

TUGAS AKHIR

**Pengaruh Penambahan Zeolite Terhadap Peningkatan
Nilai CBR Tanah Terstabilisasi Overboulder Asbuton**

*Effect Of Additive Zeolite On Increasing CBR Value Of
Overboulder Asbuton Stabilized Soil*

**DANDI JUMADI
D111 16 004**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2020**

LEMBAR PENGESAHAN



**KEMENTERIAN RISET PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**

Jl. Poros Malino km. 6 Bontomarannu, 92172, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan
☎ <http://civil.unhas.ac.id> ✉ civil@eng.unhas.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Judul Tugas Akhir

**PENGARUH PENAMBAHAN ZEOLITE TERHADAP PENINGKATAN NILAI
CBR TANAH TERSTABILISASI OVERBOULDER ASBUTON**

Disusun dan diajukan oleh

**DANDI JUMADI
D111 16 004**

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Ariningsih Suprapti, ST., MT.
NIP: 197307122000032002



Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Sipil

Prof. Dr. H. M. Wahardi Tigronge, ST, MEng
NIP: 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

iii

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Dandi Jumadi, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Pengaruh Penambahan Zeolite Terhadap Peningkatan Nilai CBR Tanah Terstabilisasi Overboulder Asbuton**", 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, 30 Januari 2020

Yang membuat pernyataan,



Dandi Jumadi

NIM. D111 16 004

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 **"Pengaruh Penambahan Zeolite Terhadap Peningkatan Nilai CBR Tanah Terstabilisasi Overboulder Asbuton"**. 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 tugas akhir 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 tugas akhir 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. Ibu dan Bapak saya, yang tak hentinya memberikan kasih sayang, doa, motivasi, serta bantuan moral dan materi yang tak terhingga selama ini.
2. Bapak Prof. 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 1 dan Ibu Ariningsih Suprapti, ST, MT. selaku pembimbing 2 atas saran dan masukan serta bimbingannya dalam pembuatan tugas akhir ini.
5. Dosen dan staf pengajar, serta pegawai Departemen Teknik Sipil yang telah memberikan segala ilmu pengetahuan dan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses perkuliahan.
6. Tim Sukses Penelitian yang telah membantu dalam penelitian ini ,bapak Noor Dhani yang telah mengizinkan saya untuk mebantu dalam penelitiannya.
7. Kak Bayu,Kintan,Sri,Mute,Thasya,Afdal,Wira,Radit,Gary,dan Anto yang telah membantu dalam proses pengambilan data di

laboratorium.

8. Seluruh keluarga KKD Geoteknik, teman-teman, senior, Bapak-Ibu S2 dan S3 yang juga terus memberi bantuan dan dukungan. Serta kepada semua pihak yang turut membantu kelancaran penyelesaian tugas akhir ini.
9. Teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2016 yang selalu memberi semangat, motivasi, dan selalu menemani kami dalam suasana sedih dan senang selama menjalani proses perkuliahan. Semoga saudara-saudara ku di Teknik Sipil 2016 bisa menjalankan amanah menjadi seorang *Engineer* dengan baik. *See you on top guys!*
10. Teman-teman Sekepengurusan HMS FT-UH Periode 2019 dan HMS FT-UH pada umumnya yang telah memberikan pengalaman dan pengetahuan yang berharga kepada penulis selama berada di lingkup Universitas Hasanuddin
11. Teman-teman Posko KKN Pinrang 02 yang banyak memberikan pengalaman dan cerita meskipun ditengah pandemi covid-19 tapi tidak menghalangi semangat sama-sama dalam melakukan pengabdian masyarakat
12. Dan kepada seluruh rekan-rekan penulis lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan

mendukung penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis pun menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari berbagai pihak yang dapat membangun tugas akhir ini menjadi lebih baik lagi kedepannya. Akhir kata, penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi rekan-rekan pembaca dan pembangunan dunia ketekniksipilan kedepannya. Aamiin.

Gowa,30 Januari 2020



Dandi Jumadi
D111 16 004

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. Oleh karena itu, upaya stabilisasi tanah diperlukan, diantaranya stabilisasi secara kimiawi menggunakan material pozzolan seperti overboulder asbuton dan zeolite mengingat pemanfaatan semen dan kapur dinilai tidak ekonomis untuk pekerjaan dengan volume yang besar. Penelitian ini dilakukan untuk melihat kinerja bahan stabilisasi terhadap tanah lunak. Pengujian dilakukan untuk masa peram 0, 7, 14 dan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan overboulder asbuton dan zeolite mempengaruhi nilai CBR secara signifikan. Dari hasil pengujian menunjukkan peningkatan nilai CBR tanah lunak hingga 6,62 kali lipat, selain itu masa pemeraman juga menunjukkan penambahan nilai CBR dimana terjadi maksimum pada masa pemeraman 28 hari.

Kata Kunci : Tanah Lunak, Stabilisasi, Overboulder Asbuton, 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. Therefore, soil stabilization efforts are needed, including chemical stabilization using pozzolanic materials such as overboulder asbuton and zeolite considering that the use of cement and lime is considered uneconomical for large volume work. This research was conducted to see the performance of stabilization materials against soft soil. for a period of 0, 7, 14 and 28 days. The test results showed that the addition of overboulder asbuton and zeolite significantly affected the CBR value. From the test results showed an increase in CBR value of soft soil up to 6.62 times, besides that the curing period also showed an increase in CBR value where the maximum occurred during the curing period of 28 days.

Keywords: *Soft soil, Stabilization, Overboulder Asbuton, Zeolite*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
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. Permasalahan Pondasi Jalan di Atas Tanah Lunak.....	7
B. Prinsip Design dan Struktur Lapisan Perkerasan Jalan	9
C. Landasan Teori Stabilisasi Tanah.....	12
D. Zeolite dan Overboulder Asbuton	21
E. CBR (California Bearing Ratio)	27
F. Matriks Studi Terdahulu.....	30
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	37

a.	Lokasi dan Waktu Penelitian	37
b.	Metode Pengumpulan Data	38
c.	Kerangka Alir Penelitian	39
d.	Rancangan Penelitian	41
e.	Peralatan Laboratorium	42
f.	Optimalisasi Bahan Stabilisasi.....	45
g.	Pembuatan Benda Uji.....	46
h.	Proses Pemeraman.....	47
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN		48
A.	Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli.....	48
B.	Karakteristik Pemadatan Tanah Asli,Overboulder Asbuton,dan Zeolite.....	55
C.	Pengaruh Penambahan Overboulder Asbuton dan Zeolite Terhadap Nilai CBR Tanah.....	57
D.	Rekapitulasi Nilai CBR Unsoaked Variasi Campuran Tanah Asli,Overboulder Asbuton dan Zeolite.....	64
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN		67
A.	Kesimpulan.....	67
B.	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....		68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Penyebaran Tanah Lunak Di Indonesia	8
Gambar 2. Susunan Lapis Konstruksi Perkerasan jalan	10
Gambar 3. Lokasi Pengambilan Sampel Serta Penyebaran Overboulder Asbuton	37
Gambar 4 Lokasi Pengambilan Sampel Zeolite	38
Gambar 5. Bagan Alir Penelitian.....	41
Gambar 6. Bahan-bahan untuk penelitian.....	42
Gambar 7. Kurva gradasi butiran	49
Gambar 8. Diagram Plastisitas	50
Gambar 9. Hubungan Kadar Air dan Berat Isi Kering.....	52
Gambar 10. Hubungan Beban dan Penurunan CBR tanah asli	54
Gambar 11. Hubungan Kadar Air Optimum dan Berat Isi Kering Variasi 1%-5%.....	56
Gambar 12. Grafik Nilai CBR Tanah asli,Overboulder Asbuton dan Zeolite pemeraman 0 hari.....	58
Gambar 13. Grafik Nilai CBR Tanah asli,Overboulder Asbuton dan Zeolite pemeraman 7 hari.....	60
Gambar 14. Grafik Nilai CBR Tanah asli,Overboulder Asbuton dan Zeolite pemeraman 14 hari.....	62
Gambar 15. Grafik Nilai CBR Tanah asli,Overboulder Asbuton dan Zeolite pemeraman 28 hari.....	64
Gambar 16. Grafik Rekapitulasi Nilai CBR terhadap penambahan variasi zeolite	65

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Petunjuk awal untuk pemilihan metode stabilisasi (Hicks, 2002)	19
Tabel 2 Penerapan Stabilisasi Tanah yang Cocok (Ingles dan Metcalf,1972).....	20
Tabel 3. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai CBR	29
Tabel 4. Matriks Studi Terdahulu	34
Tabel 5 Alat-alat dan Gambar Pengujian Sifat Fisis	42
Tabel 6 Alat-Alat dan Gambar Pengujian Sifat Mekanis.....	43
Tabel 7 Pemeriksaan karakteristik fisis tanah	44
Tabel 8. Variasi Persentase Bahan Stabilisasi dan jumlah benda uji	45
Tabel 9. Rekapitulasi hasil pemeriksaan karakteristik fisis tanah asli.....	48
Tabel 10. Klasifikasi Tanah Lunak Berdasarkan Unified Soil Classification System	50
Tabel 11. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO	51
Tabel 12. Nilai kompaksi tanah asli yang distabilisasikan dengan overboulder asbuton dan zeolite	55
Tabel 13. Nilai CBR Pemeraman 0 hari	57
Tabel 14. Nilai CBR Pemeraman 7 hari	59
Tabel 15 Nilai CBR Pemeraman 14 hari	61
Tabel 16. Nilai CBR Pemeraman 28 hari	62
Tabel 17. Nilai CBR terhadap penambahan variasi zeolite	64
Tabel 18. Rekapitulasi hasil pengujian CBR Noor Dhani (2019)	64

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Konstruksi merupakan suatu kegiatan membangun sarana maupun prasarana. Dalam sebuah bidang teknik sipil, sebuah konstruksi juga dikenal sebagai bangunan atau satuan infrastruktur pada sebuah area atau pada beberapa area. Secara ringkas konstruksi didefinisikan sebagai objek keseluruhan bangunan yang terdiri dari bagian-bagian struktur. Misal, Konstruksi Struktur Bangunan adalah bentuk/bangun secara keseluruhan dari struktur bangunan. contoh lain: Konstruksi Jalan Raya, Konstruksi Jembatan, dan lain lain. Konstruksi dapat juga didefinisikan sebagai susunan (model, tata letak) suatu bangunan (jembatan, rumah, dan lain sebagainya) Walaupun kegiatan konstruksi dikenal sebagai satu pekerjaan, tetapi dalam kenyataannya konstruksi merupakan satuan kegiatan yang terdiri dari beberapa pekerjaan lain yang berbeda.

Tanah merupakan material yang selalu berkaitan dengan konstruksi dan mempunyai pengaruh sangat besar terhadap perencanaan seluruh konstruksi Karena itu, dalam perencanaan suatu konstruksi harus dilakukan penyelidikan terhadap karakteristik dan kekuatan tanah terutama sifat-sifat tanah yang mempengaruhi kekuatan dukungan tanah dalam menahan beban konstruksi yang ada di atasnya atau disebut juga dengan daya dukung.

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dimana diharapkan selama masa pelayanan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Maka dari itu sudah kewajiban kita untuk mengetahui mulai dari penyebab kerusakan dan cara pemeliharaan jalan tersebut. Agar tercipta jalan yang aman, nyaman dan memberikan manfaat yang signifikan bagi kesinambungan dan keberlangsungan hidup masyarakat luas dan menjadi salah satu faktor menjadikannya peningkatan kehidupan masyarakat dari beberapa aspek – aspek kehidupan.

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. Oleh karena itu, upaya stabilisasi tanah, Oleh dasar banyak kajian penelitian maupun pengujian sebelumnya, dapat diperhatikan bahwa apabila masalah stabilisasi terjadi maka pengecekan jenis lapisan tanah dibawah menjadi perlu dilakukan. Ini adalah salah satu cara agar pengerjaan stabilisasi dapat menjadi banyak pertimbangan evaluasinya. Salah satu pertimbangan yang bisa dilakukan yaitu dalam tulisan ini menitik beratkan pada penambahan variasi komposisi pada properties tanah yang akan

dibebani sehingga menambah daya dukungnya terhadap gaya tekan, maka sebagai produk akhirnya tanah akan menjadi lebih stabil.

Berdasarkan Uraian Tersebut Di Atas, Maka Penulis Merasa Perlu Melakukan Penelitian Pengaruh Overboulder Asbuton dan Zeolite Terhadap Nilai Daya Dukung Tanah Dengan Judul **“Pengaruh Penambahan Zeolite Terhadap Peningkatan Nilai CBR Tanah Terstabilisasi Overboulder Asbuton”**.

B. Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik CBR tanah terstabilisasi overboulder asbuton asbuton dan zeolite ?
2. Bagaimana pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai CBR tanah terstabilisasi overboulder asbuton dan zeolite?

C. Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mengetahui bagaimana karakteristik CBR tanah terstabilisasi overboulder asbuton dan zeolite
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai CBR tanah terstabilisasi overboulder asbuton dan zeolite

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai bahan studi untuk mengetahui pengaruh material campuran overboulder asbuton dan zeolite.
2. Sebagai acuan bagi penelitian serupa, khususnya mengenai analisis karakteristik material campuran dan pengaruhnya terhadap nilai CBR

E. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini digunakan material zeolite dan overboulder asbuton
2. Pengukuran nilai Daya Dukung Tanah atau California Bearing Ratio (CBR)
3. Pengukuran nilai CBR dimaksudkan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap penambahan material campuran dalam hal ini overboulder asbuton dan zeolite
4. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium, bukan pada skala lapangan
5. Penelitian hanya meneliti sifat fisis dan mekanis material campuran, tidak meneliti unsur kimia tersebut

6. Metode test yang dipergunakan adalah berdasarkan metode ASTM, USCS, dan AASHTO.

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 menyajikan lokasi penelitian, variabel penelitian, data yang digunakan dalam penelitian, tahapan prosedur California Bearing Ratio (CBR), penyajian bagan alir penelitian, serta proses pemeraman.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijabarkan hasil analisis uji daya dukung tanah material campuran tanah lunak terstabilisasi over boulder asbuton dan zeolite

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. Permasalahan Pondasi Jalan di Atas Tanah Lunak

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 (Dirjen Bina Marga, 2013).

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 (Dirjen Bina Marga, 2013).



Gambar 1. Peta Penyebaran Tanah Lunak Di Indonesia.

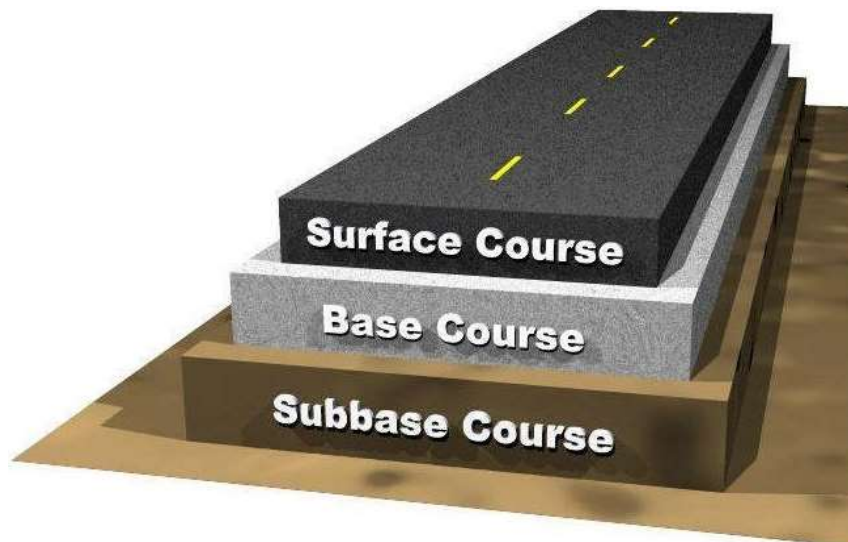
Sifat-sifat tanah baik sifat fisis dan teknis ditentukan oleh jenis klasifikasi tanahnya. Klasifikasi tanah dimaksudkan untuk mempermudah pengelompokkan berbagai jenis tanah ke dalam kelompok yang sesuai dengan sifat teknik dan karakteristiknya. Dalam hubungannya dengan stabilisasi tanah penambahan aditif, faktor penting yang ditinjau dari sifat tanah adalah jenis butiran dan tingkat gradasinya. Semakin besar ukuran butir tanah akan semakin tinggi tingkat stabilisasi tanah (Bowles, 1991).

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. (Bowles, 1991).

B. Prinsip Design dan Struktur Lapisan Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang biasanya dipakai dalam perkerasan jalan adalah batu pecah, batu belah, batu kali. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain semen, aspal dan tanah liat. Fungsi utama dari perkerasan yaitu untuk menyebarkan beban roda ke area permukaan tanah dasar yang lebih luas dibandingkan luas kontak roda dan perkerasan, sehingga mereduksi tegangan maksimum yang terjadi pada tanah dasar, yaitu pada tekanan dimana tanah dasar tidak mengalami deformasi (perubahan bentuk) berlebihan selama masa pelayanan perkerasan (Dirjen Bina Marga, 2013).

Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Konstruksi perkerasan terdiri dari lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi atas (*base course*), lapis pondasi bawah (*sub-base course*), lapis tanah dasar (*subgrade*) (Dirjen Bina Marga, 2013).



Gambar 2. Susunan Lapis Konstruksi Perkerasan jalan.

1. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan paling atas disebut lapis permukaan dan berfungsi sebagai: (Dirjen Bina Marga, 2013).

- a. Lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisannya.
- c. Lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
- d. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung rendah.

2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan perkerasan diantara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah dinamakan lapis pondasi atas (*base course*). Yang fungsinya: (Dirjen Bina Marga, 2013).

- a. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya.
- b. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.
- c. Sebagai lapis peresapan untuk lapis pondasi bawah.

Material yang akan digunakan untuk lapis pondasi atas adalah material yang cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban roda. Untuk lapisan tanpa bahan pengikat umumnya menggunakan material dengan $CBR \geq 50\%$ dan Plastisitas Indeks (PI) $\leq 4\%$. Bahan-bahan alam seperti batu pecah, kerikil pecah, stabilitas tanah dengan semen dan kapur dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas (Dirjen Bina Marga, 2013).

3. Lapis Pondasi Bawah (*Sub-base Course*)

Lapis pondasi bawah adalah lapisan permukaan yang terletak antara lapis tanah dasar dan lapis pondasi atas (*base course*), berfungsi antara lain: (Dirjen Bina Marga, 2013).

- a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar. Lapisan ini harus cukup kuat, mempunyai $CBR \geq 20\%$ dan plastisitas (PI) $\leq 10\%$.
- b. Efisiensi penggunaan material. Material pondasi bawah relatif murah dibandingkan dengan lapisan perkerasan diatasnya.
- c. Mengurangi tebal lapisan diatasnya yang lebih mahal.
- d. Lapis peresapan, agar air tanah tidak terkumpul di pondasi.

- e. Lapis pertama, agar pekerjaan dapat berjalan lancar. Hal ini sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda-roda alat besar.
- f. Lapisan untuk mencegah pertikel-partikel halus dari tanah dasar naik kelapis pondasi atas.

4. Lapis Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapis tanah dasar setebal 50-100 cm yang terletak dibawah pondasi bawah lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan atau tanah asli yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya. Pemadatan yang baik diperoleh jika dilakukan pada kadar air optimum dan diusahakan kadar air tersebut konstant selama umur rencana (Dirjen Bina Marga, 2013).

Dilihat dari muka tanah asli, maka lapisan tanah dasar tersebut dibedakan atas (a) lapisan tanah dasar, yang berasal dari tanah galian (b) lapisan tanah dasar, yang berasal dari tanah timbunan, (c) lapisan tanah dasar, yang merupakan tanah asli (Dirjen Bina Marga, 2013).

C. Landasan Teori Stabilisasi Tanah Lunak

1. Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah secara umum merupakan suatu proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah

tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Tujuan dari stabilisasi tanah adalah untuk mengikat dan menyatukan agregat material yang ada sehingga membentuk struktur jalan atau pondasi jalan yang padat. Adapun sifat tanah yang telah diperbaiki tersebut dapat meliputi : kestabilan volume, kekuatan atau daya dukung, permeabilitas, dan kekekalan atau keawetan (Bowles, 1991).

Stabilisasi tanah adalah upaya yang dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Metode stabilisasi yang banyak digunakan adalah stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi mekanis adalah salah satu metode untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan cara perbaikan struktur dan perbaikan sifat-sifat mekanis tanah, sedangkan stabilisasi kimiawi yaitu menambah kekuatan dan kuat dukung tanah dengan jalan mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat teknis tanah yang kurang menguntungkan dengan cara mencampur tanah dengan bahan kimia (Bowles, 1991).

Adapun metode-metode stabilisasi yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Stabilisasi Mekanis

Dalam metode ini, stabilisasi dapat dicapai melalui proses fisik dengan mengubah sifat fisik tanah di lapangan. Salah satu proses fisik yang dapat dilakukan yaitu pemadatan tanah (Makusa, 2012).

Tanah hasil stabilisasi secara mekanis akan mengalami peningkatan kekuatan dan ketahanan terhadap beban yang bekerja di

atasnya. Hal ini disebabkan karena adanya kaitan dan geseran antara butiran tanah kasar dengan butiran tanah halus. Kestabilan tanah hasil stabilisasi mekanis akan tercapai setelah dilakukan pemadatan (Makusa, 2012).

b. Stabilisasi Kimiawi

Dalam stabilisasi kimiawi terjadi reaksi antara bahan stabilisasi dengan tanah. Stabilisasi dilakukan dengan cara penambahan bahan stabilisasi yang dapat mengubah sifat kurang menguntungkan dari tanah. Bahan stabilisasi yang dapat digunakan di antaranya semen *portland*, kapur, abu batubara (*fly ash*), aspal, dan lain-lain. Metode ini biasanya digunakan pada tanah berbutir halus. Pemilihan jenis bahan tambah untuk stabilisasi dilakukan berdasarkan distribusi ukuran butir tanah (Makusa, 2012).

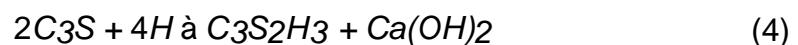
Stabilisasi tanah dapat dilakukan secara mekanis maupun menggunakan bahan-bahan aditif (zat kimia) biasa disebut sebagai bahan stabilisator. Secara mekanis stabilisasi tanah dilakukan dengan mengatur gradasi butiran tanah kemudian dilakukan proses pemadatan, sedangkan stabilisasi yang menggunakan bahan aditif dapat dilakukan dengan menambah bahan aditif kemudian dilakukan pemadatan (Makusa, 2012).

2. Jenis – Jenis Stabilisasi Tanah

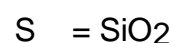
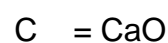
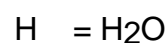
Pemilihan bahan stabilisasi dilakukan berdasarkan beberapa faktor, yaitu peningkatan kekuatan dan kekakuan, tersedianya bahan, kemudahan pelaksanaan, daya tahan hasil stabilitas dan biaya. Semen

Portland sering digunakan pada stabilisasi tanah karena kemudahan untuk mendapatkan, efisien dalam pelaksanaan, harga relatif murah dan mudah dalam penyimpanan. Selain itu semen dapat digunakan pada berbagai jenis tanah sesuai distribusi ukuran butirannya dan semen dapat mengeras sendiri sehingga tidak perlu pemadatan (Hardiyatmo, 2010).

Ada dua reaksi pada stabilisasi menggunakan semen, yaitu hidrasi dan pozzolan. Reaksi hidrasi yang mana terjadi antara semen dengan air menghasilkan kalsium hidroksida. Reaksi hidrasi umumnya bereaksi lebih dahulu dan dianggap memberikan kontribusi yang signifikan untuk peningkatan kekuatan. Sedangkan reaksi pozzolan terjadi antara kalsium hidroksida dengan tanah. Reaksi hidrasi tersebut adalah:



Dengan,



Reaksi sekunder berikutnya terjadi segera setelah kalsium hidroksida dihasilkan dalam campuran. Reaksi pozzolan tersebut adalah:



Dengan,



Pada lempung dengan kadar air tinggi struktur semen akan bereaksi signifikan untuk mengubah karakteristik mekanik lempung karena proses hidrasi. Poin penting dalam stabilisasi tanah menggunakan semen yaitu (Makusa, 2012) :

- a. Menurunkan sifat plastis tanah atau indeks plastisitas.
- b. Meningkatkan kekuatan.
- c. Menstabilkan volume.

