

TUGAS AKHIR

**EVALUASI NILAI CBR TANAH SEDIMEN BENDUNGAN
STABILISASI SEMEN-EPS**

***EVALUATION OF CBR VALUE OF SEDIMENTAL SOIL
CEMENT-EPS STABILIZATION DAM***

**YESKHEL BARA SANTIKA
D0111 81 352**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2022**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**EVALUASI NILAI CBR TANAH SEDIMEN BENDUNGAN STABILISASI
SEMEN-EPS**

Disusun dan diajukan oleh:

YESKHIEL BARA SANTIKA


D011 18 1352

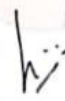
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 07 Desember 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,


Pembimbing I,

Pembimbing II,


Ir. Sitti Hijraini Nur, ST, MT
NIP: 197711212005012001


Ir. Ariningsih Suprapti, ST, MT
NIP: 197307122000032002

Ketua Program Studi,


Prof. Dr. H. M. Wihardi Tiaronge, ST, M.Eng
NIP: 196805292002121002



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Yeskhiel Bara Santika, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Evaluasi Nilai CBR Tanah Sedimen Bendungan Stabilisasi Semen**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 15 September 2019

Yang membuat pernyataan,



Yeskhiel Bara Santika
NIM: D111 81 352

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.

Tugas akhir ini memerlukan proses yang tidak singkat. Perjalanan yang dilalui penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari tangan-tangan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan, baik berupa materi maupun dorongan moril. Olehnya itu, ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu ibunda **Yuliana Kadang** dan ayahanda **Isak**, serta segenap keluarga atas kasih sayang dan segala dukungan selama ini, baik spritual maupun materil karena penulis tidak akan mampu sampai di titik ini jika tanpa nasihat, motivasi dan doa yang tiada hentinya terpanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa.
2. Bapak **Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
3. Bapak **Prof. Dr. H. Muh. Wihardi Tjaronge, ST. M.Eng**, selaku Ketua dan Bapak **Dr. Eng. Ir. Bambang Bakri, S.T., M.T**, selaku Sekretaris Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
4. Ibu **Sitti Hijrainsi Nur, S.T., M.T**, selaku dosen pembimbing I, atas segala arahan dan bimbingan serta waktu yang telah diluangkannya dari dan hingga terselesainya tugas akhir ini.
5. Ibu **Ariningsih Suprapti, S.T., M.T** selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal hingga terselesainya penulisan tugas akhir ini.
6. Bapak **Prof. Dr. Ir. Abd. Rachman Djamaluddin, M.T** selaku Kepala Laboatorium Mekanika Tanah yang telah memberikan wawasan tambahan selama penulis menjadi asisten laboratorium.
7. **Kak Fuah** yang telah membimbing dan mendampingi selama pengujian tugas akhir hingga selesainya.
8. Seluruh dosen, staf dan karyawan Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar yang telah banyak membantu dalam mendukung penulisan tugas akhir ini.

9. Teman-teman KKD Geoteknik, 2018 yang senantiasa menemani, memberi dukungan dan motivasi, serta bertukar pikiran selama pengerjaan tugas akhir ini.
10. Saudara-saudariku **TRANSISI** Angkatan 2018 Teknik Sipil dan Teknik.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu dengan semua bantuan, dan dukungan hingga terselesainya skripsi ini.

Tiada imbalan yang dapat diberikan penulis selain memohon kepada Tuhan Yang Maha Kuasa agar melimpahkan berkat-Nya kepada kita semua, Amin. Akhir kata penulis menyadari bahwa di dalam tugas akhir ini terdapat banyak kekurangan dan memerlukan perbaikan, sehingga dengan segala keterbukaan penulis mengharapkan masukan dari semua pihak. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Gowa, 15 September 2022

Yeskhiel Bara Santika

ABSTRAK

Secara umum sedimen yang terbawa oleh air dibedakan menjadi muatan dasar (*bed load*) dan muatan melayang (*suspended load*). Namun fenomena sedimentasi yang terjadi di Waduk Bili-bili semakin mengkhawatirkan karena dapat mengancam keberlanjutan fungsi waduk. Hal ini merupakan masalah yang perlu segera ditangani secara serius agar tidak semakin parah di kemudian hari. *Expanded Polystyrene* (EPS) merupakan suatu inovasi yang bias diterapkan di lapangan sebagai material pengisi, karena beratnya yang sangat ringan. Semen merupakan stabilizing agents yang baik, karena kemampuannya mengeras dan mengikat butir-butir agregat sangat baik sebagai usaha untuk mendapatkan massa tanah yang kokoh dan tahan terhadap deformasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah sedimen yang digunakan, pengaruh penambahan variasi semen dan semen - EPS dan pemeraman terhadap nilai *California Bearing Ratio* (CBR) *Unsoaked*.

Pengujian yang dilakukan adalah uji sifat fisis dan uji sifat mekanis tanah sedimen Waduk Bili-bili dengan variasi campuran yaitu penambahan semen 3%, 5%, 7% dan 9%, serta 0,5% dan 0,75% EPS dengan masa pemeraman 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Dari hasil penelitian, diperoleh bahwa penambahan semen dan semen-EPS dan masa pemeraman memiliki efek terhadap peningkatan daya dukung tanah. Dalam hal ini, nilai CBR *Unsoaked* maksimum yaitu 108,86% dengan variasi tanah+semen 9% pada umur 28 hari dan nilai maksimum 72,12% dengan variasi campuran tanah+semen 9%+EPS 0,5% pada umur 28 hari.

Kata Kunci: Sedimen, CBR, Semen, EPS

ABSTRACT

In general, sediment carried by water is divided into bed load and suspended load. However, the phenomenon of sedimentation that occurs in the Bili-bili Reservoir is increasingly worrying because it can threaten the sustainability of the reservoir function. This is a problem that needs to be taken seriously so that it doesn't get worse in the future. Expanded Polystyrene (EPS) is an innovation that can be applied in the field as a filler material, because of its very light weight. Cement is a good stabilizing agent, because of its ability to harden and bind aggregate grains very well in an effort to get a solid soil mass and resistant to deformation.

This study aims to determine the characteristics of the sedimentary soil used, the effect of adding variations of cement and cement - EPS and curing to the value of the California Bearing Ratio (CBR) Unsoaked.

The tests carried out were physical properties and mechanical properties of Bili-bili reservoir sediments with mixed variations, namely the addition of 3%, 5%, 7% and 9% cement, as well as 0.5% and 0.75% EPS with a curing period of 7 days, 14 days and 28 days.

From the results of the study, it was found that the addition of cement and cement-EPS and the curing period had an effect on increasing the bearing capacity of the soil. In this case, the Unsoaked is 108.86% with a variation of 9% soil + cement at 28 days and a maximum value of 72.12% with a variation of 9% soil + cement + EPS 0.5% mixture at 28 days.

Keywords: Sediment, CBR, Cement, EPS

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)**EVALUASI NILAI CBR TANAH SEDIMEN BENDUNGAN STABILISASI
SEMEN-EPS**

Disusun dan diajukan oleh:

YESKHIEL BARA SANTIKA**D011 18 1352**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 07 Desember 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Ir. Sitti Hijraini Nur, ST, MT
NIP. 197711212005012001



Ir. Ariningsih Suprapti, ST, MT
NIP. 197307122000032002

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Fiaronge, ST, M.Eng
NIP. 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Yeskhiel Bara Santika, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Evaluasi Nilai CBR Tanah Sedimen Bendungan Stabilisasi Semen**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 15 September 2019

Yang membuat pernyataan,



Yeskhiel Bara Santika
NIM: D111 81 352

KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Batasan Masalah	5
E. Sistematika Penulisan	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Defenisi Tanah	8
B. Klasifikasi Tanah	9
C. Karakteristik Lanau	18
D. Stabilisasi Tanah.....	19
E. Semen	20
F. <i>Expanded Polystyrene</i> (EPS)	22
G. <i>California Bearing Ratio</i> (CBR)	23
H. Penelitian Terdahulu	28
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	42
A. Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	42
B. Metode Pengumpulan Data.....	42
C. Kerangka Alir Penelitian	43
D. Material.....	44
E. Standar Pengujian.....	46
F. Pengujian Karakteristik Tanah Asli	47
G. Optimalisasi Bahan Stabilisator	47
H. Pengujian Sampel	49
I. Pembuatan Benda Uji.....	51

