

PENGARUH SUBSTITUSI *RESIDIUM CATALYTIC CRACKING* DAN KAPUR TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH PADA TANAH EKSPANSIF

Desy Yahra Siregar

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Korespondensi Penulis : desyyahragaps@yahoo.co.id

Abstrak

Tanah ekspansif memiliki sifat khusus yaitu memiliki potensi kembang susut yang cukup tinggi apabila terjadi perubahan kadar air. Oleh karena itu salah satu cara untuk mengatasi perilaku tanah yang kurang menguntungkan tersebut dengan metode stabilisasi tanah. Penelitian ini menggunakan stabilisasi kimia dengan memanfaatkan kapur dan RCC yang merupakan limbah dari proses peretakan minyak bumi yang dilakukan oleh PT. Pertamina Plaju kota Palembang. Penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh substitusi Residium Catalytic Cracking (RCC) dan kapur terhadap nilai kuat geser tanah ekspansif melalui uji Triaxial UU. Sampel tanah ekspansif yang distabilisasi diambil dari daerah Tanjung Api-api Km.27 kota Palembang. Bahan stabilisasi akan di substitusikan ketanah ekspansif dengan Variasi komposisi RCC dan kapur masing-masing adalah 0%, 2%, 4%, dan 6% dari berat tanah dengan masa perawatan 0 hari, 7 hari dan 14 hari. Hasil pengujian tanah asli menunjukkan bahwa tanah tersebut merupakan tanah lempung ekspansif. Sedangkan hasil uji Triaxial tanah campuran RCC dan kapur, variasi campuran RCC dan kapur tersebut meningkatkan nilai kohesi, nilai sudut geser, nilai kuat geser tanah jika dibandingkan dengan kondisi tanah asli dan tanpa campuran. Nilai kuat geser maksimum terjadi pada variasi 4% RCC dan 6% kapur dengan masa perawatan 0 hari, yaitu 2,426 kg/cm².

Kata kunci : Stabilisasi Tanah, RCC, Kapur, Kuat Geser Tanah, Uji Triaxial

1. PENDAHULUAN

1.1. Tinjauan Pustaka

Tanah ekspansif mempunyai kembang susut yang tinggi. Tanah dengan nilai kembang susut yang tinggi, air sangat berpengaruh sekali terhadap perilaku fisik dan mekanis tanah (Braja M Das, 1995). Salah satu cara yang umum dilakukan untuk perbaikan tanah tersebut adalah dengan melakukan stabilisasi tanah. Metode stabilisasi yang akan digunakan pada penelitian ini adalah stabilisasi secara kimia. Dengan menggunakan *Residium Catalytic Cracking* merupakan suatu limbah bekas pengilangan minyak yang diperoleh dari PT. Pertamina di Plaju dan kapur yang sudah dikenal sebagai bahan yang memiliki sifat tidak getas, *workability* yang baik dan daya ikat yang baik untuk batu atau bata (Tjokrodimulyo, 1992).

Penggunaan kedua bahan *stabilization agent* tersebut diharapkan dapat memperbaiki sifat-sifat fisik dari tanah lempung ekspansif itu sendiri dengan menggunakan uji Triaxial UU (*Unconsolidated Undrained*).

1.2. Rumusan masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh substitusi bahan *Residium Catalytic Cracking* dan kapur terhadap nilai kuat geser tanah lempung ekspansif melalui uji Triaxial UU (*unconsolidated Undrained*).

1.3. Tujuan penelitian

- 1) Mengetahui parameter nilai kuat geser tanah ekspansif setelah diberi bahan stabilisasi *Residium Catalytic Cracking* dan kapur.
- 2) Menentukan komposisi bahan *Residium Catalytic Cracking* dengan variasi 0%, 2%, 4%, 6% dan kapur dengan variasi 0%, 2%, 4%, 6% sebagai bahan

stabilisasi terhadap usaha meningkatkan sifat mekanis pada tanah lempung ekspansif. Sehingga dapat diketahui persentase kadar optimum dari *Residium Catalytic Cracking* dan kapur pada masa perawatan 0 hari, 7 hari, dan 14 hari.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini akan mencari jawaban dari masalah yang dihadapi dalam stabilisasi tanah ekspansif. Yang dibatasi pada permasalahan peningkatan nilai kuat geser tanah dengan substitusi serbuk *Residium Catalytic Cracking* dan kapur pada tanah lempung ekspansif dengan variasi 0%, 2%, 4%, dan 6% untuk bahan RCC dan 0%, 2%, 4%, dan 6% untuk bahan kapur, pada masa perawatan 0 hari, 7 hari, 14 hari.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Klasifikasi Tanah

a. Sistem klasifikasi *UNIFIED SYSTEM*

Sistem ini diperkenalkan oleh Casagrande pada tahun 1942, dipergunakan untuk pekerjaan pembangunan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh *The Army Corps of Engineer* selama Perang Dunia II. Dalam sistem klasifikasi ini, percobaan laboratorium yang dipakai adalah analisa ukuran butir dan batas-batas Atterberg.

b. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO membagi tanah kedalam tujuh kelompok besar yaitu A-1 sampai A-7 termasuk sub-sub kelompok. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang

digunakan hanya analisis saringan dan batas-batas Atterberg.

