

TUGAS AKHIR

**STABILISASI TANAH SEDIMEN DENGAN SEMEN-EPS
TERHADAP NILAI KUAT GESER LANGSUNG**

***STABILIZATION OF SEDIMENTARY SOIL WITH CEMENT-
EPS ON DIRECT SHEAR STRENGTH VALUE***

**SHAFWAN MONANDA
D011 18 1504**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2023**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**STABILISASI TANAH SEDIMEN DENGAN SEMEN-EPS TERHADAP NILAI
KUAT GESER LANGSUNG**

Disusun dan diajukan oleh:

SHAFWAN MONANDA

D011 18 1504

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 25 Januari 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

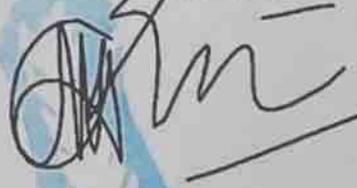
menyetujui,

Pembimbing I,



Ir. H. Achmad Bakri Muhiddin, M.Sc. Ph.D
NIP: 196007301986031003

Pembimbing II,



Dr. Eng. Kartika Sari, S.T., M.T
NIP: 19731201200012201

Ketua Program Studi,



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

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Shafwan Monanda, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“STABILISASI TANAH SEDIMEN DENGAN SEMEN-EPS TERHADAP NILAI KUAT GESER LANGSUNG”**, 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.

Makassar, 7 Desember 2022

Yang membuat

nyataan,



SHAFWAN MONANDA
NIM: D011 18 1504

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 tantangan 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. Allah SWT yang telah memudahkan jalan saya untuk terus berupaya dan tidak patah yang telah membimbing dan memberikan petunjuk bagi saya hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
2. Kedua orang tua tercinta, **Ir. Makmur Muddin, S.T, IPU, ACPE** dan **Nurjannah Patawari** atas kasih sayang yang telah mereka berikan selama ini, baik dukungan materil maupun spiritual, karena penulis tidak dapat sampai di titik ini jika tanpa doa mereka.
3. Bapak **Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST.,MT.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
4. Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Muh. Wihardi Tjaronge, ST. M.Eng,** selaku Ketua dan Bapak **Prof. Dr. Eng. Ir. Bambang Bakri, ST., MT.,** selaku sekretaris Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
5. Bapak **Ir. H. Achmad Bakri Muhiddin, MSc, Ph.D** selaku dosen pembimbing I, atas segala arahan dan bimbingan serta waktu yang telah diluangkannya dari dan hingga terselesainya tugas akhir ini
6. Ibu **Dr. Eng Kartika Sari, S.T, M.T.** selaku dosen pembimbing II, atas segala arahan dan bimbingan serta waktu yang telah diluangkannya dari dan hingga terselesainya tugas akhir ini
7. Bapak **Prof. Dr. Ir. Abd. Rachman Djamaluddin, M.T** selaku Kepala Laboatorium Mekanika Tanah yang telah memberikan wawasan tambahan selama penulis menjadi asisten laboratorium.
8. Kak **Nurul Marfu'ah** yang telah mengizinkan penulis untuk dapat mengikuti penelitiannya sehingga tugas akhir ini dapat terealisasi.
9. Teman – teman KKD Geoteknik, Asti, Chandra, Charlie, Bara, Egi, Feby, Ipa, Mega, Ana, Novi, Rahul, Asmud, Sopian, Upe yang selalu

menjadi lawan diskusi yang luar biasa dan menghasilkan masukan – masukan demi rampungnya tugas akhir ini.

10. Kepada rekan penelitianku, Bara, Ruly Sultan, Jaemshon yang selalu menemani membuat sampel penelitian, menguji dan menjadi penyemangat bagi penulis.
11. Kepada Grup GH 09, Ahmad Khaidir, Muhammad Ahsan, Nuralif Indranto, Arya, Muhammad Idrus, Muhammad Idris, Eric, Farhad Samudin yang selalu menemani Penulis bermain Mobile Legend dikantin gedung sipil saat Penulis bosan menegerjakan tugas akhir ini.
12. Kepada Pengurus BE HMS FT- UH Periode 2019/2020 dan Jajaran Menteri Eksternal BE HMS FT-UH Periode 2019/2020, Kak Arfan Aminuddin, Kak Muhammad Amin Muslihat, Kak Riska Maulani, Rudi Eka Batistuta, Andi Riyad Absehar yang telah banyak membantu, membagi ilmu dan pengalaman serta memberi motivasi yang sangat bermanfaat dalam mendukung kehidupan selama di kampus dan penulisan tugas akhir ini.
13. Kepada Pengurus BE HMS FT- UH Periode 2019/2020 Angkatan 2018, Andi Riyad Absehar, Radix Dwi Wardana, Muhammad Yusran H, Muhammad Nur Fahmy Asyura, Rudi Eka Batistuta, Rafil Syah Gaib, Milania Febrianti dan Andi Azizah Afriansyah yang selalu menemani perjuangan ku waktu mengurus di HMS dan hingga saat ini, mendukung saat dibutuhkan, membantu dikala susah, dan menjadi penyemangat bagi penulis.
14. Kepada keluarga besar Maharasa Selatan yang senantiasa membantu dan menemani penulis di berbagai kesempatan dan menjadi dorongan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini secepatnya.
15. Kepada PP IPM Indonesia, Maulana fitrah, Junaedy Jabbar, Irfan Djatmiko, Firdaus Iskandar, Adi , Adam Syawal, dll yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dengan semua dukungan hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
16. Kepada Keluarga Besar **TRANSISI 2019** yang tetap solid dan peduli, serta terus menjadi penyemangat dan pengapresiasi garda terdepan bagi penulis untuk terus berusaha dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
17. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dengan semua dukungan hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

Tidak ada kata yang dapat penulis gambarkan atas rasa terima kasih penulis kepada semua pihak, dan semoga Tuhan yang Maha Kuasa senantiasa melimpahkan berkat dan rahmat-Nya pada kita semua. Akhir kata penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga penulis berharap masukan dari semua pihak. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Makassar, Desember 2022
Hormat Saya,

Shafwan Monanda

ABSTRAK

Sedimen adalah material hasil proses erosi yang mengendap di saluran air, sungai, dan waduk. Endapan sedimentasi yang berlebihan di dasar waduk akan mengakibatkan berkurangnya volume efektif waduk yang berdampak pada umur rencana waduk atau umur layanan waduk (pendangkalan). Peristiwa sedimentasi yang terjadi di Waduk Bili-bili semakin mengkhawatirkan karena dapat mengancam keberlanjutan fungsi waduk. Hal ini merupakan masalah yang sangat perlu ditangani secara serius agar tidak berdampak di kemudian hari. Maka, diperlukan suatu penelitian pada tanah sedimen Waduk Bili-bili untuk mengetahui sifat-sifat fisis dan mekanis tanah tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah sedimen yang digunakan, pengaruh penambahan variasi semen dan EPS - semen dan pemeraman terhadap nilai kuat geser tanah pada pengujian *Direct Shear*.

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%, terhadap 0.5% dan 0.75% EPS dengan masa pemeraman 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Dari hasil penelitian, diperoleh bahwa Penambahan semen pada tanah sedimen dapat meningkatkan nilai berat jenis dan menurunkan indeks plastisitas pada tanah, dimana semen dapat digunakan sebagai material stabilitas tanah lanau dan kuat geser tanah lanau meningkat sejalan dengan penambahan kadar semen dan bertambahnya hari pemeraman.

Pada variasi sampel Semen - EPS menunjukkan bahwa ditamapkannya bahan EPS dilihat dari Pengujian Sifat Mekanis didapatkan hasil nilai Kohesi tanah sedimen-EPS dengan campuran semen (EPS 0,5% dan 0,75%) memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan pada kondisi aslinya. Sedangkan pada nilai geser dalamnya pada sampel EPS 0,5% lebih tinggi dari tanah aslinya namun pada sampel Semen 3% dan 5% EPS 0,75% lebih rendah dari nilai sudut geser dalam tanah aslinya.

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| ABSTRAK | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR TABEL | xii |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Rumusan Masalah | 4 |
| C. Tujuan Penelitian | 4 |
| D. Batasan Masalah | 5 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 8 |
| A. Pengertian Tanah..... | 8 |
| B. Klasifikasi Tanah | 10 |
| C. Tanah Lanau | 19 |
| D. Stabilisasi Tanah..... | 20 |
| E. Semen | 25 |
| F. EPS | 31 |
| G. Pengujian Geser Langsung..... | 32 |
| H. Penelitian Terdahulu | 34 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN | 55 |
| A. Lokasi dan Waktu Penelitian | 55 |
| B. Metode Pengumpulan Data..... | 55 |
| C. Kerangka Penelitian | 56 |
| D. Material..... | 58 |
| E. Standar Pengujian | 60 |
| F. Pengujian Karakteristik Tanah Asli..... | 61 |

| | |
|---|----|
| G. Optimalisasi Bahan Stabilisator | 62 |
| H. Pengujian Sampel | 63 |
| I. Pembuatan Benda Uji | 65 |
| J. Pengujian Direct Shear dengan Metode Pemeraman | 66 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 68 |
| A. Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli | 68 |
| B. Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Terstabilisasi Semen | 76 |
| C. Pengaruh Penambahan Semen dan Semen-EPS Terhadap Nilai Geser Langsung (Direct Shear) | 78 |
| BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN | 98 |
| A. Kesimpulan..... | 98 |
| B. Saran..... | 99 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur Oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) | 12 |
| Gambar 2. Grafik Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO | 14 |
| Gambar 3. EPS (expanded polystyrene)..... | 32 |
| Gambar 4. Bagan Alir Penelitian..... | 58 |
| Gambar 5. Tanah Asli | 59 |
| Gambar 6. Semen..... | 59 |
| Gambar 7. EPS (Expanded Polystyrene)..... | 60 |
| Gambar 8. Contoh Benda Uji | 65 |
| Gambar 9. Grafik Hasil Pengujian Batas Cair | 69 |
| Gambar 10. Grafik Gradasi Butiran | 69 |
| Gambar 11. Penggolongan Klasifikasi Tanah Asli Menurut Sistem USCS | 71 |
| Gambar 12. Grafik Hubungan Kadar Air dengan Berat Isi Kering Hasil Kompaksi Pada Tanah Asli..... | 73 |
| Gambar 13. Grafik Hubungan Antara Tegangan Normal Dan Tegangan Geser | 75 |
| Gambar 14. Grafik Rekapitulasi Perubahan Nilai Kadar Air Optimum. | 76 |
| Gambar 15. Grafik Rekapitulasi Perubahan Berat Isi Kering Maksimum. | 76 |
| Gambar 16. Rekapitulasi Nilai γ_{dry} | 77 |
| Gambar 17. Grafik hubungan nilai shear stress dan shear deformation pemeraman 7 hari Tanah Asli dan Semen..... | 79 |
| Gambar 18. Grafik hubungan nilai shear stress dan shear deformation pemeraman 14 hari Tanah Asli dan Semen..... | 79 |
| Gambar 19. Grafik hubungan nilai shear stress dan shear deformation pemeraman 28 hari Tanah Asli dan Semen..... | 80 |
| Gambar 20. Grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser masa pemeraman 7 hari..... | 81 |