J. Pengujian CBR (Unsoaked) dengan Metode Pemeraman	52
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	53
A. Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli	53
B. Karakteristik Mekanis Tanah Terstabilisasi Semen dan Semen-EPS 63	
C. Pengaruh Penambahan Semen dan Semen-EPS Terhadap Nilai CBR (<i>Unsoaked</i>)	65
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	84
A. Kesimpulan.....	84
B. Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA.....	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur Oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA)	11
Gambar 2. Grafik Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO	14
Gambar 3. EPS dan Pemanfaatannya Dalam Dunia Industri	23
Gambar 4. Bagan Alir Penelitian	44
Gambar 5. Tanah Asli	45
Gambar 6. Semen	45
Gambar 7. <i>Expanded Polystyrene</i> (EPS)	46
Gambar 9. Contoh Benda Uji	51
Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian Batas Cair	54
Gambar 11. Grafik Gradasi Butiran	55
Gambar 12. Penggolongan Klasifikasi Tanah Asli Menurut Sistem USCS	57
Gambar 13. Grafik Hubungan Kadar Air dengan Berat Isi Kering Hasil Kompaksi Pada Tanah Asli.....	60
Gambar 14. Grafik Hubungan Penetrasi dan Nilai Beban Terkoreksi Tiap Tumbukan	61
Gambar 15. Grafik CBR Desain Laboratorium	62
Gambar 16. Grafik Rekapitulasi Perubahan Nilai Kadar Air Optimum.	64
Gambar 17. Grafik Rekapitulasi Perubahan Berat Isi Kering Maksimum.	64
Gambar 18. Rekapitulasi Nilai γ_{dry}	65
Gambar 19. Hasil Pengujian CBR (<i>Unsoaked</i>) Variasi Semen Masa Pemeraman 7 Hari.....	66
Gambar 20. Hasil Pengujian CBR (<i>Unsoaked</i>) Variasi Semen-EPS (EPS 0,5%) Masa Pemeraman 7 Hari.....	67
Gambar 21. Hasil Pengujian CBR (<i>Unsoaked</i>) Variasi Semen-EPS (EPS 0,75%) dengan Masa Pemeraman 7 Hari.....	68
Gambar 22. Hasil Pengujian CBR (<i>Unsoaked</i>) Variasi Semen Masa Pemeraman 14 Hari.....	69

Gambar 23. Hasil Pengujian CBR (<i>Unsoaked</i>) Variasi Semen-EPS (EPS 0,5%) dengan Masa Pemeraman 14 Hari.....	70
Gambar 24. Hasil Pengujian CBR (<i>Unsoaked</i>) Variasi Semen-EPS (EPS 0,75%) dengan Masa Pemeraman 14 Hari.....	71
Gambar 25. Hasil Pengujian CBR (<i>Unsoaked</i>) Variasi Semen dengan Masa Pemeraman 28 Hari.....	72
Gambar 26. Hasil Pengujian CBR (<i>Unsoaked</i>) Variasi Semen-EPS (EPS 0,5%) dengan Masa Pemeraman 28 Hari.....	73
Gambar 27. Hasil Pengujian CBR (<i>Unsoaked</i>) Variasi Semen-EPS (EPS 0,75%) dengan Masa Pemeraman 28 Hari.....	74
Gambar 28. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR <i>Unsoaked</i> Terhadap Masa Pemeraman	75
Gambar 29. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR <i>Unsoaked</i> Terhadap Variasi Semen.....	75
Gambar 30. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR <i>Unsoaked</i> Terhadap Masa Pemeraman	76
Gambar 31. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR <i>Unsoaked</i> Terhadap Variasi Campuran	77
Gambar 32. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR <i>Unsoaked</i> Terhadap Masa Pemeraman	78
Gambar 33. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR <i>Unsoaked</i> Terhadap Variasi Campuran	78
Gambar 34. Perbandingan Nilai CBR <i>Unsoaked</i> Tanah Sedimen+Semen dan Tanah Sedimen+Semen+EPS	79
Gambar 35. Perbandingan Nilai CBR pada Setiap Variasi Penambahan 3% Semen.....	80
Gambar 36. Perbandingan Nilai CBR pada Setiap Variasi Penambahan 5% Semen.....	81
Gambar 37. Perbandingan Nilai CBR pada Setiap Variasi Penambahan 7% Semen.....	82

Gambar 38. Perbandingan Nilai CBR pada Setiap Variasi Penambahan 9%
Semen..... 83

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO.....	14
Tabel 2. Sistem Klasifikasi Tanah Unified (USCS)	17
Tabel 3. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai CBR.....	24
Tabel 4. Standar Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Berdasarkan ASTM 46	
Tabel 5. Jumlah Benda Uji untuk Pengujian Tanah Asli	47
Tabel 6. <i>Mix Design</i> Bahan Stabilisasi Tanah + Semen	48
Tabel 7. <i>Mix Design</i> Bahan Stabilisasi Tanah + Semen + EPS	48
Tabel 8. Standar Pengujian Sifat Fisis Tanah.....	49
Tabel 9. Standar Pengujian Sifat Mekanis Tanah.....	50
Tabel 10. Tabel klasifikasi tanah menurut AASHTO.....	58
Tabel 11. Klasifikasi Keandalan Tanah Berdasarkan AASHTO.....	59
Tabel 12. Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli	62

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanah merupakan komponen penting dalam pekerjaan yang berhubungan dengan suatu konstruksi atau pembangunan. Tanah yang akan digunakan untuk pembangunan harus melalui proses pengendalian mutu. Karena tanah akan memikul semua beban pada suatu konstruksi yang akan dibangun. Banyaknya masalah yang terjadi dalam bidang konstruksi salah satunya dikarenakan dengan tanah yang bermasalah (*problematic soil*).

Tanah memegang peranan yang sangat penting dalam konstruksi yaitu pada bangunan gedung, jalan raya, jembatan, bendungan dan bangunan lainnya, sehingga dibutuhkan tanah dengan sifat teknis yang memadai. Stabilitas konstruksi perkerasan jalan akan dipengaruhi secara langsung oleh kemampuan dasar jalan untuk menerima dan meneruskan beban kerja. Namun, tidak semua lapisan tanah dasar dapat menahan beban di atasnya. Hanya tanah dengan klasifikasi baik yang dapat menggunakan daya dukungnya. Oleh karena itu diperlukan stabilisasi tanah yang merupakan salah satu cara untuk memperbaiki sifat fisik tanah.

Stabilisasi tanah dapat dilakukan secara mekanis dan kimia. Berbagai upaya telah dilakukan untuk memperbaiki sifat tanah, termasuk memadatkan atau mencampur bahan kimia yang dapat meningkatkan kekuatan tanah. Peneliti sebelumnya menunjukkan bahwa penambahan

bahan kimia tertentu tidak hanya dapat mengurangi sifat pengembangan dan plastisitas, tetapi juga meningkatkan kekuatan dan mengurangi besarnya penurunan pada tanah.

Secara umum sedimen yang terbawa oleh air dibedakan menjadi muatan dasar (*bed load*) dan muatan melayang (*suspended load*). Muatan dasar adalah material sedimen yang bergerak di sepanjang dasar sungai, sedangkan muatan melayang adalah material sedimen dalam bentuk suspensi karena aliran turbulen pada sungai. Muatan dasar yang selalu bergerak menyebabkan permukaan dasar sungai mengalami kenaikan dan penurunan dasar sungai. Muatan melayang tidak berpengaruh pada alterasi dasar sungai tetapi dapat mengendap di dasar waduk maupun muara sungai. Waduk Bili-bili yang merupakan salah satu waduk terbesar di Provinsi Sulawesi Selatan terletak di bagian tengah DAS Jeneberang, merupakan waduk serbaguna yang dibangun dengan tujuan untuk pengendalian banjir, pemenuhan kebutuhan air irigasi, suplai air baku dan pembangkit listrik tenaga air. Namun fenomena sedimentasi yang terjadi di Waduk Bili-bili semakin mengkhawatirkan karena dapat mengancam keberlanjutan fungsi waduk. Hal ini merupakan masalah yang perlu segera ditangani secara serius agar tidak semakin parah di kemudian hari. Dengan demikian, diperlukan suatu penelitian pada tanah sedimen Waduk Bili-bili untuk mengetahui sifat-sifat fisis dan mekanis serta pengaruh stabilisasi terhadap tanah sedimen tersebut sebagai parameter penentuan daya dukung dan bentuk pemanfaatan limbah sedimentasi waduk.

