

TUGAS AKHIR

**KARAKTERISTIK KUAT TEKAN TANAH TERSTABILISASI
OVERBOULDER DAN ZEOLITE**

***COMPRESSIVE STRENGTH CHARACTERISTICS OF SOIL
WITH OVERBOULDER AND ZEOLITE STABILIZATION***

**AFDHAL REFSI NEGARA
D111 16 502**



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

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**KARAKTERISTIK KUAT TEKAN TANAH TERSTABILISASI
OVERBOULDER DAN ZEOLITE**

Disusun dan diajukan oleh:

AFDHAL REFSI NEGARA

D111 16 502

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 5 Maret 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Abd. Rachman Djamaluddin, MT
NIP. 195910101987031003

Pembimbing Pendamping,



Ariningsih Suprapti, ST, MT
NIP. 197307122000032002

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wilardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP. 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Afdhal Refsi Negara, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Karakteristik Kuat Tekan Tanah Terstabilisasi Overboulder dan Zeolite**", 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, Januari 2021

Yang membuat pernyataan,




Afdhal Refsi Negara
NIM: D111 16 502

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 Terstabilisasi Overboulder dan Zeolite". 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. Dalam proses penyusunan laporan ini, tidak dapat dipungkiri banyaknya kesulitan yang dihadapi oleh penulis. Namun dengan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis pun mampu menghadapi kesulitan tersebut.

Selanjutnya dalam penyusunan laporan ini, penulis tak lupa menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada berbagai pihak yang telah membantu baik secara materil maupun moril, khususnya kepada :

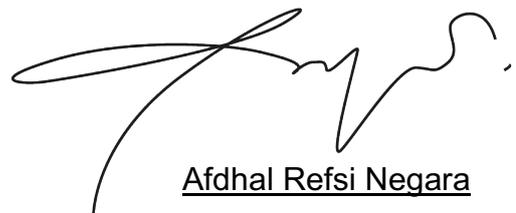
1. Kepada **Ayahanda** dan **Ibunda** tercinta dan **saudara** saya, atas kasih sayang yang diberikan kepada saya dan atas bantuan serta dukungan baik secara moral maupun materi.
2. Bapak **Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, M.T.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
3. Bapak **Prof. Dr. H. Muh. Wihardi Tjaronge, S.T., M. Eng.** selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

4. Bapak **Dr. Ir. Abd. Rachman Djamaluddin, M. T.** selaku pembimbing I, yang telah meluangkan waktu serta memberikan bimbingan, saran dan nasihat mulai dari awal penelitian hingga penyelesaian tugas akhir ini.
5. Ibu **Ariningsih Suprapti, S.T., M.T.** selaku dosen pembimbing II, atas segala kesabaran dan waktu yang diluangkan untuk memberikan bimbingan dan pengarahan hingga terselesainya penulisan ini.
6. Bapak **Dr. Eng. Tri Harianto, S.T., MT.** selaku kepala Laboratorium Laboratorium Geoteknik Lingkungan Universitas Hasanuddin yang telah mengawal dan membimbing selama proses penelitian hingga selesai.
7. Ibu **Sitti Hijraini Nur, S.T., M.T.** yang sudah menjadi mentor sejak masih mahasiswa baru sampai dapat menyelesaikan studi seperti saat sekarang ini.
8. Seluruh **dosen, staf dan karyawan** Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.
9. Kepada kanda **Pramudyo Bayu Pamungkas, S. T.** yang sudah memberikan banyak arahan dan masukan dalam penelitian ini.
10. Kepada **A. Ratifa Nurul Muhlisah, S. T.** yang sudah ikut serta dan juga membantu dalam perjalanan panjang perkuliahan.
11. Kepada **Achmad Wirawan Yadin, S. T.** dan juga **Rea Thalia, S. Ked.** yang sudah berkontribusi banyak dalam penulisan ini.
12. Sahabat-sahabat **R-02** yang sudah memberikan banyak kenangan yang sangat indah sedari semester awal sampai dipenghujung dunia perkuliahan saya.
13. Teman-teman **INTER-NAL** telah menjadi kumpulan orang yang sangat berpengaruh di dalam maupun di luar kampus.
14. Teman-teman **Otw Sarjana** yang sudah menjadi kumpulan orang yang sangat berpengaruh dalam proses penelitian ini.

15. Kepada teman-teman **PATRON 2017**, telah mengisi kisah kasih selama perkuliahan.
16. Teman-teman pengurus **HMI Komisariat Teknik Unhas Cabang Makassar Timur**, yang telah memberikan pengalaman yang sangat berharga.
17. Teman-teman pengurus **Basketball 09 OKFT-UH**, yang telah menjadi kawan untuk menyalurkan kegemaran saya.
18. Teman-teman pengurus **HIPMI PT Unhas**, yang telah memberikan pelajaran yang sangat luar biasa.
19. Teman-teman pengurus **HMS FT-UH** Periode 2019, yang telah memberi warna dan drama dalam perjalanan perkuliahan saya.
20. Teman-teman, adik-adik, dan kakak-kakak, yang dipersatukan dalam Laboratorium Geoteknik, yang telah membantu, memberi arahan dan membimbing dalam terselesainya Tugas Akhir ini
21. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

Tiada imbalan yang dapat diberikan penulis selain doa kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, yang melimpahkan karunia-Nya kepada kita semua, Aamiin allahumma aamiin. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia Teknik Sipil dan bagi kita semua.

Gowa, Januari 2021



Afdhal Refsi Negara

ABSTRAK

Tanah merupakan bagian fundamental pada konstruksi jalan raya, sebagai bagian dari sistem, kekuatan dan stabilitas tanah sangatlah diperlukan untuk mendukung beban jalan raya. Distribusi tanah lunak baik vertikal maupun horisontal menjadi permasalahan dalam pembangunan konstruksi bangunan ataupun jalan.

Maka upaya stabilisasi tanah perlu dilakukan. Seperti mengetahui pengaruh stabilisasi secara kimiawi terhadap tanah lunak dengan menggunakan bahan stabilisasi (overboulder dan zeolite) serta pengaruh waktu pemeramannya.