3. Metode Stabilisasi Dilapangan

Pada prinsipnya metode stabilisasi tanah dengan semen di lapangan adalah untuk mencampur secara merata tanah dengan semen. Sebelum dilakukan stabilisasi di lapangan, perlu dilakukan stabilisasi dalam skala laboratorium. Pengujian laboratorium berguna untuk mengetahui efektivitas bahan stabilisasi yang digunakan. Hasil dari pengujian laboratorium selanjutnya digunakan sebagai dasar pemilihan proporsi bahan stabilisasi untuk mencapai spesifikasi teknis yang diinginkan. Ada dua metode yang dapat digunakan untuk stabilisasi tanah di lapangan yaitu stabilisasi *in-situ* dan stabilisasi *ex-situ*. (Hardiyatmo, 2010).

4. Pemilihan Bahan Tambah Untuk Stabilisasi

- a. Pertimbangan Pemilihan Bahan Tambah

Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan, bahan perantara stabilisasi dipilih menurut macam tanah, kondisi masalah di lokasi pekerjaan stabilisasi, serta ke-ekonomisan penggunaannya. Jadi, dalam stabilisasi dengan bahan tambah, tanah di lokasi tetap digunakan, dengan tidak dilakukan pembongkaran untuk penggantian tanah setempat (Hardiyatmo, 2010).

Pemilihan bahan tambah yang cocok bergantung pada maksud penggunaannya. Banyaknya kadar bahan tambah umumnya ditentukan dari uji laboratorium, yang mensimulasikan kondisi lapangan, cuaca, daya tahan atau uji kekuatan. Dalam beberapa hal, penambahan bahan tambah di dalam tanah memerlukan biaya pelaksanaan yang relatif tinggi. Karena itu, cara perbaikan tanah dengan pencampuran bahan tambah ini harus dibandingkan dengan tipe perbaikan tanah yang lain, seperti: pemadatan, penggantian dengan tanah yang lebih bagus atau penambahan agregat. (Makusa, 2012).

Beberapa pertimbangan yang dilakukan untuk memilih bahan tambah yang cocok adalah :

1. Jenis tanah yang akan distabilisasi
2. Jenis struktur yang distabilisasi
3. Ketentuan kekuatan tanah yang harus dicapai
4. Tipe dari perbaikan tanah yang diinginkan
5. Dana yang tersedia

6. Kondisi lingkungan

Sebagai contoh, semen dapat digunakan untuk stabilisasi sembarang jenis tanah. Namun semen lebih cocok untuk jenis tanah yang granuler, dan kurang cocok untuk tanah-tanah lempung plastis. Sebaliknya, kapur lebih cocok digunakan untuk stabilisasi tanah lempung dengan plastisitas sedang sampai tinggi. Kapur akan mengurangi plastisitas, memberi kemudahan untuk dikerjakan, mengurangi sifat mengembang dan menambah kekuatannya. Jika material berupa kerikil berlempung, kapur akan membuat material lebih kuat, dan jika campuran ini digunakan untuk struktur lapis pondasi pada perkerasan, maka akan memberikan kekuatan yang lebih tinggi. Kombinasi kapur-semen dan abu terbang cocok digunakan untuk stabilisasi struktur lapis pondasi (sub-base course). Aspal cocok dicampur dengan pasir berlanau dan material granuler, karena aspal dapat membungkus seluruh butiran tanah. (Hardiyatmo, 2010).

b. Metode Pemilihan Bahan Tambah

Beberapa metode telah diusulkan dalam pemilihan bahan tambah. Beberapa metode yang diusulkan bergantung pada pengalaman organisasi dari Negara asalnya. Berikut ini akan dipelajari beberapa petunjuk dari cara pemilihan bahan tambah untuk stabilisasi tanah yang telah digunakan.

1. Alaska Department of Transportation and Public Facilities Research and Technology Transfer

Hicks (2002) dalam *Alaska Department of Transportation and Public Facilities Research and Technology Transfer* mengusulkan petunjuk cara pemilihan bahan stabilisasi, seperti ditunjukkan dalam Tabel 1. Dalam metode ini, distribusi ukuran butiran dan batas-batas Atterberg digunakan sebagai dasar penilaian macam stabilisasi yang akan digunakan. Petunjuk awal yang ditunjukkan dalam Tabel 1. hanya sebagai pertimbangan awal, dan dapat digunakan untuk maksud modifikasi tanah seperti; stabilisasi dengan kapur untuk membuat material lebih kering dan mengurangi plastisitasnya.

Tabel 1. Petunjuk awal untuk pemilihan metode stabilisasi (Hicks, 2002)

Material Lolos Saringan No.200	>25% Lolos Saringan No.200 (0,075 mm)			< 25% Lolos Saringan No.200 (0,075 mm)		
	≤ 10	10-20	≥20	≤ 6 (PI x Persen Lolos Saringan No.200 ≤ 60)	≤ 10	≤ 10
Bentuk Stabilisasi :						
Semen dan Campuran Pengikat	Cocok	Ragu	Tidak Cocok	Cocok	Cocok	Cocok
Kapur	Ragu	Cocok	Cocok	Tidak Cocok	Ragu	Cocok
Aspal (Bitumen)	Ragu	Ragu	Tidak Cocok	Cocok	Cocok	Ragu
Aspal/Semen Dicampur	Cocok	Ragu	Tidak Cocok	Cocok	Cocok	Ragu
Granular	Cocok	Tidak Cocok	Tidak Cocok	Cocok	Cocok	Ragu
Lain-Lain Campuran	Tidak Cocok	Cocok	Cocok	Tidak Cocok	Ragu	Cocok

2. Ingles dan Metcalf (1972)

Distribusi ukuran butir tanah oleh Ingles dan Metcalf (1972) dijadikan sebagai salah satu pedoman dalam menentukan jenis stabilisasi maupun bahan stabilisasi yang digunakan. Berikut

merupakan tabel Ingles dan Metcalf (1972), adapun pedoman ini masih merupakan gambaran kasar karena belum memperhatikan nilai karakteristik plastisitas dari bahan yang ingin distabilisasi.

Tabel 2. Penerapan Stabilisasi Tanah yang Cocok (Ingles dan Metcalf,1972)

Type Tanah		Lempung Halus	Lempung Kasar	Lanau Halus	Lanau Kasar	Pasir Halus	Pasir Kasar
Ukuran Butiran Tanah (mm)		<0,0006	0,0006-0,002	0,002-0,02	0,01-0,06	0,06-0,40	0,40-2,0
Stabilisasi Volume Tanah		Sangat Buruk	Sedang	Sedang	Baik	Sangat Baik	Sangat Baik
Type Stabilisasi	Kapur						
	Semen						
	Polimerik-Organik						
	Mekanis						
	Thermal						
		Efisiensi Maksimum				Efektif, Tapi Pengendalian Mutu Sulit	

3. Indiana Department of Transportations

Metode yang digunakan oleh *Indiana Department of Transportations* menguraikan metode pemilihan bahan tambah yang cocok untuk tanah tertentu yang didasari oleh nilai karakteristik plastisitas (PI,LL, dan PL) dan gradasi butiran tanah.

7. Untuk maksud stabilitasi tanah:

- a. Kapur : Jika tanah mempunyai $PI > 10$ dan kadar lempung (0,002 mm) > 10 .
- b. Semen : Jika tanah mempunyai $PI \leq 10$ dan persen lolos saringan no.200 $< 20\%$

- c. Kapur, semen atau kombinasi dengan abu terbang : jika tanah < 10% lolos saringan no.200 dan $10 < PI < 20$.

Adapun kadar bahan tambah yang biasa digunakan untuk stabilisasi :

- a. Kapur : 3% - 9%
- b. Semen : 3% - 10%
- c. Abu Terbang : 10% - 25%

D. Zeolite dan Overboulder Asbuton

1. Zeolite

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. (Susanto, Dedi 2015)

Menurut Susanto, Dedi (2015), sifat kimia zeolit adalah sebagai berikut :

a. Dehidrasi

Dehidrasi bertujuan untuk melepaskan molekul air dari kisi kristal sehingga terbentuk suatu rongga dengan permukaan yang lebih besar dan tidak lagi terlindungi oleh sesuatu yang berpengaruh terhadap proses adsorpsi.

b. Penyerapan

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air yang berada di sekitar kation. Bila zeolit dipanaskan maka air tersebut akan keluar. Zeolit yang telah dipanaskan dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan.

c. Penukaran ion

Ion-ion pada rongga berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Sifat sebagai penukar ion dari zeolit antara lain tergantung pada sifat kation, suhu, dan jenis anion

d. Katalis

Zeolit sebagai katalis hanya mempengaruhi laju reaksi tanpa mempengaruhi keseimbangan reaksi karena mampu menaikkan perbedaan lintasan molekulnya dari reaksi. Katalis berpori dengan pori-pori sangat kecil akan memuat molekul-molekul kecil tetapi mencegah molekul besar masuk.

e. Penyaring/Pemisah

Zeolit sebagai penyaring molekul maupun pemisah atas perbedaan bentuk, ukuran, dan polaritas molekul yang disaring. Molekul yang berukuran lebih kecil dari ruang hampa dapat melintas sedangkan yang berukuran lebih besar hampa akan ditahan.

Adapun keuntungan pemakaian zeolit sebagai bahan campuran stabilisasi tanah adalah :

- a. Memperbaiki dan meningkatkan kualitas mineral yang ada dalam tanah
- b. Meningkatkan ikatan antar partikel dalam tanah, sehingga dapat meningkatkan daya dukung dan kuat tekan tanah.
- c. Meningkatkan tahanan tanah terhadap geser yang terjadi di lereng

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

- a. 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.

b. 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.

c. 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 H₂O akan dilepaskan oleh Zeolit sehingga pada saat tanah menjadi kering molekul H₂O tidak tertahan di dalam tanah.

2.Overboulder Asbuton

Overboulder Asbuton dari sekitar lokasi pertambangan aspal Buton, di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Dimana Overboulder Asbuton ini merupakan bahan tambah jenis pozzolan yang

mengandung bitumen, mineral ini juga memiliki kandungan kapur (CaCO_3) yang cukup tinggi sekitar 70% - 80%. sehingga dapat menghasilkan perubahan sifat-sifat poliuretan yang diarahkan pada peningkatan daya dukung. (Noor Dhani,2019)

Dalam penelitian ini menggunakan metode stabilisasi tanah lunak dengan menggunakan material pozzolan dalam hal ini Over Boulder Asbuton. Dimana bahan penstabil yang digunakan mengakibatkan perubahan sifat-sifat poliuretan yang diarahkan pada peningkatan daya dukung, oleh karena itu dalam penelitian ini stabilisasi tanah dilakukan dengan cara memperbaiki gradasi yang dibahas dengan Over Boulder Asbuton. Kajian ini memaparkan hasil kajian Asbuton Over Boulder menggunakan laboratorium yang sangat potensial sebagai kandungan lokal yang dapat digunakan sebagai material stabilisasi dengan daya dukung yang rendah pada lapisan bawah tanah maupun sebagai lapisan bawah pada jalan. fisik, mineralogi, kimia, mekanika, dan mikrostruktur. Dengan judul Stabilisasi Tanah Ekspansif dan Pemberian Kapur pada Pekerjaan Timbunan, hasil penelitian menunjukkan bahwa Besaran Muai (CBR) tanah ekspansif yang belum ditambahkan kapur telah melalui proses Pemadatan Standar Pemadatan memiliki nilai CBR. dari 2,316% [3]. Besarnya nilai CBR sebagai bentuk stabilitas dari tanah ekspansif ditambah kapur dari 3%, 6%, 9%, dan 12% sebagai endapan material, diperoleh CBR maksimum 12,5%

dengan kadar kapur optimum antara 4%. dan 6%. (Noor Dhani,2019)

Lokasi overboulder asbuton yang digunakan dalam penelitian berada di pulau Buton yang ditunjukkan dengan koordinat lokasi di Blok Sampolawa $5^{\circ} 33'7.99''$ S dan $122^{\circ} 44'28.39''$ BT, Blok Kabungka $5^{\circ} 23'2.62''$ S dan $122^{\circ} 53'33.67''$ E, dan Blok Lawele $5^{\circ} 13'53.56''$ S dan $122^{\circ} 58'0.40''$ E. Pengujian properti dasar, overboulder asbuton yang digunakan termasuk dalam kelas sampel yang diuraikan secara kasar dengan sifat indeks non-plastis. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik menunjukkan bahwa hasil pengujian karakteristik overboulder asbuton menunjukkan bahwa penambahan material dasar pada material tanah ekspansif akan mengakibatkan perubahan karakteristik material pendukung dan penunjang. Dari hasil pengujian didapatkan parameter klasifikasi tanah overboulder asbuton berdasarkan parameter USCS yang termasuk dalam klasifikasi SP yaitu sampel dengan butiran kasar dengan sifat bukan plastis, sedangkan menurut AASHTO termasuk dalam klasifikasi A-1-b. Jenis sampel dengan penilaian sebagai material subgrade menjadi buruk Oleh karena itu penelitian ini didasarkan pada hasil parameter yang mengandung material pozzolan yang dapat meningkatkan daya dukung pada tanah ekspansif. (Noor Dhani,2019)

E. CBR (*California Bearing Ratio*) test

California Highway-Division di Amerika Serikat mempergunakan istilah California Bearing Ratio (CBR) untuk menyatakan daya dukung tanah. Istilah ini menunjukkan suatu perbandingan (ratio) antara beban yang diperlukan untuk menekan piston logam (luas penampang 3 cm²) ke dalam tanah untuk mencapai penurunan (penetrasi) tertentu dengan beban yang diperlukan pada penekanan piston terhadap material batu pecah di California pada penetrasi yang sama (Canonica, 1991).

Metode perencanaan perkerasan jalan yang digunakan sekarang yaitu dengan metode empiris, yang biasa dikenal CBR (California Bearing Ratio). Metode ini dikembangkan oleh California State Highway Departement sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (subgrade). Nilai CBR akan digunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan. Untuk menentukan tebal lapis perkerasan dari nilai CBR digunakan grafik-grafik yang dikembangkan untuk berbagai muatan roda kendaraan dengan intensitas lalu lintas (Canonica, 1991)

CBR terdiri dari dua jenis :

- CBR Lapangan

CBR lapangan disebut juga CBR in-place atau field CBR dengan kegunaan sebagai berikut :

1. Mendapatkan CBR asli di lapangan sesuai dengan kondisi tanah dasar.

2. Untuk mengontrol apakah kepadatan yang diperoleh sudah sesuai dengan yang diinginkan. Pemeriksaan ini tidak umum digunakan. Metode pemeriksaannya dengan meletakkan piston pada kedalaman dimana nilai CBR akan ditentukan lalu dipenetrasi dengan menggunakan beban yang dilimpahkan melalui gardan truk.

- CBR Laboratorium

CBR Laboratorium dapat disebut juga CBR Rencana Titik. Tanah dasar pada jalan baru merupakan tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang dipadatkan sampai mencapai 95% kepadatan maksimum. Dengan demikian daya dukung tanah dasar merupakan kemampuan lapisan tanah yang memikul beban setelah tanah itu dipadatkan (Canonica, 1991).

Alat yang digunakan untuk menentukan besarnya CBR berupa alat yang mempunyai piston dengan luas 3 sqinch dengan kecepatan gerak vertikal ke bawah 0,05 inch/menit, Proving Ring digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji pengukur (dial). Penentuan nilai CBR yang biasa digunakan untuk menghitung kekuatan pondasi jalan adalah penetrasi 0,1" dan penetrasi 0,2", yaitu dengan rumus sebagai berikut (Cannonica,1991) :

$$\text{Nilai CBR pada penetrasi } 0,1" = \frac{A}{3000} \times 100 \%$$

$$\text{Nilai CBR pada penetrasi } 0,2'' = \frac{A}{4500} \times 100 \%$$

Dimana :

A = pembacaan dial pada saat penetrasi 0,1"

B = pembacaan dial pada saat penetrasi 0,2"

Nilai CBR yang didapat adalah nilai yang terbesar diantara hasil perhitungan kedua nilai CBR diatas (Braja, 1995).

Metode pengukuran daya dukung tanah yang relatif mudah untuk dilakukan dan dimengerti adalah *California Bearing Ratio Test*. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kapasitas daya dukung tanah, metode ini pertama kali dikembangkan oleh Departemen Jalan Raya California pada tahun 1920. CBR merupakan perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan (*Test Load*) terhadap beban standar (*Standard Load*) dan dinyatakan dalam persentase. Semakin keras suatu bahan atau material yang digunakan maka semakin tinggi nilai CBR yang dihasilkan. Berikut merupakan tabel nilai CBR pada masing-masing jenis tanah (Braja, 1995).

Tabel 3. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai CBR

CBR	General Rating	Uses	Classification System	
			Unified	AASHTO
0 – 3	Very Poor	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 – 7	Poor to Fair	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 – 20	Fair	Sub-Base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20 – 50	Good	Base, Sub-Base	GM, GC, SW, SM, SP, GI	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	Excellent	Base, Sub-Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

sumber : Braja.M.Das. (1995), *Mekanika Tanah Jilid I* , hal 71, Erlangga Surabaya)

Klasifikasi tanah Braja M. Das ini sering dijadikan acuan untuk menentukan standar perkerasan. Dimana apabila nilai CBR suatu bahan atau tanah yang digunakan memiliki nilai yang rendah dengan kualitas *Very Poor – Poor* maka bahan ini wajib distabilisasi, baik itu dengan cara stabilisasi mekanis, kimiawi maupun termal. Penentuan perlakuan stabilisasi ini tentu harus didasari dengan faktor-faktor yang telah diuraikan pada poin 2.3.2 ataupun beberapa pertimbangan lainnya (Braja, 1995).

Pada kegiatan konstruksi, untuk dapat melaksanakan pemadatan yang benar pada setiap lapis perkerasan, maka sangat penting untuk mengendalikan kadar air tanah dasar menggunakan sistem drainase, pelapisan bahu jalan, dan geometri jalan. Berdasarkan dari uraian diatas Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013 menyatakan CBR minimum yang dapat digunakan sebagai CBR tanah dasar (subgrade) jalan adalah 6%.

F. Matriks Studi Terdahulu

Penelitian ini memakai dasar beberapa penelitian yang pernah dilakukan. Dari berbagai penelitian yang menyangkut perbaikan tanah, telah dilakukan stabilisasi tanah dengan material kapur, Portland semen, abu terbang (*fly ash*), abu sekam, *cleanset* semen, dan material lainnya. Dari pengamatan sampai sekarang belum ada penelitian tentang stabilisasi tanah lunak ,Overboulder Asbuton dan Zeolite.

1. Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu dan Kapur pada Tanah Ekspansif di Bojonegoro terhadap nilai CBR, Swelling dan Durabilitas (Sofyan Sauri, Arief Rachmansyah, Yulvi Zaika, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya) dengan hasil : Setelah mengalami periode selama 3 kali, nilai CBR yang di dapat mengalami penurunan. Hal tersebut terjadi pada tanah asli maupun tanah yang telah dicampur zat additive. Namun jika dibandingkan dengan nilai CBR tanah asli, penambahan 4% kapur, 8% abu ampas tebu, dan 4% kapur + 8% abu ampas tebu menyebabkan nilai CBR meningkat.

2. Sulistyowati,T.(2006) dengan judul Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Fly Ash Terhadap Nilai Daya Dukung Cbr diperoleh hasil, Persentase yang paling efektif untuk stabilisasi adalah campuran 15 % fly ash dengan masa pemeraman 7 - 14 hari. Karena penambahan persentase fty ash sampai dengan 25% memberikan kontribusi terhadap perubahan karakteristik tanah yang tidak jauh berbeda dengan penambahan 15 % fly ash. Stabilisasi dengan 5 % fly ash untuk ,masa pemeraman 7 hari dapat meningkatkan nilai CBR sampai 840.67% dari nilai CBR tanah asli.

3. Anita Setyowati Srie Gunarti , Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam berjudul Daya Dukung Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Spent Catalyst Rcc 15 dan Kapur dengan hasil : Hasil Uji CBR pada tanah

asli memberikan nilai 9,90% pada penetrasi 2,5mm dan 9,39% pada penetrasi 5,0mm , Hasil uji CBR tertinggi terdapat pada tanah variasi dengan campuran tanah yaitu RCC 4,5% dan kapur 3% sebesar 29,045% pada penetrasi 2,5mm dan 27,79% pada penetrasi 5,0mm. Peningkatan yang terjadi terhadap tanah asli yaitu sebesar 175,31% dan 198,48%.

4. Noor Dhani (2019) dengan judul Studi Eksperimental Nilai Cbr Tanah Lunak Stabilisasi Overboulder Asbuton Hasil pengujian menunjukkan bahwa, nilai secara umum nilai CBR meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi, sementara waktu pemeraman meningkatkan nilai kuat tekan secara signifikan. Nilai CBR diperoleh pada konsentrasi OB sebesar 15% dengan nilai 38,22%. Kenaikan pada nilai CBR terlihat jelas hingga penambahan 15% OB, namun pada presentase aspal buton sebesar 20% terjadi penurunan nilai CBR. Hal ini mungkin saja disebabkan oleh perubahan senyawa akibat reaksi kimia antara mineral tanah dan mineral OB. Nilai CBR tertinggi diperoleh pada persentase 15% overboulder asbuton dengan masa pemeraman 28 hari, dimana terjadi peningkatan sebesar 5 kali lipat dari CBR tanah tanpa stabilisasi.

5. Marthen Matasik Tangkeallo (2019) dengan judul Studi Cbr Tanah Laterit Stabilisasi Zeolit Aktivasi Waterglass dapat menunjukkan kenaikan nilai CBR tanah pada setiap penambahan campuran zeolit dan waterglass dengan waktu pemeraman selama 0, 7, 14 dan 28 hari. Hal ini

disebabkan karena zeolit dengan komposisi kimia yang didominasi oleh silika (SiO_2) yang bila dicampur dengan tanah laterit akan meningkatkan daya ikat antar butiran dan akhirnya meningkatkan kemampuan saling mengunci (interlocking) antar butiran tanah. Dan juga terjadi reaksi pozzolan yaitu reaksi kimia yang dengan bertambahnya waktu pemeraman, tanah tersebut akan menjadi keras. Dengan mengerasnya tanah tersebut nilai kuat tekan tanah akan meningkat. Namun, semakin panjang waktu pemeraman, kadar air dalam tanah akan menurun.

6. Dedi Susanto (2015) dengan judul Pengaruh Tanah Lempung Berplastisitas Tinggi Dengan Bahan Additive Zeolit Dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium terjadi peningkatan nilai cbr standar pada pencampuran zeolit 10% sebesar 60,49%, yaitu pada tanah tanpa campuran nilai cbr sebesar 0,81% menjadi 1,3% dan pada nilai cbr modified terjadi peningkatan sebesar 90,72% , yaitu pada tanah tanpa campuran nilai cbr sebesar 0,87% menjadi 1,85%. Pada Uji Cbr Dan Uji Geser Langsung. Dari hasil pengujian dengan penambahan zeolit dengan variasi 6%, 8%, dan 10%, dapat dilihat terjadi peningkatan pada kedua pengujian tersebut, maka semakin bertambahnya variasi zeolit tersebut akan terjadi pula peningkatan pada masing-masing pengujian tersebut.