| | |
|--|----|
| Gambar 21. Grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser masa pemeraman 14 hari..... | 82 |
| Gambar 22. Grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser masa pemeraman 28 hari..... | 82 |
| Gambar 23. Grafik rekapitulasi nilai kohesi variasi semen dengan hari pemeraman pengujian kuat geser..... | 83 |
| Gambar 24. Grafik Pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai kohesi pengujian kuat geser..... | 83 |
| Gambar 27. Grafik hubungan nilai shear stress dan shear deformation pemeraman 7 hari Variasi Tanah, Semen dan EPS 0.5% | 84 |
| Gambar 28. Grafik hubungan nilai shear stress dan shear deformation pemeraman 14 hari Variasi Tanah, Semen dan EPS 0.5% | 84 |
| Gambar 29. Grafik hubungan nilai shear stress dan shear deformation pemeraman 28 hari Variasi Tanah, Semen dan EPS 0.5% | 84 |
| Gambar 30. Grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser masa pemeraman 7 hari..... | 86 |
| Gambar 31. Grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser masa pemeraman 14 hari..... | 86 |
| Gambar 32. Grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser masa pemeraman 28 hari..... | 87 |
| Gambar 33. Grafik rekapitulasi nilai kohesi variasi semen-EPS 0.5% dengan hari pemeraman pengujian kuat geser..... | 87 |
| Gambar 34. Grafik rekapitulasi nilai sudut geser dalam variasi semen-EPS 0.5% dengan hari pemeraman pengujian kuat geser..... | 88 |
| Gambar 35. Grafik hubungan nilai shear stress dan shear deformation pemeraman 7 hari Variasi Tanah, Semen dan EPS 0.75% | 90 |
| Gambar 36. Grafik hubungan nilai shear stress dan shear deformation pemeraman 14 hari Variasi Tanah, Semen dan EPS 0.75% | 90 |
| Gambar 37. Grafik hubungan nilai shear stress dan shear deformation pemeraman 28 hari Variasi Tanah, Semen dan EPS 0.75% | 90 |

| | |
|---|----|
| Gambar 38. Grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser masa pemeraman 7 hari..... | 92 |
| Gambar 39. Grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser masa pemeraman 14 hari..... | 93 |
| Gambar 40. Grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser masa pemeraman 28 hari..... | 93 |
| Gambar 41. Grafik rekapitulasi nilai kohesi variasi semen-EPS 0.75% dengan hari pemeraman pengujian kuat geser..... | 94 |
| Gambar 43. Perbandingan Nilai kohesi Sedimen+Semen+EPS 7Hr | 95 |
| Gambar 44. Perbandingan Nilai Geser langsung Sedimen+Semen+EPS 7Hr | 95 |
| Gambar 45. Perbandingan Nilai kohesi Sedimen+Semen+EPS 14Hr | 96 |
| Gambar 47. Perbandingan Nilai kohesi Sedimen+Semen+EPS 28Hr | 96 |
| Gambar 46. Perbandingan Nilai Geser langsung Sedimen+Semen+EPS 14Hr | 96 |
| Gambar 48. Perbandingan Nilai Geser langsung Sedimen+Semen+EPS 28Hr | 96 |
| Gambar 49. Rekapitulasi Perbandingan Nilai Kohesi Tanah Sedimen+Semen+EPS | 96 |
| Gambar 50. Rekapitulasi Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam Tanah Sedimen+Semen+EPS | 96 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1. Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO | 15 |
| Tabel 2. Sistem Klasifikasi Tanah Unified (USCS)..... | 18 |
| Tabel 3. Variasi Kadar Semen Sesuai Jenis Tanah Untuk Perkerasan Jalan (Pavement Construction) | 29 |
| Tabel 4. Standar Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Berdasarkan ASTM 61 | |
| Tabel 5. Jumlah Benda Uji Untuk Pengujian Pada Tanah Asli..... | 62 |
| Tabel 6. <i>Mix Design</i> Bahan Stabilisasi Tanah + Semen | 62 |
| Tabel 7. <i>Mix Design</i> Bahan Stabilisasi Tanah + Semen + EPS | 62 |
| Tabel 8. Standar Pengujian Sifat Fisis Tanah..... | 64 |
| Tabel 9. Standar Pengujian Sifat Mekanis Tanah..... | 65 |
| Tabel 10. Tabel klasifikasi tanah menurut AASHTO..... | 72 |
| Tabel 11. Klasifikasi Keandalan Tanah Berdasarkan AASHTO..... | 72 |
| Tabel 12. Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli | 75 |
| Tabel 13. Perubahan Nilai Kadar Air Optimum dan Berat Isi Kering Maksimum Hasil Kompaksi pada Tanah Sedimen Terstabilisasi Semen . | 76 |
| Tabel 14. Perubahan Nilai Kadar Air Optimum pada Tanah Sedimen Terstabilisasi Semen-EPS | 77 |
| Tabel 15. Hubungan tegangan normal dan tegangan geser dengan variasi penambahan Semen dengan masa pemeraman 7 Hari | 80 |
| Tabel 16. Hubungan tegangan normal dan tegangan geser dengan variasi penambahan Semen dengan masa pemeraman 14 Hari | 81 |
| Tabel 17. Hubungan tegangan normal dan tegangan geser dengan variasi penambahan Semen dengan masa pemeraman 28 Hari | 81 |
| Tabel 18. Nilai Kohesi (kN/m^3) Pada Variasi Campuran Semen dan Lama Waktu Pemeraman | 84 |
| Tabel 20. Hubungan tegangan normal dan tegangan geser dengan variasi penambahan Semen dan EPS 0.5% dengan masa pemeraman 7 Hari . | 85 |

| | |
|---|----|
| Tabel 21. Hubungan tegangan normal dan tegangan geser dengan variasi penambahan Semen dan EPS 0.5% dengan masa pemeraman 14 Hari | 85 |
| Tabel 22. Hubungan tegangan normal dan tegangan geser dengan variasi penambahan Semen dan EPS 0.5% dengan masa pemeraman 28 Hari | 85 |
| Tabel 23. Nilai Kohesi (kN/m^3) Pada Variasi Campuran Semen-EPS 0.5% dan Lama Waktu Pemeraman | 88 |
| Tabel 24. Nilai Sudut Geser ($^\circ$) dalam Pada Variasi Campuran Semen-EPS 0.5% dan Lama Waktu Pemeraman | 88 |
| Tabel 25. Hubungan tegangan normal dan tegangan geser dengan variasi penambahan Semen dan EPS 0.75% dengan masa pemeraman 7 Hari | 91 |
| Tabel 26. Hubungan tegangan normal dan tegangan geser dengan variasi penambahan Semen dan EPS 0.75% dengan masa pemeraman 14 Hari | 92 |
| Tabel 27. Hubungan tegangan normal dan tegangan geser dengan variasi penambahan Semen dan EPS 0.75% dengan masa pemeraman 28 Hari | 92 |
| Tabel 28. Nilai Kohesi (kN/m^3) Pada Variasi Campuran Semen-EPS 0.75% dan Lama Waktu Pemeraman | 94 |
| Tabel 29. Nilai Sudut Geser ($^\circ$) dalam Pada Variasi Campuran Semen-EPS 0.75% dan Lama Waktu Pemeraman. | 94 |

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sedimen adalah material hasil proses erosi yang mengendap di saluran air, sungai, dan waduk. Sedangkan sedimentasi adalah proses mengendapnya material fragmental akibat adanya erosi. Sebagai akibat dari adanya erosi, sedimentasi dapat memberikan dampak seperti naiknya dasar sungai sehingga muka air juga akan ikut naik yang berpotensi besar akan mengakibatkan banjir. Sedangkan pada waduk, endapan sedimentasi yang berlebihan di dasar waduk akan mengakibatkan berkurangnya volume efektif waduk yang berdampak pada umur rencana waduk atau umur layanan waduk (pendangkalan).

Waduk Bili-bili terletak di Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan, memiliki volume tampungan 375 juta m³, luas genangan 18,5 km² dan daerah tangkapan waduk 384,4 km².(JRBDP, 2004) Waduk serbaguna yang dibangun dengan tujuan untuk pengendalian banjir, pemenuhan kebutuhan air irigasi, suplai air baku dan pembangkit listrik tenaga air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa erosi lahan yang terjadi di daerah tangkapan hujan Waduk Bili-bili sebesar 1.609.216 m³/tahun atau kehilangan lapisan tanah sebesar 4,25 mm/tahun. Sebanyak 42,3% sedimen hasil erosi lahan tersebut masuk dan terendapkan di waduk. Pengaruh sedimen hasil erosi yang masuk ke waduk menyebabkan sisa umur operasi waduk diperkirakan menjadi ± 29 tahun, sedangkan pengaruh

sedimen longsor kaldera G. Bawakaraeng relatif besar sehingga dikhawatirkan waduk hanya dapat beroperasi kurang dari umur yang direncanakan. (Fadiah, 2006)

Peristiwa sedimentasi yang terjadi di Waduk Bili-bili semakin mengkhawatirkan karena dapat mengancam keberlanjutan fungsi waduk. Hal ini merupakan masalah yang sangat perlu ditangani secara serius agar tidak berdampak di kemudian hari. Maka, 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 perlunya pemanfaatan hasil sedimentasi bendungan sebagai material infrastruktur.

Stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu guna memperbaiki sifat teknis tanah agar memenuhi syarat konstruksi. Stabilisasi tanah secara umum memiliki dua tujuan, yakni untuk meningkatkan berbagai jenis kapasitas tanah sesuai dengan kebutuhan perkerjasama konstruksi dan untuk memelihara atau mempertahankan kapasitas tanah yang sudah ada agar tidak menurun akibat pengaruh lingkungan, baik dari luar (*external effect*) maupun pengaruh dari dalam (*internal effect*).

Berbagai jenis material telah tersedia di alam untuk dimanfaatkan oleh makhluk hidup, baik yang berupa material organik dan non organik. Salah satu usaha untuk memperbaiki tanah tersebut (*stabilisasi*) adalah menggunakan semen, kapur dan bahan daur ulang. Namun semen

dan kapur kurang ramah terhadap lingkungan. Salah satu bahan daur ulang yang dapat digunakan adalah styrofoam. Styrofoam merupakan istilah lokal di Indonesia, sedangkan istilah internasional dikenal dengan sebutan Expanded Polystyrene (EPS). Styrofoam pada dasarnya banyak digunakan di Indonesia sebagai wadah makanan maupun minuman yang sebenarnya penggunaannya sangat berbahaya bagi manusia karena mengandung bahan kimia, tak hanya itu styrofoam juga merupakan bahan yang sulit terdaur ulang, hal tersebut mengakibatkan menumpuknya limbah dari penggunaan styrofoam tersebut di Indonesia.

Expanded Polystyrene (EPS) merupakan tipe dari busa plastic yang telah diperkenalkan sebagai material pilihan pada sebagian besar pekerjaan tanah yang menggunakan material ringan. (Horvath,1997)

EPS juga memiliki sifat ramah lingkungan dan aman selama proses pembuatan, konstruksi dan penempatan di dalam tanah. Tidak seperti seperti material sisa lainnya yang digunakan sebagai material ringan timbunan, EPS tidak berpotensi mengalami perubahan kimia atau terjadi reaksi di dalam tanah yang mengakibatkan pembakaran secara konstan atau menimbulkan unsur toxic yang berbahaya serta tidak berpotensi menimbulkan gas berbahaya pada saat ditempatkan di dalam tanah. (Riad, 2004)

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

“STABILISASI TANAH SEDIMEN DENGAN SEMEN-EPS TERHADAP NILAI KUAT GESER LANGSUNG”

B. Rumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik sifat fisik dan mekanis tanah sedimen Waduk Bili-bili yang digunakan untuk penelitian?
2. Bagaimana pengaruh variasi campuran semen dan EPS dengan tanah sedimen Waduk Bili-bili terhadap karakteristik fisik dan mekanik?
3. Bagaimana pengaruh waktu pemeraman terhadap karakteristik mekanis tanah sedimen Waduk Bili-bili yang distabilisasi semen dan EPS yang diukur dengan parameter pengujian kuat geser langsung?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini ialah :

1. Menganalisis karakteristik sifat fisik dan mekanis tanah sedimen Waduk Bili-bili yang digunakan dalam penelitian?
2. Menganalisis pengaruh variasi campuran semen dan EPS dengan tanah sedimen Waduk Bili-bili terhadap karakteristik fisik dan mekanik?

3. Menganalisis pengaruh waktu pemeraman terhadap karakteristik mekanis tanah sedimen Waduk Bili-bili yang distabilisasi Semen dan EPS di ukur dengan parameter pengujian kuat geser langsung?

D. Batasan Masalah

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

1. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium, bukan pada skala lapangan
2. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah sedimen Waduk Bili-bili yang berlokasi di Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan
3. Pengujian dilakukan terhadap variasi penambahan bahan stabilisasi semen dan semen dicampur EPS
4. Penelitian hanya meneliti sifat fisis dan mekanis, tidak meneliti unsur kimia tanah tersebut.
5. Sifat-sifat fisis dan mekanis tanah yang dianalisis adalah
 - a. Pengujian Berat Jenis
 - b. Pengujian Kadar Organik
 - c. Pengujian Kadar Air
 - d. Pengujian Batas-batas Atterberg
 - e. Pengujian Analisa Saringan dan Hidrometer
 - f. Pengujian Pemasatan (kompaksi)

- g. Persentase berat campuran yang di uji adalah 3%, 5%, 7%, dan 9% semen serta 0,5 dan 0.75, EPS terhadap berat tanah dengan kadar air mula-mula
- h. Waktu pemeraman setelah campuran tanah dengan semen dan EPS adalah 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: Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

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

BAB 2. 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. Pengertian Tanah

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (loose), yang terletak diatas batuan dasar (bedrock). Ikatan antara butiran yang relative lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik atau oksida-oksida yang mengendap diantara 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 proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. (Hardiyatmo, 2017)

Selain itu, secara umum tanah juga 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. Ukuran dari partikel tanah adalah sangat beragam dengan variasi yang cukup besar. Tanah umumnya dapat disebut sebagai kerikil (gravel),

pasir (sand), lanau (silt), atau lempung (clay), tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut. (Das, 1995)

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah adalah kumpulan (agregat) butiran mineral alami yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanik bila agregat tersebut diaduk dalam air. Berdasarkan asal mula penyusunnya tanah dapat dibedakan dalam dua kelompok besar yaitu sebagai hasil pelapukan (weathering) secara fisis dan kimia, dan yang berasal dari bahan organik. (Terzaghi, 1987)

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

Menurut (Santoso, 1996) 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 di kelompokkan 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 misaln pasir.

Menurut (Hardiyatmo, 2010), tanah adalah ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap-ngendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun yang lainnya.

B. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-bedatapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi berfungsi sebagai penjelasan singkat dari sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terperinci. Sistem klasifikasi yang sudah ada dan dikembangkan sebagian besar didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sedehana. (Das, 1995)

Setiap jenis tanah mempunyai sifat dan ciri tertentu dan nyata berbeda dengan lainnya, memiliki potensi, kendala dan input teknologi tertentu untuk suatu jenis penggunaan pertanian dan atau non-pertanian. Karena alasan tersebut, penggunaan tanah perlu dikelola dengan baik, sesuai karakteristik dan potensi, kendala dan input teknologi spesifik lokasi

yang diperlukan agar diperoleh produktivitas pertanian yang optimal dan berkelanjutan melalui pendekatan pemahaman klasifikasi tanah. (Subardja dan Hikmatullah, 2013)

Kebanyakan 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)

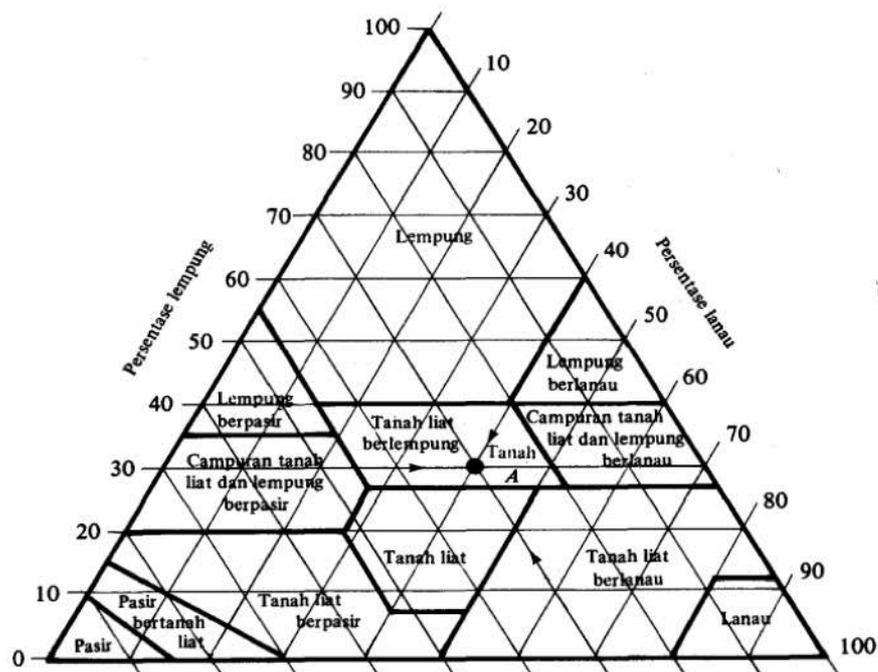
Terdapat dua sistem klasifikasi tanah yang di dasarkan pada tekstur dan pemakaian, yaitu:

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). Sistem ini di dasarkan pada ukuran batas dari butiran tanah seperti yang diterangkan oleh sistem 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. Sedangkan 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 sistem 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:

1) 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 mm).

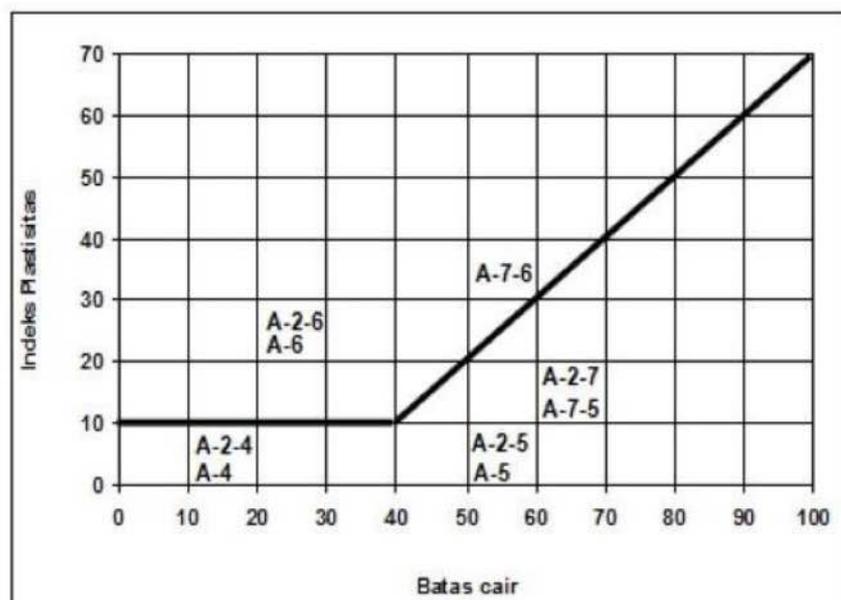
Lanau dan lempung: bagian tanah yang lolos ayakan No. 200.

