

## DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL .....	xx
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Lokasi Penelitian .....	3
1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Batasan Penelitian .....	4
1.7 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Pengertian Tanah .....	6
2.2 Klasifikasi Tanah .....	7
2.3 Lempung Sebagai Tanah Kohesif .....	9
2.3.1 Lempung Dan Mineral Penyusunnya.....	10
2.3.1.1 Kaolinite.....	12
2.3.1.2 Montmorilonite .....	13
2.3.1.3 Illite .....	13
2.4 Tanah Ekspansif .....	18
2.4.1 Karakteristik Tanah Ekspansif .....	18

2.4.2	Identifikasi Tanah Ekspansif.....	19
2.4.2.1	Identifikasi Langsung.....	19
2.4.2.2	Identifikasi Tidak Langsung .....	20
2.5	Sifat Fisik dan Teknik Tanah Lempung Ekspansif .....	22
2.5.1	Sifat Fisik Tanah Lempung Ekspansif .....	22
2.5.1.1	Ukuran Butiran Tanah.....	22
2.5.1.2	Batas-Batas Atterberg .....	23
2.5.1.3	Berat Jenis Tanah .....	28
2.5.1.4	Sifat Kembang susut Tanah .....	28
2.5.2	Sifat Teknik Tanah Lempung Ekspansif.....	29
2.5.2.1	Pemadatan Tanah .....	29
2.5.2.2	<i>California Bearing Ratio</i> .....	31
2.5.2.3	Kuat Geser Tanah.....	33
2.6	Stabilisasi Tanah Dasar .....	35
2.6.1	Prinsip-Prinsip Dasar Stabilisasi Tanah.....	35
2.6.2	Metode Stabilisasi Tanah .....	35
2.7	Stabilisasi Tanah Kimiawi .....	36
2.7.1	Stabilisasi Tanah Dengan <i>Silica Fume</i> .....	37
2.7.2	Stabilisasi Tanah Dengan Limbah <i>Gypsum</i> .....	40
2.8	Penelitian Terdahulu .....	42
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>51</b>
3.1	Program Penelitian.....	51
3.2	Metode Penelitian.....	52
3.3	Alur Kerja Penelitian Laboratorium.....	53
3.4	Pekerjaan Persiapan .....	54
3.5	Langkah – Langkah Pengujian.....	56
3.5.1	Pengujian Kadar Air.....	56
3.5.2	Pengujian Berat Jenis Tanah .....	56
3.5.3	Pengujian Berat Isi Tanah .....	57
3.5.4	<i>Atterberg Limit</i> .....	57
3.5.5	Uji Analisa Hidrometer .....	58
3.5.6	Pengujian Analisa Saringan .....	59

3.5.7 Pengujian CBR Laboratorium.....	60
3.5.8 Pengujian <i>Direct Shear</i> .....	62
3.5.9 Pengujian <i>Proctor</i> Modifikasi.....	63
3.6 Pelaksanaan Pengujian .....	64
3.6.1 Tanah Asli .....	64
3.6.2 Tanah dan <i>Silica Fume</i> .....	64
3.6.1 Tanah dan Limbah <i>Gypsum</i> .....	64
3.7 Analisa Data Laboratorium .....	65
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>66</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	66
4.1.1 Sifat Fisik Tanah .....	66
4.1.1.1 Kadar Air.....	66
4.1.1.2 Berat Jenis Tanah.....	68
4.1.1.3 Analisa Ayakan .....	69
4.1.1.4 Batas-Batas <i>Atterberg</i> .....	74
4.1.2 Sifat Teknik Tanah .....	77
4.1.2.1 <i>Direct Shear</i> .....	77
4.1.2.2 Pengujian Kompaksi .....	89
4.1.2.3 CBR ( <i>Unsoaked</i> ) .....	111
4.1.2.4 CBR ( <i>Soaked</i> ) .....	124
4.2 Akhir Pembahasan.....	138
4.2.1 Kadar Air .....	138
4.2.2 <i>Atterberg</i> .....	138
4.2.3 Perbandingan Hasil .....	139
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>144</b>
5.1 Kesimpulan .....	144
5.2 Saran .....	145
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>146</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>148</b>

## DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Batasan – Batasan Ukuran Golongan Tanah.....	8
Tabel 2.2 Kerapatan Muatan Mineral lempung .....	15
Tabel 2.3 Kolerasi Indeks Plastisitas, Indeks Susut Dengan Tingkat Pengembangan .....	20
Tabel 2.4 Kolerasi Tingkat Keaktifan Dengan Potensi Pengembangan ...	21
Tabel 2.5 Hitungan % Lolos Saringan No. 200 Terhadap Potensi <i>Swelling</i> .....	23
Tabel 2.6 Derajat Plastisitas Tanah Berdasarkan Batas Cair .....	25
Tabel 2.7 Hubungan Indeks Plastisitas Dengan Tingkat Pengembangan .	26
Tabel 2.8 Hubungan Antara Indeks Plastisitas Dengan Tingkat Pengembangan .....	27
Tabel 2.9 Hubungan Presentase Pengembangan Terhadap Tingkat Pengembangan .....	27
Tabel 2.10 Perbedaan Antara <i>Standard Proctor</i> dan <i>Modified Proctor</i> ...	30
Tabel 2.11 <i>Standard Load</i> .....	32
Tabel 2.12 Klasifikasi Harga CBR.....	32
Tabel 2.13 Perbandingan Ukuran Partikel <i>Silica Fume</i> Dengan Komposisi Beton Lainnya.....	38
Tabel 2.14 Perbandingan Sifat Kimia Dan Fisika Semen <i>Portland, Fly Ash, Slag Cement, Dan Silica Fume</i> .....	39
Tabel 2.15 Komposisi Kimia Material <i>Gypsum</i> .....	41
Tabel 2.16 Penelitian Terdahulu .....	42
Tabel 4.1 Hasil Percobaan Kadar Air Sampel Tanah Tanpa Campuran...	67
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Piknometer Sampel Tanah Asli .....	68
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Piknometer Sampel Tanah Asli.....	69
Tabel 4.4 Data Pengujian <i>Grain Size</i> Sampel Tanah Tanpa Campuran ...	70
Tabel 4.5 Data Hidrometer Contoh Tanah Asli (0%) .....	71
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Hidrometer Contoh Tanah Asli (0%).....	73
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan <i>Liquid Limit</i> .....	74

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Batas Plastis .....	76
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan <i>Direct Shear</i> .....	79
Tabel 4.10 Ringkasan Hasil Grafik <i>Direct Shear</i> Sampel Tanah + <i>Silica Fume</i> .....	85
Tabel 4.11 Hasil Penggambaran Grafik <i>Direct Shear</i> Sampel Tanah + Limbah Gypsum.....	86
Tabel 4.12 Data Hasil Pengujian <i>Proctor Modified</i> Ditambah Campuran <i>Silica Fume</i> .....	90
Tabel 4.13 Data Hasil Pengujian <i>Proctor Modified</i> Ditambah Campuran Limbah <i>Gypsum</i> .....	91
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan <i>Proctor</i> Modifikasi Tanah 0% Campuran.....	94
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Proktor Modifikasi Tanah Campuran <i>Silica Fume</i> .....	95
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Proktor Modifikasi Tanah Campuran Limbah <i>Gypsum</i> .....	96
Tabel 4.17 Hasil Proktor Modifikasi Tanah + <i>Silica Fume</i> .....	106
Tabel 4.18 Hasil Proktor Modifikasi Sampel Tanah + Limbah <i>Gypsum</i> ..	107
Tabel 4.19 Hasil Pengujian CBR <i>Unsoaked</i> Tanah 0% Campuran dan Tanah + Campuran 56 Kali Tumbukan.....	111
Tabel 4.20 Hasil Perhitungan CBR <i>Unsoaked</i> .....	113
Tabel 4.21 Data Penetrasi Sampel Tanah Asli.....	114
Tabel 4.22 Data Penetrasi Sampel Tanah Campuran <i>Silica Fume</i> .....	115
Tabel 4.23 Data Penetrasi Sampel Tanah + Limbah <i>Gypsum</i> .....	116
Tabel 4.24 Harga CBR <i>Unsoaked</i> Tanah 0% Campuran Dan Tanah Campuran.....	122
Tabel 4.25 Hasil Percobaan CBR <i>Soaked</i> Tanah 0% Campuran (Tanah Asli) dan Campuran Dengan 56 Kali Tumbukan.....	124
Tabel 4.26 Hasil Perhitungan CBR <i>Soaked</i> .....	126
Tabel 4.27 Data Penetrasi Sampel Tanah Tanpa Campuran.....	127
Tabel 4.28 Data Penetrasi Sampel Tanah Campuran <i>Silica Fume</i> .....	128
Tabel 4.29 Data Penetrasi Sampel Tanah Pencampuran Limbah	

