

SKRIPSI

**UJI KARAKTERISTIK KUAT TEKAN ELEMEN BLOK
TANAH SEDIMEN - EPS YANG TERSTABILISASI SEMEN**

Disusun dan diajukan oleh:

**RULY SULTAN SIAHAAN
D011 19 1138**



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

UJI KARAKTERISTIK KUAT TEKAN ELEMEN BLOK TANAH SEDIMEN - EPS YANG TERSTABILISASI SEMEN

Disusun dan diajukan oleh

RULY SULTAN SIAHAAN
D011 19 1138

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 30 Agustus 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. Abd. Rahman Djamaluddin, MT

NIP: 195910101987031003

Pembimbing Pendamping,



Ir. Sitti Hijraini Nur, ST, MT

NIP: 197711212005012001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, MEng

NIP: 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;
Nama : Ruly Sultan Siahaan
NIM : D011191138
Program Studi : Teknik Sipil
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{ UJI KARAKTERISTIK KUAT TEKAN ELEMEN BLOK TANAH SEDIMEN
- EPS YANG TERSTABILISASI SEMEN }

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

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.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 30 Agustus 2023

Yang Menyatakan



METERAI
TEMPEL
Rp. 10.000
4CAKX63834Z795

Ruly Sultan Siahaan

ABSTRAK

RULY SULTAN SIAHAAN. UJI KARAKTERISTIK KUAT TEKAN ELEMEN BLOK TANAH SEDIMEN – EPS YANG TERSTABILISASI SEMEN (Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Abd. Rachman Djamaluddin, MT dan Ir. Sitti Hijraini Nur, ST., MT)

Fenomena sedimentasi yang terjadi di Waduk Bili-Bili semakin memprihatinkan karena dapat mengancam keberlanjutan fungsi waduk. Masalah ini perlu segera ditangani agar meminimalisir gangguan pada fungsi waduk di kemudian hari. Dengan demikian, diperlukan suatu penelitian pada tanah sedimen waduk bili-bili untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis serta pengaruh stabilisasi terhadap tanah sedimen tersebut sebagai parameter penentuan daya dukung sebagai bentuk pemanfaatan limbah sedimentasi waduk.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan semen dan EPS terhadap nilai Kuat Tekan Bebas tanah sedimen, serta pengaruh masa pemeraman terhadap nilai Kuat Tekan Bebas tanah terstabilisasi semen.

Untuk mengetahui pengaruh penambahan semen dan eps terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas maka dilakukan penelitian penambahan semen dengan variasi sebesar 3%, 5%, 7%, dan 9%. Sedangkan variasi EPS sebesar 0.5% dan 0.75%. Tanah sedimen yang digunakan adalah tanah sedimen hasil pengerukan pada Waduk Bili-bili yang berlokasi di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Pencampuran tanah sedimen dengan semen dilakukan dengan masa pemeraman 0 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh penambahan semen pada tanah sedimen Waduk Bili-bili dengan masa pemeraman tertentu dapat meningkatkan daya dukung tanah. Dimana semakin tinggi persentase kadar semen yang di tambahkan dan lamanya masa pemeraman mengakibatkan nilai Kuat Tekan Bebas makin meningkat. Berbanding terbalik dengan EPS, penambahan EPS menurunkan daya dukung tanah serta berat isi tanah kering. Diperoleh Nilai Kuat Tekan Tertinggi dari kedua variasi penambahan EPS yaitu pada variasi penambahan semen 9% dan EPS 0.5% dengan masa pemeraman 28 hari sebesar 972.16 kN/cm².

Kata Kunci: Tanah Sedimen, Semen, EPS, Kuat Tekan Bebas

ABSTRACT

RULY SULTAN SIAHAAN. *CHARACTERISTIC TEST UNCONFINED COMPRESSION STRENGTH OF SEDIMENT SOIL BLOCK ELEMENT –EPS STABILIZED CEMENT* (Advisor by Prof. Dr. Ir. Abd. Rachman Djamaluddin, MT and Ir. Sitti Hijraini Nur, ST., MT.)

The phenomenon sedimentation at Bili-Bili Reservoir increasingly apprehensive because it can threaten the sustainability of the function of the reservoir. This problem needs to be addressed immediately in order to minimize disruption to reservoir function in the future. Thus, a research is needed on the sedimentary soil of the Bili-bili reservoir to determine the physical and mechanical properties as well as the effect of stabilization on the sedimentary soil as a parameter for determining bearing capacity as a form of utilization of reservoir sedimentation wastes.

The aims of this study is to determine the effect of adding cement and EPS at the UCS value of compacted soil, and the effect of curing days at UCS value of cement stabilized soil.

To determine the effect of the addition of cement and eps at the UCS Value, a research was carried out with the addition of cement by 3%, 5%, 7%, and 9% variation. While the EPS variation are 0.5% and 0.75%. The sedimentary soil used is dredged sedimentary soil at the Bili-bili Reservoir, located in Gowa Regency, South Sulawesi. Mixing of sedimentary soil with cement was carried out with curing periods of 0 days, 7 days, 14 days and 28 days. This research was conducted at the Laboratory of Soil Mechanics, Faculty of Engineering, Hasanuddin University.

Based on the research results, the addition of cement to the sedimentary soil of the Bili-bili Reservoir with a certain curing period can increase the bearing capacity of the soil. The higher the percentage of cement content and the longer the curing period, then the higher the UCS value. In contrast to EPS, the addition of EPS decreases soil bearing capacity and dry unit weight of soil. The highest UCS values were obtained from the two variations of EPS, namely the addition of 9% cement and 0.5% EPS with a curing period of 28 days of 972.16 kN/cm².

Keywords: Sediment Soil, Cement, EPS, UCS

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
KATA PENGANTAR	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan	2
1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan	3
1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Definisi Tanah.....	5
2.2 Klasifikasi Tanah	6
2.2.1 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur	6
2.2.2 Sistem Klasifikasi Berdasarkan Pemakaian	8
2.3 Karakteristik Lanau	14
2.4 Stabilisasi Tanah	15
2.5 Semen.....	18
2.6 EPS (<i>Expanded Polystyrene System</i>)	22
2.7 Kuat Tekan Bebas (<i>Expanded Polystyrene System</i>).....	22
2.8 Penelitian Terdahulu	23

