), **P** - gradasi buruk (*poorly graded*), **L** - plastisitas tinggi (*low plasticity*) dan **H** - plastisitas tinggi (*high plasticity*).

Adapun menurut *Bowles*, 1991 kelompok-kelompok tanah utama pada sistem klasifikasi *Unified* diperlihatkan pada Tabel 2 berikut ini :

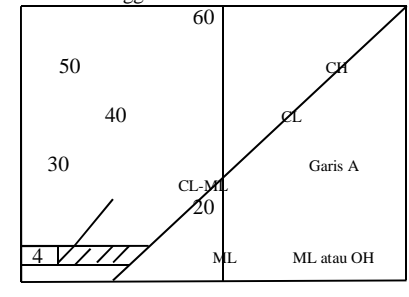
Tabel 2. Sistem klasifikasi tanah *unified*(Bowles, 1991)

Jenis Tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi baik	W
		Gradasi buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	$w_L < 50 \%$	L
Organik	O	$w_L > 50 \%$	H
Gambut	Pt		

Sumber : Bowles, 1991.

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

Tabel 3. Sistem Klasifikasi *Unified*

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi	
Tanah berbutir kasar 50% butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil 50% fraksi kasar tertahan saringan No. 4	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		
		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 doble simbol	
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		
	Pasir 50% fraksi kasar lolos saringan No. 4	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama 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 doble simbol
	SC		Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung batas cair 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 tinggi sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" ( <i>lean clays</i> )	
OL			Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas tinggi		
Lanau dan lempung batas cair 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, 1992.

### **C. Tanah Lempung**

Tanah 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 dan Peck, 1987).

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, kemampuan 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) 7,2
2. *Illite* : Tanah lempung dengan nilai aktivitas (A) 0,9 dan < 7,2
3. *Kaolinite* : Tanah lempung dengan nilai aktivitas (A) 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 berkristal ("amorphus") maka daya negatif netto, ion-ion H<sup>+</sup> 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 dinetralisir dengan menambahkan bahan-bahan yang mengandung asam (ion H<sup>+</sup>), 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 *thixotropik* ("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 (Ccl<sub>4</sub>) 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.

## 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) :

1. Mekanis, yaitu pemadatan dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan, ledakan, tekanan statis, tekstur, pembekuan, pemanasan dan sebagainya.
2. 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 Abu Sekam Padi**

Abu sekam padi merupakan bahan hasil sampingan dari produk pertanian yang dinilai hanyalah limbah. Akan tetapi sekam padi apabila dibakar memiliki sifat pozzolan yang mempunyai unsur silika tinggi, rata-rata SiO<sub>2</sub> yaitu 91,72% dengan pozzolanic activity index sebesar 87%. Pozzolan ini mengandung sifat sementasi jika bercampur dengan air.

Abu sekam padi sebagai *filler*. Fungsi dari *filler* adalah sebagai bahan pengisi rongga-rongga antar agregat (kasar) yang diharapkan dapat meningkatkan kerapatan dan memperkecil permeabilitas dari campuran.

Disamping ukurannya yang harus relatif halus, bahan *filler* harus memiliki sifat-sifat tertentu seperti bersifat sementasi jika terkena air dan memiliki daya rekat yang tinggi dengan agregat lainnya (Mutohar, Y., 2002).

#### **F. Stabilisasi Tanah Menggunakan Matos**

Matos adalah bahan aditif yang berfungsi untuk pembekuan dan stabilisasi tanah dengan fisik – proses kimia. *Matos* dalam bentuk material serbuk halus terdiri dari komposisi mineral anorganik yang tidak berbau, memiliki pH 8.37, berat

jenis  $2,35043 \text{ gr/cm}_3$  dan kelarutan dalam air 1:3 (*Laporan Hasil Uji Laboratorium Universitas Gajah Mada 2010*)

Apabila partikel tanah kita lihat secara mikroskopis, maka pada permukaan tanah tersebut terdapat lapisan air yang tipis, kira-kira ketebalannya  $0,05\text{mm}$ . Lapisan ini memiliki kekuatan yang luar biasa, kira-kira  $200.000 \text{ kg}$  untuk setiap  $1 \text{ mm}^2$ , untuk memindahkan lapisan air ini, dibutuhkan energi yang besar. Sifat air yang melekat ini agak berbeda dengan air biasa yang kita ketahui.  $1 \text{ cc} = 1 \text{ gram}$  pada suhu  $40^\circ\text{C}$  untuk air normal, tetapi air ini adalah  $1 \text{ cc} = 1,4 \text{ gram}$ .

Air ini dapat bergerak dengan arah horizontal tetapi tidak dapat bergerak secara vertikal. Air inilah yang menghambat semen menjadi keras. Terbentuknya humus adalah dengan melarutnya tanaman-tanaman yang sudah mati kedalam air yang menempel pada permukaan tanah dan humus ini menghambat terjadinya kontak antara *kation kalsium* ( $\text{Ca}^{++}$ ) pada semen dan *anion* (-) dari partikel-partikel tanah.

Pada saat penggunaan Matos, kita harus melarutkannya ke dalam air pada tingkat kelarutan (*molaritas*) 10%. Beragamnya komponen Matos memperlemah fungsi negatif dari humus dan akan menurunkan kadar humus itu sendiri. Kemudian, *kation kalsium* ( $\text{Ca}^{++}$ ) pada semen dapat menempel langsung dipermukaan tanah.

