

Korelasi Kuat Tekan dengan Kuat Geser pada Tanah Lempung yang Didistribusi dengan Variasi Campuran Pasir

Albertus Willy P¹⁾

Iswan²⁾

M.Jafri²⁾

Abstract

This research aims to determine the compressive strength and shear strength on clay which is substituted with a mixture of sand variations. Soil tested in this study is derived from clay of Belimbing Sari Village, Jabung District, East Lampung. This is done because if you set up a structure on top of the clay will cause some problems, among others, the small value of compressive strength and shear strength of the soil.

To determine the effect of mixing clay with sand on the compressive strength and shear strength, it is done by varying the mixing of sand by 10%, 20%, 30%, 40%. From the test results it is obtained that the increase in shear strength to a maximum of 0.7534 kg / cm² and a decrease in cohesion value of 0.10 kg / cm² at mixing the sand as much as 40%. In the compressive strength reaches a maximum value at 30% of the mixing done 4 variation is equal to 0.4996 kg / cm³. The greater the level of sand were added then the lesser the value of the soil cohesion, friction angle and the compressive strength will increase although the maximum compressive strength value in mixing 30% sand.

Keywords : Clay, Sand, Soil Compressive Strength, Soil Strength Press

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi kuat tekan dan kuat geser pada tanah lempung yang disubstitusi dengan variasi campuran pasir. Tanah yang diuji pada penelitian ini berasal dari tanah lempung Desa Belimbing Sari, Kecamatan Jabung, Lampung Timur. Hal ini dilakukan karena jika mendirikan struktur di atas tanah lempung akan menimbulkan beberapa permasalahan, antara lain kecilnya nilai kuat tekan dan nilai kuat geser pada tanah tersebut.

Untuk mengetahui pengaruh pencampuran tanah lempung dengan pasir terhadap nilai kuat tekan dan nilai kuat geser, maka dilakukan dengan cara membuat variasi pencampuran pasir sebesar 10%, 20%, 30% dan 40%. Dari hasil pengujian didapatkan peningkatan nilai kuat geser maksimum sebesar 0,7534 kg/cm² dan penurunan nilai kohesi sebesar 0,10 kg/cm² pada pencampuran pasir sebanyak 40%. Pada nilai kuat tekan mencapai nilai maksimum pada pencampuran 30% dari 4 variasi yang dilakukan yaitu sebesar 0,4996 kg/cm³. Semakin besar kadar pasir yang ditambahkan maka semakin menurun nilai kohesi tanah tersebut, sudut geser dan nilai kuat tekan akan menjadi semakin meningkat walaupun nilai kuat tekan maksimum di pencampuran 30% pasir.

Kata kunci : Tanah Lempung, Pasir, Kuat Tekan Tanah, Kuat Geser Tanah

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedung Meneng Bandar Lampung. 35145 surel: albertus_willypratama@yahoo.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Surel : ahmadzakaria@unila.ac.id

1. PENDAHULUAN

Dalam perencanaan dan pekerjaan suatu konstruksi bangunan sipil tanah mempunyai peranan yang sangat penting. Dalam hal ini, tanah berfungsi sebagai penahan beban akibat konstruksi di atas tanah yang harus bisa memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya yang turut diperhitungkan, kemudian dapat meneruskannya ke dalam tanah sampai ke lapisan atau kedalaman tertentu. Sehingga kuat atau tidaknya bangunan/konstruksi itu juga dipengaruhi oleh kondisi tanah yang ada. Salah satu tanah yang biasa ditemukan pada suatu konstruksi yaitu jenis tanah lempung.

Tanah lempung pada kondisi basah mempunyai kandungan air yang besar, volume yang lebih besar karena tanah mengalami pengembangan, dan tanah menjadi lunak, sehingga dalam kondisi ini tanah lempung mempunyai kemampuan yang sangat rendah untuk mendukung beban. Tanah lempung juga merupakan suatu jenis tanah kohesif yang mempunyai sifat yang sangat kurang menguntungkan dalam konstruksi teknik sipil yaitu kuat geser rendah dan kompresibilitasnya yang besar. Kuat geser yang rendah mengakibatkan terbatasnya beban (beban sementara ataupun beban tetap) yang dapat bekerja di atasnya sedangkan kompresibilitasnya yang besar mengakibatkan terjadinya penurunan setelah pembangunan selesai. Selain itu dapat menimbulkan masalah yang cukup besar dalam bidang Teknik Sipil lainnya seperti: retak dinding, terangkatnya pondasi, dan jalan bergelombang.

Uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*) merupakan cara yang dilakukan di laboratorium untuk menghitung kekuatan geser tanah. Uji kuat ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut.

Kekuatan geser (*shear strength*) tanah merupakan gaya tahanan internal yang bekerja per satuan luas masa tanah untuk menahan keruntuhan atau kegagalan sepanjang bidang runtuh dalam masa tanah tersebut.

