



Studi Pengaruh Derajat Kejenuhan Terhadap Kuat Geser Tanah

Anandyta Suci Ramdani^{1*}, Revia Oktaviani², Ardhan Ismail³, Tommy Trides⁴, Albertus Juvensius Pontus⁵

¹⁻⁵ Program Studi S1 Teknik Pertambangan, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia
Email: anandyta273@gmail.com¹, revia.oktaviani@gmail.com²

*Penulis Korespondensi: anandyta273@gmail.com

Abstract. Soil strength characteristics are strongly influenced by its physical and mechanical properties, one of which is shear strength. Soil shear strength is affected by cohesion (c), internal friction angle (ϕ), and soil moisture conditions. In open-pit mining conditions, soil moisture content is greatly influenced by rainfall and water seepage, which can increase the degree of saturation within the soil mass. An increase in the degree of saturation generally leads to a rise in pore water pressure, thereby reducing the effective normal stress and resulting in a decrease in soil shear strength. This study aims to determine the effect of the degree of saturation on soil shear strength. This research employs a quantitative method to analyze the influence of the degree of saturation under three conditions (natural, dry, and saturated) on soil shear strength through laboratory testing using the direct shear test. The tests conducted include soil physical properties testing in accordance with SNI 1965-2008, specific gravity testing based on SNI 1964-2008, and soil shear strength testing following SNI 3420-2016. The results indicate that the average degree of saturation under natural conditions is 64.63% with a cohesion value of 7.4 kN/m², under dry conditions is 33.18% with a cohesion value of 8.2 kN/m², and under saturated conditions is 83.08% with a cohesion value of 3 kN/m². It can be concluded that a higher degree of saturation or more saturated soil samples result in lower cohesion values, whereas a lower degree of saturation or drier soil samples lead to higher cohesion values.

Keywords: Clay; Degree of Saturation; Direct Shear Test; Pore Pressure; Soil Shear Strength.

Abstrak. Karakteristik kekuatan tanah sangat dipengaruhi oleh sifat fisik dan sifat mekaniknya, salah satunya adalah kuat geser. Kekuatan geser tanah dipengaruhi oleh parameter kohesi (c), sudut geser dalam (ϕ), dan kondisi kadar air tanah. Dalam kondisi tambang terbuka, kadar air tanah sangat dipengaruhi oleh curah hujan maupun rembesan air, yang dapat meningkatkan derajat kejenuhan pada massa tanah. Peningkatan derajat kejenuhan umumnya menyebabkan tekanan pori naik, sehingga mengurangi efektif tegangan normal dan berdampak pada penurunan kuat geser tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh derajat kejenuhan terhadap kuat geser tanah. Metode penelitian ini bersifat kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh derajat kejenuhan dalam tiga kondisi (asli, kering, jenuh) terhadap kuat geser tanah melalui pengujian laboratorium yaitu uji geser langsung. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sifat fisik tanah dengan standar uji SNI 1965-2008, pengujian berat jenis dengan standar uji SNI 1964-2008, dan pengujian kuat geser tanah dengan standar pengujian SNI 3420-2016. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai rata-rata derajat kejenuhan pada kondisi asli yaitu 64,63% dengan nilai kohesi 7,4 Kn/m², pada kondisi kering 33,18% dengan nilai kohesi 8,2 Kn/m² dan kondisi jenuh 83,08% dengan nilai kohesi 3 Kn/m². Didapatkan kesimpulan bahwa semakin besar nilai derajat kejenuhan atau semakin jenuh suatu sampel maka nilai kohesi akan semakin rendah, begitu juga jika semakin kecil nilai derajat kejenuhan atau semakin kering suatu sampel maka nilai kohesi akan semakin tinggi.

Kata kunci: Derajat Kejenuhan; Kuat Geser Tanah; Lempung; Tekanan Pori; Uji Geser Langsung.

