

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN LIMBAH ASPAL BUTON SEBAGAI BAHAN
STABILISASI TANAH DASAR**

***THE USE OF ASBUTON WASTE FOR ROAD SUBGRADE
STABILIZATION MATERIAL***

**NUR MUTHI'AH
D111 16 005**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2021**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**PEMANFAATAN LIMBAH ASPAL BUTON SEBAGAI BAHAN STABILISASI
TANAH DASAR**

Disusun dan diajukan oleh:

NUR MUTHI'AH

D111 16 005

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 01 Februari 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

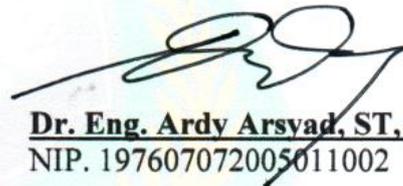
menyetujui,

Pembimbing Utama,

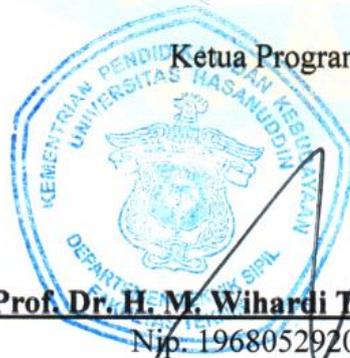


Ir. H. Achmad Bakri Muhiddin, MSc, Ph.D
NIP. 196007301986031003

Pembimbing Pendamping,



Dr. Eng. Ardy Arsyad, ST, M.Eng.Sc
NIP. 197607072005011002



Ketua Program Studi,

Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng
Nip. 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, Nur Muthi'ah, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Pemanfaatan Limbah Aspal Buton Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Dasar**", 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, Februari 2021

Yang membuat pernyataan,



Nur Muthi'ah

NIM. D111 16 005

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin. Shalawat dan salam semoga selalu dilimpahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga dan sahabatnya serta para pengikutnya yang setia hingga akhir zaman.

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

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu ibunda **Nurhayati** dan ayahanda **A.Khair** atas kasih sayang dan segala dukungan selama ini, baik spritual maupun materil karena penulis tidak akan mampu sampai di titik ini jika tanpa nasihat, motivasi dan do'a yang tiada hentinya terpanjatkan kepada Allah SWT.
2. Bapak **Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, MT.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar
3. Bapak **Prof. Dr. H. Muh. Wihardi Tjaronge, ST. M.Eng,** selaku Ketua dan Bapak **Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T,** selaku Sekretaris Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
4. Bapak **Dr. Eng. Tri Harianto, S.T., M.T.** selaku Kepala Laboatorium Riset Geoteknik Lingkungan yang telah memberikan wawasan tambahan kepada penulis.
5. Bapak **Ir. H. Achmad Bakri Muhiddin, MSc, Ph.D** selaku dosen pembimbing I, atas segala arahan dan bimbingan serta waktu yang telah diluangkannya dari dan hingga terselesainya tugas akhir ini.
6. Bapak **Dr. Eng. Ardy Arsyad, S.T., M.Eng.Sc** selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal hingga terselesainya penulisan tugas akhir ini.
7. Bapak **Dr. Ir. Abd. Rachman Djamaluddin, M.T** selaku Kepala Laboatorium Mekanika Tanah yang telah memberikan wawasan tambahan selama penulis menjadi asisten laboratorium.

8. Seluruh dosen, staf dan karyawan Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar yang telah banyak membantu dalam mendukung penulisan tugas akhir ini.
9. Kepada Kak **Pramoedyo Bayu**, Kak **Nurul Marfu'ah** dan Kak **Abul Khaer** yang telah banyak membantu dan memberi motivasi yang sangat bermanfaat dalam mendukung penulisan tugas akhir ini.
10. Kepada **Thasya Belinda Cherry Leatemia** yang tidak henti-hentinya memberi semangat, dukungan dan motivasi agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini pada waktu yang tepat.
11. Keluarga Besar **Laboratorium Mekanika Tanah**, Kak Zainal, Kak Bayu, Kak Fuah, Kak Abul, Thasya, Kintan, Sri, Gary, Anto, Asry, Nidar, Cindy, Adam, Marchel, Baso, Alwan, Meca, Novi, Feby, Asmud dan Egi.
12. Teman-teman KKD Geoteknik, terkhusus **Calvin Edrick Wibowo** dan **Fardhu Aslam N.R Artata**, yang senantiasa menemani, memberi dukungan dan motivasi, serta bertukar pikiran selama pengerjaan tugas akhir ini.
13. Teman-teman **Pengurus HMS FT-UH Periode 2019** dan **HMS FT-UH** yang telah memberikan pengalaman dan pengetahuan yang berharga kepada penulis selama berada di lingkup Universitas Hasanuddin.
14. Saudara-saudariku **PATRON 2017** Angkatan 2016 Teknik Sipil dan Teknik Lingkungan terkhusus **Amirul Wais**, **Fadhil Inyanto** dan **Dian Lestari Hi. Lolo**.
15. Teristimewa **Tris Yuliana**, yang senantiasa memberikan bantuan, dukungan, dan motivasi yang sangat bermanfaat bagi penulis.
16. Kepada **Alfian Wiratama**, dan **Yusril Binabari** yang senantiasa menemani, mendukung dan menjadi penyemangat bagi penulis.
17. Teman-teman SMA (**FROZEN**) terkhusus **Nafisa Nadjib**, **M. Hanif Zulfikar** dan **M. Tungkidjani** yang menjadi motivasi bagi penulis serta pengingat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
18. Teristimewa **Haru99s**, Mar, Dita, Faya, Andita, Gina, Ara, Mega, Ri, Alifiya, Savira, Indah, Lia, Eth, Mitha, Mil, Citra, Ica, Senne, Evis, Ika, Sicu yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
19. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu dengan semua bantuan, dan dukungan hingga terselesainya skripsi ini.