Penelitian ini dilakukan untuk melihat kinerja bahan stabilisasi (overboulder dan zeolite) terhadap tanah lunak. Dengan menggunakan masa pemeraman 0, 7, 14, dan 28 hari, hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan bahan stabilisasi mempengaruhi nilai UCT secara signifikan.

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan nilai UCT terhadap tanah lunak meningkat hingga 19 kali lipat. Dan juga masa pemeraman menunjukkan nilai maksimum pada masa pemeraman 28 hari.

Kata Kunci : Tanah Lunak, Stabilisasi, Overboulder, Zeolite

ABSTRACT

Soil is a fundamental part of road construction, as part of the system, soil strength and stability are needed to support road loads. The distribution of soft soil both vertically and horizontally is a problem in building or road construction.

So soil stabilization efforts need to be done. Such as knowing the effect of chemical stabilization on soft soil using stabilizing agents (overboulder and zeolite) and the effect of curing time.

This research was conducted to see the performance of stabilizing agents (overboulder and zeolite) on soft soil. By using curing periods of 0, 7, 14, and 28 days, the test results showed that the addition of stabilizing agents significantly affected the UCT values.

The test results showed that the increase in the UCT value on soft soil increased by 19 times. And also the curing period shows the maximum value during the curing period of 28 days.

Keywords: *Soft Soil, Stabilization, Overboulder, Zeolite*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	1
LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Masalah	3
E. Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Permasalahan Tanah Lunak Secara Umum di Indonesia	6
B. Stabilisasi Tanah Lunak Dengan Material Pozzolan	7
C. Overboulder.....	12
D. Zeolit	14
E. Pemadatan Tanah.....	20
F. Uji Kuat Tekan Tanah	21
G. Matriks Penelitian Terdahulu.....	22
BAB 3. METODE PENELITIAN	26
A. Lokasi Penelitian	26
B. Metode Pengumpulan Data	27
C. Kerangka Alir Penelitian.....	28
D. Rancangan Penelitian	30
E. Pengujian Sampel.....	34

A = luas permukaan sampel yang dibebani secara merata (cm²).

36

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN38

A. Karakteristik Sifat Fisik dan Mekanis Tanah Lunak..... 38

B. Pengujian Kuat Tekan Tanah Terstabilisasi Overbulder dan Zeolit49

C. Rekapitulasi Pengaruh Penambahan Stabilikator Overboulder dan Zeolite terhadap Tanah Lunak 59

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN63

A. Kesimpulan 63

B. Saran 63

DAFTAR PUSTAKA.....38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Penyebaran Tanah Lunak di Indonesia	7
Gambar 2. Peta Penyebaran Endapan Asphalt Buton	13
Gambar 3. Peta Deposit Asphalt Buton.	14
Gambar 4. Zeolit	16
Gambar 5. Lokasi Ekstraksi Overboulder Asbuton.....	26
Gambar 6. Lokasi Pengambilan Zeolit	26
Gambar 7. Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 8. Bahan-bahan untuk penelitian.....	30
Gambar 9. Grafik Hasil Pengujian Batas Cair	39
Gambar 10. Grafik Gradasi Butiran.....	40
Gambar 11. Diagram Plastisitas Sistem Klasifikasi USCS.....	41
Gambar 12. Grafik Hubungan antara Kadar Air dengan Berat Isi Kering	45
Gambar 13. Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Kuat Tekan Bebas Tanah Asli.....	46
Gambar 14. Grafik Hubungan Tegangan Regangan Spesimen Kuat Tekan 1% Variasi Masa Peram	50
Gambar 15. Grafik Hubungan Masa Pemeraman terhadap Nilai Kuat Tekan Tanah Penambahan Zeolite 1%	51
Gambar 16. Grafik Hubungan Tegangan Regangan Spesimen Kuat Tekan 2% Variasi Masa Peram	52
Gambar 17. Grafik Hubungan Masa Pemeraman terhadap Nilai Kuat Tekan Tanah Penambahan Zeolite 2%	53

Gambar 18. Grafik Hubungan Tegangan Regangan Spesimen Kuat Tekan 3% Variasi Masa Peram	54
Gambar 19. Grafik Hubungan Masa Pemeraman terhadap Nilai Kuat Tekan Tanah Penambahan Zeolite 3%	55
Gambar 20. Grafik Hubungan Tegangan Regangan Spesimen Kuat Tekan 4% Variasi Masa Peram	56
Gambar 21. Grafik Hubungan Masa Pemeraman terhadap Nilai Kuat Tekan Tanah Penambahan Zeolite 4%	57
Gambar 22. Grafik Hubungan Tegangan Regangan Spesimen Kuat Tekan 5% Variasi Masa Peram	58
Gambar 23. Grafik Hubungan Masa Pemeraman terhadap Nilai Kuat Tekan Tanah Penambahan Zeolite 5%	59
Gambar 24. Grafik Hubungan Tegangan Regangan Spesimen Kuat Tekan Variasi Masa Peram	61
Gambar 25. Grafik Hubungan Masa Pemeraman terhadap Nilai Kuat Tekan Tanah dengan Penambahan Zeolite.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Deposit Penyebaran Asphalt Buton.....	13
Tabel 2. Hubungan Kuat Tekan Bebas (q_u) Tanah Lempung dengan Konsistensinya.....	21
Tabel 3. Matriks Studi Terdahulu.....	22
Tabel 4. Alat-alat dan Gambar Pengujian Sifat Fisik.....	31
Tabel 5. Alat-Alat dan Gambar Pengujian Sifat Mekanis.....	32
Tabel 6. Sampel Pengujian Tanah Asli	33
Tabel 7. Variasi Persentase Komposisi Bahan Stabilisasi	33
Tabel 8. Standar Pengujian Sifat Fisik Tanah	35
Tabel 9. Parameter aktivitas skempton	42
Tabel 10. Klasifikasi Tanah untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya (Sistem AASHTO).....	43
Tabel 11. Klasifikasi Keandalan Tanah Berdasarkan AASHTO	44
Tabel 12. Hubungan antara Kuat Tekan (q_u) dengan Konsistensi Tanah.....	47
Tabel 13. Rekapitulasi Hasil Pengujian Tanah Asli	47
Tabel 14. Persentase Bahan Stabilisasi Variasi Penambahan Stabilisator	49
Tabel 15. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas	50
Tabel 16. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Penambahan Zeolite 2% ..	52
Tabel 17. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Penambahan Zeolite 3% ..	54
Tabel 18. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Penambahan Zeolite 4% ..	56
Tabel 19. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Penambahan Zeolite 5% ..	58