Tabel 4. Matriks Studi Terdahulu

No.	Nama	Judul	Temuan/Kajian
1.	Sofyan Sauri dkk, 2013	Abu Ampas Tebu dan Kapur pada Tanah Ekspansif di Bojonegoro Terhadap nilai CBR.	Pengujian tanah ekspansif dengan cara mencampur dengan abu ampas tebu dan kapur, hasilnya sangat tergantung dari banyaknya campuran kapur dan abu ampas tebu pada metode pemadatan yang diterapkan
2.	Sulistyowati, 2006	Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Fly Ash Terhadap Nilai Daya Dukung Cbr	Pengujian CBR tanah dengan penambahan Fly ash dapat meningkatkan nilai CBR tergantung pada persentase campuran dan masa pemeraman
3.	Setyowati, 2014	Daya Dukung Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Spent Catalyst Rcc 15 Dan Kapur	Penambahan spent catalyst rcc 15 dan kapur pada tanah lempung ekspansif cukup baik digunakan untuk memperbaiki sifat fisis dan mekanis pada tanah
4.	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%
5.	Marthen Matasik Tangkeallo,2019	Studi Cbr Tanah Laterit Stabilisasi Zeolit Aktivasi Waterglass	Hasil penelitian ini telah menunjukkan bahwa tanah laterit stabilisasi zeolite aktivasi waterglass dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas dengan presentasi zeolite 16%-20% dan waterglas 4%-6%, Penambahan zeolite 20% dan waterglas 6% dengan waktu peram 28 hari CBR meningkat 4 kali lebih tinggi dibandingkan tanah tanpa stabilisasi
6.	Dedi Susanto,2015	Pengaruh Tanah Lempung Berplastisitas Tinggi Dengan Bahan Additive Zeolit Pada Uji Cbr Dan Uji Geser Langsung	Dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium terjadi peningkatan nilai cbr standar pada pencampuran zeolit 10% sebesar 60,49%, yaitu pada tanah tanpa campuran nilai cbr sebesar 0,81% menjadi 1,3% dan pada nilai cbr modified terjadi peningkatan sebesar

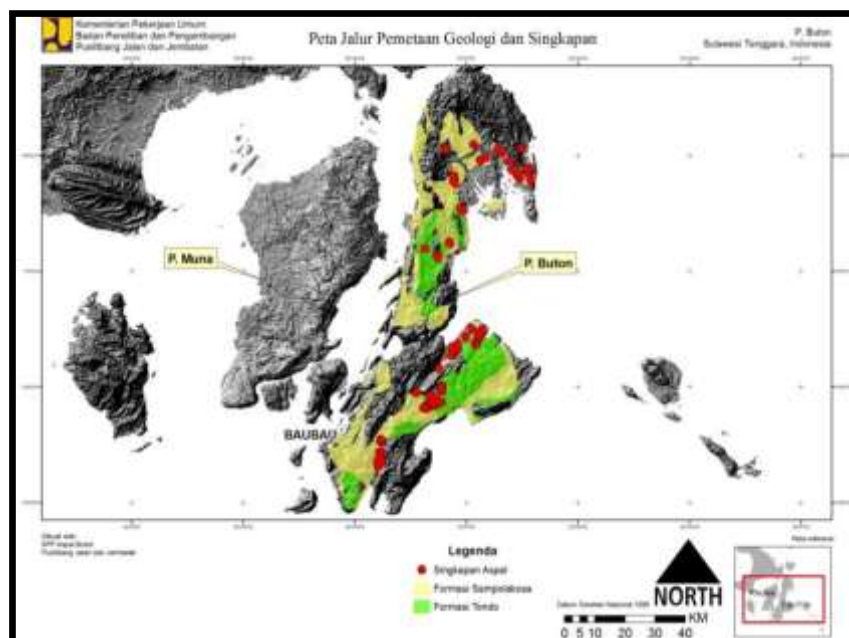
			90,72% , yaitu pada tanah tanpa campuran nilai cbr sebesar 0,87% menjadi 1,85%.
--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------

BAB 3. METODE PENELITIAN

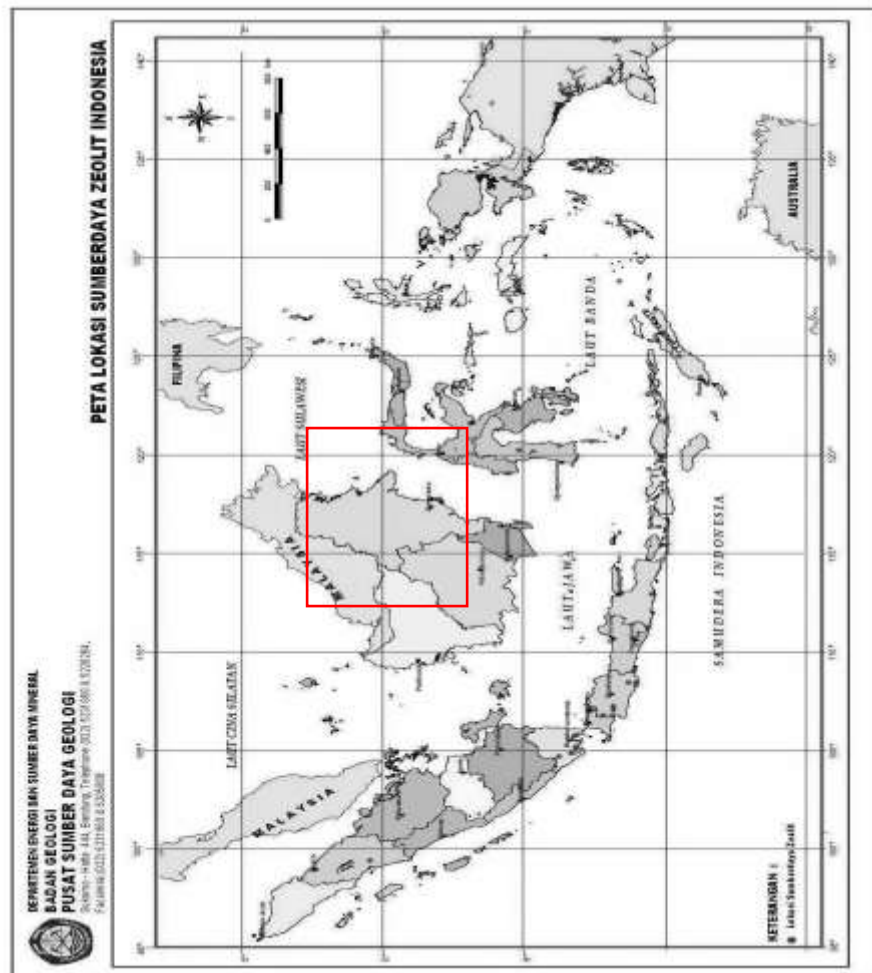
a. Lokasi dan Waktu Penelitian

Bahan-bahan untuk pembuatan benda uji didatangkan dari lokasi yang berbeda, pengujian juga dilakukan di laboratorium yang berbeda:

1. Bahan-bahan untuk pembuatan benda uji adalah overboulder asbuton dari sekitar lokasi pertambangan aspal Buton, di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Sedangkan Zeolite yang digunakan terletak di Kecamatan Tallunglipu Toraja Utara Provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 3. Lokasi Pengambilan Sampel Serta Penyebaran Overboulder Asbuton. (Sumber : Peta Geologi Daerah Lembar Buton).



Gambar 4. Lokasi Pengambilan Sampel Zeolite . (Sumber : Google Earth).

2. Uji fisik dan mekanis tanah, pembuatan benda uji, dan uji mekanis benda uji di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Adapun waktu penelitian mengacu pada interval dan durasi yang telah ditetapkan berdasarkan standar pengujian yang digunakan.

b. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada bahan-bahan yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji. Yang pertama dilakukan adalah pemilihan

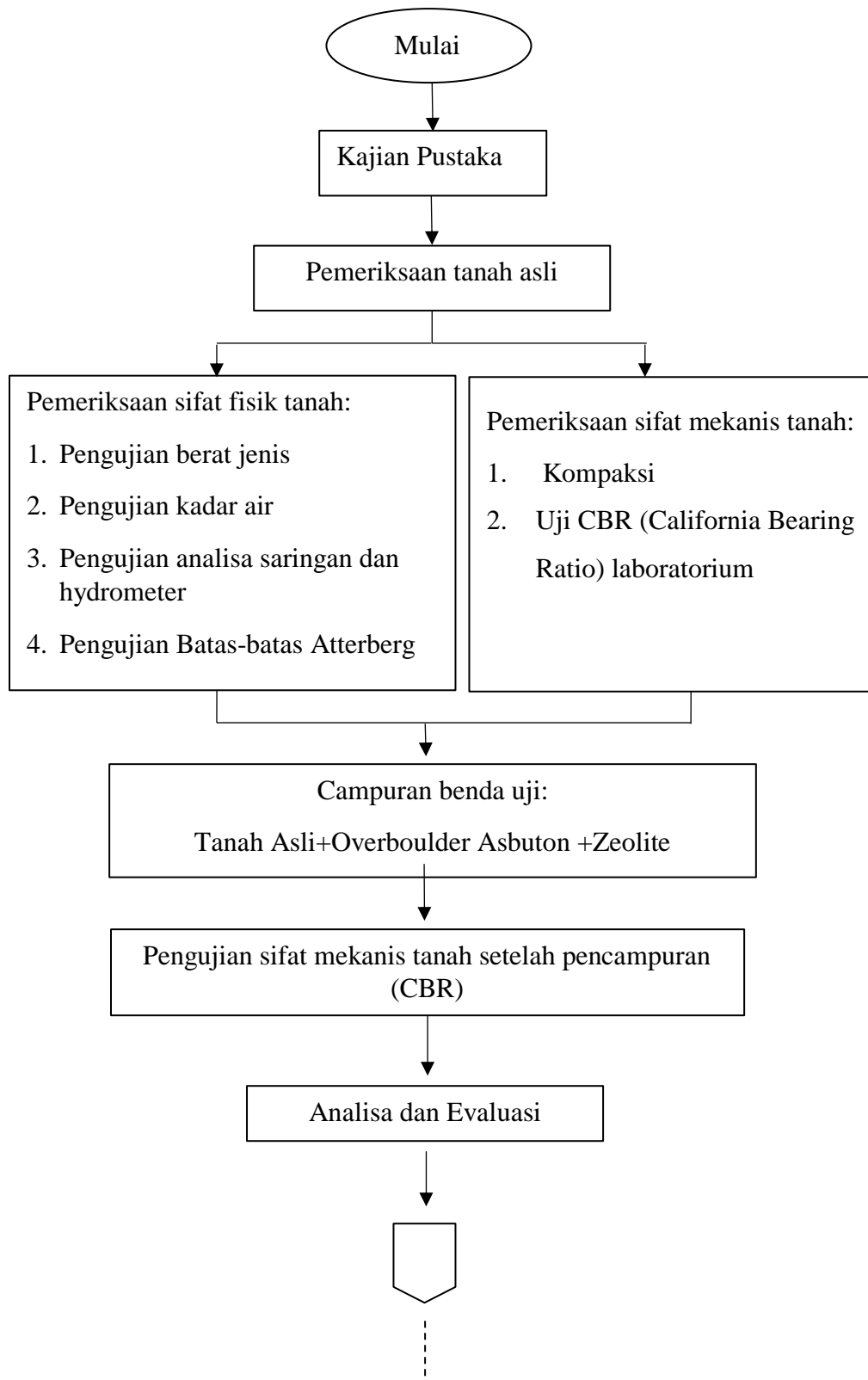
bahan dengan melihat ciri-cirinya secara visual, selanjutnya menguji karakteristik bahan-bahan tersebut untuk memastikan kesesuaiannya dengan karakteristik bahan-bahan yang dibutuhkan.

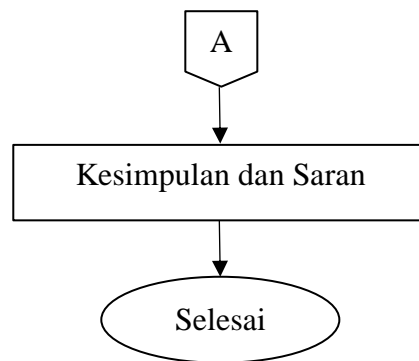
Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk : Menganalisis perilaku penambahan zeolite dan overboulder asbuton terhadap tanah lunak yang diperuntukkan sebagai subbase dalam hal ini dilakukan pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) Laboratorium.

Data karakteristik dari setiap bahan merupakan variabel-variabel yang akan dianalisis sebagai landasan untuk mengukur hasil penelitian berdasarkan data pengujian benda uji, kemudian dijadikan dasar dalam mengambil kesimpulan.

c. Kerangka Alir Penelitian

Sebelum melakukan penelitian maka dibuat langkah-langkah pelaksanaan alur kegiatan penelitian agar dapat berjalan secara sistematis dan tepat sasaran tercapainya tujuan penelitian.





Gambar 5. Bagan Alir Penelitian

d. Rancangan Penelitian

Penyiapan bahan dan peralatan, benda uji, pengujian, dan prosedur penelitian sebagai berikut:

1. Penyiapan bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan adalah Overboulder Asbuton dan Zeolite






Gambar 6. Bahan-bahan untuk penelitian


e. Peralatan laboratorium

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

Tabel 5. Alat-alat dan Gambar Pengujian Sifat Fisis

No	Nama Alat	Gambar
1	Pengujian Berat Jenis	
2	Pengujian Analisa Saringan dan Hidrometer	
3	Pengujian Batas- Batas Atterberg	

Tabel 6. Alat-Alat dan Gambar Pengujian Sifat Mekanis

No	Nama Alat	Gambar
1	Pengujian Kompaksi	
2	Pengujian CBR <i>(California Bearing Ratio)</i>	

Pengujian dibagi menjadi dua bagian pengujian, yaitu pengujian untuk tanah asli dan tanah yang telah terstabilisasi. Terhadap tanah asli dilakukan uji sifat fisik dan mekanis tanah, sedangkan terhadap tanah yang telah terstabilisasi dilakukan pengujian mekanis saja. Adapun untuk pengujian mekanis hanya memfokuskan pada uji CBR (*California Bearing*

Ratio). Pengujian dilakukan di Laoratorium Mekanika Tanah, Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa mengikuti standard ASTM, USCS, dan AASHTO.

1. Uji Sifat Fisis

Uji sifat fisis bertujuan untuk menentukan indeks properties tanah. Sifat-sifat indeks ini diperlukan untuk klasifikasi dan identifikasi tanah yang kemudian digunakan dalam menentukan jenis bahan stabilisasi yang sesuai dan menentukan perkiraan awal jumlah kadar bahan stabilisasi yang perlu ditambahkan ke dalam tanah yang ditabilisasi.

Tabel 7. Pemeriksaan karakteristik fisis tanah

No.	Jenis Pemeriksaan	Standar/Metode Uji
1	Pemeriksaan Kadar Air Tanah	ASTM D-2216-98
2	Pemeriksaan Berat Jenis	ASTM D-162
3	Pemeriksaan Analisa Saringan dan Hidrometer	ASTM C-136-06, ASTM D-1140-54
4	Batas-batas atterberg	ASTM D-4318

2. Uji Sifat Mekanis

Pengujian ini pada umumnya dilakukan untuk mengetahui kekuatan dan CBR. Uji mekanis yang dilakukan adalah uji pemadatan (*Standar Proctor Test*) dan CBR (*California Bearing Ratio*) Laboratorium.

- a. Pengujian kompaksi. Pengujian ini merupakan pengujian untuk pemadatan tanah. Pemadatan adalah suatu proses dimana udara

pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan suatu cara (digilas atau ditumbuk). Pengujian ini bertujuan untuk untuk mendapatkan kadar air optimum dan berat isi kering maksimum dari proses pemadatan tersebut. Pengujian ini mengacu pada standar ASTM D-698.

- b. Uji CBR dimaksudkan untuk menentukan CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dan campuran tanah agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu. CBR laboratorium ialah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan keepatan penetrasi yang sama. Pengujian ini dilakukan dengan mengacu pada ASTM D-1883.

f. Optimalisasi Bahan Stabilisasi

Untuk menentukan komposisi optimum bahan stabilisasi menggunakan bahan tambah, dilakukan pengujian pada benda uji menggunakan media overboulder asbuton dan zeolite, dengan variasi komposisi sebagaimana pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Variasi Persentase Bahan Stabilisasi dan jumlah benda uji

Tanah (%)	Overboulder (%)	Zeolite (%)	Jumlah Sampel			
			0 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari
100	0	0	1	-	-	-
84	15	1	2	2	2	2
83	15	2	2	2	2	2
82	15	3	2	2	2	2
81	15	4	2	2	2	2
80	15	5	2	2	2	2

Adapun dasar pengambilan komposisi 15% overboulder asbuton karena merujuk kepada studi terdahulu Noor Dhani (2019) yang menemukan bahwa bahan stabilisasi overboulder asbuton optimum di 15% terhadap berat tanah dan mengalami penurunan nilai CBR pada penambahan 20%

sehingga pada penelitian ini dicoba melakukan penambahan variasi zeolite terhadap tanah terstabilisasi overboulder asbuton untuk melihat sejauh mana efektif dari gabungan bahan tambah tersebut terhadap nilai CBR.

Karakteristik mekanis yang digunakan dalam penelitian laboratorium ini mencakup pengaruh penambahan material overboulder asbuton dan zeolite sebagai bahan stabilisasi tanah. Zeolite yang digunakan sebagai material stabilisasi dalam penelitian ini bervariasi 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% yang didasarkan perbandingan berat sampel, sedangkan overboulder yang digunakan konstan dengan persentase 15%. Pengujian dilakukan terhadap 1 benda uji pada setiap variasi dan diuji pada 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Pengujian yang dilakukan adalah uji CBR (*California Bearing Ratio*) Laboratorium.

g. Pembuatan Benda Uji

Penelitian ini dirancang untuk mengetahui nilai CBR pada benda uji dengan cetakan silinder berdiameter $152,4 \pm 0,6609$ mm dan tinggi $177,8 \pm 0,13$ mm. Metode pembuatan benda uji yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penyiapan tanah, overboulder asbuton dan zeolite.
2. Penambahan air diambil dari kadar air optimum hasil kompaksi tiap variasi
3. Bahan stabilisasi dengan jumlah zeolite tiap-tiap variasi (1%, 2%, 3%, 4% dan 5%) serta jumlah overboulder asbuton yang konstan dalam semua campuran sebesar 15% yang kemudian diaduk selama 10 menit hingga campuran homogen.
4. Adukan Tanah yang telah ditambahkan Zeolite dan Overboulder asbuton dimasukkan kedalam Mould dan dipadatkan dengan alat penumbuk dimana setiap layer dilakukan sebanyak 56kali.

5. Langkah ke-4 dilakukan untuk lapisan ke-2 dan ke-3.
6. Setelah dipadatkan, buka cetakan atas lalu ratakan dengan alat perata kemudian timbang sampel beserta mould.

h. Proses Pemeraman

Untuk benda uji proses pemeraman selama 0 hari,7 hari,14 hari dan 28 hari, yaitu benda uji disimpan dalam ruang penyimpanan benda uji dengan suhu hingga umur pengujian CBR *unsoaked*.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli

1. Pengujian Fisis Tanah Asli

Berdasarkan hasil pemeriksaan karakteristik fisis Tanah Asli ditampilkan pada tabel berikut ini:

Tabel 9. Rekapitulasi hasil pemeriksaan karakteristik fisis tanah asli

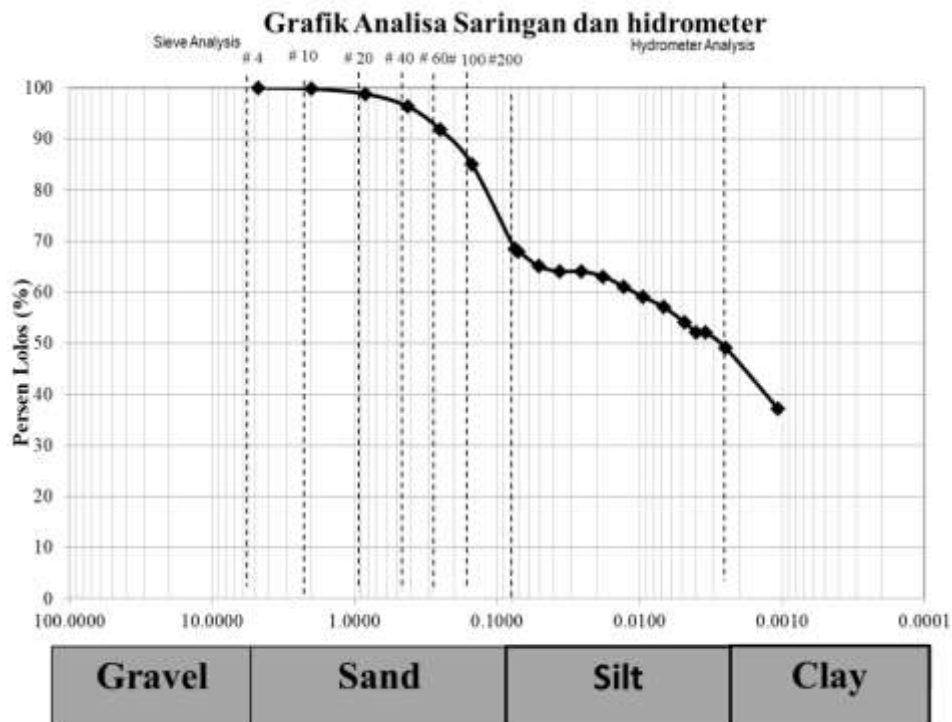
Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan
1. Berat Jenis Spesifik	2,68
2. Gradasi Butiran	Kerikil = 0 % Pasir = 31,60 % Lanau = 19,28 % Lempung = 49,12 %
3. Klasifikasi tanah	USCS = CH AASHTO = A-7-6
4. Batas – batas Atterberg	LL = 58,37 % PL = 29,08 % PI = 29,29 %

a. Berat Jenis

Dari hasil pemeriksaan berat jenis spesifikasi diperoleh nilai berat jenis tanah asli sebesar 2,68.

b. Analisa Saringan

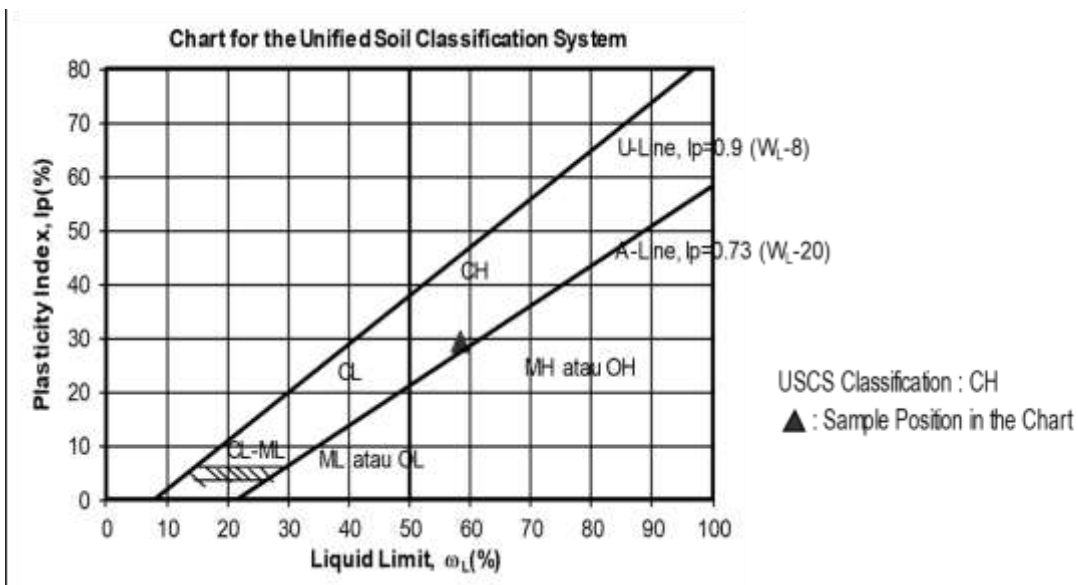
Pada pengujian analisa saringan pada tanah asli hasil yang diperoleh yaitu lebih dari 35% tanah tersebut lolos saringan No. 200, yaitu sebesar 68,4%. Dengan demikian tanah tersebut termasuk jenis tanah berbutir halus (lempung). Hasilnya ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 7. Kurva gradasi butiran

Dari grafik dapat ditunjukkan bahwa persentase kerikil sebesar 0%, pasir 31,60%, lanau 19,28%, dan lempung sebesar 49,12%.