2.2. Tanah Lempung Ekspansif

Tanah ekspansif dalam definisi yang sederhana, adalah tanah yang mempunyai kemampuan untuk mengembang dan menyusut (*shrink – swell phenomena*) akibat perubahan kondisi airnya. Potensi pengembangan tanah dapat diketahui berdasarkan nilai indeks plastisitasnya (IP). Untuk tanah lempung yang dapat dikategorikan kedalam tanah lempung yang ekspansif yakni yang memiliki potensi pengembangan yang sangat tinggi batasan nilai indeks plastisitasnya (IP) > 35%. Sifat-sifat fisis tanah yang mempengaruhi pengembangan tanah ekspansif di antaranya adalah kadar air, kepadatan kering (*Dry Density*) dan *Indeks Properties*.

2.3. Stabilisasi Tanah

Stabilisasi adalah suatu usaha untuk perbaikan sifat-sifat tanah asli yang kurang baik menjadi material yang memiliki sifat yang lebih baik agar dapat mencapai persyaratan teknik yang digunakan dalam perencanaan konstruksi.

Perbaikan sifat tanah asli pada dasarnya untuk meningkatkan daya dukung tanah. Ada kalanya tanah asli atau tanah timbunan yang ada dilapangan tidak dapat memenuhi persyaratan teknis sebagai bahan konstruksi, misalnya mudah dipengaruhi air seperti tanah ekspansif. Maka tanah tersebut tidak dapat langsung dimanfaatkan dan tanah tersebut perlu dilakukan stabilisasi atau diperbaiki.

2.4. Residuum Catalytic Cracking (RCC)

Residuum Catalytic cracking (RCC) merupakan bahan limbah dari proses pengilangan minyak bumi yang dilakukan oleh PT Pertamina. Bahan ini berbentuk butiran halus berwarna putih keabu-abuan, sangat ringan (berat jenis 2,35 – 2,38) dengan unsur silika dan alumina dan dikategorikan sebagai bahan pozolan buatan. Karena sifat-sifatnya tersebut, banyak penelitian yang sudah dilakukan tentang pemanfaatan RCC sebagai bahan tambahan atau pengganti untuk meningkatkan mutu suatu material seperti beton, aspal, tanah dan lain-lain. Penggunaan RCC sebagai bahan stabilisasi tanah lempung didasarkan pada sifat RCC nya untuk meningkatkan nilai tegangan geser dan nilai CBR dari tanah asli dan mengurangi *Swelling Potensial* dari tanah ekspansif.

2.5. Kapur

Kapur dikenal sebagai bahan yang memiliki fungsi sebagai bahan ikat dalam pembuatan dinding dan pilar. Sifat-sifat kapur adalah tidak getas, mudah dan cepat mengeras, *workability* baik dan mempunyai daya ikat untuk batu atau bata (Tjokrodimulyo, 1992). Bahan dasar kapur adalah batu kapur atau dolomit, yang mengandung senyawa kalsium karbonat (CaCO₃).

2.6. Parameter Kuat Geser Tanah

Kekuatan geser (*shear strength*) adalah perlawanan maksimum yang berikan oleh tanah untuk menahan tegangan akibat geseran yang terjadi pada tanah itu.

$$\text{Tegangan Geser } (\tau) = \frac{\text{gaya geser}}{\text{luas bidang}} \quad (1)$$

Pada tanah yang berbutir kasar pengaruh utama adalah gesekan, pada tanah yang berbutir halus pengaruh utama adalah kohesi. Sehingga pada tanah kombinasi pasir dan lempung terjadi kedua pengaruh tadi, maka pada tanah ada 3 macam istilah :

1. Friction Soil = non cohesive soil = ϕ soil
2. Cohesive soil = C soil
3. Cohesive – friction soil = C- ϕ soil

Selanjutnya untuk mendapatkan parameter penentu kuat geser (ϕ dan C) dapat dilakukan dengan pengujian triaxial.

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisis – analisis kapasitas dukung tanah, stabilitas lereng dan gaya dorong pada dinding penahan tanah. Mohr (1910) memberikan teori bahwa keruntuhan suatu bahan dapat terjadi oleh akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Selanjutnya hubungan fungsi antar tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya, dinyatakan menurut persamaan :

$$\tau = f(\sigma) \quad (2)$$

Dengan τ adalah tegangan geser pada saat terjadinya keruntuhan atau kegagalan, dan σ adalah tegangan normal pada saat kondisi tersebut. Menurut Coulomb (1776) kekuatan geser tanah dinyatakan dengan persamaan :

$$\tau = c + \sigma \text{ tg } \Phi \quad (3)$$

Keterangan:

τ = kuat geser tanah (kg/cm²)

c = kohesi tanah (kg/cm²)

Φ = sudut gesek dalam tanah (°)

σ = tegangan normal pada bidang runtuh (kg/cm²)

