

TUGAS AKHIR

**KARAKTERISTIK KUAT TEKAN TANAH KOMPOSIT
CAMPURAN TRAS DAN KARET**

***COMPRESSIVE STRENGTH CHARACTERISTICS
OF COMPOSITE SOIL STABILIZED
BY TRAS AND RUBBER***

**ALDI DARMAWANSYAH
D011 17 1512**



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

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**KARAKTERISTIK KUAT TEKAN TANAH KOMPOSIT
CAMPURAN TRAS DAN KARET**

Disusun dan diajukan oleh:

ALDI DARMAWANSYAH

D011 17 1512

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 14 Juni 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing I,



Prof. Dr. Ir. Abd. Rahman Djamaluddin, MT
NIP: 195910101987031003

Pembimbing II,

Ir. Ariningsih Suprapti, ST, MT
NIP: 197307122000032002

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 Aldi Darmawansyah, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Karakteristik Kuat Tekan Tanah Komposit Campuran Tras dan Karet**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

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

Gowa, 7 Juli 2023

Yang membuat pernyataan



Aldi Darmawansyah
NIM : D011 17 1512

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "**Karakteristik Kuat Tekan Tanah Komposit Campuran Tras Dan Karet**". Dan tak lupa kami kirimkan shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad *Shallallahu Alaihi Wasallam* sebagai idola terbaik sepanjang zaman serta para sahabat dan keluarga beliau dan orang-orang yang senantiasa istiqomah di jalan Islam ini.

Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan studi strata satu pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Tugas akhir ini memerlukan proses yang tidak singkat. Perjalanan yang dilalui penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak baik berupa materi maupun dorongan moril. Olehnya itu, ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

1. **Allah Subhanahu Wa Ta'ala** yang telah membimbing dan memberikan petunjuk bagi saya hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
2. Kedua orang tua tercinta, **Abdul Malik** dan **Sudarmi** atas kasih sayang yang diberikan, serta do'a yang selalu dipanjatkan untuk saya.
3. Bapak **Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST.,MT.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
4. Bapak **Prof. Dr. 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 **Prof. Dr. Ir. Abd. Rachman Djamaluddin, M.T** selaku dosen pembimbing I, atas segala arahan, bimbingan, dan wawasan, serta waktu yang telah diluangkannya dari dan hingga terselesainya tugas akhir ini.
6. Ibu **Ariningsih Suprpti, S.T., M.T** selaku dosen pembimbing II, atas segala arahan, bimbingan, dan wawasan, serta waktu yang

telah diluangkannya dari dan hingga terselesainya tugas akhir ini.

7. Seluruh dosen, staf dan karyawan Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar yang telah membantu dan mendukung penyelesaian tugas akhir ini.
8. Saudara-saudara saya, yaitu **Ichsan** dan **Uga** yang turut mendukung dan memberikan semangat bagi saya.
9. Bapak **Komang Arya Utama, S.T., M.T.** dan Kak **Dwianto, S.T.** yang telah memberikan saya wawasan dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
10. Senior-senior saya yang pernah mengarahkan saya kepada kebaikan.
11. Keluarga **PLASTIS 2018**, yaitu teman-teman Sipil angkatan 2017 yang penuh dengan cerita yang akan selalu dikenang.
12. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satupersatu 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.

Gowa, Januari 2023
Hormat Saya,



Aldi Darmawansyah

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 (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 dikemudian hari. Maka, dalam rangka mengurangi dampak dari hal tersebut perlu dilakukan pemanfaatan material untuk digunakan sebagai timbunan. Karena sifat-sifat geoteknis tanah sedimen di Waduk Bili-bili kurang memenuhi syarat, maka perlu dilakukan penambahan bahan tambah lainnya untuk memperkuat daya dukung tanah nantinya. Pada penelitian ini bahan tambahan yang digunakan dalam upaya stabilisasi tanah tersebut adalah tras dan karet. Sehingga perlu dilakukan uji sifat fisis dan mekanis tanah sedimen dan tanah sedimen yang telah distabilisasi. Adapun penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah sedimen yang digunakan, pengaruh penambahan variasi tras - karet dan pemeraman terhadap nilai kuat tekan bebas tanah.

Pengujian yang dilakukan adalah uji sifat fisis dan uji sifat mekanis tanah sedimen Waduk Bili-bili dengan variasi campuran yaitu penambahan tras 3%, 6%, 9% dan 12%, serta 2% dan 3% karet dengan masa pemeraman 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan tras dan karet dan masa pemeraman memiliki efek terhadap peningkatan daya dukung tanah. Dalam hal ini, nilai kuat tekan bebas maksimum yaitu 996,77 kN/m² yang dicapai pada variasi campuran 9% tras dan 2% karet pada masa pemeraman 28 hari.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Batasan Masalah.....	5
E. Sistematika Penulisan	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Pengertian Tanah.....	8
B. Klasifikasi Tanah	9
B.1. Sistem Klasifikasi Tanah <i>Unified</i> (USCS).....	10
B.2. Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO.....	13
C. Karakteristik Lanau.....	16
D. Stabilisasi Tanah	17
E. Tras	18
F. Karet.....	19
G. Kuat Tekan Bebas	21
H. Penelitian Terdahulu	23
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	33
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	33
B. Metode Pengumpulan Data.....	33