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

Gowa, Februari 2021

Nur Muthi'ah

ABSTRAK

Pengetahuan mengenai mekanika tanah sangat diperlukan untuk mengetahui sifat mekanis tanah, metode analisisnya dan sekaligus menentukan metode yang menggunakan hasil analisis tersebut dalam perencanaan suatu bangunan teknik sipil.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah lempung yang digunakan, pengaruh penambahan variasi limbah aspal buton (LAB) dan pemeraman terhadap nilai *California Bearing Ratio* (CBR) tanah langsung.

Pengujian yang dilakukan adalah uji sifat fisis dan uji sifat mekanis tanah, variasi campuran yaitu penambahan limbah aspal buton sebesar 1%, 2%, 3% dan 4%, serta masa pemeraman 0 hari, 1 hari, 14 hari dan 28 hari.

Dari hasil penelitian, diperoleh bahwa penambahan campuran limbah aspal buton dapat meningkatkan daya dukung tanah. Masa pemeraman memiliki efek peningkatan daya dukung tanah. Dalam hal ini, nilai CBR maksimum yaitu 40,24% yang dicapai pada variasi campuran 4% limbah aspal buton dengan masa pemeraman 28 hari. Penambahan LAB menyebabkan kenaikan nilai CBR sebesar 4,71 kali lipat dibanding tanah tanpa stabilisasi.

ABSTRACT

Knowledge about soil mechanics is needed to determine mechanical properties of soil, analytic methods and to determine the methods that using the result of analysis in planning a civil engineering building.

This study aims to investigate the characteristics of the clay used, to examine the effect by adding variations of asbuton waste to California Bearing Ratio (CBR) value, and the effect of curing periods to the CBR value.

Tests carried out in this study are physical properties and mechanical properties of soil. Mixed variation by adding asbuton waste are 1%, 2%, 3% and 4%, and curing periods of 0 day, 1 day, 14 days and 28 days.

Based on the results of research, it obtained that adding mixed variations of the asbuton waste would increase the bearing capacity of soil, and the curing periods is able to increase the bearing capacity of soil. In this case, the maximum CBR value is 40.24% which in a mixture of 4% asbuton waste with a curing period of 28 days. The addition of asbuton waste increased CBR value of 4.71 times on soil without stabilization.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Batasan Masalah	4
F. Sistematika Penulisan	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Pengertian Tanah.....	7
B. Klasifikasi Tanah	8
C. Karakteristik Lempung.....	15
D. Stabilisasi Tanah	15
E. Pemadatan.....	17
F. <i>California Bearing Ratio (CBR)</i>	18
G. Berat Jenis	19
H. Batas-Batas Atterberg	20
I. Aspal Buton.....	22
J. Limbah Aspal Buton	23
K. Penelitian Terdahulu	24
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	29
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	29

B. Metode Pengumpulan Data	29
C. Kerangka Alir Penelitian	30
D. Material	32
E. Peralatan Laboratorium	33
F. Pengujian Sampel	35
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
A. Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanik Tanah Lempung	38
B. Pengujian Kompaksi pada Campuran Tanah dan Limbah Aspal Buton.....	Error! Bookmark not defined.
C. Pengaruh Penambahan Limbah Aspal Buton terhadap nilai <i>California Bearing Ratio</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	64
A. Kesimpulan	64
B. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Grafik klasifikasi tanah menurut AASHTO.....	13
Gambar 2. Peta Lokasi Sebaran Asbuton.....	23
Gambar 3. (a) Proses ekstraksi limbah aspal buton (b) Lokasi sampling LAB.....	24
Gambar 4. Bagan alir Penelitian	31
Gambar 5. Limbah Aspal Buton	32
Gambar 6. Limbah Aspal Buton (ukuran < 0,075 mm)	33
Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Batas Cair	39
Gambar 8. Grafik Gradasi Butiran.....	40
Gambar 9. Penggolongan Klasifikasi Tanah Asli Menurut Sistem USCS	42
Gambar 10. Grafik Hubungan Kadar Air dan Berat Isi Tanah Kering	46
Gambar 11. Grafik Hubungan Penetrasi dan Nilai Beban Terkoreksi.....	47
Gambar 12. Grafik Hubungan Kadar Air Optimum dan Berat isi Kering pada Berbagai Variasi Campuran	Error! Bookmark not defined.
Gambar 13. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR untuk Pemeraman 0 Hari	Error! Bookmark not defined.
Gambar 14. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR untuk Pemeraman 1 Hari	Error! Bookmark not defined.
Gambar 15. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR untuk Pemeraman 14 Hari	Error! Bookmark not defined.
Gambar 16.. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR untuk Pemeraman 28 Hari	Error! Bookmark not defined.
Gambar 17. Grafik Perbandingan Nilai CBR Tanah + LAB dan CBR Tanah Asli Terhadap Masa Pemeraman.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 18. Grafik Perbandingan Nilai CBR Tanah + LAB dan CBR Tanah Asli Terhadap Variasi Penambahan LAB.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sistem Klasifikasi Tanah Unified (USCS)	11
Tabel 2. Tabel klasifikasi tanah menurut AASHTO	14
Tabel 3. Berat Jenis Tanah (<i>specific gravity</i>)	20
Tabel 4. Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah	22
Tabel 5. Alat-alat dan Gambar Pengujian Sifat Fisis	34
Tabel 6. Alat-alat dan Gambar Pengujian Sifat Mekanis	35
Tabel 7. Standar Pengujian Sifat Fisis Tanah	36
Tabel 8. Standar Pengujian Sifat Mekanis Tanah	37
Tabel 9. Tabel klasifikasi tanah menurut AASHTO	43
Tabel 10. Klasifikasi Keandalan Tanah Berdasarkan AASHTO	44
Tabel 11. Rekapitulasi hasil pengujian Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis	48
Tabel 12. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kompaksi Pada Berbagai Variasi Campuran.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 13. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR untuk Pemeraman 0 Hari	Error! Bookmark not defined.
Tabel 14. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR untuk Pemeraman 1 Hari	Error! Bookmark not defined.
Tabel 15. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR untuk Pemeraman 14 Hari	Error! Bookmark not defined.
Tabel 16. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR untuk Pemeraman 28 Hari	Error! Bookmark not defined.
Tabel 17. Rekapitulasi Nilai CBR Masing-masing Variasi	Error! Bookmark not defined.

