

# ANALISIS PENINGKATAN MODULUS TERKEKANG TANAH KOHESIF BERDASARKAN UJI KONSOLIDASI SATU DIMENSI

Fauzan Arby  
NRP: 1321044

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

## ABSTRAK

Pemerataan pembangunan infrastruktur perlu dilakukan agar infrastruktur yang layak dan nyaman dapat dirasakan oleh seluruh warga Indonesia khususnya di luar Pulau Jawa. Oleh karena itu dengan kemajuan teknologi yang ada khususnya pada bidang Teknik Sipil, pembangunan infrastruktur harus terealisasi dengan baik. Salah satu caranya adalah dengan melakukan investigasi geoteknik sebelum dimulainya suatu pembangunan infrastruktur. Investigasi geoteknik akan menghasilkan parameter-parameter yang diperlukan dalam keperluan desain, salah satunya adalah parameter penurunan tanah. Parameter penurunan tanah dapat diperoleh dengan melakukan uji konsolidasi satu dimensi di laboratorium. Salah satu parameter penurunan tanah tersebut adalah modulus terkekang ( $D$ ), atau disebut juga sebagai *oedometric modulus* ( $E_{\text{oed}}$ ).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis peningkatan modulus terkekang pada tanah kohesif berdasarkan uji konsolidasi satu dimensi di laboratorium. Penelitian ini menggunakan tanah kohesif berkonsistensi *stiff* dan *soft*.

Hasil penelitian menunjukkan untuk nilai *index compressibility* ( $C_c$ ) pada sampel A (*stiff*), B (*soft*), dan C (*stiff*) berturut-turut adalah 0,13; 0,43; dan 0,14. Tanah dengan konsistensi *soft* memiliki nilai  $C_c$  lebih besar daripada tanah berkonsistensi *stiff*. Nilai  $E_{\text{oed}}$  terbesar untuk sampel A, B, dan C secara berturut-turut adalah 183,27KPa; 60,69KPa; dan 102,54KPa. Tanah dengan konsistensi *stiff* memiliki nilai  $E_{\text{oed}}$  lebih besar daripada tanah berkonsistensi *soft*. Peningkatan nilai  $E_{\text{oed}}$  untuk sampel A, B, dan C secara berturut-turut adalah 48,1%; 79,3%; dan 42%. Tanah dengan konsistensi *soft* memiliki peningkatan nilai  $E_{\text{oed}}$  yang lebih besar daripada tanah dengan konsistensi *stiff*.

**Kata Kunci:** konsolidasi; modulus terkekang; tanah kohesif; *stiff*; *soft*; *oedometric* ( $E_{\text{oed}}$ ); angka pori ( $e$ ); tegangan efektif ( $\sigma'_{\text{vc}}$ ); regangan ( $\epsilon_v$ )

# **ANALYSIS OF THE INCREASING COHESIVE SOIL CONSTRAIN MODULUS BASED ON ONE DIMENSIONAL CONSOLIDATION TEST**

**Fauzan Arby  
NRP: 1321044**

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

## **ABSTRACT**

*Equitable infrastructure development needs to be done in order for the decent and comfortable infrastructure can be felt by all Indonesian citizens, especially outside Java. Therefore, with the advancement of existing technology, especially in the field of Civil Engineering infrastructure development must be realized properly. One of the ways is by conducting geotechnical investigation before infrastructure development. Geotechnical investigation is to determine the parameter required in design purpose, one of them is parameter of soil settlement. The parameter of soil settlement can be obtained by one-dimension consolidation test in the laboratorium. One of parameters of soil settlement is constrain modulus ( $D$ ), or reffered as oedometric modulus ( $E_{oed}$ ).*

*The purpose of this research is to analyze the increase in constrain modulus of cohesive soils based on a one-dimensional consolidation test in the laboratory. This research uses the cohesive soils with stiff consistency and soft consistency.*

*The output of this research show the value of index compressibility ( $C_c$ ) at sample A (stiff), B (soft) and C (stiff) respectively are 0,13; 0,43; 0,14. The soil with soft consistency has a greater value of  $C_c$  than the soil with stiff consistency. The greater value of  $E_{oed}$  at sample A, B, and C respectively are 183,27KPa; 60,69KPa; dan 102,54KPa. The soil with stiff consistency has a greater value of  $E_{oed}$  than the soil with soft consistency. The increase of  $E_{oed}$  at sample A, B, and C respectively are 48,1%; 79,3%; dan 42%. The soil with soft consistency has an greater increase in the value of  $E_{oed}$  than the soil with stiff consistency*

**Keywords:** *consolidation; constrain modulus; cohesive soil; stiff; soft; oedometric ( $E_{oed}$ ); void ratio( $e$ ); effective stress ( $\sigma'_{vc}$ ); strain ( $\epsilon_v$ )*

