

PENGARUH PENCAMPURAN TRAS DAN KAPUR PADA LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP NILAI DAYA DUKUNG

Hariman Palar

S. Monintja, Turangan A. E., A. N. Sarajar

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi

email : hariman.palar@yahoo.com

ABSTRAK

Apabila tanah dasar untuk lapisan perkerasan jalan memiliki daya dukung yang buruk seperti halnya pada tanah lempung ekspansif, maka akan mengakibatkan konstruksi perkerasan jalan mudah rusak akibat dari proses kembang susut yang berulang setiap perubahan musim kemarau ke musim hujan atau sebaliknya.

Salah satu alternatif yang digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah ialah dengan stabilisasi. Dalam penelitian ini bahan stabilisasi ialah kapur dan tras, dengan persentase kapur 2.5% dan variasi tras 5%,10%,15%, dan 20%. Tanah diambil dari Desa Warembungan, Kecamatan Pineleng. Pengujian yang dilakukan ialah pengujian CBR dan Cone Penetrometer. Sebelum dilakukan pengujian CBR dan Cone Penetrometer, terlebih dahulu dilakukan uji identifikasi tanah dan uji pepadatan tanah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan Kapur dan Tras dapat meningkatkan nilai daya dukung. Pada pencampuran kapur 2.5% dan Tras 20% terjadi peningkatan nilai CBR Rendaman sebesar 116.7% dan Nilai CBR Lapangan pada alat Cone Penetrometer sebesar 455.4% dari nilai CBR tanah asli dan pada nilai daya dukung terjadi peningkatan dengan menggunakan alat CBR Rendaman sebesar 56.6% dan pada percobaan CBR Lapangan dengan alat Cone Penetrometer sebesar 390.4% dari nilai daya dukung tanah asli.

Kata kunci : daya dukung, lempung ekspansif, stabilisasi kapur dan tras, CBR rendaman, cone penetrometer.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Stabilitas tanah dasar sangat diperlukan untuk menentukan tebal lapis perkerasan jalan. Apabila tanah dasar untuk lapisan perkerasan jalan memiliki daya dukung yang buruk seperti halnya pada tanah ekspansif, akan mengakibatkan konstruksi perkerasan jalan mudah rusak.

Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan menstabilkan badan jalan. Metode stabilisasi tanah dasar yang banyak digunakan adalah stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi mekanis yaitu menambah kekuatan dan daya dukung tanah dengan cara perbaikan struktur dan perbaikan sifat-sifat mekanis tanah, misalnya dengan cara pepadatan. Sedangkan stabilisasi kimiawi yaitu menambah kekuatan dan daya dukung tanah dengan jalan mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat fisis tanah yang kurang menguntungkan

dengan cara mencampur tanah dengan bahan kimia sebagai bahan stabilisasi.

Penelitian ini menggunakan Tras dan Kapur sebagai bahan stabilisasi. Tras merupakan hasil erupsi gunung api yang disebut 'Pozzolanas' belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu sifat penting dari tras adalah bila dicampur dengan kapur dan air, dapat membentuk massa yang padat, tidak dapat larut dalam air, dan dapat mengeras. Hasil pengerasan dari tras juga hampir bersamaan dengan hasil pengerasan dari kandungan unsur kimia dalam semen Portland. Dari sifat inilah tras dapat dimanfaatkan sebagai bahan stabilisasi. Tras merupakan salah satu bahan stabilisasi yang tergolong ekonomis karena bahan ini mudah diperoleh dan banyak tersedia di alam, karena daerah Sulawesi Utara memiliki potensi bahan galian Tras.

Kapur yang digunakan dalam penelitian ini, jenis kapur Tohor yang biasa digunakan sebagai bahan bangunan. Unsur pokok dari

kapur adalah kalsium oksida (CaO), Magnesium oksida (MgO), dengan sejumlah kecil Alumina Oksida dan Silika Dioksida (SiO₂). Kapur telah banyak diteliti dalam pemanfaatannya sebagai bahan stabilisasi tanah, dan hasilnya dapat meningkatkan daya dukung tanah.

Perumusan Masalah

Berapa Besar Nilai CBR dan pengaruh variasi bahan stabilisasi tras dan kapur pada tanah lempung ekspansif di Desa Warembungan Kecamatan Pineleng?

Pembatasan Masalah

1. Penelitian menggunakan tanah yang diambil dari Desa Warembungan, Kecamatan Pineleng dengan kondisi sampel tanah terganggu diambil pada kedalaman ± 1 m.
2. Sifat-sifat kimia dari lempung ekspansif (mineral lempung) dan bahan stabilisasi tidak diperiksa.
3. Identifikasi lempung ekspansif berdasarkan pada Indeks Plastisitas Tanah.
4. Pengaruh dampak lingkungan tidak diperiksa.
5. Pemadatan dilakukan secara manual dengan menggunakan Proctor Standard.
6. Pemanfaatan kapur dan tras sebagai bahan stabilisasi hanya ditinjau terhadap nilai CBR yang terjadi pada lempung Ekspansif di Desa Warembungan.
7. Penelitian dilakukan dengan pengujian CBR Laboratorium Rendaman dan Pengujian dengan alat Cone Penetrometer.