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang memiliki laju pembangunan infrastruktur yang sangat pesat. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya proyek konstruksi yang telah selesai, dikerjakan atau pun yang sedang direncanakan. Contohnya seperti konstruksi bangunan, jalan raya, jembatan, rel kereta api, bandar udara dan lain-lain.

Tanah mempunyai peranan yang sangat penting dalam bidang teknik sipil, hal ini disebabkan karena sebagian besar pekerjaan teknik sipil berada di atas permukaan tanah. Pengetahuan mengenai Mekanika Tanah sangat diperlukan untuk mengetahui sifat-sifat tanah, cara menganalisis sifat-sifat tersebut dan untuk menentukan metode yang digunakan dalam memperhitungkan sifat-sifat tanah tersebut dalam perencanaan suatu bangunan. Tanah pula merupakan salah satu bahan konstruksi yang langsung tersedia di lapangan. Apabila suatu tanah yang akan digunakan tidak memiliki sifat-sifat yang disyaratkan untuk suatu tujuan tertentu maka tanah tersebut harus diperbaiki karena sifat-sifat tanah di lapangan tidak selalu memenuhi kriteria dalam merencanakan suatu konstruksi.

Konstruksi memerlukan material yang kukuh agar bangunan tersebut dapat bertahan lama dan dapat menahan beban yang direncanakan sesuai dengan persyaratannya. Untuk mendukung

konstruksi tersebut, maka tanah harus memiliki struktur yang baik, karena tanah memegang peranan penting dalam mendukung suatu konstruksi. Perbedaan tersebut mempengaruhi kekuatan dari suatu konstruksi sipil yang akan dibangun. Oleh karena itu, perlu adanya usaha dalam memperbaiki kapasitas daya dukung tanah dengan menambahkan stabilisator pada suatu tanah agar nilai daya dukung tanah yang diperoleh dapat memenuhi standar konstruksi sipil yang akan dibangun.

Stabilisasi tanah adalah perubahan atau perawatan terhadap satu atau beberapa properti tanah untuk meningkatkan kondisi material tanah/butiran. Stabilisasi tanah dikenal dalam rekayasa geoteknik secara umum terbagi tiga kategori, yaitu cara mekanis, kimia, dan fisik. Cara mekanis didasarkan atas usaha mekanis, seperti kompaksi dan konsolidasi. Cara yang umum digunakan untuk meningkatkan kerapatan tanah, kompresibilitas tanah berkurang, kemudian diikuti dengan peningkatan kapasitas daya dukung dan stabilitas tanah. Pada cara kimiawi, suatu bahan aditif berupa semen, kapur, abu terbang dan bahan kimia lainnya dicampurkan dalam tanah dapat mengubah properties dan kekuatan tanah. Sedangkan pada cara fisik, suatu bahan perkuatan seperti geotekstil dimasukkan atau disusun pada lapisan tanah untuk memperkuat tanah.

Asbuton merupakan aspal alam yang terdapat di Pulau Buton dengan deposit sangat besar yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan dari pondasi jalan karena disamping mengandung bitumen, mineralnya

pun memiliki kandungan kapur (CaCO_3) yang cukup tinggi yaitu sekitar 70% - 80% (Kusnianti, 2008). Limbah Aspal Buton (LAB) dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi untuk meningkatkan kapasitas daya dukung tanah.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dirasa perlu melakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah aspal buton sebagai perbaikan tanah lunak dengan judul **“Pemanfaatan Limbah Aspal Buton Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Dasar”**.

B. Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik tanah lempung yang digunakan sebagai tanah dasar?
2. Bagaimana pengaruh penambahan variasi LAB terhadap karakteristik mekanis (daya dukung) tanah dasar?
3. Bagaimana pengaruh pemeraman terhadap karakteristik mekanis tanah dasar yang diukur dengan parameter California Bearing Ratio (CBR)?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui karakteristik tanah lempung yang digunakan.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi LAB terhadap nilai CBR.
3. Untuk mengetahui pengaruh pemeraman terhadap nilai CBR.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai bahan studi tentang karakteristik mekanis tanah dasar yang distabilisasi dengan LAB.
2. Sebagai pengembangan material lokal, LAB sebagai bahan stabilisasi tanah untuk infrastruktur jalan.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium, bukan pada skala lapangan
2. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah limbah aspal buton (LAB) dengan variasi 1%, 2%,3% dan 4%.
3. Waktu pemeraman adalah 0 hari, 1 hari, 14 hari dan 28 hari
4. Penelitian hanya meneliti sifat fisis dan mekanis tanah lempung, tidak meneliti unsur kimia tanah tersebut.

5. Sifat-sifat fisis dan mekanis tanah yang dianalisis adalah
 - a. Pengujian berat jenis
 - b. Pengujian kadar air
 - c. Pengujian batas-batas atterberg
 - d. Pengujian analisa saringan dan hidrometer
 - e. Pengujian pemadatan (kompaksi)
 - f. Pengujian *California Bearing Ratio*
6. Metode test yang dipergunakan adalah hanya berdasarkan metode ASTM, AASHTO dan SNI.

F. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Pendahuluan memuat suatu gambaran secara singkat dan jelas tentang latar belakang mengapa penelitian ini perlu dilaksanakan. Dalam pendahuluan ini juga memuat rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan mengenai konsep teori yang relevan dan memberikan gambaran mengenai metode pemecahan masalah yang akan digunakan pada penelitian ini.

BAB 3. METODE PENELITIAN

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

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

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

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan penutup dari keseluruhan penulisan tugas akhir yang berisi tentang kesimpulan yang disertai dengan saran-saran mengenai keseluruhan penelitian maupun untuk penelitian yang akan datang.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. (Das, 1995)

Menurut Hardiyatmo (2017) tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relative lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara maupun keduanya. Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah. Pembentukan tanah dari batuan induknya, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Partikel-partikel mungkin berbentuk bulat, bergerigi maupun bentuk-bentuk diantaranya. Umumnya, pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbondioksida, air (terutama yang mengandung asam atau alkali) dan

proses-proses kimia yang lain. Jika hasil pelapukan masih berada di tempat asalnya, maka tanah ini disebut tanah *residual* (*residual soil*) dan apabila tanah berpindah tempatnya, disebut tanah terangkut (*transported soil*).

B. Klasifikasi Tanah

Sistem Klasifikasi Tanah adalah suatu sistem penggolongan yang sistematis dari jenis-jenis tanah yang mempunyai sifat-sifat yang sama ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya (Das, 1995).

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

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

Terdapat dua sistem klasifikasi yang sering digunakan, yaitu Unified Soil Classification System (USCS) dan American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

B.1 Klasifikasi Sistem USCS (*Unified Soil Classification System*)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Menurut Hadiyatmo (2017) tanah diklasifikasikan dalam jumlah kelompok dan subkelompok yang dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Sistem Klasifikasi Tanah Unified (USCS)

Divisi Utama	Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi		
Tanah berbutir kasar > 50% butiran terahan saringan No. 200	Kerikil 50% ≥ fraksi kasar terahan saringan No. 4	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau		
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		
		Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
	Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau		
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		
		Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung batas cair ≤ 50%	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung
				CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clays</i>)
	OL			Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	
	Lanau dan lempung batas cair ≥ 50%		MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis	
CH			Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)		
OH			Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi		
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi	PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488		

Klasifikasi berdasarkan persentase butiran halus : Kurang dari 5% lolos saringan no.200: GM, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no.200 : GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos saringan No.200 : Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel

Diagram Plastisitas:
Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas *Atterberg* yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.

Batas Cair (%)

Garis A : PI = 0.73 (LL-20)

Sumber : Hary Christady, 1996.

B.2 Klasifikasi Sistem AASHTO (*American Association Of State Highway and Transportation Official*)

Klasifikasi tanah sistem ini dikembangkan pada tahun 1929 oleh *Public Road Administration Classification System*. Dalam sistem ini, tanah diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar yaitu: A-1 sampai dengan A-7, sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 2.

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

a) Ukuran butir:

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

Pasir: bagian tanah yang lolos ayakan No. 10 (2mm) dan yang tertahan pada ayakan No. 200 (0,075 mm).