Pasir merupakan agregat alami yang berasal dari letusan gunung berapi, sungai, dalam tanah dan pantai oleh karena itu pasir dapat digolongkan dalam tiga macam yaitu pasir galian, pasir laut dan pasir sungai. Pada konstruksi bahan bangunan pasir digunakan sebagai agregat halus dalam campuran beton, bahan spesi, perekat pasangan bata maupun keramik, pasir urug, screed lantai dll. Selain itu pasir juga bisa digunakan sebagai bahan campuran untuk stabilisasi tanah.

Analisis korelasi merupakan salah satu teknik statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara dua variabel atau lebih yang bersifat kuantitatif. Dapat diartikan bahwa adanya perubahan sebuah variabel disebabkan atau akan diikuti dengan perubahan variabel lain. Dalam penelitian ini dalam bentuk hubungan perubahan antara kuat tekan dan kuat geser tanah lempung yang disubstitusi/dicampur dengan pasir.

Dalam penelitian ini untuk mengetahui perilaku tanah lempung berpasir dilakukan dengan menggunakan bahan campuran pasir. Bahan pencampur seperti pasir yang akan digunakan diharapkan dapat mengetahui sifat-sifat tanah lempung berpasir terhadap ketahanan tekan dan kuat geser sebelum tanah tersebut akan digunakan untuk mendirikan bangunan atau konstruksi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci (Das, 1995)

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Selain itu, permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi dan Peck, 1987).

Pasir merupakan partikel penyusun tanah yang sebagian besar terdiri dari mineral *quartz* dan *feldspar*. Sifat-sifat yang dimiliki tanah pasir adalah sebagai berikut (Das, 1995):

1. Ukuran butiran antara 2 mm – 0,075 mm.
2. Bersifat non kohesif.
3. Kenaikan air kapiler yang rendah, antara 0,12 – 1,2 m.
4. Memiliki nilai koefisien permeabilitas antara 1,0 – 0,001 cm/det.
5. Proses penurunan sedang sampai cepat.

Pada tanah lempung berpasir persentase didominasi oleh partikel lempung dan pasir walaupun terkadang juga terdapat sedikit kandungan kerikil ataupun lanau.

Kuat tekan bebas merupakan pengujian yang umum dilaksanakan dan dipakai dalam proses penyelidikan sifat-sifat stabilisasi tanah. Disamping pelaksanaannya yang praktis, sampel yang dibutuhkan juga tidak banyak. Dalam pembuatan benda uji sebagai dasar adalah kepadatan maksimum yang diperoleh dari percobaan pemadatan

$$q_u = K.R / A \quad (1)$$

Dimana:

- q_u = Kuat tekan bebas
 K = Kalibrasi proving ring
 A = Luas
 R = Pembacaan maksimum

Kuat geser (*shear strength*) tanah merupakan gaya tahanan internal yang bekerja per satuan luas masa tanah untuk menahan keruntuhan atau kegagalan sepanjang bidang runtuh dalam masa tanah tersebut. Pemahaman terhadap proses dari perlawanan geser sangat diperlukan untuk analisis stabilitas tanah seperti kuat dukung, stabilitas lereng, tekanan tanah lateral pada struktur penahan tanah.

Pada penelitian yang telah dilakukan (Hatmoko dan Lulie, 2007) yang berjudul UCS Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Abu Ampas Tebu Dan Kapur selalu mengalami kenaikan hingga pemeraman 28 hari dengan variasi 6% dan 8%.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan (Ghazali F, 2010) yang berjudul Pengaruh Penambahan Kapur Ca(OH)_2 Pada Tanah Lempung (*Clay*) Terhadap Plastisitas Dan Nilai CBR Tanah Dasar (*Subgrade*) Perkerasan Jalan dapat dilihat bahwa kuat tekan bebas tanah asli yang dicampur dengan kapur selalu naik dengan naiknya kadar kapur di dalam tanah serta lamanya pemeraman. Kenaikan nilai kuat tekan bebas (Q_u) maksimum terjadi pada penambahan kapur 5% dengan masa pemeraman 14 hari, yaitu dari 0.204 kg/cm^2 menjadi 0.703 kg/cm^2 .

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Widiyanti (2007) dengan judul Kekuatan Geser Campuran Tanah-Kapur-Abu Sekam Padi dengan Inklusi Kadar Serat Karung Plastik yang Bervariasi ini bertujuan untuk menganalisis seberapa besar kontribusi inklusi serat plastik pada kadar tertentu terhadap parameter kuat geser campuran tanah dengan kapur-abu sekam padi, yang meliputi kohesi (c) dan sudut gesek dalam (ϕ) dengan variasi 0,1% ; 0,2% ; 0,4% ; 0,8 % ; dan 1,2 %. Secara umum, kohesi, sudut gesek dalam dan kuat geser tanah hasil pengujian mengalami peningkatan.

