

786 / FT.01 / SKRIP / 04 / 2008

**PENGARUH GEOTEKSTIL TERHADAP
KUAT GESER PADA TANAH LEMPUNG LUNAK
DENGAN UJI TRIAKSIAL TERKONSOLIDASI TAK
TERDRAINASI**

SKRIPSI

Oleh

MIRZA RIO ENDRAYANA

04 03 01 047 X



**DEPARTEMEN SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

786 / FT.01 / SKRIP / 04 / 2008

**PENGARUH GEOTEKSTIL TERHADAP
KUAT GESER PADA TANAH LUNAK
DENGAN UJI TRIAKSIAL TERKONSOLIDASI TAK
TERDRAINASI**

SKRIPSI

Oleh

MIRZA RIO ENDRAYANA

04 03 01 047 X

**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

PENGARUH GEOTEKSTIL TERHADAP KUAT GESER PADA TANAH LEMPUNG LUNAK DENGAN UJI TRIAKSIAL TERKONSOLIDASI TAK TERDRAINASI

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Geoteknik Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 19 Juni 2008

Mirza Rio Endrayana

NPM 04 03 01 047 X

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul :

**PENGARUH GEOTEKSTIL TERHADAP
KUAT GESER PADA TANAH LUNAK
DENGAN UJI TRIAKSIAL TERKONSOLIDASI TAK
TERDRAINASI**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Geoteknik Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 23 April 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Dosen Pembimbing I

Depok, 19 Juni 2008

Dosen Pembimbing II

Ir. Damrizal Damoerin, MSc.

Dr. Ir. Wiwik Rahayu

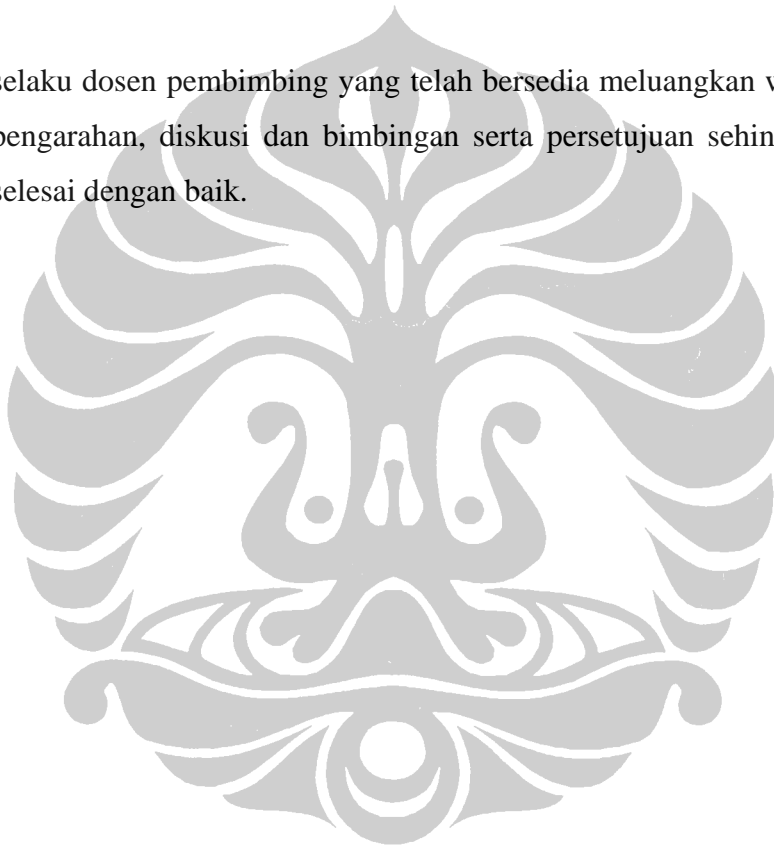
UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Ir. Damrizal Damoerin, MSc.