Dengan adanya permasalahan tersebut maka alternatif usaha perbaikan yang dilakukan adalah stabilisasi tanah dengan menggunakan bahan aditif yaitu semen (*Portland Cement*). Inovasi dalam bidang teknologi terutama yang terkait dengan bidang konstruksi terus berkembang sangat pesat. Kecepatan dan ketepatan menjadi focus utama dalam inovasi, karena akan sangat terkait dengan kualitas dan biaya dalam setiap pekerjaan. *Expanded Polystyrene* (EPS) merupakan suatu inovasi yang bias diterapkan di lapangan sebagai material pengisi, karena beratnya yang sangat ringan. Semen merupakan stabilizing agents yang baik, karena kemampuannya mengeras dan mengikat butir-butir agregat sangat baik sebagai usaha untuk mendapatkan massa tanah yang kokoh dan tahan terhadap deformasi. Semen juga dapat membantu meningkatkan kekuatan tanah. Kekuatan tanah akan meningkat dengan bertambahnya waktu pemeraman (*curing*). Jika tanah diperam maka akan bereaksi dengan semen sehingga pengikatan dan pengerasan yang dihasilkan akan lebih baik pada masa pemeraman.

Dari uraian yang telah dikemukakan diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul:

**“EVALUASI NILAI CBR TANAH SEDIMEN BENDUNGAN STABILISASI
SEMEN-EPS”**

B. Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik tanah sedimen bendungan yang digunakan dalam penelitian?
2. Bagaimana pengaruh variasi campuran semen dan semen-EPS dengan tanah sedimen bendungan tersebut?
3. Bagaimana pengaruh masa pemeraman (*curing*) terhadap nilai CBR tanah sedimen bendungan terstabilisasi semen dan semen-EPS?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik dan klasifikasi tanah sedimen yang digunakan pada penelitian.
2. Mengetahui pengaruh campuran semen dan semen-EPS dengan tanah sedimen bendungan tersebut.
3. Mengetahui pengaruh masa pemeraman (*curing*) terhadap nilai CBR tanah sedimen bendungan yang terstabilisasi semen dan semen-EPS.

D. Batasan Masalah

Agar penelitian dapat berjalan efektif dan mencapai sasaran yang diinginkan maka penelitian dibatasi pada :

1. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah sedimen bendungan Bili- bili yang berlokasi di Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan.
2. Pengujian dilakukan terhadap variasi penambahan bahan stabilisasi dengan semen dan semen-EPS.
3. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium bukan pada skala lapangan.
4. Penelitian ini hanya meneliti sifat- sifat fisis dan mekanis tanah dan tidak meneliti sifat kimia tersebut.
5. Sifat- sifat fisis dan mekanis tanah yang dianalisis adalah:
 - Pengujian Berat Jenis
 - Pengujian kadar air
 - Pengujian batas- batas atterberg
 - Pengujian analisa saringan dan hydrometer
 - Pengujian pemadatan
 - Pengujian CBR (*Unsoaked*)
6. Persentase berat campuran semen yang diuji adalah 3%, 5%, 7% dan 9% terhadap berat tanah dengan kadar air mula- mula. Adapun persentase berat campuran EPS yang digunakan adalah 0,5% dan 0,75%.

7. Waktu pemeraman yang digunakan setelah pencampuran sampel adalah 0, 7, 14 dan 28 hari dengan kondisi Laboratorium.

E. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun agar pembahasan lebih terarah dan tetap menjurus pada pokok permasalahan dan kerangka isi. Dalam tugas akhir ini sistematika penulisan disusun dalam lima bab yang secara berurutan menerangkan hal-hal sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan penelitian.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori - teori dan tinjauan umum yang digunakan untuk membahas dan menganalisa tentang permasalahan dari penelitian.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahap demi tahap prosedur pelaksanaan penelitian serta cara pengolahan data hasil penelitian. Termasuk juga kerangka alir penelitian.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil analisis perhitungan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menerangkan tentang kesimpulan beserta saran yang diperlukan untuk penelitian lebih lanjut dari tugas akhir ini.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Defenisi Tanah

Tanah merupakan bahan yang terdiri dari agregat (partikel) dari mineral padat yang tersementasi (berikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (partikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong antara partikel padat tersebut. (Das, 1995)

Tanah merupakan himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas, yang terletak di atas batuan dasar. Ikatan antara butiran yang relative lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik atau oksida-oksida yang mengendap di antara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara maupun keduanya. Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah. Pembentukan tanah dari batuan induknya, dapat berupa fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah partikel-partikel menjadi batuan yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. (Hardiyatmo, 2017)

Menurut (Santoso, et al., 1998), pengelompokan jenis tanah dalam praktek berdasarkan campuran butir di bedakan atas 3 macam yaitu:

- a. Tanah berbutir kasar adalah tanah yang sebagian besar butir-butir tanahnya yaitu pasir dan kerikil.

- b. Tanah berbutir halus adalah tanah yang hampir semua butir-butir dalam tanahnya adalah lempung dan lanau.
- c. Tanah organik adalah tanah yang banyak mengandung bahan-bahan organik.

Sedangkan berdasarkan sifat lekatannya, tanah dikelompokkan menjadi:

- a. Tanah Kohesif merupakan tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirnya yakni tanah lempung cukup banyak.
- b. Tanah Non Kohesif adalah tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatan antar butir-butirnya atau hampir tidak mengandung lempung misalnya pasir.

B. Klasifikasi Tanah

Sistem Klasifikasi Tanah adalah suatu sistem penggolongan yang sistematis dari jenis-jenis tanah yang mempunyai sifat-sifat yang sama ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya.

(Das, 1995)

klasifikasi tanah menggunakan indeks tipe pengujian yang sederhana untuk memperoleh karakteristik tanah. Karakteristik tersebut digunakan untuk menentukan kelompok klasifikasi. Umumnya, klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisis saringan (dan uji sedimentasi) dan plastisitas. (Hardiyatmo, 2017)

Menurut Bowles (1979), tanah dapat diklasifikasikan secara umum sebagai tanah tidak kohesif dan tanah kohesif atau sebagai tanah berbutir kasar atau tanah berbutir halus. Istilah ini terlalu umum, sehingga memungkinkan terjadinya identifikasi yang sama untuk tanah-tanah yang hampir sama sifatnya. Disamping itu, klasifikasi tersebut di atas tidak cukup lengkap untuk menentukan apakah tanah itu sesuai untuk suatu bahan konstruksi atau tidak.

Terdapat dua sistem klasifikasi tanah yang di dasarkan pada tekstur dan pemakaian, yaitu:

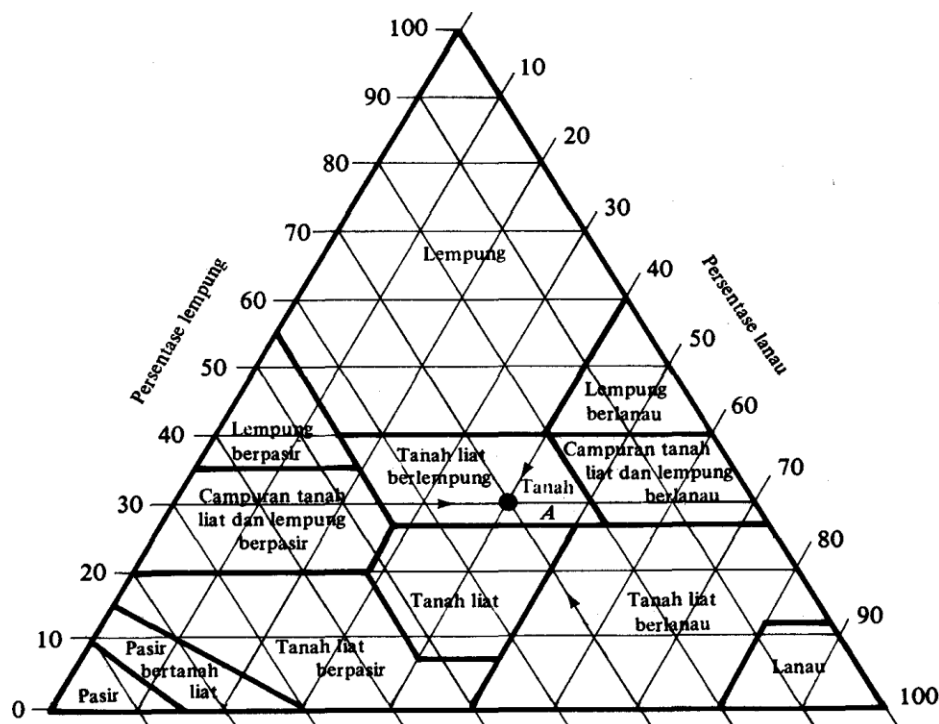
B.1 Sistem Klasifikasi Berdasarkan Tekstur

Tekstur tanah merupakan keadaan permukaan tanah yang bersangkutan yang telah dipengaruhi oleh ukuran tiap-tiap butir yang ada di dalam tanah. Tanah dikelompokkan menjadi pasir (*sand*), lanau (*silt*), dan lempung (*clay*) atas dasar ukuran. Beberapa sistem klasifikasi berdasarkan tekstur tanah telah dikembangkan sejak dulu oleh berbagai organisasi guna memenuhi kebutuhan mereka sendiri, beberapa dari sistem-sistem tersebut masih tetap dipakai sampai saat ini. Gambar 1 menunjukkan sistem klasifikasi berdasarkan tekstur tanah yang telah dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika (USDA).