Kuat geser tanah juga bisa dinyatakan dalam bentuk tegangan – tegangan efektif σ_1 dan σ_3 pada saat terjadi keruntuhan. Persamaan tegangan geser dinyatakan oleh:

$$\tau = \frac{1}{2} (\sigma_1 - \sigma_3) \sin 2\theta \quad (4)$$

$$\sigma = \frac{1}{2} (\sigma_1 + \sigma_3) + \frac{1}{2} (\sigma_1 - \sigma_3) \cos 2\theta \quad (5)$$

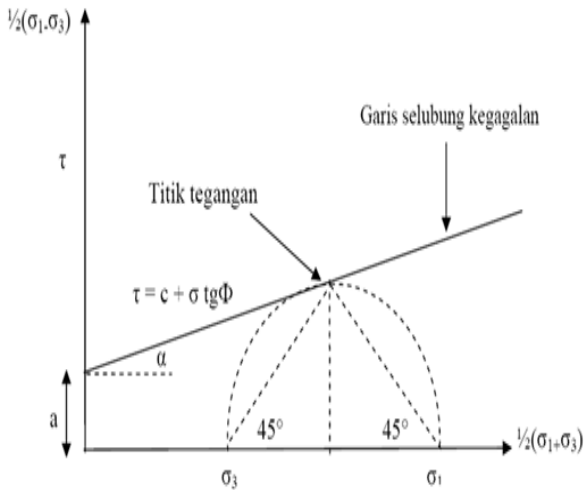
$$\theta = 45^\circ + \Phi/2 \quad (6)$$

θ = Sudut teoritis antara bidang horizontal dengan bidang runtuh.

Bila kedudukan tegangan – tegangan digambarkan dalam koordinat p-q, dengan:

$$p = \frac{1}{2} (\sigma_1 + \sigma_3) \text{ dan } q = \frac{1}{2} (\sigma_1 - \sigma_3) \quad (7)$$

Kedudukan tegangan dapat ditunjukkan oleh sebuah titik tegangan sebagai ganti dari lingkaran Mohr (gambar 2.1.)



(Sumber : Nakazawa, 1981)
Gambar 1. Kondisi tegangan yang mewakili $\tau = c + \sigma \text{tg } \Phi$

Pada gambar 1. garis selubung kegagalan ditunjukkan oleh persamaan:

$$\frac{1}{2} (\sigma_1 - \sigma_3) = a' + \frac{1}{2} (\sigma_1 + \sigma_3) \text{tg } \alpha' \quad (8)$$

Dengan a' dan α' adalah parameter modifikasi dari kuat gesernya. Parameter c' dan Φ' diperoleh dari persamaan:

$$\Phi' = \text{arc sin} (\text{tg } \alpha') \quad (9)$$

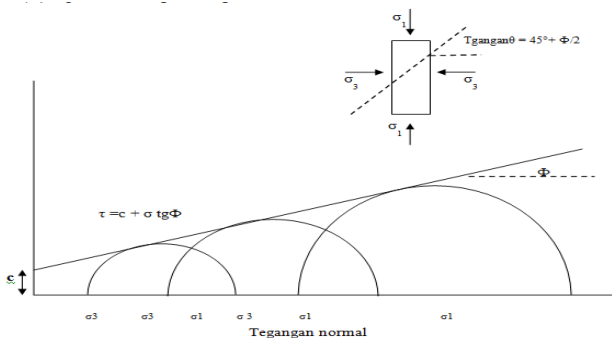
$$c' = \frac{a'}{\cos \phi'} \quad (10)$$

2.7. Pengujian Triaxial

Dewasa ini, uji geser triaksial adalah uji yang paling dapat diandalkan untuk menentukan parameter tegangan geser yaitu c (kohesi) dan Φ (sudut geser dalam) dalam tegangan total ataupun efektif yang mendekati keadaan aslinya di lapangan.

- $\sigma_1 - \sigma_3$ = Tegangan deviator ($\Delta\sigma$)
- τ = Tegangan geser
- σ_n = Tegangan normal
- c = Kohesi
- Φ = Sudut geser dalam
- θ = Sudut antara bidang horizontal dengan bidang runtuh

Dengan rumus Mohr-Coulomb $\tau = c + \sigma \text{tg } \Phi$, maka kohesi (c) dan sudut geser dalam tanah (Φ) dapat dicari dengan cara grafis.



(Sumber : Nakazawa, 1981)

Gambar 2. Lingkaran mohr (cara grafis penentuan c dan Φ)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Dimana seluruh kegiatan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya Indralaya. Tahapan pertama dalam penelitian ini meliputi studi literatur, seperti mempelajari penelitian sejenis yang pernah dilakukan sebelumnya, teori-teori yang menunjang stabilisasi tanah, metode-metode perbaikan tanah, prosedur pengujian, dan teknik analisis data.

3.2. Studi Literatur

Studi kepustakaan atau studi literatur dilakukan dengan mengkaji dan mempelajari buku-buku, jurnal ilmiah, skripsi terdahulu, dan studi literatur lainnya yang berkenaan dengan pokok bahasan yang akan dikaji. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan teori-teori yang dapat dijadikan acuan atau petunjuk dalam melakukan pengujian dan pembahasan.