Dr. Ir. Wiwik Rahayu

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
DAFTAR SIMBOL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. DESKRIPSI MASALAH.....	2
1.3. MAKSUD DAN TUJUAN	3
1.4. PEMBATAHAN MASALAH.....	3
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 DESKRIPSI TANAH LEMPUNG	6
2.1.1 Proses Pembentukan Dan Penyebaran Tanah Lunak di Indonesia	7
2.1.2 Karakteristik Fisik Tanah Lempung Lunak	8
2.2 PENENTUAN PARAMETER KUAT GESER TANAH LEMPUNG LUNAK MELALUI UJI TRIAKSIAL.....	12
2.2.1 Uji Kuat Geser Tanah Dengan Alat Triaksial.....	12
2.3 METODE LINTASAN TEGANGAN.....	15
2.4 KONSEP KONDISI KRITIS.....	18
2.5 MATERIAL GEOSINTETIK.....	22
2.5.1 Definisi Geotekstil	24

2.5.2 Karakteristik Geotekstil	29
2.5.3 Uji-Uji Pada Geotekstil	31
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1 KEGIATAN PENELITIAN	35
3.2 PEMASANGAN GEOTEKSTIL DAN PENCETAKAN CONTOH UJI.....	36
3.2.1 Pemadatan Dengan Proctor Standar	36
3.2.2 Pemadatan Dengan Extruder	37
3.3 PENGUJIAN UNCONFINED	39
3.4 PENGUJIAN TRIAKSIAL TERKONSOLIDASI TAK TERDRAINASI (CU)	39
BAB IV ANALISA HASIL UJI LABORATORIUM	41
4.1 PENDAHULUAN	41
4.2 HASIL DAN ANALISA PENGUJIAN COMPACTION DAN γ_{dry} CONTOH UJI YANG DIHASILKAN	41
4.3 HASIL DAN ANALISA PENGUJIAN UNCONFINED COMPRESSION TEST (UCT)	44
4.4 HASIL DAN ANALISA PENGUJIAN TRIAKSIAL TERKONSOLIDASI TAK TERDRAINASI (CU)	48
4.5 RENTANG NILAI TEGANGAN DEVIATOR MAKSIMUM (q_u)	67
4.5.1 Contoh Uji <i>Unconfined</i>	67
4.5.2 Contoh Uji Triaksial <i>CU</i>	69
4.6 NILAI KEKUATAN GESER PADA CONTOH UJI TRIAKSIAL <i>CU</i>	73
4.5 PERBANDINGAN HASIL TRIAKSIAL CU DENGAN METODE CHANG	80
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	84
5.1 KESIMPULAN	84
5.2 SARAN	85
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN	87

