

PENGARUH PROSES PEMBASAHAN TERHADAP PARAMETER KUAT GESER c' , ϕ' DAN ϕ^b TANAH LANAU BERPASIR TAK JENUH

Mentari Surya Pratiwi
NRP : 0921017

Pembimbing : Ir. Asriwiyanti Desiani, M.T.

ABSTRAK

Pada dasarnya, kondisi tanah di alam tidaklah selalu dalam keadaan jenuh. Siklus pembasahan dan pengeringan yang terjadi berulang-ulang mempengaruhi sifat-sifat fisik tanah dan karakteristik mekanik tanah antara lain perubahan kadar air dalam tanah, perubahan kuat geser, dan perubahan *matric suction*.

Untuk mengetahui perubahan karakteristik tanah dan sifat mekaniknya dilakukan penelitian tanah akibat pengaruh proses pembasahan atau penambahan kadar air dari kondisi initial (w_i) hingga dicapai kondisi $w_i + 10\% w_i$, $w_i + 12\% w_i$, $w_i + 15\% w_i$ dan sampai kondisi jenuh, yang diwakilkan oleh tanah yang diambil dari daerah Lapangan Maranatha. Tanah yang akan digunakan sebagai benda uji diambil pada kedalaman 1 meter dari permukaan tanah, dan alat yang digunakan adalah *Direct Shear*. Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran kondisi tanah permukaan setelah mengalami proses pembasahan dan mengetahui hubungan antara kondisi tanah dan kuat gesernya.

Hasil analisa pengujian tentang pengaruh proses pembasahan dan perhitungan yang sudah dilakukan, memperlihatkan bahwa contoh tanah uji yang diambil merupakan tanah lanau berpasir. Proses pembasahan terhadap tanah uji di laboratorium pada kondisi initial (w_i) hingga kondisi jenuh dengan lama pemeraman 1 hari, memperlihatkan bahwa parameter fisik seperti kadar air (w) meningkat 31.27%, angka pori (e) meningkat 4.79%, porositas (n) meningkat 1.59%, berat volume (γ) meningkat 7.24% dan derajat kejenuhan (S_r) meningkat 25.52%. Nilai *matric suction* ($u_a - u_w$) mengalami penurunan sebesar 60.51% dari kondisi initial (w_i) sampai kondisi $w_i + 15\% w_i$. Sedangkan pada kondisi initial (w_i) hingga kondisi jenuh, diketahui bahwa parameter kuat geser tanah seperti kohesi (c) menurun 37.41%, sudut geser dalam (ϕ') menurun 25.98% dan sudut antara *cohesion intercept* dengan *matric suction* (ϕ^b) menurun 95.89% dari kondisi initial (w_i) sampai kondisi $w_i + 15\% w_i$.

Kata Kunci : *Index Properties*, Kadar Air, Kohesi, Sudut Geser Dalam, *Matric Suction*, Tanah Tak Jenuh.

THE INFLUENCE OF WETTING PROCESS AGAINST SHEAR STRENGTH PARAMETER c' , ϕ' AND ϕ^b OF UNSATURATED SANDY SILT SOIL

Mentari Surya Pratiwi
NRP : 0921017

Supervisor : Ir. Asriwiyanti Desiani, MT.

ABSTRACT

Basically, the soil conditions in nature are not always in a state of saturation. Cycles of wetting and drying that occurs repeatedly affect soil physical properties and characteristics of soil mechanics among others, changes in soil moisture content, shear strength, and changes in matric suction.

To determine the changes in soil characteristics and mechanical properties of soil research carried out under the influence of the wetting process or adding moisture from initial (w_i) condition to achieve $w_i + 10\% w_i$'s condition, $w_i + 12\% w_i$, $w_i + 15\% w_i$ and up to saturated, which is represented by the land taken from the field of Maranatha. The soil to be used as a test specimen taken at a depth of 1 meter from the ground, and the tools used are Direct Shear. Of the research is expected to provide an overview of surface soil condition after experiencing wetting processes and determine the relationship between soil conditions and shear strength.