3.3. Pekerjaan Lapangan

Pekerjaan lapangan yaitu berupa pengambilan sampel tanah ekspansif. Pengambilan contoh tanah terganggu berupa tanah lempung ekspansif di daerah Tanjung Api - api, Sumatera Selatan. Pekerjaan lapangan yaitu berupa pengambilan sampel tanah ekspansif dan pengambilan bahan stabilisasi. Sampel tanah ekspansif diambil dari daerah Tanjung Api-api km.27 kota Palembang Sumatera Selatan. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan dua cara yaitu pengambilan sampel tanah terganggu (*Disturbedsoil*) dan tanah tidak terganggu (*Undisturbedsoil*).

3.4. Pengujian Laboratorium

Setelah pengambilan sampel tanah, dilakukan pengujian laboratorium. Pemeriksaan sampel tanah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Sriwijaya, seperti pengujian indeks properties dan pengujian pemadatan tanah dan pengujian Triaxial UU (*Unconsolidated Undrained*).

3.4.1. Pengujian Indeks Properties Tanah

- 1) Berat Jenis Tanah, yaitu perbandingan antara berat tanah tersebut dengan berat air untuk mengetahui besarnya berat jenis bahan dari butir-butir tanah. Pengujian ini mengacu pada ASTM D-854
- 2) Batas - Batas *Atterberg*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai parameter batas cair, batas plastis tanah, indeks plastisitas, serta aktivitas dari sampel tanah. Dengan percobaan ini, didapat nilai indeks plastis yang menentukan apakah tanah yang akan diuji termasuk tanah ekspansif atau tidak.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D 423-66 dan ASTM D 424-74.

- 3) Analisis Saringan, untuk menentukan pembagian ukuran butir tanah. Pengujian ini mengacu pada ASTM D421 dan ASTM D422.

3.4.2. Pengujian Pemadatan Standar

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan hubungan antara kadar air optimum (Optimum Moisture Content = OMC = w_{opt}) dan berat isi kering maksimum (Maximum Dry Density = γ_d maks). Hasil dari pemadatan ini akan menghasilkan nilai kadar air optimum yang akan digunakan untuk pembuatan sampel benda uji triaxial. Sistem pemadatan yang digunakan adalah pengujian pemadatan standar (*Standard Compaction Test*).

3.5. Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini benda uji berupa tanah campuran yang dibuat berdasarkan variasi substitusi *Residuum Catalytic Cracking* dan kapur sebagai bahan *additive*-nya. Dengan masa perawatan benda uji selama 0 hari, 7 hari dan 14 hari.

3.6. Pengujian Triaxial

Percobaan ini mencakup uji kuat geser untuk tanah berbentuk silinder berdiameter 38,1 mm dengan tinggi 76,2 mm pada tanah asli dari lapangan. Pengujian dilakukan dengan alat konvensional dalam kondisi contoh tanah tidak terkonsolidasi dan air pori tidak teralir (*Unconsolidated Undrained*).

3.7. Analisis Hasil dan Pembahasan

Data yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium dianalisa guna mengetahui pengaruh *Residuum Catalytic Cracking* dan Kapur terhadap kuat geser tanah ekspansif. Data yang akan diolah berupa data *soil properties* dan triaxial UU (*Unconsolidated Undrained*) tanah asli dan tanah campuran. (*Unconsolidated Undrained*).

3.8. Kesimpulan dan Saran

Setelah data dianalisa kemudian dilakukan pembahasan. Kemudian dari hasil analisa data dan pembahasan tersebut dapat ditarik kesimpulan dan saran-saran yang dapat diberikan. hari.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Sifat Fisis tanah

Rekapitulasi hasil pengujian sifat fisis dan klasifikasi tanah dapat dilihat pada Tabel 1. Berikut

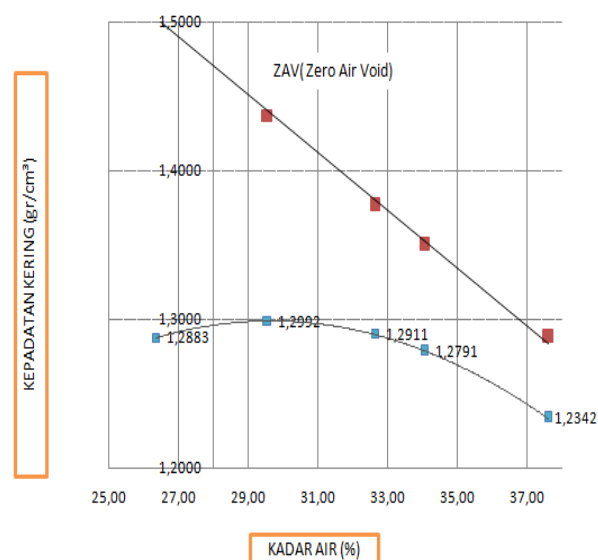
Tabel 1. Rekapitulasi Sifat Fisis dan Klasifikasi Tanah

No.	Pengujian	Hasil Pengujian Tanah
1	Kadar Air Asli	69.31%
2	Berat Jenis (Gs)	2.64
3	Tanah Lolos Saringan No.40 ($<0,425\text{mm}$)	91.33%
4	Tanah Lolos Saringan No.200 ($<0,075\text{mm}$)	86.85%
5	Batas Cair (LL)	67.70%
6	Batas Plastis (PL)	32.37%
7	Indeks Plastis (IP)	35.33%
8	Jenis Tanah Menurut AASHTO	A-7-5
9	Jenis Tanah Menurut USCS	Silty clay CH