C. Kerangka Alir Penelitian	33
D. Material.....	36
D.1. Tanah Asli.....	36
D.2. Tras.....	36
D.3. Karet.....	37
E. Standar Pengujian.....	38
F. Pengujian Karakteristik Tanah Asli.....	39
G. Optimalisasi Bahan Stabilisator.....	39
H. Pengujian Sampel	41
H.1. Uji Sifat Fisis.....	41
H.2. Uji Sifat Mekanis.....	42
I. Proses Pembuatan Benda Uji	42
J. Pengujian Kuat Tekan Bebas dengan Metode Pemeraman.....	43
BAB. 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
A. Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli	45
A.1. Karakteristik Sifat Fisis Tanah.....	45
A.2. Karakteristik Sifat Mekanis Tanah.....	52
B. Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Terstabilisasi Tras dan Karet.....	56
B.1. Karakteristik Sifat Mekanis Tanah Terstabilisasi Tras dan Karet	56
BAB. 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
A. Kesimpulan.....	63
B. Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Grafik Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO	15
Gambar 2. Bagan Alir Penelitian.....	35
Gambar 3. Tanah Asli	36
Gambar 4. Tras (ukuran<00,075 mm)	37
Gambar 5. Karet Hasil Vulkanisir Ban.....	37
Gambar 6. Contoh Benda Uji.....	43
Gambar 7 . Grafik Hasil Pengujian Batas Cair	46
Gambar 8. Grafik Gradasi Butiran.....	47
Gambar 9. Penggolongan Klasifikasi Tanah Asli Menurut Sistem USCS	49
Gambar 10. Grafik Hubungan Kadar Air dengan Berat Isi Kering Hasil Kompaksi Pada Tanah Asli.....	53
Gambar 11. Grafik Hubungan antara Tegangan dan Regangan pada Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Asli.....	54
Gambar 12. Grafik Rekapitulasi Perubahan Nilai Kadar Air Optimum Hasil Kompaksi Terhadap Variasi Penambahan Tras - Karet.....	57
Gambar 13. Grafik Rekapitulasi Perubahan Berat Isi Kering Maksimum Hasil Kompaksi Terhadap Variasi Penambahan Tras - Karet.....	57
Gambar 14. Grafik Rekapitulasi Perubahan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) pada Benda Uji Campuran Tanah Asli, Tras dan 2% Karet Setelah Masa Pemeraman	59
Gambar 15. Grafik Rekapitulasi Perubahan Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u) pada Benda Uji Campuran Tanah Asli, Tras dan 3% Karet Setelah Masa Pemeraman	60

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sistem Klasifikasi Tanah Unified (USCS).....	12
Tabel 2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO	14
Tabel 3. Klasifikasi Konsistensi Tanah Berdasarkan Nilai Kuat Tekan Bebas.....	22
Tabel 4. Standar Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Berdasarkan ASTM.....	38
Tabel 5. Standar Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Berdasarkan SNI....	38
Tabel 6. Jumlah Benda Uji Untuk Pengujian Pada Tanah Asli	39
Tabel 7. Variasi Persentase Komposisi Bahan Stabilisasi Tanah + Tras + 2% Karet.....	40
Tabel 8. Variasi Persentase Komposisi Bahan Stabilisasi Tanah + Tras + 3% Karet.....	40
Tabel 9. Standar Pengujian Sifat Fisis Tanah.....	41
Tabel 10. Standar Pengujian Sifat Mekanis Tanah.....	42
Tabel 11. Tabel klasifikasi tanah menurut AASHTO	50
Tabel 12. Klasifikasi Keandalan Tanah Berdasarkan AASHTO	51
Tabel 13. Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli.....	55
Tabel 14. Perubahan Nilai Kadar Air Optimum dan Berat Isi Kering Maksimum Hasil Kompaksi pada Tanah Sedimen Terstabilisasi Tras - Karet.....	56
Tabel 15. Perubahan Nilai Kuat Tekan Bebas (qu) pada Benda Uji Campuran Tanah Asli, Tras dan 2% Karet Setelah Masa Pemeramandan kuat tekan bebas.....	58
Tabel 16. Perubahan Nilai Kuat Tekan Bebas (qu) pada Benda Uji Campuran Tanah Asli, Tras dan 3% Karet Setelah Masa Pemeraman ...	59

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

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. Tanah merupakan satu elemen yang sangat erat kaitannya perencanaan bangunan teknik sipil. Tanah memiliki peranan yang krusial karena seluruh bangunan sipil didirikan di atas tanah. Tanah memiliki spesifikasi yang berbeda dari setiap jenisnya, sehingga memerlukan penanganan yang berbeda baik secara mekanis dan kimia. Penanganan ini tidak bisa dipisahkan karena saling berhubungan erat satu dengan yang lainnya. Jika penanganannya tidak dilakukan dengan tepat maka akan terjadi kerusakan kerusakan struktur bangunan sipil yang ditimbulkan oleh reaksi tanah baik secara mekanis maupun kimia.

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 km². 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 $\hat{\pm}$ 29 tahun, sedangkan pengaruh sedimen longsoran kaldera G. Bawakaraeng relatif besar sehingga dikhawatirkan waduk hanya dapat beroperasi kurang dari umur yang direncanakan. Peristiwa sedimentasi yang terjadi di Waduk Bili-bili semakin mengkhawatirkan karena dapat mengancam keberlanjutan fungsi waduk. 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 sehingga dapat mengurangi akibat dari pendangkalan pada Waduk Bili-bili. Meskipun perlu dilakukan usaha stabilisasi tanah sedimen terlebih dahulu karena sifat-sifat fisis dan mekanis tanah kurang memenuhi syarat konstruksi misalkan nilai batas-batas atterberg dan kompaksi tanah, sehingga

meningkatkan daya dukung tanah nantinya.

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 perkerayaan 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*). Bahan tambah yang digunakan nantinya adalah tras dan karet serut guna untuk meningkatkan stabilitas tanah.