2) Plastisitas:

Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks 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.

- 3) 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 Berdasarkan Sistem Klasifikasi 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 berliannau 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 :

- 1) 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.
- 2) 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. Simbol **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*), $LL > 50$

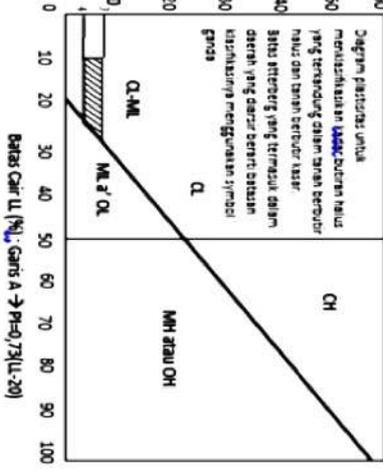
Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti : *GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, dan SC*. Untuk klasifikasi yang benar, perlu diperhatikan faktor-faktor berikut :

- 1) Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (ini adalah fraksi halus)
- 2) Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40
- 3) Koefisien keseragaman (C_u) dan koefisien gradasi (C_c) 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 dimana 5% atau lebih lolos ayakan No. 200). (Das, 1995)

Menurut (Darwis, 2018) tanah diklasifikasikan dalam jumlah kelompok dan subkelompok yang dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Sistem Klasifikasi Tanah Unified (USCS)

| Divisi Utama | Simbol Kelompok | Nama Jenis | Formulasi |
|--|-----------------|---|--|
| Tanah berbutir kasar, 50% buiran tertahan saringan No. 200 (0,075 mm) | GW | Kerikil gradasi baik & campuran pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus | $C_u = \frac{D_{10}}{D_{60}} > 4, C_c = \frac{(D_{10})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1 - 3$ <p>Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW</p> <p>Batas atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$</p> <p>Batas atterberg di atas garis A atau $PI > 7$</p> <p>Bila batas atterberg berada di daerah antar pd diagram plastisitas maka dipakai simbol ganda</p> $C_u = \frac{D_{10}}{D_{60}} > 6; C_c = \frac{(D_{10})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1 - 3$ <p>Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW</p> |
| | GP | Kerikil gradasi buruk & campuran pasir kerikil, atau tidak mengandung butiran halus | |
| Pasir, 50% atau lebih dari fraksi kasar lolos saringan No. 4 (4,75 mm) | GM | Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau | <p>Batas atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$</p> <p>Batas atterberg di atas garis A atau $PI > 7$</p> <p>Bila batas atterberg berada di daerah antar pd diagram plastisitas maka dipakai simbol ganda</p> |
| | GC | Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung | |
| Pasir, 50% atau lebih dari fraksi kasar lolos saringan No. 4 (4,75 mm) | SW | Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus | <p>Batas atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$</p> <p>Batas atterberg di atas garis A atau $PI > 7$</p> <p>Bila batas atterberg berada di daerah antar pd diagram plastisitas maka dipakai simbol ganda</p> |
| | SP | Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus | |
| Lanau dan lempung, batas cair 50% atau kurang | SM | Pasir berlanau, campuran pasir-lanau | <p>Batas atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$</p> <p>Batas atterberg di atas garis A atau $PI > 7$</p> <p>Bila batas atterberg berada di daerah antar pd diagram plastisitas maka dipakai simbol ganda</p> |
| | SC | Pasir berlempung, campuran pasir-lempung | |
| Lanau dan lempung, batas cair 50% atau kurang | ML | Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk berlanau atau pasir halus berlanau atau berlempung | <p>Batas atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$</p> <p>Batas atterberg di atas garis A atau $PI > 7$</p> <p>Bila batas atterberg berada di daerah antar pd diagram plastisitas maka dipakai simbol ganda</p> |
| | CL | Lempung tak organik dgn plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (lean clay) | |
| Tanah berbutir halus, lebih 50% buiran lolos saringan No. 200 (0,075 mm) | OL | Lanau organik & lempung berlanau organik dgn plastisitas rendah | <p>Batas atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$</p> <p>Batas atterberg di atas garis A atau $PI > 7$</p> <p>Bila batas atterberg berada di daerah antar pd diagram plastisitas maka dipakai simbol ganda</p> |
| | MH | Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis | |
| Tanah dengan kadar Organik Tinggi | CH | Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi | <p>Batas atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$</p> <p>Batas atterberg di atas garis A atau $PI > 7$</p> <p>Bila batas atterberg berada di daerah antar pd diagram plastisitas maka dipakai simbol ganda</p> |
| | OH | Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi | |
| | PT | Gambut (peat) dan taraihan lain dengan kandungan organik tinggi | Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D 2488 |



C. Tanah 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 (rockflour) 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, bubur batu, tanah yang mengandung mika juga beberapa jenis lempung. (Darwis, 2017)

D. Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu cara yang digunakan untuk mengubah atau memperbaiki sifat tanah dasar sehingga diharapkan tanah dasar tersebut mutunya dapat lebih baik. Hal tersebut dimaksudkan juga untuk dapat meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dasar terhadap konstruksi yang akan dibangun di atasnya. Ada beberapa metode stabilisasi tanah yang biasanya digunakan dalam upaya untuk memperbaiki mutu tanah dasar yang kurang baik mutunya.

Secara khusus pengertian stabilisasi tanah dapat dilihat dari berbagai definisi yang dikemukakan beberapa ahli, antara lain :

1. (Hardiyatmo, 2010), dalam pembangunan perkerasan jalan, stabilisasi tanah didefinisikan sebagai perbaikan material jalan lokal yang ada, dengan cara stabilisasi mekanis atau dengan cara menambahkan suatu bahan tambah (additive) ke dalam tanah.
2. (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.

3. (Ingles & Metcalf, 1972) bahwa perubahan sifat tanah untuk memenuhi persyaratan teknik tertentu, dikenal sebagai stabilisasi tanah.
4. (Kreb & Walker, 1971) dalam arti luas, tujuan stabilisasi tanah meliputi perlakuan tanah dimana dibuat lebih stabil.
5. (John A. Epps, 1971), mengartikan stabilisasi tanah adalah tindakan untuk memperbaiki sifat rekayasa tanah (soil properties)
6. (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.

Selain definisi diatas, masih banyak lagi terminologi yang di kemukakan beberapa ahli. Secara umum orang mengartikan bahwa stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah, atau dapat pula diartikan secara umum bahwa stabilisasi tanah adalah usaha untuk mengubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu. Secara garis besar, jika ditinjau dari mekanisme global yang terjadi pada tindakan stabilisasi tanah, maka

klasifikasi tindakan stabilisasi tanah dapat dibedakan atas dua macam, yakni :

1. Perbaikan tanah (soil improvement); adalah suatu jenis stabilisasi tanah yang dimaksudkan untuk memperbaiki dan/atau mempertahankan kemampuan dan kinerja tanah sesuai syarat teknis yang dibutuhkan, dengan menggunakan bahan additive (kimiawi), pencampuran tanah (re- gradation), pengeringan tanah (dewatering) atau melalui penyaluran energi statis/dinamis ke dalam lapisan tanah (fisik).
2. Perkuatan tanah (soil reinforcement); adalah suatu jenis stabilisasi tanah yang dimaksudkan untuk memperbaiki dan/atau mempertahankan kemampuan dan kinerja tanah sesuai syarat teknis yang dibutuhkan, dengan memberikan material sisipan ke dalam lapisan tanah tersebut.

Dari kedua pengklasifikasian di atas, terlihat korelasi antara keduanya, bahwa :

1. Perbaikan tanah (soil improvement), relevan dengan stabilisasi kimia dan stabilisasi fisik.
2. Perkuatan tanah (soil reinforcement), relevan dengan stabilisasi mekanis.

Namun apabila ditinjau dari proses yang terjadi dalam pelaksanaan stabilisasi tanah, maka stabilisasi tanah dapat dibedakan atas tiga jenis, yakni :

1. Stabilisasi Kimia; yaitu menambahkan bahan kimia tertentu dengan material tanah, sehingga terjadi reaksi kimia antara tanah dengan bahan pencampurnya, yang akan menghasilkan material baru yang memiliki sifat teknis yang lebih baik.
2. Stabilisasi Fisik; yaitu mengenakan energi dari beban dinamis atau beban statis ke dalam lapisan tanah, sehingga terjadi dekomposisi baru dalam massa tanah, yang akan memperbaiki karakteristik lapisan tanah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.
3. Stabilisasi Mekanis; yaitu stabilisasi dengan memasukkan material sisipan ke dalam lapisan tanah sehingga mampu meningkatkan karakteristik teknis dalam massa tanah sesuai dengan tujuan tindakan stabilisasi yang ingin dicapai. Karena keberadaan material sisipan ke dalam lapisan tanah inilah, sehingga stabilisasi mekanis diistilahkan sebagai perkuatan tanah (soil reinforcement). Contohnya stabilisasi dengan metal strip, geotextile, geomembrane, geogrid, vertical drain, dan lain sebagainya.

Sebagaimana dengan tujuan dari setiap tindakan stabilisasi tanah, maka tujuan umum dari perbaikan tanah adalah untuk :

1. Meningkatkan daya dukung tanah.
2. Meningkatkan kuat geser tanah.
3. Memperkecil kompresibilitas dan penurunan tanah.
4. Memperkecil permeabilitas tanah. (kasus : tanggul)

5. Memperbesar permeabilitas tanah. (kasus : dewatering dan sand lense).
6. Memperkecil potensi kembang-susut pada tanah. (swelling potential).
7. Menjamin kelestarian dan keberlanjutan sumber daya alam dan lingkungan.

Dari sekian banyak jenis perbaikan tanah yang dapat dilakukan, baik yang bersifat kimiawi maupun yang bersifat fisik, masing-masing memiliki kelebihan dan kelemahan.

Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan di dalam memilih jenis dan tipe perbaikan tanah yang akan diterapkan dalam setiap tindakan perbaikan tanah, antara lain :

1. Jenis dan karakteristik tanah, termasuk sifat-sifat kimia dan fisik, termasuk minerologi tanah yang akan diperbaiki.
2. Jenis dan karakteristik konstruksi yang akan dibangun, terutama beban konstruksi.
3. Parameter tanah yang perlu diperbaiki, sesuai kebutuhan konstruksi.
4. Kedalaman lapisan tanah yang akan diperbaiki
5. Sifat kimia dan sifat fisik dari bahan stabilizer yang akan digunakan.
6. Harga bahan stabilizer yang akan digunakan, terutama dikaitkan dengan efisiensi biaya perbaikan.
7. Ketersediaan bahan dan peralatan di lokasi perbaikan tanah

8. Kondisi lingkungan di sekitarnya (existing environmental). Tujuan yang terakhir, seyogyanya menjadi tujuan yang melekat pada setiap perlakuan dan tindakan di dalam perbaikan tanah, terutama yang dilakukan dengan menggunakan bahan additive, yang bisa bereaksi dengan unsur-unsur bahan alamiah (natural material) dan akan mengubah struktur dan komposisi dan material alamiah tersebut. (Darwis, 2017)

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 stabilisasi (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.

Sesuai dengan tujuan penggunaannya, semen portland di Indonesia dapat dibagi menjadi beberapa tipe yaitu :

1. Tipe I : Adalah perekat hidrolisis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker yang kandungan utamanya alsium silikat dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat. Komposisi senyawa yang terdapat pada tipe ini adalah 49% (C_3S), 25% (C_2S), 12% (C_3A),

8% (C_4AF), 2,8% (MgO), 2,9% (SO_3). Semen Portland tipe I dipergunakan untuk pengerasan jalan, gedung, jembatan, dan lain-lain jenis konstruksi yang tidak ada kemungkinan mendapat serangan sulfat dari tanah dan timbulnya panas hidrasi yang tinggi.

2. Tipe II :Semen jenis ini dalam penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang. Komposisinya: 46% (C_3S), 29% (C_2S), 6% (C_3A) 11% (C_4AF), 2,9% (MgO), 2,5% (SO_3). Semen Portland tipe II dipergunakan untuk bangunan tepi laut, bendungan, dan irigasi, atau beton masa yang membutuhkan panas hidrasi rendah.
3. Tipe III Semen jenis ini dalam penggunaannya memerlukan kekuatan yang tinggi pada fase permulaan setelah terjadi pengikatan. Kadar C_3S -nya sangat tinggi dan butirannya sangat halus. Semen Potland tipe III dipergunakan untuk bangunan yang memerlukan kekuatan tekan yang tinggi (sangat kuat) seperti, jembatan-jembatan dan pondasi-pondasi berat.
4. Tipe IV : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah, sehingga kadar C_3S dan C_3A rendah. Semen Portland tipe IV dipergunakan untuk kebutuhan pengecoran yang tidak menimbulkan panas, pengecoran dengan penyemprotan (setting time lama).
5. Tipe V : Semen portland yang dalam penggunaannya hanya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Komposisi

senyawa yang terdapat pada tipe ini adalah: 43% (C_3S), 36% (C_2S), 4% (C_3A), 12% (C_4AF), 1,9% (MgO), 1,8% (SO_3). Semen Portland tipe V dipergunakan untuk instalasi pengolahan.

Mekanisme reaksi antara mineral tanah dengan bahan semen, hampir sama dengan mekanisme pada kapur-tanah, yang diawali dengan reaksi pertukaran ion (ionic change reaction), dan akan berlanjut dengan reaksi sementasi. Proses absorpsi air dan reaksi pertukaran ion segera terjadi bila semen ditambahkan pada tanah dengan air, dimana ion kalsium (Ca^{2+}) yang dilepaskan melalui proses hidrolisis dan pertukaran ion akan berlanjut pada permukaan partikel-partikel lempung. Dengan reaksi ini, partikel-partikel lempung menggumpal sehingga mengakibatkan konsistensi tanah menjadi lebih baik.

Tabel 3. Variasi Kadar Semen Sesuai Jenis Tanah Untuk Perkerasan Jalan (Pavement Construction)

| Jenis Tanah | Kebutuhan Semen (%) |
|--|---------------------|
| Batuan pecah (<i>fine crushed rock</i>) | 0,5 – 2,0 |
| Lempung berpasir – berkerikil (<i>well graded sandy clay gravel</i>) | 2,0 – 4,0 |
| Pasir gradasi baik (<i>well graded sand</i>) | 2,0 – 4,0 |
| Lempung berpasir (<i>sandy clay</i>) | 4,0 – 6,0 |
| Lempung berlanau (<i>silty clay</i>) | 6,0 – 8,0 |
| Lempung (<i>heavy clay</i>) | 8,0 – 12,0 |
| Lumpur (<i>very heavy clay</i>) | 12,0 – 15,0 |
| (Tanah organik (<i>organic soils</i>)) | 10,0 – 15,0 |
| Pasir gradasi buruk (<i>poorly graded sand</i>) | 4,0 – 6,0 |

Sumber : (Ingles & Metcalf, 1972)

Dari Tabel 3, penentuan variasi kadar semen sesuai jenis tanah untuk perkerasan jalan. Jadi, mekanisme reaksi antara semen dengan material tanah, dapat diurutkan sebagai berikut :

1. Reaksi Pertukaran Ion Reaksi pertukaran ion akan menghasilkan pembentukan kalsium silikat (Ca_2SiO_4). dan/atau kalsium aluminat ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$). Dari reaksi kimia yang berlangsung, maka reaksi utama yang berkaitan dengan kekuatan adalah hidrasi dari A-lite

($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) dan B-lite ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), membentuk senyawa-senyawa kalsium silikat dan melalui hidrasi tadi. Senyawa hidrat yang terbentuk di dalam campuran tergantung dari jenis mineral dalam tanah asli, dan senyawa-senyawa hidrat yang dapat terbentuk dalam stabilisasi semen-tanah seperti kalsium silikat dan/atau kalsium aluminat.

2. Reaksi Sementasi Reaksi sementasi yang terjadi pada campuran semen-tanah adalah merupakan reaksi pozzolanic. Dengan bertambahnya waktu reaksi, maka unsur silika (SiO_2) dan unsur alumina (Al_2O_3) yang terkandung di dalam tanah lempung dengan kandungan mineral reaktif, akan membentuk senyawa kalsium silikat hidrat ($\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$). dan/atau senyawa kalsium aluminat hidrat ($\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$). Pembentukan senyawa kimia ini terus-menerus berlangsung untuk waktu yang lama dan menyebabkan tanah menjadi keras dan kuat serta awet, karena ia berfungsi sebagai pengikat (binder).

Hal lain yang memerlukan perhatian 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. Tujuan tindakan perbaikan yang diinginkan.

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

F. EPS

Expanded Polystyrene (EPS) merupakan tipe dari busa plastic yang telah diperkenalkan sebagai material pilihan pada sebagian besar pekerjaan tanah yang menggunakan material ringan. (Horvath,1997)

EPS juga memiliki sifat ramah lingkungan dan aman selama proses pembuatan, konstruksi dan penempatan di dalam tanah. Tidak seperti seperti material sisa lainnya yang digunakan sebagai material ringan timbunan, EPS tidak berpotensi mengalami perubahan kimia atau terjadi reaksi di dalam tanah yang mengakibatkan pembakaran secara konstan atau menimbulkan unsur toxic yang berbahaya serta tidak berpotensi menimbulkan gas berbahaya pada saat ditempatkan di dalam tanah. (Riad, 2004)



Gambar 3. EPS (expanded polystyrene)

G. Pengujian Geser Langsung

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisis-analisis kapasitas dukung tanah, stabilitas lereng, dan gaya dorong dinding penahan tanah.

Menurut (Mohr, 1910), kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi oleh akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Hubungan fungsi antara tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya, dinyatakan menurut persamaan :

$$\tau = f(\sigma) \quad (1)$$

τ = tegangan geser (kN/m^2) pada saat mengalami keruntuhan

σ = tegangan normal (kN/m^2) pada saat kondisi tersebut.

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap gesekan atau tarikan. Bila tanah mengalami pembebanan akan di tahan oleh :

1. Kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan normal yang bekerja pada bidang geser.
2. Gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya (Hardiyatmo, 2010).

Kohesi (cohesion) adalah gaya tarik menarik antara partikel yang dinyatakan dalam satuan berat per satuan luas. Kohesi disebut juga sebagai lekatan antara butiran tanah. Nilai kohesi dapat diperoleh dari pengujian laboratorium yaitu pengujian kuat geser langsung (direct shear strength test) dan pengujian triaxial (triaxial test).

Sudut geser dalam (friction angle) adalah sudut yang dibentuk dari hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser di dalam material tanah. Semakin besar sudut geser dalam suatu material maka material tersebut akan lebih tahan menerima tegangan luar yang dikenakan terhadapnya (Das, 1995).

Uji geser langsung merupakan pengujian yang sederhana dan langsung. Pengujian dilakukan dengan menempatkan contoh tanah ke dalam kotak geser. Kotak ini terbelah, dengan setengah bagian yang bawah merupakan bagian yang tetap dan bagian atas mudah bertranslasi. Kotak ini tersedia dalam beberapa ukuran, tetapi ukuran biasanya mempunyai diameter 6 cm. Metode pengujian pengukuran kuat geser langsung tanah tidak terkonsolidasi dan tidak terdrainase, sehingga diperoleh hasil pengujian yang teliti dan akurat.

H. Penelitian Terdahulu

Penelitian – penelitian terdahulu telah membahas mengenai stabilisasi tanah dengan penambahan semen, seperti yang telah dilakukan seperti yang di lakukan oleh :

1. (Khanif , 2008) : Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Limbah Padat Pabrik Kertas Terhadap Kuat Geser Tanah.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah lempung sebelum dan sesudah pencampuran limbah padat pabrik kertas yang terdiri dari :

Berat jenis (Gs), Batas-batas konsistensi (Atterberg limit), Gradasi butiran tanah, Kepadatan tanah dan Kuat geser tanah. Tanah yang digunakan sebagai bahan penelitian adalah tanah yang diperkirakan berjenis lempung diambil dari badan jalan Penawangan Kabupaten Grobogan pada kilometer 11,3. Tanah diambil dengan menggunakan cangkul pada kedalaman kurang lebih 50-100 cm (diperkirakan tidak mengandung humus). Bahan limbah yang digunakan sebagai stabilisator dalam penelitian ini adalah limbah pabrik kertas yang diambil dari PT. PAPERTECH Magelang Jawa Tengah.