1. LATAR BELAKANG

Tanah merupakan salah satu material utama yang berperan penting dalam pekerjaan teknik sipil dan pertambangan, khususnya sebagai media pendukung pondasi, timbunan dan lereng. Karakteristik kekuatan tanah sangat dipengaruhi oleh sifat fisik dan mekaniknya, salah satunya adalah kuat geser (*shear strength*). Penelitian sebelumnya umumnya membahas pengaruh kadar air terhadap sifat tanah. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan parameter derajat kejenuhan sebagai variabel yang dikaji. Mengingat tanah lempung memiliki

sifat yang jenuh air. Peningkatan derajat kejenuhan umumnya menyebabkan tekanan pori naik, sehingga mengurangi efektif tegangan normal dan berdampak pada penurunan kuat geser tanah.

2. KAJIAN TEORITIS

Kadar Air

Kadar air (w) adalah perbandingan antara berat air (W_w) dengan berat butiran padat (W_s) dalam tanah tersebut, dinyatakan dalam persen (Hardiyatmo, 2002).

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

(1)

Keterangan:

w = Kadar air (%)

W_w = Berat air (gr)

W_s = Berat butiran padat (gr)

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap stabilitas tanah. Peningkatan kadar air dalam tanah dapat menurunkan kekuatan geser tanah akibat berkurangnya tegangan efektif, sehingga meningkatkan potensi terjadinya longsor (Terzaghi, 1987).

$$S_r(\%) = \frac{V_w}{V_v} \times 100\% \tag{2}$$

Keterangan:

S_r = Derajat Kejenuhan

V_w = Volume air

Kuat Geser Tanah

Menurut Hardiyatmo (2002) kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan.

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisis-analisis kapasitas dukung tanah, stabilitas lereng, dan gaya dorong pada dinding penahan tanah. Menurut teori Mohr (1910) kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi oleh akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Hubungan fungsi antara tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya (Hardiyatmo, 2002).

$$\tau = c + \sigma \tan \varphi \quad (3)$$

Keterangan:

τ : kuat geser tanah (kN/m²)

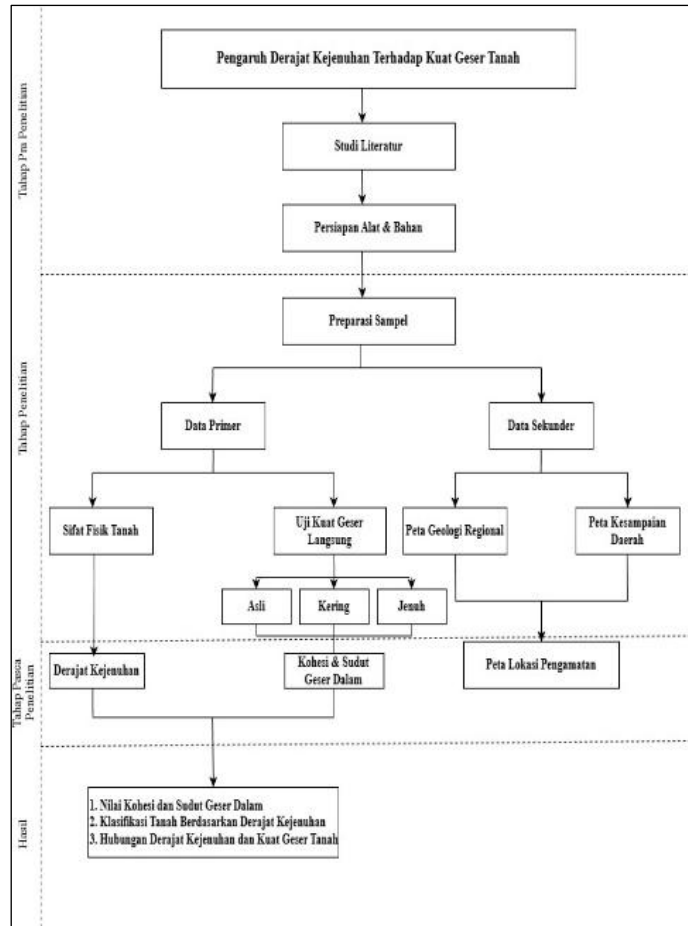
c : kohesi tanah (kN/m²)

σ : tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m²)

φ : sudut gesek dalam tanah atau sudut gesek intern (°)

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh derajat kejenuhan terhadap kuat geser tanah melalui pengujian laboratorium.



