

## KARAKTERISTIK SIFAT MEKANIS TANAH LEMPUNG TERHADAP KADAR AIR (KAMPUS UNAND LIMAU MANIS PADANG)

Liliwarti<sup>1</sup>, Silvianengsih<sup>2</sup>, Satwarnirat<sup>3</sup>

### Abstract

*Padang, West Sumatra is prone to landslides, because most of the topography of the city of Padang has a degree of slope steepness on average > 40%, with high levels of rainfall. Campus Unand Padang Limau Manis located slope of a hill at an altitude of  $\pm 255$  m above sea level, which is a hilly area. With the rapid development of the construction of the campus, the facilities and infrastructure already started to be built on a slope, this allows the potential for landslides will threaten, and high rainfall which often occur in areas Limau Manis.*

*Analysis done by wetting of the soil with varying water content ranging from addition of water 40%, 50%, 55%, 60% and 70%.*

*Results of the analysis showed that the type of soil at the Polytechnic campus-Unand including the type MH-OH (USCS classification) that is clay-silt with high plasticity.*

*Value cohesion (c) clay-berlanau (MH-OH) is strongly influenced by the water content, if the water content of > 40%, the value of the meter shear strength (cohesion) as a significant decrease drastically.*

*Keywords: water content, cohesion, land*

### Abstrak

Kampus Universitas Andalas dan Politeknik Negeri Padang terletak di lereng bukit, tanah dasarnya didominasi oleh lapisan lempung yang rentan terhadap perubahan kadar air. Kekuatan geser tanah ini sangat dipengaruhi oleh kandungan air yang ada dalam tanah tersebut.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan pengaruh kadar air terhadap kekuatan geser tanah, yaitu dengan cara penambahan air secara bertahap (bervariasi), mulai dari kadar air dibawah *Liquid Limit* dan diatas kadar air *Liquid Limit*. Dan dilanjutkan dengan pengujian kuat geser masing masing variasi. Pengujian dilakukan dilakukan dengan variasi kadar air mulai dari 40% , 50%, 55%, 60% dan 70% .

Hasil analisa memperlihatkan bahwa jenis tanah di kampus Unand-Politeknik termasuk jenis MH-OH (klasifikasi USCS) yaitu tanah lempung-lanau dengan plastisitas tinggi.

Nilai kohesi tanah lempung-berlanau (MH-OH) sangat dipengaruhi oleh kadar air, jika kadar air > 40%, nilai para kuat geser (kohesi) tanah secara signifikan menurun drastis. Sedangkan penurunan nilai kuat geser tanah dari kondisi asli sampai mencapai  $\pm 75\%$  . Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan geser tanah lempung sangat rentan terhadap perubahan kadar air.

Kata Kunci : Kadar Air, Kohesi, Tanah

## 1. PENDAHULUAN

Kota Padang memiliki topografi yang bervariasi, perpaduan daratan yang landai dan perbukitan bergelombang yang curam. Sebagian besar topografi wilayah Kota Padang memiliki tingkat keterenggan lahan rata-rata > 40%. Faktor yang mempengaruhi tingkat bahaya longsor lahan di daerah Kota Padang adalah karakteristik lahannya berupa kemiringan lereng yang umumnya berkisar 23 - 99% dan curah yang tidak menentu (KLHS Padang). Kampus Universitas Andalas dan Politeknik Negeri Padang terletak di lereng

bukit, tanah dasarnya didominasi oleh lapisan lempung yang rentan terhadap perubahan kadar air.

## 2. STUDI PUSTAKA

### 2.1 Kuat Geser Tanah

Kekuatan geser tanah ditentukan untuk mengukur kemampuan tanah menahan tekanan tanpa terjadi keruntuhan.

