

# Korelasi Antara Tegangan Geser Dan Nilai CBR Pada Tanah Lempung Dengan Bahan Campuran Tras

Gloria Maria Kapantow, Sjachrul Balamba, Alva N. Sarayar  
Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115  
gloriakapantow.gk@gmail.com; balambas@ymail.com; alva\_sarayar@yahoo.com

**Abstrak** — Sifat tanah lempung lunak yang memiliki kapasitas daya dukung dan kuat geser yang rendah menjadi suatu permasalahan yang dihadapi dalam proses konstruksi. Salah satu alternatif yang digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah ialah dengan stabilisasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan, korelasi kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung yang ada di daerah desa Sonder setelah distabilisasi dengan tras, dengan presentase variasi tras 5%, 10%, 15%, 20%. Pengujian yang dilakukan ialah pengujian CBR dan Triaksial. Berdasarkan hasil penelitian, penambahan tras memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tegangan geser dan nilai CBR. Dari uji CBR rendaman pada campuran 0% tras didapat nilai CBR sebesar 10,031% dan terus mengalami peningkatan hingga pada campuran 15% sebesar 19,933% dan kembali turun pada campuran 20% menjadi 16,590%, dan pada nilai tegangan geser terus mengalami peningkatan yang awalnya 11,654 t/m<sup>2</sup> pada campuran 0% tras, menjadi 12,914 t/m<sup>2</sup> pada campuran 15% tras dan pada saat kadar 20% nilai tegangan geser kembali menurun menjadi 12,162 t/m<sup>2</sup>. Berdasarkan korelasi antara tegangan geser dan nilai CBR terhadap campuran tras dapat dilihat bahwa penambahan presentase tras pada tanah lempung akan meningkatkan nilai CBR dan tegangan geser tanah sampai pada kadar tras 15% dan setelah kadar 15% nilai CBR dan tegangan geser mulai menurun.

**Kata kunci** — tanah lempung, stabilisasi, CBR, tegangan geser, tras

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Sifat-sifat tanah di daerah tidak akan sama. Salah satunya sifat tanah yang berada di desa Sonder Minahasa. Daya dukung tanah yang berkadar lempung tinggi sangat sensitif.

Gloria Maria Kapantow adalah mahasiswa tingkat akhir pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi (e-mail: gloriakapantow.gk@gmail.com).

Sjachrul Balamba adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada rumpun Geoteknik (email : balambas@ymail.com)

Alva N. Sarayar adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada rumpun Geoteknik (email : alva\_sarayar@yahoo.com)

Das (1994) menyatakan lempung merupakan salah satu jenis tanah yang sangat dipengaruhi oleh kadar air dan mempunyai sifat cukup kompleks. Kadar air mempengaruhi sifat kembang susut dan kohesinya. Dalam konstruksi bangunan sipil kuat geser tanah dasar dan nilai CBR berpengaruh dalam perencanaan suatu bangunan, maka sebelum tanah digunakan dapat dilakukan stabilisasi tanah.

Tujuan dari stabilisasi tanah yaitu untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan peningkatan parameter tanah seperti, kepadatan, kuat geser dan nilai CBR. Ada beberapa cara stabilisasi tanah yang dapat dilakukan salah satunya menambahkan bahan kimia seperti penambahan tras.

Penelitian ini menggunakan Tras 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.

### B. Rumusan Masalah

Tidak semua tanah layak untuk digunakan sebagai dasar konstruksi. Tanah lempung adalah salah satu sifat dan kondisi tanah yang tidak mendukung untuk dijadikan dasar dari suatu pekerjaan konstruksi. Maka dibutuhkan metode perbaikan tanah untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Penelitian ini mencoba memanfaatkan tras sebagai bahan stabilisasi untuk mengetahui besar pengaruh dan korelasi pencampuran tras terhadap kuat geser dan nilai CBR.

### C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Sampel tanah yang digunakan diambil dari desa Kolongan Atas Kecamatan Sonder
2. Identifikasi lempung berdasarkan Indeks Plastis Tanah.
3. Sifat-sifat kimia dari lempung (mineral lempung) dan tras tidak diperiksa.
4. Pengaruh dampak lingkungan tidak ditinjau.

