

**MENENTUKAN PARAMETER θ_w , S_r dan $(U_a - U_w)$ PADA
KONDISI TANAH TAK JENUH DENGAN PENGUJIAN *SOIL*
*WATER CHARACTERISTIC CURVE***

**Dian Afriani
NRP : 0421064**

Pembimbing : Ir. Ibrahim Surya, M. Eng

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
BANDUNG**

ABSTRAK

Tanah dengan kondisi tak jenuh atau tanah jenuh sebagian merupakan struktur tanah yang terdiri dari 3 fase yaitu fase padat, cair dan udara pori. Belakangan ditemukan lagi fase baru yaitu *contractile skin*. *Contractile Skin* merupakan fase peralihan antara air dan udara yang berada di dalam tanah.

Dalam melakukan penyelidikan terhadap kondisi tanah diperlukan suatu pengujian. Salah satunya adalah metode *Soil Water Characteristic Curve*. *Soil Water Characteristic Curve* merupakan salah satu metode pengujian terbaru yang akan melibatkan 3 type karakteristik tanah itu sendiri yaitu kadar air volumetrik (*volumetric water content*), derajat kejenuhan (*Degree of Saturation*), kadar air gravimetric (*gravimetric water content*).

Sebelum dilakukan pengujian *Soil Water Characteristic Curve* terlebih dulu dilakukan pengujian kadar air, berat jenis, batas cair, batas plastis, analisa ukuran butir, dan analisa hydrometer sebagai dasar perhitungan. Dalam pengujian *Soil Water Characteristic Curve* digunakan sampel tanah yang berasal dari daerah Caruban Ngawi – Jawa Timur dengan klasifikasi jenis tanah adalah Lempung dan Lempung Berpasir. Hal yang perlu diperhatikan dalam pengujian adalah tahap pelaksanaan yaitu tahap kalibrasi alat sebagai bahan koreksi hasil yang didapat nantinya, penjenuhan *entry disk* agar pada saat pengujian *air supply* yang diberikan tetap tertahan dan pemberian tekanan yang dimulai dengan tekanan 0 kPa, 50 kPa, 100 kPa, 150 kPa, 200 kPa, 250 kPa yang diberikan secara bertahap setiap hari dengan waktu pengamatan terhadap sampel tanah 0, 15, 30, 1, 2, 3, 24 jam. Secara keseluruhan hasil yang didapat berasal dari pendekatan secara empiris persamaan Fredlund & Xing (1994) yang dikorelasikan dengan hasil pengujian soil properties. Dari pengujian didapat parameter θ_w , S_r , dan *soil suction* ($U_a - U_w$) secara berurut adalah : STA.153+900B D=4.0-4.4m H=4cm 0.51, 0.92, 299.85 : BM1.KM172+475 D=4.0-4.5m H=2cm 0.55, 0.94, 150 : BM1.KM172+475 D=6.0-6.5m H=4cm 0.6, 0.98, 149.77 : BM2.KM172+400 D=2.0-2.5m H=2cm 0.33, 0.83, 149.94 : BM1.KM172+475 D=6.0-6.5m H=2cm 0.62, 1.00, 150.03

DAFTAR ISI

SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR.....	i
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR.....	ii
ABSTRAK.....	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR NOTASI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penulisan.....	3
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan.....	3
1.4 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Definisi dan Sifat-Sifat Tanah.....	5
2.1.1 Sejarah Pembentukan Tanah.....	5
2.1.2 Sistem Klasifikasi Tanah.....	8
2.2 Kondisi Tanah Tak Jenuh (<i>Unsaturated soil</i>).....	16
2.2.1 Definisi Tanah Tak Jenuh.....	16
2.2.2 Sejarah Perkembangan Tanah Tak Jenuh.....	18

2.3 <i>Soil Water Characteristic Curve</i>	20
2.3.1 Sifat Dasar dan Peranan SWCC.....	20
2.3.2 Persamaan <i>Soil Water Characteristic Curve</i>	23
2.3.3 Persamaan <i>Soil Properties</i>	25

BAB 3 PROSEDUR PELAKSANAAN PENGUJIAN

3.1 Pengambilan Sampel Tanah.....	31
3.2 Prosedur Pelaksanaan.....	32
3.2.1 Pengujian <i>Soil Properties</i>	34
3.2.2 Pengujian <i>Soil Water Characteristic Curve</i>	44

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian <i>Soil Water Characteristic Curve</i>	53
4.1.1 Pengujian <i>Soil Properties</i>	53
4.1.2 Pengujian <i>Soil Water Characteristic Curve</i>	65
4.2 Pembahasan Pengujian <i>Soil Water Characteristic Curve</i>	86
4.2.1 Pengujian <i>Soil Properties</i>	86
4.2.2 Pengujian <i>Soil Water Characteristic Curve</i>	89