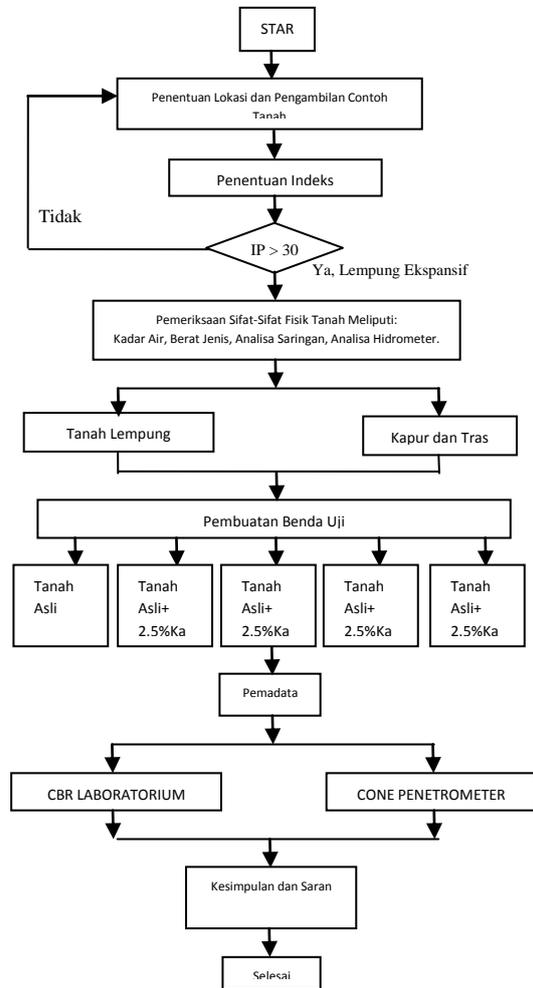
Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui jenis tanah berdasarkan sifat fisis dan mekanik tanah ekspansif di Desa Warembungan Kecamatan Pineleng.
2. Mengetahui pengaruh dari bahan stabilisasi kapur dan tras terhadap nilai CBR lempung ekspansif melalui pengujian CBR Laboratorium dan pengujian dengan alat Cone Penetrometer.
3. Mengetahui nilai daya dukung tanah berdasarkan nilai CBR.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado dengan tahapan sebagaimana yang ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

LANDASAN TEORI

Lempung Ekspansif

Tanah lempung ekspansif mempunyai kandungan dan struktur mineral yang tidak jauh berbeda dengan kandungan tanah lempung pada umumnya.

Menurut Chen (1975), mineral lempung terdiri dari tiga komponen penting yaitu *montmorillonite*, *illite*, dan *kaolinite*. Mineral *montmorillonite* mempunyai luas permukaan yang lebih besar dan sangat mudah menyerap air dalam jumlah banyak bila dibandingkan dengan mineral lainnya. Sehingga tanah yang

mempunyai kepekaan terhadap pengaruh air, sangat mudah mengembang.

Struktur *kaolinite* terdiri dari unit lapisan *silica* dan *aluminium* yang diikat oleh ion Hidrogen, *kaolinite* membentuk tanah yang stabil karena strukturnya yang terikat teguh mampu menahan molekul-molekul air, sehingga tidak masuk kedalamnya.

Struktur *illite* terdiri dari lapisan-lapisan unit *silica-aluminium-silica* yang dipisahkan oleh ion K (kalium) yang mempunyai sifat mengembang.

Struktur *montmorillonite* mirip dengan struktur *illite*, tetapi ion pemisahannya berupa ion H_2O yang sangat mudah lepas, mineral ini dapat dikatakan sangat tidak stabil pada keadaan tergenang, air dengan mudah masuk kedalam sela antar lapisan ini sehingga mineral mengembang, pada waktu mengering, air di antara lapisan juga mengering sehingga mineral menyusut. Karena sifat tersebut *montmorillonite* sangat sering menimbulkan masalah pada bangunan (Hardiyatmo, 2002).

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu cara atau metode yang digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah dasar sehingga diharapkan tanah dasar tersebut mutunya dapat lebih baik dan dapat meningkatkan kemampuan daya dukung tanah terhadap konstruksi yang akan dibangun di atasnya.

Stabilisasi dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu: stabilisasi mekanis, stabilisasi fisik, dan stabilisasi kimiawi. Stabilitas tanah ekspansif yang murah dan efektif adalah dengan menambahkan bahan kimia tertentu, dengan penambahan bahan kimia dapat mengikat mineral lempung menjadi padat, sehingga mengurangi kembang susut tanah lempung ekspansif

Kapur

Kapur adalah salah satu bahan yang dipakai untuk stabilisasi tanah. Bahan ini mudah didapat karena banyak dipasarkan dan diproduksi secara besar-besaran. Kapur merupakan hasil endapan kerangka binatang yang hidup di lautan dan berlangsung hingga jutaan tahun. Oleh karena proses geologi terjadilah pergerakan kulit bumi dan endapan ini terangkat ke atas permukaan laut. Oleh peristiwa alam lainnya batuan ini kemudian dapat ditemui dalam berbagai

bentuk mulai dari yang keras seperti marmer sampai yang keropos atau ringan, tergantung usia batuan ini.