Afriani, (2008) melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan tanah pasir pada tanah lempung. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan material pasir pada tanah lunak akan meningkatkan besarnya berat volume tanah campur pasir, dengan peningkatan rata-rata sebesar 5,94 % Sedangkan nilai kohesi dari tanah lunak campur pasir akan menurun dibanding tanah lempung murni, dengan penurunan rata-rata sebesar 25,07 %. Peningkatan nilai sudut gesek dalam dan lempung lunak yang dicampur dengan pasir rata-rata sebesar 67,03 %. Mengingat hasil diatas dapat disimpulkan bahwa nilai daya dukung tanah lunak akan semakin meningkat jika dilakukan penambahan campuran dengan pasir, hal ini terlihat dan meningkatnya sudut gesek dalam yang signifikan.

Selanjutnya pada penelitian terdahulu dengan judul Studi Pengaruh Penambahan Tanah Lempung Pada Tanah Pasir Pantai Terhadap Kekuatan Geser Tanah yang dilakukan oleh Abdul Hakam (2010) didapatkan hasil analisa bahwa semakin besar kadar lempung maka nilai sudut gesek dalam semakin berkurang dan nilai kohesi semakin tinggi.

3. METODE PENELITIAN

Tanah yang akan digunakan untuk pengujian adalah jenis tanah lempung yang diambil dari daerah Rawa Sragi, Desa Belimbing Sari, Kecamatan Jabung, Lampung Timur dengan titik koordinat $105^{\circ} 39' 10.74''\text{T}$ dan $5^{\circ} 31' 44.26''\text{S}$. cara pengambilan sampel untuk contoh tanah asli (*Undisturb*) diambil dari kedalaman kira – kira 50 cm di bawah permukaan tanah guna menghilangkan sisa – sisa kotoran tanah. Contoh tanah asli dapat diambil dengan memakai tabung contoh (*samples tubes*). Tabung contoh ini dimasukkan ke dalam dasar lubang bor. Tabung-tabung contoh yang biasanya dipakai memiliki diameter 6 sampai dengan 7 cm, sedangkan Untuk contoh tanah terganggu (*disturb*) , sampel tanah diambil secara bongkahan permukaan tanah. Untuk pasir yang digunakan berasal dari daerah Gunung Sugih. Sedangkan untuk pengujian fisik diambil tanah menggunakan satu buah tabung sampel.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Lampung untuk mendapatkan sifat fisis dan sifat mekanis tanah yang di batasi pada pengujian UCS dan *Direct Shear*. Pegujian sifat fisis tanah meliputi:

3.1. Pengujian Kadar Air

Pengujian ini akan dilakukan pada tanah tanpa campuran pasir sebanyak empat sampel, dan pada tanah yang di campur dengan pasir 10%, 20%, 30% dan 40% masing-masing satu sampel. Pengujian berdasarkan ASTM D 2216-98.

3.2. Pengujian Berat Volume

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume tanah basah dalam keadaan asli (*undisturbed sample*), yaitu perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah. Pengujian berdasarkan ASTM D 2167.

3.3. Pengujian Berat Jenis

Pengujian ini akan dilakukan pada tanah tanpa campuran pasir sebanyak dua sampel, dan pada tanah yang dicampur dengan pasir 10%, 20%, 30%, 40% masing-masing satu sampel. Pengujian berdasarkan ASTM D 854-02.

3.4. Pengujian Batas Atterberg

Pengujian ini akan dilakukan pada tanah tanpa campuran pasir sebanyak tiga sampel, dan pada tanah yang di campur dengan pasir 10%, 20%, 30% dan 40% masing-masing satu sampel.

3.5. Pengujian Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan hydrometer bertujuan untuk menentukan pembagian ukuran butiran dari tanah yang lolos saringan No. 10, Pengujian berdasarkan ASTM D 422.

3.6. Pengujian Hidrometer

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir tanah untuk tanah yang tidak mengandung butir tertahan saringan No.10 (tidak ada butiran yang lebih besar dari 2 mm). Pemeriksaan dilakukan dengan analisa sedimen dengan hidrometer.

3.7. Penentuan OMC Standard Proctor

Pemadatan adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan salah satu cara mekanis yang merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis guna menghasilkan pemampatan partikel. Uji pemadatan (*Proctor Standar Test*) yang umumnya dilakukan di laboratorium guna penelitian tanah lempung ekspansif ini bertujuan untuk mencari berat volume kering maksimum (γ_d maks) dan kadar air optimum (w_{opt}).

3.8. Pengujian Kuat Tekan Bebas

Pengujian ini akan dilakukan dengan sampel tanah tanpa campuran, dan kemudian sampel tanah dengan campuran pasir dengan persentase campuran yaitu 10%, 20%, 30% dan 40%, dan masing – masing campuran terdiri dari tiga sampel.

3.9. Pengujian Kuat Geser Langsung

Pengujian ini akan dilakukan dengan sampel tanah tanpa campuran, dan kemudian sampel tanah dengan campuran pasir, dengan persentase campuran yaitu 10%, 20%, 30% dan 40%, dan masing-masing campuran terdiri dari tiga sampel.