5. Membandingkan pengaruh bahan campuran tras terhadap parameter-parameter kuat geser tanah dan nilai CBR dengan presentase 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% tras.
6. Percobaan CBR yang digunakan adalah CBR laboratorium rendaman.
7. Pemeriksaan kuat geser tanah dengan cara triaksial uji Unconsolidated Undrained Test (UU test)

#### D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh bahan campuran tras terhadap tegangan geser tanah dan nilai CBR.
2. Mengetahui korelasi antara nilai CBR dan tegangan geser pada tanah lempung setelah distabilisasi dengan tras.

#### E. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini dapat diperoleh manfaat antara lain :

1. Memperoleh pengetahuan mengenai pengaruh yang ditimbulkan oleh penambahan variasi kadar tras terhadap tanah lempung.
2. Mengetahui seberapa besar daya dukung tanah, nilai CBR dan kekuatan geser tanah dengan variasi kadar campuran tras.
3. Diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam perancangan stabilisasi tanah.

## II. METODE

#### A. Lokasi dan Material yang digunakan

Tanah diambil dari desa Kolongan Atas Kecamatan Sonder, diambil pada kedalaman 150-250 cm, dengan menggunakan sekop kemudian di masukkan kedalam karung. Tras yang digunakan merupakan Tras alam dari Ring Road II, Manado, Sulawesi Utara.

#### B. Pengujian Laboratorium

Percobaan-percobaan yang dilakukan dalam pengujian laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Kadar air;
2. Berat jenis;
3. Analisa saringan;
4. Hidrometer;
5. Batas konsistensi tanah (Atterberg);
6. Pemasakan;
7. Triaksial kondisi UU

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN#

#### A. Karakteristik Tanah

Hasil pengujian karakteristik tanah dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil pengujian karakteristik diatas maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

- a. Berdasarkan nilai presentase lolos saringan no.200 tanah lempung diatas, didapat hasil  $\geq 50\%$  lolos, maka berdasarkan table klasifikasi USCS tanah ini secara umum

dikategorikan kedalam golongan tanah berbutir halus.

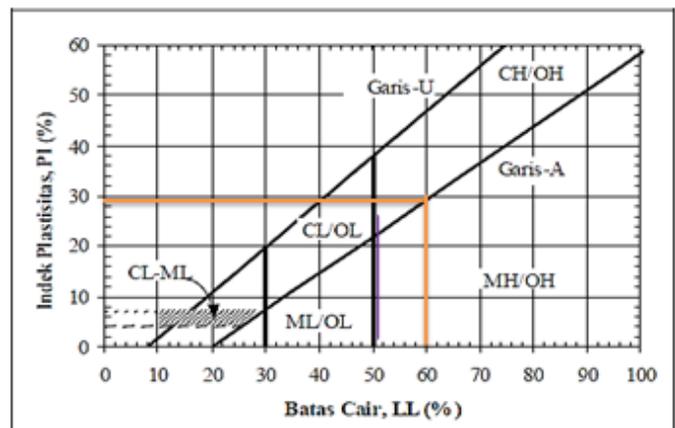
- b. Tabel sistem klasifikasi USCS untuk data batas cair dan indeks plastisitas di plot pada diagram plastis sehingga di dapat identifikasi tanah yang lebih spesifik. Hasil dapat dilihat pada Gambar 1.

#### B. Klasifikasi Tanah Sistem USCS

Dari hasil pengujian batas-batas konsistensi pada Tabel 1 dan hasil analisa saringan maka dilakukan klasifikasi tanah sistem USCS dengan menggunakan Diagram Plastisitas Tanah Berbutir Halus USCS (Gambar 1). Hasil plot menunjukkan suatu titik pertemuan diatas garis A, yang mana titik temu itu menjelaskan jenis tanah yang diuji. Dengan merujuk pada hasil diatas maka tanah berbutir halus tersebut termasuk kedalam kelompok campuran CH yaitu lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung “gemuk” (fat clays).

TABEL 1  
HASIL UJI KARAKTERISTIK TANAH

Karakteristik	Nilai
Kadar air	7,73 %
Berat Jenis (Spesific Grafity, Gs)	2,42
Batas Cair (LL)	60 %
Batas Plastis (PL)	30,16 %
Indeks Plastisitas (PI)	29,84
Material lolos saringan no. 200	50,26 %



Gambar 1. Diagram Plastisitas Tanah Berbutir Halus USCS

#### C. Pemasakan

Hasil pengujian pemasakan ditampilkan pada Tabel 2.