Untuk tujuan stabilisasi tanah, bentuk kapur yang banyak digunakan adalah Kapur Tohor (CaO) dan Kapur Hidrasi atau Kapur Padam. Kapur CaO berasal dari pembakaran batu kapur/ batu gamping (*lime stone*), yang memiliki rumus kimia $CaCO_3$ dengan reaksi kimia $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$. Disamping itu dikenal pula kapur padam (*slaked lime*), yang merupakan hasil pemataman kapur tohor dengan air, dengan reaksi $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$.

Seperti bahan stabilisasi lainnya, kapur efektif untuk stabilisasi jenis tanah tertentu tapi tidak begitu baik untuk jenis tanah yang lainnya. Jenis tanah yang paling sesuai dengan bahan stabilisasi kapur adalah tanah lempung berat (*heavy clay soils*) atau yang termasuk dalam kelompok CH, sementara pada tanah yang sedikit atau tidak mengandung lempung sama sekali (tanah butiran) tidak terlalu berpengaruh. Pada tanah yang mengandung lempung, kapur akan segera bereaksi membentuk suatu struktur campuran yang stabil. Hasil campurannya juga akan bersifat mudah dikerjakan dan dipadatkan.

Kapur beraksi dengan mineral tanah terutama dari kelompok *montmorillonite*. Disamping itu kapur juga beraksi dengan bahan pozolan alamiah halus lainnya seperti *silica* dalam tanah. Reaksi tanah-kapur yang terjadi mencakup terjadinya kontak antara mineral lempung serta komponen *pozzolan* dengan bahan kapur, terjadi pertukaran ion dan kemudian terbentuklah suatu gel kalsium *silica* yang tak akan teruraikan dengan air sehingga terjadilah proses penggumpalan (*flocculation*). Tahap selanjutnya gel *silica* akan menyelubungi dan mengikat tanah lempung serta menutupi pori-pori tanah. Pada suatu saat gel akan mengkristal membentuk hidrasi kalsium *silica* dan kristal-kristal kecil ini dapat saling mengikat satu dengan yang lain, proses ini dapat disebut dengan sementasi. Sementasi merupakan faktor utama yang menyumbangkan kekuatan pada tanah yang terstabilisasi, tetapi proses sementasi dibatasi atau dikontrol oleh jumlah *silica* yang terkandung dalam tanah.

Tras

Tras adalah hasil letusan gunung berapi, berbentuk butiran halus yang mengandung oksida silica (SiO₂) yang telah mengalami proses pelapukan hingga derajat tertentu. Tras juga dikenal dengan nama Pozzolan (puzzolanic materials), nama ini berasal dari sejenis tanah yang bersifat tras yang terdapat di Puzzouli, suatu distrik di daerah Napoli (Italia Selatan) yang telah lama di pakai dan di ekspor dari Negara tersebut. Tras merupakan bahan Pozzolan alam karena sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silika dan atau aluminat yang reaktif. Tras umumnya dimanfaatkan sebagai bahan baku batako, industri semen, campuran bahan bangunan dan semen alam.

Tras sebagai hasil lapukan batuan gunung berapi banyak mengandung silica yang dalam keadaan halus bila dicampur dengan kapur dan air akan membentuk massa yang padat, keras, dan tidak larut dalam air. Dari susunan kimianya bahan tras terdiri dari :

1. Silika (SiO₂) : 46 - 59 %
2. Oksida Aluminium (Al₂O₃) : 10 - 19 %
3. Air Kristal (H₂O) : 3 - 12 %
4. Oksida Besi (Fe₂O₃) : 4 - 12 %
5. Calsium Oksida (CaO) : 1 - 7 %
6. Magnesium Oksida (MgO) : 1 - 6 %
7. Natrium Oksida (Na₂O) : 3 - 10 %
8. Kalsium Oksida (K₂O) : 3 - 10 %

Kemampuan tras mengeras dalam adukan disebabkan oleh karena bagian-bagian silica (SiO₂) dari tras yang sangat halus, dapat bereaksi dengan kapur membentuk ikatan atau senyawa silica kapur yang dapat mengeras menyerupai batu dan tidak larut dalam air. Hasil-hasil pengerasan antara benda-benda yang terdapat pada tras hampir sama dengan hasil-hasil pengerasan dari benda-benda yang berikatan dengan semen Portland.

Adapun senyawa-senyawa tersebut berupa ikatan-ikatan complex dari Calsium-Aluminium-Silikat. Perlu diketahui bahwa kemampuan dari aduk tras untuk mengeras, sangat dipengaruhi oleh bagian-bagian yang sangat halus, oleh karena itu kehalusan dari pozzolan sangat mempengaruhi sifat-sifat aduk. Makin halus butiran tras, makin tinggi pula daya tahan tekannya. Dengan perkataan lain, benda-benda tras yang masih kasar akan lebih rendah mutunya dari pada tras yang halus.