3.10. Analisis Data

Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium kemudian dilakukan analisa untuk masing-masing pengujian sehingga didapatkan sifat fisik dan mekanik untuk tiap sample tanah.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Uji Fisik

Pengujian sifat fisik tanah ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung. Dari hasil pengujian sifat fisik tanah didapatkan nilai-nilai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Fisik Tanah Asli.

NO.	PENGUJIAN	HASIL UJI	SATUAN
1	Kadar Air	47,01	%
2	Berat Volume	1,79	gr/cm ³
3	Berat Jenis	2,584	
4	Analisis Saringan		
	a. Lolos Saringan no. 10	98,74	%
	b. Lolos Saringan no. 40	93,80	%
	c. Lolos Saringan no. 200	85,87	%
5	Batas-batas Atterberg		
	a. Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>)	90,92	%
	b. Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>)	53,78	%

4.1.1. Hasil Pengujian Kadar Air

Dari hasil pengujian tersebut dapat diambil rata-rata kadar air pada tanah tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah yang berasal dari Desa Belimbing Sari, Lampung Timur memiliki kadar air sebesar 47,01%. Kadar air tersebut merupakan kadar air kondisi lapangan, tetapi pada penelitian ini menggunakan kadar optimum dari hasil uji pemadatan dimana kadar air optimum lebih kecil dari kadar air kondisi lapangan.

4.1.2. Hasil Pengujian Berat Volume

Hasil pengujian berat volume yang sudah dilakukan di laboratorium dilakukan dengan pengujian sebanyak tiga sampel. Dari pengujian tersebut didapatkan nilai berat volume kering sebesar 1,22 gr/cm³ dan volume tanah rerata sebesar 1,79 gr/cm³. Hasil pengujian berat volume dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Volume.

NO.	KETERANGAN	BERAT VOLUME		
		RING		
		1	2	3
1	No Cawan			
2	Berat Ring + Tanah Basah (gram)	123,34	125,16	122,76
3	Berat Ring (gram)	34,47	34,47	34,47
4	Berat Tanah Basah (gram)	88,87	90,69	88,29
5	Volume Ring (gram)	49,75	49,75	49,75
6	Kadar Air (w) (%)	47,01	47,01	47,01
7	Berat Volume Tanah Kering (gr/cm^3)	1,22	1,24	1,21
8	Berat Volume Tanah Kering (Rt2) (gr/cm^3)		1,22	
9	Berat Volume Tanah (gr/cm^3)	1,79	1,82	1,77
10	Berat Volume Tanah (Rerata) (gr/cm^3)		1,79	

4.1.3. Hasil Pengujian Berat Jenis

Hasil pengujian berat jenis (Gs) yang sudah dilakukan di laboratorium dilakukan dengan pengujian sebanyak dua sampel. Dari Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sampel tanah tersebut termasuk dalam golongan tanah lempung, karena didapatkan nilai berat jenis sebesar 2,584. Pengujian juga dilakukan pada setiap campuran dengan masing-masing sampel A (90% lempung + 10% pasir), sampel B (80% lempung + 20% pasir), sampel C (70% lempung + 30% pasir) dan D (60% lempung + 40% pasir). Dari pengujian tersebut didapatkan nilai berat jenis seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel Hasil Pengujian Berat Jenis.

Sampel	Berat Jenis (gr/cm^3)
Tanah Asli	2,213
Tanah Asli + Pasir 10%	2,596
Tanah Asli + Pasir 20%	2,615
Tanah Asli + Pasir 30%	2,620
Tanah Asli + Pasir 40%	2,633

4.1.4. Hasil Pengujian Analisa Saringan

Pengujian ini dilakukan dengan cara mekanis, yaitu sampel tanah diguncang dengan kecepatan tertentu di atas sebuah susunan ayakan, kemudian tanah yang tertahan di atas saringan ditimbang beratnya dan digambar di dalam satu grafik logaritmik hubungan antara diameter butir (mm) dengan persentase lolos. Hasil pengujian analisa saringan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Analisa Saringan.

No. Saringan	Ukuran Partikel (mm)	Persentase Lolos (%)
4	4,75	99,80
10	2	98,74
20	0,85	97,24
30	0,6	95,60
40	0,43	93,80
60	0,25	92,48
80	0,18	91,44
100	0,15	90,00
120	0,125	89,48
200	0,075	85,87
Pan	0	0,00

Menurut sistem klasifikasi tanah *Unified Soil Classification System* (USCS), berdasarkan nilai persentase butiran lolos saringan No. 200 sebesar 85,87% (lebih besar dari 50%), maka berdasarkan tabel klasifikasi tanah USCS, sampel tanah yang diambil dari Daerah Rawa Sragi, Desa Belimbing Sari, Kabupaten Lampung Timur secara umum dikategorikan pada golongan tanah berbutir halus (lempung).

4.1.5. Hasil Pengujian Hidrometer

Hidrometer yang bertujuan untuk menentukan pembagian ukuran butir yang lolos saringan No.200. Hasil pengujian hidrometer tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Hidrometer.

