

**PENGARUH PENAMBAHAN PASIR DAN SEMEN
TERHADAP KEKUATAN GESER PADA TANAH EKSPANSIF
DENGAN UJI TRIAKSIAL**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh:

Virginia Jacklyn Jessica

1153050002

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA**

JAKARTA

2015

HALAMAN PENGUJI

Nama : Virginia Jacklyn Jessica

NIM : 1153050002

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Penambahan Pasir dan Semen Terhadap Kuat Geser pada Tanah Ekspansif dengan Uji Triaksial.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Jakarta, 1 September 2015

DEWAN PENGUJI

Ketua : Ir. Risma Masniari S, M.E

Anggota : Ir. Pinondang Simanjuntak, MT

Anggota : Ir. Setiyadi, MT

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Virginia Jacklyn Jessica

NIM : 1153050002

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul:

**PENGARUH PENAMBAHAN PASIR DAN SEMEN TERHADAP
KEKUATAN GESER PADA TANAH EKSPANSIF DENGAN UJI TRIAKSIAL**

Merupakan hasil karya asli, bukan jiplakan dari Tugas Akhir atau karya tulis orang lain. Jika kemudian hari ternyata tidak sesuai dengan pernyataan di atas, penulis bersedia untuk mempertanggungjawabkannya.

Jakarta, September 2015

Virginia Jacklyn Jessica

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Virginia Jacklyn Jessica

NIM : 1153050002

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir

**Pengaruh Penambahan Pasir dan Semen Terhadap Kuat Geser pada Tanah
Ekspansif dengan Uji Triaksial.**

Jakarta, 1 September 2015

Dosen Pembimbing

(Ir. Risma Masniari S, M.E)

Mengesahkan:

Ketua Program Studi teknik Sipil FT UKI

(Ir. Risma Masniari S, M.E)

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN PASIR DAN SEMEN TERHADAP KEKUATAN GESER PADA TANAH EKSPANSIF DENGAN UJI TRIAKSIAL

Pada umumnya kerusakan pada struktur ataupun konstruksi jalan biasanya disebabkan oleh tanah dasar yang mempunyai kembang susut yang tinggi yang sering disebut sebagai tanah ekspansif. Hal ini dikarenakan terdapat mineral-mineral pada kandungan tanah yang dapat menyerap air secara ekstrem. Sifat yang menonjol dari tanah ekspansif adalah daya dukung dan kekuatan gesernya yang sangat rendah dan kekakuannya menurun drastis pada kondisi basah. Untuk mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh tanah ekspansif, perlu dilakukan upaya perbaikan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang kurang baik. Upaya yang dilakukan adalah dengan metode stabilisasi tanah. Pada penelitian ini, stabilisasi tanah lempung ekspansif digunakan pasir dan bahan kimia semen portland sebagai bahan tambahan. Pemakaian semen akan meningkatkan ikatan antar partikel tanah dengan pasir sedangkan penambahan pasir dimaksudkan untuk memanfaatkan gaya gesekan butiran-butiran yang dapat membentuk ikatan dengan mineral lempung. Kadar pasir yang digunakan dalam pencampuran tanah dibuat bervariasi dengan kadar semen yang tetap. Penelitian ini menggunakan metode uji Triaksial tak terkonsolidasi tak terdrainasi. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, campuran tanah dengan kadar pasir 20% dan semen 10% mampu meningkatkan kohesi (c) menjadi $0,28 \text{ kg/cm}^2$ dan memiliki sudut geser dalam tanah (ϕ) sebesar $5,8^0$ yang menunjukkan peningkatan tegangan geser pada tanah. Maka dapat disimpulkan penambahan pasir dan semen berpengaruh terhadap kestabilan tanah akibat ikatan yang kuat antara tanah, pasir dan semen.

Kata kunci: tanah ekspansif, stabilisasi, pasir, kekuatan geser, uji triaksial.