System ini didasarkan pada ukuran batas dari butiran tanah seperti yang diterangkan oleh system USDA, yaitu:

- a. Pasir: Butiran dengan diameter 2,0 sampai dengan 0,05 mm,

- b. Lanau: Butiran dengan diameter 0,05 sampai dengan 0,002 mm,
- c. Lempung: Butiran dengan diameter lebih kecil dari 0,002 mm.



Gambar 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur Oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA)

B.2 Sistem Klasifikasi Berdasarkan Pemakaian

Di era sekarang ini ada lagi dua buah sistem klasifikasi tanah yang selalu dipakai oleh para ilmuwan teknik sipil. Kedua sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butir dan batas-batas atterberg. Sistem-sistem tersebut adalah sistem klasifikasi AASHTO dan sistem klasifikasi Unified. Sistem klasifikasi AASHTO pada umumnya dipakai oleh departemen jalan raya di semua negara bagian di Amerika

Serikat. Sistem klasifikasi Unified pada umumnya lebih disukai oleh para ahli geoteknik untuk keperluan-keperluan teknik yang lain.

a. Sistem Klasifikasi AASHTO (*American Association Of State Highway and Transportation Official*)

Klasifikasi tanah system ini dikembangkan pada tahun 1929 oleh *Public Road Administration Classification System*. Dalam sistem ini, tanah diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar yaitu: A-1 sampai dengan A-7, sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tanah-tanah yang diklasifikasikan dalam kelompok A-1, A-2 dan A-3 adalah tanah-tanah berbutir kasar di mana 35% atau kurang butir-butir tersebut melalui ayakan No. 200. Tanah-tanah di mana 35% atau lebih yang melalui ayakan No. 200 diklasifikasikan dalam kelompok A-4, A-5, A-6 dan A-7. Pada umumnya tanah-tanah ini adalah lumpur dan lempung. Klasifikasi sistem ini didasarkan atas kriteria-kriteria sebagai berikut: Pada umumnya tanah-tanah ini adalah lumpur dan lempung. Klasifikasi sistem ini didasarkan atas kriteria-kriteria sebagai berikut:

a) Ukuran butir:

Kerikil: bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada ayakan No. 20 (2mm).

Pasir: bagian tanah yang lolos ayakan No.10 (2mm) dan

yang tertahan pada ayakan No. 200 (0,075).

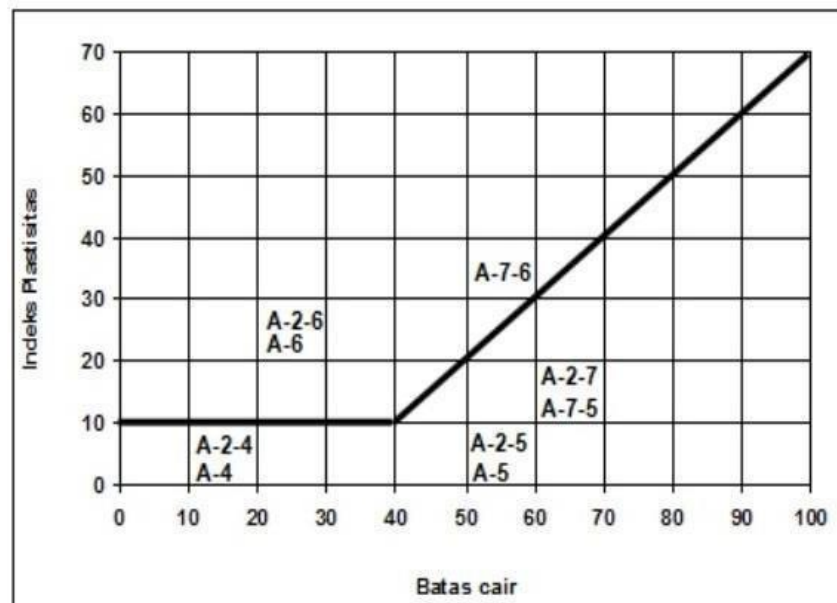
Lanau dan lempung: bagian tanah yang lolos ayakan No. 200

b) Plastisitas:

Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas [*plasticity index* (PI)] sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bilamana bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 11 atau lebih.

c) Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan 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.

Gambar 2. menunjukkan gambaran daerah yang berhubungan dengan batas cair dengan indeks plastisitas tanah yang termasuk dalam kelompok-kelompok: A-2, A-4, A-5, A-6 dan A-7.



Gambar 2. Grafik Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO

Tabel 1. Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO

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

Klasifikasi kelompok	A - 4	A - 5	A - 6	A - 7 A - 7-5* A - 7-6**
Analisa ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Min. 36	Min. 36	Min. 36	Min.36
Sifat fraksi yang lolos Ayakan No.40 Batas cair (LL) Indeks Plastisitas (IP)	Maks. 40 Maks. 10	Min. 41 Maks. 10	Maks. 40 Min. 11	Min. 41 Min. 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek			

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

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

b. Sistem Klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*)

Sistem ini pada mulanya diperkenalkan oleh *Casagrande* (1942) untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh *The Army Corps of Engineers*. Sistem ini mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu :

- a) Tanah berbutir kasar (*coarse grained soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50 % berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Symbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal **G**, adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil dan **S**, adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.
- b) Tanah berbutir halus (*fine grained soil*), yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal **M** untuk

lanau (*silt*) anorganik, **C** untuk lempung (*clay*) anorganik dan **O** untuk lanau-organik dan lempung-organik. Symbol **PT** digunakan untuk tanah gambut (*peat*), muck dan tanah-tanah lain dengan kadar organik tinggi.

Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi *USCS*, adalah :

W = tanah dengan gradasi baik (*well graded*)

P = tanah dengan gradasi buruk (*poorly graded*)

L = tanah dengan plastisitas rendah (*low plasticity*), $LL < 50$

H = tanah dengan plastisitas tinggi (*high plasticity*), $LL > 50$

Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti : *GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM*, dan *SC*. Untuk klasifikasi yang benar, perlu diperhatikan faktor-faktor berikut :

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (ini adalah fraksi halus)
2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40
3. Koefisien keseragaman (*Cu*) dan koefisien gradasi (*Cc*) untuk tanah dimana 0-12 % lolos ayakan No. 200
4. Batas cair (*LL*) dan indeks plastisitas (*IP*) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40 (untuk tanah dibawah 5 % atau lebih lolos ayakan No. 200). (Das, 1995)

Menurut Hadiyatmo (2017) tanah diklasifikasikan dalam jumlah kelompok dan subkelompok yang dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Sistem Klasifikasi Tanah Unified (USCS)