Penelitian ini dibagi dalam dua variasi, yaitu variasi campuran (mixing) dan variasi pemeraman (curing). Variasi campuran meliputi campuran lempung dengan limbah padat pabrik kertas. Daya dukung tanah meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi penambahan limbah padat pabrik kertas dan masa pemeraman. Konsentrasi campuran limbah

padat pabrik kertas ditetapkan 0%, 5%, 10% dan 15% didasarkan pada berat kering tanah. Variasi pemeraman ditetapkan 0 hari, 3 hari, dan 7 hari.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

- a. Menurut sistem AASHTO tanah yang diambil dari Penawangan Kabupaten Grobogan KM 11,3 adalah jenis tanah lempung yang bersifat plastis dan mempunyai sifat perubahan volume yang cukup besar dan masuk dalam kelompok tanah A-7-5. Sedangkan menurut sistim klasifikasi Unified termasuk dalam kelompok CH yaitu lempung organic dengan plastisitas tinggi "lempung gemuk" (fat clay). Berat jenis tanah 2,68 dan jenis mineral lempung sebagian besar adalah montmorillonite.
- b. Limbah padat pabrik kertas memiliki berat jenis (G_s) = 2,22 dan indeks plastisitas (PI) = 0, yaitu bersifat non plastis.
- c. Penambahan limbah padat pabrik kertas hingga 15% menyebabkan batas cair turun sampai 58,40%, batas plastis naik sampai 44,74%, indeks plastisitas turun sampai 13,66%, batas susut naik sampai 17,16% dan faksi lempung turun menjadi 71,40%.
- d. Penambahan limbah padat pabrik kertas sampai 15%, merubah sistem Unified jenis tanah berubah dari kelompok CH menjadi MR, menurut sistem British Standard jenis tanah berubah dari kelompok CH menjadi MV, sedangkan menurut sistem AASHTO jenis tanah tidak mengalami perubahan.

e. Nilai kohesi (c) pada penambahan limbah padat pabrik kertas sampai 10% dengan pemeraman sampai 7 hari mengalami penurunan yang nyata, sedangkan pada penambahan limbah padat pabrik kertas lebih dari 10% pemeraman 7 hari mulai kecenderungan terasa ada, meningkat. Nilai sudut gesek (p) pada penambahan limbah padat pabrik kertas sampai 10% dengan pemeraman sampai 7 hari mengalami peningkatan yang nyata, sedangkan pada, penambahan limbah pabrik kertas lebih dari 10% dengan pemeraman 7 hari mulai menurun kembali. Seiring dengan meningkatnya parameter-parameter kuat geser yang terdiri dari penurunan nilai kohesi (c) dan peningkatan sudut gesek (p) akibat penambahan limbah padat pabrik kertas hingga 10% dan waktu pemeraman hingga 7 hari, berarti daya dukung dari tanah juga akan semakin meningkat.

2. (Muhammad Zardi & Mukhlis, 2015)

Pengaruh Pencampuran Semen Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung Lampoh Keude.

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah dan semen pc. Baik itu untuk pengukuran sifat-sifat fisis maupun pengukuran mekanis. Penelitian ini terdiri dari tiga pengujian utama yaitu pengujian sifat-sifat fisis tanah (mulai dari 0%, 4%, 8%, 12% dan 16%), selanjutnya percobaan pemadatan tanah dan pengujian geser langsung. Pada pengujian sifat-sifat fisis tanah, peralatan yang digunakan terdiri dari flask, sungkup vacum,

timbangan, satu set saringan, mangkuk casagrande, hidrometer, thermometer, mixer dan oven.

Hasil Pembahasan, Klasifikasi menurut AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) dilakukan berdasarkan hasil analisis saringan dan pengujian sifat-sifat fisis tanah. Data dari hasil analisis saringan menunjukkan bahwa tanah yang lolos saringan nomor 200 (\varnothing 0,074 mm) adalah 54,03% lebih dari 36%, sehingga tanah tersebut termasuk tanah lempung dengan simbol kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7. Berdasarkan batas cair (LL) sebesar 54,25% yang lebih besar dari 40%, dan indeks plastis (PI) sebesar 25,68% yang lebih besar dari 11%, maka tanah tersebut dimasukkan dalam kelompok A-7. Kelompok A-7 dibagi lagi atas A-7-5 dan A-7-6. Apabila indeks plastis lebih kecil sama dengan batas cair kurang 30 ($PI \leq LL-30$), maka tanah tersebut dapat digolongkan ke dalam tanah dengan golongan A-7-5 dan apabila indeks plastis lebih besar dari batas cair kurang 30 ($PI > LL-30$), maka tanah tersebut dapat digolongkan ke dalam tanah dengan golongan A-7-6. Berdasarkan pada indeks plastis sebesar 25,68 tanah tersebut digolongkan ke dalam kelompok A-7-6.

Kualitas tanah tersebut dapat ditentukan berdasarkan indeks kelompoknya. Indeks kelompok ditentukan dari nilai batas cair, indeks plastis dan persentase butiran yang lolos saringan 200, dengan menggunakan Persamaan 2.1 yaitu $GI = (0,2 \times 19) + (0,05 \times 19 \times 14) + (0,01 \times 39 \times 16) = 23$ maka didapat indeks kelompoknya. Nilai yang didapat

ini menunjukkan bahwa tanah Desa Lampoh Keude termasuk tanah lempung yang tergolong kedalam kelompok A-7-6.

Penentuan jenis tanah menurut sistem USCS didasarkan pada analisis saringan, batas cair dan batas plastis. Berdasarkan analisa saringan menunjukkan bahwa tanah yang lolos saringan 200 adalah 54,03% yaitu lebih besar dari 50%, sehingga tanah tersebut dimasukkan kedalam fraksi tanah yang berbutir halus. Berdasarkan nilai batas cair sebesar 54,25% yaitu lebih besar dari 50%, tanah tersebut dimasukkan ke dalam kelompok CH.

Penggunaan semen pada material tanah lempung asal Desa Lampoh Keude Kecamatan Kuta Baro Kabupaten Aceh Besar berpengaruh terhadap peningkatan parameter nilai ϕ dan c . Benda uji tanah yang dicampur dengan bahan stabilisasi berupa semen pada material tanah lempung memiliki nilai ϕ dan c lebih tinggi dibandingkan dengan benda uji yang tidak dicampur dengan bahan stabilisasi. Dengan meningkatnya nilai ϕ dan c berarti meningkat pula kemampuan daya dukung tanah tersebut. Dengan demikian penggunaan semen untuk tanah yang mengandung lempung sangat efektif untuk meningkatkan kemampuan daya dukung tanah. Berdasarkan hasil yang diperoleh, semakin tinggi persentase penambahan semen semakin tinggi pula nilai ϕ dan c . Hal ini dapat dilihat pada semen campuran 4%, 8%, 12% dan 16% menunjukkan nilai ϕ dan c yang terus meningkat. Semen berfungsi sebagai material yang merubah sifat-sifat fisis dan mekanis tanah secara proses kimia.

Kesimpulan :

- a. Tanah lempung Desa Lampoh Keude termasuk ke dalam lempung anorganik dengan plastisitas tinggi yang disimbolkan dengan CH menurut sistem USCS dan termasuk golongan A-7-6 menurut sistem klasifikasi AASHTO.
- b. Penambahan campuran semen dapat meningkatkan nilai ϕ dan c tanah lempung.
- c. Semen dapat digunakan sebagai material stabilisasi tanah lempung dan mampu menambah daya dukung tanah.
- d. Kuat geser tanah lempung meningkat sejalan dengan penambahan kadar semen.

3. (Adama, 2017)

Korelasi Daya Dukung Tanah Lempung Dengan Kuat Geser Menggunakan Alat Vane Shear dan Direct Shear.

Tujuan penelitian ini adalah : Mengetahui parameter dan karakteristik kuat geser tanah lempung lunak dengan alat vane shear dan direct shear, Untuk mengetahui perbedaan rata-rata nilai tahanan geser tanah pada kedalaman tertentu dengan alat vane shear dan alat direct shear, Sebagai bahan penelitian untuk menambah pengetahuan, pemahaman dan referensi dalam menganalisis kuat geser tanah khususnya tanah lempung dan lunak dan Sebagai bahan untuk penelitian lanjutan dalam bidang geoteknik.

Adapun bahan penelitian yang digunakan yaitu sampel tanah yang digunakan berupa tanah lempung lunak yang berasal dari daerah Jabung, Lampung Timur. Pengambilan sampel yang dilakukan di daerah Jabung di karenakan daerah tersebut memiliki tanah yang mayoritas adalah persawahan yang sulit di lakukan pembangunan di atasnya. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara pengambilan langsung sampel tanah. Pengambilan sampel tanah menggunakan tabung sampel sebanyak tiga buah, yang digunakan untuk menguji sifat fisik dan karakteristik tanah.

Tabung sampel ditekan perlahan-lahan kedalaman tanah, kemudian diangkat ke permukaan sehingga terisi penuh oleh tanah dan di bagian ujung tabung dilapisi dengan lilin, kemudian ditutup dengan plastik untuk menjaga agar kelembaban sampel tidak berubah, dimana sampel ini disebut tanah tidak terganggu (*undisturbed*). Pengambilan sampel tanah terganggu (*disturbed*) menggunakan karung sebanyak empat buah, tanah yang di ambil dengan karung tersebut akan di masukan ke dalam kotak yang terbuat dari kaca yang sudah disiapkan sebagai media untuk pengujian vane shear dan direct shear dengan permodelan laboratorium.

Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung. Adapun pengujian yang dilakukan adalah Pengujian fisik tanah pada tanah asli. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik tanah yang digunakan sebagai bahan sampel. Kemudian hasil dari pengujian akan dianalisis sesuai dengan klasifikasi

tanah menurut USCS dan AASHTO untuk mengetahui tanah tersebut termasuk klasifikasi tanah.