BAB III METODE PENELITIAN/PERANCANGAN	30
3.1 Lokasi Penelitian.....	30
3.2 Metode Pengumpulan Data	30
3.3 Kerangka Alir Penelitian.....	30
3.4 Material	32
3.4.1 Tanah Asli	32
3.4.2 Semen.....	33
3.4.3 EPS (<i>Expanded Polystyrene System</i>)	33
3.5 Standar Pengujian.....	34
3.6 Pengujian Karakteristik Tanah Asli	34
3.7 Optimalisasi Bahan Stabilisator	35
3.8 Prosedur Pengujian Sampel.....	36
3.8.1 Uji Sifat Fisis	36
3.8.2 Uji Sifat Mekanis	39
3.9 Proses Pembuatan Benda Uji	40
3.10 Pengujian Kuat Tekan Bebas dengan Metode Pemeraman.....	40
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli.....	42
4.1.1 Karakteristik Sifat Fisis Tanah.....	42
4.1.2 Karakteristik Sifat Mekanis Tanah	46
4.2 Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Strength</i>)	47
4.2.1 Kuat Tekan Bebas Tanah + Semen	49
4.2.2 Kuat Tekan Bebas Tanah + Semen + EPS 0.5%	50
4.2.3 Kuat Tekan Bebas Tanah + Semen + EPS 0.75%	52
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Klasifikasi Berdasarkan Tekstur oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat	8
Gambar 2 Grafik Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO	11
Gambar 3 Bagan Alir Penelitian.....	31
Gambar 4 Tanah Asli.....	33
Gambar 5 Semen	33
Gambar 6 EPS (<i>Expanded Polystyrene System</i>).....	34
Gambar 7 Contoh Benda Uji	40
Gambar 8 Grafik Hasil Pengujian Batas Cair.....	43
Gambar 9 Grafik Gradasi Butiran	44
Gambar 10 Penggolongan Klasifikasi Tanah Asli Menurut Sistem USCS.....	46
Gambar 11 Grafik Hubungan Kadar Air dengan Berat Isi Tanah Kering Hasil Kompaksi Pada Tanah Asli.....	47
Gambar 12 Grafik Hubungan Berat Isi Tanah Kering (γ_{dry}) terhadap penambahan variasi semen pada tiap penambahan EPS	48
Gambar 13 Grafik Hubungan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) terhadap Penambahan Variasi Semen Setelah Masa Pemeraman	49
Gambar 14 Grafik Hubungan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) terhadap Penambahan Variasi Semen dan EPS 0.5 % setelah Masa Pemeraman	51
Gambar 15 Grafik Hubungan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) terhadap Penambahan Variasi Semen dan EPS 0.75% setelah Masa Pemeraman	52

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO	10
Tabel 2 Sistem Klasifikasi Tanah Unified (USCS).....	13
Tabel 3 Variasi Kadar Semen Sesuai Jenis Tanah Untuk Perkerasan Jalan (Pavement Construction).....	20
Tabel 4 Klasifikasi Konsistensi Tanah Berdasarkan Nilai Kuat Tekan Bebas	23
Tabel 5 Standar Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Berdasarkan ASTM.....	34
Tabel 6 Jumlah Benda uji untuk pengujian pada tanah asli	35
Tabel 7 Variasi Persentase Komposisi Bahan Stabilisasi.....	35
Tabel 8 Penggolongan Klasifikasi Tanah Asli Menurut Sistem AASTHO	45
Tabel 9 Nilai Berat Isi Kering (γ_{dry}) pada Benda Uji Setelah Penambahan EPS	48
Tabel 10 Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) pada Benda Uji Setelah Masa Pemeraman.....	49
Tabel 11 Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Benda Uji Penambahan EPS 0.5% Setelah Masa Pemeraman	50
Tabel 12 Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) Benda Uji Penambahan EPS 0.75% Setelah Masa Pemeraman	52

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
A	Luas penampang
AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Material</i>
C	Semen
cm	Sentimeter
DS	Tanah asli
EPS	<i>Expanded Polystyrene System</i>
k	Proving ring calibration
kg	Kilogram
kN	Kilo Newton
LL	Liquid limit
mm	Millimeter
PI	Plastic Index
PL	Plastic limit
R	Pembacaan maksimum
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
UCS	<i>Unconfined Compression Strength</i>
Qu	Kuat Tekan Bebas
%	Persen
γ	Berat isi
ω	Kadar air

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengujian.....	58
Lampiran 2 Dokumentasi.....	77

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkatNya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan program studi sarjana di departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanudin.

Tugas akhir ini memerlukan proses yang tidak mudah dan singkat. Perjalanan yang dilalui penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari tangan-tangan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan, baik berupa materi maupun dukungan moril. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

1. **Tuhan Yesus Kristus** yang selalu ada dan memberi jalan dalam segala kondisi perkuliahan penulis hingga tugas akhir ini terselesaikan.
2. Kedua orang tua, yaitu mama **Rosmauli Sihotang** dan juga papa **Tigor Siahaan** atas kasih sayang dan juga dukungan selama ini, baik secara material maupun spiritual, karena penulis tidak akan mampu menyelesaikan tugas akhir ini tanpa nasihat, nasihat, dan doa yang tiada hentinya terpanjatkan kepada Tuhan Yesus.
3. Bapak **Prof. Dr. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., IPM., ASEAN Eng.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **Prof. Dr. H. Muh. Wihardi Tjaronge, ST., M.Eng.**, dan Bapak **Dr. Eng. Ir. Bambang Bakri, S.T., M.T.**, selaku Ketua dan Sekertaris Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak **Prof. Dr. Ir. Abd. Rachman Djamaluddin, MT** selaku dosen pembimbing I, yang telah memberi bimbingan dan arahan serta waktu yang telah diluangkan mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
6. Ibu **Ir. Sitti Hijraini Nur, ST., MT** selaku dosen pembimbing II, atas segala arahan dan bimbingannya hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

7. Bapak **Prof. Dr. Ir. Abdul Rachman Djamaluddin, MT**, selaku Kepala Laboratorium Mekanika Tanah Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberi izin atas segala fasilitas yang digunakan selama penelitian.
8. Saudara terkasih, **Rina Siahaan**, dan **Julius Kaisar Siahaan** yang selalu memberikan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Seluruh dosen, staff, dan karyawan Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu dan mendukung penulisan tugas akhir ini.
10. Kakak **Nurul Marfu'ah As** yang telah sabar dan teguh membantu penulis dalam pengerjaan penelitian di laboratorium dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. **Keluarga besar Laboratorium Mekanika Tanah**, Kak Zailnal, Jaemshon, Sara, Upii, Muti, Yayat, Megumi, Yusril, Melda, Spok, Aisa dan Danti yang menemani keseharian penulis di lab.
12. **Teman – teman seperjuangan KKD Geoteknik 2019**, terkhususnya **Jaemson** yang membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian di laboratorium.
13. **Teman – teman Angkatan 2019 (Portland 2020)** yang telah menemani dalam menjalani kehidupan sehari-hari di kampus, terimakasih atas segala bantuan dan semua cerita yang telah terukir, semoga tali silaturahmi tetap terjalin.
14. Keluarga besar KMKO Sipil terkhususnya **Geometrik** yang saling mendukung dan mendoakan satu sama lain.
15. **Hotzpring 09** yang selalu memberikan semangat dalam menjalani proses perkuliahan dan pergaulan sampai pada pengerjaan tugas akhir ini.
16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dengan semua bantuan dan dukungan yang telah diberikan hingga terselesainya penyusunan tugas akhir ini.