ABSTRACT

THE EFFECT OF ADDITION OF SAND AND CEMENT ON SHEAR STRENGTH OF EXPANSIVE SOIL WITH A TRIAXIAL TEST

In general, the damage occurred in the structures or the constructions of roads are usually caused by sub grade that has high shrinkage and expansion that often referred to as expansive soil. High shrinkage and expansion caused by the minerals contained in the soil which can absorb water extremely. The dominant characteristics of the expansive soil are low carrying capacity and very low shear strength and stiffness decreased dramatically in wet conditions. To reduce the damage caused by expansive soil, need improvement efforts to improve the bad characteristics. The effort to improve the expansive soil is by doing soil stabilization. At this research, the stabilization of expansive clay soil is used the sand and Portland cement as an additive material. The use of cement will increase the bonds between soil particles with sand while the addition of sand intended to take advantage of the frictional force granules that can form a bond with clay minerals. The content of sand used in the mixture of the soil created varies with fixed cement contents. The research method is unconsolidated undrained test. Based on the experimental result showed that, the mixture of soil with high sand content of 20% and 10% of cement can improve the cohesion (c) to $0,28 \text{ kg/cm}^2$ and the shear angle (ϕ) is 5.8^0 which shows improvement of shear stress on the soil. So we can conclude the addition of sand and cement affects the stability of the soil due to strong bonds between soil, sand and cement.

Key words: expansive soil, stabilization, sand, shear strength, triaxial test.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas berkat rahmat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa, penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul:

PENGARUH PENAMBAHAN PASIR DAN SEMEN TERHADAP KEKUATAN GESER PADA TANAH EKSPANSIF DENGAN UJI TRIAKSIAL

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan program Studi Strata (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Kristen Indonesia. Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian yang penyusun lakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Kristen Indonesia.

Keberhasilan dalam melaksanakan penelitian dan menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, atas penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala anugrah yang dilimpahkan kepada penyusun hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.
2. Papa dan Mama tercinta yang selalu mendoakan, mendukung, dan mendidik dengan penuh kesabaran, adik-adik tersayang Alexandra, Gabriella dan Anugrah yang selalu menyemangati.
3. Ibu Ir. Risma Masniari Simanjuntak, M.E selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia dan selaku Dosen Pembimbing yang penuh kesabaran dalam membimbing penyusun hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.
4. Ibu Ir. Agnes Sri Mulyani, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberi masukan dan bimbingan kepada penyusun dalam proses penyelesaian masa studi.
5. Bapak Ir. Setiyadi, M.T selaku Dosen Pembimbing Non Akademik yang selalu mendukung dan memberi motivasi kepada penyusun.

6. Seluruh dosen Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Kristen Indonesia yang telah mendidik dan memberikan bekal ilmu kepada penyusun selama masa studi.
7. Bapak Ade Kurniawan yang selalu membantu dan memberi informasi yang berarti untuk penyusun selama perkuliahan hingga proses penyusunan Tugas Akhir.
8. Bapak Sudarno Tampubolon, ST, Ibu Suhartini dan Mas Sudarno yang banyak membantu penyusun dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Teman-teman Sipil angkatan 2011, Nabil Albahar, Ni Putu Widnyani, Yakoba Veronica Kana, Nempfadil Primason Gulo, Bunga Brigita, Lolaita Br Depari, Sarah Indo Novita serta teman-teman lain yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu, terima kasih atas kebersamaannya selama 4 tahun ini. Sukses untuk kita semua.

Penyusun menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan. Hal ini disebabkan karena pengetahuan dan kemampuan penyusun yang masih terbatas sehingga tidak semua hal dapat penyusun laporkan dengan sebaik-baiknya. Oleh karena itu penyusun sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun agar Laporan Tugas Akhir ini menjadi lebih baik. Akhir kata, semoga Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua.

Jakarta, September 2015

Penyusun

Virginia Jacklyn Jessica

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

HALAMAN PENGUJI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	6
1.4 Metode Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	10
1.6 Sistematika Penulisan.....	11

BAB II STUDI PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung Ekspansif.....	12
2.1.1 Umum.....	12

2.1.2	Pengertian Lempung Ekspansif.....	13
2.1.3	Permasalahan yang Ditimbulkan Tanah Lempung Ekspansif.....	13
2.1.4	Klasifikasi Tanah.....	14
2.1.5	Sifat-sifat Tanah Lempung Ekspansif.....	22
2.1.5.1	Batas-batas Atterberg.....	23
2.1.5.2	Susut Linier.....	26
2.1.5.3	Pengembangan Bebas.....	27
2.1.5.4	Kandungan Koloid.....	27
2.1.5.5	Metode Klasifikasi (Metode USBR).....	29
2.1.5.6	Metode Aktivitas.....	30
2.1.6	Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif.....	33
2.1.7	Pengaruh Kadar Air.....	35
2.2	Stabilisasi Tanah Ekspansif.....	36
2.2.1	Penambahan Pasir dan Semen.....	41
2.2.1.1	Pasir.....	42
2.2.1.2	Semen.....	44
2.3	Kuat Geser Tanah.....	46
2.3.1	Parameter Kekuatan Geser (c dan ϕ).....	47
2.3.2	Percobaan untuk Menentukan Parameter Kekuatan Geser.....	52