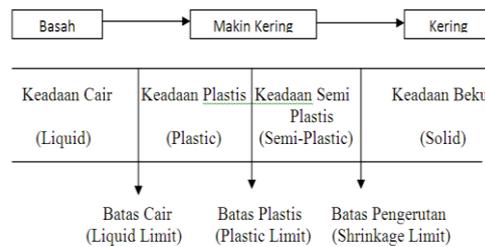
Indeks Plastisitas

Hasil uji indeks dasar tanah dapat digunakan untuk evaluasi tanah berpotensi ekspansif atau tidak. Uji indeks dasar adalah uji batas-batas *Atterberg*.

Tabel 1 Klasifikasi Potensial Muai menurut Chen

PI	Potensial Ekspansif
0-15	Rendah
10-35	Sedang
20-55	Tinggi
>55	Sangat Tinggi

Dalam masalah tanah penting bagi kita untuk mengetahui pengaruh kadar air terhadap sifat-sifat mekanis tanah, misalnya kita campurkan air terhadap suatu sampel tanah berbutir halus (lanau, lempung atau lempung berlumpur) sehingga mencapai keadaan cair. Bila campuran itu dikeringkan sedikit demi sedikit maka sampel tanah itu akan melalui beberapa keadaan tertentu dari cair sampai keadaan beku (padat) seperti yang terlihat pada Gambar 2



Gambar 2. Batas-batas Atterberg (Wesley, 1977)

Selisih antara batas cair dan batas plastis ialah daerah dimana tanah tersebut dalam keadaan plastis (*plasticity index*).

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- PI : Indeks Plastisitas
- LL : Batas cair
- PL : Batas plastis

Konsistensi dari tanah lempung dan tanah kohesif lainnya sangat dipengaruhi oleh kadar air. Indeks plastisitas dan batas cair dapat digunakan untuk menentukan karakteristik pengembangan.

Pemadatan

Teori pemadatan pertama kalinya dikembangkan oleh R.R. Proctor. Metode yang orisinal dilaporkan melalui serangkaian artikel dalam Engineering New Record. Oleh karena itu, prosedur dinamik laboratorium yang standar biasanya disebut dengan uji Proctor (Bowles, 1989). Empat

variabel pemadatan tanah yang didefinisikan oleh Proctor, yaitu usaha pemadatan atau energi pemadatan, jenis tanah (gradasi, kohesif atau tidak kohesif, ukuran partikel dan sebagainya), kadar air, dan berat isi kering. Menurut Craig (1991), pemadatan (compaction) adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara dan tidak terjadi perubahan volume air yang cukup berarti pada tanah ini. Dalam setiap pekerjaan pemadatan yang di kerjakan, di hitung :

1. Kadar air tanah (ω)

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} * 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Dimana : W_w = Berat air
 W_s = Berat Butiran Tanah

2. Berat isi basah (γ_b)

$$\gamma_b = \frac{W(\text{gram})}{V(\text{cm}^3)} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana : λ_b = kerapatan tanah (gram/cm^3)
 W = Berat tanah (gram)
 V = Volume selinder (cm^3)

3. Berat Volume kering tanah (γ_d)

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b(\text{gram}/\text{cm}^3)}{1 + \omega} \dots\dots\dots(4)$$

(Braja M.Das Jilid1).

Proctor (1993) telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan volume kering tanah padat. Tingkat kepadatan tanah dinyatakan oleh berat volume maksimum dan kadar air optimum yang dapat dilihat pada Gambar 3.

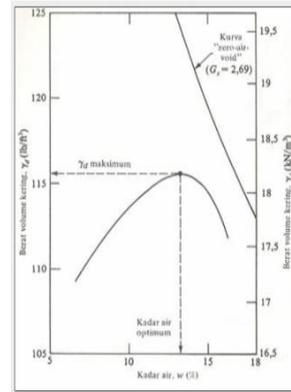
Garis angka pori nol (*zero air void*) di gambarkan selalu berada di atas kurva pemadatan. Garis kadar air nol (ZAV) menunjukkan kerapatan kering pada saat kejenuhan (*saturation*) 100% ($S=100$)

Data dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$\gamma_{ZAV} = \frac{G_s * \lambda_w}{1 + \omega * G_s} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana : γ_{ZAV} = Berat volume pada kondisi zero air void

G_s = Berat Jenis Tanah



Gambar 3 Grafik Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering

CBR (California Bearing Rasio)

Untuk menguji kapasitas dukung tanah yang di padatkan biasanya digunakan percobaan tahanan penetrasi, diantaranya pengujian CBR. California Bearing Ratio (CBR) adalah merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (test load) dengan beban standar (standard load) dan dinyatakan dalam persen.

$$\text{Nilai CBR} = \frac{\text{Nilai Beban percobaan}}{\text{Nilai Beban Standard}} * 100\% \dots\dots\dots(6)$$

Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas.

Nilai CBR adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah dasar dalam perencanaan lapis perkerasan. Bila tanah dasar memiliki nilai CBR yang tinggi, praktis akan mengurangi ketebalan lapis perkerasan yang berada di atas tanah dasar (*subgrade*), begitu pula sebaliknya.

