

PENGARUH KONSISTENSI TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH KOHESIF BERDASARKAN UJI *DIRECT SHEAR* TIPE *CONSOLIDATED DRAINED*

Lucky Adoe
NRP: 1421016

Pembimbing: Andrias Suhendra Nugraha, S.T.,M.T.

ABSTRAK

Jenis dan konsistensi tanah yang berbeda akan berpengaruh pada kekuatan tanah untuk menahan beban akibat konstruksi di atasnya. Untuk mencapai suatu kondisi tanah yang mampu menahan beban akibat konstruksi di atasnya, maka diperlukan perencanaan yang terukur. Dalam perencanaan tersebut dibutuhkan pengujian di lapangan dan di laboratorium. Salah satu pengujian yang dilakukan di laboratorium adalah pengujian *direct shear* atau pengujian geser langsung. Dalam pengujian ini menghasilkan sudut geser dalam (ϕ) dan kohesi (c).

Penelitian ini akan mengevaluasi pengaruh konsistensi tanah terhadap parameter kuat geser tanah, yaitu sudut geser dalam (ϕ) dan kohesi (c) pada tanah kohesif dengan uji *direct shear* tipe *consolidated drained* (CD). Tanah kohesif yang diuji memiliki perbedaan konsistensi, yaitu: konsistensi *soft*, konsistensi *medium*, dan konsistensi *stiff*. Tanah kohesif diuji dengan satu kecepatan geser yaitu 0,03mm/min.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada konsistensi tanah *soft* didapatkan sudut geser dalam (ϕ) sebesar 26,57° dan kohesi sebesar 2KPa. Pada konsistensi tanah *medium* didapatkan sudut geser dalam (ϕ) sebesar 19,80° dan kohesi sebesar 5,1KPa. Pada konsistensi tanah *stiff* didapatkan sudut geser dalam (ϕ) sebesar 18,26° dan kohesi sebesar 10KPa. Nilai sudut geser dalam (ϕ) pada tanah konsistensi *medium* lebih besar 8,43% dan pada tanah konsistensi *soft* lebih besar 45,51%, masing-masing dibandingkan dengan nilai sudut geser dalam (ϕ) pada tanah konsistensi *stiff*. Untuk perbandingan nilai kohesi (c), pada tanah konsistensi *medium* lebih kecil 57,78% dan pada tanah konsistensi *soft* lebih kecil 83,02%, masing-masing dibandingkan dengan nilai kohesi pada tanah konsistensi *stiff*.

Kata kunci: *consolidated drained*, *direct shear test*, *fat clay*, konsistensi tanah, sudut geser dalam (ϕ), kohesi (c)

EFFECT OF CONSISTENCY OF COHESIVE SOIL TO SHEAR STRENGTH PARAMETERS BASED ON DIRECT SHEAR TEST TYPE CONSOLIDATED DRAINED

**Lucky Adoe
NRP: 1421016**

Supervisor: Andrias Suhendra Nugraha, S.T.,M.T.

ABSTRACT

The difference of type and consistency of soil will affect the strength of the soil to hold the overburden pressure due to construction on it. To reach a condition that allowed the soil to withstand loads due to construction on it, then it takes careful planning. In the careful planning required testing in the field and in the laboratory. For in the laboratory, testing is done with direct shear test. The result of this this test are the angle of friction (ϕ) and cohesion (c).

This research will analyze the effect of soil consistency to the shear strength parameters (angel of friction (ϕ) and cohesion (c)) of cohesive soils based on direct shear test type consolidated drained. Distinction type of consistency of cohesive soil which will be conduct on this research are soft, medium and stiff. Cohesive soil tested with one shear speed: 0.03mm/min.