2.4 Uji Triaksial.....	54
2.4.1 Uji Triaksial <i>Unconsolidated-undrained test/UU</i>	58

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kegiatan Penelitian.....	62
3.2 Tahap Penelitian.....	64
3.2.1 Pengujian Sifat-sifat Fisis Tanah.....	64
3.2.1.1 Uji Batas Atterberg.....	64
3.2.1.1.1 Uji Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>).....	64
3.2.1.1.2 Uji Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>).....	68
3.2.1.1.3 Uji Batas Susut (<i>Shrinkage Limit</i>).....	69
3.2.1.2 Uji berat jenis (<i>Specific gravity</i>).....	71
3.2.2 Pengujian sifat-sifat fisis pasir.....	73
3.2.2.1 Uji berat jenis (<i>Specific gravity</i>).....	73
3.2.3 Pemadatan standar/kompaksi pada tanah asli dan tanah campuran.....	75
3.2.4 Pengujian kekuatan geser.....	78
3.2.4.1 Uji Triaksial tak terkonsolidasi tak terdrainase (<i>Unconsolidated-Undrained/UU</i>).....	78

BAB IV ANALISIS HASIL PENELITIAN

4.1 Hasil pengujian sifat-sifat fisis tanah.....	83
--	----

4.1.1	Hasil uji batas Atterberg.....	83
4.1.1.1	Batas cair (<i>liquid limit</i>).....	83
4.1.1.2	Batas plastis (<i>plastic limit</i>)	86
4.1.1.3	Batas susut (<i>shrinkage limit</i>).....	86
4.1.1.4	Indeks plastisitas (<i>Plasticity Index</i>).....	88
4.1.2	Hasil uji berat jenis tanah (<i>Spesific gravity</i>).....	90
4.2	Hasil pengujian sifat-sifat khusus tanah lempung.....	93
4.3	Hasil pengujian sifat-sifat fisis pasir.....	95
4.3.1	Hasil uji berat jenis pasir (<i>Spesific gravity</i>).....	95
4.4	Hasil pengujian kekuatan geser.....	97
4.4.1	Parameter Kekuatan Geser (<i>c</i> dan ϕ).....	97

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan.....	119
5.2	Saran.....	120

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Bagan alir pelaksanaan penelitian	10
Gambar 2.1	Grafik segitiga klasifikasi tanah berdasarkan <i>US Department of Agriculture System (USDA)</i>	17
Gambar 2.2	Batas-batas Atterberg Limit	24
Gambar 2.3	Keadaan-keadaan konsistensi tanah	25
Gambar 2.4	Hubungan potensi mengembang dengan kadar lempung	28
Gambar 2.5	Hubungan persentase mengembang dengan kandungan koloid, PI dan batas susut	29
Gambar 2.6	Grafik klasifikasi potensi mengembang	32
Gambar 2.7	Kriteria kegagalan Mohr dan Coulomb	47
Gambar 2.8	Kekuatan Geser Tanah	50
Gambar 2.9	Lingkar Mohr	51
Gambar 2.10	Alat Uji Triaksial	56
Gambar 2.11	Fase kompresi dan fase deviatorik pada Uji UU.....	59
Gambar 2.12	Tegangan di akhir fase kompresi pada Uji UU	59
Gambar 2.13	Tipikal hasil uji UU (Fase deviatorik)	60
Gambar 2.14	Tegangan pada fase deviatorik (disaat <i>rupture</i>) Uji UU	61
Gambar 3.1	Pengujian Batas Cair dengan alat Casagrande.....	66
Gambar 3.2	Alat Casagrande dan <i>grooving tool</i>	67
Gambar 3.3	Pengujian batas plastis.....	69