Menurut Soedarmo dan Purnomo (1997), CBR dapat dibagi sesuai dengan cara mendapatkan contoh tanahnya yaitu :

1. CBR lapangan
2. CBR lapangan rendaman (*undisturbed soaked CBR*)
3. CBR laboratorium (Laboratory CBR), dapat dibedakan atas 2 macam :
 - CBR laboratorium rendaman (soaked laboratory CBR) dan
 - CBR laboratorium tanpa rendaman (*unsoaked laboratory CBR*).

Penentuan nilai CBR dilaksanakan terhadap contoh tanah yang sudah dipadatkan dengan pemadatan standar.

Apabila nilai CBR ditentukan dengan rendaman maka perendaman dilaksanakan selama 4 hari (96 jam). Uji CBR metode rendaman adalah untuk mengasumsikan keadaan hujan atau saat kondisi terjelek di lapangan yang akan memberikan pengaruh penambahan air, sehingga akan mengakibatkan terjadinya pengembangan (swelling) dan penurunan daya dukung tanah.

Dari setiap pekerjaan CBR laboratorium di hitung :

1. Kadar air tanah (w)
2. Berat isi basah (γ_b)
3. Berat Volume kering tanah (γ_d)
4. Nilai CBR

Hitung nilai CBR (dalam%) dari grafik yang telah dikoreksi, yaitu perbandingan antara tekan penetrasi yang diperoleh terhadap tekan penetrasi standar

- Nilai tekan penetrasi untuk penetrasi 0.1" terhadap tekan penetrasi standar yang besarnya 1000 psi

$$CBR = \frac{P_1}{1000} * 100\% \dots\dots(7)$$

- Nilai tekan penetrasi untuk penetrasi 0.2" terhadap tekan penetrasi standart yang besarnya 1500 psi

$$CBR = \frac{P_2}{1500} * 100\% \dots\dots(8)$$

Nilai CBR yang di gunakan dan dilaporkan adalah nilai penetrasi 0,1". Apabila dalam pemeriksaan ternyata nilai CBR untuk penetrasi 0,2" lebih besar dari nilai untuk 0,1", maka percobaan harus diulang. Dan apabila pada percobaan ulang ini CBR untuk 0,2" tetap lebih besar dari pada 0,1", maka nilai CBR yang dipakai adalah nilai untuk 0,2".

Cone Penetrometer

Pengujian dengan alat Cone Penetrometer pada dasarnya sama dengan Dutch Cone Penetrometer, dimana ujung konus ditekan ke tanah dengan kecepatan konstan. Perbedaannya adalah Cone Penetrometer mempunyai ukuran yang kecil dan hanya dapat menghitung perlawanan ujung (konus) saja. Sesuai dengan

kemampuannya alat uji ini biasanya digunakan untuk mendapatkan besarnya kekuatan tanah timbunan pada pembuatan jalan. Alat ini dipakai pada pekerjaan tanah karena mudah dipindahkan pada semua titik yang diinginkan tetapi letak lapisan yang akan diperiksa tidak sedalam pemeriksaan alat sondir.

Cone Penetrometer adalah alat yang berfungsi untuk menentukan harga CBR dari suatu lapisan tanah yang merupakan ukuran dari kekuatan tanah tersebut. Prinsip dari system CBR ini adalah: perkerasan dari batu pecah yang berbutir rapat kekuatannya dimulai dari 100%, sedangkan lumpur 0%. Nilai CBR dapat diperkirakan berdasarkan jenis tanah dan perkerasan yang ada. Nilai CBR suatu lapisan tanah perlu diketahui terlebih dahulu, sebelum di atas lapisan tanah tersebut dilaksanakan pekerjaan sipil misalnya pembuatan perkerasan. Dalam pekerjaan seperti ini nilai CBR diperlukan untuk menentukan tebalnya lapisan perkerasan.

Hasil yang akan diperoleh pada percobaan ini dapat dihubungkan dengan nilai CBR (pembanding antara beban penetrasi dengan suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi lama). Nilai CBR yang diperoleh dipakai untuk menentukan tebal lapisan perkerasan. Semakin besar CBR yang diperoleh dari dasar tanah semakin tebal perkerasan yang dibutuhkan dan sebaliknya.

Alat Cone Penetrometer dioperasikan dengan cara meletakkan ujung konus Cone Penetrometer pada tanah dasar dengan posisi vertical dan tangan simetris pada pegangan, selanjutnya alat Cone Penetrometer di tekan ke bawah dengan gerakan konstan kira-kira 25 cm/det. Untuk mengetahui nilai penetrasi konus dapat dibaca langsung pada arloji yang ada. Untuk hasil yang lebih teliti, sebaiknya dalam satu lubang pemeriksaan dilakukan 3 kali dengan posisi segitiga sama sisi.

Daya Dukung

Daya dukung tanah adalah tekanan maksimum yang dapat dipikul oleh tanah tersebut tanpa terjadi kelongsoran. Bilamana beban di atas pondasi ditambah sedikit demi sedikit maka pondasi akan turun yang akhirnya terjadi kelongsoran.