#### D. CBR Rendaman

Hasil pengujian CBR Rendaman ditampilkan pada Tabel 3.

#### E. Triaksial

Hasil pengujian triaksial ditampilkan pada Tabel 4.

#### F. Analisis Varians Satu Jalur

Analisis varians satu jalur diperoleh hasil seperti pada Tabel 5. Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada tanah yang ada, diperoleh hasil nilai CBR dan tegangan geser seperti

yang telah dipaparkan di atas. Kemudian hasil tersebut ditambahkan tras dengan variasi campuran sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20%. Hasil penambahan tersebut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai CBR dan tegangan geser, ini dibuktikan melalui analisis varians dimana hasil F empiris lebih besar dari F teoritis.

Terdapat hubungan linier antara tegangan geser dan nilai CBR dengan variasi campuran tras dimana hubungan linier yang terjadi dapat dikatakan cukup kuat dan positif. Dengan demikian, bertambahnya presentase campuran tras akan terjadi kenaikan bersama-sama dengan tegangan geser begitu juga dengan nilai CBR. Begitu juga sebaliknya, jika presentase tras dikurangi maka, penurunan terjadi bersama-sama dengan tegangan geser dan nilai CBR.

TABEL 2  
HASIL PENGUJIAN PEMADATAN

% Tras	Berat Isi Kering Maksimum (kg/cm <sup>3</sup> )	Kadar Air Optimum (%)
Tanah + 0% Tras	1.142	27.167
Tanah + 5% Tras	1.182	25.321
Tanah + 10% Tras	1.261	25.152
Tanah + 15% Tras	1.268	25.111
Tanah + 20% Tras	1.269	25.089

TABEL 3  
HASIL PENGUJIAN CBR RENDAMAN

Trass (%)	Nilai CBR Rendaman (%)			
	I	II	III	Rata-rata
0	8.874	10.031	11.188	10.031
5	12.539	12.925	13.310	12.925
10	16.204	16.975	17.940	17.040
15	19.483	19.869	20.448	19.933
20	16.204	16.590	16.975	16.590

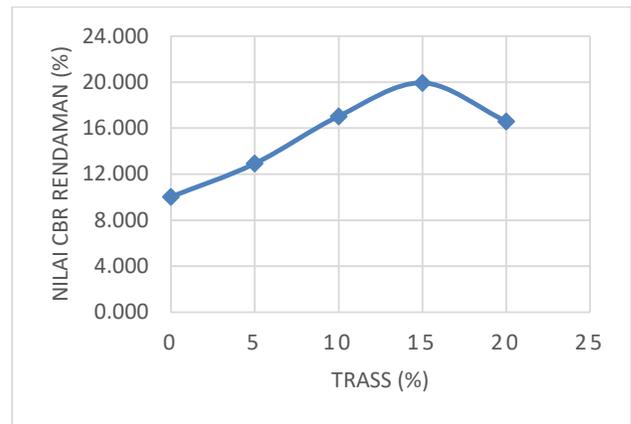
TABEL 4  
HASIL PENGUJIAN TRIAKSIAL

Sampel	Kohesi (c)	Sudut Geser Dalam (φ)	Tegangan Geser (τ)
Lempung + 0% Tras	1.95	28.72	11.654
	1.94	28.76	11.641
	1.92	28.86	11.626
Lempung + 5% Tras	2.22	29.56	12.235
	2.2	29.61	12.218
	2.17	29.66	12.194
Lempung + 10% Tras	3.13	28.67	12.779
	3.11	28.72	12.725
	3.07	28.75	12.704
Lempung + 15% Tras	1.58	32.5	12.914
	1.55	32.6	12.888
	1.2	31.33	12.137
Lempung + 20% Tras	1.23	31.31	12.162
	1.2	31.33	12.131
	1.15	31.39	12.084

