

Pengaruh Kejenuhan Air Tanah Lempung Organik dengan Kuat Geser Tanah Menggunakan Alat Vane Shear dan Direct Shear

Chintia Makki¹⁾

Setyanto²⁾

Lusmeilia Afriani³⁾

Abstract

The limited area for civil construction is affecting people to make building construction upper the clay- organic. The specimen of investigation soil was obtained in Jabung, East Lampung. The specimen of soil obtain direct shear and vane shear modeling test using glass box with contain $\pm 130.730\text{gram}/130.7\text{kg}$ of soil. Direct shear test for 30 cm depth below surface undrained soil obtain some result. The result are for shearing strain is 0.1286 kg/cm^2 , shearing strain of vane shear test is $0,61\text{ kg/cm}^2$, and the value of bearing capacity is $1,4103\text{ kg/cm}^2$. for 50 cm depth below surface undrained soilinto obtain result for shearing strain is 0.1196 kg/cm^2 , shearing strain of vane shear test is $0,61\text{ kg/cm}^2$, and the value of bearing capacity is $1,7018\text{ kg/cm}^2$. Direct shear test for 30 cm depth below surface drained soil obtain result for shearing strain is $0,1286\text{ kg/cm}^2$, shearing strain of vane shear test is $0,61\text{ kg/cm}^2$, and the value of bearing capacity is 1.0347 kg/cm^2 , for 50 cm depth below surface drained soil obtain result for shearing strain is $0,0861\text{ kg/cm}^2$, shearing strain of vane shear test is $0,46\text{ kg/cm}^2$, and the value of bearing capacity is 1.3997 kg/cm^2 . From the direct shear and vane shear test, it was obtained that shearing strain in direct shear test is lower than vane shear test.

Keywords: *Direct Shear Test, Vane Shear Test, Shearing Strain, The Clay-Organic, Bearing Capacity*

Abstrak

Tanah yang banyak mengandung lempung mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Kembang susut tanah yang besar, berakibat pada struktur bangunan di atasnya, karena tanah lempung organik umumnya memiliki kuat geser yang rendah. Sampel tanah diambil dari Daerah Jabung, untuk dilakukan pengujian permodelan laboratorium pada kotak kaca dengan alat *vane shear* dan *direct shear* dengan berat tanah $\pm 117.000\text{ gr}$. Pada pengujian geser langsung kondisi tanah tak jenuh di kedalaman 30 cm didapatkan nilai kuat geser sebesar $0,1286\text{ kg/cm}^2$, pada pengujian geser baling didapatkan $0,61\text{ kg/cm}^2$ dengan daya dukung tanah sebesar $1,4103\text{ kg/cm}^2$, kedalaman 50 cm didapatkan nilai kuat geser sebesar $0,1196\text{ kg/cm}^2$, pada pengujian geser baling didapatkan $0,61$ dengan daya dukung tanah sebesar 1.7018 kg/cm^2 . Pada kondisi tanah jenuh kedalaman 30 cm didapatkan nilai kuat geser pada pengujian geser langsung sebesar $0,1286\text{ kg/cm}^2$, pada pengujian geser baling sebesar $0,61\text{ kg/cm}^2$ dengan daya dukung tanah sebesar $1,0347\text{ kg/cm}^2$, kedalaman 50 cm didapatkan nilai kuat geser sebesar $0,0861\text{ kg/cm}^2$, pada pengujian geser baling didapatkan $0,46\text{ kg/cm}^2$ dengan daya dukung tanah sebesar $1,3997\text{ kg/cm}^2$. Dari hasil pengujian uji geser langsung dan uji geser baling diketahui bahwa nilai kuat geser pada uji geser langsung lebih kecil dibandingkan dengan uji geser baling.