Klasifikasi menurut USCS (*Unified soil classification system*). Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan, didapatkan bahwa lebih dari 50% tanah lolos saringan No. 200 yang berarti tanah termasuk tanah berbutir halus.



Gambar 8. Diagram Plastisitas

Kemudian dari gambar diatas kita hubungkan antara nilai batas cair sebesar 58,37% dan indeks plastisitas 29,29% pada pengujian batas-batas atterberg. Dengan menghubungkan nilai batas plastis dengan indeks plastisitas pada diagram plastisitas, didapatkan tipe tanah termasuk golongan CH (clay with high plasticity) yang berarti tanah lempung dengan plastisitas tinggi.

Tabel 10. Klasifikasi Tanah Lunak Berdasarkan Unified Soil Classification System

S

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 or clayey fine sands or clayey silts with slight plasticity
	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

Klasifikasi menurut AASHTO. Tanah tersebut lebih dari 35% lolos saringan no.200 sehingga jenis ini masuk Lanau dan Lempung dan untuk mengklasifikasikan termasuk lanau atau lempung maka kita perlu tinjau tabel klasifikasinya.

Tabel 11. Klasifikasi Tanah Berdasarkan 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, $PI \leq LL - 30$

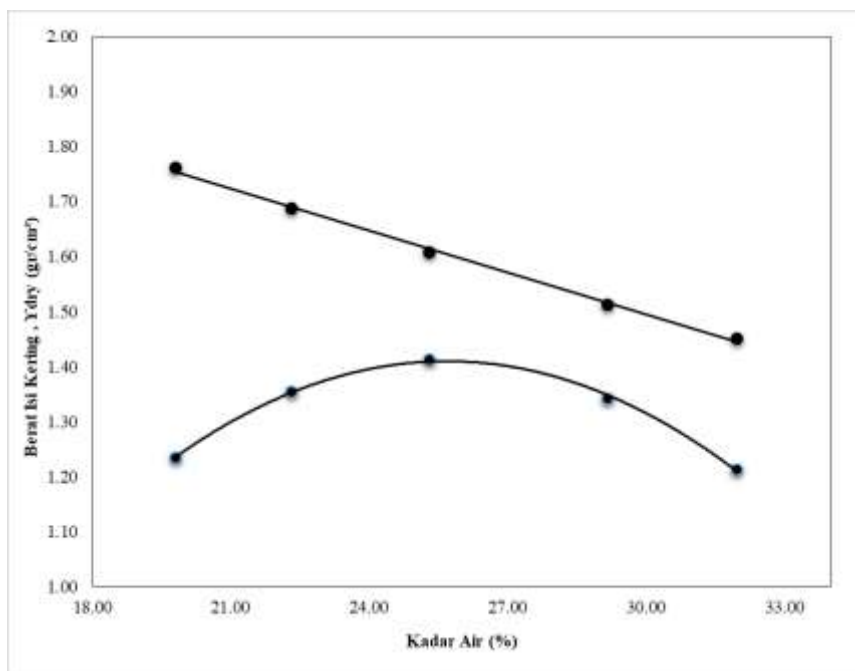
** A-7-6, $PI > LL - 30$

Berdasarkan tabel spesifikasi diatas maka jenis tanah tersebut masuk jenis A-7, karena A-7 terbagi 2 yaitu A-7-5 dan A-7-6 maka kita sesuaikan syarat diatas maka didapat nilai yang memenuhi yaitu $PI (29,29\%) > LL - 30 (28,37\%)$ maka tanah termasuk ke dalam golongan A-7-6, yang berarti tanah termasuk tanah lempung dengan plastisitas dan perubahan volume yang tinggi.

Berdasarkan jenis tanah yang didapat bahwa memang diperlukan upaya stabilisasi untuk memperbaiki kondisi tanah tersebut supaya dengan populasi penyebarannya yang luas tetap dapat kita manfaatkan utamanya didalam lapisan perkerasan jalan, dan juga dengan melakukan stabilisasi mengetahui seberapa cocok jenis tanah tersebut terhadap suatu campuran atau bahan stabilisasi yang digunakan dalam hal ini zeolite sebagai variasi tambahan dan tanah terstabilisasi overboulder asbuton sebagai acuan awal.

2. Pengujian Mekanis Tanah Asli

a. Kompaksi (Uji Pemadatan)

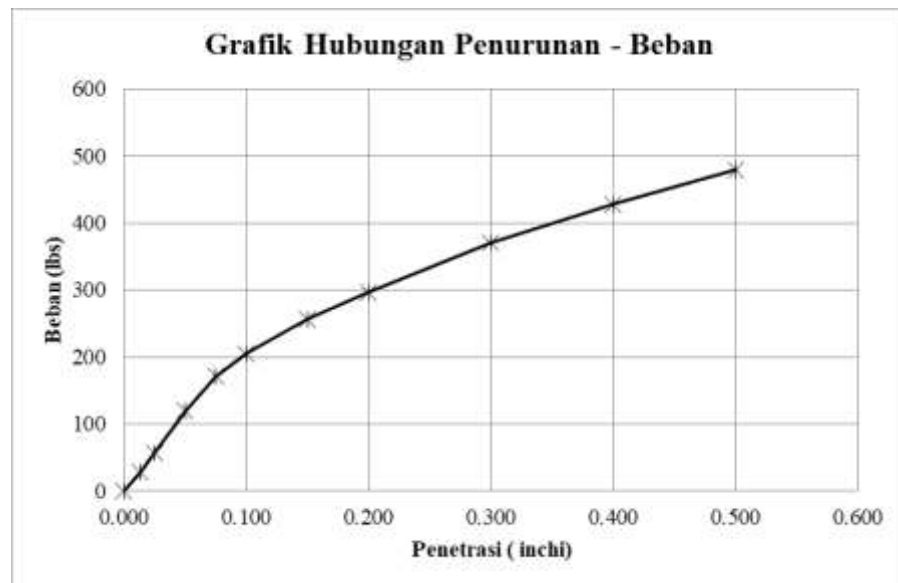


Gambar 9. Hubungan Kadar Air dan Berat Isi Kering

Uji pemadatan dengan kompaksi adalah usaha untuk mendapatkan kepadatan tanah maksimum dengan energi yang standar sehingga dapat diketahui kepadatan tanah berdasarkan berat isi kering dan kadar air optimum sampel.

Pada pengujian pemadatan standar (proctor test) diperoleh kadar air maksimum pada tanah asli adalah $W_{opt} = 25,02\%$ dan berat isi kering maksimumnya $\gamma_{dmaks} = 1,44 \text{ gr/cm}^3$. Grafik hubungan kadar air dan berat isi kering menentukan nilai penambahan air pada persiapan sampel tanah CBR yang akan diujikan nilai daya dukungnya.

Tujuan dari pengujian kompaksi adalah untuk meningkatkan berat volume tanah, yang berarti meningkatkan kekuatan tanah untuk mendukung beban, menaikkan stabilitas lereng, dan mengurangi pemampatan.

b. Pengujian CBR tanah asli

Gambar 10. Hubungan Beban dan Penurunan CBR tanah asli

Pada pengujian CBR tanah asli didapat nilai sebesar 6,84%. Berdasarkan hasil pengujian CBR pada tanah asli tersebut nilai yang didapat sangat kecil dan hanya bisa digunakan pada lapisan subgrade pada lapisan perkerasan jalan, untuk memaksimalkan potensi dari tanah tersebut memang dibutuhkan upaya perbaikan melalui stabilisasi. Metode stabilisasi yang digunakan ialah stabilisasi tanah dengan cara kimiawi, yaitu pencampuran tanah lunak dengan bahan tambah overboulder asbuton dan zeolite untuk menaikkan nilai CBR nya sehingga dapat digunakan pada lapisan sub-base atau bahkan lapisan base pada pondasi jalan.

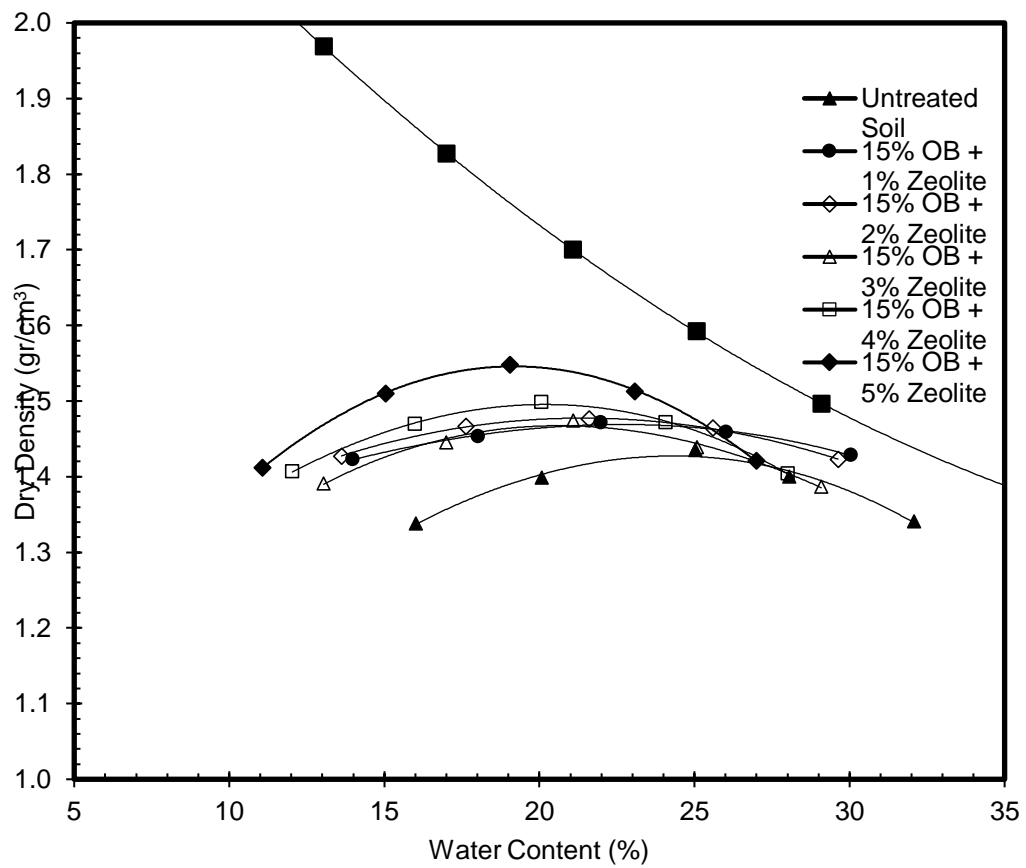
B. Karakteristik Pemadatan Tanah Asli, Overboulder Asbuton dan Zeolite

Berdasarkan hasil pemeriksaan kompaksi tanah asli yang distabilisasi dengan overboulder asbuton dan zeolite menghasilkan berat isi kering (γ_d) dan kadar air optimum (ω) yang terlihat pada Tabel 12:

Tabel 12. Nilai kompaksi tanah asli yang distabilisasikan dengan overboulder dan zeolite

Variasi Campuran	ω_{opt} (%)	$\gamma_{d_{maks}}$ (gr/cm ³)
Tanah + 15%OB+1%Z	21,99	1,47
Tanah + 15%OB+2%Z	21,59	1,48
Tanah + 15%OB+3%Z	21,08	1,49
Tanah + 15%OB+4%Z	20,08	1,50
Tanah + 15%OB+5%Z	19,05	1,55

Dari Tabel 12, dapat dilihat setiap penambahan bahan stabilisasi yaitu overboulder asbuton dan zeolite, pada variasi campuran zeolite 1%- 5% kadar air optimum yang didapatkan semakin menurun sedangkan berat isi kering maksimumnya semakin meningkat.



Gambar 11. Hubungan Kadar Air Optimum dan Berat Isi Kering Variasi 1%-5%

C. Pengaruh Penambahan Overboulder Asbuton dan Zeolite Terhadap Nilai CBR Tanah

Pengujian CBR dilakukan pada specimen tanah dan tanah dengan campuran Overboulder asbuton dan zeolite sebagaimana telah dijelaskan pada table komposisi sample rencana. Spesimen diuji dengan masa pemeraman 0 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Kemudian, hasil uji akan direkapitulasi dan dibandingkan dengan nilai CBR tanah asli untuk memperoleh perubahan yang terjadi.

1. Pengujian CBR *Unsoaked* Pemeraman 0 Hari

Untuk campuran variasi penambahan overboulder asbuton dan zeolite dengan masa pemeraman 0 hari, adapun hasil yang dapat dilihat pada Tabel 13 dan Gambar 12 di bawah ini.

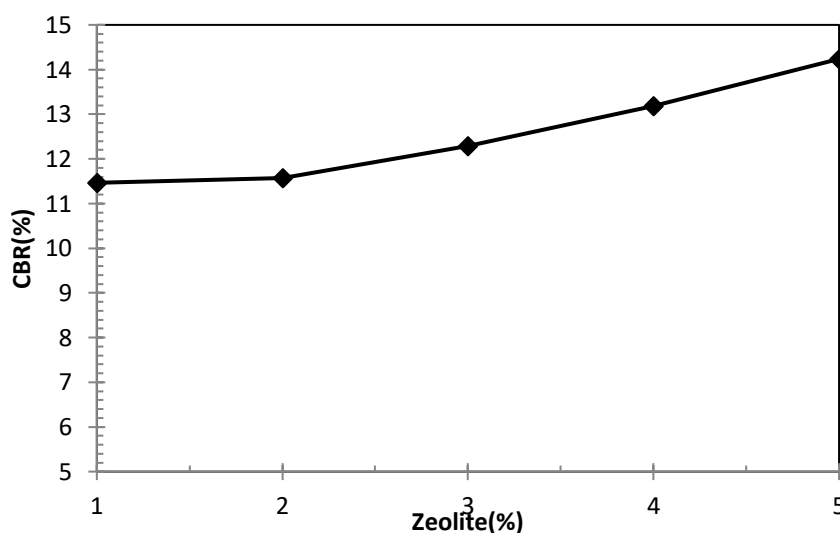
Tabel 13. Nilai CBR Pemeraman 0 hari

No.	Variasi Campuran	Nilai CBR (%)
1	Tanah + 15%OB+1%Z	11,47
2	Tanah + 15%OB+2%Z	11,57
3	Tanah + 15%OB+3%Z	12,29
4	Tanah + 15%OB+4%Z	13,19
5	Tanah + 15%OB+5%Z	14,24

*Nilai CBR Tanah+15%OB pada pemeraman 0 hari adalah 10,34% (Noor Dhani, 2019)

Dari tabel 13 diatas dapat dilihat nilai CBR campuran variasi tanah, overboulder asbuton dan zeolite pada 0 hari mengalami kenaikan yang signifikan. Apabila kita bandingkan peningkatan pada data nilai CBR tanah terstabilisasi overboulder asbuton (Noor Dhani,2019) setelah ditambahkan zeolite maka nilai CBR terlihat mengalami peningkatan, dan peningkatan terbesar terjadi pada variasi 15% overboulder asbuton dan 5% zeolite sebesar 3,9%.

Kemudian secara keseluruhan pada variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 1% zeolite menghasilkan nilai CBR sebesar 11,47%. Kemudian untuk variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 2% zeolite nilai CBRnya lebih besar dari variasi sebelumnya yaitu 11,57%. Untuk variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 3% zeolite menghasilkan nilai CBR sebesar 12,29%. Untuk variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 4% zeolite menghasilkan nilai CBR sebesar 13,19% ,dan yang terakhir variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 5% zeolite menghasilkan nilai CBR sebesar 14,24%.



Gambar 12. Grafik Nilai CBR Tanah asli,Overboulder Asbuton dan Zeolite pemeraman 0 hari

Berdasarkan hasil pada grafik , maka dapat dilihat bahwa nilai CBR setelah distabilisasi dengan material tambah overboulder asbuton dan zeolite dapat meningkatkan nilai CBR tanah dari nilai CBR tanah asli yang bernilai 6,84%.sehingga nilai CBR bertambah 2,08 kali lipat.

2. Pengujian CBR *Unsoaked* Pemeraman 7 Hari

Untuk campuran variasi penambahan overboulder asbuton dan zeolite dengan masa pemeraman 7 hari, adapun hasil yang dapat dilihat pada Tabel 14 dan Gambar 13 di bawah ini.

Tabel 14. Nilai CBR Pemeraman 7 hari

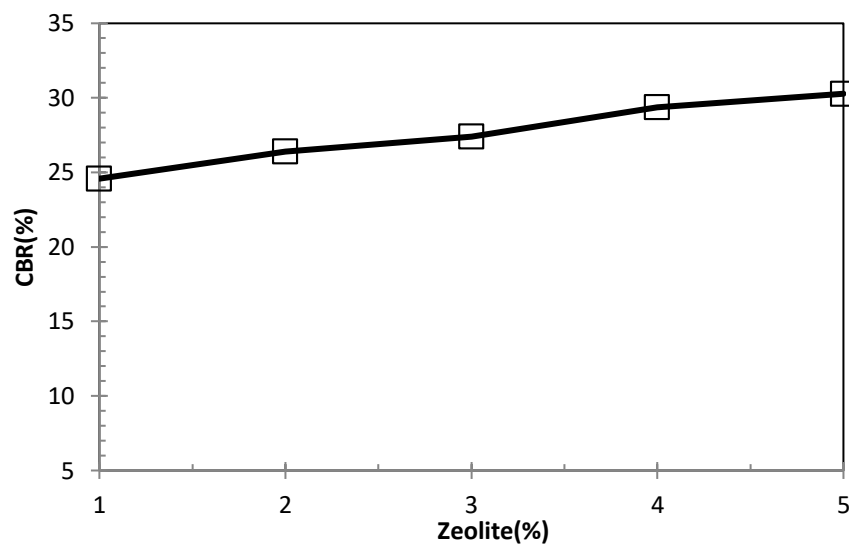
No.	Variasi Campuran	Nilai CBR (%)
1	Tanah + 15%OB+1%Z	24,58
2	Tanah + 15%OB+2%Z	26,38
3	Tanah + 15%OB+3%Z	27,40
4	Tanah + 15%OB+4%Z	29,38
5	Tanah + 15%OB+5%Z	30,27

*Nilai CBR Tanah+15%OB pada pemeraman 7 hari adalah 23,83% (Noor Dhani, 2019)

Dari tabel 14 diatas dapat dilihat nilai CBR campuran variasi tanah, overboulder asbuton dan zeolite pada 7 hari mengalami kenaikan yang signifikan. Apabila kita bandingkan peningkatan pada data nilai CBR tanah terstabilisasi overboulder asbuton (Noor Dhani,2019) setelah ditambahkan zeolite maka nilai CBR terlihat mengalami peningkatan, dan peningkatan terbesar terjadi pada variasi 15% overboulder asbuton dan 5% zeolite sebesar 6,44%.

Kemudian secara keseluruhan pada variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 1% zeolite menghasilkan nilai CBR sebesar 24,58%. Kemudian untuk variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 2% zeolite nilai CBRnya lebih besar dari variasi sebelumnya yaitu 26,38%. Untuk variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 3% zeolite menghasilkan nilai CBR sebesar 27,40%. Untuk variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 4% zeolite menghasilkan nilai

CBR sebesar 29,38% ,dan yang terakhir variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 5% zeolite menghasilkan nilai CBR sebesar 30,27%.



Gambar 13. Grafik Nilai CBR Tanah asli,Overboulder Asbuton dan Zeolite pemeraman 7 hari

Berdasarkan hasil pada grafik , maka dapat dilihat bahwa nilai CBR setelah distabilisasi dengan material tambah overboulder asbuton dan zeolite dapat meningkatkan nilai CBR tanah dari nilai CBR tanah asli yang bernilai 6,84%.sehingga nilai CBR bertambah 4,43 kali lipat.

3. Pengujian CBR *Unsoaked* Pemeraman 14 Hari

Untuk campuran variasi penambahan overboulder asbuton dan zeolite dengan masa pemeraman 14 hari, adapun hasil yang dapat dilihat pada Tabel 15 dan Gambar 14 di bawah ini.

Tabel 15. Nilai CBR Pemeraman 14 hari

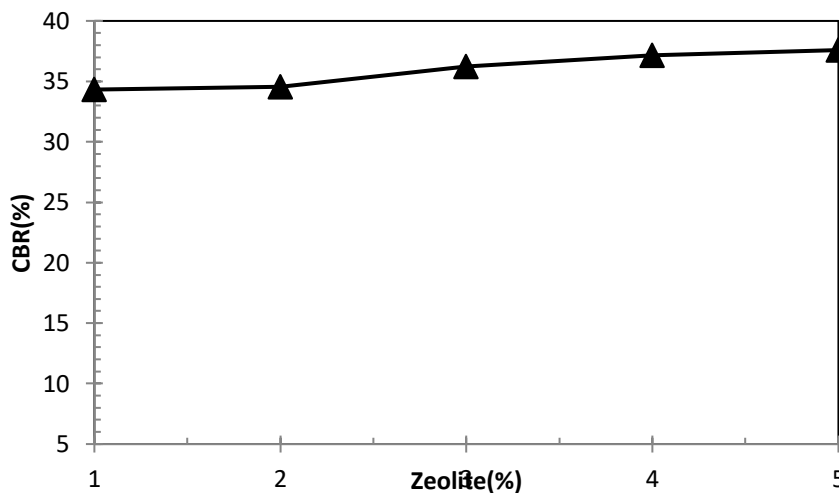
No.	Variasi Campuran	Nilai CBR (%)
1	Tanah + 15%OB+1%Z	34,32
2	Tanah + 15%OB+2%Z	34,56
3	Tanah + 15%OB+3%Z	36,22
4	Tanah + 15%OB+4%Z	37,17
5	Tanah + 15%OB+5%Z	37,59

*Nilai CBR Tanah+15%OB pada pemeraman 14 hari adalah 32,97% (Noor Dhani, 2019)

Dari tabel 15 diatas dapat dilihat nilai CBR campuran variasi tanah, overboulder asbuton dan zeolite pada 14 hari mengalami kenaikan yang signifikan. Apabila kita bandingkan peningkatan pada data nilai CBR tanah terstabilisasi overboulder asbuton (Noor Dhani,2019) setelah ditambahkan zeolite maka nilai CBR terlihat mengalami peningkatan, dan peningkatan terbesar terjadi pada variasi 15% overboulder asbuton dan 5% zeolite sebesar 4,62%.

Kemudian secara keseluruhan pada variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 1% zeolite menghasilkan nilai CBR sebesar 34,32%. Kemudian untuk variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 2% zeolite nilai CBRnya lebih besar dari variasi sebelumnya yaitu 34,56%. Untuk variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 3% zeolite menghasilkan nilai CBR sebesar 36,22%. Untuk variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 4% zeolite menghasilkan nilai CBR sebesar 37,17% ,dan yang terakhir variasi campuran

tanah, 15% overboulder asbuton dan 5% zeolite menghasilkan nilai CBR sebesar 37,59%



Gambar 14. Grafik Nilai CBR Tanah asli, Overboulder Asbuton dan Zeolite pemeraman 14 hari

Berdasarkan hasil pada grafik, maka dapat dilihat bahwa nilai CBR setelah distabilisasi dengan material tambah over boulder asbuton dan zeolite dapat meningkatkan nilai CBR tanah dari nilai CBR tanah asli yang bernilai 6,84%. Sehingga nilai CBR bertambah 5,5 kali lipat.

4. Pengujian CBR *Unsoaked* Pemeraman 28 Hari

Untuk campuran variasi penambahan overboulder asbuton dan zeolite dengan masa pemeraman 28 hari, adapun hasil yang dapat dilihat pada Tabel 16 dan Gambar 15 di bawah ini.