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

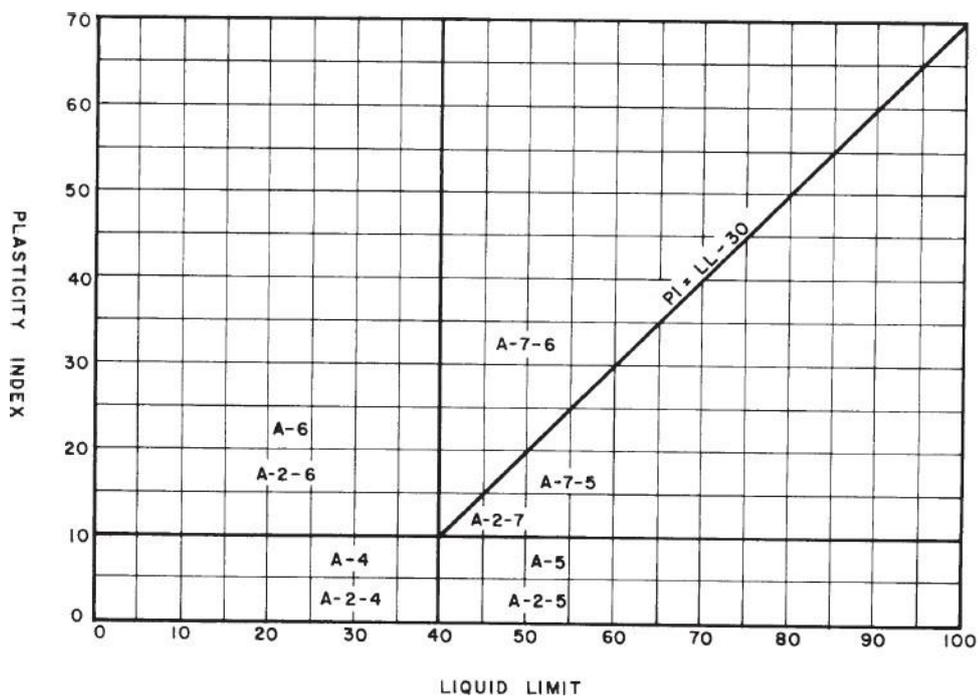
b) Plastisitas:

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

bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 11 atau lebih.

- c) Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan di dalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan-batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu. Tetapi, persentase dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.

Gambar 1 menunjukkan gambaran daerah yang berhubungan dengan batas cair dengan indeks plastisitas tanah yang termasuk dalam kelompok-kelompok: A-2, A-4, A-5, A-6 dan A-7.



Gambar 1. Grafik klasifikasi tanah menurut AASHTO

Tabel 2. Tabel klasifikasi tanah menurut AASHTO

Klasifikasi tanah	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
	A - 1		A - 3	A - 2			
Klasifikasi kelompok	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7
Analisa ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Maks.50 Maks.30 Maks.15	Maks.50 Maks.25	Maks.51 Maks.10	Maks.35	Maks.35	Maks.35	Maks.35
Sifat fraksi yang lolos Ayakan No.40 Batas cair (LL) Indeks plastisitas (PI)	Maks. 6		NP	Maks.40 Maks.10	Min. 41 Maks.10	Maks.40 Min. 11	Min. 41 Min. 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlannau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						
Klasifikasi tanah	Tanah lanau - lempung (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klasifikasi kelompok	A - 4	A - 5	A - 6	A - 7 A - 7-5* A - 7-6**			
Analisa ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Min. 36	Min. 36	Min. 36	Min. 36			
Sifat fraksi yang lolos Ayakan No.40 Batas cair (LL) Indeks Plastisitas (IP)	Maks. 40 Maks. 10	Min. 41 Maks. 10	Maks. 40 Min. 11	Min. 41 Min. 11			
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau		Tanah berlempung				
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek						

* A-7-5, $PI \leq LL - 30$ ** A-7-6, $PI > LL - 30$

(Sumber: Braja M. Das (1995))

C. Karakteristik Lempung

Lempung adalah tanah berbutir halus yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm). Menurut Hadiyatmo (2011) Lempung mempunyai sifat plastis dalam kisaran kadar air tertentu, dan kekuatannya tinggi bila tanahnya pada kondisi kering udara. Untuk klasifikasi, lempung adalah tanah berbutir halus dengan indeks plastisitas lebih dari 4, atau jika diplot dalam grafik plastisitas letaknya pada atau di atas garis miring yang memisahkan antara lanau dan lempung (garis A, lihat Gambar 1). Butiran lempung lebih halus dari lanau, merupakan kumpulan butiran mineral kristalin yang bersifat mikroskopis dan berbentuk serpih-serpih atau pelat-pelat. Material ini bersifat plastis, kohesif dan mempunyai kemampuan menyerap ion-ion. Sifat-sifat tersebut sangat dipengaruhi oleh kandungan air dalam tanah.

Menurut Terzaghi (1967) tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang. Sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak.

D. Stabilisasi Tanah

Menurut Bowles (1979), bila tanah di suatu lokasi memiliki indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitas yang terlalu tinggi, atau

properti lain yang tidak diinginkan sehingga tidak cocok untuk digunakan dalam proyek konstruksi, maka tanah tersebut harus distabilkan.

Stabilisasi dapat terdiri dari salah satu hal berikut:

1. Menambah kerapatan tanah
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi atau tahanan geser/menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah
3. Menurunkan muka air tanah
4. Mengganti tanah-tanah yang buruk

Jenis stabilisasi tanah ditinjau dari proses pelaksanaan dapat dibedakan atas tiga, 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 enersi 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. (Darwis, 2017)

E. Pemadatan

Menurut Craig (1989) pemadatan (*compaction*) adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antarpartikel sehingga terjadi reduksi volume udara: tidak terjadi perubahan volume air yang cukup berarti pada tanah. Umumnya, makin tinggi derajat pemadatan, makin tinggi kekuatan geser dan makin rendah kompresibilitas tanah.