DAFTAR GAMBAR

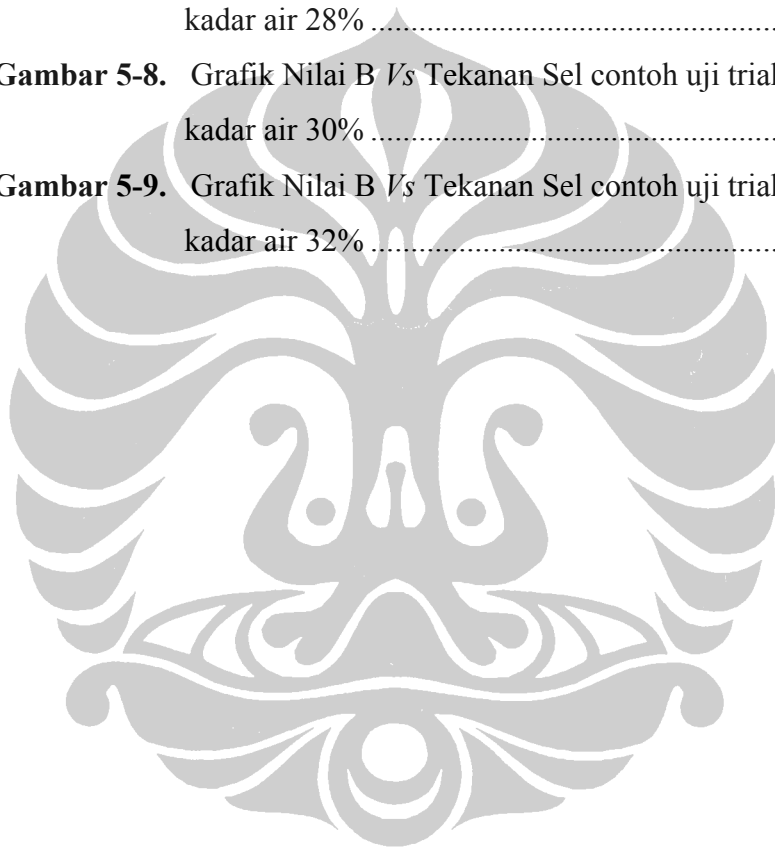
Gambar 2-1.	Grafik plastisitas : Sistem Unified	10
Gambar 2-2.	Kondisi tegangan pada uji triaksial kondisi tak terkonsolidasi tak terdrainasi (<i>UU Test</i>) [Holtz & Kovacs, 1981]	13
Gambar 2-3.	Kondisi tegangan pada uji triaksial kondisi terkonsolidasi tak terdrainasi (<i>CU Test</i>) [Holtz & Kovacs, 1981]	14
Gambar 2-4.	Kondisi tegangan pada saat keruntuhan [RF Craig, 1994].....	15
Gambar 2-5.	Alternatif yang menggambarkan kondisi tegangan [RF Craig, 1994]	16
Gambar 2-6.	Lintasan tegangan atau <i>stress path</i> [RF Craig, 1994]	17
Gambar 2-7.	Bentuk lintasan tegangan untuk tes triaksial terkonsolidasi tak terdrainasi (<i>CU</i>) pada lempung terkonsolidasi normal [RF Craig, 1994]	17
Gambar 2-8.	Bentuk lintasan tegangan untuk tes triaksial terkonsolidasi tak terdrainasi (<i>CU</i>) pada lempung <i>overconsolidated</i> [RF Craig, 1994]	18
Gambar 2-9.	Lintasan tegangan efektif pada lempung terkonsolidasi normal [RF Craig, 1994]	19
Gambar 2-10.	Kurva konsolidasi pada lempung terkonsolidasi normal [RF Craig, 1994]	20
Gambar 2-11.	Plot tiga dimensi dari gambar 10 [RF Craig, 1994]	20
Gambar 2-12.	Proyeksi <i>critical state line</i> bidang $v - p'$ pada bidang $v - \ln p'$ [RF Craig, 1994]	21
Gambar 2-13.	Berbagai jenis geosintetik [Koerner, 1994].....	22
Gambar 2-14.	Tipe geotekstil <i>woven</i> (kiri) dan <i>nonwoven</i> (kanan) [www.multibangunpatria.com]	23
Gambar 2-15.	Tipe-tipe serat polimer yang digunakan pada pembuatan geotekstil [Koerner, 1994]	25
Gambar 2-16.	Tipe-tipe tenunan dalam pembuatan geotekstil [Koerner, 1994]	25