Dari hasil percobaan dilaboratorium terhadap pengujian indeks propertis tanah menunjukkan bahwa tanah yang berasal dari daerah Tanjung Api – api Km.27 kota Palembang ini memiliki berat jenis sebesar 2.64 kg/cm^3 dengan batas plastis 32.37%, batas cair 67.7% dan indeks plastisitas 35.33%. Tanah uji merupakan tanah silty clay CH. Pada pengujian sifat fisis tanah, tanah tergolong tanah jenis A-7-5 berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO.

4.2. Pengujian Pemadatan Tanah Standar

Pengujian pemadatan ini dilakukan dengan metode Pemadatan Standar Proctor. Dari hasil pengujian pemadatan ini didapat nilai berat kering maksimum ($\gamma_{d,max}$) sebesar 1.2992 kg/cm^3 dan kadar air optimum sebesar 30.8 %..Hasil pengujian pemadatan tanah selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2. Berikut



Gambar 1. Kurva Hasil Pemadatan Tanah Standar

4.3. Pengujian Triaxial

Pengujian Triaxial UU dimaksudkan untuk mengetahui perubahan nilai – nilai variabel bebas, yaitu nilai parameter kohesi (C) dan sudut geser (Φ) tanah

setelah ditambah zat *additive* yaitu *Residuum Catalytic Cracking (RCC)* dan Kapur dengan persentase tertentu.

4.3.1. Nilai Kohesi Tanah (c)

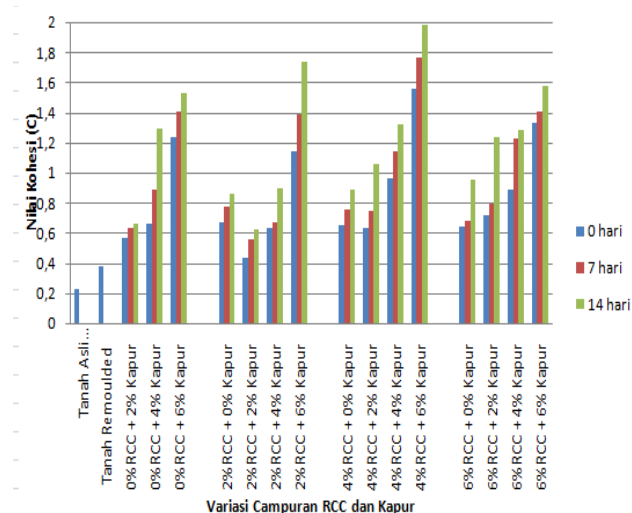
Perubahan nilai kohesi tanah (c) dapat dilihat pada Tabel rekapitulasi perubahan nilai kohesi di bawah ini

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai Kohesi (c)

Komposisi Campuran	Nilai Kohesi (C) (kg/cm ²)		
	0 Hari	7 Hari	14 Hari
Tanah Asli (<i>Undisturbed</i>)	0,23		
Tanah <i>Remoulded</i>	0,38		
98% Tanah Ekspansif + 0% RCC + 2% Kapur	0,57	0,63	0,66
96% Tanah Ekspansif + 0% RCC + 4% Kapur	0,66	0,89	1,24
94% Tanah Ekspansif + 0% RCC + 6% Kapur	1,24	1,41	1,53
98% Tanah Ekspansif + 2% RCC + 0% Kapur	0,67	0,78	0,89
96% Tanah Ekspansif + 2% RCC + 2% Kapur	0,44	0,56	0,62
94% Tanah Ekspansif + 2% RCC + 4% Kapur	0,63	0,67	0,90
92% Tanah Ekspansif + 2% RCC + 6% Kapur	1,14	1,39	1,74
96% Tanah Ekspansif + 4% RCC + 0% Kapur	0,65	0,76	0,89
94% Tanah Ekspansif + 4% RCC + 2% Kapur	0,63	0,75	1,06
92% Tanah Ekspansif + 4% RCC + 4% Kapur	0,96	1,14	1,32
90% Tanah Ekspansif + 4% RCC + 6% Kapur	1,56	1,77	1,98
94% Tanah Ekspansif + 6% RCC + 0% Kapur	0,64	0,68	0,95
92% Tanah Ekspansif + 6% RCC + 2% Kapur	0,72	0,79	1,24
90% Tanah Ekspansif + 6% RCC + 4% Kapur	0,89	1,23	1,28
88% Tanah Ekspansif + 6% RCC + 6% Kapur	1,33	1,41	1,59

(Sumber: Hasil penelitian oleh penulis)

Adapun perubahan nilai kohesi pada tiap – tiap komposisi pencampuran RCC dan Kapur berdasarkan masa perawatannya dapat digambarkan melalui diagram berikut



Gambar 2. Diagram Perubahan Nilai Kohesi

Nilai kohesi yang semula sebesar 0.23 kg/cm² pada tanah asli dan 0.38 kg/cm² pada tanah *remoulded* di semua masa perawatan mengalami peningkatan. Nilai kohesi meningkat seiring penambahan komposisi campuran dan lama masa perawatan. Karena penambahan bahan tersebut dapat semakin memperbesar dan menyebabkan perubahan reaksi antara partikel tanah dengan butiran RCC dan kapur dan reaksi tersebut mengubah sifat fisis tanah. Dari Tabel 2. nilai kohesi maksimum pada komposisi campuran 4% RCC + 6% Kapur, yaitu sebesar 1.98 kg/cm² pada masa perawatan 14 hari.