The results of this research showed that, angle of friction (ϕ) is $26,57^\circ$ and cohesion is 2KPa for soft consistency. For medium consistency, angle of friction (ϕ) is 19.80° and cohesion is 5,1KPa. For stiff consistency, angle of friction (ϕ) is $18,26^\circ$ and cohesion is 10KPa. The value of the angle of friction (ϕ) increased by 8,43% for medium consistency and increased by 45,51% for soft consistency when compared to stiff consistency. The value of soil cohesion (c) decreased by 57,78% for medium consistency and decreased by 83,02% for soft consistency when compared to stiff consistency.

Key words: *consolidated drained, direct shear test, fat clay, soil consistency, angle of friction (ϕ), cohesion (c).*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN LITERATUR	4
2.1 Definisi Tanah	4
2.1.1 Karakteristik Fisis Tanah	5
2.1.3 Penyelidikan Tanah di Laboratorium	6
2.2 Penentuan Parameter Tanah	7
2.2.1 Konsistensi Tanah	9
2.2.2 Korelasi N-SPT Terhadap Berat Jenis Tanah Jenuh (γ_{sat}) Kuat Tekan Bebas (q_u), Kohesi (c_u), dan Konsistensi untuk Tanah Kohesif	10
2.2.3 Sampel <i>Undisturbed</i> untuk Tanah Kohesif	10
2.3 Kuat Geser (<i>Shear Strength</i>)	13
2.3.1 Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear</i>)	14
2.3.2 Jenis Pengujian Geser Langsung	16
2.3.3 Uji Geser Langsung Tipe CD (<i>Direct Shear Type Consolidated Drained</i>)	16
2.3.4 Tegangan dalam Uji Geser Langsung	18
2.3.5 Regangan dalam Uji Geser Langsung	21
2.3.6 Sudut Geser Dalam pada Uji Geser Langsung	23
2.3.7 Kohesi pada Uji Geser Langsung	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Diagram Alir Penelitian	25
3.2 Material Uji	26
3.3 Persiapan Indeks Properti di Laboratorium	26
3.3.1 Pengujian Kadar Air <i>Initial (Water Content)</i> , w	27
3.3.2 Pengujian Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>), G_s	29