Waktu (T) (menit)	Diameter butir (mm)	Persen Massa Lebih Kecil (P)
2	0.0292	81.50
5	0.0192	71.31
15	0.0116	54.33
30	0.0084	40.75
60	0.0064	33.96
250	0.0033	20.37
1440	0.0014	16.98

4.1.6. Hasil Pengujian Batas Atterberg

Batas Atterberg adalah batas plastisitas tanah yang terdiri dari batas atas kondisi plastis disebut batas plastis (*plastic limit*) dan batas bawah kondisi plastis disebut batas cair (*liquid limit*). Pengujian batas-batas *Atterberg* bertujuan untuk mengklasifikasikan tanah berbutir halus dan menentukan sifat indeks properti tanah. Adapun hasil pengujian batas *Atterberg* pada sampel tanah asli ini dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini:

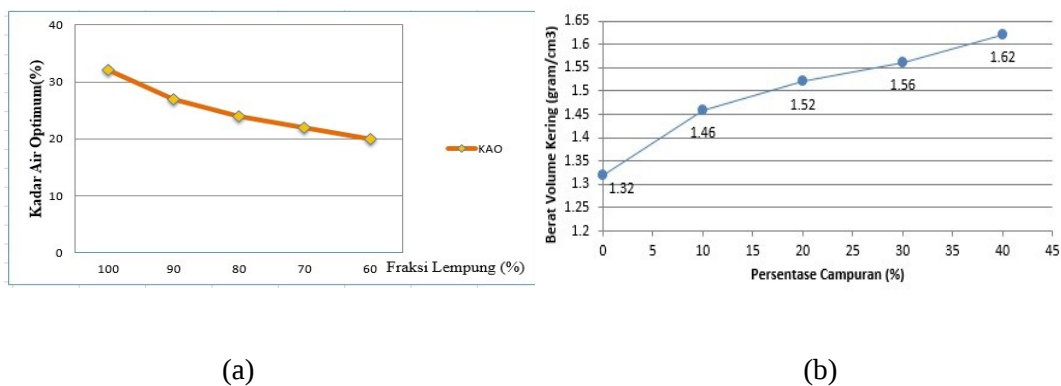
Tabel 6. Hasil Pengujian Batas Atterberg.

Variasi Campuran	LL	PL	PI
Tanah Asli	90,92%	53,78%	37,14%
Tanah Asli + Pasir 10%	84,74%	50,00%	34,47%
Tanah Asli + Pasir 20%	76,49%	43,27%	33,22%
Tanah Asli + Pasir 30%	64,85%	37,8%	27,04%
Tanah Asli + Pasir 40%	60,04%	33,33%	26,71%

Dari tabel di atas dapat dilihat penambahan pasir dapat menyebabkan penurunan nilai indeks plastisitas tanah lempung. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan pasir dapat memperbaiki perilaku tanah lempung tersebut, dan pasir dapat mengendalikan sifat plastisitas dari tanah tersebut.

4.1.7. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah

Dilakukan pengujian pemadatan tanah ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tanah dengan cara dipadatkan sehingga rongga-rongga udara pada sampel tanah asli dapat berkurang yang mengakibatkan kepadatan menjadi meningkat. Data hasil pengujian pemadatan tanah dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini.



Gambar 1.(a) dan Gambar 1.(b). Grafik Pemadatan Tanah dan Berat Volume Kering pada Setiap Persentase Campuran Pasir.

Dari gambar grafik di atas dapat dilihat bahwa penambahan persentase pasir menyebabkan penurunan kadar air optimum tanah, dan peningkatan berat volume kering tanah hal ini disebabkan mengecilnya rongga – rongga antara partikel campuran tanah akibat pencampuran pasir. Kenaikan berat volume kering maksimum, salah satu penyebabnya adalah semakin rapat jarak antar partikel tanah, sehingga tanah menjadi lebih padat.

4.2. Klasifikasi Tanah

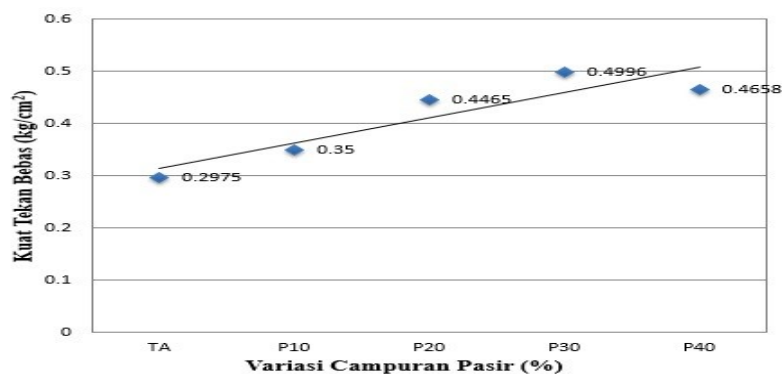
Berdasarkan nilai persentase lolos saringan No. 200, sampel tanah di atas memiliki persentase lebih besar dari 50% yaitu 85,87%, maka berdasarkan tabel klasifikasi USCS tanah ini secara umum dikategorikan golongan tanah berbutir halus. Dari tabel sistem klasifikasi USCS untuk data batas cair dan indeks plastisitas didapatkan identifikasi tanah yang lebih spesifik. Dengan merujuk pada hasil yang diperoleh maka tanah berbutir halus yang diuji termasuk kedalam kelompok CH yaitu tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung “gemuk” (*fat clays*).