4.3.2. Nilai Sudut Geser Tanah

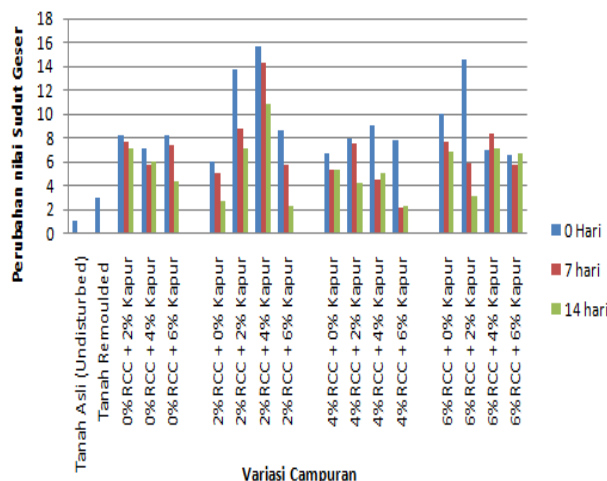
Perubahan nilai sudut geser dapat dilihat pada Tabel 3. berikut

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai Sudut Geser

Komposisi Campuran	Nilai Sudut Geser (Ø) (°)		
	0 Hari	7 Hari	14 Hari
Tanah Asli (<i>Undisturbed</i>)	1,1		
Tanah <i>Remoulded</i>	2,98		
98% Tanah Ekspansif + 0% RCC + 2% Kapur	8,24	7,72	7,18
96% Tanah Ekspansif + 0% RCC + 4% Kapur	7,18	5,72	6,04
94% Tanah Ekspansif + 0% RCC + 6% Kapur	8,27	7,33	4,32
98% Tanah Ekspansif + 2% RCC + 0% Kapur	5,98	5,05	2,74
96% Tanah Ekspansif + 2% RCC + 2% Kapur	13,7	8,81	7,11
94% Tanah Ekspansif + 2% RCC + 4% Kapur	15,67	14,31	10,8
92% Tanah Ekspansif + 2% RCC + 6% Kapur	8,61	5,71	2,24
96% Tanah Ekspansif + 4% RCC + 0% Kapur	6,69	5,35	5,33
94% Tanah Ekspansif + 4% RCC + 2% Kapur	7,95	7,57	4,247
92% Tanah Ekspansif + 4% RCC + 4% Kapur	9,08	4,51	5,07
90% Tanah Ekspansif + 4% RCC + 6% Kapur	7,85	2,17	2,31
94% Tanah Ekspansif + 6% RCC + 0% Kapur	9,99	7,72	6,89
92% Tanah Ekspansif + 6% RCC + 2% Kapur	14,52	5,85	3,11
90% Tanah Ekspansif + 6% RCC + 4% Kapur	6,93	8,32	7,09
88% Tanah Ekspansif + 6% RCC + 6% Kapur	6,52	5,74	6,77

(Sumber: Hasil penelitian oleh penulis)

Adapun perubahan nilai sudut geser pada tiap – tiap komposisi pencampuran RCC dan kapur dapat digambarkan melalui diagram berikut



Gambar 3. Diagram Perubahan Nilai Sudut Geser

Untuk nilai sudut geser dalam pada tanah *undisturbed* sebesar 1,1 ° dan pada tanah *remoulded* sebesar 2,98° mengalami peningkatan yang bervariasi pada kombinasi campuran. Namun masa perawatan yang semakin lama membuat nilai sudut geser dalam memiliki kecenderungan menurun. Dikarenakan terjadi proses sementasi yang disebabkan oleh reaksi antara komposisi campuran dengan air. Proses sementasi ini menyebabkan daya ikat yang semakin tinggi sehingga butiran tidak mudah lepas. Inilah yang menyebabkan nilai sudut geser menurun. Nilai maksimum sudut geser dalam terjadi pada variasi campuran 2% RCC+ 4% Kapur pada masa perawatan 0 hari, yaitu sebesar 15,67°.