3.4 Pengujian <i>Direct Shear</i> Laboratorium	30
3.4.1 Persiapan Alat	32
3.4.2 Persiapan Sampel Uji	33
3.4.3 Pengujian <i>Direct Shear Under Consolidated Drained Condition</i>	36
BAB IV ANALISIS DATA	42
4.1 Klasifikasi Tanah dan Penamaan Sampel Uji	42
4.2 Hasil Uji Indeks Properti Material Tanah Butir Halus	42
4.2.1 Pengujian <i>Specific Gravity</i> (Gs)	42
4.2.2 Pengujian <i>Water Content Initial</i> (w)	43
4.2.3 Nilai <i>Atterberg Limit</i>	43
4.3 Analisis Hasil Pengujian <i>Direct Shear Under Consolidated Drained</i>	43
4.3.1 Analisis Hasil Pengujian <i>Direct Shear</i> pada SU1	44
4.3.2 Analisis Hasil Pengujian <i>Direct Shear</i> pada SU2	48
4.3.3 Analisis Hasil Pengujian <i>Direct Shear</i> pada SU3	52
4.4 Analisis Hubungan Antara ΔH dengan \sqrt{t} pada Setiap <i>Normal Stress</i> dengan Konsistensi Tanah yang Berbeda	56
4.5 Analisis Hubungan Antara <i>Shear Stress</i> dengan <i>Strain</i> pada Setiap <i>Normal Stress</i> dengan Konsistensi Tanah yang Berbeda	58
4.6 Analisis Hubungan Antara <i>Vertical Displacement</i> dengan <i>Strain</i> pada Setiap <i>Normal Stress</i> dengan Konsistensi Tanah yang Berbeda	61
4.7 Analisis Hubungan Antara <i>Shear Strain</i> dengan <i>Normal Stress</i> pada Konsistensi Tanah yang Berbeda	63
4.8 Analisis Hubungan Antara Kohesi dengan Konsistensi Tanah yang Berbeda	65
4.9 Analisis Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dengan Konsistensi Tanah yang Berbeda	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Standard Split-Spoon Sampler</i>	8
Gambar 2.2 Skema Urutan Uji Penetrasi Standar	8
Gambar 2.3 Batas-batas <i>Atterberg</i>	9
Gambar 2.4 <i>Standard Split-Spoon Sampler and Split Barrel Sampler Insert</i>	11
Gambar 2.5 Diagram Susunan Alat Uji Geser Langsung	14
Gambar 2.6 Sketsa Susunan Benda Uji Dalam Kotak Geser	17
Gambar 2.7 Hasil Uji Geser Langsung Kondisi <i>Drained</i> pada Sebuah Tanah Lempung <i>Overconsolidated</i>	18
Gambar 2.8 Garis Keruntuhan Tanah Lempung yang Didapat Dari Uji Geser Langsung Kondisi <i>Drained</i>	18
Gambar 2.9 Mencari Harga c dan ϕ dengan Nilai σ_1 dan σ_3 (Lingkaran Mohr)	19
Gambar 2.10 Jalur Tegangan dengan Memakai Koordinat-koordinat p-q	20
Gambar 2.11 Karakteristik Regangan-Tegangan	22
Gambar 2.12 Kurva Regangan-Tegangan dan Percobaan Uniaksial	22
Gambar 2.13 Sudut Geser Dalam pada Kurva Tegangan Geser dan Tegangan Normal	23
Gambar 2.14 Kohesi pada Kurva Tegangan Geser dan Tegangan Normal	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 3.2 Sampel Dalam Keadaan <i>Undisturbed</i>	26
Gambar 3.3 Contoh Tanah Kohesif yang Baru Dikeluarkan	26
Gambar 3.4 Alat Uji Berat Jenis	30
Gambar 3.5 Alat <i>Direct Shear</i>	30
Gambar 3.6 <i>Shear Box</i>	31
Gambar 3.7 Alat Bantu pada Pengujian <i>Direct Shear</i>	32
Gambar 4.1 Kurva Hubungan <i>Vertical Displacement</i> dan \sqrt{t} pada Sampel Uji 1	45
Gambar 4.2 Hubungan <i>Strain</i> dan <i>Shear Stress</i> dan Hubungan <i>Strain</i> dan <i>Vertical Displacement</i> pada Sampel Uji	46
Gambar 4.3 Kurva Hubungan <i>Shear Stress</i> dan <i>Normal Stress</i> pada Sampel Uji 1	47
Gambar 4.4 Kurva Hubungan <i>Vertical Displacement</i> dan \sqrt{t} pada Sampel Uji 2	49
Gambar 4.5 Hubungan <i>Strain</i> dan <i>Shear Stress</i> dan Hubungan <i>Strain</i> dan <i>Vertical Displacement</i> pada Sampel Uji 2	50
Gambar 4.6 Kurva Hubungan <i>Shear Stress</i> dan <i>Normal Stress</i> pada Sampel Uji 2	51
Gambar 4.7 Kurva Hubungan <i>Vertical Displacement</i> dan \sqrt{t} pada Sampel Uji 3	53
Gambar 4.8 Hubungan <i>Strain</i> dan <i>Shear Stress</i> dan Hubungan <i>Strain</i> dan <i>Vertical Displacement</i> pada Sampel Uji 3	54
Gambar 4.9 Kurva Hubungan <i>Shear Stress</i> dan <i>Normal Stress</i> pada Sampel Uji 3	55
Gambar 4.10 Kurva Hubungan ΔH dan \sqrt{t}	56
Gambar 4.11 Kurva Hubungan <i>Shear Stress</i> dan <i>Strain</i>	58