4.3. Analisa Hasil Kuat Tekan Bebas

Nilai kuat tekan bebas diperoleh dari hubungan nilai regangan dan tegangan tanah yang dilakukan dengan uji UCS. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas pada tanah lempung tanpa campuran dan tanah lempung yang dicampur dengan pasir dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas.

Variasi Campuran	Kuat Tekan Bebas
Tanah Asli	0,2975 kg/cm ³
Tanah Asli + Pasir 10%	0,3500 kg/cm ³
Tanah Asli + Pasir 20%	0,4465 kg/cm ³
Tanah Asli + Pasir 30%	0,4996 kg/cm ³
Tanah Asli + Pasir 40%	0,4658 kg/cm ³



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas.

Dari gambar 4.6 dapat dilihat kenaikan nilai kuat tekan bebas tanah pada setiap campuran pasir dari persentase 10%, 20%, 30% dan 40% dari hasil tersebut dapat dilihat peningkatan kuat tekan bebas sebesar 67,93% dari 0,2975 kg/cm³ menjadi 0,4996 kg/cm³ hanya pada pencampuran pasir sebanyak 30%, tetapi terjadi penurunan 7,26% pada campuran pasir 40% yaitu kuat tekan bebas menurun menjadi 0,4658 kg/cm³ dari 0,4996 kg/cm³, membuktikan bahwa pencampuran pasir pada penelitian yang telah dilakukan ini hanya dapat meningkatkan kekuatan tanah tidak melebihi pada pencampuran 30%.

Hal ini dikarenakan bahwa setiap penambahan persentase campuran pasir pada tanah lempung menyebabkan nilai kuat tekan atau daya dukung tanah semakin meningkat. Hal ini dikarenakan pasir mempunyai struktur yang keras dan mampu berdeformasi serta dapat mengisi rongga-rongga pori yang ada dalam tanah sehingga cenderung meningkatkan kepadatan tanah.

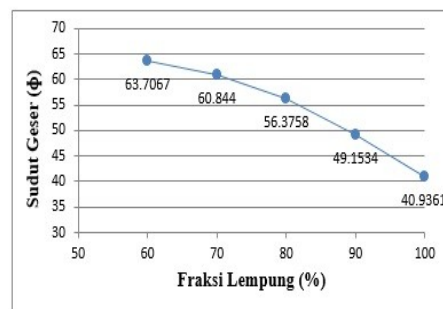
Jadi, kuat tekan tanah atau daya dukung tanah semakin meningkat seiring bertambahnya persentase campuran pasir, tetapi pada penambahan pasir sebanyak 40% terjadi penurunan kuat tekan. Hal ini disebabkan karena pasir memiliki plastisitas yang rendah, tidak memiliki daya ikat antar partikel sehingga semakin banyak penambahan persentase pasir mengurangi pengikatan pada partikel tanah tersebut sehingga menyebabkan penurunan terhadap nilai kuat tekan tanah tersebut menjadi 0,4658 kg/cm³.

4.4. Analisa Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung

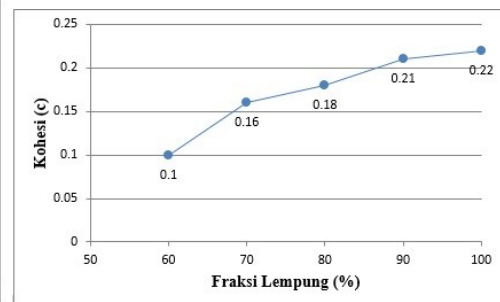
Nilai kuat geser langsung diperoleh dari hubungan nilai tegangan normal dan tegangan geser tanah, yang dilakukan dengan uji *Direct Shear*. Dari hasil pengujian *Direct Shear* ini juga akan didapatkan nilai kohesi tanah dan sudut geser tanah. Nilai kuat geser tanah, nilai kohesi dan sudut geser pada tanah tanpa campuran dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung.