# 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
ABSTRACT.....	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 Ukuran Partikel Tanah .....	4
2.2 Konsolidasi dan Penurunan Konsolidasi .....	6
2.2.1 Komponen dari Konsolidasi .....	6
2.2.2 Pengujian Konsolidasi dan <i>Oedometer</i> .....	7
2.2.3 Tekanan Prakonsolidasi; Normal Konsolidasi, <i>Overconsolidation, Underconsolidation</i> .....	12
2.2.4 <i>Compression Index</i> (Indeks Kompresibilitas).....	17
BAB III METODE PENELITIAN .....	19
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	19
3.2 Persiapan Sampel Uji Laboratorium.....	21
3.2.1 Pencetakan Sampel <i>Undisturbed Sample</i> (UDS).....	21
3.2.2 Pengujian Kadar Air ( <i>Water Content</i> ), <i>W</i> .....	24
3.2.3 Pengujian Berat Jenis ( <i>Specific Gravity</i> ), <i>G<sub>s</sub></i> .....	26
3.3 Pengujian Konsolidasi Laboratorium .....	27
3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan.....	27
3.3.2 Pengujian Konsolidasi Satu Dimensi Laboratorium.....	31
BAB IV ANALISIS DATA .....	39
4.1 Klasifikasi Tanah dan Penamaan Sampel Uji.....	39
4.2 Hasil Uji Indeks Properti.....	39
4.2.1 Kadar Air ( <i>Water Content</i> ), <i>W</i> .....	39
4.2.2 Berat Jenis ( <i>Specific Gravity</i> ), <i>G<sub>s</sub></i> .....	40
4.3 Hasil Uji Konsolidasi Satu Dimensi Laboratorium.....	40
4.3.1 Analisis Kurva Hubungan Angka Pori ( <i>e</i> ) dan Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ).....	41

4.3.1.1 Analisis Nilai <i>Index Compressibility</i> ( $C_c$ ).....	45
4.3.1.2 Analisis Nilai <i>Overconsolidated Ratio</i> (OCR).....	47
4.3.1.3 Analisis Gabungan Kurva Hubungan Angka Pori ( $e$ ) dan Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ) .....	50
4.3.2 Analisis Kurva Hubungan Regangan ( $\epsilon_v$ ) dan Tegangan ( $\sigma'_{vc}$ ). .....	52
4.3.2.1 Analisis $E_{eod}$ Berdasarkan Kurva Regangan dan Tegangan ( $\sigma'_{vc}$ ). .....	55
4.3.2.2 Analisis Kurva Regangan ( $\epsilon_v$ ) dan Tegangan ( $\sigma'_{vc}$ ) dengan Tegangan Prakonsolidasi ( $\sigma'_p$ ) .....	56
4.3.2.3 Analisis Gabungan Kurva Regangan ( $\epsilon_v$ ) dan Tegangan ( $\sigma'_{vc}$ ). .....	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	62
LAMPIRAN .....	63



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah Menurut Beberapa Sistem.....	5
Gambar 2.2	Skema Pengujian <i>Oedometer</i> atau Uji Konsolidasi .....	8
Gambar 2.3	Cara untuk Menghasilkan Hasil Uji Konsolidasi.....	10
Gambar 2.4	Data Hasil Uji Konsolidasi .....	11
Gambar 2.5	Konstruksi <i>Cassagrande</i> Menentukan Tekanan Prakonsolidasi .....	15
Gambar 2.6	Kurva Angka Pori dengan Log Tekanan .....	18
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	19
Gambar 3.2	Alat Penunjang Pencetakan Sampel Uji.....	22
Gambar 3.3	Alat Uji Berat Jenis .....	26
Gambar 3.4	<i>Oedometer</i> .....	37
Gambar 3.5	Tabung Konsolidasi.....	28
Gambar 3.6	Proses Konsolidasi .....	28
Gambar 3.7	Daftar Beban Uji Konsolidasi.....	29
Gambar 3.8	Alat Bantu Uji Konsolidasi.....	30
Gambar 3.9	Tabel Penurunan .....	34
Gambar 3.10	Contoh Tabel Penurunan .....	35
Gambar 4.1	Kurva Hubungan Angka Pori ( $e$ ) dan Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ) Sampel A .....	43
Gambar 4.2	Kurva Hubungan Angka Pori ( $e$ ) dan Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ) Sampel B .....	44
Gambar 4.3	Kurva Hubungan Angka Pori ( $e$ ) dan Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ) Sampel C .....	44
Gambar 4.4	Kurva Hubungan Angka Pori ( $e$ ) dan Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ) Sampel A .....	46
Gambar 4.5	Kurva Hubungan Angka Pori ( $e$ ) dan Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ) Sampel B .....	46
Gambar 4.6	Kurva Hubungan Angka Pori ( $e$ ) dan Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ) Sampel C .....	47
Gambar 4.7	Kurva Hubungan Angka Pori ( $e$ ) dan Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ) Sampel A .....	48
Gambar 4.8	Kurva Hubungan Angka Pori ( $e$ ) dan Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ) Sampel B .....	48
Gambar 4.9	Kurva Hubungan Angka Pori ( $e$ ) dan Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ) Sampel C .....	49
Gambar 4.10	Gabungan Kurva Angka Pori ( $e$ ) dan Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ).....	51
Gambar 4.11	Kurva Hubungan Regangan ( $\epsilon_v$ ) dan Tegangan ( $\sigma'_{vc}$ ) Sampel A.....	54
Gambar 4.12	Kurva Hubungan Regangan ( $\epsilon_v$ ) dan Tegangan ( $\sigma'_{vc}$ ) Sampel B .....	54
Gambar 4.13	Kurva Hubungan Regangan ( $\epsilon_v$ ) dan Tegangan ( $\sigma'_{vc}$ ) Sampel C .....	55
Gambar 4.14	Kurva Hubungan Regangan ( $\epsilon_v$ ) dan	