<i>Gypsum</i> .....	129
Tabel 4.30 Nilai CBR ( <i>Soaked</i> ) Pada Tanah Tanpa Campuran Dan Tanah + Campuran.....	136
Tabel 4.31 Perbandingan Hasil Uji Laboratorium .....	139



## DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 1.1 Peta Lokasi Penelitian .....	3
Gambar 1.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Tanah .....	3
Gambar 2.1 Batasan – Batasan Ukuran Golongan Tanah Menurut Beberapa Sistem.....	8
Gambar 2.2 (a) silika tetrahedra ; (b) lembaran silika ; (c) aluminium oktahedra ; (d) lembaran oktahedra ; (e) lembaran elemen silika – gibbsite .....	11
Gambar 2.3 Struktur Atom Dari Kaolinite.....	12
Gambar 2.4 Struktur Kaolinite.....	12
Gambar 2.5 Struktur Atom Montmorillonite .....	13
Gambar 2.6 Struktur Montmorillonite .....	13
Gambar 2.7 Struktur Illite .....	14
Gambar 2.8 Lapisan Ganda Terdisfusi.....	14
Gambar 2.9 Sifat Berkutub Dua (Dipolar) Dari Air .....	16
Gambar 2.10 Tarik – Menarik Molekul – Molekul Dipolar Pada Lapisan Ganda Terdisfusi .....	16
Gambar 2.11 Air Dalam Lempung.....	17
Gambar 2.12 Klasifikasi Potensi Swelling.....	22
Gambar 2.13 Hubungan Antara Atterberg Dengan Volume Total Tanah.....	24
Gambar 2.14 Diagram Plastisitas .....	26
Gambar 2.15 Lapis Perkerasan Jalan .....	31
Gambar 2.16 Skema Pembebanan.....	34
Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian .....	53
Gambar 3.2 Sampel Tanah.....	54
Gambar 3.3 Sampel <i>Silica Fume</i> .....	55
Gambar 3.4 Limbah <i>Gypsum</i> .....	55
Gambar 3.5 Sampel Kadar Air.....	56
Gambar 3.6 Piknometer .....	57
Gambar 3.7 <i>Cassagrande</i> .....	58

Gambar 3.8 Gelas Ukur dan Hidrometer .....	59
Gambar 3.9 Susunan Saringan Dan Penggetar .....	60
Gambar 3.10 CBR <i>Unsoaked</i> Dan <i>Soaked</i> .....	61
Gambar 3.11 <i>Direct Shear Test</i> .....	62
Gambar 3.12 Alat <i>Proctor</i> Modifikasi .....	63
Gambar 4.1 Tanah Yang Ada Dalam Lokasi Penelitian.....	67
Gambar 4.2 Grafik Gradasi Butiran .....	73
Gambar 4.3 Grafik Batas Cair Tanah Asli .....	75
Gambar 4.4 Grafik Plastisitas .....	77
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Geser Langsung Sampel Tanah 0% Campuran .....	80
Gambar 4.6 Grafik <i>Direct Shear Test</i> Sampel Tanah + <i>Silica Fume</i> 4% .	81
Gambar 4.7 Grafik <i>Direct Shear Test</i> Sampel Tanah Campuran <i>Silica Fume</i> 8% .....	81
Gambar 4.8 Grafik <i>Direct Shear Test</i> Sampel Tanah Campuran <i>Silica Fume</i> 12% .....	82
Gambar 4.9 Grafik <i>Direct Shear Test</i> Sampel Tanah + <i>Silica Fume</i> 15% .....	82
Gambar 4.10 Grafik <i>Direct Shear Test</i> Sampel Tanah Campuran Limbah <i>Gypsum</i> 4% .....	83
Gambar 4.11 Grafik <i>Direct Shear Test</i> Sampel Tanah + Campuran Limbah <i>Gypsum</i> 8% .....	83
Gambar 4.12 Grafik <i>Direct Shear Test</i> Sampel Tanah + Limbah <i>Gypsum</i> 12% .....	84
Gambar 4.13 Grafik <i>Direct Shear Test</i> Sampel Tanah + Limbah <i>Gypsum</i> 15% .....	84
Gambar 4.14 Grafik Nilai Kohesi Tanah Campuran <i>Silica Fume</i> .....	85
Gambar 4.15 Grafik Nilai Sudut Geser Dalam Tanah + <i>Silica Fume</i> .....	86
Gambar 4.16 Grafik Nilai Kohesi Tanah + Limbah <i>Gypsum</i> .....	87
Gambar 4.17 Grafik Nilai Sudut Dalam Tanah Campuran Limbah <i>Gypsum</i> .....	87