Noormalasari dan Susanto 2000, meneliti

Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang

<sup>1</sup> E-mail: liliwarti@yahoo.co.id

<sup>2</sup> E-mail: silvianengsih@rocketmail.com

<sup>3</sup> E-mail: satwarnirat\_1966@yahoo.com

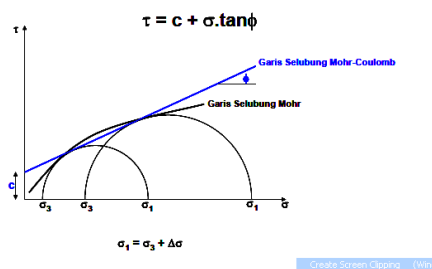
tentang Perilaku Tanah Ekspansif dan metode perbaikan di Lipo Cikarang menyatakan peningkatan kadar air pada tanah ekspansif tidak saja menyebabkan penurunan kuat geser, tetapi juga pengembangan volume yang menyebabkan retakan pada bangunan dan bergelombangnya perkerasan jalan secara tidak merata.

Yudayana 2001, Pengaruh variasi tegangan air pori negatif terhadap perubahan tegangan geser pada lempung kaolinit. Secara umum hasilnya menunjukkan bahwa saat *drying* tegangan geser tanah naik, sedang saat *wetting* tegangan geser tanah mengalami penurunan.

Sholihin 2005, meneliti tentang Perilaku potensi mengembang dan kuat geser tanah lempung ekspansif akibat siklus basah dan kering. Hasil studi menunjukkan bahwa terjadi penurunan persentase mengembang dan tekanan mengembang tanah lempung ekspansif apabila jumlah siklus berulang basah kering meningkat. Sebaliknya, kuat geser tanah lempung ekspansif akan meningkat setelah melewati siklus berulang basah-kering yang cukup tinggi. Harga parameter kekuatan geser tanah dapat ditentukan dengan pengujian di laboratorium dengan melakukan uji : Triaxial, Direct Shear, Kuat Tekan Bebas, Uji Vane Shear Test.

### 2.1.1 Uji Triaxial

Uji triaksial merupakan bentuk pengujian yang dapat diandalkan dalam menentukan parameter tegangan geser. Parameter parameter geser / sudut geser ( $\phi$ ) dan kohesi ( $c$ ) didapatkan dari penggambaran diagram mohr.



**Gambar 2.1.** Hubungan Antara Tegangan Normal dan Tegangan Geser

### 2.2.2 Direct Shear test (Uji Geser Langsung)

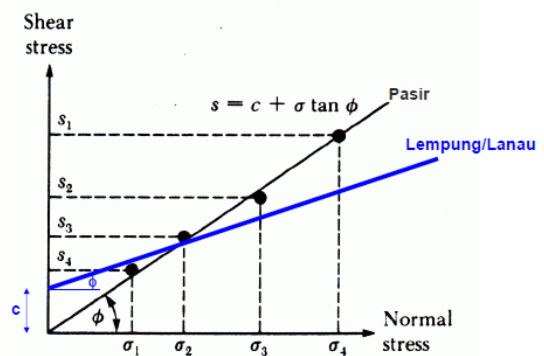
Kekuatan geser suatu massa tanah merupakan perlawanan internal tanah tersebut per satuan

luas terhadap keruntuhan atau pergeseran sepanjang bidang geser dalam tanah. Kekuatan geser tanah ditentukan untuk mengukur kemampuan tanah menahan tekanan tanpa terjadi keruntuhan.

Menurut Mohr Coulomb, Tegangan geser tanah adalah kombinasi antara Tegangan normal dan tegangan geser

Coulomb (1976) mendefinisikan :