Variasi Campuran	Kohesi (kg/cm ²)	Sudut Geser Dalam	Kuat Geser Maksimum (kg/cm ²)
Tanah Asli	0,22	40,94°	0,4754
Tanah Asli + Pasir 10%	0,21	49,15°	0,5682
Tanah Asli + Pasir 20%	0,18	56,38°	0,6262
Tanah Asli + Pasir 30%	0,16	60,84°	0,7189
Tanah Asli + Pasir 40%	0,10	63,71°	0,7537



(a)

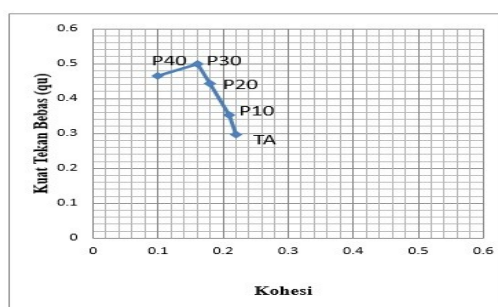


(b)

Gambar 3 (a). Hubungan Sudut Geser dan Fraksi Lempung , Gambar 3 (b). Hubungan Kohesi dan Fraksi lempung

4.5. Korelasi Kuat Tekan Bebas Dengan Kuat Geser Langsung

Dari hasil pengujian Kuat Tekan Bebas dan Kuat Geser Langsung pada tanah lempung yang dicampurkan dengan pasir dapat dilihat hubungan pada kedua nilai hasil pengujian tersebut. Hubungan kedua pengujian tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



(a)



(b)

Gambar 4.(a). Korelasi antara kuat dengan bebas dengan kohesi, Gambar 4.(b). Korelasi kuat geser maksimum dan kuat tekan bebas.

Dari grafik tersebut dapat dilihat setiap pencampuran tanah lempung dengan pasir hanya terjadi kenaikan nilai pada kuat tekan bebas tanah sampai pada campuran 30% pasir dengan 70% lempung dan kuat geser maksimum tanah terjadi kenaikan sampai campuran

40% pasir dengan 60% lempung. Pada kuat geser tanah semakin banyak campuran pasir semakin kecil nilai kohesinya yang disebabkan semakin banyaknya kadar pasir pada pencampuran pasir pada campuran tanah 60% + pasir 40% sehingga mengurangi kohesi/lekatan pada tanah lempung tersebut. Runtuhnya benda uji terlebih dahulu yang disebabkan terlalu lamanya benda uji berada dalam *shear box* sebelum diberi tegangan yang mempengaruhi hasil dari nilai kohesi. Kemudian peningkatan kuat tekan tersebut tidak sama dengan peningkatan kuat gesernya, karena di pencampuran 40% pasir kuat tekan terjadi penurunan dan terjadi kenaikan maksimal pada pencampuran 30% pasir sedangkan nilai kohesi tetap semakin kecil, jadi pencampuran pasir mempunyai toleransi pencampuran pada tanah lempung sebanyak 30% saja dan pada kuat geser semakin banyak campuran pasir semakin meningkat sudut geser dan semakin kecil nilai kohesi tanah tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa setiap penambahan persentase campuran pasir pada tanah lempung menyebabkan nilai kuat tekan atau daya dukung tanah semakin meningkat walaupun terjadi penurunan yang tidak terlalu signifikan pada campuran 40% pasir. Hal ini dikarenakan pasir mempunyai kekuatan dari hubungan atau kontak antar butir-butiran sehingga pasir mempunyai nilai kuat tekan lebih kecil. Semakin banyak kandungan pasir semakin lemah kuat tekan bebasnya karena kontak butiran tersebut tidak ada, sehingga pasir akan mudah terlepas karena tidak adanya perlawanan dari samping. Jadi kuat tekan tanah atau daya dukung tanah semakin meningkat seiring bertambahnya persentase campuran pasir dan nilai kohesi semakin kecil dan kuat geser semakin meningkat.

4.6. Analisis Regresi Linier Berganda Untuk Mencari Nilai Kuat Tekan Bebas, Sudut Geser dan Nilai Kohesi pada Uji Direct Shear

Untuk mengetahui korelasi kuat tekan dan kuat geser dapat dicari dengan metode analisis regresi linier berganda dengan menghubungkan 2 variabel atau lebih. Salah satu variabel yang digunakan adalah dari data berat jenis (B_j), fraksi lempung (F_c), kohesi direct shear (cDs), sudut geser (ΦDs) dan kuat tekan bebas (qu). Persamaan dihasilkan dengan menggunakan program SPSS dengan hasil sebagai berikut:

$$qu = -19,7561 + 1,565 cDs + 7,624 B_j \quad (2)$$

$$qu = 0.9315 + 2.2538 cDs - 1.1398 F_c \quad (3)$$

$$cDs = -0.311 + 0.315 qu + 0.443 F_c \quad (4)$$

$$\Phi Ds = 65.651 + 42.877 qu - 36.3852 F_c \quad (5)$$

4.7. Pengujian Geser Langsung (Direct Shear) tanpa menggunakan air

Penelitian tambahan ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan nilai sudut geser dan nilai kohesi antara kondisi kering (tanpa air dalam *shear box*) atau kondisi sebenarnya dengan kondisi terendam dalam *shear box*. Pengujian ini dengan menggunakan 3 (tiga) variasi yaitu variasi tanah tanpa campuran, tanah lempung dengan 20% pasir dan tanah lempung variasi 40% pasir. Dari hasil pengujian didapat nilai hubungan tegangan normal dan tegangan geser pada tabel di bawah ini.

Tabel 9. Hasil perbandingan uji geser terendam (basah) dan tanpa terendam (kering).

