

## KATA PENGANTAR

Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "STUDI PENGARUH *Bacillus cereus* TERHADAP KONSOLIDASI TANAH LEMPUNG EKSPANSIF". Penulisan laporan ini berdasarkan penelitian yang dilakukan pada bulan Maret 2001 hingga Juli 2021. Penulis mengharapkan penulisan skripsi ini dapat bermanfaat dalam menambah wawasan serta pengetahuan mengenai sifat dari tanah ekspansif.

Selama proses penyusunan laporan, penulis mendapatkan banyak bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Eric Jobiliong, Ph.D., sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan
2. Ibu Dr. Nuri Arum Anugrahati, sebagai Wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan
3. Bapak Laurence, S.T, M.T, sebagai Direktur Administrasi dan Kemahasiswaan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan
4. Bapak Sadvent Martondang Purba, S.T, M.Sc., sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil Univesitas Pelita Harapan
5. Bapak Dr.-Ing Jack Widjajakusuma sebagai pembimbing pengerjaan skripsi.
6. Ibu Marcelia Sugata, Ibu Dela dan Ibu Fero selaku pembimbing skripsi.
7. Ibu Anastasia Zakaria, S.T yang membantu dalam proses perijinan laboratorium.
8. Ester Idah Devin Zebuah yang membantu mengarahkan dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
9. Teman-teman yaitu Vincensius Sanjaya, Antonius Andriyanto, Juan Sondakh, Darren Tenardi, dan Erik Surya yang telah membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir.
10. Keluarga yang memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga laporan skripsi ini dapat dipahami bagi seluruh pembaca. Penulis menyadari penyusunan laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan di masa depan.

Tangerang, 10 September 2021

(Felix Samuel Sianto)



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN UNGGAH TUGAS AKHIR	
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI	
PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI	
ABSTRAK.....	VI
<i>ABSTRACT</i> .....	VII
KATA PENGANTAR .....	VIII
DAFTAR ISI.....	X
DAFTAR GAMBAR .....	XII
DAFTAR TABEL.....	XIII
DAFTAR LAMPIRAN.....	XIV
BAB I    PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Penelitian .....	3
1.5 Hipotesis Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II    LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Tanah.....	6
2.2 Klasifikasi Tanah .....	8
2.2.1 Klasifikasi Tanah USCS.....	9
2.2.2 Klasifikasi Tanah AASHTO.....	13
2.3 Tanah Lempung .....	14
2.4 Pengaruh Air Terhadap Tanah Lempung.....	19
2.5 Tanah Lempung Ekspansif.....	20
2.6 Stabilitas Tanah.....	21
2.7 Penurunan .....	22
2.7.1 Penurunan Seketika .....	22
2.7.2 Penurunan Konsolidasi Primer .....	23
2.7.3 Penurunan Konsolidasi Sekunder.....	25
2.8 <i>Biogrouting</i> .....	26
2.9 Titrasi Kompleksometri .....	29
2.10 Medium Kultur Bakteri.....	29
2.11 Fase Perkembangan Bakteri.....	30
2.12 Bakteri <i>Bacillus cereus</i> .....	32
2.13 <i>McFarland Standard</i> .....	33
2.14 Limbah Cangkang Kerang Simping.....	34
2.15 Spektrometer .....	34
2.16 Pengujian Tanah.....	35