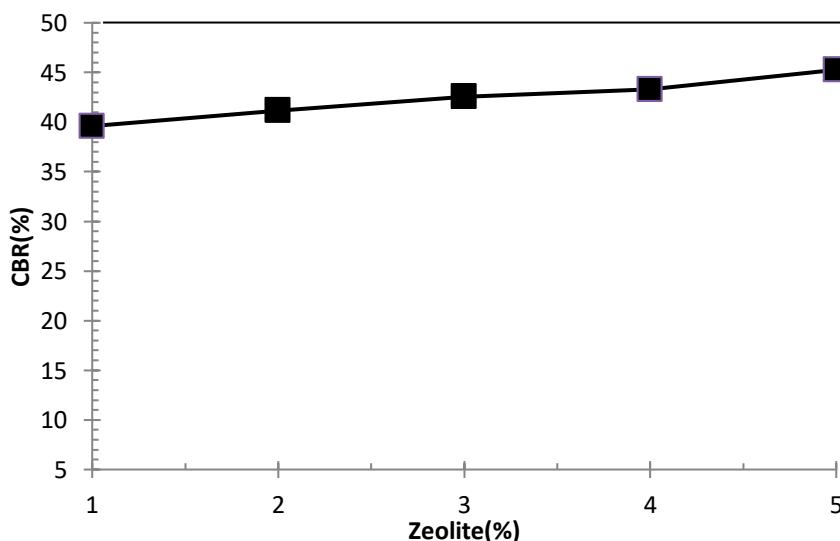
Tabel 16. Nilai CBR Pemeraman 28 hari

No.	Variasi Campuran	Nilai CBR (%)
1	Tanah + 15%OB+1%Z	39,60
2	Tanah + 15%OB+2%Z	41,17
3	Tanah + 15%OB+3%Z	42,56
4	Tanah + 15%OB+4%Z	43,31
5	Tanah + 15%OB+5%Z	45,26

*Nilai CBR Tanah+15%OB pada pemeraman 28 hari adalah 38,22% (Noor Dhani, 2019)

Dari tabel 16 diatas dapat dilihat nilai CBR campuran variasi tanah, overboulder asbuton dan zeolite pada 28 hari mengalami kenaikan yang signifikan. Apabila kita bandingkan peningkatan pada data nilai CBR tanah terstabilisasi overboulder asbuton (Noor Dhani,2019) setelah ditambahkan zeolite maka nilai CBR terlihat mengalami peningkatan, dan peningkatan terbesar terjadi pada variasi 15% overboulder asbuton dan 5% zeolite sebesar 7,04%

Kemudian secara keseluruhan pada variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 1% zeolite menghasilkan nilai CBR sebesar 39,60%. Kemudian untuk variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 2% zeolite nilai CBRnya lebih besar dari variasi sebelumnya yaitu 41,17%. Untuk variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 3% zeolite menghasilkan nilai CBR sebesar 42,56%. Untuk variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 4% zeolite menghasilkan nilai CBR sebesar 43,31% ,dan yang terakhir variasi campuran tanah,15% overboulder asbuton dan 5% zeolite menghasilkan nilai CBR sebesar 45,26%



Gambar 15. Grafik Nilai CBR Tanah asli,Overboulder Asbuton dan Zeolite pemeraman 28 hari

Berdasarkan hasil pada grafik ,maka dapat dilihat bahwa nilai CBR setelah distabilisasi dengan material tambah overboulder asbuton dan zeolite dapat meningkatkan nilai CBR tanah dari nilai CBR tanah asli yang bernilai 6,84%.sehingga nilai CBR bertambah 6,62 kali lipat.

D. Rekapitulasi Nilai CBR *Unsoaked* Variasi Campuran Tanah Asli,Overboulder dan Zeolite

Berdasarkan data di atas, maka didapatkan rekapitulasi dari nilai CBR *Unsoaked* variasi campuran tanah asli,overboulder asbuton dan zeolite. Berikut rekapitulasi hubungan nilai CBR terhadap persentase overboulder asbuton dan zeolite .

Tabel 17. Nilai CBR terhadap penambahan variasi zeolite

CBR	Masa Pemeraman	Zeolite				
		1%	2%	3%	4%	5%
	0 Day	11.47	11.57	12.29	13.19	14.24
	7 Days	24.58	26.38	27.40	29.38	30.27
	14 Days	34.32	34.56	36.22	37.17	37.59
	28 Days	39.60	41.17	42.56	43.31	45.26

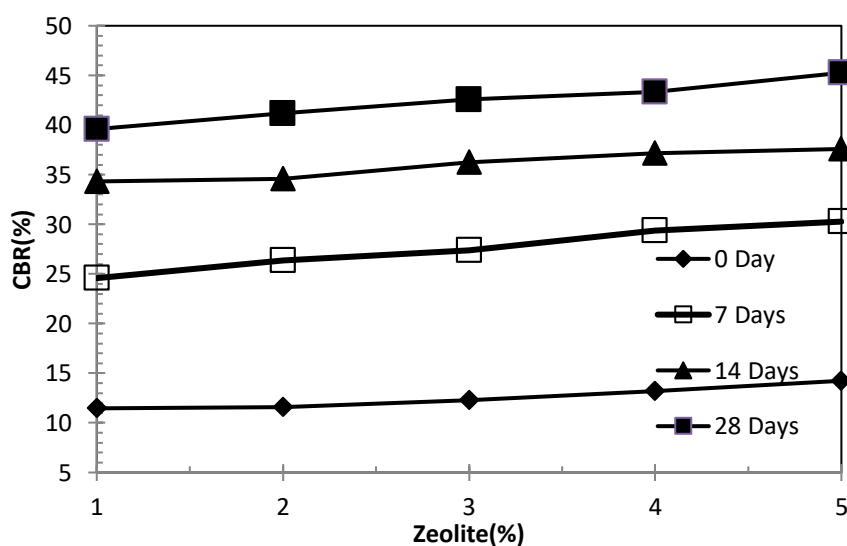
*Nilai Overboulder asbuton konstan dengan persentasi 15% karena nilai optimum di persen tersebut (Noor Dhani,2019)

Tabel 18. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR Noor Dhani (2019)

Overboulder Asbuton (%)	Curing Time (Hari)			
	0	7	14	28
0	6.84	-	-	-
5	8.77	16.19	20.68	22.03
10	9.44	19.33	28.78	31.47
15	10.34	23.83	32.97	38.22
20	9.89	19.56	23.83	28.33

Dari Tabel 17 dan Tabel 18. diatas dapat dilihat hasil dari peningkatan nilai CBR yang sebelumnya tanpa zeolite dan setelah penambahan variasi zeolite dan masa pemeraman. Dimana penambahan nilai CBR cenderung meningkat dari yang tanpa zeolite sehingga dapat memperbaiki karakteristik tanah ketika dijadikan sebagai bahan lapis perkerasan jalan.

Nilai CBR tertinggi yang didapatkan pada pemeraman 28 hari yaitu pada variasi campuran 5% zeolite menghasilkan nilai CBR sebesar 45,26%. Kemudian ketika melihat perbandingan dengan data nilai CBR tanah terstabilisasi overboulder asbuton (Noor Dhani,2019) nilai CBR setelah ditambahkan zeolite mengalami peningkatan dimana nilai terbesar pada pemeraman 28 hari di variasi 15% overboulder asbuton dan 5% zeolite sebesar 45,26% dari sebelumnya tanpa zeolite 38,22%, sehingga bertambah 7,04%.



Gambar 16. Grafik Rekapitulasi Nilai CBR terhadap penambahan variasi zeolite

Berdasarkan Gambar 16. dapat disimpulkan bahwa penambahan Zeolite dan Overboulder Asbuton dapat meningkatkan nilai CBR tanah lunak. Nilai CBR tertinggi yang diperoleh adalah pada komposisi tanah dengan penambahan zeolite sebesar 5% pada masa pemeraman 28 hari. Jika dibandingkan dengan tanah asli, maka nilai CBR meningkat sebesar 6,62 kali lipat atau 662%. Sedangkan dengan bertambahnya masa pemeraman juga ikut meningkat. Hasil penambahan bahan stabilisasi yang telah dilakukan dapat memperbaiki karakteristik tanah , dimana didapat nilai CBR yang semula hanya dapat digunakan pada lapisan subgrade dan setelah distabilisasi dapat digunakan pada lapisan sub-base atau base.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium, diperoleh hasil bahwa penambahan Overboulder Asbuton dan Zeolite dapat meningkatkan nilai CBR tanah menjadi 6,62 kali lipat yang semula hanya 6,84%.
2. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium, diperoleh hasil bahwa seiring bertambahnya masa pemeraman dapat meningkatkan nilai CBR tanah dimana terjadi optimum pada pemeraman 28 hari senilai 45,26% pada variasi 15% overboulder asbuton dan 5% zeolite.
3. Berdasarkan hasil penambahan bahan stabilisasi yang telah dilakukan, didapat nilai CBR yang semula hanya dapat digunakan pada lapisan subgrade dan setelah distabilisasi dapat digunakan pada lapisan sub-base atau base.

B. Saran

1. Disarankan untuk melanjutkan penelitian ini dengan penambahan persentasi, penambahan cbr rendaman dan juga penambahan activatornya.
2. Disarankan untuk melanjutkan penelitian ini dengan memperlihatkan pengaruh penambahan terhadap parameter mekanis lain contohnya direct.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM 1992. *ASTM Standards on Soil Stabilization with Admixture, American Society Testing and Materials, Second Edition.*
- Bowles, J. 1991. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah).* Jakarta. Edisi Kedua. Erlangga.
- Canonica, Lucio. 1991. *Memahami Mekanika Tanah,* Angkasa Bandung
- Das, Braja. M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid I.* Jakarta: Erlangga
- Das, Braja. M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid II.* Jakarta: Erlangga
- Dhani, N, Samang, L, Harianto, T dan Rachman, A . 2019. *Studi Eksperimental Nilai Cbr Tanah Lunak Stabilisasi Overboulder Asbuton.* Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2019 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2013. *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013.* Penerbit Bina Marga. Jakarta.
- Hardiyatmo, C.H. 2010. *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan.* Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Indiana Departement of Transportation (INDOT). 2002. Design Procedures for Soil Modification or Stabilisation, Materials and Test Devision Geotechnical Section, 120 South Shortridge Road Indianapolis, Indiana 46219

Ingles, O. G., & Metcalf, J. B. 1972. Soil Stabilization Principles and Practice. Sydney: Butterworths Sydney-Melbourne, Brisbane.

Makusa, G.P, 2012. Soil Stabilization Methods and Materials, Departement of Civil, Enviromental and Natural Resources Engineering, Lule å University of Technology, Sweden

Matasik, M.T. 2019 . Studi Cbr Tanah Laterit Stabilisasi Zeolit Aktivasi Waterglass. Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Sauri,S. 2015. Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu dan Kapur pada Tanah Ekspansif di Bojonegoro terhadap nilai CBR, Swelling dan Durabilitas.Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Unversitas Brawijaya Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia.

Setyowati, A. 2014. Daya Dukung Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Spent Catalyst Rcc 15 Dan Kapur . Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam 45 Bekasi.

Sulistyowati,T. 2006. Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Fly Ash Terhadap Nilai Daya Dukung Cbr. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Susanto, Dedi. (2015). "Pengaruh Tanah Lempung Berplastisitas Tinggi dengan Bahan Additive Zeolit pada Uji CBR dan Uji Geser Langsung". *digilib.unila.ac.id/15706/3/COVER%20DALAM.pdf*.

LAMPIRAN

COMPACTION TEST RESULTS											
PROJECT		: PENGARUH MATERIAL TAMBAH TERHADAP NILAI CBR									
LOCATION		: GOWA									
SAMPLE		: SOFT SOIL									
CLIENT		: -									
TESTING METHOD		: ASTM D 698/ D 1567					TESTED BY		: DANDI JUMADI		
LABORATORY		: HASANUDDIN UNIVERSITY					DATE		: AGUSTUS 2019		
Berat tanah	gram	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Kadar air mula-mula	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Penambahan air	ml	400	500	600	700	800					
Kadar air akhir	%	16.00	20.00	24.00	28.00	32.00					
Berat Isi Basah (Wet density)											
No. Mould	-	1	2	3	4	5					
Berat Mould	gram	1943	1943	1943	1943	1943					
Berat tanah basah + Mould	gram	3502	3629	3745	3743	3721					
Berat tanah basah, W_{wet}	gram	1559	1686	1802	1800	1778					
Volume Mould	cm ³	1004	1004	1004	1004	1004					
Berat Volume Basah	gr/cm ³	1.5529	1.6794	1.7949	1.7929	1.7710					
Kadar Air (Water Content)											
No. Container	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat tanah basah + Container	gram	30.04	21.4	32.51	32	39.77	44.4	26.65	32.66	34.15	29.05
Berat tanah kering + Container	gram	26.63	19.17	28.44	27.95	33.36	37.09	22.51	26.67	27.94	24.03
Berat air	gram	3.41	2.23	4.07	4.05	6.41	7.31	4.14	5.99	6.21	5.02
Berat container	gram	5.32	5.26	8.15	7.79	7.79	7.82	7.77	5.29	8.55	8.4
Berat tanah kering	gram	21.31	13.91	20.29	20.16	25.57	29.27	14.74	21.38	19.39	15.63
Kadar air	%	16.00	16.03	20.06	20.09	25.07	24.97	28.09	28.02	32.03	32.12
Kadar air rata-rata	%	16.02	20.07	25.02	28.05	32.07					
Berat Isi Kering (Dry Density)											
Berat tanah basah, W_{wet}	gram	1559	1686	1802	1800	1778					
Kadar air rata-rata	%	16.02	20.07	25.02	28.05	32.07					
Berat kering $W_{dry} = \frac{W_{wet}}{1 + \left(\frac{W}{100}\right)}$	gram	1343.77	1404.13	1441.35	1405.68	1346.23					
Volume Mould	cm ³	1003.94	1003.94	1003.94	1003.94	1003.94					
Berat isi kering $\gamma_{dry} = \frac{W_{dry}}{V_{mould}}$	kN/m ³	1.34	1.40	1.44	1.40	1.34					
$gw = Gs / (1 + (w.Gs))$	kN/m ³	1.86	1.73	1.59	1.52	1.43					

COMPACTION TEST RESULTS											
PROJECT	: PENGARUH MATERIAL TAMBAH TERHADAP NILAI CBR										
LOCATION	: GOWA										
SAMPLE	: SOFT SOIL+15% OVERBOULDER ASBUTON+1% ZEOLITE										
CLIENT	: -										
TESTING METHOD	: ASTM D 698/ D 1567			TESTED BY	: DANDI JUMADI						
LABORATORY	: HASANUDDIN UNIVERSITY			DATE	: AGUSTUS 2019						
Berat tanah	gram	2500	2500	2500	2500	2500					
Kadar air mula-mula	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
Penambahan air	ml	350	450	550	650	750					
Kadar air akhir	%	14.00	18.00	22.00	26.00	30.00					
Berat Isi Basah (Wet density)											
No. Mould	-	1	2	3	4	5					
Berat Mould	gram	1943	1943	1943	1943	1943					
Berat tanah basah + Mould	gram	3571	3665	3745	3789	3808					
Berat tanah basah, W_{wet}	gram	1628	1722	1802	1846	1865					
Volume Mould	cm ³	1004	1004	1004	1004	1004					
Berat Volume Basah	gr/cm ³	1.6216	1.7152	1.7949	1.8388	1.8577					
Kadar Air (Water Content)											
No. Container	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat tanah basah + Container	gram	29.45	20.15	33.1	31.55	39.47	42.1	26.8	32.07	32.5	28.95
Berat tanah kering + Container	gram	26.45	18.35	28.44	28.8	33.35	36.38	22.9	26.5	27.1	24.09
Berat air	gram	3	1.8	4.66	2.75	6.12	5.72	3.9	5.57	5.4	4.86
Berat container	gram	5.32	5.26	8.15	7.79	7.79	7.82	7.77	5.29	8.55	8.4
Berat tanah kering	gram	21.13	13.09	20.29	21.01	25.56	28.56	15.13	21.21	18.55	15.69
Kadar air	%	14.20	13.75	22.97	13.09	23.94	20.03	25.78	26.26	29.11	30.98
Kadar air rata-rata	%	13.97		18.03		21.99		26.02		30.04	
Berat Isi Kering (Dry Density)											
Berat tanah basah, W_{wet}	gram	1628		1722		1802		1846		1865	
Kadar air rata-rata	%	13.97		18.03		21.99		26.02		30.04	
Berat kering $W_{dry} = \frac{W_{wet}}{1 + \left(\frac{W}{100}\right)}$	gram	1428.39		1458.98		1477.22		1464.86		1434.14	
Volume Mould	cm ³	1003.94		1003.94		1003.94		1003.94		1003.94	
Berat isi kering $\gamma_{dry} = \frac{W_{dry}}{V_{mould}}$	gr/cm ³	1.42		1.45		1.47		1.46		1.43	
$g_w = G_s / (1 + (w \cdot G_s))$	gr/cm ³	1.93		1.79		1.67		1.57		1.48	

COMPACTION TEST RESULTS

PROJECT	: PENGARUH MATERIAL TAMBAH TERHADAP NILAI CBR				
LOCATION	: GOWA				
SAMPLE	: SOFT SOIL+15% OVERBOULDER ASBUTON+2% ZEOLITE				
CLIENT	: -				
TESTING METHOD	: ASTM D 698/ D 1567	TESTED BY	: DANDI JUMADI		
LABORATORY	: HASANUDDIN UNIVERSITY	DATE	: AGUSTUS 2019		

Berat tanah	gram	2500	2500	2500	2500	2500
Kadar air mula-mula	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Penambahan air	ml	340	440	540	640	740
Kadar air akhir	%	13.60	17.60	21.60	25.60	29.60

Berat Isi Basah (Wet density)

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	1943	1943	1943	1943	1943
Berat tanah basah + Mould	gram	3571	3675	3745	3789	3795
Berat tanah basah, W_{wet}	gram	1628	1732	1802	1846	1852
Volume Mould	cm ³	1004	1004	1004	1004	1004
Berat Volume Basah	gr/cm ³	1.6216	1.7252	1.7949	1.8388	1.8447

Kadar Air (Water Content)

No. Container	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat tanah basah + Container	gram	29.3	20.15	32	32.52	39.27	42.1	26.67	32.07	32.37	28.93
Berat tanah kering + Container	gram	26.45	18.35	28.44	28.8	33.35	36.38	22.9	26.5	27.1	24.09
Berat air	gram	2.85	1.8	3.56	3.72	5.92	5.72	3.77	5.57	5.27	4.84
Berat container	gram	5.32	5.26	8.15	7.79	7.79	7.82	7.77	5.29	8.55	8.4
Berat tanah kering	gram	21.13	13.09	20.29	21.01	25.56	28.56	15.13	21.21	18.55	15.69
Kadar air	%	13.49	13.75	17.55	17.71	23.16	20.03	24.92	26.26	28.41	30.85
Kadar air rata-rata	%	13.62		17.63		21.59		25.59		29.63	

Berat Isi Kering (Dry Density)

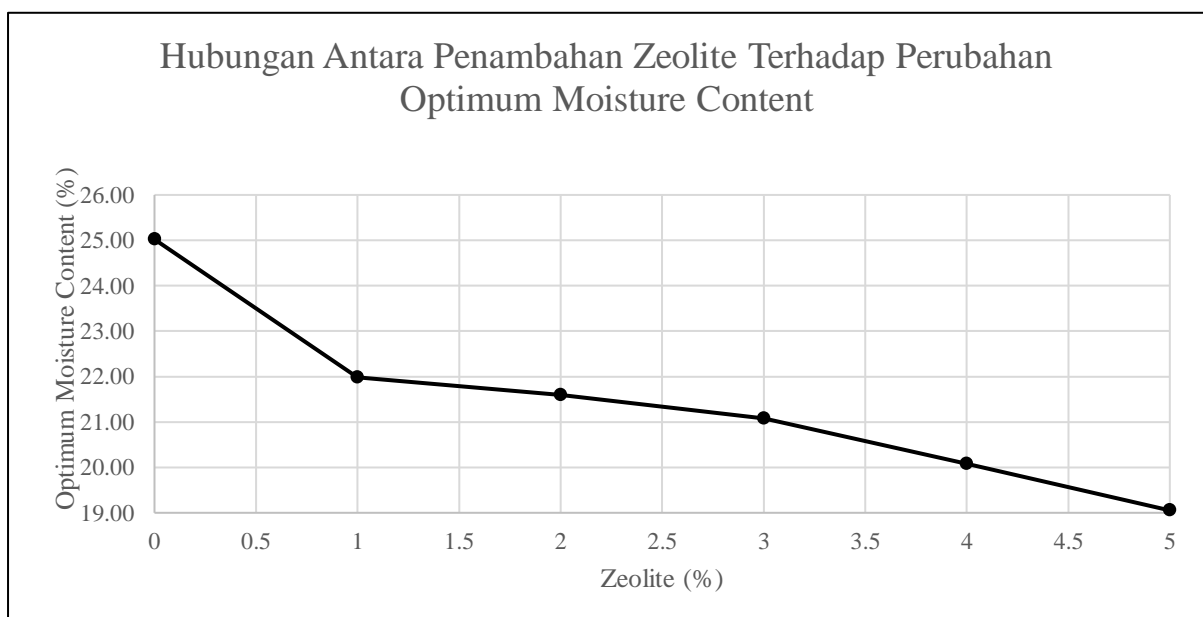
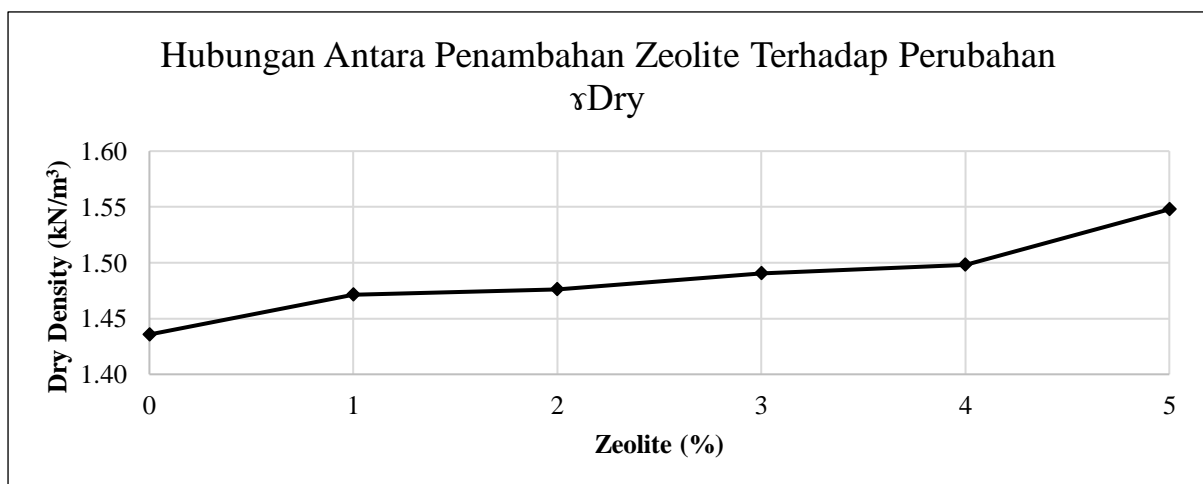
Berat tanah basah, W_{wet}	gram	1628	1732	1802	1846	1852
Kadar air rata-rata	%	13.62	17.63	21.59	25.59	29.63
Berat kering $W_{dry} = \frac{W_{wet}}{1 + \left(\frac{W}{100}\right)}$	gram	1432.85	1472.47	1481.97	1469.87	1428.70
Volume Mould	cm ³	1003.94	1003.94	1003.94	1003.94	1003.94
Berat isi kering $\gamma_{dry} = \frac{W_{dry}}{V_{mould}}$	gr/cm ³	1.43	1.47	1.48	1.46	1.42
$g_w = G_s / (1 + (w \cdot G_s))$	gr/cm ³	1.95	1.81	1.69	1.58	1.48