Tabel 20. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas	60
Tabel 21. Rekapitulasi Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Lunak Stabilisasi Overboulder (Noor Dhani, 2019).....	60
Tabel 22. Rekapitulasi Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Laterit Stabilisasi Zeolite (Marthen M. Tangkeallo, 2019).....	60

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sejalan dengan pertumbuhan ekonomi bangsa Indonesia, geliat pembangunan di berbagai sektor berkembang sangat pesat. Banyak pihak swasta dan pemerintah berlomba untuk melakukan pembangunan. Kegiatan pembangunan ini berupa proyek-proyek, misalnya proyek pembangunan tempat usaha, proyek gudang, proyek konstruksi, proyek infrastruktur, proyek pengembangan suatu produk, proyek radio telekomunikasi, dan lain- lain. Adanya pembangunan proyek, diharapkan mampu meningkatkan kemajuan ekonomi diberbagai sektor.

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, sehinggal memerlukan penanganan yang berbeda baik secara mekanis dan kimia. Penganganan 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.

Tanah lunak adalah tanah yang jika tidak dikenali dan diselidiki secara berhati-hati dapat menyebabkan masalah ketidakstabilan dan penurunan jangka panjang yang tidak dapat ditolerir; tanah tersebut mempunyai kuat geser yang rendah dan kompresibilitas yang tinggi. Tanah lunak terbagi menjadi dua, yaitu tanah lempung lunak dan tanah gambut. Apabila tanah dasar yang ada berupa tanah lempung yang mempunyai daya dukung dan kuat geser yang rendah, maka konstruksi di atasnya bisa mengalami kerusakan. Sehingga tanah dasar haruslah bersifat keras agar sesuai dengan persyaratan teknis.

Salah satu upaya untuk mendapatkan sifat tanah yang memenuhi syarat-syarat teknis tertentu adalah dengan metode stabilisasi tanah. Metode stabilisasi tanah dapat dibagi menjadi 2 klasifikasi utama yaitu berdasarkan sifat teknisnya dan berdasarkan pada tujuannya, dimana beberapa variasi dapat digunakan. Dari sifat teknisnya, stabilisasi dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu :stabilisasi mekanis, stabilisasi fisik dan stabilisasi kimiawi. Stabilitas tanah ekspansif yang murah dan efektif adalah dengan menambahkan bahan kimia tertentu, dengan penambahan bahan kimia dapat mengikat mineral lempung menjadi padat, sehingga mengurangi kembang susut tanah lempung ekspansif.

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

**“KARAKTERISTIK KUAT TEKAN TANAH TERSTABILISASI
OVERBOULDER DAN ZEOLITE”**

B. Rumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh stabilisasi tanah dengan Overboulder dan Zeolit terhadap kuat tekan bebas tanah?
2. Bagaimana pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai kuat tekan bebas tanah terstabilisasi Overboulder dan Zeolite?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini ialah:

1. Mengetahui pengaruh stabilisasi tanah dengan Overboulder aktivasi Zeolit terhadap kuat tekan bebas tanah.
2. Mengetahui pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai kuat tekan bebas tanah terstabilisasi Overboulder aktivasi Zeolit.

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 lempung.
2. Pengujian dilakukan terhadap variasi campuran Zeolit terhadap 15% Overboulder.
3. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium bukan pada skala lapangan.

4. Penelitian ini hanya meneliti sifat-sifat fisis dan mekanis, tidak meneliti unsur kimia tanah tersebut.
5. Sifat fisis dan mekanis yang dianalisis ialah:
 - Pengujian berat jenis
 - Pengujian kadar air
 - Pengujian batas-batas Atterberg
 - Pengujian Analisa saringan dan hydrometer
 - Pengujian pemadatan (kompaksi)
 - Pengujian kuat tekan bebas.
6. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah Overboulder yang telah diketahui komposisi optimumnya.
7. Persentase activator Zeolit yang diuji adalah 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% terhadap berat tanah kering pada kondisi optimum proctor.
8. Waktu pemeraman setelah pencampuran tanah lempung dengan dengan Zeolit dan Overboulder adalah 0,7,14 dan 28 hari dengan kondisi laboratorium.

E. Sistematika Penulisan

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

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

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

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

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

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

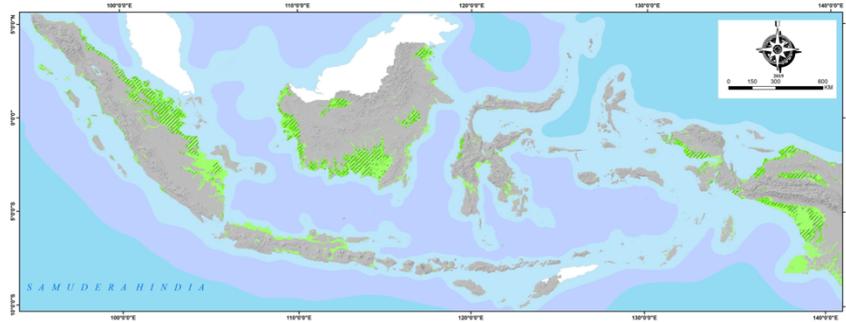
Bab ini akan menerangkan tentang kesimpulan beserta saran yang diperlukan untuk penelitian lebih lanjut dari tugas akhir ini.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Permasalahan Tanah Lunak Secara Umum di Indonesia

Permasalahan tanah lunak yang terjadi di beberapa negara maju seperti di Amerika memiliki lempung lunak hingga 1.600 km, yang membutuhkan biaya besar dalam pembangunan konstruksi jalan sama halnya di negara lainnya seperti Australia, Argentina, Birma, Canada, Cuba, Ghana, India, Afrika, kerusakan badan jalan yang berada di atas tanah lempung ekspansif menjadi permasalahan yang kompleks, termasuk tanah ekspansif di Sudan hingga 1 juta km², untuk perbaikan kerusakan sebesar 60 milyar rupiah tiap tahunnya. tanah ekspansif menimbulkan kembang-susut, dan berakibat kerusakan pada strukturnya.