HASIL DAN ANALISIS

Karakteristik Tanah Lempung

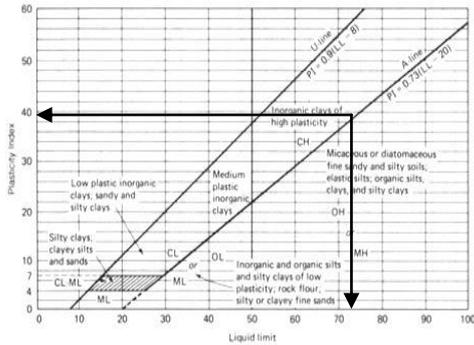
Tabel 1. Karakteristik Tanah Lempung

No	Karakteristik	Nilai
1	Kadar Air	2.315
2	Batas Cair	73
3	Batas Plastis	33.33
4	Indeks Plastis	39.67
5	Berat Jenis	2.667
6	Analisa Saringan Lolos No.200	51.91%

(Hasil Penelitian, 2013)

Berdasarkan analisa karakteristik tanah, dengan menggunakan Standard ASTM versi USCS (Unified Soil Classification System), dapat disimpulkan:

Berdasarkan Gambar 4 untuk nilai LL = 73 dan PI = 39.67 ASTM D-2487, diperoleh tanah berada di atas garis A, maka tanah termasuk lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, digolongkan ke dalam symbol CH grup Fat Clay (Lempung Gemuk)



Gambar 4. Diagram Plastisitas Tanah Berbutir Halus USCS

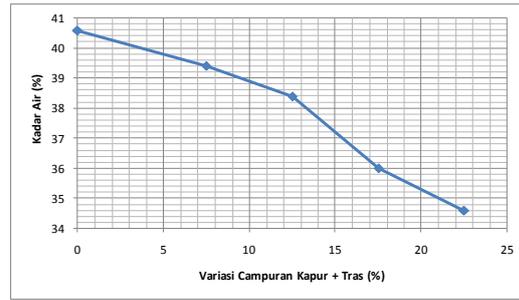
Hasil Pemasakan

Hasil Pengujian pemasakan dapat dilihat pada Tabel 2.

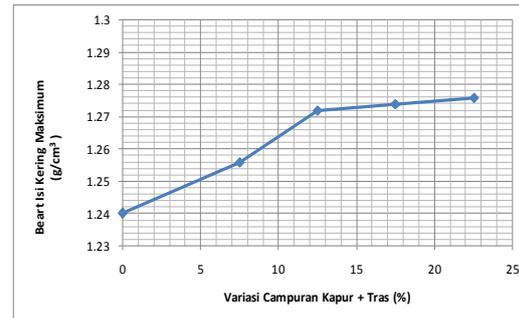
Tabel 2. Hasil Pengujian Pemasakan

Jenis Tanah	Kapur (%)	Tras (%)	Kadar Air Optimum (%)	Berat Isi tanah Kering (gram/cm ³)
Lempung Ekspansif	0	0	40.6	1.240
	2.5	5	39.4	1.256
	2.5	10	38.4	1.272
	2.5	15	36	1.274
	2.5	20	34.6	1.276

(Hasil Pengujian 2013)



Grafik 1. Hubungan Antara % kapur + %Tras Terhadap Kadar Air Optimum.



Grafik 2. Hubungan Antara % Kapur + % Tras Terhadap nilai berat isi kering maksimum.

Berdasarkan Grafik 1 dan Grafik 2 dengan variasi campuran antara kapur 2.5% dan Tras 5%, 10%, 15%, dan 20%, maka diperoleh nilai berat isi tanah kering maksimum semakin besar, sedangkan kadar air optimum semakin kecil.

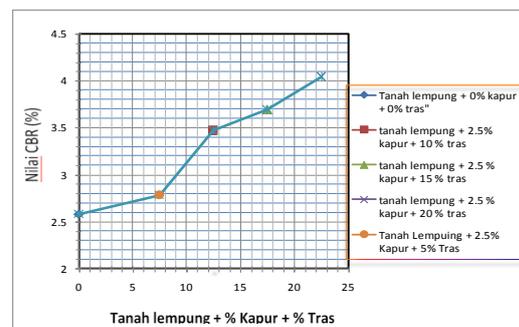
Hasil CBR Rendaman

Hasil CBR Rendaman Dapat Dilihat dalam Tabel 3

Tabel 3. Hasil CBR Rendaman

Kapur (%)	Tras (%)	Kadar Air Optimum (%)	Berat Isi tanah Kering (gram/cm ³)	Nilai CBR Rendaman (%)
0	0	40.6	1.240	1.62
2.5	5	39.4	1.256	1.80
2.5	10	38.4	1.272	2.58
2.5	15	36	1.274	2.91
2.5	20	34.6	1.276	3.51

(Hasil Pengujian 2013)



Grafik 3. Hubungan Antara % Kapur + % Tras Terhadap Nilai CBR Rendaman

Dari Grafik 3 dengan penambahan kapur 2.5% dan tras 5%, 10%, 15%, dan 20% dapat meningkatkan nilai Daya Dukung.