Gambar 4.12 Kurva Normalisasi <i>Shear Stress</i> Terhadap <i>Normal Stress</i>	60
Gambar 4.13 Kurva Hubungan <i>Vertical Displ</i> dan <i>Strain</i>	62
Gambar 4.14 Kurva Hubungan <i>Shear Stress</i> dan <i>Normal Stress</i>	64
Gambar 4.15 Kurva Hubungan Kohesi dan Konsistensi	65
Gambar 4.16 Kurva Hubungan <i>Shear Stress</i> dan <i>Strain</i> untuk Mencari Nilai <i>Shear Stress</i> pada <i>Strain</i> yang Meruntuhkan Tanah Konsistensi <i>Stiff</i> di Setiap <i>Normal Stress</i>	67
Gambar 4.17 Kurva Hubungan <i>Shear Stress</i> dan <i>Normal Stress</i> Berdasarkan <i>Strain</i> yang Meruntuhkan Tanah Konsistensi <i>Hard</i>	68
Gambar 4.18 Kurva Gabungan <i>Shear Stress</i> dan <i>Normal Stress</i> Berdasarkan <i>Strain</i> Yang Meruntuhkan dan <i>Strain</i> Yang Meruntuhkan Tanah Konsistensi <i>Hard</i>	69
Gambar 4.19 Kurva Hubungan Kohesi dan Konsistensi Berdasarkan <i>Strain</i> yang Meruntuhkan Tanah Konsistensi <i>Stiff</i>	70
Gambar 4.20 Kurva Hubungan Sudut Geser Dalam dan Konsistensi Berdasarkan <i>Strain</i> yang Meruntuhkan	70
Gambar 4.21 Kurva Hubungan Sudut Geser Dalam dan Konsistensi Berdasarkan <i>Strain</i> yang Meruntuhkan Tanah Konsistensi <i>Hard</i>	71



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah	5
Tabel 2.2	<i>General Soil Parameters for Clay form Allpile Manual</i>	10
Tabel 3.1	Pengujian Kadar Air	27
Tabel 3.2	Persiapan Alat	32
Tabel 3.3	Persiapan Sampel Uji	34
Tabel 3.4	Kombinasi <i>Gear Box</i>	36
Tabel 3.5	Pengujian <i>Direct Shear</i>	37
Tabel 4.1	Klasifikasi Tanah dan Penamaan Sampel Uji	42
Tabel 4.2	Nilai <i>Specific Gravity</i> (Gs)	42
Tabel 4.3	Hasil Uji <i>Water Content</i> (w)	43
Tabel 4.4	Nilai <i>Atterberg Limit</i>	43
Tabel 4.5	Nilai t90 dari Kurva Taylor SU1	44
Tabel 4.6	Hasil Uji <i>Direct Shear</i> pada SU1	45
Tabel 4.7	Nilai <i>Vertical Displacement</i> pada SU1	47
Tabel 4.8	Nilai <i>Shear Stress</i> dan <i>Normal Stress</i> pada SU1	47
Tabel 4.9	Nilai t90 dari Kurva Taylor SU2	48
Tabel 4.10	Hasil Uji <i>Direct Shear</i> pada SU2	59
Tabel 4.11	Nilai <i>Vertical Displacement</i> pada SU2	51
Tabel 4.12	Nilai <i>Shear Stress</i> dan <i>Normal Stress</i> pada SU2	51
Tabel 4.13	Nilai t90 dari Kurva Taylor SU3	52
Tabel 4.14	Hasil Uji <i>Direct Shear</i> pada SU3	53
Tabel 4.15	Nilai <i>Vertical Displacement</i> pada SU3	55
Tabel 4.16	Nilai <i>Shear Stress</i> dan <i>Normal Stress</i> pada SU3	55
Tabel 4.17	Nilai ΔH Maksimum dan t90 pada Semua Sampel Uji	57
Tabel 4.18	Nilai <i>Shear Stress</i> dan <i>Strain</i> pada Semua Sampel Uji	59
Tabel 4.19	Nilai <i>Shear Stress</i> Maksimum yang Telah Dinormalisasikan dan <i>Strain</i> pada Semua Sampel Uji	61
Tabel 4.20	Nilai <i>Vertical Displacement Max</i> dan <i>Strain</i> pada Semua Sampel Uji	63
Tabel 4.21	Nilai <i>Shear Stress</i> dan <i>Normal Stress</i> pada Semua Sampel Uji	64
Tabel 4.22	Nilai <i>Kohesi</i> dan Konsistensi pada Semua Sampel Uji	65
Tabel 4.23	Nilai <i>Shear Stress</i> dan <i>Strain</i> pada Semua Sampel Uji Berdasarkan <i>Strain</i> yang Meruntuhkan Tanah Konsistensi <i>Stiff</i>	66
Tabel 4.24	Nilai <i>Shear Stress</i> dan <i>Normal Stress</i> pada Semua Sampel Uji Berdasarkan <i>Strain</i> yang Meruntuhkan Tanah Konsistensi <i>Stiff</i>	68
Tabel 4.25	Nilai <i>Kohesi</i> dan Konsistensi pada Semua Sampel Uji Berdasarkan <i>Strain</i> yang Meruntuhkan pada Tanah Konsistensi <i>Stiff</i>	69
Tabel 4.26	Nilai Sudut Geser Dalam dan Konsistensi pada Semua Sampel Uji Berdasarkan <i>Strain</i> yang Meruntuhkan	71
Tabel 4.27	Nilai Sudut Geser Dalam dan Konsistensi Berdasarkan <i>Strain</i> yang Meruntuhkan Tanah Konsistensi <i>Stiff</i> pada Semua Sampel Uji	71