Kata kunci: *Direct Shear Test, Vane Shear Test, Kuat geser tanah, Daya dukung tanah*

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Surel: chintiamakki@gmail.com

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145. Surel : setyanto@eng.unila.ac.id

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145. Surel : Lusmeilia.afriani@yahoo.com

1. PENDAHULUAN

Terbatasnya lahan untuk pembangunan fasilitas yang diperlukan manusia mengakibatkan tidak dapat dihindarinya pembangunan di atas tanah lempung lunak. Tanah lempung lunak memiliki indeks plastisitas tinggi yang membuat tanah ini mempunyai perilaku ekspansif yaitu mengembang bila terkena air. Tentunya hal ini akan sangat membahayakan konstruksi yang akan dibangun di atasnya, karena tanah lempung lunak umumnya memiliki kuat geser yang rendah dan kompresibilitas yang besar. Oleh karena itu, perlu ditinjau kembali sifat-sifat fisik dan mekanis tanah yang dalam hal ini tanah lempung lunak agar dapat diketahui perilaku tanah lempung tersebut dan besar beban yang dapat di terima oleh tanah lempung tersebut. Selain itu dengan diketahuinya kuat geser tanah lempung di daerah Jabung, Lampung Timur maka dapat dijadikan acuan dalam mendirikan suatu konstruksi di daerah tersebut. Perlu diketahui bahwa karakteristik tanah lempung disatu daerah berbeda dengan daerah yang lainnya.

Batasan masalah pada penelitian ini dibatasi pada pelaksanaan pengujian-pengujian yang dilakukan di laboratorium. Pengujian yang dilakukan meliputi uji karakteristik tanah, pengujian kuat geser tanah dilakukan dengan uji *direct shear* dan uji *vane shear* yang dilakukan dengan permodelan laboratorium.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kuat geser tanah lempung lunak dengan alat *vane shear* dan *direct shear*, mengetahui perbedaan rata-rata nilai tahanan geser tanah pada kedalaman tertentu dengan alat *vane shear* dan alat *direct shear*.

2. TINJAUAN

2.1. Tanah

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).

2.2. Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, bersifat plastis pada kadar air sedang, sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak. (Terzaghi, 1987).

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 1992) :

- a. Ukuran butir halus, yaitu kurang dari 0,002 mm.
- b. Permeabilitas rendah.
- c. Kenaikan air kapiler tinggi
- d. Bersifat sangat kohesif.
- e. Kadar kembang susut yang tinggi.
- f. Proses konsolidasi lambat

2.3. Tanah Organik

Tanah Organik adalah merupakan tanah yang mengandung banyak komponen organik, ketebalannya dari beberapa meter hingga puluhan meter di bawah tanah. Tanah organik berwarna hitam dan merupakan pembentuk utama lahan gambut.

Tanah jenis ini umumnya mudah mengalami penurunan yang besar. perilaku

tanah organik sangat terikat pada kadar organik (*organic content*), kadar abu (*ash content*), kadar serat (*fibrous content*). Makin tinggi kandungan organiknya makin rendah daya dukungnya (*bearing capacity*) dan kekuatan gesernya (*shear strength*), serta makin besar pemampatannya (*compressibility*).

2.3. Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisa-analisa daya dukung tanah (*bearing capacity*), tegangan tanah terhadap dinding penahan (*earth pressure*) dan kestabilan lereng (*slope stability*). Oleh karena itu kekuatan geser tanah dapat diukur dengan rumus :

$$\tau = c + (\sigma - u) \tan \phi$$

2.4 Vane Shear Test

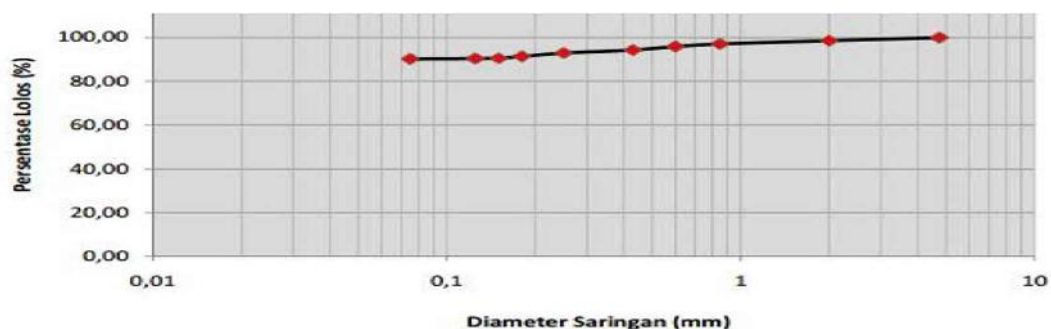
Dalam penelitian ini yang digunakan untuk menentukan kuat geser tanah adalah pengujian baling-baling atau pengujian geser kipas (*Vane shear test*) pada permodelan laboratorium dan Pengujian geser langsung (*Direct shear test*) sebagai uji kuat geser pembandingan di laboratorium, Alat uji *Vane Shear* terdiri dari sebuah batang yang pada bagian ujung bawahnya terdapat 4 (empat) buah pelat baja tipis dengan dimensi yang sama, dan bagian ujung lainnya terdapat alat pencatat berupa spring/pegas yang telah dikalibrasi untuk memberikan harga kekuatan geser tanah pada kondisi tidak terjadi pengaliran (*undrained shear strength*).