Sedangkan menurut Budi (2011) pemadatan adalah proses yang dilakukan untuk merapatkan butiran tanah yang satu dengan yang lain, sehingga partikel tanah saling berdekatan dan pori tanah menjadi kecil.

Proses pemadatan tanah pada prinsipnya adalah usaha untuk memperkecil jarak antara butiran tanah (*solid*) dengan cara mengurangi volume udara yang ada di dalam pori tanah tersebut. Semakin kecil jarak antara butiran tanah semakin banyak jumlah butiran yang ada dalam satuan volume tanah, sehingga tanah dikatakan semakin padat.

Kepadatan tanah dinyatakan sebagai berat kering maksimum butiran per satuan volume tanah (*dry density*). Tanah dapat dipadatkan apabila mengandung kadar air tertentu. Proses pemadatan tanah lempung pada kondisi kering (*dry*) atau sebaliknya pada kondisi jenuh tidak akan menghasilkan kepadatan yang maksimum. Kadar air yang diperlukan untuk mendapatkan kepadatan maksimum disebut kadar air optimum.

F. California Bearing Ratio (CBR)

California Bearing Ratio merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standard load*) dan dinyatakan dalam persentase. Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, CBR dapat dibagi menjadi:

1. CBR lapangan, digunakan untuk memperoleh nilai CBR asli di lapangan, sesuai dengan kondisi tanah dasar saat itu. Umum digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan yang lapisan tanah dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi. Pemeriksaan dilakukan dalam kondisi kadar air tanah tinggi (musim penghujan) atau dalam kondisi terburuk yang mungkin terjadi

2. CBR laboratorium

Tanah dasar (*subgrade*) pada konstruksi jalan baru dapat berupa tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang sudah dipadatkan sampai mencapai kepadatan 95% kepadatan maksimum. Dengan demikian daya dukung tanah dasar tersebut

merupakan nilai kemampuan lapisan tanah memikul beban setelah tanah tersebut dipadatkan. CBR ini disebut CBR laboratorium, karena disiapkan di laboratorium atau disebut juga CBR rencana titik. CBR laboratorium dapat dibedakan atas 2 macam:

- a. CBR laboratorium rendaman (*Soaked laboratory CBR/soaked design CBR*).
- b. CBR laboratorium tanpa rendaman (*Unsoaked laboratory CBR/unsoaked design CBR*).

Nilai CBR ditentukan dengan membandingkan beban terkoreksi dengan beban standar pada penetrasi 0,1" dan penetrasi 0,2" dapat ditunjukkan dalam persamaan berikut.

$$CBR = \frac{\text{Beban terkoreksi}}{\text{Beban standar}} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

Beban standar untuk 0,1" = 3 x 1000

Beban standar untuk 0,2" = 3 x 1500

G. Berat Jenis

Berat spesifik atau berat jenis (*specific gravity*) adalah perbandingan antara berat volume butiran padat dengan berat volume air. G_s tidak berdimensi. Secara tipikal, berat jenis berbagai jenis tanah

berkisar antara 2.65 sampai 2.75. spesifikasi berat jenis tanah seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Berat Jenis Tanah (*specific gravity*)

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 -2,68
Lanau `anorganik	2,62 – 2,68
Lempung organik	2,58 -2,65
Lempung anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1, 37
Gambut	1,25 – 1,80

(Sumber: Hardiyatmo, 2017)

H. Batas-Batas Atterberg

Suatu hal yang penting pada tanah berbutir halus adalah sifat plastisitasnya. Plastisitas disebabkan oleh adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Istilah plastisitas menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak atau remuk.

Bergantung pada kadar air, tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, atau padat. Menurut Atterberg (1911) batas-batas konsistensi tanah berbutir halus tersebut adalah batas cair, batas plastis, batas susut.

H.1 Batas Cair (Liquid Limit)

Batas cair adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis

H.2 Batas Plastis (Plastic Limit)

Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air, dinyatakan dalam persen, di mana tanah apabila digulung sampai dengan diameter 1/8 in (3,2 mm) menjadi retak-retak. Batas plastis merupakan batas terendah dari tingkat keplastisan suatu tanah. Cara pengujiannya adalah sangat sederhana, yaitu dengan cara menggulung massa tanah berukuran elipsoidal dengan telapak tangan di atas kaca datar

Indeks plastisitas adalah selisih batas cair dan batas plastis (interval kadar air pada kondisi tanah masih bersifat plastis), karena itu menunjukkan sifat keplastisan tanah.

$$PI = LL - PL \quad (2)$$

Dimana :

PI = Plastis Indeks (%)

LL = Liquid Limit (%)

PL = Plastis Limit (%)

Tabel 4. Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesif
<7	Rendah	Lanau	Kohesif Sedang
7-17	Sedang	Lempung Berlanau	Kohesif
>17	Tinggi	Lempung Murni	Kohesif

(sumber : Hardiyatmo, 2017)

H.3 Batas Susut (Shrinkage Limit)