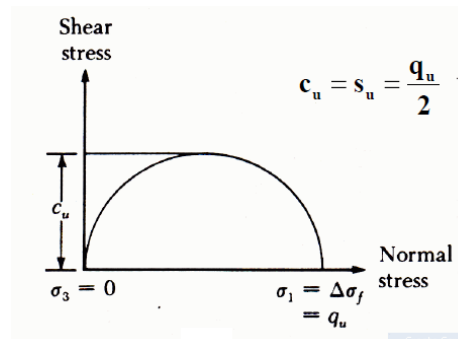
$$\tau = c + \sigma \cdot \tan \phi$$



**Gambar 2.2.** Hubungan antara Tegangan Normal dan Tegangan Geser

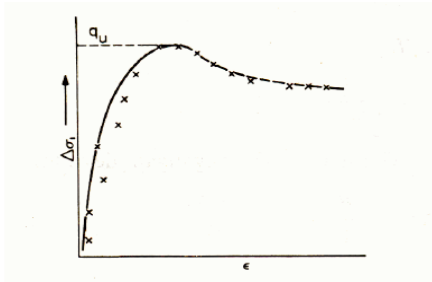
### 2.2.3 Uji Tekan Bebas (Unconfined Compression Test)

Uji tekan bebas termasuk hal yang khusus dari uji triaksial *unconsolidated-undrained* (tak terkonsolidasi-tak terdrainase). Kondisi pembebanan sama dengan yang terjadi pada uji triaksial, hanya tegangan selnya nol ( $\sigma_3 = 0$ ).



**Gambar 2.3.** Lingkaran Mohr pada uji Kuat Tekan Bebas

Gambar 2.3. menjelaskan uji kuat tekan bebas, tegangan sel (tegangan keliling)  $\sigma_3 = 0$  dan tegangan utama mayor ( $\sigma_1$ ) =  $\Delta\sigma = q_u$



**Gambar 2.4** Hubungan antar Regangan dan Tegangan

Gambar 2.4 menjelaskan hubungan antara regangan dan tegangan (tegangan deviator), puncak dari kurva adalah nilai dari kuat tekan bebas ( $q_u$ )

### 2.2.4 Vane Shear Test

Vane test adalah suatu cara untuk mengukur kekuatan geser setempat pada tanah. Mengukur kekuatan geser tanah dengan *vane shear test* akan menghasilkan momen torsi yang bekerja pada saat terjadinya keruntuhan (*failure*).

Alat pengukur ini kita dapat menentukan momen torsi yang bekerja pada saat terjadi keruntuhan (*failure*). Dari momen torsi ini kita dapat menentukan kekuatan geser dari tanah yang diperiksa, yaitu kekuatan geser *Undrained*, yaitu :

$$CU = \frac{T}{3,14 \left( \frac{d^2 h}{2} \right) + \left( \frac{d^3}{6} \right)}$$

dimana :

CU = Kuat geser *Undrained*,

T = momen torsi,

d = diameter baling-baling

h = tinggi baling-baling

## 3. METODE PENELITIAN

3.1 Pengambilan sampel tanah terganggu (*disturb sample*) dan tidak terganggu (*undisturb sample*), diambil di 3 (tiga) lokasi,

Lokasi 1 : lereng pada kampus Politeknik.

Lokasi 2 : lereng pada kampus Unand.

Lokasi 3 : lereng pada kampus Unand.



**Gambar 3.1** Lokasi Pengambilan sampel tanah

Tanah tidak terganggu (*undisturbed sample*), digunakan untuk pengujian Triaxial, UCS), sedangkan untuk tanah terganggu (*disturbed sample*) digunakan untuk pengujian berat jenis, analisa butir dan *atterberg limit*.

### 3.2 Proses pembasahan (*wetting*).

- a. Sampel tanah yang sudah dikeringkan dilakukan penambahan kadar air secara bertahap yaitu mulai dibawah kadar air *Liquid Limit* dan diatas kadar air *Liquid Limit*.