Gambar. 1 Diagram Alir Penelitian.

Tabel. 1 Standar Pengujian.

No	Uji	Standar Uji	Sampel
1	Sifat fisik tanah (kadar air, berat isi, berat jenis)	SNI 1965-2008 SNI 1964-2008	13 sampel
2	Direct Shear	SNI 3420-2016	13 sampel

Setelah didapatkan hasil dari pengujian sifat fisik dan pengujian kuat geser langsung, selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan *excel*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Kadar Air

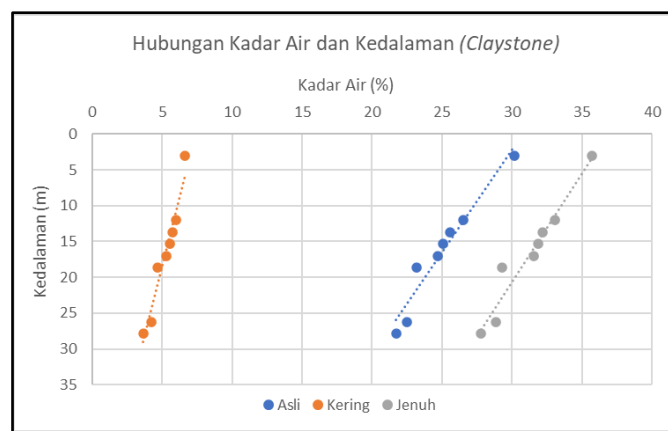
Sampel yang digunakan pada pengujian kadar air terbagi menjadi 3 kondisi yaitu asli, kering dan jenuh. Tiap kondisi diuji dengan 3 sampel.

Tabel. 2 Nilai Kadar Air.

Sampel	Kedalaman (m)	Asli (%)	Kering (%)	Jenuh (%)
--------	---------------	----------	------------	-----------

LR3	2,97	30,17	6,64	35,68
LR9	12,05	26,53	5,98	33,04
LR10	13,69	25,59	5,75	32,16
LR11	15,33	25,09	5,58	31,88
LR12	16,98	24,67	5,32	31,55
LR13	18,61	23,15	4,69	29,31
LR18	26,23	22,49	4,20	28,87
LR19	27,81	21,73	3,66	27,80

Didapatkan rata-rata nilai kadar air pada kondisi asli yaitu 24,93%, rata-rata pada kondisi kering yaitu 5,23% dan pada kondisi jenuh yaitu 31,29%.



Gambar. 2 Hubungan Kadar Air dan Kedalaman.

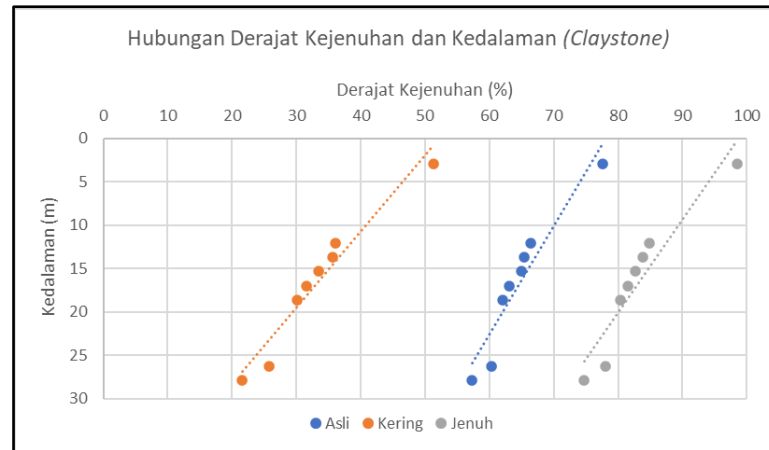
Perhitungan Derajat Kejenuhan

Nilai derajat kejenuhan didapatkan dari hasil perhitungan persamaan (7)

Tabel. 3 Nilai Derajat Kejenuhan.