Gambar 4.18 Grafik Nilai Kohesi Tanah .....	87
Gambar 4.19 Grafik Nilai Sudut Geser Dalam .....	88
Gambar 4.20 Grafik Wopt Sampel Tanah 0% Campuran.....	97
Gambar 4.21 Grafik Wopt Tanah + <i>Silica Fume</i> 4% .....	98
Gambar 4.22 Grafik Wopt Tanah + <i>Silica Fume</i> 8% .....	99
Gambar 4.23 Grafik Wopt Tanah + <i>Silica Fume</i> 12% .....	100
Gambar 4.24 Grafik Wopt Tanah + <i>Silica Fume</i> 15% .....	101
Gambar 4.25 Grafik Wopt Tanah + Limbah <i>Gypsum</i> 4% .....	102
Gambar 4.26 Grafik Wopt Tanah + Limbah <i>Gypsum</i> 8% .....	103
Gambar 4.27 Grafik Wopt Tanah + Limbah <i>Gypsum</i> 12% .....	104
Gambar 4.28 Grafik Wopt Tanah + Limbah <i>Gypsum</i> 15% .....	105
Gambar 4.29 Grafik Woptimum Sampel Tanah Campuran <i>Silica Fume</i> .	108
Gambar 4.30 Grafik Woptimum Sampel Tanah Campuran Limbah <i>Gypsum</i> .....	109
Gambar 4.31 Grafik Perbandingan Wopt Tanah Campuran <i>Silica Fume</i> dan Tanah Campuran Limbah <i>Gypsum</i> .....	110
Gambar 4.32 Grafik Hasil Penetrasi Tanah Asli 56 Kali Tumbukan .....	117
Gambar 4.33 Grafik Hasil Penetrasi Tanah + <i>Silica Fume</i> 4% 56 Kali Tumbukan .....	118
Gambar 4.34 Grafik Hasil Penetrasi Tanah + <i>Silica Fume</i> 8% 56 Kali Tumbukan .....	118
Gambar 4.35 Grafik Hasil Penetrasi Tanah + <i>Silica Fume</i> 12% 56 Kali Tumbukan .....	119
Gambar 4.36 Grafik Hasil Penetrasi Tanah + <i>Silica Fume</i> 15% 56 Kali Tumbukan .....	119
Gambar 4.37 Grafik Hasil Penetrasi Tanah + Limbah <i>Gypsum</i> 4% 56 Kali Tumbukan.....	120
Gambar 4.38 Grafik Hasil Penetrasi Tanah Campuran Limbah <i>Gypsum</i> 8% 56 Kali Tumbukan .....	120
Gambar 4.39 Grafik Hasil Penetrasi Tanah + Limbah <i>Gypsum</i> 12% 56 Kali Tumbukan.....	121
Gambar 4.40 Grafik Hasil Penetrasi Tanah + Limbah <i>Gypsum</i> 15% 56	