	Tegangan ( $\sigma'_{vc}$ ) dengan Tegangan Prakonsolidasi ( $\sigma'_p$ ) Sampel A .....	57
Gambar 4.15	Kurva Hubungan Regangan ( $\epsilon_v$ ) dan Tegangan ( $\sigma'_{vc}$ ) dengan Tegangan Prakonsolidasi ( $\sigma'_p$ ) Sampel B.....	57
Gambar 4.16	Kurva Hubungan Regangan ( $\epsilon_v$ ) dan Tegangan ( $\sigma'_{vc}$ ) dengan Tegangan Prakonsolidasi ( $\sigma'_p$ ) Sampel C.....	58
Gambar 4.17	Gabungan Kurva Regangan ( $\epsilon_v$ ) dan Tegangan ( $\sigma'_{vc}$ ) .....	59



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah .....	4
Tabel 2.2	Mekanisme Penyebab Prakonsolidasi .....	14
Tabel 3.1	Daftar Sampel Uji .....	20
Tabel 3.2	Langkah Pencetakan Sampel UDS.....	22
Tabel 3.3	Pengujian Kadar Air.....	25
Tabel 3.4	Langkah Perhitungan Diameter dan Tinggi Cincin .....	30
Tabel 3.5	Langkah-langkah Pengujian Konsolidasi .....	31
Tabel 3.6	Langkah Pengeluaran Sampel Uji.....	36
Tabel 4.1	Klasifikasi Tanah dan Penamaan Sampel Uji.....	39
Tabel 4.2	Uji Indeks Properti, <i>Initial Water Content</i> , <i>W</i> .....	39
Tabel 4.3	Hasil Uji Indeks Properti, <i>Specific Gravity</i> , <i>G<sub>s</sub></i> .....	41
Tabel 4.4	Nilai Bacaan Akhir <i>Vertical Dial</i> Terhadap Sampel Uji.....	47
Tabel 4.5	Nilai Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ) dan Angka Pori ( <i>e</i> ) pada Sampel A .....	42
Tabel 4.6	Nilai Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ) dan Angka Pori ( <i>e</i> ) pada Sampel B .....	42
Tabel 4.7	Nilai Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ) dan Angka Pori ( <i>e</i> ) pada Sampel C .....	43
Tabel 4.8	Nilai <i>Index Compressibility</i> ( <i>C<sub>c</sub></i> ) .....	45
Tabel 4.9	Nilai Tegangan <i>Overburden</i> ( $\sigma_{vo}$ ) .....	48
Tabel 4.10	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai <i>Overconsolidation</i> ( <i>OCR</i> ).....	48
Tabel 4.11	Nilai <i>Overconsolidation</i> ( <i>OCR</i> ).....	50
Tabel 4.12	Regangan Vertikal ( $\epsilon_v$ ) dan Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ) Sampel A .....	52
Tabel 4.13	Regangan Vertikal ( $\epsilon_v$ ) dan Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ) Sampel B .....	53
Tabel 4.14	Regangan Vertikal ( $\epsilon_v$ ) dan Tegangan Efektif ( $\sigma'_{vc}$ ) Sampel C .....	53
Tabel 4.15	$E_{oed}$ (D) pada Sampel Uji A .....	55
Tabel 4.16	$E_{oed}$ (D) pada Sampel Uji B .....	56
Tabel 4.17	$E_{oed}$ (D) pada Sampel Uji C .....	56
Tabel 4.18	$\sigma'_p$ Terhadap Nilai $\epsilon_v$ dan $E_{oed}$ pada Sampel Uji.....	58

## DAFTAR NOTASI

$C_C$	Indeks Kompresibilitas ( <i>Compressibility Index</i> )
$G_s$	Berat Jenis Tanah
$W$	Kadar Air
$e$	Angka Pori
$\sigma'_{vc}$	Tegangan Konsolidasi Efektif
$\varepsilon_v$	Regangan Vertikal
$\sigma'_p$	Tegangan Prakonsolidasi
$\sigma'_{vo}$	Tegangan <i>Overburden</i>
$E_{oed}$	<i>Oedometric Modulus</i>
$D$	<i>Constrain Modulus</i>





## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1	<i>Boring Log</i> .....	62
Lampiran L.2	Hasil Uji Indeks Properti .....	68
Lampiran L.3	Perhitungan Konsolidasi .....	70
Lampiran L.4	Contoh Perhitungan Konsolidasi Sampel A.....	76
Lampiran L.5	Kurva Konsolidasi .....	78