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	93
5.2 Saran.....	95

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR NOTASI

A	=	Luas penampang sampel tanah, cm^2
a	=	Parameter tanah yang melahirkan hubungan terhadap resapan udara terhadap tanah
b	=	Parameter tanah yang berhubungan erat dengan perubahan kelandaian
c	=	Parameter kadar air residual
$C_{(h)}$	=	Faktor koreksi SWCC
C_T	=	Faktor koreksi temperatur $^{\circ}\text{C}$
C	=	Temperature
D	=	Diameter sampel tanah, cm
e	=	Angka pori
G _s	=	Berat jenis tanah
H	=	Tinggi penampang sampel tanah, cm
h	=	Matric suction 0 – 1000000 kPa
h_r	=	Matric suction residual
K	=	Koefisien berat jenis tanah dan temperatur
L	=	Koefisien untuk Diameter partikel tanah berdasarkan ASTM untuk hydrometer 152H
N	=	Persen tertahan analisa hydrometer
N'	=	Persen tertahan untuk analisa kombinasi antara analisa ayak dan analisa hydrometer
n	=	Porositas
PI	=	Indeks plastisitas

R_a	=	Bacaan aktual hydrometer
R_c	=	Bacaan koreksi hydrometer
R	=	Koreksi hydrometer meniscus
S	=	Derajat kejenuhan
U_a	=	Tekanan udara
U_w	=	Tekanan air
$U_a - U_w$	=	Soil suction
V	=	Volume total
V_w	=	Volume air awal
W_1	=	Berat tanah basah+cawan
W_2	=	Berat cawan
W_3	=	Berat tanah kering+cawan
W_d	=	Berat tanah kering
W_w	=	Berat air
W_s	=	Berat tanah basah
w_P	=	Batas Plastis
$\theta_{(w)}$	=	<i>Volumetric water content</i>
$\theta_{(s)}$	=	<i>Volumetric water content</i> tersaturasi
ω	=	Kadar air

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 = Siklus batuan – tanah.....	8
Gambar 2.2 = Kategori mekanika tanah.....	16
Gambar 2.3 = Elemen tanah tak jenuh.....	17
Gambar 2.4 = Ilustrasi pembagian zona tanah tak jenuh dan tanah jenuh..	18
Gambar 2.5 = Pergerakan air ke atas.....	19
Gambar 2.6 = High Air Entry Disk.....	21
Gambar 2.7 = Pressure Plate Apparatus Standard ASTM.....	21
Gambar 2.8 = Alat Modifikasi SWCC.....	22
Gambar 2.9 = Tahapan pengujian SWCC.....	23
Gambar 3.1 = Sistematika Pengujian SWCC.....	32
Gambar 3.2 = Jumlah Sampel Tanah.....	34
Gambar 3.3 = Pengukuran suhu air aquades dalam piknometer.....	36
Gambar 3.4 = Proses pemanasan piknometer.....	37
Gambar 3.5 = Bagian tengah tanah digores ± 1 cm.....	39
Gambar 3.6 = Hasil gulungan sampel tanah $D = 3$ mm.....	40
Gambar 3.7 = Proses pencampuran air+tanah dengan mixer.....	42
Gambar 3.8 = Proses kalibrasi alat	44
Gambar 3.9 = Proses penjenuhan <i>high air entry disk</i>	46
Gambar 3.10= Pemasangan ring pada tabung sampel tanah.....	46
Gambar 3.11= Perataan permukaan ring.....	47
Gambar 3.12= Proses pengeluaran ring.....	47
Gambar 3.13= Sampel tanah setelah dikeluarkan dari tabung.....	48
Gambar 3.14= Alat SWCC (Null Indikator+Pipa Pori U, <i>Entry Disk</i>).....	48