Tras merupakan istilah lokal di Indonesia, sedangkan istilah internasional dikenal dengan sebutan *pozzolan* yang memiliki sifat *pozzolanic*. *Pozzolan* pada dasarnya adalah merupakan bahan alam atau buatan yang sebagian besar kandungannya terdiri dari unsur-unsur silika dan alumina atau kedua-duanya. Menurut ASTM C 618-92a, *pozzolan* didefinisikan sebagai suatu bahan yang mengandung silika dan alumina dan tidak dapat mengeras jika dicampur dengan air. Dalam keadaan basah dan halus dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida yang dapat mengeras pada suhu kamar. Penggunaan tras sendiri bisa menjadi bahan alternatif pengganti semen yang lebih alami.

Upaya stabilisasi tanah dengan bahan stabilisasi secara kimiawi dapat memberikan dampak yang dapat meningkatkan sifat fisik tanah. Namun, beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah yang

distabilisasi tersebut masih kurang dalam meningkatkan aspek kuat tarik dan tegangan geser. Ban mengandung berbagai bahan, diantaranya adalah karet (karet alam maupun sintetis), karbon black, clay, softener, lilin atau parafin, antioksidan, curing agent, bahan aktif vulkanisir, accelerator, anti scorching agent, dan reinforcing agent. Limbah ban menjadi permasalahan yang serius hampir di seluruh bagian dunia. Di Indonesia memiliki 14 perusahaan yang bergerak pada proses industri ban. Limbah yang dihasilkan dari industri yang ada di Indonesia saja sudah cukup besar sehingga akan menimbulkan permasalahan lingkungan jika tidak ditangani dengan baik. Sifatnya yang sulit hancur memberikan dampak negatif pada lingkungan. Namun demikian sifat tersebut merupakan potensi untuk dikembangkan menjadi material bangunan, karena keawetannya. Sehingga penambahan karet serut selain sebagai metode pemanfaatan limbah menjadi rekayasa ramah lingkungan juga diharapkan dapat meningkat sifat mekanik tanah terstabilisasi nantinya.

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

**“KARAKTERISTIK KUAT TEKAN TANAH KOMPOSIT CAMPURAN
TRAS DAN KARET”**

B. Rumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik tanah sedimen yang digunakan pada penelitian?
2. Bagaimana pengaruh variasi campuran tras dan karet dengan tanah terhadap nilai kuat tekan bebas?
3. Bagaimana pengaruh masa pemeraman terhadap nilai kuat tekan bebas tanah komposit campuran tras dan karet?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini ialah:

1. Mengetahui karakteristik dan klasifikasi tanah yang digunakan pada penelitian.
2. Mengetahui pengaruh variasi campuran tras dan karet dengan tanah terhadap nilai kuat tekan bebas.
3. Mengetahui pengaruh masa pemeraman terhadap nilai kuat tekan bebas tanah komposit campuran tras dan karet.

D. Batasan Masalah

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

1. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah sedimen Waduk Bili-bili yang berlokasi di Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan.
2. Variasi bahan tambah yang digunakan dalam pengujian adalah Tras Lompoto'o yang berasal dari Provinsi Gorontalo dan limbah karet serut dari pabrik vulkanisir ban kendaraan.
3. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium.
4. Penelitian ini hanya meneliti sifat-sifat fisis dan mekanis, dan tidak meneliti unsur kimia tanah tersebut.
5. Persentase berat campuran yang di uji adalah 2% dan 3% karet serta 3%, 6%, 9%, dan 12% tras terhadap berat tanah.
6. Waktu pemeraman setelah campuran tanah dengan tras dan karet adalah 3, 7, 14, dan 28 hari dengan kondisi laboratorium.

E. Sistematika Penulisan

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

BAB 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. METODE 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 relatif lepas (loose), yang terletak di atas batuan dasar (bedrock). (Hardiyatmo, 2001)

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 B. M., 1995)

Sedangkan pengertian tanah menurut (Bowles, 1984), tanah adalah Campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis Berikut:

1. Berangkal (boulders) adalah potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 sampai 300 mm dan untuk ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (cobbles/pebbles).
2. Kerikil (gravel) adalah partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.

3. Pasir (sand) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, yang berkisar dari kasar dengan ukuran 3 mm sampai 5 mm sampai bahan halus yang berukuran < 1 mm.
4. Lanau (silt) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,0074 mm.
5. Lempung (clay) adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm yang merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
6. Koloid (colloids) adalah partikel mineral yang diam dan berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

B. Klasifikasi Tanah

Sebagaimana telah dibahas sebelumnya, 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. Untuk menerangkan tentang tanah berdasarkan ukuran-ukuran partikelnya, beberapa organisasi telah mengembangkan batasan-batasan ukuran golongan jenis tanah (soil-separate-size limits) (Das, 1995).

Sistem klasifikasi tanah dibuat pada dasarnya untuk memberikan informasi tentang sifat-sifat fisis dan karakteristik tanah. Karena variasi dari perilaku tanah yang begitu beragam, sistem klasifikasi secara umum

mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang lebih umum dimana tanah memiliki persamaan dalam sifat fisis.

Terdapat dua jenis sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan untuk mengelompokkan tanah. Kedua sistem klasifikasi tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butiran dan nilai dari pengujian batasbatas atterberg, sistem-sistem tersebut adalah :

B.1. Sistem Klasifikasi Tanah *Unified* (USCS)

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

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

gambut (peat), muck dan tanah-tanah lain dengan kadar organik tinggi.

