

PENGARUH KECEPATAN GESER TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH KOHESIF BERDASARKAN UJI *DIRECT SHEAR*

Fatih Adinanda
NRP: 1321030

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

ABSTRAK

Pada Tahun 2017 ini, banyak sekali pembangunan infrastruktur untuk menunjang kesejahteraan rakyat Indonesia. Salah satu pembangunan infrastruktur yang sedang dikerjakan adalah penambahan ruas jalan. Dalam suatu proyek konstruksi jalan, terkadang dilakukan pekerjaan *cut and fill* yang memerlukan analisis stabilitas lereng galian maupun timbunan. Untuk suatu desain stabilitas lereng pada tanah kohesif, diperlukan parameter kuat geser yaitu kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Kedua parameter tersebut dapat diperoleh dari pengujian sampel tanah di laboratorium. Salah satu jenis uji yang dilakukan di laboratorium adalah pengujian *direct shear*.

Pada penelitian ini akan dianalisis pengaruh kecepatan geser pada uji *direct shear* tipe *consolidated drained* (CD) terhadap parameter kuat geser tanah kohesif. Kecepatan geser yang digunakan pada penelitian ini berturut-turut adalah 0,387mm/min; 0,223mm/min; dan 0,03mm/min. Jenis tanah kohesif yang dikaji adalah *silty clay* dan *fat clay*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada SU1 (*silty clay, soft*, kecepatan geser 0,387mm/min) diperoleh nilai sudut geser dalam (ϕ) 31,42° dan nilai kohesi (c) 17,46KPa, pada SU2 (*silty clay, very soft*, kecepatan geser 0,223mm/min) diperoleh nilai $\phi = 17,56^\circ$ dan nilai $c = 5,06\text{KPa}$, pada SU3 (*fat clay, very soft*, kecepatan geser 0,03mm/min) diperoleh nilai $\phi = 32,15^\circ$ dan nilai $c = 7,14\text{KPa}$. Pengaruh kecepatan geser yang berbeda pada jenis tanah *silty clay* (kecepatan geser 0,387mm/min) dengan konsistensi *soft* terhadap jenis tanah *fat clay* (kecepatan geser 0,03mm/min) dengan konsistensi *very soft* akan menghasilkan selisih pada nilai kohesi (c) yaitu sebesar 29,55% dan menghasilkan selisih yang kecil pada nilai sudut geser dalam (ϕ) sebesar 2,30%.

Kata Kunci: *boring log, silty clay, fat clay, direct shear test*, kecepatan penggeseran, sudut geser dalam (ϕ), kohesi (c).

EFFECT OF SHEAR SPEED AGAINST THE COHESIVE SOIL SHEAR PARAMETERS BASED ON DIRECT SHEAR TEST

Fatih Adinanda
NRP: 1321030

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

ABSTRACT

In the year 2017, many once infrastructure development to support the well-being of the people of Indonesia. One of the infrastructure development that is being worked on is the addition of roads. In a road construction project, it is sometimes done cut and fill slopes stability analysis which requires retting or heap. For a design of the stability of slopes in cohesive soils, needed strong shear parameters, namely cohesion (c) and shear angle (ϕ). Both of these parameters can be obtained from testing soil samples in the laboratory. One of the types of tests performed in the laboratory is the direct shear test.

On this research will be analyzed the influence of shear speed on direct shear test type consolidated drained (CD) againts cohesive soils parameters. Shear speed in this research in a row is 0,387mm/min; 0,223mm/min;0,03mm/min. cohesive soil types examined is silty clay and fat clay.