2.5 Direct Shear Test

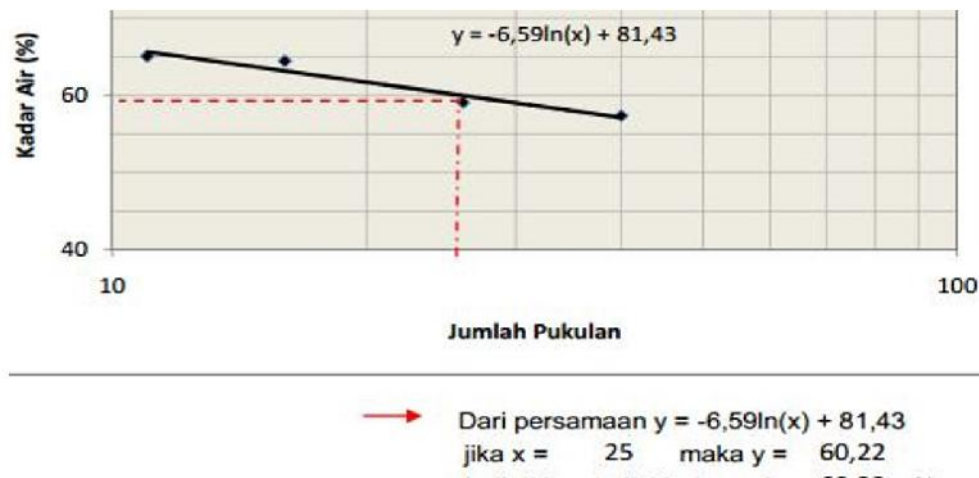
Pengujian *direct shear* ini untuk menentukan kuat geser tanah setelah mengalami konsolidasi akibat suatu beban dengan drainase 2 arah. Pemeriksaan dapat dilakukan dengan *single shear* atau *double shear*. Pengujian dapat dilakukan pada semua jenis tanah yaitu tanah asli (*undisturbed*) atau tanah terganggu (*disturbed*). Dalam perhitungan mekanika tanah, kuat geser ini biasa dinyatakan dengan kohesi (*C*) dan sudut gesek dalam (ϕ).

2.6 Studi Literatur

Penelitian tentang Studi Karakteristik Kuat Geser Tanah Lempung Lunak Menggunakan Alat *Vane Shear* dengan Penambahan Tinggi pada Mata *Vane*, dilakukan oleh Hakim (2014). Dengan menggunakan sampel tanah dari daerah Rawa sragi. Berdasarkan sistem klasifikasi AASTHO termasuk dalam golongan A-7-5 yang berarti termasuk dalam golongan tanah berlempung. Sedangkan untuk sistem klasifikasi USCS maka tanah berbutir halus yang digunakan termasuk kedalam kelompok CH yaitu tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung “gemuk” (*fat clays*).