From the analysis of the influence of the wetting tests and calculations have been done, it is known that the test soil samples taken are sandy elastic silt soil. The wetting process of the soil in the laboratory tests from the initial conditions (w_i) to saturated conditions with ripening periode 1 day, it is known that physical parameters such as water content (w) increased 31.27%, void ratio (e) increased 4.79%, porosity (n) increases 1.59%, unit weight of soil (γ) 7.24% and the degree of saturation (S_r) increased 25.52%. For matric suction ($u_a - u_w$) value decreased by 60.51% from the initial condition (w_i) until the condition $w_i + 15\% w_i$. While in the initial conditions (w_i) to saturated conditions, it is known that soil shear strength parameters such as cohesion (c) decreased 37.41%, the friction angle (ϕ') decreased 25.98% and the angle between the cohesion intercept with matric suction (ϕ^b) decreased 95.89% from the initial condition (w_i) to condition $w_i + 15\% w_i$.

Keywords : Index Properties, Water Content, Cohesion, Friction Angle, Matric Suction, Unsaturated Soils.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR	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	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan	2
1.4 Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Partikel Tanah	4
2.1.1 Komponen-Komponen Tanah	4
2.1.2 Klasifikasi Tanah	5
2.2 Tanah Tak Jenuh	6
2.2.1 Konsistensi Tanah	9
2.2.2 Hubungan Antarfase	11
2.2.2.1 Porositas.....	12
2.2.2.2 Angka Pori.....	12
2.2.2.3 Kerapatan Tanah.....	12
2.2.2.4 Berat Jenis.....	13
2.2.2.5 Derajat Kejenuhan	14
2.2.2.6 Kadar Air	14
2.2.2.7 Berat Isi.....	15
2.3 <i>Matric Suction</i>	15
2.4 Metode Kertas Filter	20
2.5 Kuat Geser Tanah Tak Jenuh	22
2.5.1 Persamaan Kekuatan Geser Tanah Tak Jenuh	23
2.5.2 Kurva Keruntuhan Mohr-Coulomb yang Diperpanjang....	25
2.5.3 Hubungan Antara Nilai ϕ^b dan Nilai χ	27
2.5.3 Pengukuran dengan Metode Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear</i>)	28
2.6 Proses Pembasahan	30
BAB III PROSEDUR PENELITIAN	
3.1 Rencana Kerja	32
3.2 Persiapan Contoh Tanah Uji	33