The result showed that at SU1 (silty clay, soft, shear speed of 0,387mm/min) obtained the value of shear angle (ϕ) 31,42° and cohesion is 5,06KPa, on SU2 (silty clay, very soft, shear speed of 0,223mm/min) obtained value of $\phi = 17,56^\circ$ and value of $c = 17,46\text{KPa}$, on SU3 (fat clay, very soft, shear speed of 0,03mm/min) obtained value of $\phi = 32,15^\circ$ and $c = 7,14\text{ KPa}$. Influence of different shear speed on soil type silty clay (shear speed 0,387mm/min) with a soft consistency againts a fat clay soil type (shear speed 0,03mm/min) with a veru soft consistency will produce a difference in value of cohesion (c), namely of 29,55% and produce a small difference in value of the shear angle (ϕ) of 2,30%

Key Words: *boring log. silty clay, fat clay, direct shear test, displacement rate, shear angle (ϕ), cohession (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	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	1
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	2
BAB II TINJAUAN LITERATUR	
2.1 Klasifikasi Tanah.....	3
2.1.1 Klasifikasi Tanah Lempung dan Lanau.....	3
2.1.2 Sampel <i>Disturbed</i> untuk Semua Tanah	4
2.1.3 Sampel <i>Undisturbed</i> untuk Tanah Kohesif	8
2.2 Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear</i>)	10
2.2.1 Tegangan dalam Uji Geser Langsung.....	11
2.2.2 Regangan dalam Uji Geser Langsung.....	14
2.2.3 Uji Geser Langsung Terhadap Tanah Butir Kasar	15
2.2.4 Uji Geser Langsung Terhadap Tanah Butir Halus.....	17
2.2.5 Sudut Geser Dalam pada Uji Geser Langsung.....	18
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	20
3.2 Material Uji	21
3.3 Pengujian Indeks Properti di Laboratorium	21
3.3.1 Pengujian Kadar Air <i>Initial</i> (<i>Water Content</i>)	22
3.3.2 Pengujian Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>).....	24
3.4 Pengujian <i>Direct Shear</i> di Laboratorium	24
3.4.1 Persiapan Alat.....	26
3.4.2 Persiapan Sampel Uji	28
3.4.3 Pengujian <i>Direct Shear Under Consolidated Drained</i> <i>Condition</i>	31
BAB IV ANALISIS DATA	