DAFTAR NOTASI

A_r	Rasio luas wadah relatif terhadap luas tanah
c	Kohesi
D_o	Diameter luar tabung
D_i	Diameter sisi dalam ujung tabung
d_r	<i>Displacement rate</i>
d_f	Estimasi perubahan horizontal pada saat runtuh
G_s	Berat jenis tanah
L_r	Rasio pemulihan
N	Gaya normal
t_f	Estimasi waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi runtuh
t_{50}	Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai konsolidasi 50% di bawah tegangan normal yang ditentukan
t_{90}	Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai konsolidasi 90% di bawah tegangan normal yang ditentukan
W	Berat sampel
w	Kadar air
v	Koefisien friksi antara batuan yang bersentuhan
ε	Regangan
Φ	Sudut geser dalam
τ	Tegangan geser
τ_f	Tegangan geser pada saat runtuh
σ	Tegangan normal
σ_1	Tegangan normal 1
σ_2	Tegangan normal 2
∂	Perubahan panjang
$\Delta\partial$	Panjang awal

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1 Hasil Uji <i>Water Content Initial</i>	75
Lampiran L.2 Hasil <i>Boring Log</i>	76
Lampiran L.3 Hasil <i>Atterberg Limit</i>	79
Lampiran L.4 Kurva Konsolidasi	80
Lampiran L.5 Pengujian <i>Direct Shear</i>	94
Lampiran L.6 Contoh Perhitungan <i>Water Content Initial</i> SU1	103
Lampiran L.7 Contoh Perhitungan Parameter Pendukung Sampel SU1 Spesimen 1	104
Lampiran L.8 Contoh Perhitungan <i>Displacement Rate</i> (d_r) Sampel SU1 Spesimen 1	105
Lampiran L.9 Contoh Perhitungan Pengujian <i>Direct Shear</i> Sampel SU1 Spesimen 1	106
Lampiran L.10 Contoh Perhitungan Sudut Geser Dalam Sampel SU1	107
Lampiran L.11 Data Kurva Normalisasi	108
Lampiran L.12 Contoh Perhitungan Kurva Normalisasi <i>Normal Stress</i> 1 SU1	111
Lampiran L.13 Nilai-nilai <i>Specific Gravity</i> Dari Beberapa Macam Tanah	112