Pengujian Direct Shear, pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan sudut geser dalam (ϕ) dan nilai kohesi (c) dari suatu jenis tanah. Pada pengujian ini tanah yang digunakan adalah tanah dalam keadaan tidak jenuh yang diambil pada kedalaman 30 cm pada 3 titik berbeda dan pada kedalaman 50 cm sebanyak 3 titik berbeda dilakukan dalam kotak kaca untuk permodelan laboratorium yang sudah disiapkan, lalu dilakukan penjenuhan tanah dengan cara memasukan air dan hitung air yang diperlukan untuk penjenuhan tanah dan dilakukan uji direct shear pada kedalaman 30 cm di 3 titik berbeda, dan pada kedalaman 50 cm di 3 titik berbeda.

Kesimpulan :

- a. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO digolongkan pada kelompok tanah A-7 (tanah berlempung), dan klasifikasi berdasarkan USCS tanah tersebut digolongkan kedalam kelompok tanah CH yaitu tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi.
- b. Dari hasil pengujian uji geser langsung (Direct Shear Test) dan uji geser baling (Vane Shear Test) diketahui bahwa nilai kuat geser pada uji geser langsung (Direct Shear Test) lebih kecil dibandingkan dengan uji geser baling (Vane Shear Test) di

karenakan uji pada pengujian geser langsung dilakukan 3 kali pembebanan.

- c. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan kuat geser rata-rata tanah remoulded lebih besar dibandingkan dengan tanah jenuh di dua pengujian yang telah dilakukan yaitu uji geser langsung (Direct Shear test) dan uji geser baling (Vane Shear Test) dikarenakan pada tanah kondisi jenuh mempunyai kadar air yang lebih tinggi.

4. (Muktiaji, 2016)

Tinjauan Kuat Geser Tanah Lempung Kecamatan Sukadono Kabupaten Sragen Yang Distabilisasi Dengan Bubuk Arang Kayu.

Pada penelitian ini terdiri dari empat tahap pelaksanaan. Tahap pertama merupakan tahap awal dimulai dengan studi literatur dan penyediaan bahan yaitu sampel tanah dan bubuk arang kayu. Tanah yang dipakai berasal dari Desa Bendo Kecamatan Sukodono Kabupaten Sragen, tanah diambil dengan keadaan sampel tanah terganggu. Arang kayu didapat dari pasar Kleco Surakarta. Sebelum arang kayu dipakai, terlebih dahulu arang kayu dibuat menjadi bubuk dengan bantuan mesin Los Angeles kemudian arang kayu disaring menggunakan saringan No. 50. Bubuk arang kayu yang lolos saringan No. 50 digunakan sebagai bahan stabilisasi pada tanah.

Tahap kedua adalah uji fisis pada tanah asli dan tanah campuran dengan persentase penambahan bubuk arang kayu sebesar 0%; 5%; dan

7,5%. Uji fisis yang dilakukan meliputi kadar air, berat jenis, batas-batas Atterberg (Liquid Limit, Plastic Limit, Shrinkage Limit), dan analisa ukuran butiran. Kemudian melakukan uji kepadatan tanah dengan metode Standard Proctor untuk mendapatkan kepadatan maksimum dan kadar air optimum. Kadar air tersebut kemudian digunakan untuk pembuatan benda uji untuk pengujian Direct Shear Test. Uji fisis dan uji kepadatan tanah (Standard Proctor) pada tanah asli dan tanah campuran dilakukan dengan perawatan 0, 3, dan 7 hari.

Tahap ketiga merupakan pembuatan sampel benda uji tanah asli dan tanah campuran untuk uji DST dengan perawatan 0, 3, dan 7 hari. Kemudian dilakukan uji DST pada tanah asli dan tanah campuran.

Tahap keempat merupakan pembahasan dari hasil pengujian yang didapat dari tahap kedua dan ketiga. Pada tahap ini dapat dibuat kesimpulan akan hasil yang didapat dan saran jika diperlukan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan analisa data maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Nilai PI tanah asli didapat 51,77%, LL 86%, PL 34,23%, SL 15,33%, dan specific gravity sebesar 2,735 hal ini menunjukkan bahwa tanah Sukodono merupakan tanah lempung dengan plastisitas tinggi yang bersifat kohesif. Pada sistem AASHTO, tanah asli termasuk kelompok A-7-5 yang merupakan tanah lempung bersifat buruk dan tidak baik digunakan sebagai lapis Grafik.

- b. Hubungan antara sudut geser dalam (ϕ) dengan persentase campuran dan lama perawatan 10 pondasi perkerasan jalan dan bangunan. Pada sistem klasifikasi tanah menurut USCS, tanah asli termasuk kelompok CH yang berarti tanah lempung dengan plastisitas tinggi. Pada tanah campuran nilai batas cair, batas susut, indeks plastis, dan berat jenis mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase bubuk arang kayu dan lamanya perawatan. Nilai kadar air dan batas plastis mengalami kenaikan. Klasifikasi tanah campuran pada sistem AASTHO termasuk kelompok A-7-6 yang merupakan tanah lempung dengan sifat buruk dan tidak baik digunakan sebagai lapis pondasi perkerasan jalan dan bangunan. Berdasarkan klasifikasi tanah menurut USCS, tanah campuran termasuk kelompok CH yang berarti tanah lempung dengan plastisitas tinggi.
- c. Hasil uji pemadatan menunjukkan bahwa semakin besar persentase campuran bubuk arang kayu dan semakin lamanya perawatan, berat volume kering maksimum mengalami penurunan dan kadar air optimum mengalami peningkatan. Pada uji kuat geser nilai kohesi tanah campuran lebih kecil dari tanah asli. Nilai kohesi tanah campuran cenderung mengalami penurunan pada persentase 5% bubuk arang kayu. Pada tanah campuran dengan 7,5% bubuk arang kayu nilai kohesi cenderung naik tetapi tidak signifikan dan di bawah kohesi tanah campuran 5% bubuk arang

kayu. Sudut gesek dalam cenderung mengalami kenaikan seiring dengan lamanya perawatan pada tanah campuran dengan persentase 5% bubuk arang kayu. Pada persentase campuran 7,5% bubuk arang kayu dan semakin lamanya perawatan, dihasilkan sudut gesek dalam yang semakin kecil. Nilai tegangan normal dan tegangan geser cenderung mengalami penurunan pada tanah campuran. Nilai tegangan normal dan tegangan geser terbesar terdapat pada tanah asli sedangkan tegangan normal dan tegangan geser terkecil terdapat pada tanah campuran dengan persentase 7,5% bubuk arang kayu perawatan 3 hari.

5. (Muhammad , Anas , & Masrizal, 2017)

Perilaku Kuat Geser Tanah Terstabilisasi Semen Untuk subgrade Jalan.

Pengujian dilakukan di Lab. Mekanika Tanah Universitas Islam Riau, Pekanbaru. Sebelum dilakukan pencampuran dengan semen, tanah asli diuji sifat-sifat fisiknya. Hasil pengujian sifat-sifat fisik tanah asli. menurut klasifikasi USCS bahwa tanah asli termasuk ke dalam tanah berbutir kasar karena lebih dari 50% tertahan saringan no. 200 (0,075 mm). Begitu juga menurut klasifikasi AASHTO bahwa tanah asli termasuk material granular karena kecil dari 35% lolos saringan no. 200 (0,075).

Pengaruh penambahan semen terhadap berat spesifik dapat dilihat, bahwa semen mampu meningkatkan berat spesifik (Gs) tanah. Semakin

bertambah kadar semen, maka semakin besar berat spesifiknya. Terlihat bahwa semen memberikan pengaruh pada konsistensi tanah. Batas cair semakin menurun seiring penambahan kadar semen. Hal ini terjadi karena reaksi kimia antara semen dengan air. Batas plastis semakin naik seiring penambahan kadar semen. Hal ini merupakan kelanjutan dari proses reaksi kimia semen dengan air, maka batas plastis meningkat. Kenaikan batas plastis tersebut disebabkan karena butiran tanah menjadi lebih besar dari sebelumnya (Hardiyatmo, 2010). Indeks plastisitas tanah sebesar 10,14% semakin menurun seiring penambahan kadar semen menjadi 4,13%, yang artinya semen mampu mengurangi plastisitas tanah, dan menurut Jumikis dalam (Hardiyatmo, 2012) terjadi perubahan sifat tanah dari plastisitas sedang (7% - 17%) menjadi plastisitas rendah (< 7%).

Hubungan lama pemeraman terhadap kohesi dan sudut geser dapat dilihat bahwa semakin banyak kadar semen, maka semakin tinggi kohesi, kohesi tanah terstabilisasi meningkat seiring lama pemeraman. Secara umum kohesi tanah meningkat hingga lama pemeraman 14 hari dan kohesi cenderung menurun setelahnya. Penurunan kohesi tidak menjadikan menurunnya kekuatan tanah, tetapi sebaliknya diiringi dengan meningkatnya sudut geser. Sudut geser dipengaruhi oleh gesekan antar butiran tanah yang telah bercampur semen. Dapat dilihat bahwa peningkatan sudut geser konsisten meningkat seiring lama pemeraman dan diikuti dengan kenaikan kohesi tertinggi terjadi pada penambahan kadar semen 15%. Sedangkan penambahan kadar semen 5% dan 10%, kekuatan

tanahnya masih belum memenuhi kuat dukung. Hal ini karena pada kadar semen 5%, semen terlalu sedikit sehingga tidak seluruhnya mengikat butiran tanah, menyebabkan geseran antar butiran tanah berkurang dan lemah. Sedangkan pada kadar semen 10%, jumlah semen sudah mencukupi dalam komposisi campuran, tetapi masih berupa kekuatan sementara yang belum memenuhi terhadap daya tahan karena memiliki indeks plastisitas, $PI = 7,07\%$ ($> 6\%$). Hal ini menunjukkan bahwa semen memberikan pengaruh bagi kuat geser tanah. Peningkatan kuat geser terjadi karena semen mampu mengikat butiran tanah menjadi keras dan padat. Peningkatan kuat geser dipengaruhi oleh berkurangnya derajat kejenuhan benda uji. Dimana panas hidrasi semen membuat kadar air berkurang seiring lama pemeraman dan berkurangnya volume rongga karena membesarnya ukuran butiran tanah. Penambahan kadar semen dapat merubah karakteristik tanah. Perubahan tipikal tanah berupa besaran kohesi dan sudut geser dari percobaan triaksial UU.