Matos menghilangkan efek penghambatan ikatan ion, sehingga partikel tanah menjadi lebih mudah bermuatan ion negatif (anion), sehingga *kation*  $\text{Ca}^{++}$  dapat mengikat langsung dengan mudah pada partikel tanah dan membantu menyuplai

lebih banyak ion pengganti dan membentuk senyawa asam *aluminium silica* sehingga membentuk struktur sarang lebah 3 dimensi diantara partikel-tanah. Kalau pencampuran semen yang mengandung *sulfur* ( $\text{SO}_3$ ) dengan tanah tidak melibatkan *Matos*, maka ketika bercampur dengan air tanah atau terkena air hujan, akan menghasilkan *sulfuric acid* yang menyebabkan terjadinya keretakan. Hal ini akan berbeda jika dilibatkan *Matos*, dimana pada saat terjadi pengikatan semen pada partikel tanah dan mengering karena reaksi *dehidrasi*, akan terbentuk kristal-kristal yang muncul diantara campuran semen yang mengikat partikel tanah, Kristal-kristal tersebut menyerupai jarum-jarum yang secara intensif akan bertambah banyak dan membesar yang nantinya membentuk rongga-rongga micron yang bias menyerap air (*porositas*), sehingga tidak akan terjadi keretakan.

*Matos* bekerja untuk meningkatkan kualitas konstruksi jalan dan pada saat yang sama juga mengurangi kebutuhan biaya. *Matos* bereaksi dengan tanah dan semen reaksi *hidrasi* dicampur menghasilkan partikel mengikat kompleks, tanah menjadi kerangka yang kuat dan membuat layer stabil kuat. Penggunaan *Matos* mampu mengurangi dampak bahaya terhadap lingkungan akibat debu, dan juga membuat permukaan tahan air dalam segala cuaca.

Prosedur aplikasi *Matos* di lapangan sangat sederhana, tanah pertama yang dicampur dengan *Matos* dikeruk dan *mixer* sampai mencapai campuran homogen. Proses ini juga dapat menghancurkan biji-bijian besar menjadi lebih kecil, dan membuat tanah terlalu lembab menjadi lebih kering. *Matos* kemudian

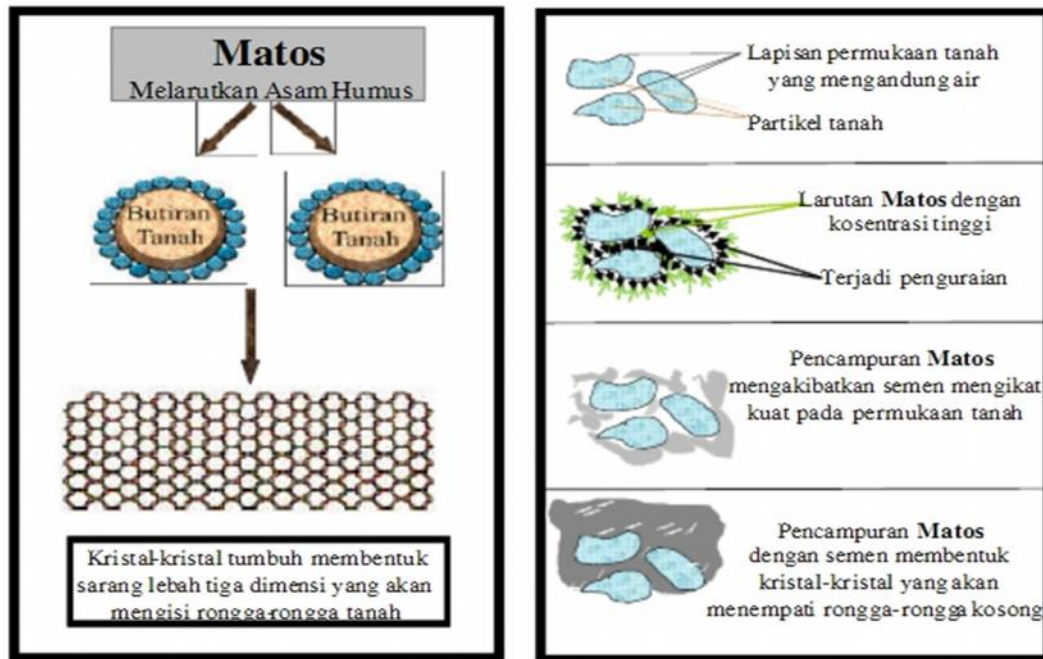
ditambahkan ke dalam tanah dan aduk lagi untuk memastikan campuran telah dicampur secara menyeluruh.

Air ditambahkan ke dalam campuran sesuai dengan jumlah mencapai Konten *Moisture Optimum* (OMC) dan membuat proses operasi kimia. Pemadatan adalah salah satu aspek penting yang harus dilakukan secara menyeluruh dan dengan peralatan yang tepat untuk menjamin pemadatan maksimal tercapai.