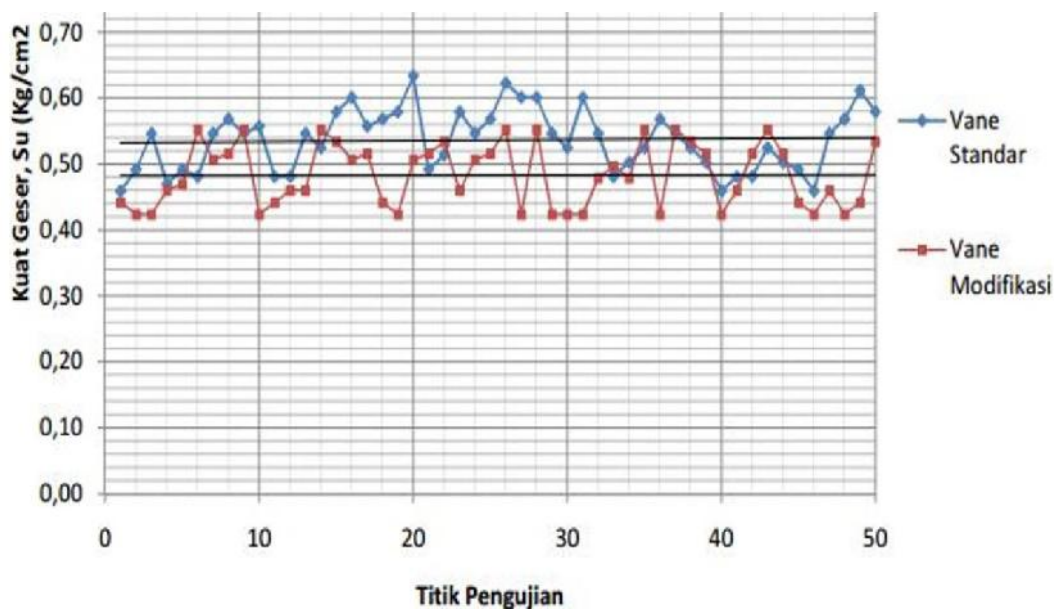


Gambar 1. Grafik Analisis Saringan (Hakim, 2014)



Gambar 2. Grafik Plastic Limit (Batas Plastis) (Hakim, 2014)

Diperoleh nilai kuat geser rata-rata alat *vane shear* standar sebesar 0,54 Kg/cm² dan alat *vane shear* yang sudah dimodifikasi tingginya sebesar 0,48 Kg/cm². Dengan demikian diperoleh persentase penurunan sebesar 9,84% pada kedalaman 30 cm. Sedangkan pada kedalaman 60 cm diperoleh nilai kuat geser rata-rata alat *vane shear* standar sebesar 1,12 Kg/cm² dan alat *vane shear* yang sudah dimodifikasi tingginya sebesar 1,14 Kg/cm². Dengan demikian diperoleh persentase kenaikan sebesar 1,10%.

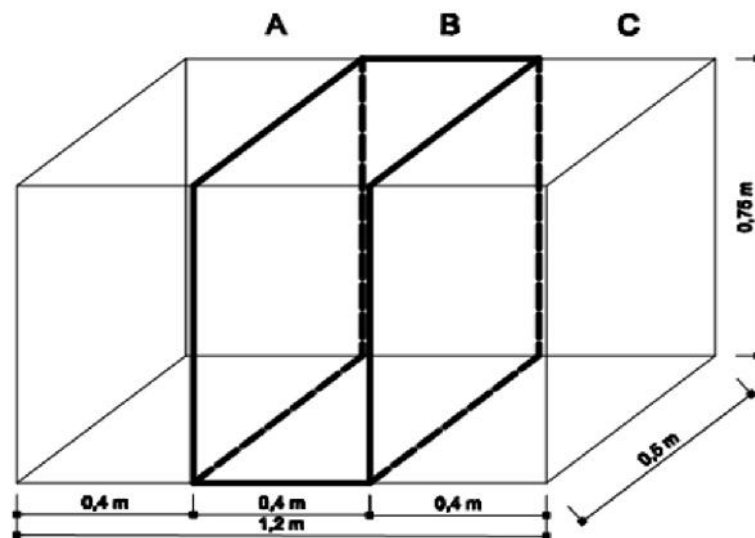


Gambar 3. Grafik Perbandingan Antara Penggunaan Vane Standar dan Vane Modifikasi kedalaman 30 (Hakim, 2014)

3. METODE PENELITIAN

Lokasi pengambilan sampel terdapat di daerah Jabung, Kabupaten Lampung Timur dikarenakan daerah tersebut memiliki tanah yang mayoritas adalah persawahan yang sulit di lakukan pembangunan diatasnya.