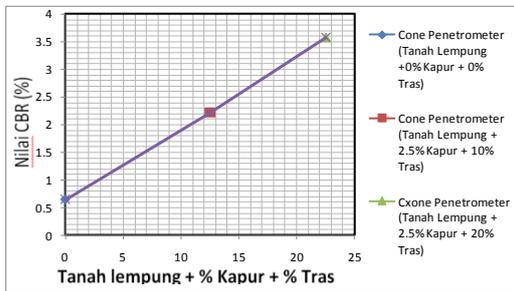
Hasil Cone Penetrometer

Hasil CBR Lapangan dengan Alat Cone Penetrometer dapat dilihat dalam Tabel 3

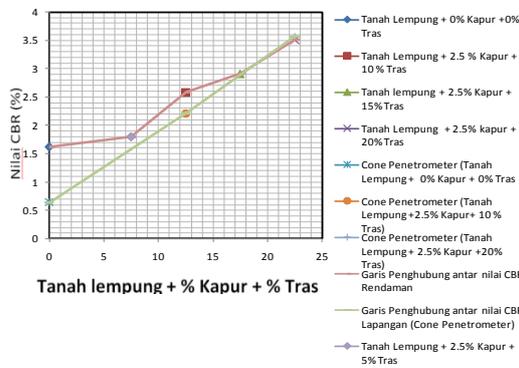
Tabel 4. Hasil CBR Lapangan

Kapur (%)	Tras (%)	Kadar Air Optimum (%)	Berat Isi Tanah Kering Kering (gram/cm ³)	Nilai CBR Lapangan (Cone Penetrometer) (%)
0	0	40.6	1.24	0.643
2.5	10	38.4	1.272	2.214
2.5	20	34.6	1.276	3.571

(Hasil Penelitian, 2013)



Grafik 4. Hubungan Antara % Kapur + % Tras Terhadap Nilai CBR Lapangan (Cone Penetrometer)

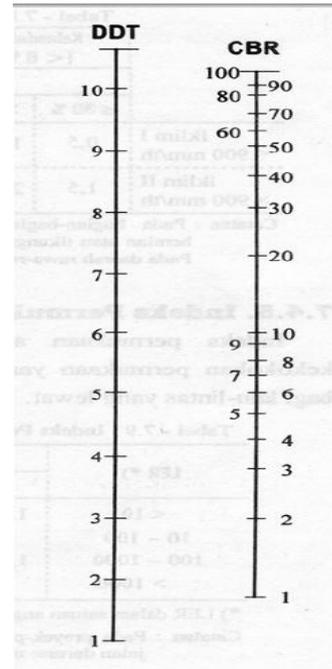


Grafik 5 Perbandingan Antara Nilai CBR Rendaman dengan CBR Lapangan (Cone Penetrometer).

Nilai Daya Dukung Tanah

Nilai Daya Dukung tanah dapat diperoleh dari Grafik korelasi antara nilai CBR dan DDT, Selain menggunakan grafik tersebut, nilai Daya Dukung Tanah dari suatu Harga CBR juga dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$DDT = 1,6649 + 4,3592 \log (CBR)$$



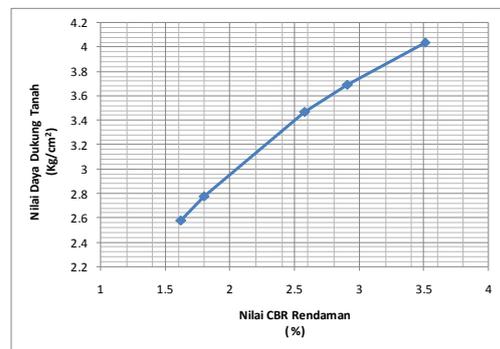
Grafik 6 Korelasi Nilai CBR dengan DDT Menurut Metoda Analisa Komponen”SKBI - 2.3.26.1987/SNI NO : 1732–1989-F.

Nilai Daya Dukung terhadap Nilai CBR Rendaman

Hasil DDT terhadap nilai CBR Rendaman dapat dilihat dalam Tabel 5

Tabel 5 Hasil Daya Dukung Tanah Pada CBR Rendaman

Kapur (%)	Tras (%)	Kadar Air Optimum (%)	Berat Isi Tanah Kering (g/cm ³)	Nilai CBR		Daya Dukung Tanah (DDT) (kg/cm ²)
				Rendaman (%)		
0	0	40.6	1.24	1.62		2.58
2.5	5	39.4	1.256	1.80		2.78
2.5	10	38.4	1.272	2.58		3.47
2.5	15	36	1.274	2.91		3.69
2.5	20	34.6	1.276	3.51		4.04



Grafik 7 Hubungan Antara Daya Dukung Tanah dengan Nilai CBR Rendaman.

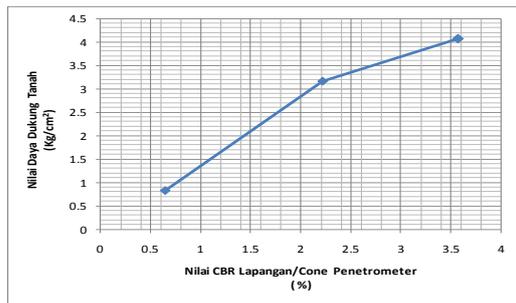
Dari Tabel 5 dan Grafik 7 dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya Nilai CBR, maka Nilai Daya Dukung akan semakin bertambah.