Sampel	Kedalaman (m)	Asli (%)	Kering (%)	Jenuh (%)
LR3	2,97	77,62	51,25	98,44
LR9	12,05	66,46	36,08	84,93
LR10	13,69	65,40	35,61	83,91
LR11	15,33	64,95	33,46	82,70
LR12	16,98	63,05	31,62	81,59
LR13	18,61	62,03	30,06	80,28
LR18	26,23	60,26	25,75	78,07
LR19	27,81	57,28	21,59	74,73

Didapatkan rata-rata nilai derajat kejenuhan pada kondisi asli yaitu 64,63%, kondisi kering yaitu 33,18% dan kondisi jenuh yaitu 83,08%.



Gambar. 3 Hubungan Derajat Kejenuhan dan Kedalaman.

Pengujian Kuat Geser Tanah

Pengujian kuat geser tanah yang dilakukan yaitu pengujian kuat geser langsung (*Direct shear test*). Pengujian ini dilakukan dalam 3 kondisi yaitu kondisi asli, kering dan jenuh. Beban yang digunakan yaitu 1 kg, 1,52 kg dan 2,055 kg.

Tabel. 4 Nilai Kohesi dan Sudut Geser Dalam.

Sampel	Asli		Kering		Jenuh	
	c (Kn/m ²)	ϕ (°)	c (Kn/m ²)	ϕ (°)	c (Kn/m ²)	ϕ (°)
LR3	8,14	10,81	11,35	8,21	3,06	29,45
LR9	7,65	16,65	10,91	1,25	3,05	21,77
LR10	7,95	11,52	9,42	13,19	3,08	20,74
LR11	7,69	14,18	9,85	11,33	3,12	22,68
LR12	7,80	20,26	11,01	7,95	3,44	21,36
LR13	7,86	21,11	11,00	2,74	4,06	11,34
LR18	7,49	20,93	9,79	8,16	3,30	19,41
LR19	7,56	22,82	8,22	12,74	3,10	21,40

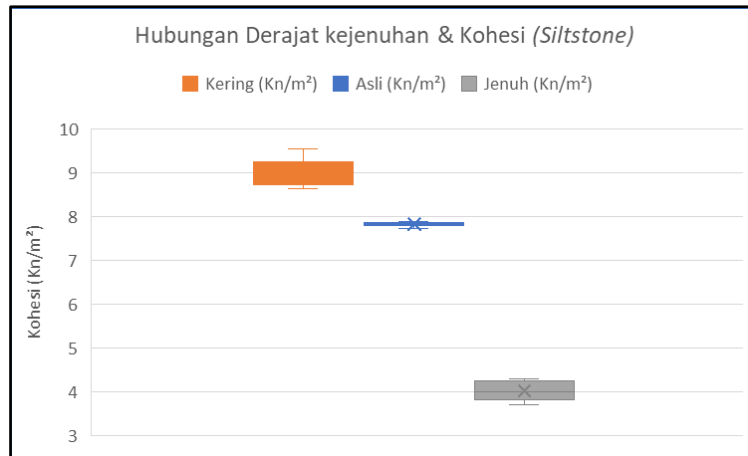
Pada kondisi asli, nilai kohesi berada pada rentang 7,4-8,2 Kn/m² dengan nilai sudut geser dalam berada pada rentang 10-23°. Pada kondisi kering, nilai kohesi lebih tinggi dari kondisi normal dan jenuh yaitu pada rentang 8,2- 11,4 Kn/m² dengan nilai sudut geser dalam berada pada rentang 1-14°, dan pada kondisi jenuh nilai kohesi sangat rendah yaitu berada pada rentang 3,0-4,1 Kn/m² dengan nilai sudut geser dalam berada pada rentang 11-30°.

Hubungan Derajat Kejenuhan dan Kuat Geser Tanah

Setelah didapatkan nilai derajat kejenuhan dan nilai hasil kuat geser, selanjutnya dibuat grafik *boxplot* untuk melihat pengaruh derajat kejenuhan terhadap kuat geser tanah.