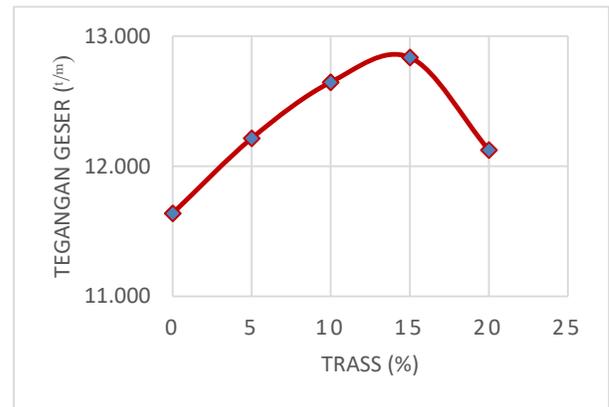
TABEL 5  
RINGKASAN ANALISIS VARIANS 1 JALUR

Terhadap	Jkd	dbd	Rka	F Empiris	F Teoritis	Interpretasi
Nilai CBR	5.257	10	0.526	84.89	3.48	SIGNIFIKAN
Tegangan Geser	0.397	10	0.04	14.725	3.48	SIGNIFIKAN

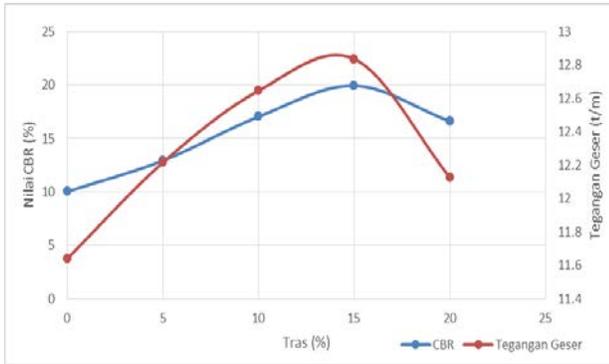
Pada Gambar 4, dengan penambahan presentase tras pada tanah lempung didapat pertemuan titik kenaikan antara nilai CBR dan tegangan geser tanah sampai pada kadar tras 15% dan setelah kadar 15% nilai CBR dan tegangan geser mulai menurun.



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Variasi (%) Tras Terhadap Nilai CBR



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Variasi (%) Tras Terhadap Nilai CBR



Gambar 4. Grafik Korelasi Tegangan Geser dan Nilai CBR terhadap Kadar Tras

TABEL 6  
COEFFICIENT CORRELATION CBR AND TRAS

Mixture Ratio	CBR			Total	Average
	1	2	3		
0 %	8.874	10.031	11.188	30.093	10.031
5 %	12.539	12.925	13.310	38.774	12.925
10 %	16.204	16.975	17.940	51.119	17.040
15 %	19.483	19.869	20.448	59.800	19.933
20 %	16.204	16.590	16.975	49.769	16.590
Total	73.304	76.390	79.861	229.555	
Average	14.661	15.278	15.972	15.304	

Mixture Ratio (X)	w (Y)	Deviation From Mean		x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	xy
		x	y			
0	10.0310	-10	-5.2727	100	27.8010	52.7267
5	12.9247	-5	-2.3790	25	5.6596	11.8950
10	17.0397	0	1.7360	0	3.0137	0
15	19.9333	5	4.6297	25	21.4338	23.1483
20	16.5897	10	1.2860	100	1.6538	12.8600
10	15.3037			250	59.5620	100.6300

Keterangan : n = 5

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}} = 0,8247$$

TABEL 7  
COEFFICIENT CORRELATION SHEAR STRESS AND TRAS

Mixture Ratio	Shear Stress			Total	Average
	1	2	3		
0 %	11.654	11.641	11.626	34.921	11.640
5 %	12.235	12.218	12.194	36.647	12.216
10 %	12.779	12.725	12.704	38.208	12.736
15 %	12.914	12.888	12.137	37.939	12.646
20 %	12.162	12.131	12.084	36.377	12.126
Total	61.744	61.603	60.745	184.092	
Average	12.349	12.321	12.149	12.273	

Mixture Ratio (X)	w (Y)	Deviation From Mean		x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	xy
		x	y			
0	11.6403	-10	-0.63247	100	0.4000	6.3247
5	12.2157	-5	-0.05713	25	0.0033	0.2857
10	12.7360	0	0.4632	0	0.2146	0
15	12.6463	5	0.3735	25	0.1395	1.8677
20	12.1257	10	-0.1471	100	0.0216	-1.4713
10	12.2728			250	0.7790	7.0067