**Gambar 3.2.** Sampel tanah dalam kotak uji.

- b. Pemeraman benda uji yang sudah ditambah dengan air didiamkan selama 3 hari, dilanjutkan dengan Pengujian sifat mekanis tanah (untuk setiap variasi kadar air) diantaranya,
  - Kadar air
  - Kuat Tekan bebas (*unconfined compressive strenght*)
  - Triaxial
  - Vane shear test

## 4. HASILDAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Sifat fisis

**Tabel 4.1.** Sifat Fisis Tanah

| Lo kasi | KA (%) | GS   | $\gamma_b$ (kg/cm <sup>3</sup> ) | LL (%) | PL (%) |
|---------|--------|------|----------------------------------|--------|--------|
| 1       | 50     | 2.58 | 1.45                             | 66     | 55     |
| 2       | 57.5   | 2.62 | 1.43                             | 64     | 47     |
| 3       | 59.6   | 2.70 | 1.54                             | 58     | 49.3   |

Berdasarkan nilai sifat fisis tanah dari ketiga lokasi (tabel 4.1), maka tanah dapat di klasifikasikan:

- a. Tanah 1
  - Menurut USCS (*Unifide Soil Classification Systim*)  
LL = 66, lolos no 200 > 50%  
IP = 11  
Maka tanah termasuk jenis MH-OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi
  - Menurut AASTHO, Tanah termasuk jenis tanah A-7-5, yaitu tanah lanau-lempung.
- b. Tanah 2
  - Menurut USCS (*Unifide Soil Classification Systim*)  
LL = 64, lolos no 200 > 50%  
IP = 17Maka tanah termasuk jenis MH-OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi
  - Menurut AASTHO, Tanah termasuk jenis tanah A-7-5, yaitu tanah lanau-lempung.
- c. Tanah 3
  - Menurut USCS (*Unifide Soil Classification Systim*)  
LL = 58, lolos no 200 > 50%  
IP = 8.7  
Maka tanah termasuk jenis MH-OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi
  - Menurut AASTHO, Tanah termasuk jenis tanah A-5, yaitu tanah lanau-lempung.

4.2 Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah

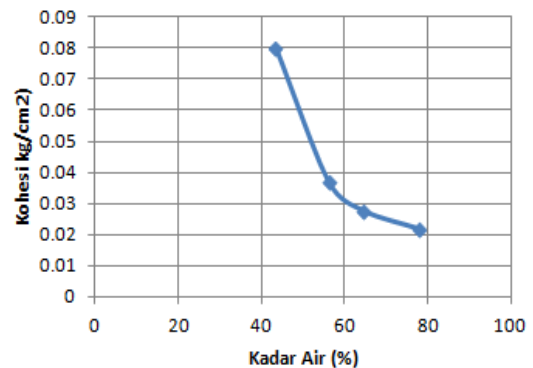
**Tabel 4.2.**Sifat Mekanis

| Lokasi | c (kg/cm <sup>2</sup> ) | $\phi$ | $q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------|-------------------------|--------|-----------------------------|
| 1      | 0.19                    | 8.7    | 0.3                         |
| 2      | 0.22                    | 26     | 0.81                        |
| 3      | 0.11                    | 30     | 1.1                         |

Tabel 4.2 merupakan hasil uji sifat mekanis dari proses pembasahan (*wetting*).

**Tabel 4.3.** Kadar air dan parameter kuat geser Lokasi 1

| KA (%) | c (kg/cm <sup>2</sup> ) | $\phi$ | $q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------|-------------------------|--------|-----------------------------|
| 43.37  | 0.08                    | 2.58   | 0.61                        |
| 56.137 | 0.037                   | -      | -                           |
| 64.57  | 0.0277                  | -      | -                           |
| 77.76  | 0.022                   | -      | -                           |

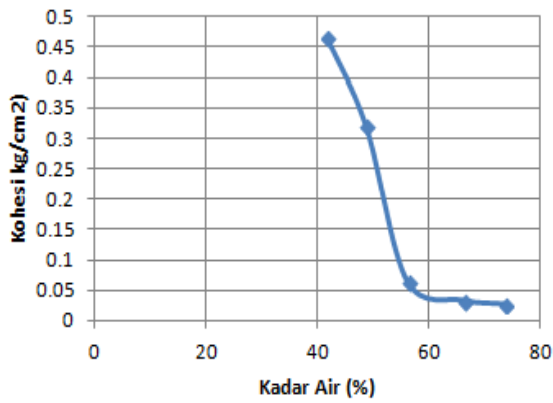


**Gambar 4.1.** Hubungan antara kadar air dan koehesi (lokasi 1)

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa penambahan air di tas 40%, nilai koehesi tanah turun.