Nilai Daya Dukung terhadap Nilai CBR Lapangan dengan Alat Cone Penetrometer

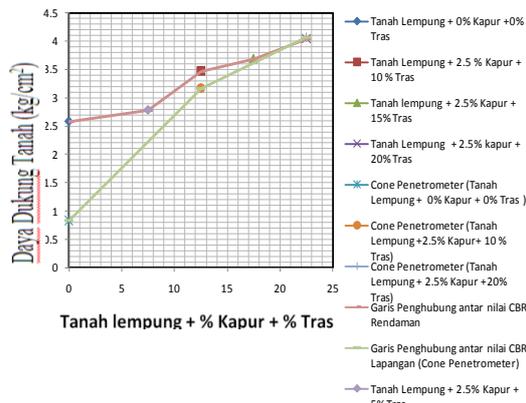
Hasil DDT terhadap nilai CBR Lapangan dapat di dilihat dalam Tabel 6

Tabel 6 Tabel Nilai Daya Dukung Tanah Pada CBR Lapangan (Cone Penetrometer)

Kapur (%)	Tras (%)	Kadar Air (%)	Berat Isi Tanah Kering Kering (g/cm ³)	Nilai CBR Lapangan (Cone Penetrometer) (%)	Daya Dukung Tanah (DDT) (kg/cm ²)
0	0	40.6	1.24	0.643	0.83
2.5	10	38.4	1.272	2.214	3.17
2.5	20	34.6	1.276	3.571	4.07



Grafik 8 Hubungan Antara Daya Dukung Tanah dengan Nilai CBR Lapangan (Cone Penetrometer)



Grafik 9 Grafik Perbandingan Nilai Daya Dukung Tanah pada CBR Rendaman dengan Nilai Daya Dukung Tanah pada CBR Lapangan (Cone Penetrometer).

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi dengan Judul Penelitian “Pengaruh Pencampuran Tras dan Kapur pada Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Daya Dukung” dengan sampel tanah yang di ambil di Desa Warembungan, Kecamatan Pineleng yang di

stabilisasi dengan kapur sebesar 2.5% dan Tras dengan variasi campuran 5%, 10%, 15%, dan 20%, maka dapat disimpulkan:

1. Dengan variasi campuran antara kapur 2.5% dan Tras 5%, 10%, 15%, dan 20%, maka diperoleh nilai berat isi tanah kering maksimum semakin besar, sedangkan kadar air optimum semakin kecil.
2. Berdasarkan pemeriksaan karakteristik tanah, maka tanah termasuk lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, simbol CH grup Fat Clay (Lempung Gemuk)
3. Lempung yang distabilisasi dengan kapur 2.5% dan Tras dengan variasi 5%, 10%, 15%, dan 20% menunjukkan adanya peningkatan nilai CBR rendaman.
4. Pada campuran kapur 2.5% dan Tras 20% terjadi peningkatan nilai CBR Rendaman sebesar 116.7% dan Nilai CBR Lapangan pada alat Cone Penetrometer sebesar 455.4 % dari nilai CBR tanah asli.
5. Lempung ekspansif yang distabilisasi dengan kapur 2.5% dan Tras pada variasi 5%, 10%, 15%, dan 20% menunjukkan adanya peningkatan nilai Daya Dukung Tanah.
6. Pada campuran kapur 2.5% dan Tras 20% terjadi peningkatan nilai Daya Dukung dengan menggunakan alat CBR Rendaman sebesar 56.6% dan Nilai Daya Dukung pada percobaan CBR Lapangan dengan alat Cone Penetrometer sebesar 390.4% dari nilai Daya Dukung Tanah Asli.

Saran

1. Untuk meningkatkan nilai daya dukung tanah pada lempung ekspansif dapat dilakukan dengan cara stabilisasi dengan bahan kimia seperti Kapur dan Tras.
2. Perlu adanya penelitian yang lebih lanjut dengan percobaan alat Tekan Bebas dan Triaksial dengan variasi campuran kapur dan tras yang sama untuk dapat membandingkan hasil dari nilai daya dukung tanah.
3. Perlu adanya penelitian yang lebih lanjut untuk mendapatkan hasil optimum pada pencampuran Kapur dan Tras.

DAFTAR PUSTAKA

- Balkema, A.A. 1988. Penetration Testing, volume 1. Rotterdam, Netherlands
- Bowles, J.E., Johan K. Hainim. 1989. Sifat –sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah), edisi kedua. Erlangga. Jakarta
- Das, Braja M. Mekanika Tanah, Jilid 1. Erlangga. Jakarta
- Hardiyatmo, H. C., 2002. Mekanika Tanah 1, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Kereh, Lexie F. 1973. Tras Sebagai Bahan Bangunan. Skripsi Program Sarjana Muda Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi. Manado
- Sumanto, Wenly., 1998. Pengaruh Bahan Campuran Kapur Terhadap Konsolidasi Sekunder Pada Lempung Ekspansif. Skripsi Program S1 Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi. Manado
- Wesley, L.D., 1977; Mekanika Tanah, Cetakan ke IV. Jakarta Selatan
- http://eprints.undip.ac.id/34533/5/1566_chapter_II.pdf