Keterangan : n = 5

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}} = 0,6021$$

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengujian pencampuran tras dengan campuran (0%, 5%, 10%, 15%, 20%) diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada nilai CBR dan tegangan geser terjadi pengaruh pada saat tanah dicampur dengan tras, itu dapat dibuktikan pada saat pengujian Anova satu jalur dimana hasil F empiris pada nilai CBR dan tegangan geser > F teoritis;
2. Berdasarkan koefisien korelasi antara nilai CBR dan tegangan geser terhadap presentase campuran tras, terdapat hubungan yang linier antara keduanya dimana hubungan linier yang terjadi dapat dikatakan kuat, cukup kuat dan positif. Dan berdasarkan grafik korelasi antara tegangan geser dan nilai CBR terhadap campuran tras dapat dilihat bahwa penambahan presentase tras pada tanah lempung akan meningkatkan nilai CBR dan tegangan geser tanah sampai pada kadar tras 15% dan setelah kadar 15% nilai CBR dan tegangan geser mulai menurun.

##### B. Saran

Sebagai saran, perlu diadakan pengujian dengan kemungkinan bahan campuran kombinasi lainnya seperti abu sekam, abu batu bara, atau zat kimia penstabil lain. Selain itu perlu diadakan pengujian dengan jumlah sampel dan kadar tras lebih banyak sehingga akan didapat besarnya kadar tras maksimal yang memberikan nilai optimum pada tegangan geser dan nilai CBR

TABEL 8  
HASIL PENAMBAHAN TRAS TERHADAP TEGANGAN GESER DAN NILAI CBR

Tras (%)	Nilai CBR (%)	Tegangan Geser ( $t/m^2$ )
0	10.031	11.640
5	12.925	12.216
10	17.040	12.646
15	19.933	12.836
20	16.590	12.126

## V. KUTIPAN

### A. Buku

- [1] J.E. Bowles, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. New York: McGraw-Hill, 1984. Terjemahan Penerbit Erlangga, 1989.
- [2] R.F. Craig, *Soil Mechanics*, 6<sup>th</sup> Edition. Taylor-Francis, 2004.
- [3] Braja M. Das, *Mekanika Tanah – Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis*, Jilid 1. PWS Publishers, 1985. Terjemahan Penerbit Erlangga, 1988.
- [4] Braja M. Das, *Mekanika Tanah – Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis*, Jilid 2. PWS Publishers, 1985. Terjemahan Penerbit Erlangga, 1988.
- [5] H.C. Hardiyatmo, *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta:Gadjah Mada University Press, 2002.

### B. Jurnal

- [6] Risman, “Kajian Kuat Geser dan CBR Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Abu Terbang dan Kapur” *Jurnal Wahana Teknik Sipil*, vol. 13, no. 2, hal. 99-110. 2008.
- [7] Q. Wiqoyah, “Pengaruh Tras Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Lempung” *Dinamika Teknik Sipil*, vol. 7, no. 2, hal. 147-153, Juli. 2007.
- [8] Breyndah Kezia Lumikis, Sartje Monitntja, Sjachrul Balamba, Alva Sarajar, “Korelasi Antara Tegangan Geser dan Nilai CBR pada Tanah Lempung Ekspansif dengan Bahan Campuran Semen” *Jurnal Sipil Statik*, vol. 1, no. 6, Mei. 2013.

### C. Skripsi

- [9] Mirsa Susmarani, “Studi Daya Dukung Tanah Lempung Lunak yang Distabilisasi Menggunakan TX-300 Sebagai Lapisan Subgrade”, Skripsi, Universitas Lampung, Lampung. 2012.
- [10] Ardiyanto, “Pengaruh Tras Sebagai Bahan Stabilisasi Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung dengan Perendaman dan Perawatan 7 Hari (Studi Kasus Tanah lempung Tanon, Sragen)”, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah. Surakarta. 2013.
- [11] Iman Satyarno dkk, “Pemanfaatan Tras Dari Samigaluh Kulon Progo Sebagai Bahan Pozolan Untuk Campuran Mortar”, Forum Teknik Sipil. 2016.