Metode uji geser baling atau *Vane Shear* adalah salah satu metode yang digunakan untuk memperkirakan kekuatan geser suatu tanah berkohesi. Metode ini tidak berlaku untuk pasir, kerikil, atau tanah *permeable*. Dalam pengujian ini tanah dimasukkan kedalam kotak kaca yang telah di siapkan dan hitung seberapa tanah yang digunakan untuk pengujian pada kedalaman 30 cm dan 50 cm di 3 titik yang berbeda. Lalu dimasukkan air pada kotak kaca yang telah berisi tanah dan hitung berapa liter yang diperlukan saat tanah dalam keadaan jenuh dan dilakukan pengujian *vane shear* dengan kedalaman 30 cm yang dilakukan di 3 titik yang berbeda, selanjutnya pengujian dilakukan pada kedalaman 50 cm dan dilakukan di 3 titik yang berbeda juga



Gambar 4. Kotak Kaca Untuk Permodelan Laboratorium

Pengujian geser langsung atau *direct shear test* ini dimaksudkan untuk menentukan sudut geser dalam (ϕ) dan nilai kohesi (c) dari suatu jenis tanah. Pada pengujian ini tanah yang digunakan adalah tanah dalam keadaan tidak jenuh yang diambil pada kedalaman 30 cm pada 3 titik berbeda dan pada kedalaman 50 cm sebanyak 3 titik berbeda dilakukan dalam kotak kaca untuk permodelan laboratorium yang sudah di siapkan, Lalu dilakukan penjenuhan tanah dengan cara memasukan air dan hitung air yang diperlukan untuk penjenuhan tanah dan dilakukan uji *direct shear* pada kedalaman 30 cm di 3 titik berbeda, dan pada kedalaman 50 cm di 3 titik berbeda.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Tanah Asli

Hasil pengujian laboratorium mengenai sifat fisik dan sifat mekanik dari tanah selengkapnya ditabelkan pada tabel berikut :

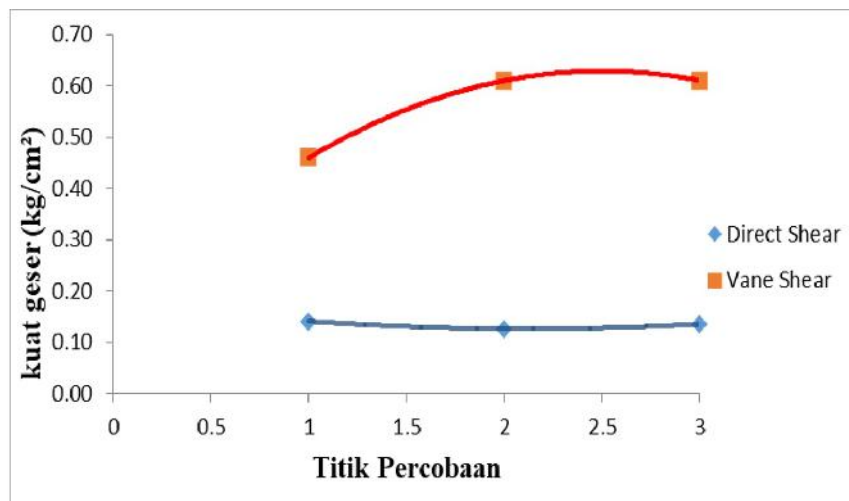
Tabel 1. Hasil Pengujian Tanah Asli

No	Pengujian	Hasil
1	Kadar air (w)	50,51%
2	Berat Jenis (Gs)	1,376
3	Berat volume (γ)	1,317 g/cm ²
4	Batas Atterberg	
	a. Batas Cair (LL)	76,96%
	b. Batas Plastis (PL)	24,59%
	c. Indeks Plastisitas (PI)	52,37%
5	Analisa Saringan	
	a. Lolos Saringan No.4	99,70%
	b. Lolos Saringan N0.200	84,94%

Menurut sistem klasifikasi AASTHO, penelitian ini menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki angka indeks plastisitas yang lebih dari 11% dengan batas cair di atas 40%. Maka dapat disimpulkan bahwa tanah dari daerah jabung, Lampung Timur, digolongkan sebagai kelompok tanah A-7 (tanah berlempung). Menurut sistem klasifikasi USCS, berdasarkan nilai persentase lolos saringan No. 40 sebesar lebih besar dari 50%, maka berdasarkan tabel klasifikasi USCS tanah dari daerah Jabung, Lampung Timur untuk nilai batas cair sebesar 76,96% dan indeks plastisitas sebesar 52,37%. Maka bila nilai tersebut termasuk dalam kelompok OH yaitu tanah lempung organik.