4.1 Klasifikasi Tanah dan Penamaan Sampel Uji	37
4.2 Hasil Uji Indeks Properti Material Tanah Butir Halus	37
4.2.1 Pengujian <i>Specific Gravity</i> (Gs)	37
4.2.2 Pengujian <i>Water Content Initial</i> (w)	38
4.3 Analisis Hasil Pengujian <i>Direct Shear Under Consolidated Drained</i> (CD)	38
4.3.1 Analisis Hasil Pengujian <i>Direct Shear</i> pada SU1	38
4.3.1.1 Sudut Geser Dalam (ϕ) dan Kohesi (c) pada SU1	40
4.3.2 Analisis Hasil Pengujian <i>Direct Shear</i> pada SU2	41
4.3.2.1 Sudut Geser Dalam (ϕ) dan Kohesi (c) pada SU2	43
4.3.3 Analisis Hasil Pengujian <i>Direct Shear</i> pada SU3	44
4.3.3.1 Sudut Geser Dalam (ϕ) dan Kohesi (c) pada SU3	46
4.4 Analisis Hubungan Antara <i>Shear Stress</i> dengan <i>Strain</i> pada Setiap <i>Normal Stress</i> dengan Kecepatan Geser yang Berbeda	47
4.4.1 Analisis Hubungan Antara <i>Shear Stress</i> dengan <i>Strain</i> pada <i>Normal Stress</i> 1	47
4.4.2 Analisis Hubungan Antara <i>Shear Stress</i> dengan <i>Strain</i> pada <i>Normal Stress</i> 2	49
4.4.3 Analisis Hubungan Antara <i>Shear Stress</i> dengan <i>Strain</i> pada <i>Normal Stress</i> 3	50
4.5 Analisis Hubungan Antara <i>Vertical Displacement</i> dengan <i>Strain</i> pada Setiap <i>Normal Stress</i> dengan Kecepatan Geser yang Berbeda	51
4.5.1 Analisis Hubungan Antara <i>Vertical Displacement</i> dengan <i>Strain</i> pada <i>Normal Stress</i> 1	51
4.5.2 Analisis Hubungan Antara <i>Vertical Displacement</i> dengan <i>Strain</i> pada <i>Normal Stress</i> 2	52
4.5.3 Analisis Hubungan Antara <i>Vertical Displacement</i> dengan <i>Strain</i> pada <i>Normal Stress</i> 3	53
4.6 Analisis Hubungan <i>Shear Stress</i> dengan <i>Strain</i> dan <i>Vertical Displacement</i> dengan <i>Strain</i> pada Semua Kecepatan Geser	54
4.7 Analisis Sudut Geser Dalam (ϕ) dan Kohesi (c) dengan Kecepatan Geser yang Berbeda	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh Kurva Distribusi Ukuran Butir	3
Gambar 2.2	Spesifikasi <i>Standard Split Barrel Sampler (Split Spoon)</i> dengan Dimensi Bervariasi mulai $\pm 0,1$ sampai 1,0mm.....	5
Gambar 2.3	Ujung Alat Uji <i>Split Barrel</i>	6
Gambar 2.4	Jenis-jenis <i>Piston Sampler</i>	7
Gambar 2.5	Ketebalan Dinding Tabung Sampel.....	8
Gambar 2.6	Tipe-tipe <i>Piston</i> pada Alat Uji Coba untuk Tanah <i>Undisturbed</i>	9
Gambar 2.7	Sampel Tanah di Dalam <i>Direct Shear Box</i>	11
Gambar 2.8	Keadaan Tegangan saat Tanah Runtuh pada Uji <i>Direct Shear</i> dan Penjelasan Tentang Lingkaran Mohr	12
Gambar 2.9	Variasi dari Koefisien K_s dan K_s dengan Sudut Geser Dalam	13
Gambar 2.10	Koreksi Area dalam Perhitungan Tegangan Geser dan Tegangan Normal	13
Gambar 2.11	Perpindahan yang Ideal dan Teliti pada Uji Geser Langsung	15
Gambar 2.12	Hasil Uji Geser Langsung Terhadap <i>Loose Sand</i>	16
Gambar 2.13	Pengaruh Kepadatan Terhadap Respon Tanah pada Uji Geser Langsung	17
Gambar 2.14	Tipikal Hasil Uji Geser Langsung Terhadap Sampel <i>Undisturbed</i> dan Sampel <i>Remolded</i> pada Tanah Lempung	18
Gambar 2.15	Perbedaan Variasi $\phi'_{DS} - \phi'_p$ dengan ϕ'_p untuk Variasi Hasil dari $\phi'_p - \phi'_r$	19
Gambar 3.1	Diagram Alir.....	20
Gambar 3.2	Sampel dalam Keadaan <i>Undisturbed</i>	21
Gambar 3.3	Contoh Tanah Kohesif yang Baru Dikeluarkan	21
Gambar 3.4	Alat Uji Berat Jenis	24
Gambar 3.5	Alat <i>Direct Shear</i> 1.....	25
Gambar 3.6	Alat <i>Direct Shear</i> 2.....	25
Gambar 3.7	<i>Shear Box</i>	26
Gambar 3.8	Alat Bantu pada Pengujian <i>Direct Shear</i>	26
Gambar 4.1	(a) Hubungan <i>Strain</i> dan <i>Shear Stress</i> (b) Hubungan <i>Strain</i> dan <i>Vertical Displacement</i> pada SU1.....	40
Gambar 4.2	Kurva <i>Normal Stress</i> vs <i>Shear Stress</i> pada SU1	41
Gambar 4.3	(a) Hubungan <i>Strain</i> dan <i>Shear Stress</i> (b) Hubungan <i>Strain</i> dan <i>Vertical Displacement</i> pada SU2.....	43
Gambar 4.4	Kurva <i>Normal Stress</i> vs <i>Shear Stress</i> pada SU2	44
Gambar 4.5	(a) Hubungan <i>Strain</i> dan <i>Shear Stress</i> (b) Hubungan <i>Strain</i> dan <i>Vertical Displacement</i> pada SU3.....	46
Gambar 4.6	Kurva <i>Normal Stress</i> vs <i>Shear Stress</i> pada SU3	47
Gambar 4.7	Hubungan Antara <i>Shear Stress</i> dengan <i>Strain</i> pada <i>Normal Stress</i> 1.....	48
Gambar 4.8	Hubungan Antara <i>Shear Stress</i> dengan <i>Strain</i> pada <i>Normal Stress</i> 2.....	49
Gambar 4.9	Hubungan Antara <i>Shear Stress</i> dengan <i>Strain</i> pada <i>Normal Stress</i> 3.....	50