Kali Tumbukan.....	121
Gambar 4.41 Grafik Harga CBR.....	123
Gambar 4.42 Grafik Hasil Penetrasi Tanah Asli Tumbukan 56 Kali .....	130
Gambar 4.43 Grafik Hasil Penetrasi Tanah + <i>Silica Fume</i> 4% 56 Kali Tumbukan .....	131
Gambar 4.44 Grafik Hasil Penetrasi Tanah + <i>Silica Fume</i> 8% 56 Kali Tumbukan .....	131
Gambar 4.45 Grafik Hasil Penetrasi Tanah + <i>Silica Fume</i> 12% 56 Kali Tumbukan .....	132
Gambar 4.46 Grafik Hasil Penetrasi Tanah + <i>Silica Fume</i> 15% 56 Kali Tumbukan .....	132
Gambar 4.47 Grafik Hasil Penetrasi Tanah + Limbah <i>Gypsum</i> 4% 56 Kali Tumbukan.....	133
Gambar 4.48 Grafik Hasil Penetrasi Tanah + Limbah <i>Gypsum</i> 8% 56 Kali Tumbukan.....	133
Gambar 4.49 Grafik Hasil Penetrasi Tanah + Limbah <i>Gypsum</i> 12% 56 Kali Tumbukan.....	134
Gambar 4.50 Grafik Hasil Penetrasi Tanah + Limbah <i>Gypsum</i> 15% 56 Kali Tumbukan.....	134
Gambar 4.51 Grafik Nilai CBR .....	137
Gambar 4.52 Grafik Nilai Kohesi Tanah .....	140
Gambar 4.53 Grafik Nilai Sudut Geser Dalam .....	140
Gambar 4.54 Grafik Perbandingan Wopt Tanah Campuran <i>Silica Fume</i> Dan Tanah Campuran Limbah <i>Gypsum</i> .....	141
Gambar 4.55 Grafik Nilai CBR <i>Unsoaked</i> .....	142
Gambar 4.56 Grafik Nilai CBR <i>Soaked</i> .....	143

## DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

SiO <sub>2</sub>	[-]	Silikat
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	[-]	Aluminat
A	[m <sup>2</sup> ]	Luas
D	[m]	Diameter
c	[kg/cm <sup>2</sup> ]	Kohesi
C <sub>v</sub>	[cm <sup>2</sup> /s]	Koefisien konsolidasi
w	[%]	Kadar air
G <sub>s</sub>	[-]	Harga berat jenis butiran tanah
e	[-]	Angka pori
σ <sub>n</sub>	[kg/cm <sup>2</sup> ]	Tegangan normal
σ <sub>s</sub>	[kg/cm <sup>2</sup> ]	Tegangan geser
∅	[°]	Sudut geser
γ <sub>k</sub>	[gr/cm <sup>3</sup> ]	Berat isi tanah kering
n	[%]	Kadar pori
γ <sub>b</sub>	[gr/cm <sup>3</sup> ]	Berat isi tanah basah
HAP	[-]	Harga air piknometer
T	[°]	Suhu
KL	[%]	Kadar lumpur
t	[s]	Waktu
GI	[-]	Indeks grup
PL	[%]	Plastic limit
LL	[%]	Liquid limit

Ca	[-]	Kapur
P	[-]	Beban normal
F	[-]	Luas penampang
Z	[-]	Luas penampang
N	[-]	Beban normal
PI	[%]	Indeks plastisitas
SI	[%]	Batas susut
Ac	[-]	Tingkat keaktifan
CF	[%]	Presentase fraksi lempung
$\sigma'$	[kN/m <sup>2</sup> ]	Tegangan efektif
T	[Pa]	Tegangan geser
FE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	[-]	Besi (III) Oksida
CaO	[-]	Calsium Oksida
CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O	[-]	Calsium Sulfat ( <i>Gypsum</i> )
S	[-]	Sulfur
H <sub>2</sub> O	[-]	Air
H	[-]	Hidrogen

## DAFTAR SINGKATAN

PLTU	: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
USCS	: <i>Unified Soil Classification System</i>
CBR	: <i>California Bearing Ratio</i>
ASTM	: <i>American Society for Testing and Materials</i>
AASHTO	: <i>American Association of State Highway and Transportation</i>
G	: <i>Gravel</i>
S	: <i>Sand</i>
F	: <i>Fines</i>
CH	: <i>Clay high plasticity</i>
PI	: Indeks plastisitas
ZAV	: <i>Zero Air Void</i>
LL	: <i>Liquid limit</i>
PL	: <i>Plastic limit</i>
HAP	: Harga air piknometer
KL	: Kadar lumpur