4.3.3. Nilai Kuat Geser Tanah

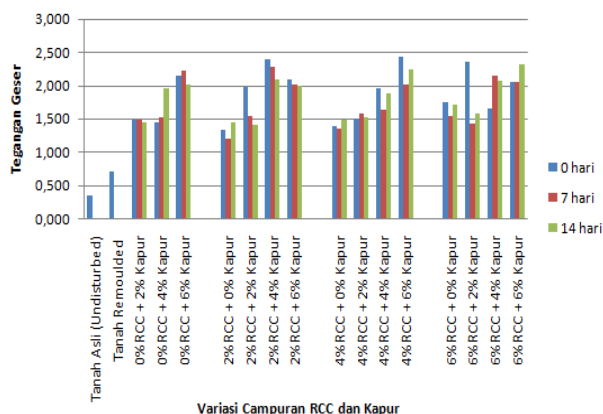
Perubahan nilai Kuat Geser tanah pada setiap variasi komposisi campuran RCC dan kapur dapat dilihat pada Tabel rekapitulasi Nilai Kuat geser dibawah ini

Tabel 4. Rekapitulasi Nilai Kuat Geser

Komposisi Campuran	Tegangan Geser		
	0 Hari	7 Hari	14 Hari
Tanah Asli (Undisturbed)	0,351		
Tanah Remoulded	0,707		
98% Tanah Ekspansif + 0% RCC + 2% Kapur	1,479	1,481	1,451
96% Tanah Ekspansif + 0% RCC + 4% Kapur	1,451	1,519	1,954
94% Tanah Ekspansif + 0% RCC + 6% Kapur	2,153	2,218	2,004
98% Tanah Ekspansif + 2% RCC + 0% Kapur	1,328	1,19	1,582
96% Tanah Ekspansif + 2% RCC + 2% Kapur	1,971	1,533	1,403
94% Tanah Ekspansif + 2% RCC + 4% Kapur	2,392	2,272	2,098
92% Tanah Ekspansif + 2% RCC + 6% Kapur	2,091	2,018	1,986
96% Tanah Ekspansif + 4% RCC + 0% Kapur	1,386	1,348	1,444
94% Tanah Ekspansif + 4% RCC + 2% Kapur	1,507	1,585	1,526
92% Tanah Ekspansif + 4% RCC + 4% Kapur	1,964	1,635	1,877
90% Tanah Ekspansif + 4% RCC + 6% Kapur	2,426	2,008	2,233
94% Tanah Ekspansif + 6% RCC + 0% Kapur	1,746	1,531	1,709
92% Tanah Ekspansif + 6% RCC + 2% Kapur	2,346	1,433	1,581
90% Tanah Ekspansif + 6% RCC + 4% Kapur	1,653	2,148	2,061
88% Tanah Ekspansif + 6% RCC + 6% Kapur	2,048	2,041	2,326

(Sumber: Hasil penelitian oleh penulis)

Adapun perubahan nilai sudut geser pada tiap – tiap komposisi pencampuran RCC dan kapur dapat digambarkan melalui diagram berikut



Gambar 4. Diagram Perubahan Nilai Kuat Geser

Dari hasil percobaan triaxial UU (*unconsolidated un drained*) di laboratorium, terlihat pengaruh substitusi *Residuum Catalytic Cracking* (RCC) dan kapur terhadap tanah ekspansif. Untuk nilai kuat geser tanah pada setiap komposisi campuran terlihat semakin meningkat dibandingkan tanah asli dan tanah *remoulded*. Untuk nilai kuat geser tanah *undisturbed* sebesar 0,351 kg/cm² dan pada tanah *remoulded* sebesar 0,707kg/cm². Nilai kuat geser tanah maksimum terjadi pada variasi campuran 4% RCC + 6% Kapur pada masa perawatan 0 hari, yaitu sebesar 2,426 kg/cm².

4.4. Pembahasan

Berdasarkan data yang diperoleh dapat dilihat bahwa pengaruh dari perbaikan tanah menggunakan stabilisasi bahan campuran RCC dan kapur dapat mempengaruhi parameter nilai kuat geser tanah yaitu nilai kohesi tanah dan sudut geser dalam tanah. Parameter nilai kuat geser

tanah meningkat seiring penambahan komposisi campuran dan lama masa perawatan. Karena penambahan bahan tersebut dapat semakin memperbesar dan menyebabkan perubahan reaksi antara partikel tanah dengan butiran RCC dan kapur dan reaksi tersebut mengubah sifat fisis tanah.

Kenaikan persentase kohesi yang demikian besar tersebut kemungkinan disebabkan oleh sifat Kapur dan RCC. Dimana kapur memiliki daya ikat dan menurunkan sifat sensitif terhadap air dan juga memiliki butiran yang halus dan unsur nya saling mengikat dengan partikel lainnya. Sedangkan RCC mengandung silika yang cukup tinggi. Kedua bahan campuran tersebut semakin kompak yang dapat menyerap air karena kepadatan porinya rendah dan berongga, sehingga mengurangi kadar air dalam tanah dan membuatnya menjadi lebih padat.