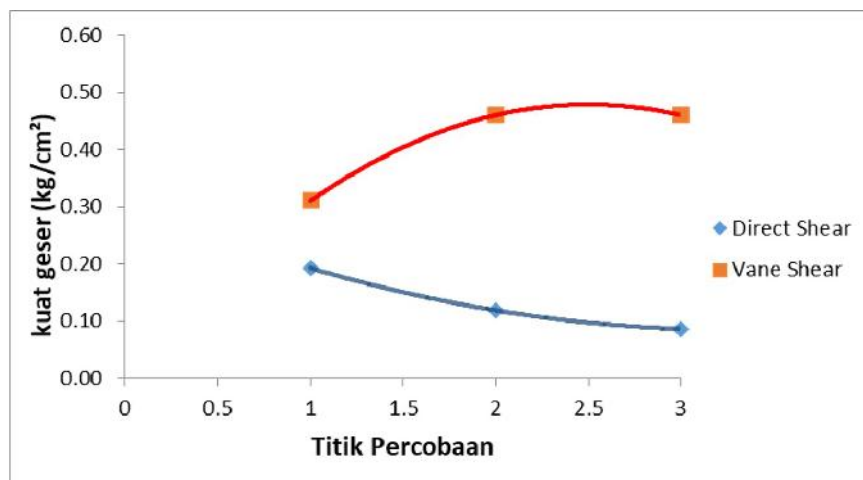
Setelah dilakukan pengujian sifat fisik tanah asli dan diklasifikasikan berdasarkan golongannya, pada penelitian ini dilakukan uji geser langsung (*direct shear test*) untuk mengetahui kuat geser tanah. Uji geser langsung (*direct shear test*) dilakukan pada permodelan laboratorium pada kotak yang terbuat dari kaca yang memiliki ukuran panjang 40 cm, lebar 50 cm dan tinggi 75 cm. uji geser langsung (*direct shear test*) yang dilakukan di bagi menjadi 3 titik berbeda pada kedalaman 30 cm dan 50 cm dalam keadaan tanah jenuh remoulded. Tanah dimasukkan kedalam kotak kaca sebanyak ± 98.710 gram/ 98,71 kg.

Hasil pengujian geser langsung kedalaman 30 cm pada titik I didapatkan sudut geser 18,74° dan kohesi sebesar 0,0534 kg/cm², pada titik II didapatkan sudu geser dalam sebesea 14,86° dan kohesi sebesar 0,0525 kg/cm², pada titim III didapatkan sudu geser dalam sebesar 26,69° dan kohesi sebesar 0,052 kg/cm², didapatkan hasil pengujian geser baling kedalaman 30 cm pada titik I sebesar 0,38 kg/cm², titik II sebesar 0,77 kg/cm², titik III sebesar 0,61 kg/cm².



Gambar 5. Perbandingan Uji Geser Langsung Dan Uji Geser Baling Kedalaman

Hasil pengujian geser langsung kedalaman 50 cm pada titik I didapatkan sudut geser $5,46^\circ$ dan kohesi sebesar $0,0589 \text{ kg/cm}^2$, pada titik II didapatkan sudut geser dalam sebesar $4,66^\circ$ dan kohesi sebesar $0,0607 \text{ kg/cm}^2$, pada titik III didapatkan sudut geser dalam sebesar $5,43^\circ$ dan kohesi sebesar $0,0607 \text{ kg/cm}^2$, didapatkan hasil pengujian geser baling kedalaman 50 cm pada titik I sebesar $0,77 \text{ kg/cm}^2$, titik II sebesar $0,54 \text{ kg/cm}^2$, titik III sebesar $0,61 \text{ kg/cm}^2$