Tiada kata yang dapat mendeskripsikan rasa terimakasih penulis selain memohon kepada Tuhan Yang Maha Esa agar selalu melimpahkan berkatnya kepada kita semua. Akhir kata, penulis menyadari setiap karya manusia tiada yang sempurna. Oleh karena itu saran dan masukan yang membangun diharapkan penulis untuk pengembangan penelitian di masa mendatang. Semoga karya ini dapat bermanfaat.

Gowa, Agustus 2023

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai adalah saluran alami yang ada di bumi yang menampung dan menyalurkan air hujan dari daerah yang tinggi ke daerah yang lebih rendah dan akhirnya bermuara di danau atau di laut atau pun di waduk. Aliran sungai merupakan aliran permukaan yang dapat menjadi sumber air baku guna memenuhi kebutuhan manusia akan sumber air, didalam aliran air terangkut juga material-material sedimen yang berasal dari proses erosi yang terbawa oleh aliran air dan dapat menyebabkan terjadinya pendangkalan akibat sedimentasi dimana aliran air tersebut akan bermuara.

Sedimen yang terbawa oleh air sungai dapat dibedakan dua yaitu muatan dasar (bed load) dan muatan melayang (suspended load). Muatan dasar adalah material sedimen yang bergerak di sepanjang dasar sungai, muatan dasar sering sekali bergerak menyebabkan permukaan dasar sungai mengalami kenaikan dan penurunan dasar sungai. Sedangkan muatan melayang adalah material sedimen dalam bentuk suspensi karena aliran turbulen pada 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.

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang ada, sehingga didapatkan sifat-sifat tanah yang memenuhi syarat-syarat teknis untuk lokasi konstruksi bangunan. Tujuan lain dari stabilisasi tanah yaitu untuk memperbaiki kondisi tanah tersebut, kemudian mengambil tindakan yang tepat terhadap masalah-masalah yang dihadapi. Dalam penelitian ini metode stabilisasi digunakan untuk melihat pengaruh penambahan bahan campuran (additive) yaitu semen dan eps terhadap perubahan nilai daya dukung tanah sedimen Waduk Bili-bili. Dari uraian yang telah dikemukakan diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul:

[“UJI KARAKTERISTIK KUAT TEKAN ELEMEN BLOK TANAH SEDIMEN - EPS YANG TERSTABILISASI SEMEN”]

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik tanah sedimen Waduk Bili-bili yang digunakan pada penelitian?
2. Bagaimana pengaruh variasi campuran semen dan masa pemeraman terhadap tanah sedimen Waduk Bili-bili terhadap karakteristik mekanis tanah tersebut?
3. Bagaimana pengaruh variasi campuran EPS dengan tanah-semen terhadap nilai kuat tekan bebas tanah sedimen Waduk Bili-bili terstabilisasi semen?

1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini ialah :

1. Mengetahui karakteristik dan klasifikasi tanah sedimen Waduk Bili-bili yang digunakan pada penelitian.
2. Mengetahui pengaruh variasi campuran semen dan masa pemeraman terhadap tanah sedimen Waduk Bili-bili terhadap karakteristik mekanis tanah tersebut.
3. Mengetahui pengaruh variasi campuran EPS dengan tanah-semen terhadap nilai kuat tekan bebas tanah sedimen Waduk Bili-bili terstabilisasi semen.

1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan

Adapun manfaat yang diharapkan pada penelitian ini yaitu :

1. Dapat memberikan wawasan dan pengetahuan kepada para pembaca mengenai stabilisasi tanah sedimen dengan bahan tambah semen dan eps.
2. Dapat mengetahui perbaikan kuat tekan bebas pada tanah sedimen menggunakan bahan tambah semen dan eps dengan variasi yang berbeda.
3. Memberikan salah satu alternative untuk meningkatkan daya dukung bebas tanah khususnya dalam bidang konstruksi sipil.

1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan

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

1. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah sedimen Waduk Bili-bili yang berlokasi di Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan.
2. Pengujian dilakukan terhadap variasi penambahan bahan stabilisasi semen.
3. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium dan bukan pada skala lapangan.
4. Penelitian ini hanya meneliti sifat-sifat fisis dan mekanis tanah, dan tidak meneliti unsur kimia pada tanah tersebut.
5. Sifat fisis dan mekanis yang diteliti adalah:
 - Pengujian Berat Jenis
 - Kadar Organik
 - Pengujian Batas-batas Atterberg
 - Pengujian Analisa Saringan dan Hidrometer
 - Pengujian Pematatan (kompaksi)
 - Pengujian Kuat Tekan Bebas, UCS (Unconfined Compression Test)

6. Persentase berat campuran semen yang di uji adalah 3%,5%,7%, dan 9% dan EPS sebesar 0.5% dan 0.75% terhadap berat tanah dengan kadar air mula-mula.
7. Waktu pemeraman setelah campuran tanah dengan semen adalah 0, 7, 14, dan 28 hari dengan kondisi laboratorium.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar lebih terarah, sistematika penulisan yang akan dilakukan sesuai tahapan-tahapan yang dipersyaratkan sehingga tugas akhir yang dihasilkan lebih sistematis. Sistematika penulisan penelitian ini dapat diurutkan yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pokok-pokok bahasan dalam bab ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini, diuraikan secara sistematis tentang teori, pemikiran, dan hasil penelitian terdahulu yang memiliki hubungan dengan penelitian ini. Bab ini memberikan kerangka dasar mengenai konsep dan teori yang akan digunakan untuk pemecahan masalah.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini, dijelaskan metode yang digunakan dalam penelitian ini, langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini yang dituangkan dalam bentuk bagan alir penelitian, lokasi dan waktu penelitian, data penelitian berupa jenis dan sumber data serta analisis yang digunakan dalam mengolah data yang didapatkan dari lapangan maupun dari laboratorium.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini, disusun hasil-hasil pengujian geser balok

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bab yang menyimpulkan hasil dari analisis penelitian dan memberikan saran-saran dan rekomendasi penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil. Disamping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan. Jadi seorang ahli teknik sipil harus juga mempelajari sifat-sifat dasar dari tanah, seperti asal usulnya, penyebaran ukuran butiran, kemampuan mengalirkan air, sifat pemampatan bila dibebani (compressibility), kekuatan geser, kapasitas daya dukung terhadap beban, dan lain-lain (Das, 1995).