Oleh karena itulah kedua bahan campuran ini di kombinasikan untuk mendapatkan persentase maksimum pada kedua bahan tersebut yang dapat meningkatkan kerapatan tanah sehingga nilai kohesi tanah atau sudut geser meningkat. Hal ini dapat dilihat dari hasil yang diperoleh pada persentase kenaikan nilai kuat geser tanah yaitu sebesar 243,154%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian sebelumnya serta melalui analisa data yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Tanah yang diambil dari Tanjung Api-Api Km.27 kota Palembang Sumatera Selatan ini, di golongan sebagai jenis tanah lempung ekspansif karena memiliki indeks plastisitas 35,33%. Pada sistem klasifikasi Unified tanah ini termasuk pada kelompok CH yaitu jenis tanah yang mempunyai plastisitas tinggi.
- 2) Pada uji triaxial UU (*Unconsolidated Undrained*) tanah asli, terlihat perbedaan nilai hasil uji antara tanah asli tanpa pemadatan (*Undisturb*) dan tanah asli dengan pemadatan (*remoulded*), dimana nilai kohesi *undisturb* sebesar 0,23 kg/cm² dan *remoulded* sebesar 0,38 kg/cm², untuk nilai sudut geser *undisturb* sebesar 1,1° dan untuk *remoulded* sebesar 2,98°, dan untuk nilai kuat geser *undisturb* 0,351 kg/cm², dan *remoulded* sebesar 0,707 kg/cm².
- 3) *Residuum Catalytic Cracking* (RCC) dan kapur yang disubstitusikan ketanah ekspansif mampu memberi pengaruh positif yaitu berupa kenaikan parameter kuat geser tanah baik nilai kohesi (c) maupun sudut geser (φ) serta nilai kuat geser itu sendiri.
- 4) Pada pencampuran RCC tanpa kapur dengan tanah ekspansif, nilai kohesi maksimum terjadi pada persentase 2% yaitu sebesar 1,36 kg/cm², nilai sudut geser dalam maksimum terjadi pada persentase 6% yaitu sebesar 9,99°, dan nilai kuat geser maksimum terjadi pada persentase 6% yaitu 1,7246 kg/cm².
- 5) Pada pencampuran kapur tanpa RCC dengan tanah ekspansif nilai kohesi maksimum terjadi pada persentase 6% yaitu sebesar 1,53 kg/cm², nilai sudut geser dalam maksimum terjadi pada persentase 6%

yaitu 8,27°, dan nilai kuat geser maksimum terjadi pada persentase 6% yaitu sebesar 2,218 kg/cm².

- 6) Nilai Kohesi, sudut geser dalam, dan kuat geser maksimum terjadi pada komposisi 4% RCC dan 6% Kapur dimana nilainya masing-masing adalah 1,98 kg/cm², 9,99°, dan 2,426 kg/cm².
- 7) Penambahan RCC dan kapur efektif untuk menaikkan nilai kuat geser tanah. Hal itu dapat dilihat dari parameter kuat geser yang mengalami kenaikan. Nilai kohesi mengalami kenaikan sebesar 421,05% , dan kenaikan sudut geser maksimum terjadi sebesar 425,834%, sedangkan untuk kuat geser mengalami kenaikan sebesar 243,154%.

Tanah Dengan Uji Triaxial, Jurnal Universitas Sriwijaya

- 12) Permana, Yuda, 2009, *Studi Penggunaan Limbah Kilang Minyak (Residuum Catalytic Cracking 15, RCC15) pada Perbaikan Tanah Ekspansif (Studi Kasus : Tanah Gedebage Bandung)*. ITENAS, Bandung
- 13) Risman, 2011, *Peningkatan CBR dan Kuat Geser Tanah Lempung yang distabilisasi dengan kapur dan abu sekam*. Jurnal, Politeknik Negeri Semarang

5.2. Saran

- 1) Untuk kombinasi campuran RCC dan kapur sebagai stabilisator tanah dapat digunakan kombinasi 4% RCC dan 6% kapur
- 2) Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya terlebih dahulu melakukan penelitian mengenai kandungan mineral dan unsur kimiawi yang terdapat dalam RCC dan kapur agar dapat diketahui secara pasti reaksi ikatan antara RCC, kapur, dan butiran tanah.
- 3) Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan jenis tanah yang berbeda, dengan variasi persentase campuran yang berbeda atau masa perawatan yang lebih bervariasi, sehingga nantinya diharapkan mendapat hasil yang semakin akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Bowles, J. E. 1993. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Edisi Kedua. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- 2) Chen, F.H. 1975. *Foundation on Expansive Soils*. Elsevier Scientific Publishing Company, New York.
- 3) Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. *Mekanika Tanah I*. Cetakan Kelima. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta .
- 4) Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. *Mekanika Tanah II*, Jilid 1, edisi 3. PT Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- 5) M. Das, Braja. 1995. *Mekanika tanah (Prinsip-prinsip rekayasa Geoteknis)*. Jilid 1, edisi 4. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- 6) Nakazawa, K., Suyono Sosrodarsono. 2000. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Cetakan ketujuh. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- 7) Oemar, Bakrie, Nurly Gofar, dan Ratna dewi. 2010. *Petunjuk Pratikum Mekanika Tanah*. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- 8) Shirley, Ir. 1994. *Geoteknik dan Mekanika Tanah*. Penerbit Nova, Bandung.
- 9) Terzaghi, karl, dan Ralph B.Peck. 1993. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. edisi kedua. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- 10) ASTM, (1997), *ASTM Standards D 2850 Triaxial Test*.
- 11) Aris. 2013. *Analisa Pengaruh Substitusi Material Abu tandan Sawit dan Gypsum pada tanah lempung Ekspansif Terhadap Parameter kuat geser*