Gambar 6. Perbandingan Uji Geser Langsung Dan Uji Geser Baling Kedalaman 50 cm

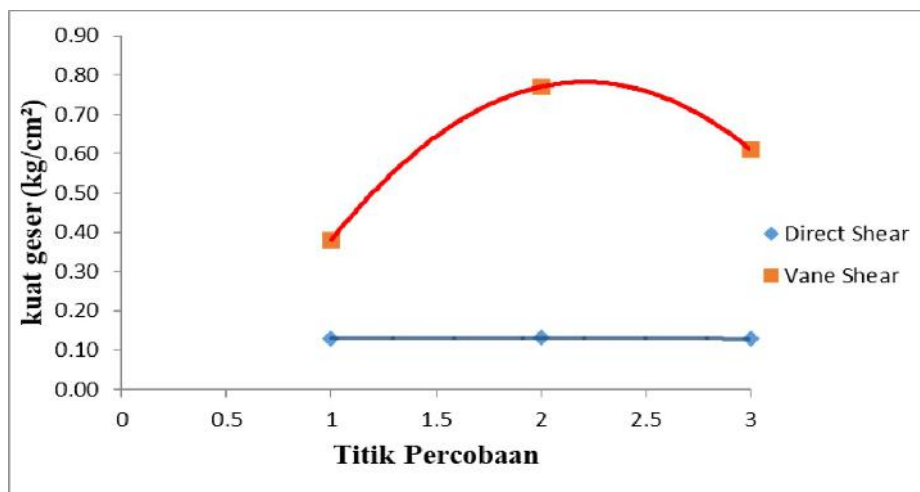
4.2 Pengujian tanah Jenuh

Setelah dilakukan pengujian sampel tanah asli, lalu dilakukan penjenjuran tanah didalam kotak kaca, dengan cara memasukkan air kedalam kotak kaca sebanyak 9 liter yang telah dimasukkan tanah sebanyak $130.730 \text{ gram/ } 130,7 \text{ kg}$ sampai tanah tersebut terendam air, lalu dilakukan pengujian di laboratorium mengenai karakteristik tanah jenuh meliputi uji fisik tanah, yaitu uji kadar air, uji berat volume, uji batas-batas *Atterber*.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Pengujian Sifat Fisik tanah Jenuh

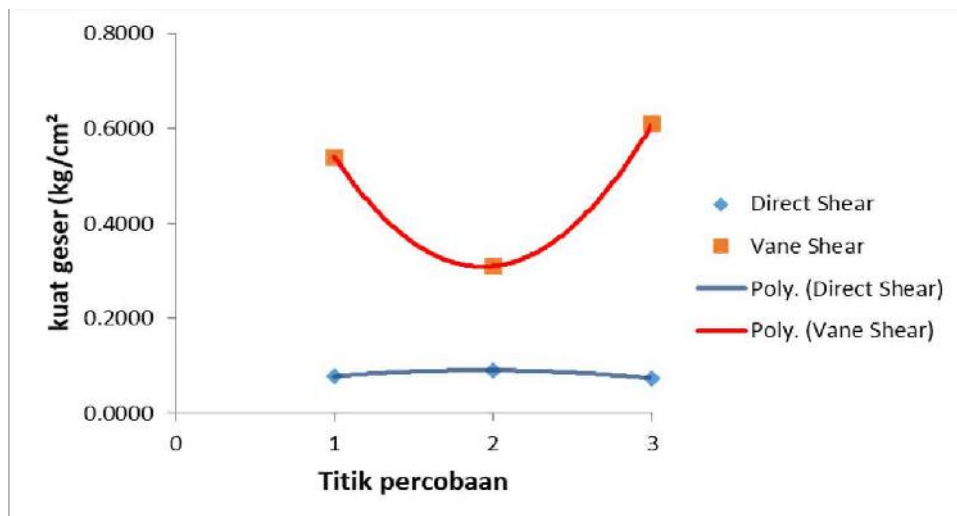
No	Pengujian	Hasil
1	Kadar Air (w)	226,87%
2	Berat jenis (Gs)	1,977
3	Berat Volume (γ)	1,17 g/cm ³
4	Batas Atterberg	
	a. Batas cair (LL)	125,92%
	b. Batas Plastis (PL)	35,36%
	c. Indeks Plastisitas (PI)	90,56%
5	Analisa Saringan	
	a. Lolos No. 4	99,70%
	b. Lolos No.200	84,94%