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (loose), yang terletak di atas batuan dasar (bedrock). 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, 2001).

Tanah, pada kondisi alam, terdiri dari campuran butiran-butiran mineral dengan atau tanpa kandungan bahan organik. Butiran-butiran tersebut dapat dengan mudah dipisahkan satu sama lain dengan kocokan air. Material ini berasal dari hasil pelapukan batuan, baik secara fisik maupun kimia. Sifat-sifat teknis tanah, kecuali dipengaruhi oleh sifat batuan induk yang merupakan material asalnya, juga dipengaruhi oleh unsur-unsur luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan tersebut (Hardiyatmo, 1996).

Selain itu, dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan

gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).

Menurut Santosa (1996), adapun pengelompokan jenis tanah dalam praktek berdasarkan campuran butir yaitu :

- a. Tanah berbutir kasar adalah tanah yang sebagian besar butir-butir tanahnya berupa pasir dan kerikil.
- b. Tanah berbutir halus adalah tanah yang sebagian besar butir-butir tanahnya berupa lempung dan lanau.
- c. Tanah organik adalah tanah yang cukup banyak mengandung bahan-bahan organik.

Sedangkan berdasarkan sifat lekatannya, tanah dikelompokkan menjadi :

- a. Tanah kohesif yaitu tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirnya (mengandung lempung cukup banyak).
- b. Tanah Non Kohesif adalah tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatan antara butir-butirnya (hampir tidak mengandung lempung misalnya pasir).

2.2 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastisitas (Das, 1995).

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

2.2.1 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur

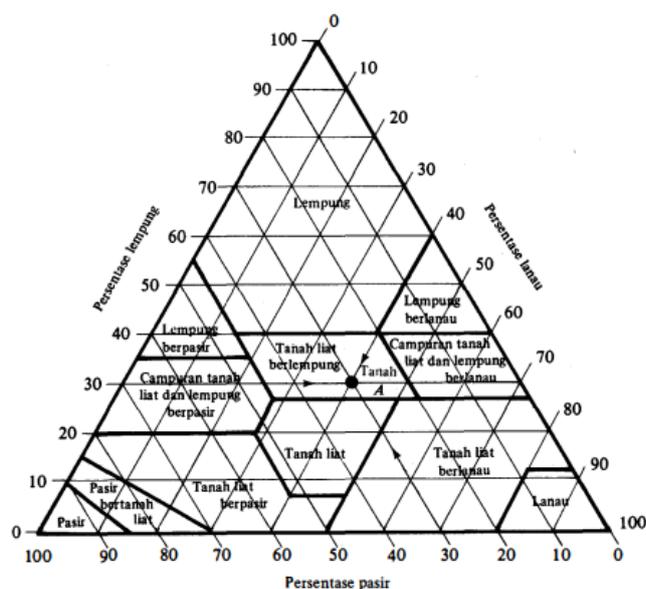
Dalam arti umum, yang dimaksud dengan tekstur tanah adalah keadaan permukaan tanah yang bersangkutan. Tekstur tanah dipengaruhi oleh ukuran tiap-tiap butir yang ada di dalam tanah. Beberapa sistem 8

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 seperti sistem klasifikasi berdasarkan tekstur tanah yang dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika (USDA).

Sistem ini didasarkan 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.

Tabel 1 menunjukkan sistem klasifikasi berdasarkan tekstur tanah yang dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika (USDA). Pemakaian bagan dalam Tabel 1 ini dapat diterangkan secara jelas dengan menggunakan sebuah contoh. Apabila distribusi ukuran butir tanah A adalah: 30% pasir, 40% lanau, dan 30% butiran dengan ukuran lempung (< 0,002 mm), klasifikasi tekstur tanah yang bersangkutan dapat ditentukan dengan cara seperti yang ditunjukkan dengan anak panah dalam Tabel 1. Jenis tanah A termasuk dalam daerah lempung tanah liat. Perhatikan bahwa bagan ini hanya didasarkan pada bagian tanah yang lolos lewat ayakan No. 10. Oleh karena itu, apabila tanahnya mengandung butiran berdiameter lebih besar dari 2 mm dalam persentase tertentu, maka perlu diadakan koreksi.



Gambar 1. Klasifikasi Berdasarkan Tekstur oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) (Das, 1995).

Sistem klasifikasi tanah berdasarkan tekstur adalah relatif sederhana karena ia hanya didasarkan pada distribusi ukuran butiran tanah saja. Dalam kenyataannya, jumlah dan jenis dari mineral lempung yang dikandung oleh tanah sangat mempengaruhi sifat fisis tanah yang bersangkutan. Oleh karena itu, kiranya perlu untuk memperhitungkan sifat plastisitas tanah, yang disebabkan adanya kandungan mineral lempung, agar dapat menafsirkan ciri-ciri suatu tanah. Karena sistem klasifikasi berdasarkan tekstur tidak memperhitungkan sifat plastisitas tanah, dan secara keseluruhan tidak menunjukkan sifat-sifat tanah yang penting, maka sistem tersebut dianggap tidak memadai untuk sebagian besar dari keperluan teknik.

2.2.2 Sistem Klasifikasi Berdasarkan Pemakaian

Pada saat sekarang ada lagi dua buah sistem klasifikasi tanah yang selalu dipakai oleh para ahli 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

Sistem klasifikasi ini dikembangkan dalam tahun 1929 sebagai Public Road Administration Classification System. Sistem ini sudah mengalami beberapa perbaikan, versi yang saat ini berlaku adalah yang diajukan oleh Committee on Classification of Materials for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board dalam tahun 1945 (ASTM Standard no D-3282, AASHTO metode M 145). Sistem klasifikasi AASHTO yang dipakai saat ini diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang diklasifikasikan ke dalam A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir di mana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200. Tanah di mana lebih dari 35% butirannya lolos ayakan No. 200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7. Butiran dalam kelompok A4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung. Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria di bawah ini :

1. Ukuran butir

Kerikil: bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada ayakan No. 20 (2 mm). Pasir: bagian tanah yang lolos ayakan No. 10 (2 mm) dan yang tertahan pada ayakan No. 200 (0,075 mm). Lanau dan lempung: bagian tanah yang lolos ayakan No. 200.

2. Plastisitas

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

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. Tabel 2 menunjukkan Tabelan 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.