UNIFIED SOIL CLASSIFICATION AND SYMBOL CHART			LABORATORY CLASSIFICATION CRITERIA			
COARSE-GRAINED SOILS (more than 50% of material is larger than No. 200 sieve size.)						
GRAVELS More than 50% of coarse fraction larger than No. 4 sieve size	Clean Gravels (Less than 5% fines)		GW	Well-graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ greater than 4; $C_c = \frac{D_{30}}{D_{10} \times D_{60}}$ between 1 and 3	
	Gravels with fines (More than 12% fines)					GP
	GM	Silty gravels, gravel-sand-silt mixtures	GC	Clayey gravels, gravel-sand-clay mixtures	Atterberg limits below "A" line or P.I. less than 4	
	SANDS 50% or more of coarse fraction smaller than No. 4 sieve size	Clean Sands (Less than 5% fines)		SW	Well-graded sands, gravelly sands, little or no fines	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ greater than 4; $C_c = \frac{D_{30}}{D_{10} \times D_{60}}$ between 1 and 3
		Sands with fines (More than 12% fines)				
SM		Silty sands, sand-silt mixtures	SC	Clayey sands, sand-clay mixtures	Atterberg limits below "A" line or P.I. less than 4	Limits plotting in shaded zone with P.I. between 4 and 7 are borderline cases requiring use of dual symbols.
FINE-GRAINED SOILS (50% or more of material is smaller than No. 200 sieve size.)						
SILTS AND CLAYS Liquid limit less than 50%		ML	Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands or clayey silts with slight plasticity		Determine percentages of sand and gravel from grain-size curve. Depending on percentage of fines (fraction smaller than No. 200 sieve size), coarse-grained soils are classified as follows: Less than 5 percent GW, GP, SW, SP More than 12 percent GM, GC, SM, SC 5 to 12 percent Borderline cases requiring dual symbols	
	CL		Inorganic clays of low to medium plasticity, gravelly clays, sandy clays, silty clays, lean clays			
			OL	Organic silts and organic silty clays of low plasticity		
SILTS AND CLAYS Liquid limit 50% or greater	MH	Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sandy or silty soils, elastic silts		PLASTICITY CHART 		
		CH	Inorganic clays of high plasticity, fat clays			
			OH		Organic clays of medium to high plasticity, organic silts	
HIGHLY ORGANIC SOILS	PT	Peat and other highly organic soils				

C. Karakteristik Lanau

Tanah lanau adalah biasanya terbentuk dari pecahan-pecahan kristal kuarsa berukuran pasir. Beberapa pustaka 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 sering disebut *rock flour* atau *stone dust*. Selain komposisi mineral, lanau tersusun dari kuarsa feldspar. Sifat fisika tanah lanau umumnya terletak diantara sifat tanah lempung dan pasir. Selain itu tanah ini merupakan tanah berbutir halus yang berukuran lebih kecil dari 0,074 mm (No. 200). Lanau terdiri dari dua jenis yaitu lanau anorganik (inorganik silt) yang merupakan tanah berbutir halus dengan plastisitas kecil mengandung butiran kuarsa sedimen yang kadang di sebut tepung batuan (*rock flour*) dan tanah lanau organik (organik silt) 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. Lanau adalah tanah berbutir halus yang mempunyai batas cair dan indeks plastis terletak di bawah garis A dan lempung berada di atas garis A. Kelompok

ML dan MH adalah tanah yang diklasifikasikan sebagai lanau pasiran, lanau lempung atau lanau anorganis dengan plastisitas relatif rendah. Juga termasuk tanah jenis butiran lepas, bubuk batu, tanah yang mengandung mika juga beberapa jenis lempung (Darwis,2017).

D. Stabilisasi Tanah

Semua tindakan mengubah sifat-sifat asli dari pada tanah, untuk disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi adalah merupakan tindakan yang dapat dikategorikan sebagai upaya stabilisasi tanah. Secara khusus pengertian stabilisasi tanah dapat dilihat dari berbagai definisi yang dikemukakan beberapa ahli, antara lain:

1. Menurut Lambe (1962), mendefinisikan stabilisasi tanah sebagai perubahan dari setiap properti tanah untuk memperbaiki kinerja tekniknya (*soil stabilization as "the alteration of any property of a soil to improve its engineering performance"*). Dalam pengertian ini Lambe memaknai sifat- sifat tanah (*soil property*) mencakup sifat mikroskopis dan makroskopis dari massa tanah.
2. John A. Epps et al. (1971), mengartikan stabilisasi tanah adalah tindakan untuk memperbaiki sifat rekayasa tanah (*soil properties*).
3. Ingles & Metcalf (1972), mengatakan bahwa perubahan sifat tanah untuk memenuhi persyaratan teknik tertentu, dikenal sebagai stabilisasi tanah.
4. Punmia (1980), menyatakan bahwa stabilisasi tanah dalam

pengertian luas mencakup berbagai metode yang digunakan untuk memodifikasi sifat tanah untuk memperbaiki kinerja tekniknya. Dalam hal ini menurut Punmia bahwa tujuan utama dari stabilisasi tanah adalah untuk meningkatkan kekuatan atau stabilitas tanah dan mengurangi biaya konstruksi dengan memanfaatkan sebaik-baiknya bahan yang tersedia secara lokal.

5. Winterkorn (1975), menyatakan bahwa Stabilisasi tanah adalah istilah kolektif untuk metode fisik, kimia, atau biologi, atau kombinasi metode semacam itu, yang digunakan untuk memperbaiki sifat tertentu dari tanah alami agar sesuai dengan tujuan rekayasa yang tepat.

E. Semen

Semen merupakan material yang mempunyai sifat-sifat *adhesif* dan kohesif sebagai perekat yang mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan yang kompak. Semen dikelompokkan ke dalam 2 (dua) jenis yaitu semen hidrolis dan semen non-hidrolis. Semen hidrolis adalah suatu bahan pengikat yang mengeras jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air, seperti semen portland, semen putih dan sebagainya. Sedangkan semen non-hidrolis adalah semen yang tidak dapat stabil dalam air.

Perbaikan tanah dengan semen adalah suatu campuran dari tanah yang dihancurkan, semen dan air yang kemudian dilakukan proses

pemadatan yang akan menghasilkan suatu bahan baru yang disebut material tanah-semen. Reaksi semen dengan material tanah dan air, akan membuat senyawa yang mengeras sehingga memperbaiki kekuatan tanah dan sifat-sifat teknis tanah tersebut menjadi lebih kuat dan lebih tahan terhadap air. Semen Portland sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara mencampurkan batu kapur yang mengandung kapur (CaO) dan lempung yang mengandung silika (SiO_2), oksida alumina (Al_2O_3) dan oksida besi (Fe_2O_3), dalam oven dengan suhu kira-kira 145°C sampai menjadi klinker. Klinker ini dipindahkan, digiling sampai halus disertai penambahan 3-5% gips, untuk mengendalikan waktu pengikat semen agar tidak berlangsung terlalu cepat. Berdasarkan pengalaman jenis semen yang paling efektif dipergunakan sebagai bahan *stabilizer* dalam pekerjaan perbaikan tanah adalah semen portland. Hal ini ukuran partikel semen portland relatif halus (± 20 micron), sehingga proses hidrasi lebih cepat. Menurut Ingles & Metcalf (1972), bahwa penggunaan semen yang memiliki partikel lebih halus dari saringan No. 200, akan memberikan tambahan kuat geser sampai 40%. Oleh karena itu dalam spesifikasi yang ditentukan dalam SNI 03 – 3438 – 1994, disyaratkan jenis semen untuk pekerjaan perbaikan tanah adalah semen portland.

Hal yang perlu diperhatikan di dalam pekerjaan perbaikan tanah dengan semen, adalah kualitas air pencampur. Pengalaman dari beberapa penelitian membuktikan bahwa air yang mengandung bahan organik dan garam sulfat, akan memberikan hasil yang kurang baik dalam stabilisasi

semen-tanah. Oleh karena itu air pencampur yang digunakan, sebaiknya air yang sekualitas dengan air minum. Dalam penerapan semen-tanah, desain campuran sangat penting memperhatikan tiga hal, yakni :

1. Kondisi tanah asli secara menyeluruh,
2. Karakteristik semen yang digunakan,
3. Tinjauan perbaikan yang diinginkan.

Ketiga faktor tersebut akan mempengaruhi jumlah (kadar) semen yang diperlukan di dalam tindakan perbaikan yang akan dilakukan. (Darwis, 2017)

F. *Expanded Polystyrene (EPS)*

Expanded Polystyrene (EPS) merupakan busa *polymeric* (plastik) yang berwarna putih. Penggunaan EPS sebagai material pengemasan sudah banyak diketahui. EPS memiliki *thermal conductivity* yang sangat rendah dan hampir 98% dari volumenya terdiri dari udara. EPS pada aplikasinya dapat digunakan dalam bentuk balok (disebut juga EPS Geofam) atau partikulat. EPS Geofam sudah rutin digunakan sejak tahun 1960-an untuk menggantikan *subgrade* perkerasan, system rel kereta api dan timbunan pada tanah yang memiliki daya dukung rendah. Penggunaan EPS sangat luas, karena karakteristiknya yang menguntungkan, seperti berat isi yang sangat rendah, sifat insulasi yang baik, stabil terhadap kimia dan air serta biaya rendah dan kemudahan pada saat konstruksi (Syahril et al., 2018).