Gambar 4.10	Hubungan <i>Vertical Displacement</i> dengan <i>Horizontal Displacement</i> pada <i>Normal Stress</i> 1.....	52
Gambar 4.11	Hubungan <i>Vertical Displacement</i> dengan <i>Horizontal Displacement</i> pada <i>Normal Stress</i> 2.....	53
Gambar 4.12	Hubungan <i>Vertical Displacement</i> dengan <i>Horizontal Displacement</i> pada <i>Normal Stress</i> 3.....	54
Gambar 4.13	(a) Hubungan <i>Strain</i> dan <i>Shear Stress</i> (b) Hubungan <i>Strain</i> dan <i>Vertical Displacement</i> pada Semua Kecepatan Geser.....	55
Gambar 4.14	Kurva Antara <i>Normal Stress</i> dengan <i>Shear Stress</i>	57
Gambar 4.15	Kurva Antara Kecepatan Geser dengan Sudut Geser Dalam (ϕ)	58
Gambar 4.16	Kurva Antara Kecepatan Geser dengan Kohesi (c).....	59



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Koefisien Keseragaman dan Kelengkungan untuk Tanah	4
Tabel 3.1	Pengujian Kadar Air <i>Initial</i>	22
Tabel 3.2	Persiapan Alat	27
Tabel 3.3	Persiapan Sampel Uji	28
Tabel 3.4	Kombinasi <i>Gear Box</i>	31
Tabel 3.5	Pengujian <i>Direct Shear</i>	31
Tabel 4.1	Klasifikasi Tanah dan Penamaan Sampel Uji	37
Tabel 4.2	Hasil Uji <i>Specific Gravity</i> (Gs)	38
Tabel 4.3	Hasil Uji <i>Water Content</i> (w)	38
Tabel 4.4	Nilai <i>t90</i> dari Kurva Tylor pada SU1	39
Tabel 4.5	Hasil Uji <i>Direct Shear</i> pada SU1	39
Tabel 4.6	Nilai <i>Vertical Displacement</i> pada SU1	39
Tabel 4.7	Nilai <i>Shear Stress</i> dan <i>Normal Stress</i> pada SU1	41
Tabel 4.8	Nilai <i>t90</i> dari Kurva Tylor pada SU2	42
Tabel 4.9	Hasil Uji <i>Direct Shear</i> pada SU2	42
Tabel 4.10	Nilai <i>Vertical Displacement</i> pada SU2	42
Tabel 4.11	Nilai <i>Shear Stress</i> dan <i>Normal Stress</i> pada SU2	44
Tabel 4.12	Nilai <i>t90</i> dari Kurva Tylor pada SU3	45
Tabel 4.13	Hasil Uji <i>Direct Shear</i> pada SU3	45
Tabel 4.14	Nilai <i>Vertical Displacement</i> pada SU3	45
Tabel 4.15	Nilai <i>Shear Stress</i> dan <i>Normal Stress</i> pada SU3	47
Tabel 4.16	Nilai <i>Shear Stress</i> dan <i>Strain</i> pada <i>Normal Stress</i> 1	48
Tabel 4.17	Nilai <i>Shear Stress</i> dan <i>Strain</i> pada <i>Normal Stress</i> 2	49
Tabel 4.18	Nilai <i>Shear Stress</i> dan <i>Strain</i> pada <i>Normal Stress</i> 3	50
Tabel 4.19	Nilai <i>Vertical Displacement</i> dan <i>Horizontal Displacement</i> pada <i>Normal Stress</i> 1	51
Tabel 4.20	Nilai <i>Vertical Displacement</i> dan <i>Horizontal Displacement</i> pada <i>Normal Stress</i> 2	52
Tabel 4.21	Nilai <i>Vertical Displacement</i> dan <i>Horizontal Displacement</i> pada <i>Normal Stress</i> 3	53
Tabel 4.22	Data <i>Shear Stress</i> , <i>Vertical Displacement</i> , dan <i>Strain</i> dari Kecepatan Geser yang Berbeda	56
Tabel 4.23	Data Pengujian <i>Direct Shear</i> pada SU1	56
Tabel 4.24	Data Pengujian <i>Direct Shear</i> pada SU2	57
Tabel 4.25	Data Pengujian <i>Direct Shear</i> pada SU3	57
Tabel 4.26	Perbandingan Sudut Geser Dalam (ϕ)	59
Tabel 4.27	Perbandingan Kohesi (c)	59
Tabel 4.28	Rangkuman Data Pengujian <i>Direct Shear</i>	60