Tabel 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO

Klasifikasi Umum	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	Max 50 Max 30 Max 15	Max 50 Max 25	Max 51 Max 10	Max 35	Max 35	Max 35	Max 35
Sifat fraksi yang bisa lolos ayakan no. 40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Max 6		NP	Max 40 Max 10	Min 41 Max 10	Max 41 Min 11	Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang bertanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan dasar	Baik sekali sampai baik						

(a)

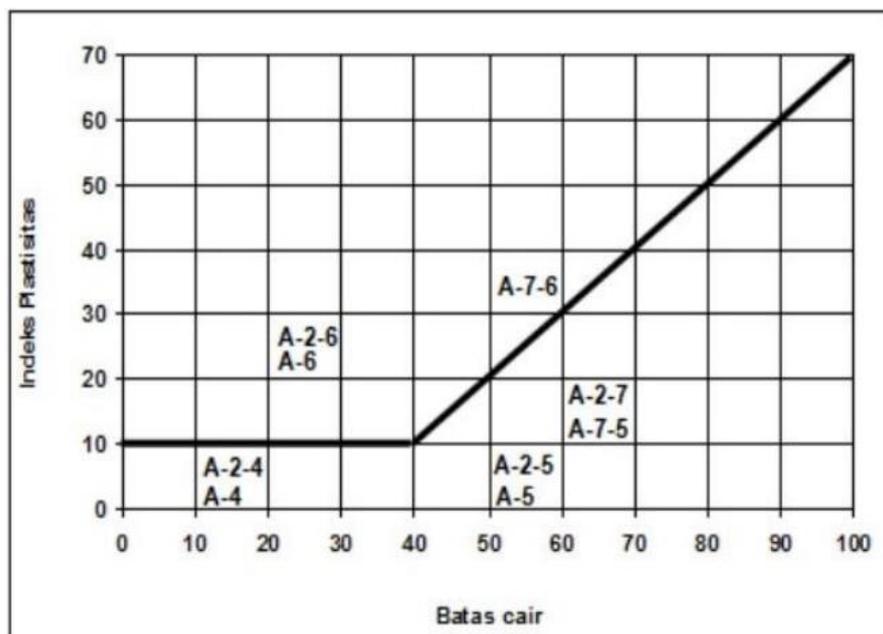
Klasifikasi Umum	Tanah Lanau – Lempung (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)			
	A - 4	A - 5	A - 6	A - 7 A - 7-5* A - 7-6**
Analisis ayakan (& lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan no. 40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Max 40 Max 10	Max 41 Max 10	Max 40 Min 11	Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah Bertanau		Tanah Berlempung	
Penilaian sebagai bahan dasar	Biasa sampai Jelek			

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

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

(Sumber : Das, 1995)

(b)



Gambar 2. Grafik Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO (DAS,1995)

Tabel 1 (b) merupakan rentang (range) dari batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk tanah dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan 14 A-7. Untuk mengevaluasi mutu (kualitas) dari suatu tanah sebagai bahan lapisan tanah dasar (subgrade) dari suatu jalan raya, suatu angka yang dinamakan indeks grup (group index, GI) juga diperlukan selain kelompok dan subkelompok dari tanah yang bersangkutan. Harga GI ini dituliskan di dalam kurung setelah nama kelompok dan subkelompok dari tanah yang bersangkutan.

b. Sistem Klasifikasi USCS (Unified Soil Classification System)

Sistem ini pada mulanya diperkenalkan oleh Casagrande dalam tahun 1942 untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh The Army Corps of Engineers selama Perang Dunia II. Dalam rangka kerja sama dengan United States Bureau of Reclamation tahun 1952, sistem ini disempurnakan. Pada masa kini, sistem klasifikasi tersebut digunakan secara luas oleh para ahli teknik. Sistem Klasifikasi Unified diberikan dalam Tabel 2. Sistem ini mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu :

1. Tanah berbutir-kasar (coarse-grained-soil), yaitu tanah kerikil dan pasir di mana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S. 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 di mana 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 yang tinggi. Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah :

W = well graded (tanah dengan gradasi baik)

P = poorly graded (tanah dengan gradasi buruk)

L = low plasticity (plastisitas rendah) ($LL < 50$)

H = high plasticity (plastisitas tinggi) ($LL > 50$)

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

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (ini adalah fraksi halus)
2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40
3. Koefisien keseragaman (uniformity coefficient, C_u) dan koefisien gradasi (gradation coefficient, C_c) untuk tanah di mana 0 - 12% lolos ayakan No. 200.
4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40 (untuk tanah di mana 5% atau lebih lolos ayakan No. 200).

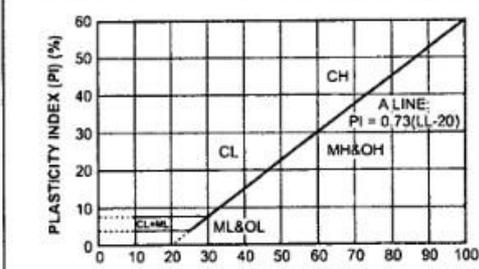
Bilamana persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 adalah antara 5 sampai dengan 12%, simbol ganda seperti GW-GM, GP-GM, GW-GC, GP-GC, SW-SM, SW-SC, SP-SM, dan SP-SC diperlukan.

Rincian klasifikasi ini diberikan dalam Tabel 2. Klasifikasi tanah berbutir halus dengan simbol ML, CL, OL, MH, CH, dan OH didapat dengan cara mengTabel batas cair dan indeks plastisitas .tanah yang bersangkutan pada bagan plastisitas (Casagrande, 1948) yang diberikan dalam Tabel 2. Garis diagonal pada bagan plastisitas dinamakan garis A (sebelumnya sudah diperkenalkan dalam Tabel 2), dan garis A tersebut diberikan dalam persamaan:

$$PI = 0,73 (LL - 20)$$

Untuk tanah gambut (peat), identifikasi secara visual mungkin diperlukan (Das, 1995).