Tanah lunak merupakan masalah yang sering dihadapi dalam pembangunan jalan di Indonesia. Tanah lunak atau dikatakan, soft clay terdistribusi sebagian besar di pesisir timur Sumatera, Kalimantan Selatan dan Barat, Pesisir barat Sulawesi, Pantai Utara Jawa, dan Papua bagian Selatan seluas $\pm 27.000.000$ Ha. Pada daerah ini, desain struktur jalan pada memerlukan desain non-standar dimana aspek pemahaman geoteknik akan tanah lunak sangat dibutuhkan. Akan tetapi, seringkali dijumpai banyak desain berakhir pada kegagalan karena masih bertumpu pada desain standar atau konvensional dan rendahnya pemahaman geoteknik, apalagi data geoteknik yang disediakan sangat minim.



Gambar 1. Peta Penyebaran Tanah Lunak di Indonesia

(Sumber: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Badan Geologi).

Sifat-sifat tanah baik sifat fisis dan teknis ditentukan oleh jenis klasifikasi tanahnya. Klasifikasi tanah dimaksudkan untuk mempermudah pengelompokkan berbagai jenis tanah ke dalam kelompok yang sesuai dengan sifat teknik dan karakteristiknya. Dalam hubungannya dengan stabilisasi tanah penambahan aditif, faktor penting yang ditinjau dari sifat tanah adalah jenis butiran dan tingkat gradasinya. Semakin besar ukuran butir tanah akan semakin tinggi tingkat stabilisasi tanah.

Tanah lunak dengan ketebalan bervariasi dan memiliki daya dukung yang sangat rendah (*Extremely Low Bearing Capacity*), akibatnya banyak menimbulkan masalah bagi konstruksi yang dibangun di atas tanah gambut diakibatkan oleh sifat permeabilitas yang tinggi dan sifat pemampatan (konsolidasi) yang sangat tinggi, terutama kompresi sekunder yang memakan waktu lama.

B. Stabilisasi Tanah Lunak Dengan Material Pozzolan

Pozzolan adalah bahan yang mengandung senyawa silica dan alumina dimana bahan pozzolan itu sendiri tidak mempunyai sifat seperti

semen, akan tetapi dengan bentuknya yang halus dan dengan adanya air, maka senyawa-senyawa tersebut akan bereaksi secara kimiawi dengan Kalsium hidroksida (senyawa hasil reaksi antara semen dan air) pada suhu kamar membentuk senyawa kalsium aluminat hidrat yang mempunyai sifat seperti semen.

Upaya stabilisasi yang dapat diambil salah satunya adalah dengan menstabilisasi tanah lempung dengan cara kimia sehingga kekuatan dan daya dukung tanah dapat meningkat. Upaya-upaya stabilisasi tanah yang telah dilakukan salah satunya oleh Anwar, Rida dan Nirwana yang menganalisa stabilisasi tanah menggunakan semen dengan campuran 3%, 6%, 9% dan 12 % terhadap berat kering tanah. Hasil penelitian menunjukkan nilai semen optimum 9.10% dengan peningkatan nilai CBR 20% dan nilai UCS 4.28 kg/cm².

Banyak peneliti (Al-hassani dkk, 2015; Ghosh dkk, 2011; Rashid dkk, 2014; dan Sasanian dkk, 2014) telah menunjukkan efek dari stabilisasi tanah menggunakan Portland semen untuk mengubah karakteristik mekanik lempung di lapangan dan meningkatkan kekuatannya.

Al-hassani dkk (2015), melakukan pengujian penambahan semen pada stabilisasi tanah dari daerah Al-Meshlab di Najab, Iraq menggunakan debu semen sebagai bahan tambah. Debu semen adalah limbah dari proses produksi semen yang disaring pada saringan No. 30 (0,6 mm) sebelum dicampur ke dalam tanah. Dua sampel tanah yang diambil termasuk tipe lempung plastisitas rendah (CL) dan pasir halus berlanau

(ML) menurut klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS). Perbandingan semen 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat kering tanah. Kadar air yang digunakan pada saat pencampuran yaitu kadar air optimum hasil uji Proctor. Pengujian ini mencatat hasil kuat geser, UCS, koefisien permeabilitas dan durabilitas test. Pengujian-pengujian tersebut untuk melihat hubungan dari masa perawatan terhadap nilai kuat tekan silinder dan koefisien permeabilitas. Peningkatan proporsi semen dapat meningkatkan hasil uji UCS. Pada peningkatan masa perawatan yang digunakan dari 1, 4, 7, 30, 60, dan 90 hari dapat meningkatkan kekuatan tanahnya. Hasil pengujian memperlihatkan koefisien permeabilitas menurun seiring meningkatnya proporsi semen dalam stabilisasi. Pada hasil uji kuat geser diketahui kohesi tanah mengalami penurunan seiring peningkatan proporsi semen.

Yunashirson dkk, (2015) melakukan stabilisasi tanah lempung plastisitas tinggi (HC) di indeks likuiditas 1 dan 1.25 dengan menggunakan variasifaktor air semen (FAS) dan variasi proporsi semen-tanah memakai *Portland cement type 1* untuk mengetahui peningkatan nilai UCS. Variasi FAS adalah 20%, 25%, 30% dan 35% dan variasi semen-tanah adalah 5%, 10% dan 15% dari berat tanah basah.