Gambar 3.15=	Pemasangan sampel tanah di atas <i>entry disk</i>	49
Gambar 3.16=	Pemasangan tabung cell.....	49
Gambar 3.17=	Pipa buret.....	50
Gambar 3.18=	Null Indikator dan Pipa Pori U.....	50
Gambar 3.19=	Dial Pressure dan Pipa Buret.....	52
Gambar 4.1 =	Kurva hub Kadar Air vs N Ketukan.....	56
Gambar 4.2 =	Kurve hub Kadar air vs N Ketukan.....	57
Gambar 4.3 =	Kurva hub Kadar Air vs N Ketukan.....	57
Gambar 4.4 =	Kurva hub Kadar Air vs N Ketukan.....	58
Gambar 4.5 =	Kurva Kombinasi Analisa Ayak & Hydrometer vs Diameter.....	61
Gambar 4.6 =	Kurva Kombinasi Analisa Ayak & Hydrometer vs Diameter.....	62
Gambar 4.7 =	Kurva Kombinasi Analisa Ayak & Hydrometer vs Diameter.....	63
Gambar 4.8 =	Kurva Kombinasi Analisa Ayak & Hydrometer vs Diameter.....	64
Gambar 4.9 =	Hubungan antara <i>Soil Suction</i> dan <i>Volumetric Water content</i>	67
Gambar 4.10 =	Hubungan antara <i>Soil Suction</i> dan <i>Degree of Saturation</i>	68
Gambar 4.11 =	Hubungan antara <i>Soil Suction</i> dan <i>Volumetric Water content</i>	71
Gambar 4.12 =	Hubungan antara <i>Soil Suction</i> dan <i>Degree of Saturation</i>	72
Gambar 4.13 =	Hubungan antara <i>Soil Suction</i> dan <i>Volumetric Water content</i>	75
Gambar 4.14 =	Hubungan antara <i>Soil Suction</i> dan <i>Degree of Saturation</i>	76
Gambar 4.15 =	Hubungan antara <i>Soil Suction</i> dan <i>Volumetric Water content</i>	79
Gambar 4.16 =	Hubungan antara <i>Soil Suction</i> dan <i>Degree of Saturation</i>	80
Gambar 4.17 =	Hubungan antara <i>Soil Suction</i> dan <i>Volumetric Water content</i>	83
Gambar 4.18 =	Hubungan antara <i>Soil Suction</i> dan <i>Degree of Saturation</i>	84
Gambar 4.19 =	Hubungan antara <i>Soil Suction</i> dan <i>Volumetric Water content</i>	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	=	Kelompok-kelompok tanah utama.....	11
Tabel 2.2	=	Sistem klasifikasi tanah <i>Unified</i>	12
Tabel 2.3	=	Sistem klasifikasi tanah AASHTO.....	15
Tabel 2.4	=	Methods for Obtaining Soil Water Characteristic Curve..	20
Tabel 2.5	=	Berat spesifik mineral-mineral penting.....	26
Tabel 4.1	=	Hasil Pengujian Kadar Air STA.153+900B / 4 – 4.4 m.....	53
Tabel 4.2	=	Hasil Pengujian Kadar Air BM.1 KM.172+475 / 4 – 4.5m.....	54
Tabel 4.3	=	Hasil Pengujian Kadar Air BM.1 KM.172+475 / 6 – 6.5m.....	54
Tabel 4.4	=	Hasil Pengujian Kadar Air BM.2 KM.172+400 / 2 – 2.5m.....	54
Tabel 4.5	=	Hasil Pengujian Berat Jenis STA.153+900B / 4 – 4.4 m...	54
Tabel 4.6	=	Hasil Pengujian Berat Jenis BM.1 KM.172+475 / 4 – 4.5 m...	55
Tabel 4.7	=	Hasil Pengujian Berat Jenis BM.1 KM.172+475/ 6 – 6.5 m...	55
Tabel 4.8	=	Hasil Pengujian Berat Jenis BM.2 KM.172+400 / 2 – 2.5 m...	55
Tabel 4.9	=	Hasil Pengujian LL dan PL STA.153+900B / 4 – 4.4 m..	56
Tabel 4.10	=	Hasil Pengujian LL dan PL BM.1 KM.172+475 / 4 – 4.5 m...	56
Tabel 4.11	=	Hasil Pengujian LL dan PL BM.1 KM.172+475 / 6 – 6.5 m...	57
Tabel 4.12	=	Hasil Pengujian LL dan PL BM.2 KM.172+400 / 2 – 2.5 m...	57
Tabel 4.13	=	Hasil P. Analisa Ukuran Butir STA.153+900B / 4 – 4.4 m.....	58
Tabel 4.14	=	Hasil P.Analisa Ukuran Butir BM.1 KM.172+475 / 4 – 4.5m..	59
Tabel 4.15	=	Hasil P.Analisa Ukuran Butir BM.1 KM.172+475 / 6 – 6.5m..	59
Tabel 4.16	=	Hasil P.Analisa Ukuran Butir BM.2 KM.172+400 / 2 – 2.5m..	60
Tabel 4.17	=	Hasil P. Analisa Hydrometer STA.153+900B / 4 – 4.4 m.....	60
Tabel 4.18	=	Hasil P.Analisa Hydrometer BM.1 KM.172+475 / 4 – 4.5m....	61

Tabel 4.19	=	Hasil P.Analisa Hydrometer BM.1 KM.172+475 / 6 – 6.5m....	62
Tabel 4.20	=	Hasil P.Analisa Hydrometer BM.2 KM.172+400 / 2 – 2.5m....	63
Tabel 4.21	=	Hasil Pengujian SWCC STA.153+900B / 4 – 4.4 m / H=4cm..	65
Tabel 4.22	=	Hasil Pengujian SWCC BM.1 KM.172+475/4 – 4.5m/H=2cm	69
Tabel 4.23	=	Hasil Pengujian SWCC BM.1 KM.172+475/6 – 6.5 m/H=4cm	73
Tabel 4.24	=	Hasil Pengujian SWCC BM.1 KM.172+400/4 – 4.5m/H=2cm	77
Tabel 4.25	=	Hasil Pengujian SWCC BM.1 KM.172+475/4 – 4.5m/H=2cm	81
Tabel 5.1	=	Hasil Pengujian Soil Water Characteristic Curve.....	95

DAFTAR LAMPIRAN

- Tabel 2.6 Correction factor a for unit weight of solids
- Tabel 2.7 Temperature correction factors C_T
- Tabel 2.8 Values of K for several unit weight of soil solids and temperatures
- Tabel 2.9 Values of L formula for Diameter of particles for ASTM soil
hydrometer 152