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.)			
Clean Gravels (Less than 5% fines)			
GRAVELS More than 50% of coarse fraction larger than No. 4 sieve size	GW	Well-graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ greater than 4; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ between 1 and 3
	GP	Poorly-graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	
Gravels with fines (More than 12% fines)			
	GM	Silty gravels, gravel-sand-silt mixtures	Above "A" line with P.I. between 4 and 7 are borderline cases requiring use of dual symbols
	GC	Clayey gravels, gravel-sand-clay mixtures	
Clean Sands (Less than 5% fines)			
SANDS 50% or more of coarse fraction smaller than No. 4 sieve size	SW	Well-graded sands, gravelly sands, little or no fines	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ greater than 4; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ between 1 and 3
	SP	Poorly graded sands, gravelly sands, little or no fines	
Sands with fines (More than 12% fines)			
	SM	Silty sands, sand-silt mixtures	Limits plotting in shaded zone with P.I. between 4 and 7 are borderline cases requiring use of dual symbols.
	SC	Clayey sands, sand-clay mixtures	
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 of 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	

(Sumber : Hardiyatmo, 2017)

2.3 Karakteristik Lanau

Tanah lanau biasanya terbentuk dari pecahnya kristal kuarsa berukuran pasir. Beberapa pustaka berbahasa Indonesia menyebut objek ini sebagai debu. Lanau dapat membentuk endapan yang mengapung di permukaan air maupun yang tenggelam. Pemecahan secara alami melibatkan pelapukan batuan dan regolit secara kimiawi maupun pelapukan secara fisik melalui embun beku (frost) haloclasty. Proses utama melibatkan abrasi, baik padat (oleh gletser), cair (pengendapan sungai), maupun oleh angin. Di wilayah-wilayah setengah kering produksi lanau biasanya cukup tinggi.

Lanau yang terbentuk secara glasial (oleh gletser) dalam bahasa Inggris kadang-kadang disebut rock flour atau stone dust. Secara komposisi mineral, lanau tersusun dari kuarsa feldspar. Sifat fisika tanah lanau umumnya terletak di antara sifat tanah lempung dan pasir. Selain itu tanah lanau 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 disebut 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 plastisitas terletak di bawah garis A dan lempung berada di 20 atas garis A. Kelompok ML dan MH adalah tanah yang diklasifikasikan sebagai lanau pasir, lanau lempung atau lanau anorganik dengan plastisitas relatif rendah. Juga termasuk tanah jenis butiran lepas, bubur batu, tanah yang mengandung mika juga beberapa jenis lempung (Darwis, 2017).

Lanau anorganik (inorganic silt) merupakan tanah berbutir halus dengan plastisitas kecil atau samasekali tidak ada. Jenis yang plastisitasnya paling kecil biasanya mengandung butiran kuarsa sedimen, yang kadang-kadang disebut: *tepung batuan* (rock flour), sedangkan yang sangat plastis mengandung partikel berwujud serpihan dan dikenal sebagai lempung, tetapi sebenarnya dapat dibedakan tanpa pengujian laboratorium. Jika diguncang dalam telapak tangan, selapis lanau anorganik jenuh akan mengeluarkan air sehingga permukaannya akan

nampak berkilat. Selajutnya bila dilekukkan di antara jari tangan, permukkaannya kembali pudar/tak berkilat. Prosedur ini dikenal sebagai *uji guncangan*. Setelah kering, lapisan menjadi rapuh, dan debu dapat dikelupas dengan menggosokkan jari tangan. Lanau relative bersifat kedap air, namun dalam keadaan lepas, lanau bisa naik ke lubang pengeboran atau lubang galian seperti layaknya suatu cairan kental. Tanah paling tidak stabil, menurut kategori ini, dikenal secara setempat dengan nama berbeda-beda, misalnya: hati sapi (bull's liver).

Lanau organic merupakan tanah agak plastis, berbutir halus dengan campuran partikel-partikel bahan organic terpisah secara halus. Mungkin pula dijumpai adanya kulit-kulit dan fragmen tumbuhan yang meluruh sebagian. Warna tanah bervariasi dari abu-abu terang ke abu abu sangat gelap, disamping itu mungkin mengandung H_2S , CO_2 , serta berbagai gas lain hasil peluruhan tumbuhan yang akan memberikan bau khas kepada tanah. Permeabilitas lanau organik sangat rendah sedang kompresibilitasnya sangat tinggi (Terzaghi, 1967).

2.4 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. Jon 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.
6. Ruston Paving Company Inc., mengartikan bahwa “stabilisasi tanah adalah perubahan fisik dan kimia permanen dari tanah dan agregat untuk meningkatkan sifat tekniknya sehingga meningkatkan daya dukung beban sub-grade atau sub-basis untuk mendukung perkerasan dan pondasi”.

Selain definisi di atas, masih banyak lagi terminologi yang dikemukakan beberapa ahli lain. 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.

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).

2.5 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 (SiO₂), oksida alumina (Al₂O₃) dan oksida besi (Fe₂O₃), 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.

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

- a. Tipe I : Adalah perekat hidrolisis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker yang kandungan utamanya alsiium 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% (C3S), 25% (C2S), 12% (C3A), 8% (C4AF), 2,8% (MgO), 2,9% (SO₃). 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.
- b. Tipe II : Semen jenis ini dalam penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang. Komposisinya: 46% (C3S), 29% (C2S), 6% (C3A) 11% (C4AF), 2,9% (MgO), 2,5% (SO₃). Semen Portland tipe II dipergunakan untuk bangunan tepi laut, bendungan, dan irigasi, atau beton masa yang membutuhkan panas hidrasi rendah.
- c. Tipe III : Semen jenis ini dalam penggunaannya memerlukan kekuatan yang tinggi pada fase permulaan setelah terjadi pengikatan. Kadar C3S-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.
- d. Tipe IV : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah, sehingga kadar C3S dan C3A rendah. Semen Portland tipe IV dipergunakan untuk kebutuhan pengecoran yang tidak menimbulkan panas, pengecoran dengan penyemprotan (setting time lama).

- e. Tipe V : Semen portland yang dalam penggunaannya hanya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Komposisi senyawa yang terdapat pada tipe ini adalah: 43% (C3S), 36% (C2S), 4% (C3A), 12% (C4AF), 1,9% (MgO), 1,8% (SO₃). 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 (inonic 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 (Ca²⁺) 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 - 4,1
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 bergradasi buruk (<i>poorly graded sand</i>)	4,0 - 6,0

(Sumber : Ingles & Metcalf, 1972)

Mekanisme reaksi antara semen dengan material tanah, dapat diurutkan sebagai berikut :

a. Reaksi Pertukaran Ion Reaksi pertukaran ion akan menghasilkan pembentukan kalsium silikat ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$). dan/atau kalsium aluminat ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$). Proses reaksi tersebut dapat dijelaskan dengan persamaan berikut: $(3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2) + (6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{Ca}(\text{OH})_2)$ Dari reaksi kimia yang berlangsung seperti di atas, 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.

b. 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 binder (pengikat).

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).

2.6 EPS (*Expanded Polystyrene System*)

EPS atau Expanded Polystyrene System merupakan bahan busa polimer yang secara umum dikenal dengan nama Styrofoam. Polystyrene foam ini juga biasanya digunakan untuk beban struktural yang tidak berat seperti ornamen tiang. Penggunaan polystyrene dalam beton dapat dianggap sebagai rongga udara. Namun keuntungan menggunakan polystyrene dibandingkan menggunakan beton berrongga adalah polystyrene mempunyai kuat tarik. Kerapatan atau berat satuan beton dengan campuran polystyrene dapat diatur dengan mengontrol jumlah polystyrene dalam beton (Effendi, 2020).