Ghosh dkk (2011), telah melakukan penelitian tentang stabilisasi tanah menggunakan semen dengan cara *Deep Cement Mixing* (DCM). DCM adalah cara umum yang digunakan untuk mengurangi kompresibilitas dan meningkatkan kuat tekan pada tanah lempung di

lapangan. Pengujian ini dilakukan untuk mengestimasi kekuatan dari stabilisasi semen-tanah. Sampel tanah diambil dari empat daerah di India, yaitu daerah Cochin, Bhavnagar, Haldia dan Chennai. Tipe tanah dari setiap daerah diklasifikasikan sebagai lempung plastisitas tinggi (CH), CH-MH, lanau anorganik (MH) dan CH-MH.

Budi dkk (2002) menyatakan penambahan 24% kapur dapat meningkatkan kekuatan tanah sampai 400%, sedangkan apabila 60% dari kapur tersebut diganti dengan abu sekam, kekuatannya turun menjadi 300%. Hatmoko (2007) menggunakan variasi kadar kapur 2%, 4%, 6%, 8%, 10% tanpa abu ampas tebu, kemudian ditambahkan abu ampas tebu dengan variasi 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%, menghasilkan kepadatan maksimum pada kadar kapur 4%, kuat tekan bebas naik hingga kadar abu 10% atau proporsi CaO dan SiO₂, Al₂O₃ terbaik pada kadar abu 10%. Pada kadar abu yang lebih tinggi kapur yang ada sudah tidak cukup mampu mengikat silikat dan aluminat yang ada didalam abu. Untuk uji kuat tekan bebas kenaikan yang cukup besar terjadi pada waktu pemeraman 36 hari. Bahwa reaksi pozzolanik akan terjadi bila ada air.

Stabilisasi tanah menggunakan bahan stabilisator telah banyak dilakukan dan dikembangkan, baik yang telah diaplikasikan dalam pembangunan infrastruktur teknik sipil maupun hasil penelitian ilmiah yang belum teraplikasi. Bahan-bahan yang telah lama digunakan adalah semen portland, kapur, dan bitumen. Stabilisasi dengan semen cocok untuk tanah

non kohesif, sedangkan kapur dan *pozzolan* cocok untuk tanah kohesif (Soedarmo dan Purnomo, 1997).

Lempung distabilisasi dengan variasi proporsi semen dan variasi masa perawatan. Variasi proporsi semen yang digunakan yaitu 8% sampai 15%. Proporsi semen dicampur dengan berat kering tanah dan dikondisikan pada kadar air batas cair. Pengujian kuat tekan silinder hasil stabilisasi tanah-semen dilakukan pada 7, 14, 28 dan 56 hari. Hasil pengujian diketahui bahwa kadar air sangat mempengaruhi kekuatan tanah. Kekuatan akan menurun seiring meningkatnya kadar air dalam tanah. Untuk efek dari masa perawatan menunjukkan bahwa kekuatan yang dihasilkan dari uji UCS dapat meningkat seiring meningkatnya masa perawatan pada empat jenis sampel tanah yang digunakan.

Studi tentang efek stabilisasi semen untuk meningkatkan kekuatan tanah pada *subgrade* jalan telah dilakukan oleh Rashid dkk (2014). Studi ini menggunakan tiga tipe tanah untuk mewakili nilai batas cair yang berbeda. Masing-masing tanah akan dicampur dengan semen 0%, 7% dan 13% kemudian ditambah air dari kadar air optimum hasil proctor tes. Dilakukan pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) dan UCS pada semua sampel dengan kadar air optimum setelah perawatan 7 hari.

Hasil pengujian menunjukkan nilai CBR dan UCS meningkat seiring meningkatnya proporsi semen. Meningkatnya kekakuan dengan meningkatnya proporsi semen diakibatkan karena adanya proses hidrasi yang mengubah material tanah lempung. Proporsi semen 7% merupakan

nilai optimum proporsi semen untuk mendapatkan kuat tekan yang dipersyaratkan untuk *subgrade* jalan yaitu 0.8 MPa dan 80% CBR.

Pemeraman dilakukan selama 3 hari sebelum stabilisasi dan uji UCS. Setelah stabilisasi benda uji diuji menurut masa *curing* yaitu 1 hari, 3 hari, 7 hari, dan 14 hari. Setiap masa *curing* ada 2 sampel (benda) uji, dimana satunya diuji segera setelah menyampel keadaan tak-terendam (*unsoaked*) dan satunya pada keadaan terendam (*soaked*) selama 24 jam sebelum di iju. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai maksimum UCS tanah lempung plastisitas tinggi terdapat pada proporsi semen-tanah 15% dan kuat tekan tertinggi pada proporsi FAS 35% untuk sampel stabilisasi *unsoaked* dan *soaked*.

C. Overboulder

Mineral Asbuton pada umumnya terdiri dari batuan dasar batu kapur. Berdasarkan jenis mineralnya asbuton dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

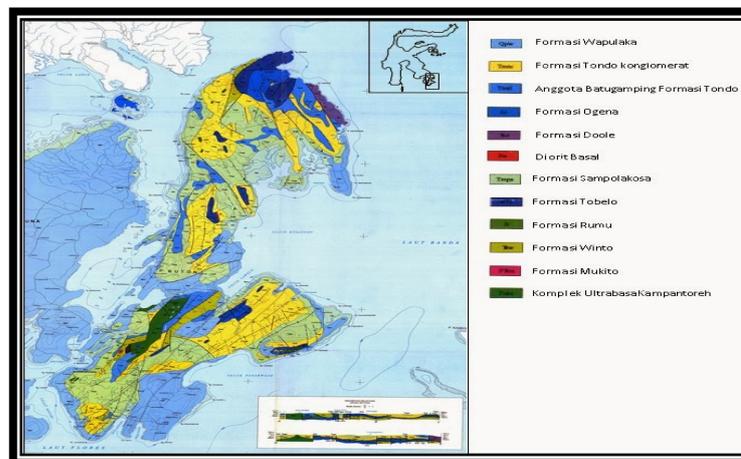
- a. mineral dari kapur globigerine (fosil binatang laut): bentuk seperti batu warna hitam, pada udara dingin rapuh dan mudah pecah dan pada udara panas agak plastis sukar dipecah.
- b. mineral dari kapur mergel (kapur mengandung lempung): benda plastis berwarna hitam dan sifatnya plastis sukar ditambang. Mineral asbuton pada umumnya (hampir 85%) terdiridari batuan dasar batu kapur (limestone) yang berasal dari endapan binatang laut, sangat porous

dan relatif ringan, sedangkan unsur yang mempengaruhi kekerasan butir mineral asbuton adalah Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 (Anon, 1931).