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabel 1. Sistem Klasifikasi Tanah Unified (USCS)

UNIFIED SOIL CLASSIFICATION AND SYMBOL CHART		LABORATORY CLASSIFICATION CRITERIA	
COARSE-GRAINED SOILS (more than 50% of material is larger than No. 200 sieve size.)			
GRAVELS More than 50% of coarse fraction larger than No. 4 sieve size	Clean Gravels (Less than 5% fines)		
	GW	Well-graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	GW $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ greater than 4; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$ 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	GM Atterberg limits below "A" line or P.I. less than 4 GC Atterberg limits above "A" line with P.I. greater than 7
	GC	Clayey gravels, gravel-sand-clay mixtures	
SANDS 50% or more of coarse fraction smaller than No. 4 sieve size	Clean Sands (Less than 5% fines)		
	SW	Well-graded sands, gravelly sands, little or no fines	SW $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ greater than 6; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$ 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	SM Atterberg limits below "A" line or P.I. less than 4 SC Atterberg limits above "A" line with P.I. greater than 7
	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	
	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	

PLASTICITY CHART	

B.2. Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) ini dikembangkan pada tahun 1929 sebagai Public Road Administration Classification System. Sistem klasifikasi AASHTO bermanfaat untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (subbase) dan tanah dasar (subgrade).

Karena sistem ini ditujukan untuk pekerjaan jalan tersebut, maka penggunaan sistem ini dalam prakteknya harus dipertimbangkan terhadap kegunaan aslinya. Sistem ini membagi tanah ke dalam 7 kelompok utama, yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang diklasifikasikan ke dalam A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200.

Lalu, tanah yang lebih dari 35% butirannya tanah lolos ayakan No. 200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung. Sistem klasifikasi ini didasarkan pada:

1. Ukuran Butir Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan diameter 75 mm (3 in.) dan yang tertahan pada ayakan No. 10 (2 mm).
Pasir : bagian tanah yang lolos ayakan No. 10 (2 mm) dan yang tertahan pada ayakan No. 200 (0.075 mm).
Lanau dan lempung : bagian tanah yang lolos ayakan No. 200.
2. 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.

- Dikatakan sebagai tanah berlanau dipakai jika tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 10 atau kurang. Sedangkan dikatakan sebagai tanah berlempung jika tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 11 atau lebih.

Pada grafik klasifikasi AASHTO di bawah (lihat Gambar 1), dapat dilihat hubungan antara nilai batas cair dengan indeks plastisitas tanah, untuk menentukan jenis tanah berdasarkan nilai yang diperoleh dari pengujian batas atterberg pada tanah tersebut

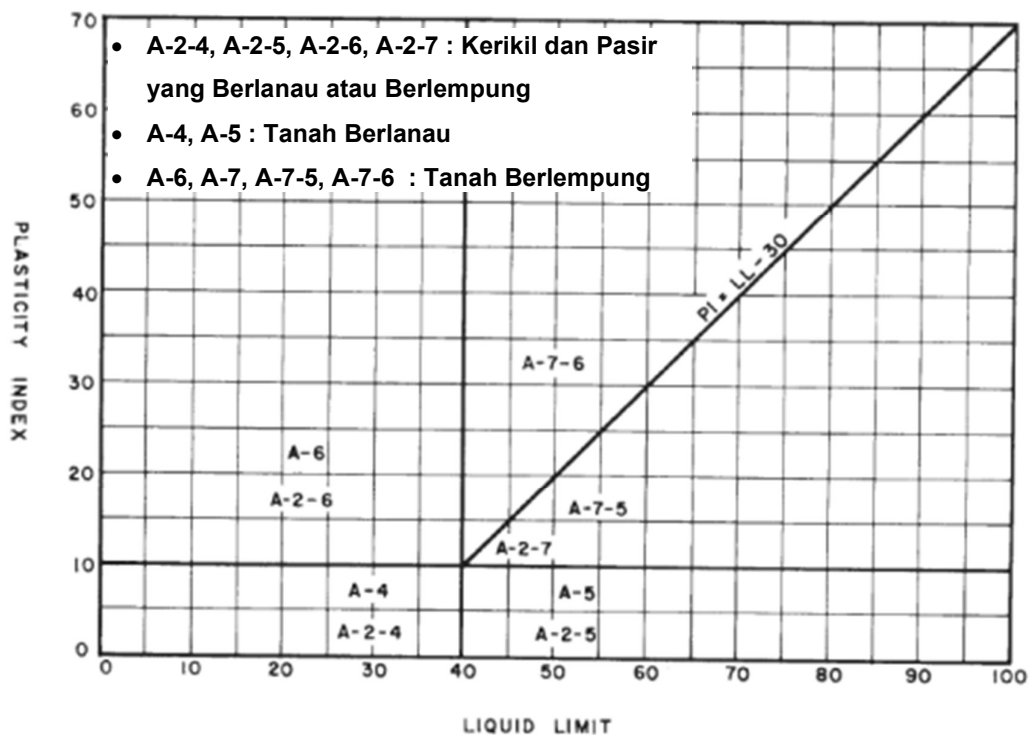
Tabel 2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO

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 berlanau 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, $PI > LL - 30$



Gambar 1. Grafik Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO

C. Karakteristik Lanau

Lanau adalah tanah berbutir halus dengan ukuran butir lebih kecil 0,074 mm (No.200). tanah lanau dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu lanau anorganik (inorganic silt) dengan nilai plastisitas kecil dan mengandung butiran kuarsa sedimentasi atau biasa dikenal dengan tepung batuan (rockflour) dan jenis yang kedua yaitu lanau organik (organic silt) mempunyai tekstur agak plastis berbutir halus yang tercampur dengan bahan organik terpisah secara halus. Lanau cenderung berwarna abu-abu terang ke abu-abu gelap dan biasa terdapat dalam tanah sedimen. Tanah sedimen sendiri merupakan tanah yang terbentuk dari hasil lapukan batuan yang kemudian diendapkan di lokasi lain oleh proses alam, misalnya oleh air, angin, dan lain-lain, biasanya tanah sedimen bersifat lebih homogen, terdiri atas lapisan yang berganti-ganti.