Hasil pengujian geser langsung kedalaman 30 cm pada titik I didapatkan sudut geser 18,52° dan kohesi sebesar 0,0707 kg/cm², pada titik II didapatkan sudut geser dalam sebesar 20,56° dan kohesi sebesar 0,0453 kg/cm², pada titik III didapatkan sudut geser dalam sebesar 17,22° dan kohesi sebesar 0,0815 kg/cm², didapatkan hasil pengujian geser baling kedalaman 30 cm pada titik I sebesar 0,46 kg/cm², titik II sebesar 0,61 kg/cm², titik III sebesar 0,61 kg/cm².



Gambar 7. Perbandingan Uji Geser Langsung Dan Uji Geser Baling Kedalaman 30 cm

Hasil pengujian geser langsung kedalaman 50 cm pada titik I didapatkan sudut geser 28,34° dan kohesi sebesar 0,0582 kg/cm², pada titik II didapatkan sudut geser dalam sebesar 18,09° dan kohesi sebesar 0,052 kg/cm², pada titik III didapatkan sudut geser dalam sebesar 9,46° dan kohesi sebesar 0,0507 kg/cm², didapatkan hasil pengujian geser baling kedalaman 50 cm pada titik I sebesar 0,31 kg/cm², titik II sebesar 0,46 kg/cm², titik III sebesar 0,46 kg/cm².



Gambar 8. Perbandingan Uji Geser Langsung Dan Uji Geser Baling Kedalaman 50 cm

4.3 Perbandingan Daya Dukung Tanah Tidak Jenuh dan Tanah Jenuh

Dari pengujian yang telah dilakukan di dapatkan nilai kuat geser tanah yang dapat berpengaruh pada daya dukung tanah. Daya dukung tanah ialah kemampuan tanah memikul tekanan atau melawan penurunan akibat pembebanan, yaitu tahanan geser yang disebabkan oleh tanah sepanjang bidang gesernya. Pada pengujian ini perhitungan daya dukung tanah memakai rumus perbandingan *Terzaghi*, dilakukan pada kuat geser terkecil, disebabkan apabila daya dukung tanah memenuhi nilai untuk kuat geser tanah terkecil maka tanah masih mampu menahan beban. Pada penelitian ini didapatkan perbandingan daya dukung tanah pada tanah tak jenuh dan tanah jenuh

Tabel 3. Perbandingan Daya Dukung Tanah *Remoulded* dan Tanah Jenuh

Kedalaman (cm)	Daya Dukung Tanah (kg/cm ²)	
	Tanah <i>tidak jenuh</i>	Tanah Jenuh
30	2,7018	1,0347
50	1,6116	1,3997

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, tanah yang bersumber dari Jabung, Lampung Timur memperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO digolongkan pada kelompok tanah A-7 (tanah berlempung), dan klasifikasi berdasarkan USCS tanah tersebut digolongkan kedalam kelompok tanah OH yaitu tanah lempung organik.
2. Dari hasil pengujian uji geser langsung (*Direct Shear Test*) dan uji geser baling (*Vane Shear Test*) diketahui bahwa nilai kuat geser pada uji geser langsung (*Direct Shear Test*) lebih kecil dibandingkan dengan uji geser baling (*Vane Shear Test*) di karenakan uji

pada pengujian geser langsung dilakukan 3 kali pembebanan dan pada pengujian vane shear besarnya hasil pemutaran torsi tergantung pada operator yang memutar.

3. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa kuat geser rata-rata tanah tak jenuh lebih besar dibandingkan dengan tanah jenuh di dua pengujian yang telah dilakukan yaitu uji geser langsung (*Direct Shear Test*) dan uji geser baling (*Vane Shear Test*) dikarenakan pada tanah kondisi jenuh mempunyai kadar air yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Hakim, Arief Rahman, 2014, *Studi Modifikasi Alat Vane Shear Berdasarkan Variasi Tinggi Kipas*, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 1992, *Mekanika Tanah I*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2002, *Mekanika Tanah II*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Das, Braja M., 1995, *Mekanika Tanah Jilid I (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, PT. Erlangga, Jakarta.
- Terzaghi, K., Peck, R. B., 1987, *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- .