Tabel 1. Deposit Penyebaran Asphalt Buton.

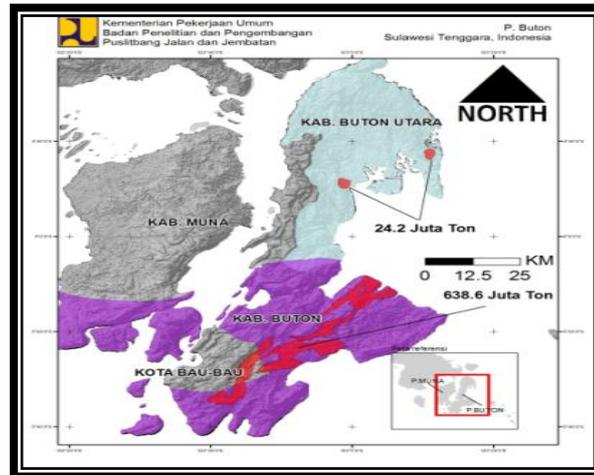
No	Blok	Area Penyebaran (M2)	Ketebalan (M)	Deposit (Ton)
1	Rongi	57.755.000	78	226.165.670
2	Kabungka	181.004.200	78	312.718.460
3	Lawele	130.906.500	78	99.786.080
4	Epe	1.720.000	78	2.011.157
5	Rota	4.530.000	78	19.596.780
6	Madullah	620.000	78	2.682.120
	Jumlah	376.537.850		662.960.267

(Sumber: Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Buton)



Gambar 2. Peta Penyebaran Endapan Asphalt Buton

(Sumber: Geologi Daerah Lembar Buton).



Gambar 3. Peta Deposit Asphalt Buton.

(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan, Puslitbang Jalan dan Jembatan).

Deposit Asbuton dalam jumlah besar dapat menjamin pasokan kebutuhan pekerjaan jalan. Dari pengujian yang telah dilakukan, didapat hasil campuran beraspal yang ditambah asbuton menghasilkan campuran beraspal yang bermutu baik dengan kecenderungan:

1. Stabilitas Marshall campuran beraspal yang lebih tinggi
2. Stabilitas dinamis campuran beraspal yang lebih tinggi
3. Meningkatkan umur konstruksi (dari hasil uji fatigue)
4. Lebih tahan terhadap perubahan temperature
5. Nilai modulus yang meningkat

D. Zeolit

Zeolit adalah mineral yang terbentuk dari kristal batuan gunung berapi yang terjadi karena endapan magma hasil letupan gunung berapi jutaan tahun yang lalu. Zeolit merupakan suatu bahan stabilisasi tanah yang sangat cocok digunakan untuk meningkatkan kondisi tanah atau material

tanah jelek/ di bawah standar. Penambahan zeolit ini akan meningkatkan kepadatan, meningkatkan ikatan antar partikel dalam tanah, daya dukung, kuat tekan serta kuat geser material tanah, sehingga memungkinkan pembangunan konstruksi di atasnya.

Zeolit merupakan bahan galian non logam atau mineral industri multiguna salah satunya sebagai bahan campuran untuk stabilitas jika dicampur dengan tanah, karena kemampuannya dapat mengikat butir-butir agregat sangat bermanfaat sebagai usaha untuk mendapatkan massa tanah yang kokoh sehingga tanah memiliki daya dukung dan kuat tekan yang lebih baik. Zeolit dapat bereaksi dengan hampir semua jenis tanah, dari jenis tanah kasar non kohesif sampai tanah yang sangat plastis.

Selama 30 tahun terakhir ini, sifat-sifat zeolit telah banyak menarik perhatian para ahli kimia karena sifatnya yang sangat istimewa. Zeolit banyak dipakai dalam proses-proses kimia. Pada saat ini penggunaan zeolit semakin meningkat, terutama untuk keperluan sebagai adsorben, penukar ion dan katalis. Dasar pertimbangannya karena zeolit memiliki sifat yang mampu menyerap uap/gas maupun cairan, mampu menukar kation, sifat katalitiknya terhadap berbagai reaksi kimia yang sangat baik dan ramah lingkungan.



Gambar 4. Zeolit

Indonesia memiliki potensi zeolit alam yang cukup besar dan dari beberapa lokasi tempat pengendapan zeolit, daerah Lampung merupakan salah satunya. Penambangan zeolit di daerah ini umumnya dapat dilakukan dengan tambang terbuka (*open cut*) dengan terlebih dahulu mengupas tanah penutup setebal antara 1-2 meter. Zeolit Lampung diperoleh dari daerah penambang PT. Minatama Mineral Perdana. Penambangan dilakukan di pinggir jalan raya Bakauheni Kalianda Lampung Selatan dengan jarak 32 Km dari Kota Kalianda, Provinsi Lampung. Data difraksi sinar-X untuk analisa struktur zeolit murni Lampung menunjukkan bahwa zeolit Lampung relatif murni klinoptilolit. (Rian Alfian, dkk., 2015).

Menurut, Aslina, Dkk (2007), Zeolit adalah kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensi. Kerangka dasar sturuktur zeolit terdiri dari unit tetrahedral AlO_2 dan SiO_2 yang saling berhubungan melalui atom O, sehingga zeolit mempunyai rumus empiris sebagai berikut $x/n\text{M}^{n+}[(\text{AlO}_2)_x(\text{SiO}_2)_y] \cdot z\text{H}_2\text{O}$.

Komponen pertama Mn^{+} adalah sumber kation yang dapat bergerak bebas dan dapat dipertukarkan secara sebagian atau secara sempurna oleh kation lain.