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 dan mengalami sedimentasi. 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 adalah tanah berbutir

halus yang mempunyai batas cair dan indeks plastis terletak dibawah garis A (Darwis, 2017).

D. Stabilisasi Tanah

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

1. Menurut Lambe (1962), mendefinisikan stabilisasi tanah sebagai perubahan dari setiap properti tanah untuk memperbaiki kinerja tekniknya (soil stabilization as "the alteration of any property of a soil to improve its engineering performance"). Dalam pengertian ini Lambe memaknai sifat-sifat tanah (soil property) mencakup sifat mikroskopis dan makroskopis dari massa tanah.
2. 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

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 umum, stabilisasi tanah bertujuan :

1. Meningkatkan daya dukung tanah dan kuat geser tanah.
2. Mengurangi kompresibilitas tanah.
3. Mengontrol nilai permeabilitas tanah.
4. Memperkecil resiko terjadinya kembang-susut pada tanah (swelling potential).

E. Tras

Tras adalah hasil letusan gunung berapi, berbentuk butiran halus yang mengandung oksida silica (SiO_2) yang telah mengalami proses pelapukan hingga derajat tertentu. Tras juga dikenal dengan nama Pozzolan (puzzolanic materials), nama ini berasal dari sejenis tanah yang bersifat tras yang terdapat di Puzzouli, suatu distrik di daerah Napoli (Italia Selatan) yang telah lama di pakai dan di eksport dari Negara tersebut. Tras merupakan bahan Pozzolan alam karena sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silika dan atau aluminat yang reaktif. Tras umumnya dimanfaatkan sebagai bahan baku batako, industri semen, campuran bahan bangunan dan semen alam.

Tras sebagai hasil lapukan batuan gunung berapi banyak mengandung silica. Dari susunan kimianya bahan tras terdiri dari :

1. Silika (SiO_2) : 46 - 59 %
2. Oksida Aluminium (Al_2O_3) : 10 - 19 %
3. Air Kristal (H_2O) : 3 - 12 %
4. Oksida Besi (Fe_2O_3) : 4 - 12 %
5. Calcium Oksida (CaO) : 1 - 7 %
6. Magnesium Oksida (MgO) : 1 - 6 %
7. Natrium Oksida (Na_2O) : 3 - 10 %
8. Kalsium Oksida (K_2O) : 3 - 10 %

Kemampuan tras mengeras dalam adukan disebabkan sama dengan hasil-hasil pengerasan dari benda-benda yang berikatan dengan semen Portland. kehalusan dari pozzolan sangat mempengaruhi sifat-sifat aduk. Makin halus butiran tras, makin tinggi pula daya tahan tekannya. Dengan kata lain, butiran tras yang masih kasar akan lebih rendah mutunya dari pada tras yang halus.

F. Karet

Dalam dekade terakhir, permintaan ban di seluruh dunia meningkat seiring dengan pertumbuhan produksi kendaraan. Pada tahun 2018, permintaan global ban mencapai hampir 3112 juta unit, tumbuh 4,4% (CAGR) antara 2014 dan 2018. Kemudian, pada tahun 2019-2024 juga diperkirakan akan tumbuh pada sebesar 4% dengan volume yang mencapai 4014 juta unit pada tahun 2024. Pada tahun 2017, Cina menguasai hampir 49% industri ban pada skala global, diikuti oleh Eropa,

Amerika Serikat, India, dan Jepang yang merupakan produsen ban yang signifikan di dunia.(M.Latifur Rochman,2019).

Limbah ban bekas jumlahnya sangat tinggi di Indonesia sehingga akan menimbulkan permasalahan lingkungan jika tidak ditangani dengan baik. Sifatnya yang sulit hancur memberikan dampak negatif pada lingkungan. Namun demikian sifat tersebut merupakan potensi untuk dikembangkan menjadi material bangunan, karena keawetanya. Ketersediaan ban bekas sangat tinggi sekitar 10 ton per tahun menjadikan material ini mudah untuk didapatkan (Nastain dan Maryoto, 2010).

Ban mengandung berbagai bahan, diantaranya adalah karet (karet alam maupun sintesis), karbon black, clay, softener, lilin atau parafin, antioksidan, curing agent, bahan aktif vulkanisasi, accelerator, anti scorching agent, dan reinforcing agent. Limbah ban menjadi permasalahan yang serius hampir di seluruh bagian dunia. Di Indonesia terdapat 14 industri ban dengan skala nasional yang mampu memasok kebutuhan ban nasional. Industri ban yang ada di Indonesia telah mampu memenuhi kebutuhan ban nasional dengan berbagai tipe. Ban mobil dengan berbagai ukuran dan ban peralatan berat telah dapat dipenuhi. Kapasitas produksi seluruh industri di Indonesia mencapai 77 juta ban mobil, truck, dan bus serta 64 juta ban kendaraan roda dua. Selain mencukupi kebutuhan ban nasional, sebagian industri nasional telah mampu memenuhi kebutuhan ban negara lain seperti Amerika Serikat, Jepang, Asia, Australia dan Eropa. (Yudo, 2017)