Timbunan ringan sebagai alternatif sebagai material timbunan diatas tanah lunak telah dimulai sejak 1980 di Jepang dengan memanfaatkan Expanded Polysterene (EPS) dalam bentuk geoblock. Menurut Horvath (1994), material ini memiliki keunggulan teknis seperti : ringan, densitas yang rendah, insulasi panas, absorbs rendah dan tidak terurai BASF,1990. Menurut Nigussey & Jahanandish (1993), penggunaannya masih sangat terbatas karena mahal, memiliki daya apung yang tinggi, serta tidak tahan terhadap produk minyak bumi heat. Selain itu, menurut Abdelrahman (2010), penyesuaian faktor geometri, kekakuan dan propertis terhadap kondisi lapangan menjadi kendala dalam proses pelaksanaan. Ketika, pemanfaatan geoblock menjadi sulit, upaya mengkompositkan tanah dengan butiran EPS dengan stabilisasi kimia kemudian menjadi pertimbangan.

2.7 Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Strength*)

Kuat tekan bebas adalah tekanan aksial benda uji pada saat mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%. Uji kuat tekan bebas adalah salah satu cara untuk mengetahui geser tanah. Uji kuat tekan bebas bertujuan untuk menentukan kekuatan tekan bebas suatu jenis tanah yang bersifat kohesif, baik dalam keadaan asli (undisturbed), buatan (remoulded) maupun tanah yang dipadatkan (compacted). Kuat tekan bebas (q_u) adalah harga tegangan aksial maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji silindris (sampel tanah) sebelum

mengalami keruntuhan. Nilai kuat tekan bebas (unconfined compressive strength) didapat dari pembacaan proving ring dial dengan tegangan maksimum.

Dimana :

q_u : Kuat Tekan Bebas

k : Kalibrasi proving ring

R : Pembacaan maksimum

A : Luas penampang contoh tanah pada saat pembacaan R

Uji kuat tekan bebas (Unconfined Compression Strength) merupakan cara yang dilakukan di laboratorium untuk menghitung kekuatan geser tanah. Uji kuat ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut. Uji tekan bebas ini dilakukan pada contoh tanah asli dan contoh tanah tidak asli lalu diukur kemampuannya masing-masing contoh terhadap kuat tekan bebas. Dari nilai kuat tekan maksimum yang dapat diterima pada masing-masing contoh akan didapat sensitivitas tanah. Nilai sensitivitas ini mengukur bagaimana perilaku tanah jika terjadi gangguan dari luar.

Tabel 4. Klasifikasi Konsistensi Tanah Berdasarkan Nilai Kuat Tekan Bebas

Sifat Tanah	Unconfined Compression Test
Very Soft (sangat lunak)	< 0,25 kg/cm ²
Soft (lunak)	0,25 - 0,5 kg/cm ²
Firm/Medium (tengah)	0,5 - 1,00 kg/cm ²
Stiff (sangat kenyal)	1,00 - 2,00 kg/cm ²
Very stiff (sangat kenyal)	2,00 - 4,00 kg/cm ²
Hard (keras)	> 4,00 kg/cm ²

(Sumber : Das, 1995)

2.8 Penelitian Terdahulu

1. Hasriyanti Tachir (2021) : Stabilisasi Tanah Sedimen Menggunakan Campuran Semen.

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 fisik dan mekanis serta pengaruh stabilisasi terhadap tanah sedimen tersebut sebagai parameter penentuan daya dukung sebagai bentuk pemanfaatan limbah sedimentasi waduk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan semen terhadap nilai Kuat Tekan Bebas tanah sedimen, serta pengaruh masa pemeraman terhadap nilai Kuat Tekan Bebas tanah terstabilisasi semen. Untuk mengetahui pengaruh penambahan semen terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas maka dilakukan variasi penambahan semen sebesar 3%, 5%, 7%, dan 9%. Tanah sedimen yang digunakan adalah tanah sedimen hasil pengerukan pada Waduk Bili-bili yang berlokasi di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Pencampuran tanah sedimen dengan semen dilakukan dengan masa pemeraman 0 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh penambahan semen dan masa pemeraman pada tanah sedimen Waduk Bili-bili dapat meningkatkan daya dukung tanah. Dimana semakin tinggi persentase kadar semen yang di tambahkan dan lamanya masa pemeraman mengakibatkan nilai Kuat Tekan Bebas makin meningkat. Diperoleh Nilai Kuat Tekan Tertinggi dari keempat variasi penambahan semen yaitu pada variasi penambahan semen 9% dengan masa pemeraman 28 hari sebesar 35,2 kg/cm². Peningkatan nilai Kuat Tekan Bebas pada tanah sedimen terstabilisasi semen dikarenakan reaksi sementasi atau pembentukan senyawa kimia yang berlangsung secara terus-menerus sehingga menyebabkan tanah menjadi keras dan kuat.

2. Hamzah Yusuf (2013) : Model Deformasi Perkerasan Rigid dengan Subgrade Sedimen Pengerukan Stabilisasi Semen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dasar material tanah sedimen pengerukan Dam Bili-bili, perubahan kapasitas daya dukung tanah sedimen pengerukan stabilisasi semen, model deformasi subgrade material sedimen stabilisasi semen, dan model deformasi elastis perkerasan jalan rigid dengan subgrade sedimen pengerukan stabilisasi semen. Berdasarkan hasil penelitian kuat tekan bebas untuk sedimen

pengerukan stabilisasi semen dengan waktu pemeraman 3,7,14, dan 28 hari dengan penambahan semen 0%, 5%, 10%, dan 20%, didapatkan nilai kuat tekan bebas pada penambahan semen 0% yaitu sebesar 0,315 kg/cm² pada waktu pemeraman 3 hari, 0,339 kg/cm² pada waktu pemeraman 7 hari, 0,346 kg/cm² pada waktu pemeraman 14 hari, 0,352 kg/cm² pada waktu pemeraman 28 hari. Untuk penambahan semen 5% didapatkan nilai kuat tekan bebas sebesar 1,300 kg/cm² pada waktu pemeraman 3 hari, 1,843 kg/cm² pada waktu pemeraman 7 hari, 2,359 kg/cm² pada waktu pemeraman 14 hari, 3,387 kg/cm² pada waktu pemeraman 28 hari. Untuk penambahan semen 10% didapatkan nilai kuat tekan bebas sebesar 2,551 kg/cm² pada waktu pemeraman 3 hari, 3,555 kg/cm² pada waktu pemeraman 7 hari, 4,517 kg/cm² pada waktu pemeraman 14 hari, 5,464 kg/cm² pada waktu pemeraman 28 hari. Sedangkan, untuk penambahan semen 20% didapatkan nilai kuat tekan bebas sebesar 6,775 kg/cm² pada waktu pemeraman 3 hari, 9,242 kg/cm² pada waktu pemeraman 7 hari, 11,576 kg/cm² pada waktu pemeraman 14 hari, 14,451 kg/cm² pada waktu pemeraman 28 hari. Nilai kuat tekan bebas tertinggi terdapat pada tanah sedimen terstabilisasi semen 20% dengan nilai kuat tekan bebas sebesar 14,451 kg/cm² pada waktu pemeraman 28 hari.