Gambar 3. EPS dan Pemanfaatannya Dalam Dunia Industri

Pada daerah yang mengalami kesulitan untuk tanah timbunan dengan volume yang cukup besar dan transportasi yang mahal, maka material pengganti dapat digunakan sebagai alternative timbunan. Perhitungan waktu untuk melakukan timbunan juga menjadi salah satu alasan untuk mencari material lain sebagai pengganti tanah urug. Inovasi dalam bidang teknologi terutama yang terkait dengan bidang konstruksi terus berkembang sangat pesat. Kecepatan dan ketepatan menjadi focus utama dalam inovasi, karena akan sangat terkait dengan kualitas dan biaya dalam setiap pekerjaan. *Expanded Polystyrene (EPS)* merupakan suatu inovasi yang bias diterapkan di lapangan sebagai material pengisi, karena beratnya yang sangat ringan (Clementio et al., 2018).

G. California Bearing Ratio (CBR)

California Bearing Ratio (CBR) adalah rasio dari gaya perlawanan penetrasi (penetration resistance) dari tanah terhadap penetrasi sebuah piston yang di tekan secara kontinu dengan gaya perlawanan penetrasi serupa pada contoh tanah standard berupa batu pecah di califonia. Rasio tersebut diambil pada penetrasi 2,5 dan 5,0 mm (0,1 dan 0,2 in) dengan

ketentuan angka tertinggi yang digunakan. Gaya perlawanan penetrasi adalah gaya yang diperlukan untuk menahan penetrasi konstan dari suatu piston ke dalam tanah.

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

Tabel 3. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai CBR

CBR	General Rating	Uses	Classification System	
			Unified	AASHTO
0 - 3	Very poor	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 - 7	Poor to fair	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 - 20	Fair	Subbase	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20 - 50	Good	Base, sub base	GM, GC, SW, SM, SP, GI	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	Excellent	Base, sub base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

(Sumber: Das, 1995)

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, CBR dapat dibagi atas:

a. *California Bearing Ratio* (CBR) Lapangan

CBR lapangan disebut juga CBR in place atau field in place dengan kegunaan sebagai berikut :

- 1) Mendapatkan nilai CBR asli dilapangan sesuai dengan kondisi tanah pada saat itu. Umumnya digunakan untuk perencanaan tebal lapis perkerasan yang lapisan tanah dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi.
- 2) 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 dilakukan penetrasi dengan menggunakan beban yang dilimpahkan melalui gardan truk.

b. *Califoenia Bearing Ratio* (CBR) Rendaman

CBR lapangan rendaman ini berfungsi untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli dilapangan 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 pemeriksaandilakukan di musim kemarau. Pemeriksaan dilakukan dengan mengambil contoh tanah dalam tabung (mould) yang di tekan 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 nilai CBR.

c. *California Bearing Ratio* (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 CBR laboratorium dibedakan atas 2 macam, yakni CBR laboratorium rendaman (*soaked*) dan CBR laboratorium tanpa rendaman (*unsoaked*).

Manfaat dari pengujian CBR adalah untuk menentukan tebal perkerasan secara umum biasanya kekuatan tanah dasar dinyatakan dalam nilai CBR dimana nilai CBR adalah perbandingan kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang dipakai untuk pembuatan perkerasan terhadap nilai CBR didapat dari percobaan, baik untuk contoh tanah asli (*undisturbed sampel*) maupun contoh tanah yang dipadatkan (*compacted sample*). Kekuatan tanah dasar tentu banyak tergantung pada kadar airnya. Makin tinggi kadar airnya, makin kecil kekuatan nilai CBR dari tanah tersebut. Kekuatan tanah dasar tentu banyak bergantung pada kadar airnya. Makin tinggi kadar airnya, makin kecil nilai kekuatan CBR dari tanah tersebut. Banyaknya penambahan air dapat di hitung dengan

rumus:

$$6000 \times \left(1 - \frac{100+A}{100+B}\right)$$

Dimana:

A = Kadar air asli (%)

B = Kadar air optimum (%) dari data kompaksi

6000 = jumlah contoh sampel tanah (gram)

Walaupun demikian, hal itu tidak berarti bahwa sebaiknya tanah dasar dipadatkan dengan kadar air rendah untuk mendapatkan nilai CBR yang tinggi, karena kadar air tidak konstan pada nilai rendah itu. Harga CBR dihitung pada harga penetrasi 0,1" dan 0,2" dengan persamaan rumus sebagai berikut:

$$CBR = \frac{\text{correctedload}}{\text{standardload}} \times 100\%$$

Jadi,:

$$CBR_{0,1} = \frac{A}{3000} \times 100\%$$

$$CBR_{0,2} = \frac{B}{4500} \times 100\%$$

Dimana A dan B adalah beban-beban untuk penetrasi 0,1" dan 0,2" dalam satuan lbs. Dari kedua nilai di atas pada umumnya penetrasi 0.1" lebih besar dari 0.2", maka di ambil penetrasi 0.1". Akan tetapi apabila penetrasi 0.2" lebih besar maka pengujian sebaiknya di ulang

kembali, dan apabila nilainya tetap sama maka penetrasi 0.2" itu yang dijadikan nilai CBR-nya (ASTM D1883).

H. Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian terdahulu yang berhubungan mengenai stabilisasi tanah dengan menggunakan semen maupun EPS telah dilakukan, seperti sebagai berikut:

1. Roni Indra Lesmana, Muhardi, dan Soewignjo Agus Nugroho (2016): Stabilitas Tanah Plastisitas Tinggi dengan Semen.

Adapun maksud dari pengujian ini adalah menentukan kuat tekan bebas tanah kohesif. Dari hasil pengujian analisa butiran tanah ini termasuk dalam lanau berlempung. Dimana mengandung pasir 5,38%, lanau 58,12%, lempung 36.5%. dan lolos saringan no.200 sebanyak 94,62%. Berdasarkan klasifikasi tanah USCS tanah ini termasuk dalam tanah berbutir halus, sedangkan berdasarkan ASHTO tanah ini termasuk dalam tanah berlempung (A-7-5). Disimpulkan bahwa tanah ini merupakan tanah lanau berlempung plastisitas tinggi. dapat dilihat bahwa adanya kecenderungan bertambahnya berat jenis seiring bertambahnya kadar semen. Dimana berat jenis awal tanah asli 2,63 dan setelah penambahan semen OPC kenaikan maksimum berat jenis terjadi pada campuran 10% yakni 2,69, sedangkan pada penambahan semen PCC terjadi

pada campuran 10% yakni 2,67. Hal ini terjadi karna bercampurnya berat jenis yang berbeda antara berat jenis semen dengan berat jenis tanah asli. Menurut (Andriani, dkk, 2012) terjadinya kenaikan berat jenis tanah ini dikarenakan semen yang bercampur dengan tanah mengakibatkan terjadinya proses pertukaran kation alkali (Na^+ dan K^+) dari tanah digantikan oleh kation semen sehingga ukuran butiran lempung semakin besar (flokulasi). Bertambahnya ukuran butiran ini akan mengakibatkan mikropori dan makropori yang ada pada tanah lempung meningkat seiring dengan bertambahnya kadar bahan stabilisasi. Penambahan semen mengakibatkan nilai Berat volume kering tanah menurun dibandingkan dengan tanah tanpa campuran semen, namun seiring penambahan semen nilai berat volume kering tanah meningkat. Kepadatan maksimum terbesar terjadi pada penambahan kadar semen sebesar 10% untuk semen OPC dan PCC. Pada campuran tanah-semen OPC memiliki nilai kenaikan maksimum berat volume kering pada persentase 10% semen OPC yaitu 1.548, sedangkan pada tanah semen PCC memiliki nilai kenaikan berat volume kering pada persentase 10% semen PCC yaitu 1.517. Hal ini terjadi karna adanya proses sementasi antara semen OPC ataupun PCC dengan partikel tanah asli. diketahui bahwa campuran antara tanah dan semen OPC ataupun PCC pada pemeraman 28 hari mampu meningkatkan nilai kuat tekan (q_u) dan C_u . Dimana untuk setiap penambahan

persentase campuran nilai kuat tekan (q_u) dan C_u juga akan semakin meningkat. Pada semen OPC nilai q_u maksimum terdapat pada campuran 10% yaitu 1,44 MPa, sedangkan pada semen PCC nilai q_u maksimum terdapat pada campuran 10% yaitu 2,43 MPa.