Gambar 2-17. Contoh fungsi geotekstil sebagai lapisan pelindung tanah dasar [www.geoforce.com]	26
Gambar 2-18. Contoh penggunaan geotekstil sebagai perkuatan lereng [www.geoforce.com]	27
Gambar 2-19. Contoh penggunaan geotekstil sebagai pemisah material yang berbeda [www.geoforce.com].....	27
Gambar 2-20. Contoh penggunaan geotekstil sebagai retaining wall [www.geoforce.com]	28
Gambar 2-21. Contoh geotekstil sebagai perkuatan pada tanah dasar lunak [www.geoforce.com]	28
Gambar 2-22. Grafik pengaruh geotekstil dengan berbagai macam lokasi berbeda pada contoh uji pasir $\rho = 3 \text{ lb/in}^2$ (21 kPa) (kiri) dan $\rho = 30 \text{ lb/in}^2$ (210 kPa) berdasarkan uji geser langsung (<i>direct shear</i>) [Koerner, 1994].....	32
Gambar 2-23. Penempatan geotekstil dan fiber pada uji triaksial terkonsolidasi terdrainasi [Chang, 2003].....	33
Gambar 2-24. <i>Unconfined Compression Strength</i> (U.C.S) terhadap kadar air [Chang, 2003].....	33
Gambar 2-25. <i>Unconfined compression strength</i> dan <i>axial strain</i> terhadap <i>mixing ratio</i> pada uji triaksial terkonsolidasi terdrainasi (<i>CD</i>) [Chang, 2003].....	34
Gambar 2-26. Tegangan deviator maksimum terhadap contoh uji triaksial terkonsolidasi terdrainasi (<i>CD</i>) [Chang, 2003]	34
Gambar 2-27. Sudut geser dalam dan kohesi terhadap bermacam-macam contoh uji triaksial terkonsolidasi terdrainasi (<i>CD</i>) [Chang, 2003].....	35
Gambar 3-1. Diagram alir penelitian.....	35
Gambar 3-2. Penekanan tanah dengan <i>extruder</i> saat pembuatan contoh uji	38
Gambar 3-3. Peletakan geotekstil pada contoh uji	38
Gambar 3-4. Proses pembuatan contoh uji dengan 2 geotekstil.....	39
Gambar 4-1. Grafik kadar air optimum pada tanah Ujung Harapan	42
Gambar 4-2. Grafik <i>Stress Vs Strain</i> contoh uji <i>Unconfined</i> terhadap jumlah lapisan geotekstil untuk masing-masing kadar air	45

Gambar 4-3.	Grafik <i>Stress Vs Strain</i> contoh uji <i>Unconfined</i> terhadap perubahan kadar air untuk masing-masing lapisan geotekstil	47
Gambar 4-4.	Grafik Nilai B <i>Vs</i> Tekanan Sel contoh uji triaksial <i>CU</i> untuk kadar air 28%	50
Gambar 4-5.	Grafik Nilai B <i>Vs</i> Tekanan Sel contoh uji triaksial <i>CU</i> untuk kadar air 30%	50
Gambar 4-6.	Grafik Nilai B <i>Vs</i> Tekanan Sel contoh uji triaksial <i>CU</i> untuk kadar air 32%	51
Gambar 4-7.	Grafik Perubahan Volum <i>Vs</i> Akar Waktu (kiri) dan Tekanan Pori <i>Vs</i> Akar Waktu (kanan) contoh uji triaksial <i>CU</i> untuk kadar air 28%	52
Gambar 4-8.	Grafik Perubahan Volum <i>Vs</i> Akar Waktu (kiri) dan Tekanan Pori <i>Vs</i> Akar Waktu (kanan) contoh uji triaksial <i>CU</i> untuk kadar air 30%	53
Gambar 4-9.	Grafik Perubahan Volum <i>Vs</i> Akar Waktu (kiri) dan Tekanan Pori <i>Vs</i> Akar Waktu (kanan) contoh uji triaksial <i>CU</i> untuk kadar air 32%	54
Gambar 4-10.	Grafik <i>Deviatory Stress Vs Strain</i> (kiri) dan Perubahan Tekanan Pori <i>Vs</i> Regangan (kanan) contoh uji triaksial <i>CU</i> untuk kadar air 28%	56
Gambar 4-11.	Grafik Perubahan Volum <i>Vs</i> Akar Waktu (kiri) dan Tekanan Pori <i>Vs</i> Akar Waktu (kanan) contoh uji triaksial <i>CU</i> untuk kadar air 30%	57
Gambar 4-12.	Grafik Perubahan Volum <i>Vs</i> Akar Waktu (kiri) dan Tekanan Pori <i>Vs</i> Akar Waktu (kanan) contoh uji triaksial <i>CU</i> untuk kadar air 32%	58
Gambar 4-13.	Grafik Tegangan deviator (<i>q</i>) <i>Vs</i> Tegangan Efektif (<i>p</i>) dengan kadar air 28%.	63
Gambar 4-14.	Grafik Tegangan deviator (<i>q</i>) <i>Vs</i> Tegangan Efektif (<i>p</i>) dengan kadar air 30%.	64
Gambar 4-15.	Grafik Tegangan deviator (<i>q</i>) <i>Vs</i> Tegangan Efektif (<i>p</i>) dengan kadar air 32%.	65