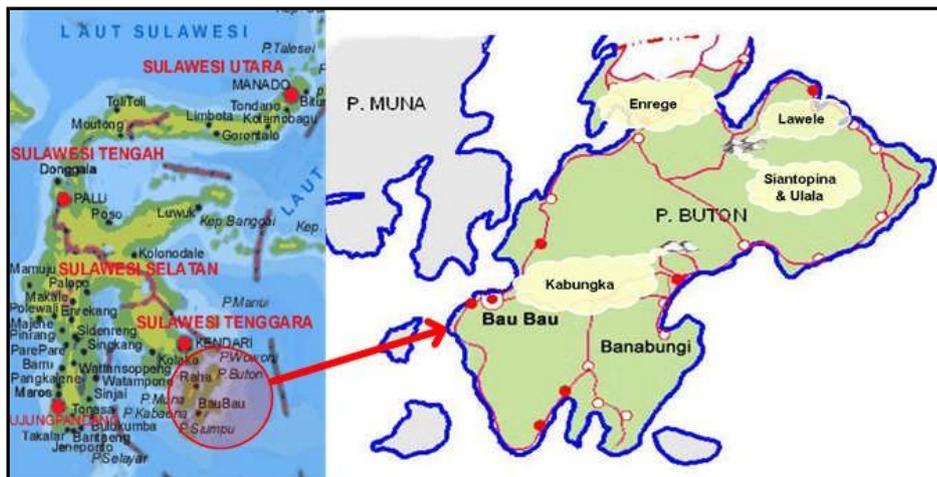
Suatu tanah akan menyusut apabila air yang dikandungnya secara perlahan-lahan hilang dalam tanah. Dengan hilangnya air secara terus menerus, tanah akan mencapai suatu tingkat keseimbangan di mana penambahan kehilangan air tidak akan menyebabkan perubahan volume.

Batas susut didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah.

I. Aspal Buton

Asbuton adalah aspal alam yang terdapat di pulau Buton, Sulawesi Tenggara yang selanjutnya dikenal dengan istilah Asbuton. Asbuton atau Aspal batu Buton ini pada umumnya berbentuk padat yang terbentuk secara alami akibat proses geologi. Proses terbentuknya asbuton berasal dari minyak bumi yang terdorong muncul ke permukaan menyusup di antara batuan yang porous.

Deposit Asbuton tersebar dari teluk Sampolawa sampai dengan teluk Lawele sepanjang 75 km dengan lebar 12 km (Gompul, 1991) ditambah wilayah Enreke yang termasuk wilayah kabupaten Muna. Ilustrasi lokasi deposit aspal alam, diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Lokasi Sebaran Asbuton

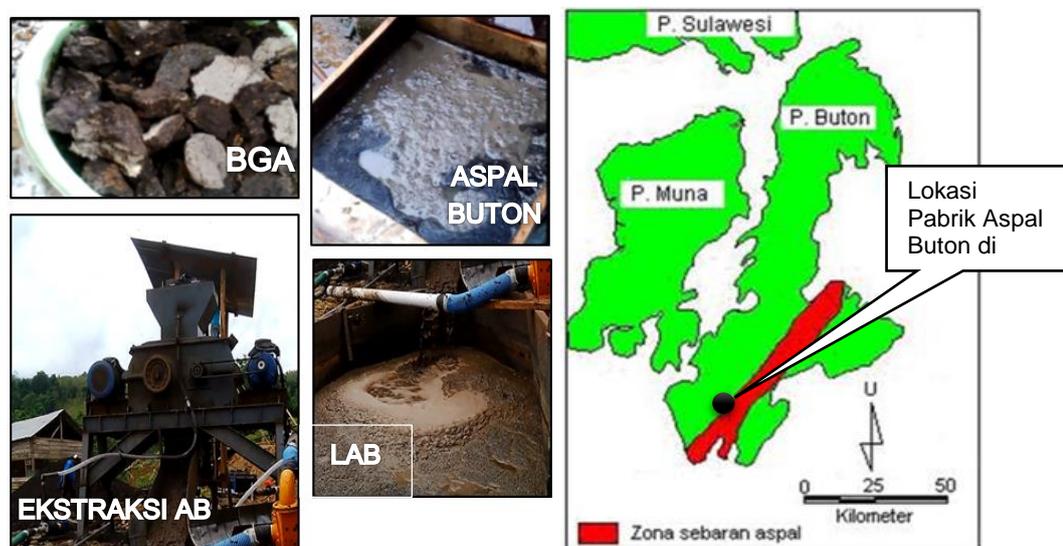
J. Limbah Aspal Buton

Aspal alam di Pulau Buton telah menjadi potensi lokal Indonesia yang pemanfaatannya masih sangat terbatas, mengingat sebagian besar jalan di Indonesia masih mempergunakan aspal minyak. Dalam proses ekstraksi aspal buton ini, selain menghasilkan aspal juga menghasilkan produk sampingan yang disebut sebagai limbah aspal buton (LAB).