Hal ini terjadi akibat proses sementasi yang terjadi selama pemeraman 28 hari, sehingga tanah semen mengalami proses sementasi yang maksimal dan membentuk butiran baru yang lebih keras dan kaku serta mampu menahan beban yang lebih keras dibandingkan tanah lanau asli. Peningkatan nilai UCS ini juga disebabkan meningkatnya ikatan antar butiran karena proses sementasi, rongga-rongga pori yang ada akan dikelilingi bahan sementasi yang lebih keras, sehingga butiran tidak mudah hancur atau berubah bentuk. Semakin bertambahnya persentase kadar semen OPC ataupun PCC dalam campuran tanah uji, maka nilai kadar air optimum (OMC) akan semakin menurun dan nilai berat volume kering maksimum (γ_{dry} maks) meningkat seiring bertambahnya kadar semen namun menurun dibandingkan nilai kadar air optimum (OMC) dengan tanah uji tanpa semen. Dari hasil pengujian CBR dan UCS untuk variasi semen OPC ataupun PCC, dapat disimpulkan bahwa semen PCC lebih efektif digunakan sebagai subbase struktur jalan, karna sudah memenuhi syarat kekuatan, lebih mudah didapat dan harganya lebih murah.

2. Braco Pandiangan, Iswan dan Muhammad Jafri (2016): Pengaruh Variasi Pemeraman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung dan Lanau yang Distabilisasi dengan Menggunakan Semen pada Kondisi Tanpa rendaman (*Unsoaked*).

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, Prov. Lampung. Digunakan air dari Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung. Stabilizing agent yaitu Portland Cement, semen yang dipakai yaitu semen Batu Raja dalam kemasan 50 kg/sak. 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. Berdasarkan data yang diperoleh dari uji sifat fisik tanah lanau didapatkan nilai batas cair sebesar 44,06%, batas plastis 34,96%, indeks plastisitas 9,11% serta persentase butiran lolos saringan No. 200 yaitu 69,82%. dengan menggunakan Tabel AASHTO, maka tanah ini digolongkan dalam klasifikasi A-5 (tanah berlanau), dan > 36% butiran tanah lolos saringan no. 200. Berdasarkan tabel AASHTO pula maka dapat disimpulkan tanah ini memiliki plastisitas rendah karena $PI \leq 10\%$.

Pada umumnya tanah lanau jika digunakan sebagai tanah dasar atau subgrade memiliki penilaian yang jelek (Das, 1995). 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 terjadi penurunan pada pada setiap kadar semennya, namun penurunan yang terjadi tidak terlalu signifikan. 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. 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. Penambahan semen (*portland cement*) terbukti mampu meningkatkan daya dukung tanah karena semakin besar nilai CBR tanah, semakin besar pula nilai daya dukung tanah tersebut.

3. Adriani , Rina Yuliet, Franky Leo Fernandez (2012): Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi pada Tanah Lempung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah.

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan ini adalah untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik jenis tanah berbutir halus dari daerah Lambung Bukit, Padang Sumatera Barat dan juga untuk mengetahui pengaruh semen terhadap tanah lempung, sehingga dapat diketahui nilai CBR tanah sebelum dan setelah distabilisasi dengan semen, yaitu dengan cara mencampur tanah lempung dengan semen pada berbagai variasi kadar semen yaitu dengan cara mencampur tanah lempung dengan semen pada berbagai variasi kadar semen yaitu dengan presentase campuran sebesar 5%, 10%, 15%, 20% dan lama pemeraman 3 hari, dengan tujuan agar dapat mengetahui persentase kadar semen optimum. Dari pengujian ini seiring bertambahnya semen, tanah lempung mengalami kenaikan berat jenis campuran. Dapat kita lihat berat jenis sebelum penambahan semen didapat 2,587 % dan setelah penambahan 5% semen, berat jenis meningkat menjadi 5,9 % sampai penambahan 20% semen berat jenis meningkat menjadi 2,642 %. Hal ini disebabkan karena Semen yang bercampur dengan tanah mengakibatkan terjadinya proses pertukaran kation alkali (Na^+ dan K^+) dari tanah digantikan oleh kation dari semen sehingga

ukuran butiran lempung bertambah besar (*flokulasi*). Bertambahnya ukuran butiran ini akan mengakibatkan mikropori dan makropori yang ada pada tanah lempung meningkat seiring dengan bertambahnya kadar bahan stabilisasi. Menurut (Kezdi , 1979) proses yang dilakukan untuk melakukan sistem sementasi pada tanah akan menyebabkan penggumpalan yang merekat antar partikel, rongga-rongga pori yang ada sebagian akan dikelilingi bahan sementasi yang lebih keras dan lebih sulit untuk ditembur air.

Oleh karena itu penambahan semen pada tanah lempung akan menyebabkan air sulit masuk ke mikropori dan makropori tanah lempung, sehingga penambahan semen akan menyebabkan berat jenis tanah lempung meningkat. Hasil pengujian *Atterberg Test* tanah lempung dengan campuran *Portland cement type I* , sedangkan pengaruh penambahan *Portland Cement Type I* terhadap nilai nilai batas cair (LL), batas plastis (PL) dan indeks plastisitas (IP). Hasil penelitian batas-batas konsistensi setelah penambahan semen adalah sebagai berikut. Terlihat bahwa semakin tinggi kadar semen batas plastis meningkat dan batas cair menurun, sehingga indeks plastisitas (IP) tanah menurun. Fenomena tersebut menunjukkan terjadinya pertukaran ion-ion K^+ (potassium) dan Na^+ (sodium) yang terkandung dalam tanah lempung oleh ion-ion Ca^{++} dan Mg^{++} yang terkandung didalam semen. Pertukaran kation pada partikel-partikel lempung membuat

ukuran partikel menjadi bertambah besar dan mengurangi indeks plastisitas tanah yang kemudian diikuti oleh penurunan potensi pengembangan tanah. Penambahan semen juga akan meningkatkan derajat keasaman (pH) tanah yang berakibat pada peningkatan kapasitas pertukaran ion-ion positif (kation). Selain itu, silica (SiO_2), dan alumina (Al_2O_3) dari semen bercampur dengan air membentuk pasta yang mengikat partikel lempung dan menutupi pori-pori tanah. Rongga-rongga pori yang dikelilingi bahan sementasi yang lebih sulit ditembus air akan membuat campuran tanah-semen lebih tahan terhadap penyerapan air sehingga menurunkan sifat plastisitasnya. Hasil pengujian pemadatan tanah lempung dengan campuran semen menunjukkan bahwa pemberian semen sebagai bahan campuran dapat menurunkan kadar air optimum dan meningkatkan berat volume kering tanah dari kondisi sebelum distabilisasi. Terlihat bahwa kenaikan meningkat seiring bertambahnya semen. Kepadatan maksimum terbesar terjadi pada penambahan kadar semen sebesar 20% yaitu 1.35 gr/cm³. Hal ini disebabkan semen mengisi rongga pori tanah, yang pada kondisi tanah asli, rongga pori tersebut terisi oleh air dan udara. Akibat adanya semen dalam rongga pori tanah ini, prosentase air yang dikandung tanah menjadi berkurang. Peningkatan jumlah partikel padat pada tanah berdampak pada peningkatan berat volume keringnya dibandingkan pada kondisi tanah asli. Selain itu

meningkatnya kepadatan maksimum ini disebabkan karena terjadinya reaksi posolanik yang semakin meningkat karena unsur-unsur SiO_2 , Al_2O_3 , dan Fe_2O_3 yang bertambah oleh semen. Proses pozzolan terjadi antara kalsium hidroksida dari tanah bereaksi dengan silikat (SiO_2) dan aluminat (AlO_3) dari semen membentuk material pengikat yang terdiri dari kalsium silikat atau aluminat silikat. Reaksi dari ion Ca^{2+} dengan silikat (SiO_2), dan aluminat (Al_2O_3) dari permukaan partikel lempung membentuk pasta semen (*hydrated gel*) sehingga mengikat partikel-partikel tanah.