Karet yang biasa digunakan dalam proses industri ban adalah karet alam dan karet sintetik. Karet alam yang memiliki nama IUPAC 2 -metyl- 2 – Karbon black memiliki permukaan yang aktif. Beberapa gugus seperti COOH, OH juga ditemukan terikat pada permukaan karbon black. Keberadaan gugus-gugus tersebut mampu memunculkan serapan FTIR pada daerah OH, C-O maupun C=O. Hasil FTIR sampel limbah yang menunjukkan serapan pada daerah regang OH, regang C-O, dan regang C=O. butena memiliki serapan pada daerah C-H alkana dan C=C alkena. Sedangkan karet sintetik akan memunculkan serapan pada daerah C-H alkana, C=C alkena, C-H aromatik, dan C=C aromatik. (Yudo, 2017)

Secara mekanis, karet ban bekas memiliki kuat tarik yang tinggi sehingga cocok untuk dikembangkan sebagai material perkuatan tanah. Menurut Huat, dkk., (2008) kuat tarik ban bekas lebih dari 20 kN. Metode perkuatan tanah dengan mencampurkan serat dari ban bekas dapat meningkatkan kuat geser pada tanah lempung, dengan kadar optimum 1,5% (Tafti dan Emadi, 2016).

G. Kuat Tekan Bebas

Kuat tekan bebas adalah tekanan aksial benda uji pada saat mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%. 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.

$$q_u = \frac{k \times R}{A} \quad (1)$$

Dimana :

q_u : Kuat Tekan Bebas (kN/m^2)

k : Kalibrasi proving ring (kg/div)

R : Pembacaan maksimum (kg/cm^2)

A : Luas penampang contoh tanah pada saat pembacaan R (m^2)

Nilai kuat tekan bebas (Unconfined Compressive Strength) didapat dari pembacaan proving ring dial dengan tegangan maksimum. 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 3. Klasifikasi Konsistensi Tanah Berdasarkan Nilai Kuat Tekan Bebas

Sifat Tanah	Unconfined Compression Test (kN/m^2)
<i>Very Soft</i> (Sangat Lunak)	<24
<i>Soft</i> (Lunak)	24 - 48
<i>Firm/Medium</i> (Tengah)	48 - 96

<i>Stiff</i> (Kenyal)	96 - 192
<i>Very Stiff</i> (Sangat Kenyal)	192 - 383
<i>Hard</i> (Keras)	> 383

Sumber : (Das B. M., 1995)

H. Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian-penelitian terdahulu yang membahas stabilisasi tanah dengan penambahan tras dan karet, seperti yang dilakukan oleh :

1. Agatha N.E.Naseriman, O.B.A.Sompie, Alva Sarajar (2020) :
Pengujian Kuat Geser Pada Stabilisasi Tanah Lempung dengan Campuran Arang Tempurung Kelapa dan Tras di Tinjau dari Waktu Pemeraman.

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu penelitian eksperimental dan analisis hasil penelitian (tabel, grafik). Sebelum dilaksanakan pengujian utama, dilakukan pengujian penunjang untuk mengetahui karakteristik dari tanah. Pengujian utama dilakukan dengan pengujian *Triaksial Unconsolidated Undrained*. Pelaksanaan pengujian sampel dilakukan melalui prosedur-prosedur laboratorium yang sesuai standar ASTM (*American Society Of Testing Material*) dan SNI (Standar Nasional Indonesia). Sebelum dilakukan pengujian, benda uji terlebih dahulu disiapkan dengan cara diperam serta menggunakan waktu peram 0 hari, 3 hari, 6 hari. Pada pengujian ini, parameter yang didapatkan yaitu

data kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Kemudian dari data tersebut, dianalisis menggunakan formula Grafik dan Tabel untuk mendapatkan nilai kuat geser yang dicari. Lokasi penelitian ini berada di jembatan Tiran-Kairagi. Dengan koordinat titik $1^{\circ}29'18''N$ – $124^{\circ}53'20''E$. Menurut Analisa Karakteristik Tanah menggunakan Standar ASTM Versi *Unified Soil Classification System (USCS)*, Nilai yang terdapat pada $LL = 46.60\%$ dan $PI = 24.60\%$ ASTM D-2487 tanah berada diatas garis A, maka didapatkan tipe tanah termasuk golongan CL (*Clay With Low or Medium Plasticity*). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan pengujian kuat geser (triaxial UU) menggunakan campuran bahan stabilisasi (arang tempurung kelapa dan tras), didapat nilai kuat geser tanah lempung serta pengaruh masing-masing bahan stabilisasi pada kuat geser tanah berdasarkan waktu pemeraman: 0 hari, nilai terbesar pada variasi arang yaitu campuran 5% Tras + 4 % Arang, nilai = 4.600 t/m^2 . Dan nilai terbesar pada variasi tras yaitu campuran 5% Arang + 4% Tras, nilai = 3.845 t/m^2 . 3 hari, nilai terbesar pada variasi arang yaitu campuran 5% Tras + 6%Arang, nilai = 3.123 t/m^2 . Dan variasi tras dengan campuran 5% arang + 2% tras, dengan nilai = 3.435 t/m^2 . 6 hari, nilai terbesar pada variasi arang yaitu campuran 5% Tras + 6% Arang, nilai = 5.842 t/m^2 . Dan variasi tras dengan campuran 5% Arang + 4% Tras dimana nilai = 4.578 t/m^2 . Berdasarkan hasil dari point di atas, didapat 3 point