Gambar 4-16. Grafik rentang nilai tegangan deviator maksimum (q_u) pada contoh uji unconfined.....	68
Gambar 4-17. Grafik rentang nilai tegangan deviator maksimum (q_u) pada contoh uji triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 50$ kPa	70
Gambar 4-18. Grafik rentang nilai tegangan deviator maksimum (q_u) pada contoh uji triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 100$ kPa	71
Gambar 4-19. Grafik rentang nilai tegangan deviator maksimum (q_u) pada contoh uji triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 150$ kPa	72
Gambar 4-20. Grafik rentang nilai kohesi efektif (c') pada contoh uji triaksial <i>CU</i>	74
Gambar 4-21. Grafik rentang nilai sudut geser efektif (ϕ') pada contoh uji triaksial <i>CU</i>	75
Gambar 4-22. Grafik nilai kuat geser efektif dan undrained untuk berbagai kondisi kadar air pada contoh uji triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 50$ kPa	78
Gambar 4-23. Grafik nilai kuat geser efektif dan undrained untuk berbagai kondisi kadar air pada contoh uji triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 100$ kPa	79
Gambar 4-24. Grafik nilai kuat geser efektif dan undrained untuk berbagai kondisi kadar air pada contoh uji triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 150$ kPa	79
Gambar 4-25. Grafik <i>maximum deviator stress</i> terhadap kadar air pada contoh uji <i>Unconfined</i>	80
Gambar 4-26. Grafik ringkasan <i>maximum deviator stress Vs</i> kadar air terhadap jumlah lapisan geotekstil.....	81
Gambar 4-27. Grafik antara sudut geser (ϕ) dan kohesi (c) terhadap jumlah lapis geotekstil dan perubahan kadar air.....	81
Gambar 5-1. a) Grafik Deviator Stress, b) Grafik Mohr. Kasus Pemadatan <i>Proctor</i> Standar	91
Gambar 5-2. a) Grafik Deviator Stress, b) Grafik Mohr. Kasus Pemadatan <i>Extruder</i> Tanah Asli.....	91
Gambar 5-3. a) Grafik Deviator Stress, b) Grafik Mohr. Kasus Pemadatan	

<i>Extruder Tanah Asli dengan Geotekstil</i>	91
Gambar 5-4. Grafik <i>Deviatory Stress Vs Strain</i> Triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3=50$ kPa.....	134
Gambar 5-5. Grafik <i>Deviatory Stress Vs Strain</i> Triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3=100$ kPa.....	135
Gambar 5-6. Grafik <i>Deviatory Stress Vs Strain</i> Triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3=150$ kPa.....	136
Gambar 5-7. Grafik Nilai <i>B Vs Tekanan Sel</i> contoh uji triaksial <i>CU</i> untuk kadar air 28%	144
Gambar 5-8. Grafik Nilai <i>B Vs Tekanan Sel</i> contoh uji triaksial <i>CU</i> untuk kadar air 30%	144
Gambar 5-9. Grafik Nilai <i>B Vs Tekanan Sel</i> contoh uji triaksial <i>CU</i> untuk kadar air 32%	145