DAFTAR NOTASI

G_s	Berat jenis tanah
V	<i>Volume</i> cetakan
W	Kadar air
w_{opt}	Kadar air optimum
W	Berat tanah yang dipadatkan
γ_{dry}	Berat isi kering
γ_{wet}	Berat isi basah
S_r	Derajat kejenuhan
s	Kuat geser (disebut juga τ)
ε	Regangan
τ_f	Kuat geser pada saat runtuh
ε_f	Regangan pada saat runtuh
σ_n	Tegangan normal pada bidang geser (σ total atau σ' efektif)
N	Jumlah pukulan
A_r	Rasio volume tanah yang dipindahkan ke volume sampel yang dikumpulkan
D_o	Diameter luar lubang
D_i	Diameter sisi dalam pada ujung tabung
L_r	Rasio pemulihan
A_c	Daerah koreksi dari spesimen yang digeser
A	Panjang spesimen
δ	Panjang penggeseran
T	Gaya lateral
N	Gaya normal
ϕ_p	Sudut gesek puncak
ϕ_r	Sudut gesek residu
ϕ'_{ds}	Sudut gesekan pada saat uji geser langsung
ϕ'_p	Sudut gesekan puncak selama kompresi triaksial
ϕ	Sudut geser dalam
c	Kohesi
t_f	Estimasi total waktu yang dibutuhkan hingga runtuh
t_{50}	Waktu yang dibutuhkan sampel untuk mencapai konsolidasi 50% di bawah tegangan normal yang ditentukan
t_{90}	Waktu yang dibutuhkan sampel untuk mencapai konsolidasi 90% di bawah tegangan normal yang ditentukan
d_r	<i>Displacement rate</i>
d_f	Estimasi perpindahan horizontal pada saat runtuh
t_f	Estimasi total waktu yang diperlukan hingga runtuh

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1	Data <i>Boring Log</i>	64
Lampiran L.2	Hasil Uji <i>Specific Gravity</i>	68
Lampiran L.3	Hasil Uji <i>Water Content Initial</i>	69
Lampiran L.4	Kurva Konsolidasi.....	70
Lampiran L.5	Pengujian <i>Direct Shear</i>	79
Lampiran L.6	Contoh Perhitungan <i>Water Content Initial</i> SU1	88
Lampiran L.7	Contoh Perhitungan Parameter Pendukung Sampel SU1 Spesimen 1	89
Lampiran L.8	Contoh Perhitungan <i>Displacement Rate</i> (d_r) Sampel SU1 Spesimen 1	90
Lampiran L.9	Contoh Perhitungan Pengujian <i>Direct Shear</i> Sampel SU1 Spesimen 1	92
Lampiran L.10	Contoh Perhitungan Sudut Geser Dalam Sampel SU1	93