utama dimana: Pada 0 hari pemeraman, nilai kuat geser terbesar pada variasi variasi arang yaitu campuran 5% Tras + 4 % Arang, nilai = 4.600 t/m². Pada 3 hari pemeraman, nilai kuat geser terbesar pada variasi tras dengan campuran 5% arang + 2% tras, dengan nilai = 3.435 t/m². Pada 6 hari pemeraman, nilai kuat geser terbesar pada variasi variasi arang yaitu campuran 5% Tras + 6% Arang, nilai = 5.842 t/m². Penggunaan waktu peram memberikan pengaruh terhadap kandungan pada bahan stabilisasi serta pengaruh pada kuat geser tanah dalam hal ini, waktu pemeraman 6 hari memiliki nilai-nilai kuat geser yang paling maksimum dari waktu pemeraman lainnya. Berdasarkan hasil penelitian yang ada, kadar presentase campuran bahan stabilisasi yang efektif terdapat pada variasi campuran arang dimana 5% Tras + 6% Arang nilai = 5.842 t/m². Maka dari itu faktor penggunaan arang tempurung kelapa sebagai bahan stabilisasi dapat membantu dalam penerapan di lapangan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan material timbunan dengan mengganti sebagian tanah lempung dengan yang distabilisasi dapat membantu dalam penerapan di lapangan.

2. Hariman Palar, S.Monintya, Turangan A.E.A.N Sarajar (2013) : Pengaruh Pencampuran Tras dan Kapur pada Lempung Ekspansif terhadap nilai daya dukung.

Penelitian ini di lakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi dengan Judul Penelitian

“Pengaruh Pencampuran Tras dan Kapur pada Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Daya Dukung” dengan sampel tanah yang di ambil di Desa Warembungan, Kecamatan Pineleng yang di stabilisasi dengan kapur sebesar 2.5% dan Tras dengan variasi campuran 5%, 10%, 15%, dan 20%. Berdasarkan analisa karakteristik tanah, dengan menggunakan Standard ASTM versi USCS (Unified Soil Classification System), dapat disimpulkan: Berdasarkan Gambar 4 untuk nilai LL = 73 dan PI = 39.67 ASTM D-2487, diperoleh tanah berada di atas garis A, maka tanah termasuk lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, digolongkan ke dalam symbol CH grup Fat Clay (Lempung Gemuk) dari variasi campuran antara kapur 2.5% dan Tras 5%, 10%, 15%, dan 20%, maka diperoleh nilai berat isi tanah kering maksimum semakin besar, sedangkan kadar air optimum semakin kecil. Lempung yang distabilisasi dengan kapur 2.5% dan Tras dengan variasi 5%, 10%, 15%, dan 20% menunjukkan adanya peningkatan nilai CBR rendaman sebesar 116.7% dan Nilai CBR Lapangan pada alat Cone Penetrometer sebesar 455.4 % dari nilai CBR tanah asli. Lempung ekspansif yang distabilisasi dengan kapur 2.5% dan Tras pada variasi 5%, 10%, 15%, dan 20% menunjukkan adanya peningkatan nilai Daya Dukung Tanah. Pada campuran kapur 2.5% dan Tras 20% terjadi peningkatan nilai Daya Dukung dengan menggunakan alat CBR Rendaman sebesar 56.6% dan Nilai Daya Dukung pada percobaan

CBR Lapangan dengan alat Cone Penetrometer sebesar 390.4% dari nilai Daya Dukung Tanah Asli.

3. Renaningsih, Irfan Mulyadi, Anto Budi Listyawan (2018) : Nilai Kuat Dukung Tanah Lempung Yang Distabilisasikan Dengan Tras Dan Garam Dapur (Nacl)

Berdasarkan hasil penilitan dan analisis data percobaan terhadap tanah lempung Desa Troketon, Kecamatan Pedan, Kabupaten Klaten setelah dilakukan stabilisasi dengan tras dan Garam maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Pengujian sifat fisis tanah asli didapatkan nilai kadar air 9,979% , specific gravity (GS) 2,730, batas cair (LL) 70,70%, batas plastis (PL) 40,50%, batas susut (SL) 45,20% dan indeks plastisitas (PI) 30,20%. Hal tersebut menunjukkan bahwa tanah Desa Troketon, Kecamatan Pedan, Kabupaten Klaten adalah tanah lempung dengan plastisitas tinggi dan mempunyai sifat kohesif. Menurut metode ASSHTO tanah asli termasuk dalam kelompok A-7-5 termasuk tanah lempung yang buruk dan tidak baik digunakan untuk lapis pondasi bangunan dan perkerasan jalan. Sedangkan menurut metode USCS termasuk dalam kelompok CH yaitu tanah lempung inorganik dengan plastisitas tinggi. Hasil uji fisis tanah campuran menunjukkan bahwa nilai specific gravity, kadar air, batas cair, indeks plastis, batas susut dan lolos saringan No. 200 mengalami penurunan seiring dengan penambahan tras dan

garam. Nilai batas plastis mengalami peningkatan. Klasifikasi tanah campuran menurut AASTHO menunjukkan bahwa tanah ini termasuk kelompok A-7-5. Klasifikasi menurut USCS, tanah campuran MH tanah lanau tak organik dengan plastisitas tinggi. Hasil uji pemadatan tanah menggunakan Standard Proctor dengan metode A pada ASMTM dengan pemeraman 24 jam menunjukkan bahwa berat volume kering maksimum mengalami peningkatan dan kadar air optimum mengalami penurunan. Nilai berat volume kering maksimum tertinggi pada persentase penambahan tras 10% dan Garam 5% yaitu sebesar 1,5 gr/cm³. Nilai kadar air optimum terendah pada penambahan tras 10% dan Garam 5% yaitu sebesar 19%. CBR soaked terjadi peningkatan nilai CBR, nilai terbesar didapatkan pada penambahan 10% tras dan 5% garam yaitu 7% dan pada pengujian swelling terbesar terdapat pada tanah asli 2,07% dan terjadi penurunan swelling setelah dicampurkan dengan 10% tras dan 5% garam yaitu 1,50%.