DAFTAR TABEL

Tabel 2-1.	Nilai-nilai khas dari Aktivitas	9
Tabel 2-2.	Batas-Batas Atterberg untuk Mineral Lempung [Atterberg, 1990].	10
Tabel 2-3.	Nilai SG untuk tiap mineral tanah lempung lunak.....	11
Tabel 2-4.	Nilai Angka Pori, Kadar Air, dan Berat Volum Kering pada Tanah Lempung	11
Tabel 2-5.	Tipe-tipe polimer yang digunakan pada pembuatan geosintetik	23
Tabel 2-6.	Kebutuhan kekuatan minimum geotekstil yang disarankan	29
Tabel 2-7.	Nilai-nilai properties pada geotekstil yang ada di pasaran	30
Tabel 2-8.	Karakteristik geotekstil woven yang digunakan pada penelitian.....	31
Tabel 4-1.	Perbandingan γ_{dry} dari setiap contoh uji <i>Unconfined</i>	42
Tabel 4-2.	Perbandingan γ_{dry} dari setiap contoh uji Triaksial <i>CU</i> kadar air 28%	43
Tabel 4-3.	Perbandingan γ_{dry} dari setiap contoh uji Triaksial <i>CU</i> kadar air 30%	43
Tabel 4-4.	Perbandingan γ_{dry} dari setiap contoh uji Triaksial <i>CU</i> kadar air 32%	43
Tabel 4-5.	Perbandingan q_u dari masing-masing contoh uji <i>Unconfined</i>	46
Tabel 4-6.	Perbandingan contoh uji <i>Unconfined</i> ditinjau dari perubahan kadar air.....	48
Tabel 4-7.	Perbandingan tegangan maksimum contoh uji Triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 50$ kPa	59
Tabel 4-8.	Perbandingan tegangan maksimum contoh uji Triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 100$ kPa	59
Tabel 4-9.	Perbandingan tegangan maksimum contoh uji Triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 150$ kPa	59
Tabel 4-10.	Perbandingan contoh uji <i>Unconfined</i> dengan Triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 50$ kPa	61

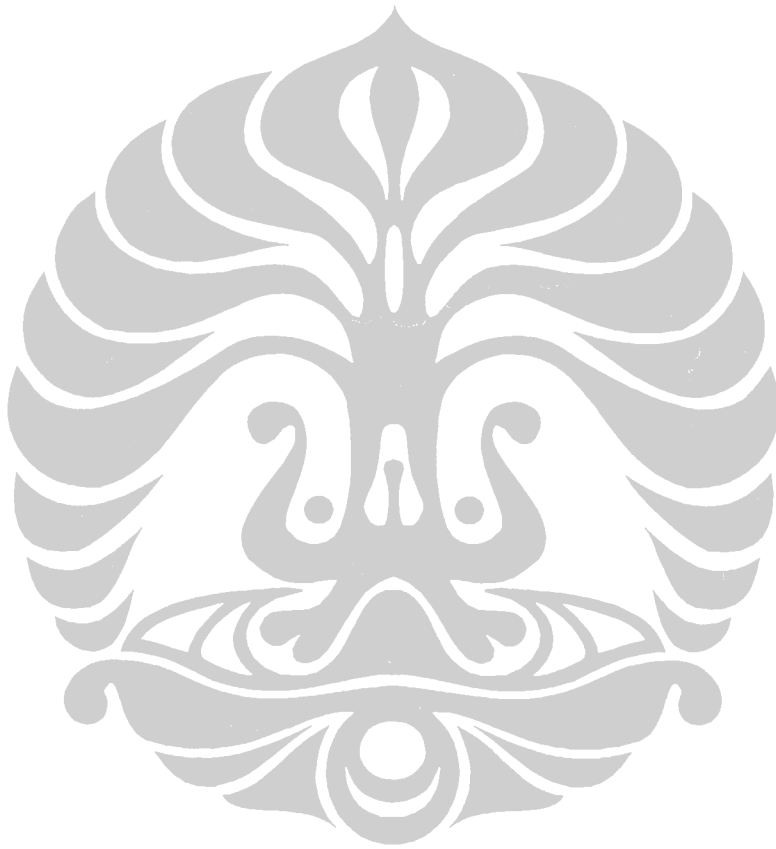
Tabel 4-11. Perbandingan contoh uji <i>Unconfined</i> dengan Triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 100$ kPa	61
Tabel 4-12. Perbandingan contoh uji <i>Unconfined</i> dengan Triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 150$ kPa	62
Tabel 4-13. Perbandingan kekuatan geser antar contoh uji Triaksial <i>CU</i>	66
Tabel 4-14. Rentang nilai tegangan deviator maksimum pada contoh uji <i>unconfined</i>	69
Tabel 4-15. Rentang nilai tegangan deviator maksimum pada contoh uji triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 50$ kPa.....	70
Tabel 4-16. Rentang nilai tegangan deviator maksimum pada contoh uji triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 100$ kPa.....	72
Tabel 4-17. Rentang nilai tegangan deviator maksimum pada contoh uji triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 150$ kPa.....	73
Tabel 4-18. Rentang nilai kohesi efektif (c') dan sudut geser efektif (ϕ') pada contoh uji triaksial <i>CU</i>	76
Tabel 4-19. Perbandingan nilai kuat geser efektif dan undrained pada contoh uji triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 50$ kPa	76
Tabel 4-20. Perbandingan nilai kuat geser efektif dan undrained pada contoh uji triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 100$ kPa	77
Tabel 4-21. Perbandingan nilai kuat geser efektif dan undrained pada contoh uji triaksial <i>CU</i> dengan $\sigma_3 = 150$ kPa	77
Tabel 4-22. Rangkuman hasil percobaan yang dilakukan oleh Chang dkk.	83
Tabel 4-23. Rangkuman hasil percobaan yang didapatkan.....	83
Tabel 5-1. Berat tiap contoh uji untuk masing-masing kondisi	88
Tabel 5-2. γ_{wet} dan γ_{dry} tiap contoh uji untuk masing-masing kondisi.....	89
Tabel 5-3. Parameter-parameter geser contoh uji dari percobaan triaksial <i>UU</i>	92
Tabel 5-4. Karakteristik fisik tanah lempung lunak Ujung Harapan [Eva, 2006].....	94