**Tabel 4.2** Kadar air dan parameter kuat geser Lokasi 2

| KA (%) | c (kg/cm <sup>2</sup> ) | $\phi$ | $q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------|-------------------------|--------|-----------------------------|
| 41.705 | 0.465                   | 26     | 0.61                        |
| 48.76  | 0.32                    | 3.24   | -                           |
| 56.137 | 0.064                   | -      | -                           |
| 66.237 | 0.033                   | -      | -                           |
| 73.59  | 0.027                   | -      | -                           |

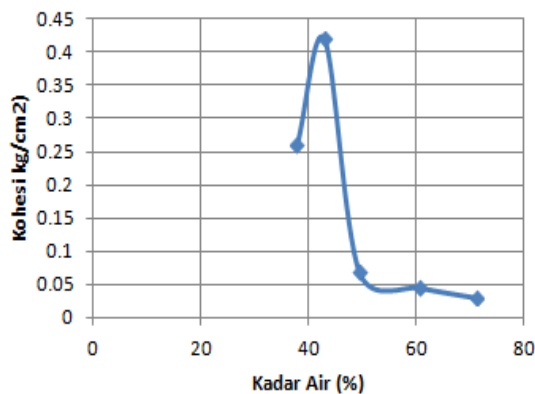


**Gambar 4.2** Hubungan antara kadar air dan koheesi (lokasi 2)

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa penambahan air di atas 40%, nilai koheesi tanah turun.

**Tabel 4.** Kadar air dan parameter kuat geser Lokasi 3

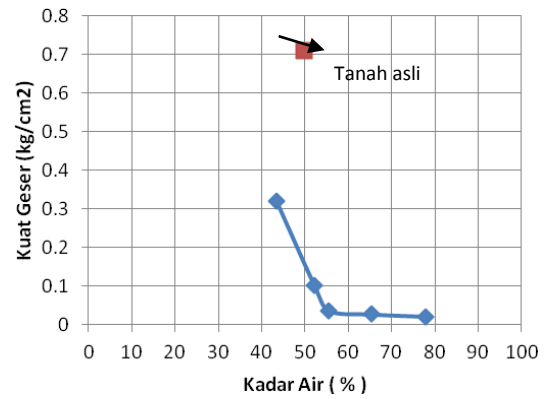
| KA (%) | c (kg/cm <sup>2</sup> ) | $\phi$ (derajat) | $q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------|-------------------------|------------------|-----------------------------|
| 37.798 | 0.26                    | 4.25             | 1.12                        |
| 42.89  | 0.42                    | 4.74             | 0.46                        |
| 49.41  | 0.069                   | -                | -                           |
| 60.61  | 0.046                   | -                | -                           |
| 71.103 | 0.031                   | -                | -                           |



**Gambar 4.3** Hubungan antara kadar air dan koheesi (lokasi 3)

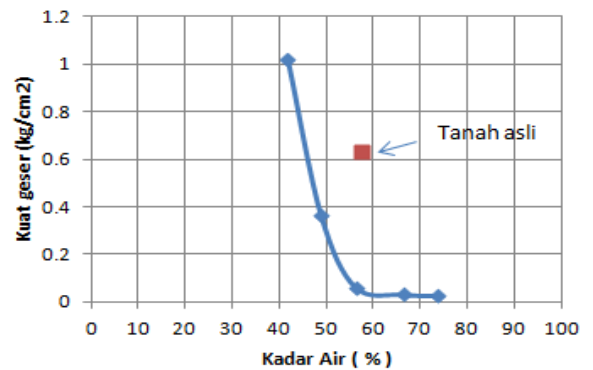
#### 4.4. Kuat geser tanah

Nilai kuat geser tanah mengalami penurunan jika penambahan air di atas 40%, sedangkan untuk tanah asli dengan kadar air 50%, kuat geser tanah 0.7 kg/cm<sup>2</sup>