Alat yang digunakan adalah *Scraper* untuk penggalian, *grading mixer* putar untuk perbaikan, *excavator* untuk mendistribusikan semen, tangki truk untuk penyiraman, *vibratory roller* untuk pemadatan. Untuk jalan aplikasi dengan panjang > 10 km kami merekomendasikan menggunakan *mixer* putar untuk penstabil tanah khusus, seperti RM-500 atau RM-300 dari *Caterpillar*, *Writgen* dll

Proses Pengikatan *Matos*:

- *Clay* dibentuk menjadi Kristal untuk mencegah perubahan volume (kembang susut) akibat air
- Mikropori diblok oleh formasi gel silika
- Partikel yang lebih besar membentuk ikatan oleh material *cementious* sepanjang komposisi mineral

Gambar 2. Proses Pengikatan *Matos*

Contoh dari penggunaan *Matos* pada sampel tanah di Desa Jering, Godean, Kulon Progo, DI Yogyakarta :

No	Pengujian	Persentase Variasi Campuran Portland Cement					
		0	1	2	3	4	5
1	Kadar Air Tanah Asli (%)	12.02	-	-	-	-	-
2	Gravitasi Khas ( <i>Specific Gravit</i> )	2.671	2.795	2.815	2.824	2.842	2.855
3	Gradasi Butiran						
	- Clay (%)	0	0	0	0	0	0
	- Silt (%)	21.31	17.04	16.94	16.63	13.58	10.57
	- Sand (%)	78.69	82.96	83.06	83.37	86.42	89.43
4	Batas-batas Konsistensi						
	- Liquid Limit (%)	NON PLASTIS					
	- Plastic Limit (%)						
	- Shrinkage Limit (%)						
	- Indeks Plastisitas (IP) (%)						
5	Compaction Test						
	- Berat Isi Kering ( $\delta_d$ ) $t/m^3$	1.563	1.745	1.795	1.622	1.869	1.906
	- Kadar Air Optimum (OMC) (%)	20.18	19.86	18.13	18.76	14.76	13.27
6	California Bearing Ratio (CBR)						
	- CBR Umur Benda Uji 1 Hari (%)	12.62	35.25	48.38	70	82.5	98.98
	- CBR Umur Benda Uji 7 Hari (%)	12.62	70.51	91.62	117.68	126.44	133.62
	- CBR Umur Benda Uji 14 Hari (%)	12.62	93.16	106.46	133.92	146.19	165.5

Tabel 4. Hasil pengujian tanah dengan menggunakan *Matos* sampel tanah daerah Godean

Sumber : Laboratorium Mekanika Tanah Program Diploma Teknik Sipil UGM, 2010

## 1. Aplikasi, Fungsi dan Keunggulan

### a. Aplikasi

#### 1. Untuk Meningkatkan Kualitas Lapisan Tanah

- Pembuatan jalan tanah, landasan pacu pesawat terbang dan lahan parkir.
- Pembentukan bantalan rel kereta.
- Pembuatan areal lahan yang luas di kawasan perumahan (tempat bermain dan taman).
- Pembuatan lantai gudang dan pabrik.
- Pembuatan paving untuk pejalan kaki/ trotoar dan kendaraan bermotor.
- Pembentukan tanah padat untuk areal fasilitas olah raga, seperti lapangan tenis, sepeda balap dan jalan setapak di lapangan.
- Konstruksi sub base jalan untuk lapisan dibawah aspal hotmix.
- Konstruksi sub base jalan pada areal jalan yang tergenang air atau di rawa.

#### 2. Untuk Pekerjaan Pondasi Tanah

- Menstabilkan areal pondasi tanah yang labil.
- Untuk menstabilkan tanah dibawah lantai kerja pada pekerjaan struktur bangunan.
- Pondasi tanah untuk pekerjaan pembangunan tower, tiang listrik, tiang telepon, rambu jalan dan patok.



- Memperbaiki retakan tanah akibat gempa.

### 3. Untuk Pembuatan Lapisan Tanah Yang Tidak Kedap Air (Resapan)

- Perbaiki lapisan dasar sungai, danau dan rawa.
- Pemadatan jalan yang rusak akibat erosi oleh air dan banjir.
- Menstabilkan lereng sekaligus menyeimbangkan pertumbuhan tanaman merambat dan rumput di atasnya (cover crop).
- Perbaiki lapisan permukaan tanah yang berdebu.

### 4. Untuk Pembuatan Lapisan Tanah Yang Kedap Air

- Pembuatan bak penampung air/ reservoir.
- Pembentukan lapisan tanah kedap air pada tempat penampungan sampah.
- Pembuatan kolam ikan dan tambak udang.
- Pembuatan tempat penampungan limbah cair (IPAL).

#### b. Fungsi

Fungsi utama dari *Matos (Soil Stabilizer)* sendiri ialah

- Meningkatkan parameter daya dukung tanah
- Memperkecil permeabilitas tanah
- Menjaga kadar air tanah agar tetap stabil
- Memaksimalkan fungsi bahan stabilitas tanah lain seperti semen dan kapur

- Melarutkan humus pada permukaan partikel tanah yang menghalangi ikatan tanah semen sehingga ikatan lebih kuat
- Mencegah keretakan akibat panas reaksi hidrasi semen

c. Keunggulan

1. Memiliki kekuatan menahan beban sesuai yang dibutuhkan.
2. Memiliki tingkat porositas/ daya resap untuk air yang baik.
3. Anti retak.
4. Hemat waktu, sangat mudah dalam pengerjaannya, sekalipun dengan cara manual.
5. Hemat biaya konstruksi dan perawatan, relatif lebih murah dibandingkan dengan cara konvensional.
6. Sangat efektif dan efisien, terutama digunakan di daerah yang sulit batu dan pasir sebagai bahan baku LPA dan LPB



Gambar 3. Perbandingan lapis perkerasan jalan konvensional dan jalan dengan konstruksi *Matos* (*Soil Stabilizer*)