3. Yuni Taryuni, Nono Suhana, dan Dhian D. Prayuda (2020) : Stabilisasi Tanah dengan Campuran Semen dan Silica Fume pada Pengujian Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compression Strength).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik jenis tanah asli dengan melakukan uji mekanik, mengetahui pengaruh penambahan semen dan silica fume, dan mengetahui nilai kuat tekan bebas pada tanah asli dan tanah campuran yang sudah dianalisis dengan melakukan pengujian Unconfined Compression Strength (UCS). Dalam penelitian ini pengambilan sampel tanah dari daerah Kenanga, Kecamatan Sindang, Kabupaten Indramayu sedangkan bahan stabilisasi dengan semen dan persentase silica fume. Pemeriksaan sampel tanah dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Wiralodra Indramayu (UNWIR) dan Laboratorium Institut Teknologi Bandung (ITB). Sampel tanah

ditambahkan dengan bahan stabilisasi yaitu semen dengan persentase campuran 2%, dan silica fume dengan persentase campuran 5%, 10% dan 15% dari tanah asli kemudian di uji Berat Jenis, Atterberg, analisa saringan, pemadatan dan UCS (Unconfined Compression Strength). Pada pengujian pemadatan untuk kuat tekan bebas (Unconfined Compression Strength) dilakukan pemeraman terlebih dahulu selama 1 hari, setelah dilakukan pemeraman kemudian tanah di kompaksi dan dicetak dengan tabung ukuran diameter 3,8 cm dan tinggi 7,6 cm. Menurut USCS (Unified Soil Classification System) campuran tanah dengan variasi semen 2%, silica fume 5%, silica fume 10%, dan silica fume 15% termasuk kedalam kelompok MH yaitu tanah lanau anorganik dengan plastisitas tinggi. Sedangkan menurut American Association Of State Highway And Transportation Officials (AASHTO) tanah tersebut termasuk kedalam golongan A-5.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan bebas, penggunaan campuran tanah asli dengan semen 2% dan campuran tanah asli + semen 2% + silica fume 5%, dan tanah asli + semen 2% + silica fume 10%, serta tanah asli + semen 2% + silica fume 15% menunjukkan peningkatan nilai kuat tekan bebas, yaitu dari 5,956 kg/cm² pada tanah asli hingga 10,993 kg/cm² pada penambahan semen 2% dan silica fume 15%. Hal ini disebabkan pada campuran semen dan silica fume mempunyai unsur yang membentuk pasta pengikat, ketika terhidrasi. Semen dan silica fume akan menjadi media perekat bila bereaksi dengan air dan tanah. Campuran tanah ini kemudian akan memadat dan membentuk massa yang keras akibat adanya proses sementasi.

4. Rana Mentari R. Effendi (2020) : Karakteristik Kuat Tekan Tanah-EPS Stabilisasi Kapur Aktivasi Alkali.

Tanah merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah tersedia di lapangan. Jenis tanah yang sering di temui dalam pekerjaan konstruksi sipil adalah tanah lempung. Tanah lempung memiliki daya dukung yang rendah, maka dari itu diperlukan usaha perbaikan tanah, salah satu upaya perbaikan tanah adalah stabilisasi tanah. Stabilisasi yang dilakukan pada

penelitian ini adalah stabilisasi secara kimiawi dengan mencampurkan kapur aktivasi resin damar dan besi oksida (aktivator) serta menambahkan expanded polystyrene (EPS) dengan tujuan untuk meningkatkan kuat tekan tanah dan memanfaatkan limbah yang sulit untuk di urai. Komposisi bahan stabilisasi bervariasi, yaitu; 5%, 10%, 15%, dan 20% untuk aktivator dan 0,3%, 0,6% dan 0,9% untuk penambahan EPS. Pemeraman benda uji dilakukan selama 7, 14 dan hingga 28 hari untuk melihat pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai kuat tekan tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Aktivator dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi untuk meningkatkan nilai kuat tekan tanah, pengaruh penambahan EPS terhadap campuran tanah dan aktivator menurunkan nilai kuat tekan tanah. Serta masa pemeraman berbanding lurus dengan kenaikan kuat tekan tanah.

5. 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.

6. Tri Harianto, Sitti Hijraini Nur, Ichsan Rauf, dan Nurul Marfu'ah : Studi Nilai CBR Geokomposit Ringan (Tanah-EPS) Stabilisasi Limbah Aspal Buton.

Kerusakan jalan sebagian besar disebabkan oleh rendahnya kapasitas dukung dari lapisan pondasinya dalam menerima beban kendaraan yang melintas di atasnya. Hal ini tidak lepas dari sifat material timbunan yang digunakan, baik itu sirtu, kerikil, maupun tanah. Material timbunan yang baik adalah material yang mempunyai daya dukung tinggi namun tidak menjadi beban untuk lapisan dibawahnya. Material timbunan ringan merupakan solusi untuk mereduksi kerusakan jalan akibat lapis pondasi pada konstruksi jalan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan material timbunan geokomposit ringan dengan mengganti sebagian tanah lempung dengan expanded polysterene (EPS) yang distabilisasi dengan limbah aspal buton (LAB). Variasi limbah aspal buton yang digunakan sebesar 3%,5%,7% dan 9%, sementara variasi EPS yang diberikan sebesar 0,1% dan 0,2%. Pemeraman benda uji dilakukan selama 7 dan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa substitusi tanah dengan EPS mampu mereduksi kepadatan sebesar 20% hingga 30%, adapun nilai CBR meningkat sebesar 7 kali pada EPS 0,15% dan 4 kali pada EPS 0,30%. Berdasarkan hasil tersebut, maka geokomposit ringan tanah-EPS stabilisasi LAB dapat dijadikan sebagai timbunan alternatif baik sebagai lapis pondasi bawah (LPB) pada jalan maupun backfill dibelakang dinding penahan tanah.