3.2.1	Pemilihan dan Pengambilan Contoh Tanah Uji	33
3.2.2	Pembuatan Contoh Tanah Uji	33
3.3	Prosedur Pengujian	33
3.3.1	Pengujian <i>Specific Gravity</i>	33
3.3.2	Pengujian <i>Hydrometer Analysis</i>	37
3.3.3	Pengujian <i>Index Properties</i>	39
3.3.4	Pengujian <i>Atterberg Limit</i>	42
3.3.5	Pengujian <i>Matric Suction</i> ($u_a - u_w$) dengan Metode Kertas Filter.....	47
3.3.6	Pengujian <i>Direct Shear</i>	51
BAB IV PENYAJIAN DAN ANALISIS DATA		
4.1	Analisis Data Pengujian Pendahuluan	56
4.1.1	<i>Specific Gravity</i>	56
4.1.2	<i>Hydrometer Analysis</i>	56
4.1.3	<i>Index Properties</i>	56
4.1.4	<i>Atterberg Limit</i>	57
4.2	Analisis Data Pengujian Akibat Proses Pembasahan	58
4.2.1	Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Kadar Air (w) dan Derajat Kejenuhan (S_r)	58
4.2.2	Pengaruh Proses Pembasahan terhadap Nilai <i>Index Properties</i>	60
4.2.3	Pengaruh Proses Pembasahan terhadap Nilai <i>Matric Suction</i> ($u_a - u_w$)	64
4.2.4	Pengaruh Proses Pembasahan terhadap Nilai Kuat Geser Tanah	65
4.2.4.1	Nilai Kuat Geser Tanah Kondisi Initial (w_i)	66
4.2.4.2	Nilai Kuat Geser Tanah Kondisi $w_i + 10\% w_i$	68
4.2.4.3	Nilai Kuat Geser Tanah Kondisi $w_i + 12\% w_i$	70
4.2.4.4	Nilai Kuat Geser Tanah Kondisi $w_i + 15\% w_i$	72
4.2.4.5	Nilai Kuat Geser Tanah Kondisi Jenuh	74
4.2.4.6	Hubungan Proses Pembasahan dengan Parameter Kuat Geser Tanah	76
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Simpulan	80
5.2	Saran	81
DAFTAR PUSTAKA		82
LAMPIRAN		83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pembagian studi mekanika tanah	7
Gambar 2.2	Elemen-elemen tanah tak jenuh	8
Gambar 2.3	Model tanah tak jenuh (a) 4 fase; (b) 3 fase	8
Gambar 2.4	Tahapan perubahan konsistensi tanah	9
Gambar 2.5	Bagan plastisitas	11
Gambar 2.6	Diagram fase tanah	11
Gambar 2.7	Variasi nilai <i>matric suction</i> pada tanah terbuka. a) Musim hujan; b) musim kering dengan muka air tanah dangkal; c) musim kering dengan muka air tanah dalam	16-17
Gambar 2.8	Hubungan air dan udara dalam tanah	18
Gambar 2.9	Metode kertas filter <i>contact</i> dan <i>non-contact</i> untuk mengukur <i>matric suction</i> dan <i>total suction</i>	21
Gambar 2.10	Grafik kalibrasi <i>suction</i> untuk dua jenis kertas filter	21
Gambar 2.11	Persamaan keruntuhan Mohr-Coulomb yang diperpanjang untuk tanah tidak jenuh	25
Gambar 2.12	Garis perpotongan di sepanjang garis keruntuhan antara τ dengan $(u_a - u_w)$	26
Gambar 2.13	Perbandingan cara Fredlund dan Bishop untuk memperkirakan kekuatan geser pada tanah tak jenuh	27
Gambar 2.14	Uji geser langsung (<i>direct shear</i>)	29
Gambar 2.15	Garis keruntuhan Mohr-Coulomb yang diperpanjang dari hasil uji geser langsung (<i>direct shear</i>)	30
Gambar 2.16	Bentuk khas kurva pengeringan dan pembasahan	31
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	32
Gambar 3.2	Ilustrasi antara berat erlenmeyer, air dan butir tanah	36
Gambar 3.3	Diagram fase tanah	41
Gambar 3.4	Metode kertas filter <i>contact</i> dan <i>non-contact</i> untuk mengukur <i>total suction</i> dan <i>matric suction</i>	51
Gambar 4.1	Hubungan antara kadar air (w) dan derajat kejenuhan (S_r)	59
Gambar 4.2	Perubahan kadar air (w) rencana dari kondisi initial (w_i) hingga kondisi jenuh	61
Gambar 4.3	Perubahan berat volume dari kondisi initial (w_i) hingga kondisi jenuh	61
Gambar 4.4	Perubahan angka pori dari kondisi initial (w_i) hingga kondisi jenuh	62
Gambar 4.5	Perubahan porositas dari kondisi initial (w_i) hingga kondisi jenuh	63
Gambar 4.6	Perubahan derajat kejenuhan dari kondisi initial (w_i) hingga kondisi jenuh	63
Gambar 4.7	Perubahan berat volume (γ), angka pori (e), porositas (n) dan derajat kejenuhan (S_r) terhadap perubahan kadar air (w)	64
Gambar 4.8	Perubahan tegangan air pori negatif ($u_a - u_w$) terhadap kenaikan kadar air (w) akibat proses pembasahan	65
Gambar 4.9	Hubungan antara <i>strain</i> dengan <i>shear stress</i> pada kondisi initial (w_i)	66
Gambar 4.10	Garis keruntuhan kuat geser tanah pada kondisi initial (w_i)	67