	Tanpa Campuran		Tanah + 20% Pasir		Tanah + 40% Pasir	
	Basah	Kering	Basah	Kering	Basah	Kering
KOHESI	0,22	0,26	0,18	0,20	0,10	0,15
Sudut Geser Dalam	40,94	19,14	56,38	26,19	63,71	36,95
Kuat Geser Maksimum	0,4754	0,3595	0,6262	0,3421	0,7537	0,3653

Berdasarkan hasil pengujian di atas pada kondisi yang berbeda, terlihat bahwa nilai kohesi dan sudut geser yang dihasilkan dari masing-masing pengujian sangat berbeda. Nilai kohesi yang dihasilkan dari pengujian pada kondisi kering lebih besar daripada nilai kohesi yang dihasilkan dari pengujian pada kondisi basah dan sebaliknya sudut geser pada kondisi kering lebih kecil dibanding sudut geser kondisi basah. Pengaruh air pada shear box sangat mengurangi kohesi atau lekatan antar partikel tanah lempung.

5. KESIMPULAN

Tanah lempung yang digunakan sebagai sampel penelitian berasal dari Daerah Rawa Sragi, Desa Belimbing Sari Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur termasuk dalam kategori tanah lempung lunak plastisitas tinggi dengan nilai *Plasticity Index* yang tinggi > 11%. Hasil pengujian pemadatan standar di dapat nilai Kadar Air Optimum untuk sampel tanah asli sebesar 32%, untuk sampel tanah asli yang dicampur dengan pasir mulai dari persentase 10% , 20%, 30% dan 40% mengalami penurunan nilai kadar air dari 27% menjadi 20% pada pencampuran 40% pasir.

Dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium terjadi peningkatan nilai kuat tekan bebas (q_u) pada penambahan variasi campuran pasir 30% sebesar $0,4996 \text{ kg/cm}^2$ dari $0,2975 \text{ kg/cm}^2$ pada tanah tanpa campuran dan pada pencampuran 40% mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan yaitu menjadi $0,4658 \text{ kg/cm}^2$. Hal ini disebabkan karena pasir memiliki plastisitas yang rendah, tidak memiliki daya ikat antar partikel serta tidak adanya perlawanan tanah dari samping dan tanah akan mudah terlepas. Sehingga semakin banyak penambahan persentase pasir akan mengurangi nilai kuat tekan bebas.

Hasil pengujian kuat geser langsung di peroleh nilai kohesi pada tanah tanpa campuran sebesar $0,22 \text{ kg/cm}^2$, dan nilai kuat geser maksimum sebesar $0,4754 \text{ kg/cm}^2$. Pada pencampuran pasir, terjadi penurunan nilai kohesi sampai pada persentase pasir 40% sebesar $0,10 \text{ kg/cm}^2$ dari nilai kohesi tanah tanpa campuran $0,22 \text{ kg/cm}^2$. Selain itu nilai kuat geser meningkat seiring bertambahnya kadar campuran pasir dari kuat geser tanah tanpa campuran sebesar $0,4754 \text{ kg/cm}^2$ menjadi $0,7537 \text{ kg/cm}^2$.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa pencampuran pasir pada tanah lempung bisa dikatakan baik karena kuat tekan dan kuat geser terjadi kenaikan pada pencapuran 30% pasir walaupun pada kuat tekannya menurun pada pencampuran 40% pasir dan tidak bisa lebih dari 30% pencampuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, Lusmeilia, 2009, "Studi Dan Eksperimentasi Kuat Geser Tanah Untuk Sample Pasir Dan Tanah Berpasir". 2 Februari 2015. <http://pasirunila.blogspot.com/2009/06studi-dan-eksperimentasi-kuat-geser.html>
- Craig, R.F., 1987, "Mekanika Tanah, Edisi Keempat", Erlangga, Jakarta
- Das, B. M., 1993, Mekanika Tanah. (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis). Jilid I Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Ghazali, Fachri, 2010, Pengaruh Penambahan Kapur Ca(OH)_2 Pada Tanah Lempung (Clay) Terhadap Plastisitas dan Nilai CBR Tanah Dasar (Subgrade) Perkerasan Jalan. Universitas Sumatra Utara.
- Hakam, A., 2010, Studi Pengaruh Penambahan Tanah Lempung pada Tanah Pasir Pantai terhadap Kekuatan Geser Tanah, Universitas Andalas. Sumatra Barat
- Hardiyatmo, christady H., 1995, Mekanika Tanah II. Erlangga. Jakarta
- Hatmoko, J.T dan Lulie Y., 2007, UCS Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Abu Ampas Tebu dan Kapur. Universitas Kristen Petra. Jawa Timur.
- Terzaghi, K., Peck, R. B., 1987, Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Widianti Anita, 2007, Kekuatan Geser Campuran Tanah Kapur-Abu Sekam Padi Dengan Inklusi Kadar Serat Karung Plastik Yang Bervariasi. Universitas Muhammadiyah. Yogyakarta.