Perbedaan jenis zeolit adalah mempunyai daya serap (adsorption) molekul yang berbeda-beda secara selektif. Keselektifan ini tergantung dari struktur masing-masing jenis zeolit, sehingga zeolit dapat digunakan sebagai:

- a. Penyaring ion, molekul atau sebagai katalis. Zeolit dapat menyaring ion, molekul, maupun atom karena mempunyai saluran (channel) dan rongga (*cavity*) dalam struktur zeolit bila *oxygen window* dari saluran atau rongga lebih kecil dari ion, molekul, atau atom. Zeolit mempunyai pori sehingga juga dapat digunakan sebagai katalis untuk mempercepat reaksi dalam proses kimia.
- b. Bahan penyerap. Bila zeolit dipanaskan pada suhu tinggi maka akan terjadi dehidrasi, penguapan yang dikandungnya sehingga menyebabkan zeolit akan selektif dalam menyerap molekul-molekul seperti He, N₂, O₂, CO₂, SO₂, Ar, dan Kr. Proses penyerapan molekul oleh zeolit terjadi karena strukturnya juga mempunyai polaritas yang tinggi.
- c. Penukar ion. Pertukaran ion pada dasarnya terjadi dalam suatu cairan yang mengandung anion, kation, dan molekul air dimana salah satu atau sebagian ion yang terikat pada matriks mikropori berfase padat.

Molekul air dapat berada dalam mikropori bersama ion (kation, anion) dengan muatan yang berlawanan dengan ion matriks sehingga terjadi kesetimbangan muatan untuk mencapai keadaan netral, sehingga ion yang berada dalam cairan dapat bergerak bebas di dalam matriks mikropori. Karena zeolit mengandung kation alkali atau alkali tanah dengan rumus empiris $x/nM^{n+}[(AlO_2)_x(SiO_2)_y] \cdot zH_2O$, komponen pertama M^{n+} sebagai sumber kation yang dapat bergerak bebas dan dapat dipertukarkan secara sebagian atau secara sempurna oleh kation lain. Dengan demikian, zeolit dapat digunakan sebagai penukar kation terhadap isotop-isotop Cs-134, Cs-137, Sr-90, Ba-140, dan isotop lainnya yang terdapat di dalam hasil belah bahan bakar dan limbah bahan bakar. Bahan bakar nuklir mengandung bahan fisil di antaranya adalah U-235 dimana setelah diradiasi di dalam reaktor akan mengalami reaksi fisi dan terurai menjadi isotop-isotop yang lebih ringan seperti Sr-90, Cs-134, Cs-137, Ba-140, Ce-144, dan isotop lainnya. Reaksi fisi ini disertai dengan pelepasan sejumlah energi dan partikel n yang dapat menghasilkan reaksi fisi selanjutnya (berantai). (Ginting, Aslina Br, dkk, 2007)

Adapun keuntungan pemakaian zeolit sebagai bahan campuran stabilisasi tanah adalah :

1. Memperbaiki dan meningkatkan kualitas mineral yang ada dalam tanah.

2. Meningkatkan ikatan antar partikel dalam tanah, sehingga dapat meningkatkan daya dukung dan kuat tekan tanah.
3. Meningkatkan tahanan tanah terhadap geser yang terjadi di lereng.

Adapun mekanisme kerja zeolit secara kimiawi pada tanah antara lain (Susanto, Dedi 2015) :

- Lempung terdiri dari partikel mikroskopik yang berbentuk plat yang mirip lempengan-lempengan kecil dengan susunan yang beraturan, mengandung ion (+) pada bagian muka/datar dan ion (-) pada bagian tepi platnya. Dalam kondisi kering, ikatan antara tepi plat cukup kuat menahan lempung dalam satu kesatuan, tetapi bagian tersebut sangat mudah menyerap air.
- Karena komposisi mineraloginya, pada saat turun hujan, plat yang memiliki kelebihan ion negatif (anion) akan menarik ion positif (kation) air yang akan menyebabkan air tersebut menjadi perekat antara partikel satu dengan partikel lainnya dan tak hilang meski tanah lempung dalam kondisi kering sekalipun. Ini merupakan sifat alamiah dari tanah lempung yang mudah mengembang dan menyusut. Hal ini menyebabkan tanah lempung sulit digunakan untuk konstruksi.
- Dengan komposisi kimianya, zeolit memiliki kemampuan yang sangat besar untuk melakukan sebagai penukar kation (*cation exchangers*), dan pengikat air. Pada saat zeolit di jadikan bahan campuran tanah, zeolit akan dapat mengikat molekul H₂O sehingga sebagian besar molekul tersebut tidak bercampur dengan tanah, sehingga pada saat

kondisi panas molekul H_2O akan dilepaskan oleh zeolit sehingga pada saat tanah menjadi kering molekul H_2O tidak tertahan di dalam tanah.

E. Pemadatan Tanah

Pemadatan pada tanah (compaction) adalah proses memperkecil ruangan pori dengan menggunakan beban dinamis yang dipengaruhi oleh mekanisme pergerakan dari partikel padatnya. Pada setiap standar pemadatan yang digunakan akan diperoleh nilai kadar air optimum (optimum moisture content) yang menghasilkan kepadatan maksimum (berat volume kering maksimum). Pada kadar air lainnya, baik di daerah kering maupun di daerah basah terhadap kadar air optimumnya, akan diperoleh kepadatan yang lebih kecil dari kepadatan maksimumnya. Makin jauh dari kadar air optimumnya, maka kepadatan yang akan di dapatkan akan semakin kecil pula. Tujuan dari pemadatan tanah adalah : (1) mempertinggi kuat geser tanah, (2) mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas), (3) mengurangi permeabilitas, dan (4) mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air (Yuliet, 2011).

Berat isi kering maksimum adalah berat isi terbesar yang dicapai pada pengujian kompaksi pada energi tertentu. Kadar air optimum adalah nilai kadar air dimana pada energi kompaksi tertentu dicapai γ_{dry} maksimum. Tanah sebagai material bangunan pada konstruksi-konstruksi tunggal, bendungan tanah, dasar jalan, harus dipadatkan untuk memperbaiki sifat-sifat dari tanah yang dapat memberi akibat buruk pada konstruksi.