- a. Tebal lapisan pengganti LPA dan LPB cukup 20cm, karena CBR dapat didesain lebih besar dari 100% (berdasarkan beban dan volume lalu lintas setara)
  - b. Ikatan antara partikel bersifat mikro
  - c. Lapisan jalan bersifat kedap air, sehingga air hujan yang jatuh tidak masuk ke tanah di bawah badan jalan. Jika tanah dasar jalan adalah tanah ekspansif dengan kembang susut yang besar, maka jalan tidak menjadi bergelombang
  - d. Lebih ekonomis untuk daerah yang tidak memiliki sumber batu cocok
  - e. Saat musim hujan, tidak perlu penambahan batu. Jalan akan bertambah kuat jika terendam air (sesudah umur jalan 21 hari)
7. Pada pembuatan jalan, jalan menjadi kesat/tidak licin, lembek dan becek saat musim hujan dan tidak berdebu saat musim kemarau.
  8. Semakin kena air konstruksi semakin kokoh.
  9. Ramah lingkungan, mengikat  $Ca^{++}$ , menetralsir zat racun.
  10. Pada pembuatan jalan, jalan dapat dilalui pada hari ke-4 (*curing time* 4-21 hari), tergantung tanah dan cuaca.
  11. Mampu memanfaatkan kadar air di udara secara optimum

### ***G. 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 *fieldinplace* 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.

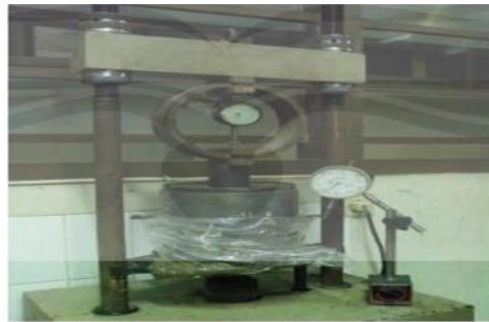
b. CBR Lapangan Rendaman (*undisturbed soaked CBR*)

CBR lapangan rendaman ini berfungsi untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (*swelling*) yang maksimum. Hal ini sering digunakan untuk menentukan daya dukung tanah di daerah yang lapisan tanah dasarnya tidak akan dipadatkan lagi, terletak pada daerah yang badan jalannya sering terendam air pada musim penghujan dan kering pada musim kemarau. Sedangkan pemeriksaan dilakukan di musim kemarau. Pemeriksaan dilakukan dengan mengambil contoh tanah dalam tabung (*mold*) yang ditekan masuk kedalam tanah mencapai kedalaman yang diinginkan. Tabung berisi contoh tanah dikeluarkan dan direndam dalam

air selama beberapa hari sambil diukur pengembangannya. Setelah pengembangan tidak terjadi lagi, barulah dilakukan pemeriksaan besarnya CBR.

c. 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 :

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

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

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 5. 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





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.

## **I. Pemasatan Tanah**

Pemasatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel (Bowles, 1991). Usaha pemasatan 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  $c$  dan  $\phi$ ,
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* Standar

Percobaan ini menggunakan standar ASTM D-698. Pada percobaan ini tanah dipadatkan dalam *mold* standar dengan alat pemukul seberat 2,5 kg yang

dijatuhkan dengan ketinggian 30,5 cm. pemadatan dibagi 3 lapis pemadatan dan setiap lapis mendapat pukulan 25 kali.

## 2. *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

Rincian mengenai persamaan ataupun perbedaan dari kedua *proctor* tersebut, diperlihatkan dalam Tabel 5 berikut ini

Tabel 6. Elemen-elemen uji pemadatan di laboratorium

	<b>Proctor Standar (ASTM D-698)</b>	<b>Proctor Modifikasi (ASTM D-1557)</b>
Berat palu	24,5 N (5,5 lb/2,5 kg)	44,5 N (10 lb/4,5 kg)
Tinggi jatuh palu	305 mm (12 in)	457 mm (18 in)
Jumlah lapisan	3	5
Jumlah tumbukan/lapisan	25	25
Volume cetakan	1/30 ft <sup>3</sup>	
Tanah	saringan (-) No. 4	
Energi pemadatan	595 kJ/m <sup>3</sup>	2698 kJ/m <sup>3</sup>

Sumber : Bowles, 1991.

## J. Tinjauan Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian laboratorium yang menjadi bahan pertimbangan dan acuan penelitian ini dikarenakan adanya kesamaan metode, sampel tanah, bahan aditif yang digunakan, akan tetapi ada pula penggunaan bahan aditif yang berbeda dan variasi campuran serta waktu pemeraman yang berbeda, antara lain :

### 1. Stabilisasi tanah menggunakan *Matos* melalui uji UCS

Penelitian yang dilakukan oleh Teguh Widodo (Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta) dan rahmat Imron Qosari (Alumni Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta) mengenai Efektifitas Penambahan *Matos* Pada Stabilisasi Semen Tanah Berbutir Halus. Pada penelitian ini sampel tanah yang digunakan merupakan sampel tanah yang diambil dari Dukuh Perengdawe, Desa Balecatur, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman. Dengan hasil yaitu peningkatan nilai UCS tanah-semen-*Matos* terhadap nilai UCS tanah-semen adalah 9,47% (penambahan semen 4%), 13,58 (penambahan semen 8%), dan 17,25 % (penambahan semen 12%).