Hasil *X-ray Diffraction* (XRD) menunjukkan bahwa mineralogi material ini adalah adalah *gypsum* (CaSO_4) sebesar 63,63%; kalsit (CaCO_3) sebesar 15,54% dan *quartz* (SiO_2) sebesar 16,46%, adapun

sisanya berupa senyawa *Calcium sulfide Oldhamite* dan *Magnesite*, masing-masing 2,78% dan 1,60%. (Harianto, 2019)

Terminologi limbah aspal buton merupakan produk sisa hasil ekstraksi aspal buton dari butiran granularnya seperti yang diperlihatkan pada gambar 3. (Rauf, 2019)



Gambar 3. (a) Proses ekstraksi limbah aspal buton (b) Lokasi sampling LAB

K. Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian terdahulu mengenai stabilisasi tanah dengan penambahan limbah aspal buton telah dilakukan. Seperti yang dilakukan oleh:

1. A.Ahmad Syahdi Givari: Studi Karakteristik Tanah Stabilisasi Limbah Aspal Buton Terhadap Nilai CBR. (Givari, 2019)

Penelitian ini bertujuan mengembangkan material timbunan dengan mengganti sebagian tanah lempung dengan yang distabilisasi

dengan limbah aspal buton (WBA). Variasi limbah aspal buton yang digunakan sebesar 3%, 5%, 7% dan 9%, pemeraman benda uji dilakukan selama 7 dan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa substitusi tanah dengan stabilisasi limbah aspal buton (WBA) mampu mereduksi kepadatan kering sebesar 0,9% hingga 5%, adapun masa pemeraman 7 hari dapat meningkatkan nilai CBR sebesar 5 kali. Sedangkan masa pemeraman 28 hari dapat meningkatkan nilai CBR sebesar 11 kali. Berdasarkan persyaratan nilai CBR dalam SNI 03-3437-1994 dan SNI 03-3438-1994, untuk pengaplikasian sebagai lapis pondasi bawah (LPB), semua variasi memenuhi.

2. Tri Harianto, dkk.: Studi Nilai CBR Geokomposit Ringan (Tanah-EPS) Stabilisasi Limbah Aspal Buton. (Harianto, 2019)

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.

3. Ichsan Rauf: Pengaruh Pemeraman Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Stabilisasi Limbah Aspal Buton. (Rauf, 2019)

Penelitian ini mencoba memanfaatkan limbah aspal buton (LAB) sebagai material stabilisasi pada tanah lempung. Pencampuran didasarkan pada berat tanah kering dengan persentase LAB sebesar 3, 5, 7 dan 9 pada kadar air optimum. Perilaku mekanis diamati melalui pengujian kuat tekan bebas dengan waktu pemeraman selama 7, 14 dan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan tanah lempung yang distabilisasi dengan LAB menunjukkan peningkatan sebesar 40 kali hingga 64 kali dibandingkan tanah tanpa stabilisasi. Secara umum, pada umur pemeraman 2 minggu merupakan masa peningkatan kekuatan yang kemudian diikuti peningkatan bertahap dari sampel hingga 28 hari dari waktu yang diamati. Nilai kuat tekan pada pemeraman 7 hari, lebih besar 4 kali sebagai LPB dan 1,2 kali untuk LPA terhadap nilai yang disyaratkan dalam SNI, sementara untuk pemeraman 28 hari nilai kuat tekan lebih besar melampaui nilai minimal yang disyaratkan dalam FHWA.

4. Ida Hadijah: Studi Stabilisasi Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Menggunakan Aspal Buton. (Hadijah, 2014)

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pemakaian Asbuton dalam meningkatkan Stabilisasi Daya Dukung Tanah pada tanah dasar (*subgrade*) serta untuk mengetahui pengaruh batas-batas konsistensi tanah dengan variasi pencampuran Aspal Buton pada tanah lempung lunak. Penambahan Aspal Buton terhadap nilai CBR *unsoaked* dan CBR *soaked* pada stabilisasi tanah mempunyai kecenderungan yang semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya presentase penggunaan Aspal Buton tersebut. Penggunaan 12%, kadar Aspal Buton pada kondisi pemeraman tanpa perendaman akan meningkatkan nilai CBR sekitar 13% terhadap CBR tanah asli, sedangkan untuk kondisi pemeraman dengan perendaman sekitar 10%.

5. Neni Kusniati: Pemanfaatan Mineral Asbuton Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah. (Kusniati, 2008)

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi karakteristik tanah setelah distabilisasi mineral asbuton melalui pengujian di laboratorium, sehingga didapatkan proporsi mineral asbuton yang sesuai untuk meningkatkan daya dukung tanah. Pada penelitian ini, karakteristik tanah hasil stabilisasi tanah dengan mineral asbuton dibandingkan dengan tanah aslinya untuk mengetahui perubahan karakteristik yang terjadi. Karakteristik yang

diuji adalah: batas *Atterberg*, gradasi, kepadatan berdasarkan *standar Proctor*, CBR dan kuat tekan bebas (*Unconfined Compressive Strength, UCS*). Hasil pengujian menunjukkan Penambahan mineral asbuton pada tanah asli (lempung) dapat memperbaiki sifat-sifat fisik tanah asli tersebut. Penambahan mineral asbuton terhadap nilai CBR *soaked* pada stabilisasi tanah mempunyai kecenderungan yang semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya presentase penggunaan mineral asbuton tersebut. Penggunaan 12% mineral asbuton akan meningkatkan nilai CBR sekitar 53% terhadap CBR tanah asli. Peningkatan nilai kekuatan tanah (UCS) untuk mineral asbuton pada campuran terjadi pada umur 7 hari dan 28 hari, yaitu peningkatan sekitar 49% dan 63% dari nilai UCS tanah aslinya. Penambahan 12% mineral asbuton pada stabilisasi tanah dari Tanjungsari dapat memenuhi persyaratan untuk penggunaan hasil campuran tersebut sebagai lapis pondasi bawah.