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Pengujian Triaksial <i>Unconsolidated Undrained (UU)</i>	74
Lampiran 2	Indeks Propertis Tanah Ujung Harapan.....	80
Lampiran 3	Data Hasil Pengujian <i>Unconfined Compression Test (UCT)</i>	82
Lampiran 4	Data Hasil Pengujian Triaksial <i>Consolidated Undrained (CU)</i> ...	92
Lampiran 5	Grafik <i>Deviatory Stress Vs Strain</i> Terhadap Perubahan σ_3 Triaksial <i>Consolidated Undrained (CU)</i>	120
Lampiran 6	Foto-Foto Contoh Uji <i>Unconfined Compression Test (UCT)</i>	124
Lampiran 7	Foto-Foto Contoh Uji Triaksial <i>Consolidated Undrained (CU)</i>	126
Lampiran 8	Alternatif Penggambaran Grafik Nilai <i>B Vs Tekanan Sel</i>	130
Lampiran 9	Sketsa Teknis Pencetakan Contoh Uji.....	133
Lampiran 10	Contoh Kasus Penggunaan Parameter Geser Dari Penggunaan Lapisan Geotekstil Pada Pondasi Dangkal.....	150

DAFTAR SINGKATAN

UU	Unconsolidated Undrained
CU	Consolidated Undrained
CD	Consolidated Drained
SG	Specivic Gravity
OCR	Over Consolidated Ratio



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
B	Nilai saturasi pada proses saturasi triaksial terkonsolidasi tak terdrainasi	
c	Kohesi – parameter kekuatan geser	kPa
e	Angka pori – perbandingan antara volum pori dan partikel padat	
k	Koefisien permeabilitas tanah	m/s
M	Kemiringan garis <i>Critical State</i>	
Pc	Tekanan konsolidasi	kPa
q ₀	Tegangan deviator awal	kPa
u	Tekanan air pori	kPa
V	Volum	cm ³
W	Berat	gram
w	Kadar air	%
γ _d	Berat isi kering	kN/m ³
γ _{sat}	Berat isi jenuh	kN/m ³
ε	Regangan	%
ρ	Massa jenis	kg/m ³
σ	Tegangan normal total	kPa
σ'	Tegangan normal efektif	kPa
σ ₁ , σ ₂ , σ ₃	Tegangan utama total	kPa