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Sampel Tanah

Sampel tanah yang akan diuji adalah jenis tanah lempung berplastisitas tinggi yang diambil dari Desa Sidorejo, Kecamatan Sidomulyo, Kabupaten Lampung Selatan. Sampel tanah yang akan diambil adalah sampel tanah pada kondisi asli atau tak terganggu (*undisturbed soil*) dan 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 asli atau tak terganggu digunakan untuk pengujian analisis saringan, batas-batas *atterberg*, dan berat jenis. Sedangkan sampel tanah terganggu digunakan untuk pengujian pemadatan (*modified proctor*), dan CBR. Pengambilan sampel tanah terganggu (*disturb*) cukup dimasukkan kedalam karung plastik atau pembungkus lainnya, sedangkan untuk sampel tanah tak terganggu (*undisturbed*) dilakukan dengan menggunakan 3 buah tabung contoh dan dijaga keasliannya dengan menutup tabung dengan lilin dan plester.

## **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 berplastisitas tinggi yang berasal dari daerah Desa Sidomulyo, Kecamatan Sidomulyo, Kabupaten Lampung Selatan.
2. Air, bisa menggunakan air dari Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung.
3. *Stabilizing agent* yaitu Matos.
4. Sekam padi yang dapat diambil di lahan pertanian.

## **D. Data Penelitian**

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

### **1. Data 1**

Data 1 merupakan data tanah asli yang digunakan pada penelitian ini berupa :

- a. Nilai Kadar Air
- b. Nilai Uji Analisa Saringan

- c. Nilai Berat Jenis
  - d. Nilai Batas *Atterberg*
  - e. Nilai Uji Pemadatan Tanah(*proctormodified*)
  - f. Nilai CBR Tanah Asli (tanpa tambahan zat *additive*)
2. Data 2

Data 2 merupakan data penelitian yang merupakan hasil pengujian campuran antara tanah lempung + abu sekam padi + *matos* dan air pada kadar air optimum. Data 2 yang akan didapat dari penelitian ini berupa :

- a. Nilai CBR

#### **E. Metode Pencampuran Sampel Tanah dengan *Matos***

Metode pencampuran tanah asli dengan *Matos* adalah :

1. Abu sekam padi dicampur dengan sampel tanah yang telah ditumbuk dan lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dengan kadar abu sekam padi 5%, 8%, 10 dan 12%.
2. *Matos* dilarutkan dengan air pada kadar air optimum lalu dicampur pada tanah + abu sekam padi, kadar campuran *matos* 1 kg untuk 1m<sup>3</sup> tanah asli.
3. Tanah + abu sekam padi yang sudah tercampur *Matos* dipadatkan lalu dilakukan pengujian CBR ,
4. Setelah di dapat variasi abu sekam padi yang paling optimum , Buat sampel menggunakan variasi tersebut dan lakukan pemeraman selama 7, 14 , 21 dan 28 hari untuk mencari waktu pemeraman optimumnya.

## F. 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 abu sekam padi, 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 Hidrometer
  - f. Pengujian Pemadatan Tanah (*modified proctor*)
2. Pengujian pada tanah yang telah dicampur dengan matos dan abu sekam padi
  - a. Pengujian CBR
3. Pada pengujian tanah campuran, setiap sampel tanah dibuat campuran dengan matos dan abu sekam padi dengan kadar 5%, 8%, 10 dan 12% dari berat sampel. Dan setelah di dapat variasi optimum lakukan pemeraman selama 7, 14, 21 dan 28 hari.



## 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 menimbangnyanya.
- 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 ( )  $= \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$

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 makinkecil

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 (  $W_{ai}$   $W_{tot}$ )
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 ( $q$ ) :

$$qi - 100\% - pi\%$$

$$q(1 + 1) = qi - p(I + 1)$$

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 Hidrometer

Tujuan pengujian analisis hidrometer adalah untuk mengetahui persentasi butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang lolos saringan No. 200 ( $\emptyset$  0,075 mm).

Adapun cara kerjanya antara lain :

1. Menimbang sampel tanah yang lolos saringan 200 seberat 50 gram.
2. Mencampurkan sampel dengan sodium silikat sebanyak 10 cc, kemudian mengaduk dan membiarkan selama 24 jam.
3. Menuang campuran ke dalam *mixer* dan menambahkan air sebanyak 500 cc, dan mengaduknya selama 15 menit.
4. Memasukkan hasil campuran ke dalam tabung gelas ukur serta menambahkan air sebanyak 1000 ml.
5. Menutup lubang tabung gelas ukur dengan telapak tangan serta mengocok dan membolak-balik vertikal ke atas dan ke bawah selama 1 menit.
6. Meletakkan tabung gelas ukur dan memasukkan hidrometer serta membiarkannya terapung dan secara bersamaan menekan stopwatch.
7. Pembacaan dimulai pada interval  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ , 1 dan 2 menit.
8. Mengangkat hidrometer dan mencucinya dengan air yang bersuhu sama seperti pada percobaan.
9. Memasukkan hidrometer ke tabung percobaan dan melakukan pembacaan pada menit ke 5, 15, 30, 60, dan 24 jam.

Perhitungan:

$$= \frac{\gamma_s - \gamma_w}{18\gamma} \times D^2$$

$$D = \sqrt{\frac{30\gamma}{(\gamma_s - 1)\gamma_w}} \times \sqrt{\frac{L(cm)}{t(menit)}}$$

Dimana:  $\gamma$  = Kecepatan mengendap

$\gamma_s$  = Berat volume partikel tanah

$\gamma_w$  = Berat volume air

$K$  = Kekentalan air

$D$  = Diameter partikel tanah

$\gamma_s$  = Berat jenis

$K$  = fungsi dari  $\gamma_s$  yang tergantung temperatur uji

$t$  = waktu pengendapan

## 6. 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-698 untuk *Standart Proctor* dan ASTM D-1557 untuk *Modified Proctor*.