4. H.K.Gupta, Mohit (2021) : Soil Stabilization Using Waste Shredded Rubber Tyre Chips With Addition Of Cement.

Penelitian dilakukan menggunakan bahan ban sobek berukuran panjang 10 mm sampai dengan 15mm. Potongannya memiliki ketebalan 2mm sampai 3mm. Karet ban ini memiliki nilai berat jenis dari 1.18. Serpihan karet ini diayak melalui saringan IS 4,75 mm, untuk menghilangkan potongan ban karet yang lebih

kecil. Variasi penambahan jumlah ban karet yaitu proporsi 0%, 5%, 10%, dan 15% serta 2% dan 4% semen. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian UCS dan CBR. Pengujian dilakukan untuk variasi penambahan serutan 5%, 10%, dan 15% dari hasil pengujian di dapatkan 5% yang optimum. Kemudian dari hasil penambahan semen dari 0%, 2% dan 4% terus mengalami peningkatan. Telah diamati bahwa semen dapat meningkatkan nilai CBR Tanah di bandingkan dengan serutan ban karet. Sehingga jika digabungkan maka nilai CBR dan UCS juga akan meningkat dengan 25 dan 4% semen. Kemudian di lakukan proses pencampuran untuk variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% serta 2% dan 4% semen. Dari hasil penelitian di dapatkan nilai Kuat tekan bebas meningkat dari 15Kpa menjadi 74Kpa untuk 2% semen dan 246Kpa untuk 4% semen. Pada CBR Rendaman telah meningkat dari 5,86% menjadi 11,46% untuk 4% semen. Kemudian periode pemeraman 4,7 dan 14 hari juga terus mengalami kenaikan dengan penambahan 2% dan 4% semen. Terlihat bahwa CBR dan UCS meningkat hingga 5% dengan penambahan 4% semen.

5. Emadi dan Tafti (2016) : *Impact of Using Recycled Tire Fibers On The Mechanical Properties Of Clayey and Sandy Soils.*

Dalam penelitian ini, sampel tanah yang diperkuat dengan persentase serat ban daur ulang yang berbeda digunakan dalam rangkaian uji pemadatan dan California Bearing Ratio (CBR) pada

dua jenis tanah yaitu tanah liat dan tanah berpasir. Untuk tanah lempung, uji tekan tak terkekang, geser langsung dan uji tarik tidak langsung adalah juga digunakan karena tes ini terutama digunakan untuk tanah kohesif. Untuk tanah lempung, dua gradasi tanah yang berbeda terdiri dari sampel tanah bergradasi halus disebut CA dan CB masing-masing digunakan dalam percobaan. Untuk tanah berpasir, dua tanah yang berbeda gradasi yang terdiri dari sampel tanah bergradasi halus dan kasar, masing-masing disebut SA dan SB dalam percobaan. Empat sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini disediakan dari daerah pedesaan Provinsi Yazd di Iran. Dua sampel tanah berpasir SA dan SB diklasifikasikan sebagai SP dalam Sistem USCS dan dua sampel tanah liat CA dan CB diklasifikasikan sebagai CL dalam sistem USCS. Serat ban yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis twisted polyester. Serat poliester adalah serat sintetis yang telah dibentuk oleh polimerisasi ester. Panjang serat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kisaran 10mm sampai 30mm. Panjang ini konsisten dengan kisaran panjang serat yang digunakan dalam studi-studi sebelumnya. Mempertimbangkan temuan penelitian sebelumnya tentang penggunaan berbagai kandungan serat, diputuskan untuk memeriksa enam kandungan serat yang berbeda dari 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, dan 3%.

Percobaan pada tanah lempung dan berpasir yang diperkuat dengan serat ban daur ulang dalam penelitian ini menunjukkan bahwa serat ini dapat menghasilkan dampak positif yang cukup besar pada tanah ini, asalkan proporsi serat yang tepat digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan serat optimum untuk tanah liat dan tanah berpasir yang diteliti dalam penelitian ini masing-masing adalah 1,5% dan 1%. Eksperimen ini juga menunjukkan bahwa secara keseluruhan, dampak positif dari serat ban daur ulang pada tanah dengan gradasi yang lebih halus lebih tinggi daripada tanah dengan gradasi yang lebih kasar. Secara keseluruhan hasil menunjukkan bahwa serat ini akan mampu meningkatkan sifat-sifat yang diperiksa tanah dan meningkatkan peluangnya untuk digunakan dalam beberapa aplikasi geoteknik, mis. sebagai tanah dasar atau bahan sub-base dalam konstruksi jalan. Hasilnya menunjukkan bahwa kandungan serat optimal untuk tanah liat dan tanah berpasir di bawah penilaian yang diperiksa masing-masing adalah 1,5% dan 1%, menunjukkan bahwa penilaian mungkin tidak memiliki dampak yang signifikan terhadap kandungan serat optimum untuk jenis tanah tersebut. Hasilnya juga menunjukkan bahwa penambahan ini serat ke tanah lempung akan meningkatkan kekuatan tekan bebas, adhesi, internal sudut gesekan dan nilai CBR untuk CA tanah masing-masing sebesar 41, 42, 44 dan 79% dan untuk CB soil tanah masing-masing sebesar

37, 30, 44 dan 38%, menunjukkan dampak positif yang lebih tinggi pada tanah lempung bergradasi halus. Nilai CBR untuk tanah SA dan SB masing-masing meningkat sebesar 26% dan 18%. Hasilnya juga menunjukkan bahwa penambahan serat ban daur ulang akan meningkatkan keuletan dan penyerapan energi kemampuan semua tanah yang diperiksa.