Gambar 3.4	Pengujian batas susut.....	71
Gambar 3.5	Pengujian berat jenis tanah.....	73
Gambar 3.6	Pengujian triaksial tak terkonsolidasi tak terdrainasi.....	81
Gambar 3.7	Sel triaksial dan tata letak peralatannya.....	82
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara kadar air (%) dan jumlah ketukan (N) untuk menentukan batas cair.....	83
Gambar 4.2	Diagram plastisitas klasifikasi tanah sistem USCS.....	89
Gambar 4.3	Grafik hubungan antara tegangan geser dan tegangan normal pada tanah asli.....	101
Gambar 4.4	Grafik hubungan antara tegangan geser dan tegangan normal pada tanah campuran A.....	103
Gambar 4.5	Grafik hubungan antara tegangan geser dan tegangan normal pada tanah campuran B.....	105
Gambar 4.6	Grafik hubungan antara tegangan geser dan tegangan normal pada tanah campuran C.....	107
Gambar 4.7	Grafik hubungan antara tegangan geser dan tegangan normal pada tanah campuran D.....	109
Gambar 4.8	Grafik hubungan antara tegangan geser (τ) dan tegangan normal (σ) pada tanah campuran pasir dengan kadar yang berbeda.....	113

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Batas-batas ukuran butiran tanah.....	17
Tabel 2.2	Klasifikasi tanah berdasarkan <i>Unified Soil Classification System</i> (USCS).....	20
Tabel 2.3	Klasifikasi tanah berdasarkan <i>American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)</i>	21
Tabel 2.4	Hubungan Potensial Pengembangan dan Indeks Plastisitas pada tanah lempung.....	25
Tabel 2.5	Penentuan Potensial Ekspansif untuk berbagai nilai Batas Susut dan Susut Linier berdasarkan Atterberg Limit.....	26
Tabel 2.6	Kriteria identifikasi tanah lempung ekspansif USBR.....	30
Tabel 2.7	Hubungan aktivitas dengan mineral.....	31
Tabel 2.8	Rata-rata Tebal Tipikal, Diameter Tipikal dan Permukaan Spesifik mineral lempung.....	34
Tabel 2.9	Hubungan nilai Indeks Plastistas dengan sifat tanah kohesif.....	36
Tabel 2.10	Metode Stabilisasi yang Cocok Berdasarkan Unsur yang Dominan.....	37
Tabel 2.11	Harga Cc dan Cv dari beberapa mineral lempung.....	40
Tabel 2.12	Nilai-nilai estimasi sudut geser dalam (ϕ) dari hasil pengujian Triaksial (Bowles, 1977).....	58
Tabel 3.1	Persentase kadar tanah asli & tanah campuran pasir dan semen...	75
Tabel 3.2	Berat tanah asli & tanah campuran antara pasir dan semen.....	75
Tabel 4.1	Jumlah ketukan dan kadar air (%) pada uji batas cair.....	85
Tabel 4.2	Batas-batas Atterberg.....	88

Tabel 4.4	Tabel klasifikasi tanah berdasarkan sistem USCS.....	90
Tabel 4.5	Nilai Gs menurut jenis tanah.....	91
Tabel 4.6	Hubungan antara Faktor koreksi, K untuk berbagai macam temperatur.....	92
Tabel 4.7	Hubungan nilai Indeks Plastistas dengan sifat tanah kohesif (Tanah Lempung, Cileungsi).....	93
Tabel 4.8	Hubungan Potensial Pengembangan dan Indeks Plastisitas pada tanah lempung (Tanah lempung, Cileungsi).....	94
Tabel 4.9	Penentuan Potensial Ekspansif untuk berbagai nilai Batas Susut dan Susut Linier berdasarkan Atterberg Limit(Tanah lempung, Cileungsi).....	94
Tabel 4.10	Kriteria identifikasi tanah lempung ekspansif USBR (Tanah lempung, Cileungsi).....	95
Tabel 4.11	Analisa butir pasir pantai Marina.....	96
Tabel 4.12	Variasi tegangan sel pada setiap sampel.....	97
Tabel 4.13	Tegangan sel dan tegangan deviator pada setiap sampel.....	100
Tabel 4.14	Nilai σ_1 dan σ_3 pada masing-masing sampel tanah Lempung asli.....	101
Tabel 4.15	Nilai σ_1 dan σ_3 pada masing-masing sampel tanah campuran A.....	103
Tabel 4.16	Nilai σ_1 dan σ_3 pada masing-masing sampel tanah Campuran B.....	105
Tabel 4.17	Nilai σ_1 dan σ_3 pada masing-masing sampel tanah	

	campuran C.....	107
Tabel 4.18	Nilai σ_1 dan σ_3 pada masing-masing sampel tanah	
	campuran D.....	109
Tabel 4.19	Parameter kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) pada tanah.....	111