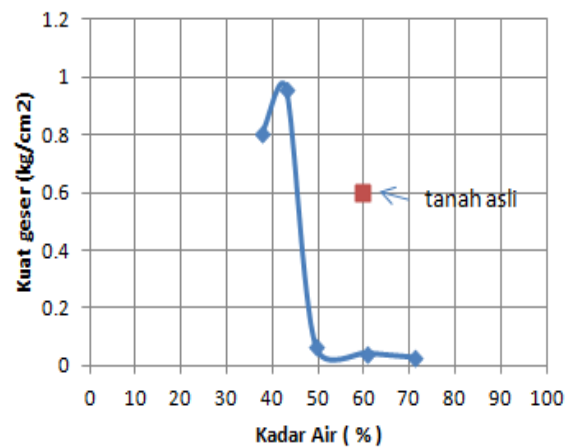
**Gambar 4.4** Hubungan antara kadar air dan kuat geser tanah (lokasi 1)

Pada lokasi 2, dengan penambahan air di atas 40 %, nilai kuat geser tanah mengalami penurunan.



**Gambar 4.5** Hubungan antara kadar air dan kuat geser tanah (lokasi 2)

Pada lokasi 3, dengan adanya penambahan air di atas 40% kuat geser tanah menurun.



**Gambar 4.6** Hubungan antara kadar air dan kuat geser tanah (lokasi 3)

Tanah pada lokasi 1,2 dan 3 memperlihatkan dengan bertambahnya air, secara signifikan kohesi dan kuat geser tanah menurun (berlaku untuk tanah 1, 2 dan 3) yaitu tanah dengan jenis MH-OH ( tanah lempung-lanau berplastisitas tinggi).

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan nilai sifat fisis tanah dengan lokasi kampus Unand dan Politeknik Negeri Padang, menurut klasifikasi USCS tanah termasuk jenis MH-OH yaitu tanah lempung-lanau dengan plastisitas tinggi.
2. Nilai parameter kuat geser tanah lempung-berlanau (MH-OH) sangat dipengaruhi oleh kadar air, jika kadar air > 40%, nilai parameter kuat geser dan kohesi secara signifikan menurun drastis.
3. Penurunan nilai kuat geser tanah dari kondisi asli  $\pm 75\%$  ( kadar air 60%).

### 5.2 Saran

- a. Perlu dilakukan pengujian tanah lempung pada lokasi lainnya untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
- b. Perlu adanya korelasi antara nilai vane shear test terhadap nilai kohesi tanah yang didapat dari uji triaxial.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, 2003, *Annual Book of ASTM Standards*, section 4, volume 04.08 Soil and Rock.
- Fernandez, 2007. *Kajian Karakteristik Lempung Bobonaro Di Propinsi Nusa Tenggara Timur*.
- Hardiyatmo, H.C., 2002, *Mekanika Tanah I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2002, *Mekanika Tanah II*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Liu, C and Jac B 2003, *Soil Properties, Testing Measurement and evaluation*, Prentice Hall International, Inc, New Jersey.

Indarto dkk, 2000. *Pengaruh siklus Pengeringan dan Pembasahan terhadap kelakuan tegangan Geser tanah Kelempungan*, Prosiding Pertemuan ilmiah tahunan geoteknik –IV INDO-GEO 2000

Sholihin 2005, *Perilaku potensi mengembang dan kuat geser tanah lempung ekspansif akibat siklus basah dan kering*.

<http://ebursa.depdiknas.go.id/pustaka/harvester/index.php/record/view/2968>

Yudayana 2001, *Pengaruh variasi tegangan air pori negatif terhadap perubahan tegangan geser pada lempung kaolinite*.

<http://ebursa.depdiknas.go.id/pustaka/harvester/index.php/record/view/2>