Tabel. 5 Nilai Derajat Kejenuhan dan Kuat Geser Tanah.

Sampel	Asli		Kering		Jenuh	
	Sr (%)	c (Kn/m ²)	Sr (%)	c (Kn/m ²)	Sr (%)	c (Kn/m ²)
LR3	77,62	8,14	51,25	11,35	98,44	3,06
LR9	66,46	7,65	36,08	10,91	84,93	3,05
LR10	65,40	7,95	35,61	9,42	83,91	3,08
LR11	64,95	7,69	33,46	9,85	82,70	3,12
LR12	63,05	7,80	31,62	11,01	81,59	3,44
LR13	62,03	7,86	30,06	11,00	80,28	4,06
LR18	60,26	7,49	25,75	9,79	78,07	3,30
LR19	57,28	7,56	21,59	8,22	74,73	3,10



Gambar. 4 Grafik Hubungan Derajat Kejenuhan dan Kohesi.

Grafik diatas menunjukkan hubungan antara derajat kejenuhan dan kohesi. Dapat dilihat bahwa semakin besar nilai derajat kejenuhan atau semakin jenuh suatu sampel maka nilai kohesi akan semakin rendah. Begitu juga sebaliknya, semakin kering suatu sampel maka nilai kohesi akan semakin tinggi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa derajat kejenuhan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sifat mekanik lempung. Material dengan kandungan air yang tinggi atau berada pada kondisi jenuh cenderung mengalami penurunan nilai kuat geser. Kondisi tersebut dapat menyebabkan stabilitas tanah menurun, sehingga material yang memiliki nilai derajat kejenuhan yang tinggi lebih rentan terhadap terjadinya longsor. Dalam pengujian selanjutnya, ada baiknya menambah jenis material pengujian, atau menggunakan jenis alat kuat geser yang lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua, saudara, teman-teman, dosen pembimbing dan penguji, serta semua pihak yang terlibat didalam penulisan hasil penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

- Craig, R. F. (1987). *Mekanika tanah* (Edisi keempat). Penerbit Erlangga.
- Das, B. M. (1994). *Mekanika tanah* (Jilid 2). Penerbit Erlangga.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika tanah* (Jilid 1). Penerbit Erlangga.
- Fredlund, D. G., & Rahardjo, H. (1993). *Soil mechanics for unsaturated soils*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470172759>
- Hafidz, M. (2025). *Analisis kestabilan lereng dan penanganan kelongsoran dengan dinding penahan tanah menggunakan finite element method di Kecamatan Palaran Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur* (Tesis). Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman.
- Halawa, F. P. (2023). *Pengaruh derajat kejenuhan tanah gambut terhadap perilaku penurunan tanah*. Universitas Medan Area.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika tanah jilid 1*. Gadjah Mada University Press. ISBN: 979-420-504-4.
- Irfan. (2022). *Studi perbandingan nilai kuat geser batulempung berdasarkan kondisi jenuh, kondisi natural, dan kondisi kering formasi Pulaubalang menggunakan metode direct shear di Kalimantan Timur* (Tesis). Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman.
- Santosa, B., dkk. (1998). *Dasar mekanika tanah*. Seri Diktat Kuliah. Penerbit Gunadarma.
- Sebayang, A. H. (2022). *Studi penanganan longsoran dengan dinding penahan tanah di daerah Teluk Bajau Kecamatan Samarinda Seberang Kota Samarinda* (Tesis). Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman.
- Sivakumar, V. (1993). *A critical state framework for unsaturated soil*. University of Sheffield.
- SNI 1964-2008. (2008). *Cara uji berat jenis tanah*.
- SNI 1965-2008. (2008). *Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium*.
- SNI 3420-2016. (2025). *Metode uji kuat geser langsung tanah tidak terkonsolidasi dan tidak terdrainase*.
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1987). *Mekanika tanah dalam praktek rekayasa* (Jilid 1). Penerbit Erlangga.
- Wesley, L. D. (2010). *Mekanika tanah untuk tanah endapan residu*. Penerbit ANDI. ISBN: 978-979-29-2633-.