Adapun langkah kerja pengujian pemadatan tanah, antara lain :

### a. Pencampuran

1. Mengambil tanah sebanyak 25kg 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<sub>b</sub> = Kadar air yang dibutuhkan

Penambahan air : W<sub>w</sub> = W<sub>wb</sub> – W<sub>wa</sub>

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. Dengan  *standart proctor* , tanah dibagi kedalam 3 lapisan. Lapisan pertama dimasukkan kedalam  *mold* , ditumbuk 25 kali dengan alat pemukul seberat 2,5 kg serta tinggi jatuh alat pemukul sebesar 30,5 cm sampai merata. Dengan cara yang sama dilakukan pula untuk lapisan kedua dan ketiga, sehingga lapisan ketiga mengisi sebagian  *collar*  (berada sedikit diatas bagian  *mold* ).
5. Sedangkan 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* ).
6. Melepaskan  *collar*  dan meratakan permukaan tanah pada  *mold*  dengan menggunakan pisau pemotong.
7. Menimbang  *mold*  berikut alas dan tanah didalamnya.
8. Mengeluarkan tanah dari  *mold*  dengan ekstruder, ambil bagian tanah (alas dan bawah) dengan menggunakan 2 container untuk pemeriksaan kadar air (w).

9. Mengulangi langkah kerja b.2 sampai b.9 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*  =  $V$  (cm<sup>3</sup>)
- e. Berat volume =  $W/V$  (gr/cm<sup>3</sup>)
- f. Kadar air ( $w$ )
- g. Berat volume kering (  $d$  )

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

h. Berat volume  *zero air void*  (  $z$  )

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

## 7. Uji CBR (*California Bearing Ratio*)

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

Adapun langkah kerja pengujian CBR ini, antara lain :

- a. Menyiapkan 3 sampel tanah yang lolos saringan No. 4 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 dari perhitungan di atas dengan sampel tanah lalu diaduk hingga merata. Setelah itu melakukan pemeraman selama 24 jam.
- d. Menambahkan abu sekam padi dengan tanah yang telah diperam selama 24 jam.
- e. Mencampur serbuk Matos yang telah dilarutkan oleh air pada kadar air optimum dengan tanah yang telah ditambahkan abu sekam padi.
- f. Memasukkan sampel kedalam *mold* lalu menumbuk secara merata. Melakukan penumbukan sampel dalam *mold* dengan 3 lapisan 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

- g. Melepaskan *collar* dan meratakan sampel dengan *mold* lalu menimbang *mold* berikut sampel tersebut.
- h. Mengambil sebagian sampel yang tidak terpakai untuk memeriksa kadar air.
- i. Meletakkan sampel pada alat uji CBR, setelah itu dilakukan pengujian CBR.

Perhitungan :

1. Berat *mold* =  $W_m$  (gram)
2. Berat *mold* + sampel =  $W_{ms}$  (gram)
3. Berat sampel ( $W_s$ ) =  $W_{ms} - W_m$  (gram)
4. Volume *mold* =  $V$
5. Berat Volume =  $W_s / V$  ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
6. Kadar air =
7. Berat volume kering ( d)

$$(d) = \frac{x}{1+S} \times 100 \% \quad (\text{gr}/\text{cm}^3)$$

8. Harga CBR :

$$\text{a. Untuk } 0,1 \quad \frac{\text{Penetrasi}}{3 \times 1000} \times 100 \%$$

$$\text{b. Untuk } 0,2 \quad \frac{\text{Penetrasi}}{3 \times 1500} \times 100 \%$$

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

## G. 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 untuk sampel tanah asli grafik hubungan berat volume kering dan kadar air untuk mendapatkan nilai kadar air kondisi optimum yang akan digunakan untuk membuat sampel pada uji CBR.
3. Melakukan penentuan jumlah kadar efektif Matos yang diperlukan untuk stabilisasi pada sampel tanah, adapun langkah-langkahnya yaitu :
  - a. Menentukan kepadatan kering maksimum tanah yang belum mengalami perlakuan.
  - b. Tentukan tingkat aplikasi Matos yang dibutuhkan berdasarkan komposisi dan aturan campuran semen oleh PT. Watukali Capita Ciptama Yogyakarta yaitu  $1\text{kg/m}^3$ .
  - c. Tentukan berat dari sampel laboratorium yang akan digunakan untuk penentuan CBR.
  - d. Perhitungan penentuan kadar *matos* / sampel tanah :

$$\text{MDD} = 1475 \text{ kg/m}^3 ;$$

$$\text{Matos} = 1 \text{ kg/m}^3 ;$$

$$\text{Sampel Laboratorium} = (5 \text{ kg} \times 1 \text{ kg/m}^3) : 1475 \text{ kg/m}^3$$