4. Hema Kuma Illuri (2007): *Development of Soil-EPS Mix For Geotechnical Application*.

Kekhawatiran global tentang dampak lingkungan dari pembuangan limbah dan penerapan undang-undang lingkungan yang ketat menyebabkan banyak penelitian tentang bahan daur ulang. Peningkatan kesadaran tentang nilai-nilai rekayasa yang melekat pada bahan limbah, kurangnya lokasi TPA dan permintaan yang kuat untuk bahan konstruksi telah mendorong penelitian tentang bahan komposit, yang seluruhnya atau sebagian terbuat dari bahan daur ulang. Tren ini sangat kuat dalam proyek transportasi dan geoteknik, di mana bahan mentah dalam jumlah besar biasanya dikonsumsi. Karena rasio massa terhadap volume yang rendah,

pembuangan *Expanded Polystyrene* (EPS) merupakan masalah utama. Selain itu, metode daur ulang EPS mahal, padat karya, dan membutuhkan energi. Oleh karena itu, tugas akhir ini difokuskan pada pengembangan komposit tanah baru yang dibuat dengan mencampurkan EPS daur ulang dengan lempung ekspansif. Mengingat tingginya biaya kerusakan pada berbagai bangunan, struktur dan perkerasan yang disebabkan oleh pergerakan tanah yang tidak terduga terkait dengan tanah ekspansif, telah dianggap bijaksana untuk mencoba dan mengembangkan metode baru modifikasi tanah menggunakan manik-manik EPS daur ulang sebagai pengubah *swell-shrink* dan pengontrol retak pengeringan. Penerapan inovatif EPS daur ulang sebagai pengubah tanah akan sangat meminimalkan jumlah limbah EPS yang dibuang ke TPA.

Investigasi eksperimental ekstensif telah dilakukan dengan menggunakan tanah ekspansif yang dilarutkan di laboratorium - untuk mewakili berbagai indeks plastisitas - yang terdiri dari pasir halus dan natrium bentonit. Tiga tanah dinotasikan sebagai SB16, SB24 dan SB32 yang masing-masing mewakili 16%, 24% dan 32% kandungan bentonit diuji dengan empat kandungan EPS masing-masing 0,0%, 0,3%, 0,6% dan 0,9%. Pengujian yang dilakukan meliputi pemadatan, pengembangan bebas, tekanan mengembang, susut, pengeringan, kuat geser dan konduktivitas hidrolik. Semua pengujian telah dilakukan pada masing-masing berat unit kering

maksimum dan kadar air optimum campuran. Telah diamati bahwa dengan mencampur manik-manik EPS daur ulang dengan tanah yang dilarutkan, geomaterial ringan diproduksi dengan sifat rekayasa yang ditingkatkan dalam hal berat satuan kering, pembengkakan, penyusutan dan pengeringan. Penambahan EPS tergantung pada kadar air cetakan tanah. Dengan meningkatnya kadar air, EPS tambahan dapat ditambahkan. Juga, ada pengurangan berat unit kering dengan penambahan EPS. Selanjutnya, pengurangan potensi swell-shrink dan retak pengeringan di tanah, misalnya, terkait dengan penggantian sebagian partikel tanah serta elastisitas manik-manik EPS. Ada pengurangan kekuatan geser dengan penambahan EPS ke tanah. Namun, pencampuran stabilisator kimia bersama dengan EPS dapat meningkatkan kekuatan selain meningkatkan sifat keseluruhan.

5. Ikizler, Mustafa Aytakin, Evin Nas (2008): *Laboratory Study of Expanded Polystyrene (EPS) geof foam used with Expansive Soils.*

Pengurangan tekanan pengembangan lateral yang ditransmisikan pada struktur penahan yang dibangun di tanah ekspansif diselidiki. Tekanan pengembangan akan terjadi jika tanah tidak dibiarkan mengembang dengan bebas. Besarnya tekanan pengembangan tergantung pada derajat pemuaian yang diizinkan.

Ketika sedikit pemuaian tanah diperbolehkan, tekanan pengembangan dapat dikurangi secara signifikan relatif terhadap kasus tidak ada pemuaian. Studi ini mengkaji peran *Expanded polystyrene* (EPS) yang diperluas dalam mengakomodasi ekspansi tanah dan karenanya mengurangi tekanan pembengkakan pada struktur yang berdekatan. Beberapa kasus hipotetis disajikan dimana pengurangan pada tekanan lateral yang ditransmisikan karena tanah ekspansif diperiksa untuk ketebalan yang berbeda dari geofom EPS.

6. Kamaluddin Lubis (2016): Analisa Perkuatan Tanah dengan Menggunakan Semen Sebagai Bahan Tambahan dalam Meningkatkan Nilai CBR pada Tanah Lempung.

Maksud penelitian untuk menganalisa pengaruh penambahan Semen terhadap tanah lempung. Kemudian Tujuan dari penulisan pada penelitian ini adalah mendapatkan perbandingan antara plastisitas tanah dasar dan nilai CBR tanah asli dengan yang telah distabilisasi menggunakan semen. Tanah lempung yang diuji termasuk lempung dengan plastisitas tinggi dengan indeks plastisitas (PI) 30.28 % dan tergolong CH menurut USCS dan golongan A-7-5 menurut AASHTO. Dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium terhadap tanah asli dan tanah yang telah

dicampur semen optimum 30 %, pengaruh yang paling dominan akibat stabilisasi dengan semen yaitu penurunan indeks plastisitas, yaitu dari 30,28% menjadi 5.24% dengan persentase penurunan sebesar 25.04% . Nilai CBR juga mengalami kenaikan yang signifikan, yaitu dari 5.17 % menjadi 61.25 %, dengan presentase kenaikan sebesar 56.08%. Tanah lempung ekspansif, merupakan salah satu jenis tanah berbutir halus ukuran koloidal, yang terbentuk dari mineral-mineral ekspansif. Disamping mempunyai sifat-sifat umum, juga mempunyai sifat-sifat yang khas, yakni kandungan mineral ekspansif mempunyai kapasitas pertukaran ion yang tinggi, mengakibatkan lempung ekspansif mempunyai potensi kembang susut, apabila terjadi peningkatan atau penurunan kadar air. Disamping mempunyai sifat-sifat umum, juga mempunyai sifat-sifat yang khas, yakni kandungan mineral ekspansif mempunyai kapasitas pertukaran ion yang tinggi, mengakibatkan lempung ekspansif mempunyai potensi kembang susut, apabila terjadi peningkatan atau penurunan kadar air (Sadjiyanto, 2007). Berdasar analisis data yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan, penulis mengambil kesimpulan bahwa: Tanah lempung Menurut USCS dengan indeks plastisitas sebesar 30,28%, masuk dalam kelompok CH yaitu lempungan organik dengan plastisitas tinggi (*high plasticity clay*). Menurut AASHTO tanah tersebut diklasifikasikan masuk dalam kelompok 2-7-5 yaitu tanah berlempung.

Hasil Uji Pemadatan Standart Proctor memperlihatkan kecenderungan penurunan berat isi kering maksimum (*maximum dry density*). Hal ini disebabkan terjadinya pembesaran rongga–rongga antara partikel campuran tanah akibat reaksi pozolan, yaitu reaksi antara silika dan alumina halus yang terkandung dalam tanah lempung dengan kandungan mineral aktif. Hasil dari reaksi pozolan adalah kalsium silikat hidrat yang tidak larut dalam air. Pengecilan rongga–rongga dapat diartikan sebagai kenaikan volume partikel tanah. Sedangkan berat isi kering yaitu perbandingan antara berat partikel tanah dengan volume rongga – rongga tanah. Pengecilan rongga yang terjadi menyebabkan berkurangnya pori – pori tanah yang dapat diisi air, sehingga akan terjadi penurunan kadar air optimum. Hasil Uji Pemadatan Test CBR menunjukkan bahwa Penambahan semen telah meningkatkan nilai daya dukung tanah secara signifikan. Nilai CBR semakin naik seiring dengan penambahan semen, dimana nilai CBR tanah asli sebesar 5.17%. Terjadinya peningkatan nilai CBR pada campuran 30% semen dengan waktu pemeraman 3 hari dengan nilai CBR 54,69 % atau naik sebesar 49.52%. Sedangkan waktu pemeraman 7 hari mengalami kenaikan dengan nilai CBR 61.25 % atau naik sebesar 56.08%.