Gambar 4.11	Garis keruntuhan yang diperpanjang kondisi initial (w_i)	68
Gambar 4.12	Hubungan antara <i>strain</i> dengan <i>shear stress</i> pada kondisi $w_i + 10\%w_i$	69
Gambar 4.13	Garis keruntuhan kuat geser tanah pada kondisi $w_i + 10\%w_i$	69
Gambar 4.14	Garis keruntuhan yang diperpanjang kondisi $w_i + 10\%w_i$	70
Gambar 4.15	Hubungan antara <i>strain</i> dengan <i>shear stress</i> pada kondisi $w_i + 12\%w_i$	71
Gambar 4.16	Garis keruntuhan kuat geser tanah pada kondisi $w_i + 12\%w_i$	71
Gambar 4.17	Garis keruntuhan yang diperpanjang kondisi $w_i + 12\%w_i$	72
Gambar 4.18	Hubungan antara <i>strain</i> dengan <i>shear stress</i> pada kondisi $w_i + 15\%w_i$	73
Gambar 4.19	Garis keruntuhan kuat geser tanah pada kondisi $w_i + 15\%w_i$	73
Gambar 4.20	Garis keruntuhan yang diperpanjang kondisi $w_i + 15\%w_i$	74
Gambar 4.21	Hubungan antara <i>strain</i> dengan <i>shear stress</i> pada kondisi jenuh ..	75
Gambar 4.22	Garis keruntuhan kuat geser tanah pada kondisi jenuh	75
Gambar 4.23	Perubahan kohesi (c') dari kondisi initial hingga kondisi jenuh ...	76
Gambar 4.24	Perubahan sudut geser dalam (ϕ') dari kondisi initial (w_i) hingga kondisi jenuh	77
Gambar 4.25	Perubahan sudut yang menghubungkan <i>cohesion intercept</i> dengan <i>matric suction</i> (ϕ^b) dari kondisi initial (w_i) hingga kondisi jenuh ..	78
Gambar 4.26	Garis keruntuhan kuat geser tanah pada seluruh kondisi	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batasan-batasan ukuran golongan tanah	6
Tabel 2.2 Nilai porositas, angka pori dan kerapatan butir (<i>Modified from Hough, 1969</i>).....	13
Tabel 2.3 Alat untuk mengukur nilai <i>suction</i> dan komponennya	19
Tabel 4.1 <i>Some typical values for different of some common soil materials</i>	57
Tabel 4.2 Hubungan indeks plastisitas dengan tingkat keplastisan tanah	58
Tabel 4.3 Hasil pengujian lama pemeraman	59
Tabel 4.4 Perubahan parameter sifat fisik tanah	60

DAFTAR NOTASI

A	Area
C_m	Koreksi meniskus
C_t	Koreksi temperatur
c	Kohesi total
c'	Kohesi efektif
D	Diameter
e	Angka pori
G_s	Berat spesifik butir tanah
G_T	Berat jenis air
h	<i>Suction</i>
I_c	<i>Consistency Index</i>
I_f	<i>Flow Index</i>
I_t	<i>Toughness Index</i>
LI	<i>Liquidity Index</i>
LL	Batas cair
M	Massa total
M_s	Massa tanah
n	Porositas
PI	Indeks plastisitas
PL	Batas plastis
R	Pembacaan hidrometer
R_h'	Pembacaan hidrometer sebenarnya
r	Jari-jari dari sebuah bola ideal pada bagian bawah saluran udara
SL	Batas susut
S_r	Derajat kejenuhan
T	Suhu
T_s	Tarikan permukaan membran
t	Waktu
u_a	Tekanan udara pori
u_w	Tekanan air pori

$(u_a - u_w)$	<i>Matric suction</i>
V	Volume total
V_s	Volume butiran padat
V_v	Volume pori
V_w	Volume air dalam pori
W	Berat total
W_s	Berat padat
W_w	Berat air
w	Kadar air
w_i	Kadar air initial
w_n	Kadar air alami
X	Koreksi dispersent
Z_r	<i>Effective depth</i>
γ	Berat volume tanah
γ'	Berat volume tanah efektif
γ_d	Berat volume tanah kering
γ_w	Berat volume air
η	Viskositas aquades (<i>poise</i>)
θ_w	Kadar air volumetrik
ρ	Kerapatan tanah
ρ_d	Kerapatan tanah pada kondisi kering
ρ_s	Kerapatan tanah basah
ρ_w	Kerapatan air pada pori
σ	Tegangan normal total
σ'	Tegangan normal efektif
σ_n	Tegangan normal
τ	Tegangan geser
τ_f	Tegangan geser saat runtuh
ϕ	Sudut geser dalam total
ϕ'	Sudut geser dalam efektif
ϕ^b	Sudut yang menghubungkan <i>cohesion intercept</i> dengan nilai air pori negatif (<i>suction</i>)
χ	Parameter yang berhubungan dengan derajat kejenuhan tanah

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pengujian <i>Specific Gravity</i>	83
Lampiran 2	Pengujian <i>Hydrometer Analysis</i>	87
Lampiran 3	Pengujian <i>Index Properties</i> untuk analisis lama pemeraman	94
Lampiran 4	Pengujian <i>Index Properties</i>	97
Lampiran 5	Pengujian <i>Atterberg Limits</i>	103
Lampiran 6	Pengujian <i>Soil Suction</i> menggunakan Metode Kertas Filter	106
Lampiran 7	Pengujian <i>Direct Shear</i>	109