$$= 0,0033898 \text{ kg} = 3.3898 \text{ gr}$$

4. Menyiapkan sampel tanah yang akan distabilisasi dan sampel tanah yang digunakan merupakan sampel yang lolos saringan No. 4. Untuk masing-masing campuran disiapkan sebanyak tiga sampel.
5. 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.
6. Melakukan pembuatan benda uji untuk pengujian CBR dengan mencampur tanah yang telah lolos saringan no. 4 dengan abu sekam padi.
7. Variasi kadar abu sekam padi yang ditentukan yaitu 5%, 8 %, 10% dan 12 % .Untuk masing- masing campuran disiapkan sebanyak 3 sampel untuk pemadatan dengan *modified proctor*.
8. Tempatkan tanah yang dicampur dengan abu sekam padi dan matos dalam kantong plastik, serta dalam kondisi lepas dan peram selama 24 jam.
9. Setelah didiamkan selama 24 jam, material yang telah dicampur dengan abu sekam padi dan matos dipadatkan dengan 5 lapisan untuk pengujian CBR dengan memakai kadar air optimum tanah campuran dari *modified proctor*.
10. Memberi kode/nama pada *mold* untuk masing-masing sampel yang telah dipadatkan. Kode pada mold untuk masing-masing sampel dapat dilihat pada tabel 7. dibawah ini :

Tabel 7. Kode pada mold untuk kadar abu sekam padi dan *matos* pada variasi jumlah tumbukan

Kadar abu sekam padi	Kadar <i>Matos</i>	Jumlah Sampel	Jumlah Tumbukan		
			10x	25x	55x
			Kode Mold	Kode Mold	Kode Mold
5 %	3.3898 gr	3	1A	1B	1C
8 %	3.3898 gr	3	IIA	IIB	IIC
10 %	3.3898 gr	3	IIIA	IIIB	IIIC
12 %	3.3898 gr	3	IVA	IVB	IVC

11. Padatkan sampel tanah yang telah mengalami perlakuan dalam cetakan CBR dalam 5 lapisan pemadatan.

12. Lakukan uji CBR pada pemeraman selama 7, 14, 21 dan 28 hari guna membandingkan pengaruh waktu pemeraman.

#### H. Analisis Hasil Penelitian

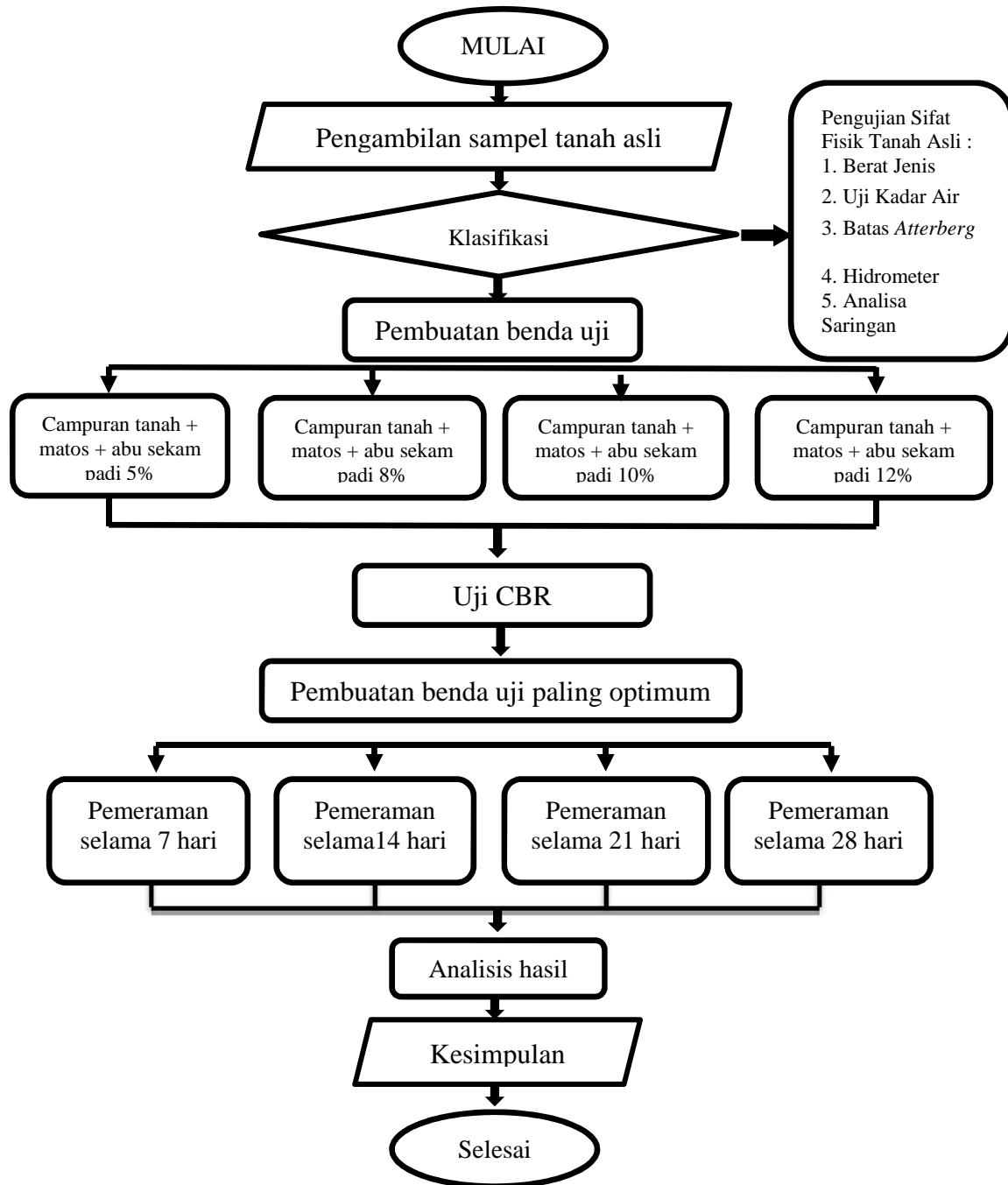
Semua hasil yang didapat dari pelaksanaan penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta penjelasan-penjelasan yang didapat dari :