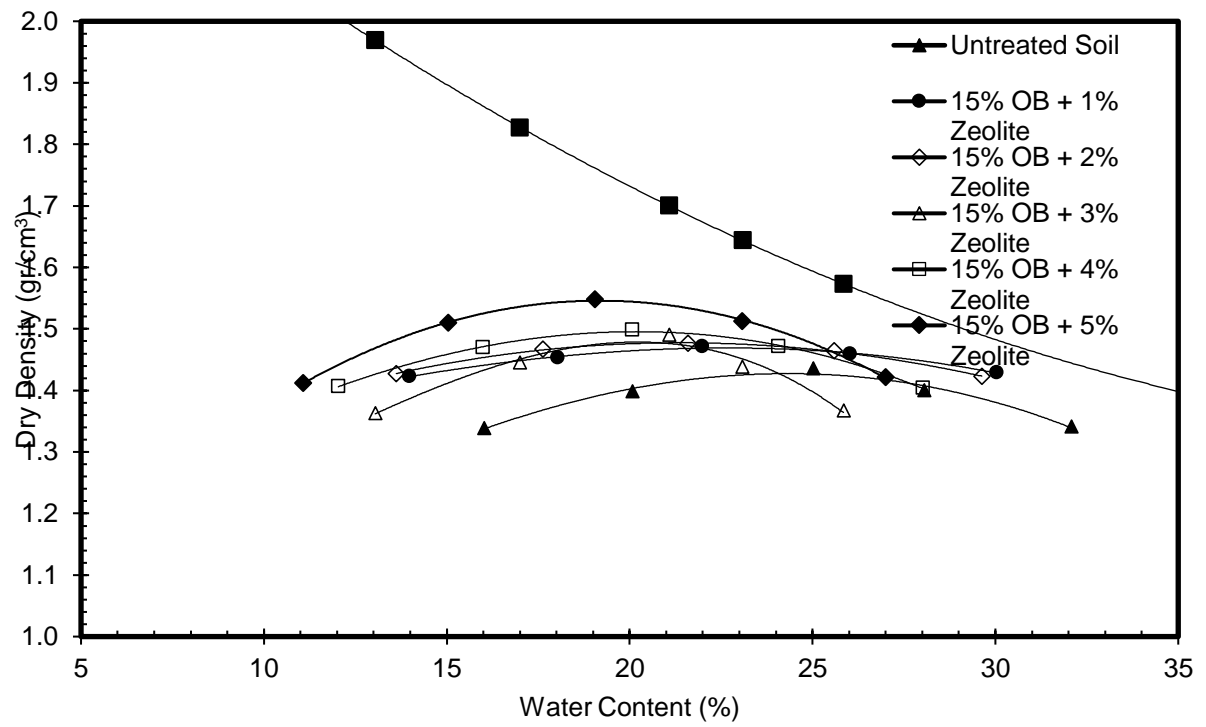
COMPACTION TEST RESULTS											
PROJECT	: PENGARUH MATERIAL TAMBAH TERHADAP NILAI CBR										
LOCATION	: GOWA										
SAMPLE	: SOFT SOIL+15% OVERBOULDER ASBUTON+3% ZEOLITE										
CLIENT	:-										
TESTING METHOD	: ASTM D 698/ D 1567					TESTED BY			: DANDI JUMADI		
LABORATORY	: HASANUDDIN UNIVERSITY					DATE			: AGUSTUS 2019		
Berat tanah	gram	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Kadar air mula-mula	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Penambahan air	ml	325	425	525	625	725	625	725	625	725	725
Kadar air akhir	%	13.00	17.00	21.00	25.00	29.00	21.00	25.00	29.00	25.00	29.00
Berat Isi Basah (Wet density)											
No. Mould	-	1	2	3	4	5					
Berat Mould	gram	1943	1943	1943	1943	1943					
Berat tanah basah + Mould	gram	3490	3641	3755	3720	3670					
Berat tanah basah, W_{wet}	gram	1547	1698	1812	1777	1727					
Volume Mould	cm ³	1004	1004	1004	1004	1004					
Berat Volume Basah	gr/cm ³	1.5409	1.6913	1.8049	1.7700	1.7202					
Kadar Air (Water Content)											
No. Container	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat tanah basah + Container	gram	41.12	34.12	41.23	43.21	44.357	28.51	49.28	47.22	44.99	41.85
Berat tanah kering + Container	gram	37.47	31.23	36.39	38.02	37.48	25.54	42.9	40.98	39.74	35.55
Berat air	gram	3.65	2.89	4.84	5.19	6.877	2.97	6.38	6.24	5.25	6.3
Berat container	gram	9.81	8.81	7.81	7.6	9.44	8.7	14.59	14.57	14.66	15.07
Berat tanah kering	gram	27.66	22.42	28.58	30.42	28.04	16.84	28.31	26.41	25.08	20.48
Kadar air	%	13.20	12.89	16.93	17.06	24.53	17.64	22.54	23.63	20.93	30.76
Kadar air rata-rata	%	13.04	17.00	21.08	23.08	25.85					
Berat Isi Kering (Dry Density)											
Berat tanah basah, W_{wet}	gram	1547	1698	1812	1777	1727					
Kadar air rata-rata	%	13.04	17.00	21.08	23.08	25.85					
Berat kering $W_{dry} = \frac{W_{wet}}{1 + \left(\frac{W}{100}\right)}$	gram	1368.50	1451.31	1496.52	1443.76	1372.30					
Volume Mould	cm ³	1003.94	1003.94	1003.94	1003.94	1003.94					
Berat isi kering $\gamma_{dry} = \frac{W_{dry}}{V_{mould}}$	gr/cm ³	1.36	1.45	1.49	1.44	1.37					
$g_w = G_s / (1 + (w \cdot G_s))$	gr/cm ³	1.97	1.83	1.70	1.64	1.57					

COMPACTION TEST RESULTS												
PROJECT	: PENGARUH MATERIAL TAMBAH TERHADAP NILAI CBR											
LOCATION	: GOWA											
SAMPLE	: SOFT SOIL+15% OVERBOULDER ASBUTON+4% ZEOLITE											
CLIENT	:-											
TESTING METHOD	: ASTM D 698/ D 1567					TESTED BY			: DANDI JUMADI			
LABORATORY	: HASANUDDIN UNIVERSITY					DATE			: AGUSTUS 2019			
Berat tanah	gram	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	
Kadar air mula-mula	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Penambahan air	ml	300	400	500	600	700						
Kadar air akhir	%	12.00	16.00	20.00	24.00	28.00						
Berat Isi Basah (Wet density)												
No. Mould	-	1	2	3	4	5						
Berat Mould	gram	1943	1943	1943	1943	1943						
Berat tanah basah + Mould	gram	3525	3654	3749	3776	3747						
Berat tanah basah, W_{wet}	gram	1582	1711	1806	1833	1804						
Volume Mould	cm ³	1004	1004	1004	1004	1004						
Berat Volume Basah	gr/cm ³	1.5758	1.7043	1.7989	1.8258	1.7969						
Kadar Air (Water Content)												
No. Container	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	
Berat tanah basah + Container	gram	40.81	34.12	40.98	43.21	43.02	29.1	49.72	47.62	46.75	41.52	
Berat tanah kering + Container	gram	37.47	31.41	36.39	38.32	37.42	25.68	42.9	41.21	39.74	35.72	
Berat air	gram	3.34	2.71	4.59	4.89	5.6	3.42	6.82	6.41	7.01	5.8	
Berat container	gram	9.81	8.81	7.81	7.6	9.44	8.7	14.59	14.57	14.66	15.07	
Berat tanah kering	gram	27.66	22.6	28.58	30.72	27.98	16.98	28.31	26.64	25.08	20.65	
Kadar air	%	12.08	11.99	16.06	15.92	20.01	20.14	24.09	24.06	27.95	28.09	
Kadar air rata-rata	%	12.03	15.99	20.08	24.08	28.02						
Berat Isi Kering (Dry Density)												
Berat tanah basah, W_{wet}	gram	1582	1711	1806	1833	1804						
Kadar air rata-rata	%	12.03	15.99	20.08	24.08	28.02						
Berat kering $W_{dry} = \frac{W_{wet}}{1 + \left(\frac{W}{100}\right)}$	gram	1412.08	1475.14	1504.02	1477.32	1409.17						
Volume Mould	cm ³	1003.94	1003.94	1003.94	1003.94	1003.94						
Berat isi kering $\gamma_{dry} = \frac{W_{dry}}{V_{mould}}$	gr/cm ³	1.41	1.47	1.50	1.47	1.40						
$g_w = G_s / (1 + (w \cdot G_s))$	gr/cm ³	2.01	1.86	1.73	1.62	1.52						

COMPACTION TEST RESULTS																					
PROJECT	: PENGARUH MATERIAL TAMBAH TERHADAP NILAI CBR																				
LOCATION	: GOWA																				
SAMPLE	: SOFT SOIL+15% OVERBOULDER ASBUTON+5% ZEOLITE																				
CLIENT	:-																				
TESTING METHOD	: ASTM D 698/ D 1567					TESTED BY			: DANDI JUMADI												
LABORATORY	: HASANUDDIN UNIVERSITY					DATE			: AGUSTUS 2019												
Berat tanah	gram	2500		2500		2500		2500		2500											
Kadar air mula-mula	%	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00											
Penambahan air	ml	275		375		475		575		675											
Kadar air akhir	%	11.00		15.00		19.00		23.00		27.00											
Berat Isi Basah (Wet density)																					
No. Mould	-	1		2		3		4		5											
Berat Mould	gram	1943		1943		1943		1943		1943											
Berat tanah basah + Mould	gram	3517		3687		3793		3812		3755											
Berat tanah basah, W_{wet}	gram	1574		1744		1850		1869		1812											
Volume Mould	cm ³	1004		1004		1004		1004		1004											
Berat Volume Basah	gr/cm ³	1.5678		1.7372		1.8427		1.8617		1.8049											
Kadar Air (Water Content)																					
No. Container	-	1A		1B		2A		2B		3A		3B		4A		4B		5A		5B	
Berat tanah basah + Container	gram	40.51		34.12		40.67		43.21		42.76		29.1		49.43		47.62		46.53		41.52	
Berat tanah kering + Container	gram	37.47		31.58		36.39		38.54		37.42		25.84		42.9		41.42		39.74		35.91	
Berat air	gram	3.04		2.54		4.28		4.67		5.34		3.26		6.53		6.2		6.79		5.61	
Berat container	gram	9.81		8.81		7.81		7.6		9.44		8.7		14.59		14.57		14.66		15.07	
Berat tanah kering	gram	27.66		22.77		28.58		30.94		27.98		17.14		28.31		26.85		25.08		20.84	
Kadar air	%	10.99		11.16		14.98		15.09		19.09		19.02		23.07		23.09		27.07		26.92	
Kadar air rata-rata	%	11.07		15.03		19.05		23.08		27.00											
Berat Isi Kering (Dry Density)																					
Berat tanah basah, W_{wet}	gram	1574		1744		1850		1869		1812											
Kadar air rata-rata	%	11.07		15.03		19.05		23.08		27.00											
Berat kering $W_{dry} = \frac{W_{wet}}{1 + \left(\frac{W}{100}\right)}$	gram	1417.09		1516.07		1553.94		1518.54		1426.81											
Volume Mould	cm ³	1003.94		1003.94		1003.94		1003.94		1003.94											
Berat isi kering $\gamma_{dry} = \frac{W_{dry}}{V_{mould}}$	gr/cm ³	1.41		1.51		1.55		1.51		1.42											
$\gamma_w = G_s / (1 + (w \cdot G_s))$	gr/cm ³	2.05		1.89		1.76		1.64		1.54											

Soil (%)	OB (%)	Zeolite (%)	γ_{Dry} (kN/m ³)	OMC (%)
100	0	0	1.44	25.02
84	15	1	1.47	21.99
83	15	2	1.48	21.59
82	15	3	1.49	21.08
81	15	4	1.50	20.08
80	15	5	1.55	19.05





CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT														
Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR													
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi											
Sample Number	: 15% OB+1%Z 0 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07											
Weight of Mould	:	4164	gr											
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9965	gr											
Weight Of Soil	:	5801	gr											
Mould Volume	:	3242	cm ³											
Wet Density	:	1.79	gr/cm ³											
Dry Density	:	1.47	gr/cm ³											
Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443														
Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)											
0.00	0.00	0	0.00											
0.25	0.013	7	47.2101											
0.50	0.025	15	101.1645											
1.00	0.050	27	182.0961											
1.50	0.075	39	263.0277											
2.00	0.100	51	343.9593											
3.00	0.150	67	451.8681											
4.00	0.200	76	512.5668											
6.00	0.300	85	573.2655											
8.00	0.400	92	620.4756											
10.00	0.500	99	667.6857											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Load (lbs)</th> <th>CBR (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.1</td> <td>343.959</td> <td>11.465</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>512.567</td> <td>11.390</td> </tr> <tr> <td>CBR</td> <td>11.47</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Load (lbs)	CBR (%)	0.1	343.959	11.465	0.2	512.567	11.390	CBR	11.47	%
	Load (lbs)	CBR (%)												
0.1	343.959	11.465												
0.2	512.567	11.390												
CBR	11.47	%												

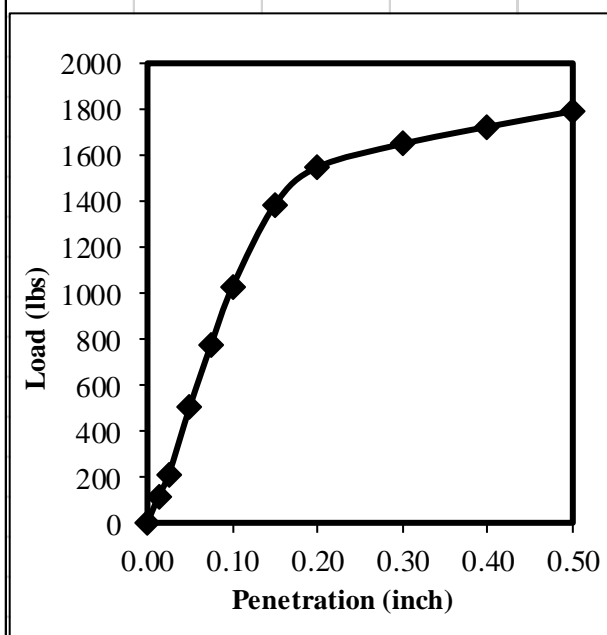
CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT				
Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR			
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi	
Sample Number	: 15% OB+1%Z 7 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07	
Weight of Mould	:	4164	gr	
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9803	gr	
Weight Of Soil	:	5639	gr	
Mould Volume	:	3242	cm ³	
Wet Density	:	1.74	gr/cm ³	
Dry Density	:	1.47	gr/cm ³	
Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev= 6.7443				
Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)	
0.00	0.00	0	0.00	
0.25	0.013	19	128.1417	
0.50	0.025	31	209.0733	
1.00	0.050	55	370.9365	
1.50	0.075	81	546.2883	
2.00	0.100	109	735.1287	
3.00	0.150	141	950.9463	
4.00	0.200	164	1106.0652	
6.00	0.300	178	1200.4854	
8.00	0.400	185	1247.6955	
10.00	0.500	192	1294.9056	
		Load (lbs)	CBR (%)	
		0.1	735.129	24.504
		0.2	1106.065	24.579
		CBR	24.58	%

CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT

Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR		
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi
Sample Number	15% OB+1% Z 14 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07
Weight of Mould	:	4164	gr
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9656	gr
Weight Of Soil	:	5492	gr
Mould Volume	:	3242	cm ³
Wet Density	:	1.69	gr/cm ³
Dry Density	:	1.47	gr/cm ³

Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443

Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)
0.00	0.00	0	0.00
0.25	0.013	17	114.6531
0.50	0.025	31	209.0733
1.00	0.050	75	505.8225
1.50	0.075	115	775.5945
2.00	0.100	152	1025.1336
3.00	0.150	205	1382.5815
4.00	0.200	229	1544.4447
6.00	0.300	244	1645.6092
8.00	0.400	255	1719.7965
10.00	0.500	265	1787.2395

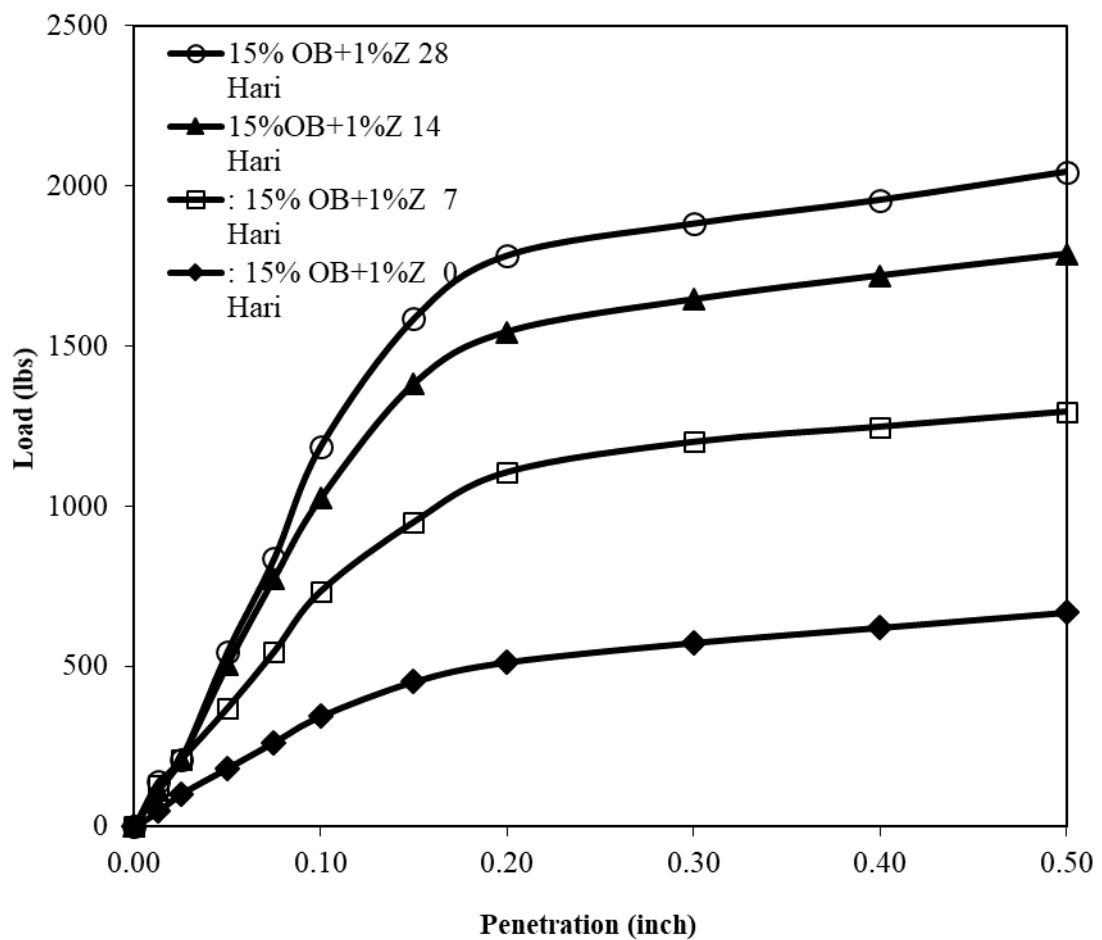


	Load (lbs)	CBR (%)
0.1	1025.134	34.171
0.2	1544.445	34.321

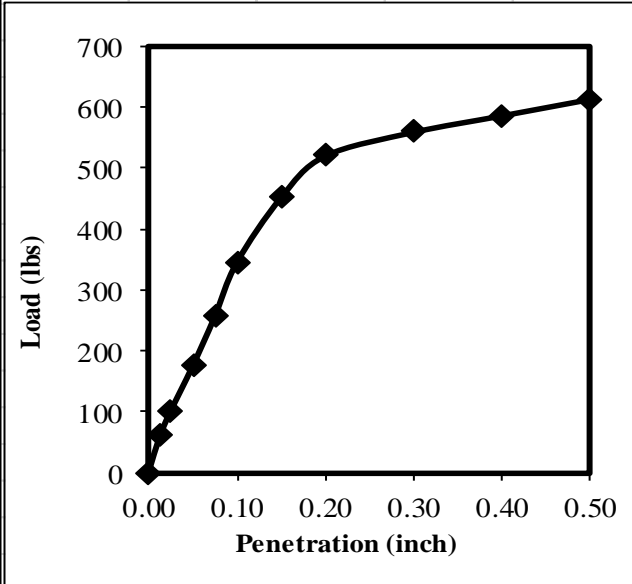
CBR 34.32 %

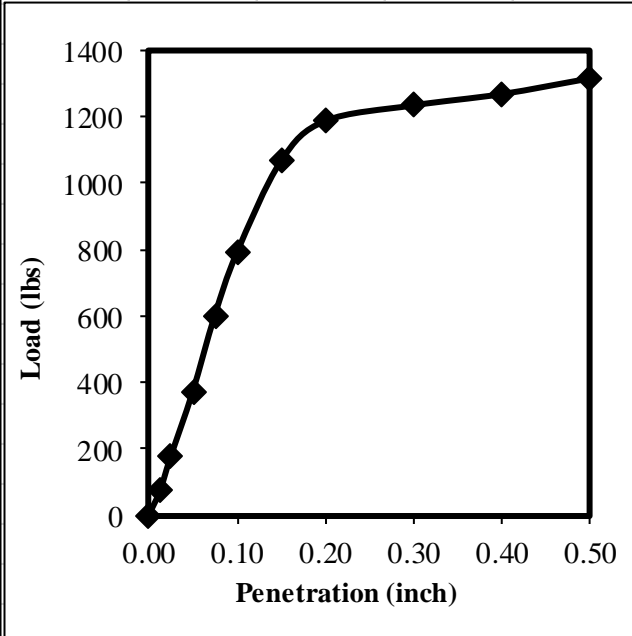
CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT													
Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR												
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi										
Sample Number	15% OB+1% Z 28 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07										
Weight of Mould	:	4164	gr										
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9492	gr										
Weight Of Soil	:	5328	gr										
Mould Volume	:	3242	cm ³										
Wet Density	:	1.64	gr/cm ³										
Dry Density	:	1.47	gr/cm ³										
Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443													
Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)										
0.00	0.00	0	0.00										
0.25	0.013	21	141.6303										
0.50	0.025	31	209.0733										
1.00	0.050	81	546.2883										
1.50	0.075	124	836.2932										
2.00	0.100	176	1186.9968										
3.00	0.150	235	1584.9105										
4.00	0.200	264.2	1781.8441										
6.00	0.300	279	1881.6597										
8.00	0.400	290	1955.847										
10.00	0.500	303	2043.5229										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Load (lbs)</th> <th>CBR (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.1</td> <td>1186.997</td> <td>39.567</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>1781.844</td> <td>39.597</td> </tr> </tbody> </table>				Load (lbs)	CBR (%)	0.1	1186.997	39.567	0.2	1781.844	39.597
	Load (lbs)	CBR (%)											
0.1	1186.997	39.567											
0.2	1781.844	39.597											
		CBR	39.60	%									

Sample	CBR (%)
: 15% OB+1%Z 0 Hari	11.47
: 15% OB+1%Z 7 Hari	24.58
15% OB+1%Z 14 Hari	34.32
15% OB+1%Z 28 Hari	39.60



15% OB+2%Z

CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT														
Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR													
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi											
Sample Number	: 15% OB+2%Z 0 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07											
Weight of Mould	:	4164	gr											
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9982	gr											
Weight Of Soil	:	5818	gr											
Mould Volume	:	3242	cm ³											
Wet Density	:	1.79	gr/cm ³											
Dry Density	:	1.48	gr/cm ³											
Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443														
Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)											
0.00	0.00	0	0.00											
0.25	0.013	9	60.6987											
0.50	0.025	15	101.1645											
1.00	0.050	26	175.3518											
1.50	0.075	38	256.2834											
2.00	0.100	51.2	345.30816											
3.00	0.150	67	451.8681											
4.00	0.200	77.2	520.65996											
6.00	0.300	83	559.7769											
8.00	0.400	87	586.7541											
10.00	0.500	91	613.7313											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Load (lbs)</th> <th>CBR (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.1</td> <td>345.308</td> <td>11.510</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>520.660</td> <td>11.570</td> </tr> <tr> <td>CBR</td> <td>11.57</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Load (lbs)	CBR (%)	0.1	345.308	11.510	0.2	520.660	11.570	CBR	11.57	%
	Load (lbs)	CBR (%)												
0.1	345.308	11.510												
0.2	520.660	11.570												
CBR	11.57	%												

CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT														
Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR													
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi											
Sample Number	: 15% OB+2%Z 7 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07											
Weight of Mould	:	4164	gr											
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9813	gr											
Weight Of Soil	:	5649	gr											
Mould Volume	:	3242	cm ³											
Wet Density	:	1.74	gr/cm ³											
Dry Density	:	1.48	gr/cm ³											
Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443														
Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)											
0.00	0.00	0	0.00											
0.25	0.013	11	74.1873											
0.50	0.025	26	175.3518											
1.00	0.050	55	370.9365											
1.50	0.075	89	600.2427											
2.00	0.100	117	789.0831											
3.00	0.150	158	1065.5994											
4.00	0.200	176	1186.9968											
6.00	0.300	183	1234.2069											
8.00	0.400	188	1267.9284											
10.00	0.500	195	1315.1385											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Load (lbs)</th> <th>CBR (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.1</td> <td>789.083</td> <td>26.303</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>1186.997</td> <td>26.378</td> </tr> <tr> <td>CBR</td> <td>26.38</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Load (lbs)	CBR (%)	0.1	789.083	26.303	0.2	1186.997	26.378	CBR	26.38	%
	Load (lbs)	CBR (%)												
0.1	789.083	26.303												
0.2	1186.997	26.378												
CBR	26.38	%												

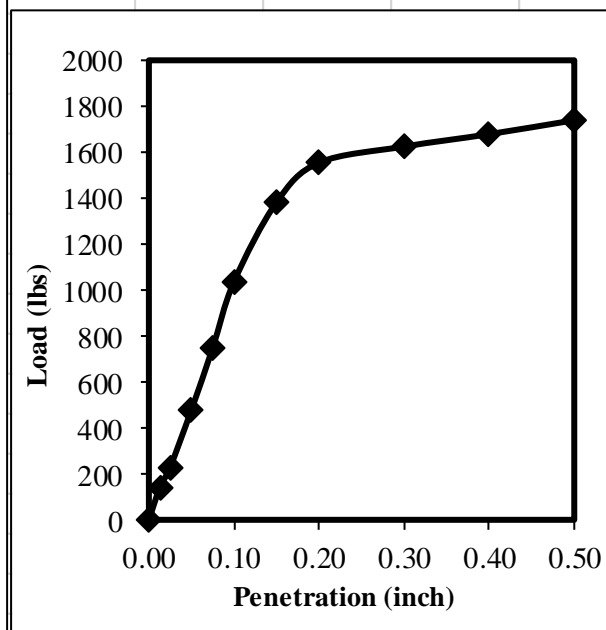
CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT

Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR		
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi
Sample Number	: 15% OB+2% Z 14 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07

Weight of Mould	:	4164	gr
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9646	gr
Weight Of Soil	:	5482	gr
Mould Volume	:	3242	cm ³
Wet Density	:	1.69	gr/cm ³
Dry Density	:	1.48	gr/cm ³

Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443

Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)
0.00	0.00	0	0.00
0.25	0.013	21	141.6303
0.50	0.025	34	229.3062
1.00	0.050	71	478.8453
1.50	0.075	111	748.6173
2.00	0.100	153.7	1036.59891
3.00	0.150	205	1382.5815
4.00	0.200	230.6	1555.23558
6.00	0.300	241	1625.3763
8.00	0.400	249	1679.3307
10.00	0.500	258	1740.0294



	Load (lbs)	CBR (%)
0.1	1036.599	34.553
0.2	1555.236	34.561

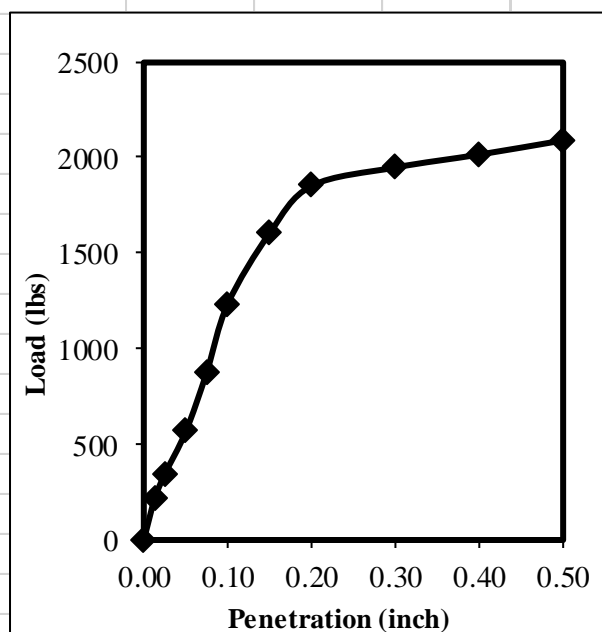
CBR 34.56 %

CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT

Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR		
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi
Sample Number	15% OB+2%Z 28 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07
Weight of Mould	:	4164	gr
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9468	gr
Weight Of Soil	:	5304	gr
Mould Volume	:	3242	cm ³
Wet Density	:	1.64	gr/cm ³
Dry Density	:	1.48	gr/cm ³

Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443

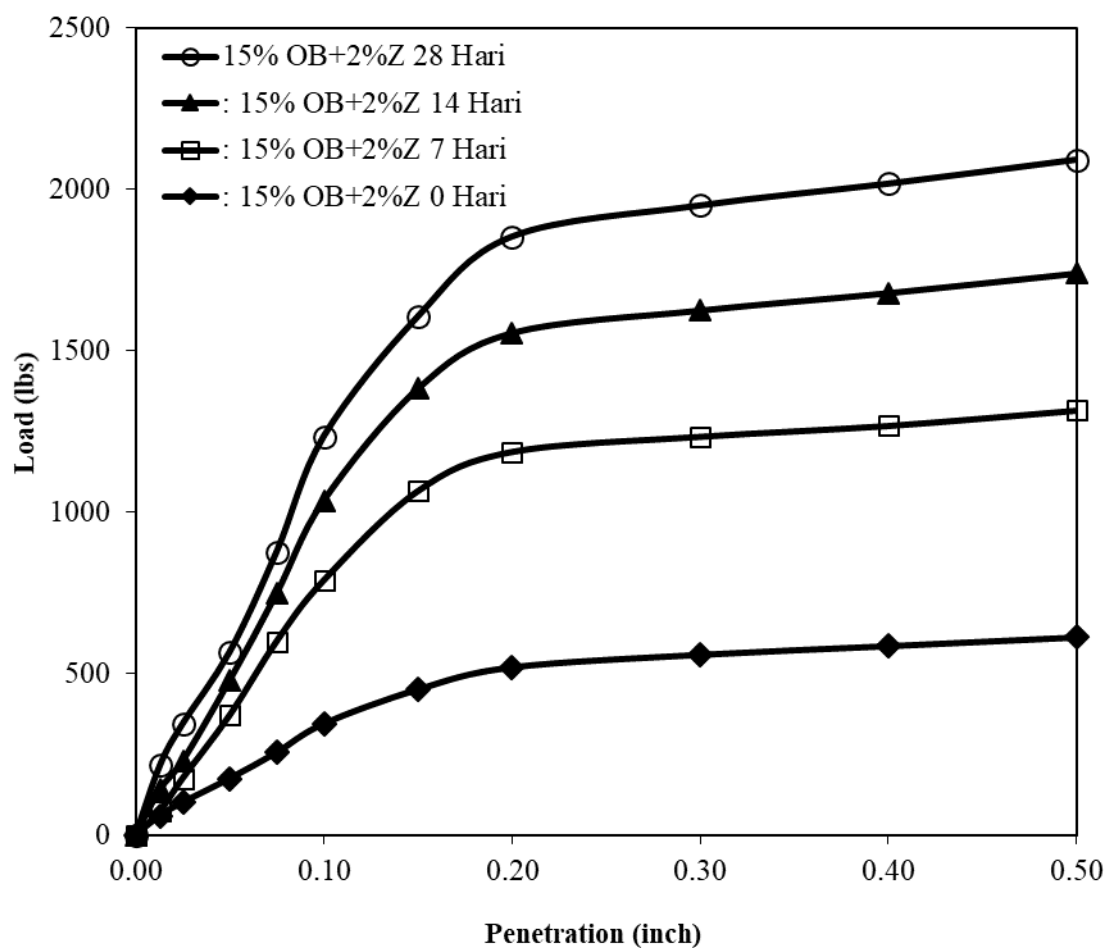
Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)
0.00	0.00	0	0.00
0.25	0.013	32	215.8176
0.50	0.025	51	343.9593
1.00	0.050	84	566.5212
1.50	0.075	130	876.759
2.00	0.100	183	1234.2069
3.00	0.150	238	1605.1434
4.00	0.200	274.7	1852.6592
6.00	0.300	289	1949.1027
8.00	0.400	299	2016.5457
10.00	0.500	310	2090.733



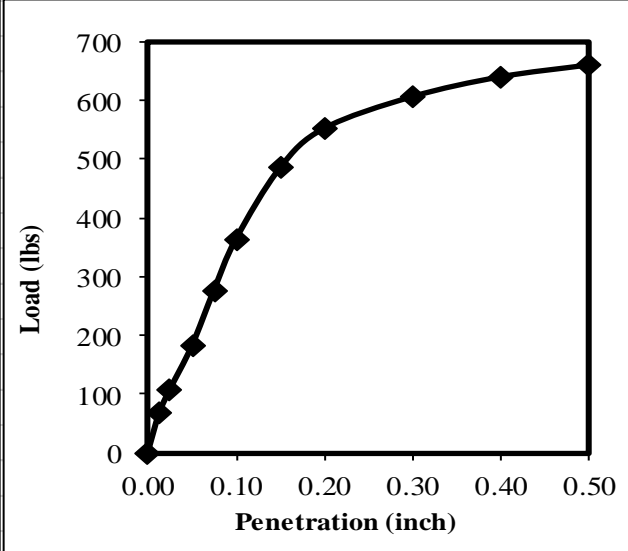
	Load (lbs)	CBR (%)
0.1	1234.207	41.140
0.2	1852.659	41.170

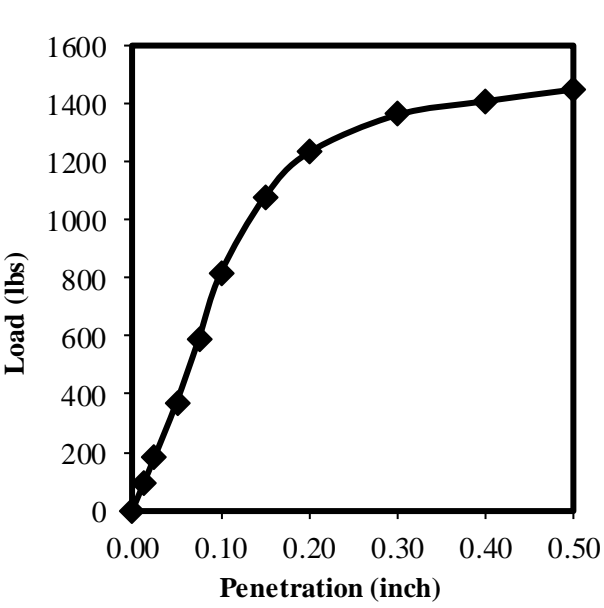
CBR 41.17 %

Sample	CBR (%)
: 15% OB+2%Z 0 Hari	11.57
: 15% OB+2%Z 7 Hari	26.38
: 15% OB+2%Z 14 Hari	34.56
15% OB+2%Z 28 Hari	41.17



15% OB+3%Z

CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT				
Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR			
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi	
Sample Number	: 15% OB+3%Z 0 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07	
Weight of Mould	:	4164	gr	
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9994	gr	
Weight Of Soil	:	5830	gr	
Mould Volume	:	3242	cm ³	
Wet Density	:	1.80	gr/cm ³	
Dry Density	:	1.49	gr/cm ³	
Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443				
Time (Min)	Penetration (inch)		Dial Reading	Load (lbs)
0.00	0.00		0	0.00
0.25	0.013		10	67.443
0.50	0.025		16	107.9088
1.00	0.050		27	182.0961
1.50	0.075		41	276.5163
2.00	0.100		54	364.1922
3.00	0.150		72	485.5896
4.00	0.200		82	553.0326
6.00	0.300		90	606.987
8.00	0.400		95	640.7085
10.00	0.500		98	660.9414
				
			Load (lbs)	CBR (%)
	0.1		364.192	12.140
	0.2		553.033	12.290
CBR			12.29	%

CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT														
Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR													
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi											
Sample Number	: 15% OB+3% Z 7 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07											
Weight of Mould	:	4164	gr											
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9848	gr											
Weight Of Soil	:	5684	gr											
Mould Volume	:	3242	cm ³											
Wet Density	:	1.75	gr/cm ³											
Dry Density	:	1.49	gr/cm ³											
Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev= 6.7443														
Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)											
0.00	0.00	0	0.00											
0.25	0.013	14	94.4202											
0.50	0.025	27	182.0961											
1.00	0.050	55	370.9365											
1.50	0.075	87	586.7541											
2.00	0.100	121	816.0603											
3.00	0.150	160	1079.088											
4.00	0.200	182.8	1232.858											
6.00	0.300	202	1362.3486											
8.00	0.400	209	1409.5587											
10.00	0.500	215	1450.0245											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Load (lbs)</th> <th>CBR (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.1</td> <td>816.060</td> <td>27.202</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>1232.858</td> <td>27.397</td> </tr> <tr> <td>CBR</td> <td>27.40</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Load (lbs)	CBR (%)	0.1	816.060	27.202	0.2	1232.858	27.397	CBR	27.40	%
	Load (lbs)	CBR (%)												
0.1	816.060	27.202												
0.2	1232.858	27.397												
CBR	27.40	%												

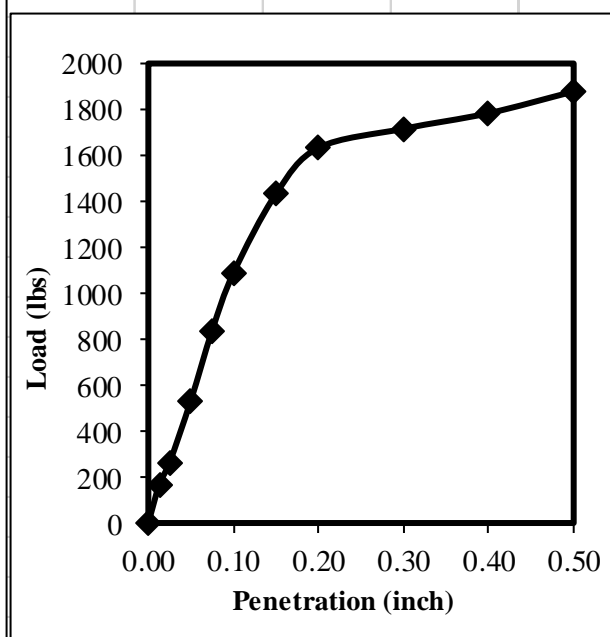
CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT

Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR		
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi
Sample Number	: 15% OB+3% Z 14 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07

Weight of Mould	:	4164	gr
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9680	gr
Weight Of Soil	:	5516	gr
Mould Volume	:	3242	cm ³
Wet Density	:	1.70	gr/cm ³
Dry Density	:	1.49	gr/cm ³

Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443

Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)
0.00	0.00	0	0.00
0.25	0.013	25	168.6075
0.50	0.025	39	263.0277
1.00	0.050	79	532.7997
1.50	0.075	124	836.2932
2.00	0.100	161	1085.8323
3.00	0.150	212	1429.7916
4.00	0.200	241.7	1630.0973
6.00	0.300	254	1713.0522
8.00	0.400	264	1780.4952
10.00	0.500	278	1874.9154



	Load (lbs)	CBR (%)
0.1	1085.832	36.194
0.2	1630.097	36.224

CBR 36.22 %

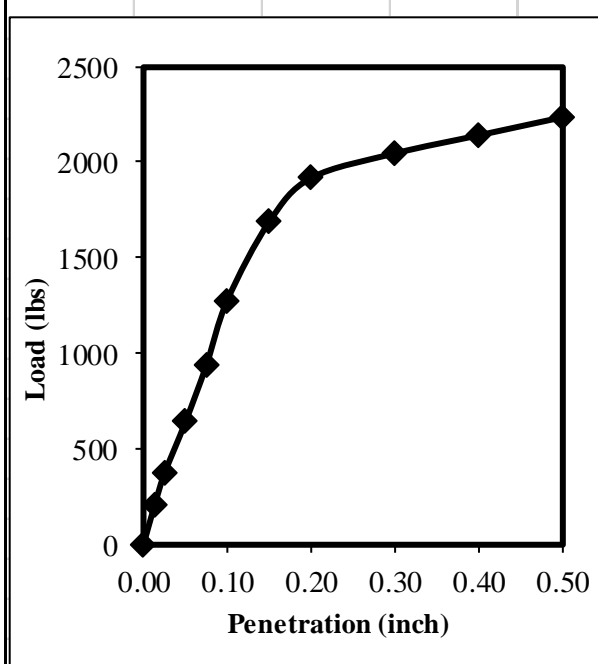
CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT

Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR		
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi
Sample Number	: 15% OB+3% Z 28 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07

Weight of Mould	:	4164	gr
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9503	gr
Weight Of Soil	:	5339	gr
Mould Volume	:	3242	cm ³
Wet Density	:	1.65	gr/cm ³
Dry Density	:	1.49	gr/cm ³

Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443

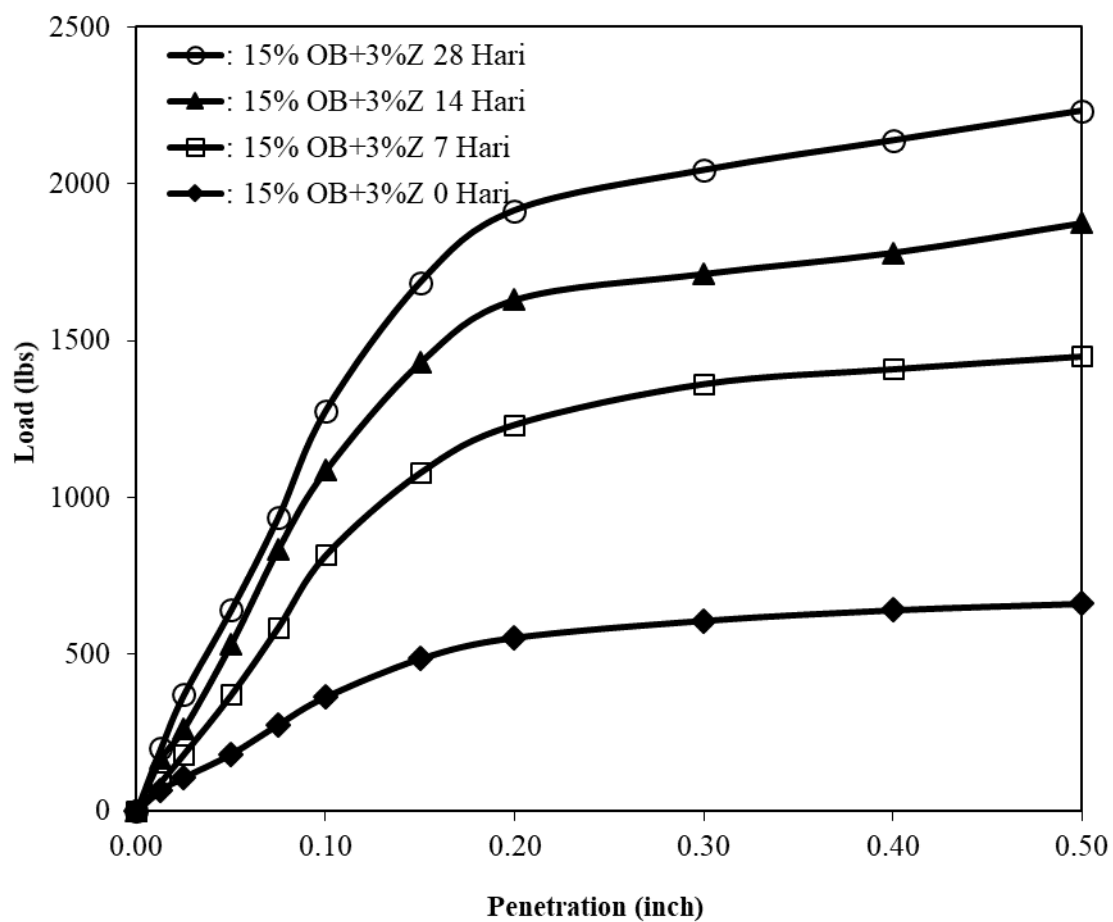
Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)
0.00	0.00	0	0.00
0.25	0.013	30	202.329
0.50	0.025	55	370.9365
1.00	0.050	95	640.7085
1.50	0.075	139	937.4577
2.00	0.100	189.3	1276.696
3.00	0.150	250	1686.075
4.00	0.200	284	1915.3812
6.00	0.300	303	2043.5229
8.00	0.400	317	2137.9431
10.00	0.500	331	2232.3633



	Load (lbs)	CBR (%)
0.1	1276.696	42.557
0.2	1915.381	42.564

CBR 42.56 %

Sample	CBR (%)
: 15% OB+3%Z 0 Hari	12.29
: 15% OB+3%Z 7 Hari	27.40
: 15% OB+3%Z 14 Hari	36.22
: 15% OB+3%Z 28 Hari	42.56



15% OB+4%Z

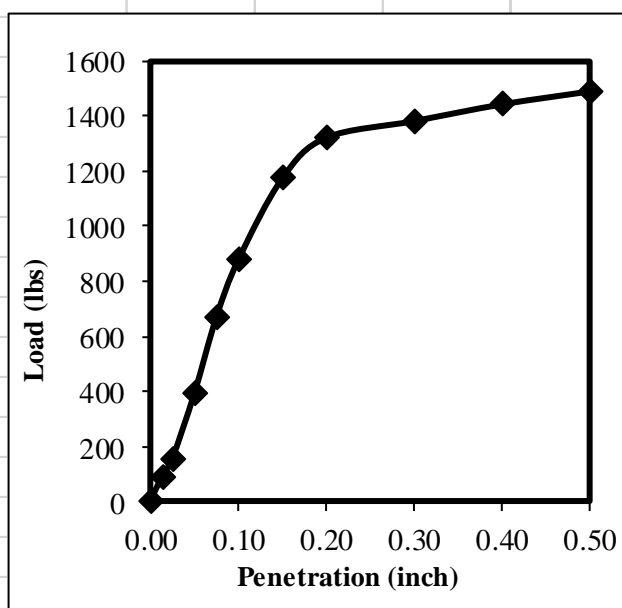
CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT														
Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR													
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi											
Sample Number	: 15% OB+4%Z 0 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07											
Weight of Mould	:	4164	gr											
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9985	gr											
Weight Of Soil	:	5821	gr											
Mould Volume	:	3242	cm ³											
Wet Density	:	1.80	gr/cm ³											
Dry Density	:	1.50	gr/cm ³											
Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443														
Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)											
0.00	0.00	0	0.00											
0.25	0.013	10	67.443											
0.50	0.025	16	107.9088											
1.00	0.050	29	195.5847											
1.50	0.075	45	303.4935											
2.00	0.100	58	391.1694											
3.00	0.150	78	526.0554											
4.00	0.200	88	593.4984											
6.00	0.300	93	627.2199											
8.00	0.400	98	660.9414											
10.00	0.500	103	694.6629											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Load (lbs)</th> <th>CBR (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.1</td> <td>391.169</td> <td>13.039</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>593.498</td> <td>13.189</td> </tr> <tr> <td>CBR</td> <td>13.19</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>		Load (lbs)	CBR (%)	0.1	391.169	13.039	0.2	593.498	13.189	CBR	13.19	%
	Load (lbs)	CBR (%)												
0.1	391.169	13.039												
0.2	593.498	13.189												
CBR	13.19	%												

CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT

Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR		
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi
Sample Number	: 15% OB+4%Z 7 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07
Weight of Mould	:	4164	gr
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9853	gr
Weight Of Soil	:	5689	gr
Mould Volume	:	3242	cm ³
Wet Density	:	1.75	gr/cm ³
Dry Density	:	1.50	gr/cm ³

Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443

Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)
0.00	0.00	0	0.00
0.25	0.013	13	87.6759
0.50	0.025	23	155.1189
1.00	0.050	58	391.1694
1.50	0.075	99	667.6857
2.00	0.100	130	876.759
3.00	0.150	174	1173.5082
4.00	0.200	196	1321.8828
6.00	0.300	205	1382.5815
8.00	0.400	214	1443.2802
10.00	0.500	221	1490.4903



	Load (lbs)	CBR (%)
0.1	876.759	29.225
0.2	1321.883	29.375

CBR 29.38 %

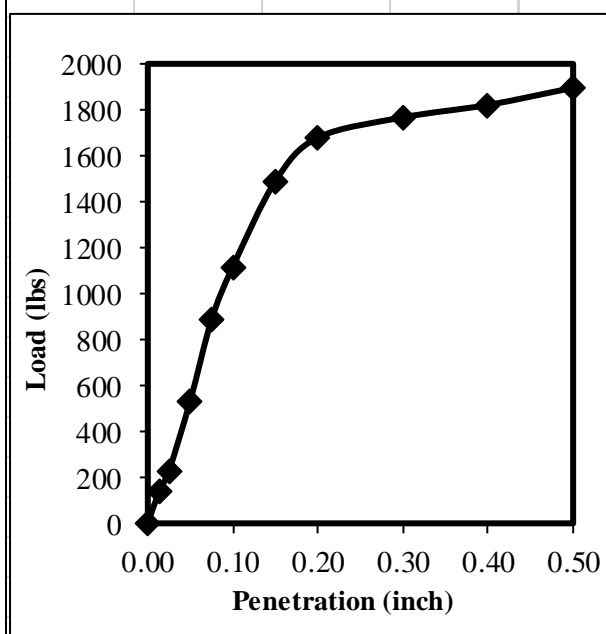
CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT

Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR		
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi
Sample Number	: 15% OB+4%Z 14 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07

Weight of Mould	:	4164	gr
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9655	gr
Weight Of Soil	:	5491	gr
Mould Volume	:	3242	cm ³
Wet Density	:	1.69	gr/cm ³
Dry Density	:	1.50	gr/cm ³

Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443

Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)
0.00	0.00	0	0.00
0.25	0.013	20	134.886
0.50	0.025	34	229.3062
1.00	0.050	79	532.7997
1.50	0.075	131	883.5033
2.00	0.100	165	1112.8095
3.00	0.150	220	1483.746
4.00	0.200	248	1672.5864
6.00	0.300	261	1760.2623
8.00	0.400	269	1814.2167
10.00	0.500	280	1888.404



	Load (lbs)	CBR (%)
0.1	1112.810	37.094
0.2	1672.586	37.169

CBR 37.17 %

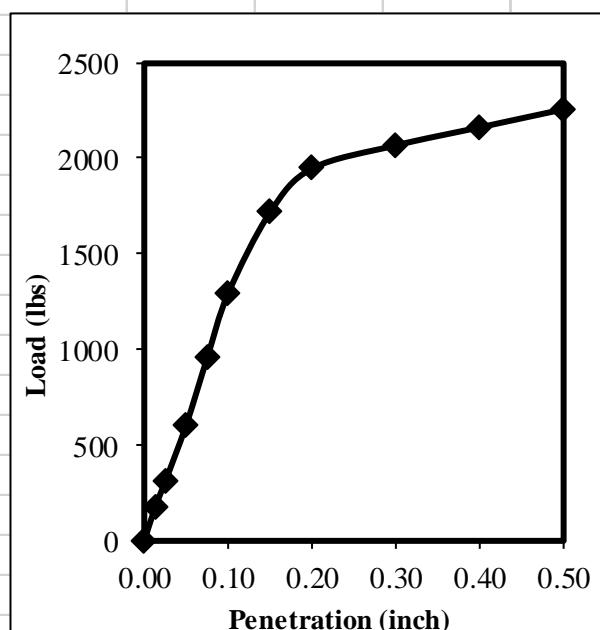
CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT

Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR		
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi
Sample Number	: 15% OB+4%Z 28 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07

Weight of Mould	:	4164	gr
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9488	gr
Weight Of Soil	:	5324	gr
Mould Volume	:	3242	cm ³
Wet Density	:	1.64	gr/cm ³
Dry Density	:	1.50	gr/cm ³

Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443

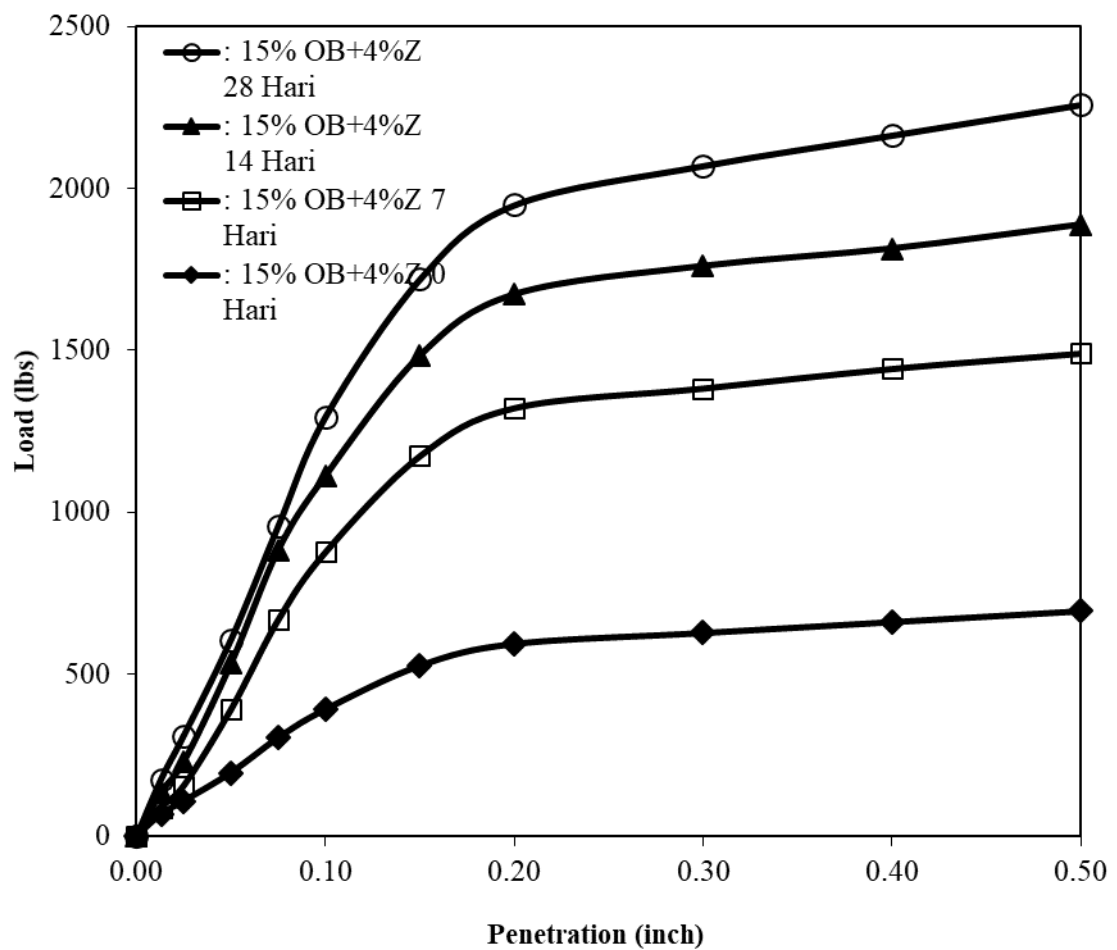
Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)
0.00	0.00	0	0.00
0.25	0.013	26	175.3518
0.50	0.025	46	310.2378
1.00	0.050	90	606.987
1.50	0.075	142	957.6906
2.00	0.100	192	1294.9056
3.00	0.150	255	1719.7965
4.00	0.200	289	1949.1027
6.00	0.300	307	2070.5001
8.00	0.400	321	2164.9203
10.00	0.500	335	2259.3405



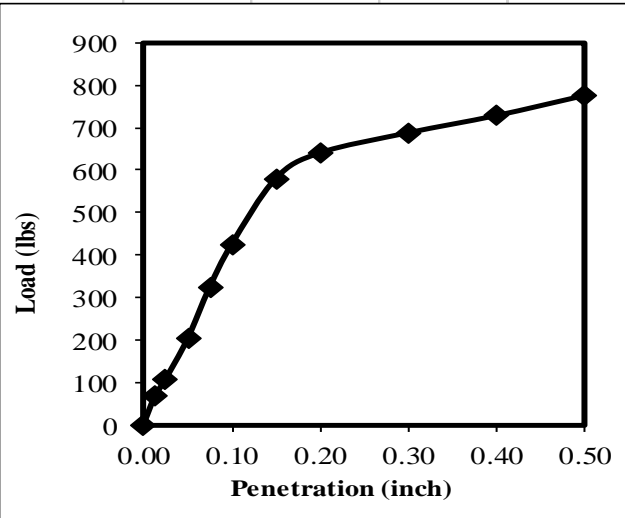
	Load (lbs)	CBR (%)
0.1	1294.906	43.164
0.2	1949.103	43.313

CBR 43.31 %

Sample	CBR (%)
: 15% OB+4%Z 0 Hari	13.19
: 15% OB+4%Z 7 Hari	29.38
: 15% OB+4%Z 14 Hari	37.17
: 15% OB+4%Z 28 Hari	43.31



15% OB+5%Z

CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT				
Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR			
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi	
Sample Number	: 15% OB+5%Z 0 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07	
Weight of Mould	:	4164	gr	
Weight Of Wet Soil + Mould	:	10162	gr	
Weight Of Soil	:	5998	gr	
Mould Volume	:	3242	cm ³	
Wet Density	:	1.85	gr/cm ³	
Dry Density	:	1.55	gr/cm ³	
Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443				
Time (Min)	Penetration (inch)		Dial Reading	Load (lbs)
0.00	0.00		0	0.00
0.25	0.013		10	67.443
0.50	0.025		16	107.9088
1.00	0.050		30	202.329
1.50	0.075		48	323.7264
2.00	0.100		63	424.8909
3.00	0.150		86	580.0098
4.00	0.200		95	640.7085
6.00	0.300		102	687.9186
8.00	0.400		108	728.3844
10.00	0.500		115	775.5945
				
			Load (lbs)	CBR (%)
		0.1	424.891	14.163
		0.2	640.709	14.238
	CBR		14.24	%

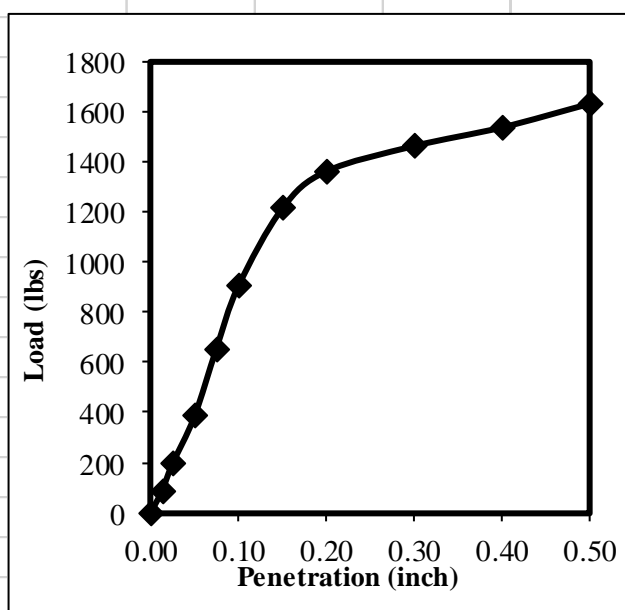
CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT

Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR		
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi
Sample Number	: 15% OB+5%Z 7 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07

Weight of Mould	:	4164	gr
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9975	gr
Weight Of Soil	:	5811	gr
Mould Volume	:	3242	cm ³
Wet Density	:	1.79	gr/cm ³
Dry Density	:	1.55	gr/cm ³

Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443

Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)
0.00	0.00	0	0.00
0.25	0.013	13	87.6759
0.50	0.025	29	195.5847
1.00	0.050	57	384.4251
1.50	0.075	97	654.1971
2.00	0.100	134	903.7362
3.00	0.150	180	1213.974
4.00	0.200	202	1362.3486
6.00	0.300	217	1463.5131
8.00	0.400	228	1537.7004
10.00	0.500	242	1632.1206



	Load (lbs)	CBR (%)
0.1	903.736	30.125
0.2	1362.349	30.274

CBR 30.27 %

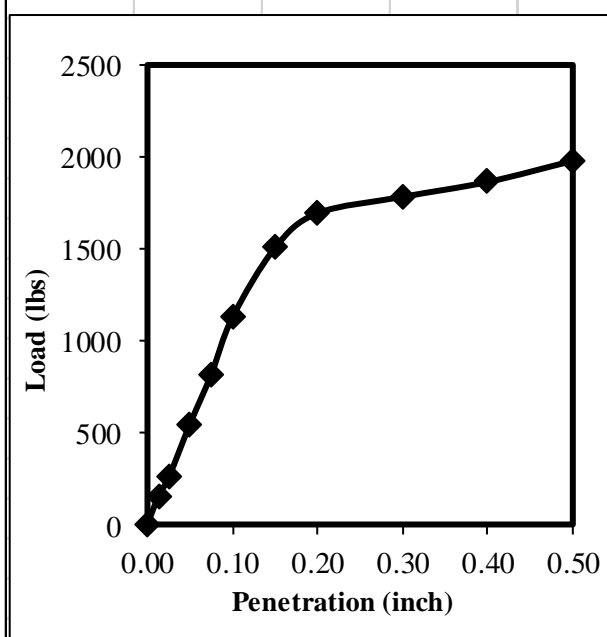
CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT

Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR		
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi
Sample Number	: 15% OB+5%Z 14 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07

Weight of Mould	:	4164	gr
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9810	gr
Weight Of Soil	:	5646	gr
Mould Volume	:	3242	cm ³
Wet Density	:	1.74	gr/cm ³
Dry Density	:	1.55	gr/cm ³

Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443

Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)
0.00	0.00	0	0.00
0.25	0.013	23	155.1189
0.50	0.025	38	256.2834
1.00	0.050	81	546.2883
1.50	0.075	121	816.0603
2.00	0.100	167	1126.2981
3.00	0.150	223	1503.9789
4.00	0.200	250.8	1691.4704
6.00	0.300	264	1780.4952
8.00	0.400	276	1861.4268
10.00	0.500	293	1976.0799



	Load (lbs)	CBR (%)
0.1	1126.298	37.543
0.2	1691.470	37.588

CBR 37.59 %

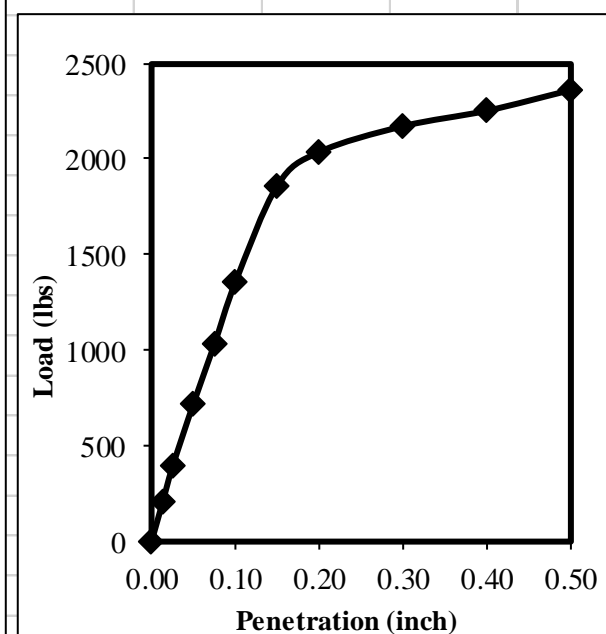
CALIFORNIA BEARING RATIO TEST RESULT

Project	: Pengaruh Material Tambah Terhadap Nilai CBR		
Location	: Gowa	Tested By	Dandi Jumadi
Sample Number	: 15% OB+5%Z 28 Hari	Testing Method	: ASTM D 1883-07

Weight of Mould	:	4164	gr
Weight Of Wet Soil + Mould	:	9631	gr
Weight Of Soil	:	5467	gr
Mould Volume	:	3242	cm ³
Wet Density	:	1.69	gr/cm ³
Dry Density	:	1.55	gr/cm ³

Proving ring Calibration 50 KN cap, lbs/Dev = 6.7443

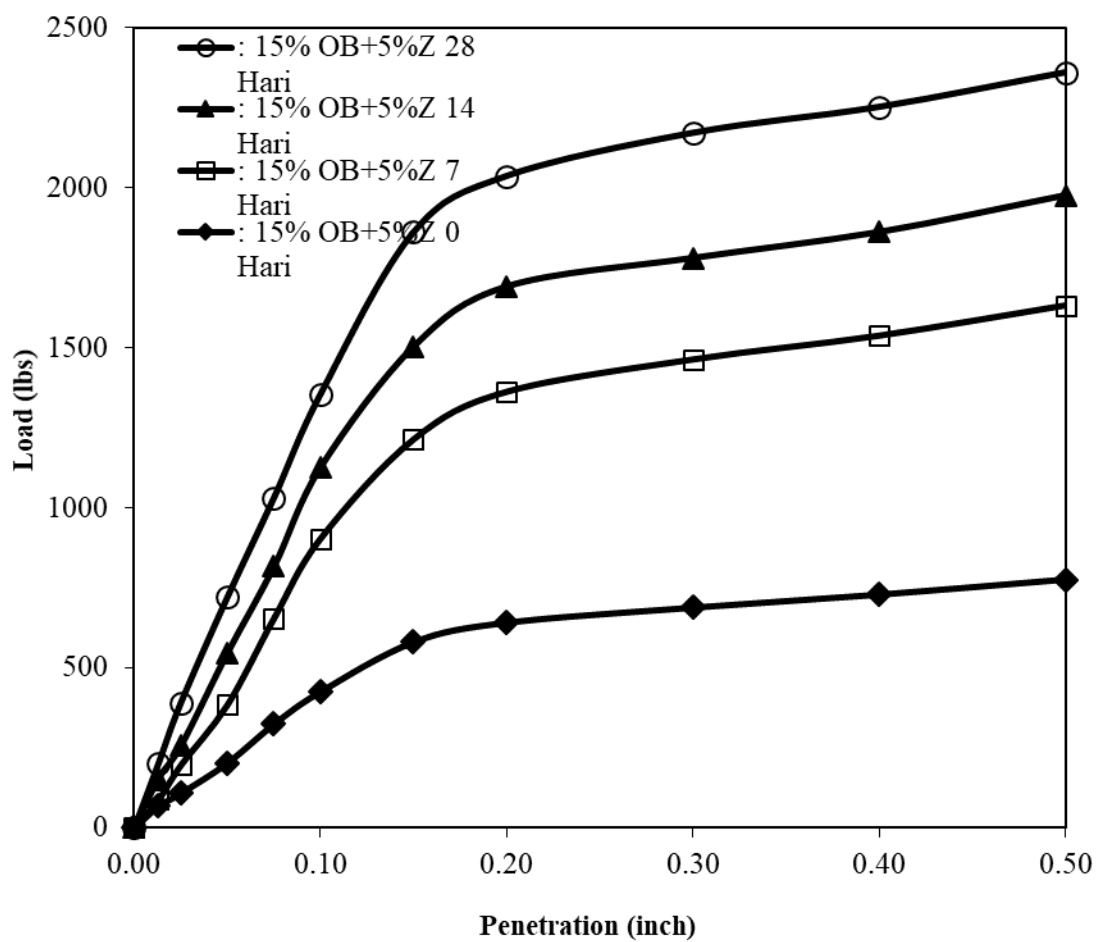
Time (Min)	Penetration (inch)	Dial Reading	Load (lbs)
0.00	0.00	0	0.00
0.25	0.013	30	202.329
0.50	0.025	58	391.1694
1.00	0.050	107	721.6401
1.50	0.075	153	1031.8779
2.00	0.100	201	1355.6043
3.00	0.150	276	1861.4268
4.00	0.200	302	2036.7786
6.00	0.300	322	2171.6646
8.00	0.400	334	2252.5962
10.00	0.500	350	2360.505



	Load (lbs)	CBR (%)
0.1	1355.604	45.187
0.2	2036.779	45.262

CBR 45.26 %

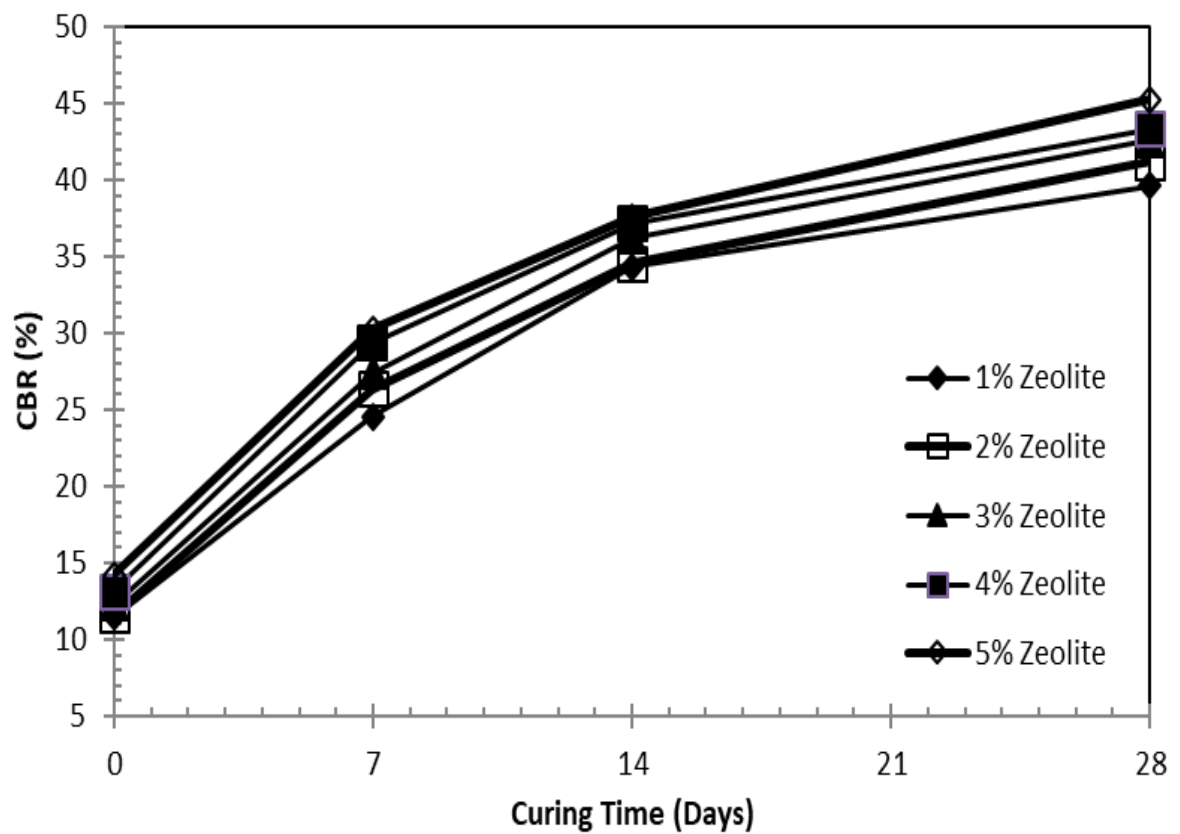
Sample	CBR (%)
: 15% OB+5%Z 0 Hari	14.24
: 15% OB+5%Z 7 Hari	30.27
: 15% OB+5%Z 14 Hari	37.59
: 15% OB+5%Z 28 Hari	45.26



REKAP

CBR	Curing Time	Zeolite				
		1%	2%	3%	4%	5%
	0 Day	11.47	11.57	12.29	13.19	14.24
	7 Days	24.58	26.38	27.40	29.38	30.27
	14 Days	34.32	34.56	36.22	37.17	37.59
	28 Days	39.60	41.17	42.56	43.31	45.26

*Overboulder Asbuton Konstan 15%



DOKUMENTASI