Perubahan-perubahan yang terjadi apabila tanah dipadatkan adalah:

1. Volume udara dalam pori- pori tanah berkurang sehingga tanah menjadi lebih padat.
2. Kekuatan geser dan daya dukung tanah meningkat.
3. Kompresibilitas tanah berkurang
4. Permaebilitas tanah berkurang
5. Lebih tahan terhadap erosi

F. Uji Kuat Tekan Tanah

Kekuatan tekan bebas adalah besarnya beban aksial persatuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat renggangan aksial mencapai 20%. Percobaan ini dimaksudkan untuk menentukan besarnya kekuatan tekan bebas sampel tanah yang bersifat kohesif dalam keadaan asli maupun buatan (*remoulded*). Tegangan aksial yang diterapkan di atas benda uji berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan. Sedangkan untuk hubungan konsistensi dengan kuat tekan bebas tanah dapat dilihat dalam tabel 3.

Tabel 2. Hubungan Kuat Tekan Bebas (q_u) Tanah Lempung dengan Konsistensinya

(q_u) (kg/cm ²)	Konsistensi
0 – 0,27	Sangat Lunak
0,27 – 0,54	Lunak
0,54 – 1,59	Menengah
1,59 – 2,15	Kaku
2,15 – 4,31	Sangat Kaku
> 4,31	Keras

(Sumber : Holtz dan Kovacs, 1981)

G. Matriks Penelitian Terdahulu

Tabel 3. Matriks Studi Terdahulu

No.	Nama	Judul	Temuan/Kajian
1.	Yohanes Lulie, 2007	UCS Tanah Lempung Ekspansif yang Distabilisasi dengan Abu Ampas dan Kapur	Penambahan kapur pada tanah ekspansif menurunkan tekanan dan potensi pengembangan dengan angka yang cukup signifikans. Potensi pengembangan turun dari 12% pada tanah asli menjadi 1,12% pada tanah dengan kadar kapur 10%. Tekanan pengembangan turun dari 340 kPa pada tanah asli menjadi 105 kPa pada tanah dengan kadar kapur 10%.
2.	Arinda Leliana, 2015	Pengaruh Penambahan <i>Fly Ash</i> Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas pada Tanah Lempung Ekspansif di Daerah Magetan Jawa Timur	stabilisasi menggunakan <i>fly ash</i> pada tanah lempung ini dapat memperbaiki sifat mekanis tanah. Dari hasil pengujian nilai kuat tekan yang paling efektif sebesar 4,041gr/cm ² pada penambahan <i>fly ash</i> 10% dari tanah asli, dengan presentase kenaikan sebesar 46,68% per 10% (1% nya naik 4,67%) dan tergolong tanah lempung sangat kaku. Penambahan <i>fly ash</i> pada tanah lempung akan mengakibatkan peningkatan daya dukung tanah yang sebanding dengan peningkatan kuat tekan tanah.

No.	Nama	Judul	Temuan/Kajian
3.	Alfian rian, Asriani, Iusmelia, dan Iswan (2015)	Studi Analisis Daya Dukung Tanah Lempung Berplastisitas Tinggi yang Dicampur <i>Zeolite</i>	Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin banyak campuran <i>zeolite</i> maka semakin naik pula daya dukung tanahnya. Akan tetapi, nilai CBR pada penelitian ini tidak dapat digunakan sebagai <i>subgrade</i> pada konstruksi jalan karena nilai CBRnya < 6%
4.	Auliya Rabbani Sutrisno, (2019)	<i>Unconfined compressive test of laterite with zeolite stabilization and waterglass activation</i>	Dari hasil pengujian diperoleh hasil bahwa tanah laterit memiliki nilai kuat tekan sebesar 1,00 kg/cm ² , sehingga jenis tanah ini termasuk tanah yang buruk jika digunakan sebagai tanah dasar. Hasil pengujian terhadap tinjauan nilai kuat tekan bebas setelah ditambahkan <i>zeolite</i> dan aktivator <i>waterglass</i> terjadi peningkatan nilai, yaitu ketika ditambah 4%, 8 %, 12%, 16% dan 20% <i>zeolite</i> dan 2%, 4%, dan 6% <i>waterglass</i> mengalami kenaikan nilai secara berturut-turut menjadi 4,48 kg/cm ² , 5,01 kg/cm ² , 5,37 kg/cm ² , 5,99 kg/cm ² , dan 6,56 kg/cm ² . Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan <i>zeolite</i> dan aktivator <i>waterglass</i> dapat meningkatkan kekuatan dari tanah laterit.

No.	Nama	Judul	Temuan/Kajian
5.	Pramudyo Bayu Pamungkas, (2019)	Stabilisasi Tanah Dengan Kapur Kalsinasi Aktivasi Resin Damar Dan Oksida Besi Terhadap Kuat Tekan Tanah	Penambahan bahan stabilisator terbukti meningkatkan nilai daya dukung tanah. Dalam hal ini nilai kuat tekan maksimum yang berhasil dicapai adalah sebesar 436 kali lipat dibandingkan tanah tanpa stabilisasi.
6.	Noor Dhani, (2019)	Studi Eksperimental Kapasitas Dukung Tanah Lunak Stabilisasi Overboulder Asbuton Sebagai Lapisan Sub-Base	Penambahan <i>over boulder</i> sebagai bahan stabilisasi tanah lunak terbukti meningkatkan kinerja mekanis tanah lunak baik pada element test maupun pada model test. Nilai CBR meningkat signifikan hingga 5 kali lipat dan kuat tekan meningkat sebesar 49 kali lipat dibanding tanah tanpa stabilisasi. Bahan stabilisasi <i>over boulder</i> yang digunakan yaitu 5%, 10%, 15%, dan 20%. Nilai tertinggi yang diperoleh yaitu pada penambahan 15% <i>over boulder</i> dan pada pemeraman 28 hari, dimana nilai CBR yang diperoleh yaitu 38,22%