Terjadi peningkatan kekuatan tanah seiring lama pemeraman dan kadar semen. Kekuatan tanah naik secara berangsur-angsur seiring lama pemeraman. Kenaikan tertinggi terjadi pada penambahan kadar semen 15% pada lama pemeraman 28 hari dengan persentase kenaikan sebesar 1693,7% dari tanah asli. Kenaikan kekuatan tanah karena semen bereaksi dengan air untuk mengikat partikel-partikel tanah dan menjadikan tanah memadat dan mengeras yang kemudian seiring lama pemeraman membuat kekuatan tanah naik secara berangsur-angsur.

Kesimpulan :

- a. Berdasarkan hasil pengujian parameter tanah asli, menurut klasifikasi AASHTO bahwa tanah termasuk ke dalam kelompok A-2-6 (4 maks) yaitu pasir dan menurut klasifikasi USCS bahwa tanah termasuk simbol kelompok SC yaitu tanah jenis pasir berlempung. Nilai indeks plastisitas tanah asli sebesar 10,14%.
- b. Dari pengujian triaksial UU, diperoleh sudut geser (ϕ) tanah asli sebesar 29° dan kohesi (c) sebesar 27 kN/m² . Sedangkan dari pengujian tekan bebas, diperoleh kuat geser (c) tanah asli sebesar 54,5 kN/m² .
- c. Semen mampu mengurangi sifat plastisitas tanah dari plastisitas sedang menjadi plastisitas rendah yang diuji segera setelah pencampuran.
- d. Pencampuran tanah-semen dengan kadar semen sebanyak 15% dari berat kering tanahnya, mampu meningkatkan kuat geser tanah yang optimal.

6. (Muhammad Fitriansyah , Irwandy, & Pradhitya, 2018):

Pengaruh Penambahan Adiktif Pada Tanah Gambut Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah.

Tujuan dari penelitian ini adalah, Mengetahui pengaruh tanah gambut yang distabilisasi dengan bahan aditif Ecocure21 + semen dan tanah gambut + semen terhadap sifat fisis, Mengetahui pengaruh tanah

gambut yang distabilisasi Ecocure21 + semen dan tanah gambut distabilisasi semen terhadap nilai kuat geser tanah.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa,

- a. Pengaruh tanah gambut yang distabilisasi dengan bahan aditif Ecocure21 + semen terhadap sifat fisis, mekanis dan kimiawinya.
 - 1) Sifat Fisis Dengan adanya penambahan semen dan bahan aditif Ecocure21 dengan kondisi pencampuran 75 gram Ecocure21 dapat menurunkan kadar air tanah gambut dari 404,8% menjadi 239,8%. Meningkatkan nilai berat jenis semula 1,404 menjadi 1,532. Meningkatkan nilai berat volume tanah dari 1,18 kg/cm² menjadi 1,29 kg/cm² . Menurunkan kadar organik tanah gambut dari 19,27% menjadi 10,21% dan menurunkan nilai kadar abu dari 13,12% menjadi 6,32%.
 - 2) Sifat Mekanis (Vane Shear) Dengan penambahan semen dan Ecocure21 terhadap kondisi tanah asli gambut dapat menaikkan nilai Su tanah asli sebesar 0,31%.
 - 3) Sifat Kimia Penambahan semen dan Ecocure21 sangat memberikan pengaruh terhadap nilai keasaman gambut yang semula mempunyai pH sebesar 3,59 menjadi 10,17. Pada pengujian SEM dapat diketahui bahwa dengan adanya penambahan semen dengan Ecocure21 partikel tanah terlihat membesar dan warna partikel tanah terlihat lebih cerah seiring

semakin banyaknya penambahan semen dan Ecocure21, maka semakin rapat pori porositas partikel tanah gambut. Hal tersebut disebabkan terjadinya pembentukan gumpalan partikel tanah (flokulasi) akibat reaksi hidrasi semen pada tanah gambut.

- b. Pengaruh tanah gambut yang distabilisasi dengan semen terhadap sifat fisis, mekanis dan kimiawinya.

1) Sifat Fisis

Dengan adanya penambahan 500 gram semen dapat menurunkan kadar air tanah gambut dari 404,8% menjadi 196,3%. Meningkatkan nilai berat jenis sebesar 1,565. Meningkatkan nilai berat volume tanah dari 1,18 kg/cm² menjadi 1,26 kg/cm². Menurunkan kadar organik tanah gambut dari 19,27% menjadi 14,98% dan menurunkan nilai kadar abu dari 13,12% menjadi 12,54%.

2) Sifat Mekanis (Vane Shear)

Dengan penambahan semen dan Ecocure21 terhadap kondisi tanah asli gambut dapat menaikkan nilai S_u tanah asli sebesar 0,45%.

3) Sifat Kimia

Penambahan semen dan Ecocure21 sangat memberikan pengaruh terhadap nilai keasaman gambut yang semula mempunyai pH sebesar 3,59 menjadi 10,21. Pada

pengujian SEM (Scanning Electron Microscope) dapat diketahui bahwa dengan adanya penambahan semen maka akan menyebabkan semakin rapat pori porositas partikel tanah gambut. Hal tersebut disebabkan terjadinya pembentukan gumpalan partikel tanah (flokulasi) akibat reaksi hidrasi semen pada tanah gambut.

Korelasi dari hasil pengujian vane shear dapat diketahui bahwa dengan adanya penambahan aditif dan semen dapat meningkatkan nilai dari kuat geser tanah yaitu nilai c dan ϕ dari tanah gambut.

7. (Purwati, Rokhman, & Hendrik, 2019)

Pengaruh Kadar Semen Terhadap Stabilitas Tanah Lempung Ditinjau Dari Kuat Geser Tanah.

Tujuan Penelitian ini untuk mengidentifikasi karakteristik tanah asli Jalan Makam Kelurahan Malason Distrik Aimas Kabupaten Sorong dan untuk menganalisis seberapa besar pengaruh semen terhadap nilai kuat geser tanah. Metode yang digunakan metode eksperimen yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan pengujian untuk mendapatkan data. Data tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan perbandingan dengan syarat-syarat yang ada, kemudian menganalisa data tersebut berdasarkan teori yang berkaitan dengan kondisi dari sampel tanah tersebut. Lokasi pengambilan sampel tanah terletak di Jalan Makam, Kelurahan Malason, Distrik Aimas, Kabupaten Sorong.

Sampel tanah yang diambil adalah sampel tanah terganggu (distributed soil) dan yang menjadi bahan pertinjauan penelitian disini akan dilakukan pengujian dengan kadar pencampuran semen yang berbeda untuk mengetahui daya dukung tanah tersebut. Dalam pengumpulan data penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sorong. Waktu penelitian dilakukan dari bulan Mei sampai Agustus.

Metode pencampuran untuk masing masing presentasi semen adalah : Tanah sampel diambil dari lokasi pengambilan terlebih dulu di keringkan secara alami dengan cara dihampar di bawah sinar matahari. Tanah yang telah kering diayak menggunakan saringan No. 4 (4,75 mm). Tanah yang diayak dan di timbang sesuai dengan yang dibutuhkan. Semen yang dicampur dengan sampel tanah yang telah di tumbuk dan lolos saringan No.4 (4,75 mm) dengan presentasi semen 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% dari berat sampel tanah. Pencampuran dilakukan dengan cara menimbang sampel tanah dan semen sesuai kadar masingmasing pada tiap campuran kemudian mencampurkan dua bahan tersebut kemudian di padatkan dengan cara pemadatan (compaction). Pembuatan masing-masing benda uji untuk pemadatan dengan kadar air optimum diambil dari hasil pengujian proctor test, berat tanah tiap mold , berat mold, luas mold, tinggi jatuh penumbuk dengan 5 lapisan. Sampel tanah dari mold dikeluarkan dengan ekstruder. Setelah sampel dikeluarkan dan dilakukan koreksi terhadap tinggi sampel dengan cara memotong sampel dengan wire

saw. Setelah itu dibuat pencampuran benda uji ditimbang tanah dan campuran sebanyak 1kg. Tanah dan campuran yang telah di timbang di tambah air dari sesuai kadar air optimum yang di dapat dari pengujian pemadatan, dan dari pengujian pemadatan (compaction) itu di dapat nilai berat isi basah, lalu dari nilai itu dikalikan dengan volume ring. Dan dari perhitungan tersebut di dapat berat isi tanah yang harus di cetak didalam ring. Semua tanah yang di timbang harus masuk di dalam ring, setelah dipadatkan tanah di keluarkan dari ring. Kemudian benda uji tersebut di peram selama 3x24 jam, dalam proses pemeraman di usahakan benda uji di tutup sehingga tidak ada udara yang masuk ke dalam benda uji. Masing-masing benda uji dibuat sebanyak 3 buah untuk pengujian geser langsung.

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian antara lain :

- a. Berdasarkan pengujian fisis, menurut klasifikasi USCS tanah termaksud jenis CH yaitu tanah tak organik dengan plastisitas tinggi lempung gemuk. Begitupun pada klasifikasi AASHTO tanah termaksud golongan A-7-6 yaitu tanah lempung, yang berarti bahwa tanah asli di Jalan Makam Kelurahan Malason, Distrik Aimas, Kabupaten Sorong adalah tanah lempung.
- b. Pengaruh penambahan semen telah meningkatkan nilai daya dukung tanah, penambahan campuran semen dapat meningkatkan nilai tegangan geser, kohesi dan sudut geser. Peningkatan nilai tegangan geser, kohesi dan sudut geser tertinggi pada campuran 10% dengan waktu pemeraman 3 hari

dengan nilai tegangan geser sebesar 0.541 kg/cm^2 , kohesi sebesar $0,172 \text{ kg/cm}^2$ dan sudut geser sebesar $42,61^\circ$ yang berarti bahwa semen dapat digunakan sebagai material stabilitas tanah lempung dan kuat geser tanah lempung meningkat sejalan dengan penambahan kadar semen.