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. Dari hasil pemadatan *modified proctor* pada tanah yang dicampur dengan abu sekam padi dan matos didapatkan hasil pengujian dalam bentuk tabel dan grafik.
4. Dari hasil pengujian parameter CBR tanpa rendaman, nilai kekuatan daya dukung tanah asli maupun tanah yang dicampur dengan abu sekam padi dan matos akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik hubungan antara nilai peningkatan/penurunan nilai CBR tanpa rendaman dengan pemadatan *modified proctor*. Dari tabel dan grafik nilai CBR tersebut maka akan didapatkan penjelasan mengenai perbandingan kualitas daya dukung tanah yang terjadi pada masing-masing penetrasi.



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap sampel tanah lempung yang distabilisasi menggunakan *Matos* dan zat *aditive* abu sekam padi diperoleh beberapa kesimpulan :

1. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah yang berasal dari Desa Sidorejo, Kecamatan Sidomulyo, Kabupaten Lampung Selatan – Provinsi Lampung yang merupakan jenis tanah lempung.
2. Penggunaan *Matos* dan abu sekam padi sangat efektif dalam meningkatkan daya dukung tanah lempung.
3. Pada pengujian CBR tanah stabilisasi dengan waktu pemeraman tanpa rendaman 7 , 14, 21 dan 28 hari. Peningkatan nilai CBR konstan terjadi seiring penambahan durasi pemeraman.
4. Pemakaian campuran *Matos* sebagai bahan stabilisasi dan abu sekam padi sebagai zat *aditive* terhadap tanah lempung dapat menjadi alternatif bahan stabilisasi lainnya seperti semen. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan nilai CBR tanah lempung dengan campuran abu sekam padi dan *matos* yang

dibandingkan dengan tanah lempung dengan campuran abu sekam padi dan semen. Dan memiliki nilai CBR yang tidak jauh berbeda.

## **B. Saran**

Untuk penelitian selanjutnya mengenai stabilisasi tanah dengan menggunakan *Matos* dan abu sekam padi, disarankan beberapa hal dibawah ini untuk dipertimbangkan :

1. Untuk mengetahui efektif atau tidaknya campuran *Matos* perlu diteliti lebih lanjut untuk tanah dari daerah yang lain dengan menggunakan campuran yang sama dengan periode durasi waktu yang sama, sehingga akan diketahui nilai nyata terjadinya perubahan akibat pengaruh *Matos* pada jenis tanah lain.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui sifat campuran *Matos* dengan perilaku dan perlakuan yang berbeda.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui nilai CBR optimum yang didapat pada jenis tanah dan daerah yang sama dengan penambahan durasi waktu pemeraman.
4. Penelitian yang lebih luas dan komprehensif masih diperlukan. Khususnya, untuk meningkatkan jaminan stabilitas tanah lempung plastisitas tinggi terhadap efek jangka panjangnya (*long term effect*).
5. Perlu dilakukan penelitian mengenai komposisi zat yang terkandung dalam *Matos*, karena kandungan zat ini sangat dirahasiakan oleh produsen. Guna

mengetahui kandungan yang bekerja pada proses stabilisasi tanah dengan penambahan semen.

6. Diperlukan pengujian batas *Atterberg* kembali setelah sampel tanah diperam selama 28 hari

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah)*, Erlangga. Jakarta.
- Das, B.M. 1995. *Mekanika Tanah I*. 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.
- Hendarsin, Shirley L. 2000. *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Jurusan Teknik Sipil-Politeknik Negeri Bandung. Bandung.
- Laboratorium Mekanika Tanah 2010. Program Diploma Teknik Sipil UGM
- Mutohar, Y. 2002. *Pengaruh Penggunaan Filler Fly Ash Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Emulsi Bergradasi Rapat (CEBR)*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- PT. Watukali Capita Ciptama. *Matos Book*. PT. Watukali Capita Ciptama. Yogyakarta.

PT. Watukali Capita Ciptama. 2016. *Matos The Real Soil Stabilizer*. Diakses pada tahun 2017 melalui <https://indonetnetwork.co.id/>

Terzaghi, K., Peck , R. B. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Erlangga. Jakarta.

Umar, Rizki Prinanda. 2018. *Perbaikan Daya Dukung Tanah Dasar Lempung Yang Distabilisasi Dengan Additive Kapur Dan Matos Terhadap Lama Waktu Pemeraman*. Universitas Lampung. Lampung

Widagdo, Eko Y, Yulvi Zaika, Eko Suryo. 2014. *Pengaruh Lama Waktu Pemeraman Terhadap Nilai CBR dan Swelling Pada Tanah Lempung Ekspansif Di Bojonegoro Dengan Campuran 6% Abu Sekam Padi Dan 4% Semen*. Universitas Brawijaya. Malang.

Widodo, Teguh, Imron Qosari, Rahmat. 2011. *Efektifitas Penambahan Matos Pada Stabilisasi Semen Tanah Berbutir Halus*. Universitas Janabadra. Yogyakarta.