2.16.1	Pengujian Sifat Fisis Tanah .....	35
2.16.2	Pengujian Sifat Mekanisme Tanah .....	39
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>46</b>
3.1	Skematik Penelitian .....	46
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian .....	47
3.3	Variabel Penelitian .....	47
3.4	Pengelolaan Kerang Simping .....	48
3.5	Titration Cangkang Kerang .....	49
3.6	Sterilisasi Alat Laboratorium .....	50
3.7	Pembuatan Sampel Uji Mikrobiologi .....	51
3.8	Analisis Spektrometer .....	53
3.8	Pembuatan Medium Kultur .....	54
3.9	Pengujian Berat Spesifik Tanah .....	54
3.10	Pengujian Berat Isi dan Kadar Air .....	55
3.11	Pengujian Konsolidasi Tanah .....	56
3.12	Pengujian Permeabilitas Tanah .....	56
<b>BAB IV</b>	<b>ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>58</b>
4.1	Pendahuluan .....	58
4.3	Pengujian Titration Cangkang Kerang .....	58
4.3.1	Titration Cangkang Kerang Tanpa Bakteri .....	58
4.3.2	Titration Cangkang Kerang Dengan Bakteri <i>Bacillus cereus</i> .....	60
4.3	Hasil Pembacaan <i>Approximate Bacterial Suspension</i> .....	61
4.4	Pembacaan Jumlah Koloni .....	62
4.5	Hasil Pengujian Berat Spesifik Tanah .....	64
4.6	Hasil Pengujian Berat Isi dan Kadar Air .....	64
4.7	<i>Free Swell Index</i> (FSI) .....	66
4.8	Hasil Pengujian Konsolidasi .....	67
4.8.1	Perhitungan Konsolidasi Hari ke-0 .....	68
4.8.2	Perhitungan Konsolidasi Hari ke-30 .....	71
4.9	Hasil Pengujian Permeabilitas .....	75
4.9.1	Perhitungan Permeabilitas Hari ke-0 .....	75
4.9.2	Perhitungan Permeabilitas Hari ke-30 .....	77
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>79</b>
5.1	Umum .....	79
5.2	Kesimpulan .....	79
5.2	Saran .....	80
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>81</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kerusakan akibat sifat tanah ekspansif .....	1
Gambar 1.2	Kerusakan dinding .....	2
Gambar 2.1	Struktur tanah, butiran tanah (S) dan rongga udara (A), Air (W) .....	7
Gambar 2.2	Silika tetrahedra dan lembaran silika .....	15
Gambar 2.3	Aluminium oktahedra dan lembaran oktahedra .....	15
Gambar 2.4	(a) Diagram struktur kaolinite, (b) Struktur atom kaolinite .....	16
Gambar 2.5	Diagram struktur <i>montmorillonite</i> .....	18
Gambar 2.6	Diagram struktur illite .....	18
Gambar 2.7	Interaksi molekul-molekul dipolar pada lapisan tanah lempung .....	20
Gambar 2.8	Penurunan konsolidasi tanah .....	23
Gambar 2.9	Tegangan total, pori dan efektif .....	24
Gambar 2.10	Kurva pertumbuhan mikroba .....	30
Gambar 3.1	Skematik penelitian .....	46
Gambar 3.2	Warna sampel sebelum pelaksanaan titrasi .....	49
Gambar 3.3	Perubahan warna sampel uji .....	50
Gambar 3.4	Pelaksanaan proses sterilisasi kering .....	50
Gambar 3.5	Autoclave digital .....	51
Gambar 3.6	Larutan $BaCl_2$ + larutan $H_2SO_4$ .....	52
Gambar 3.7	Inkubasi sampel selama delapan belas jam .....	53
Gambar 3.8	Alat spektrometer .....	53
Gambar 3.9	Hasil pembuatan medium kultur .....	54
Gambar 3.10	Tanah homogen .....	55
Gambar 4.1	Pembacaan spectrometer larutan $BaCl_2 + H_2SO_4$ .....	61
Gambar 4.2	Grafik korelasi perkembangan bakteri .....	62
Gambar 4.3	Grafik hubungan antara void ratio dengan $\log p - \text{hari ke } 0$ .....	70
Gambar 4.4	Grafik hubungan antara void ratio dengan $\log p - \text{hari ke } 30$ .....	73

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Batasan ukuran butiran tanah.....	8
Tabel 2.2	Pengertian ukuran butiran, rentang ukuran, dan simbol USCS .....	10
Tabel 2.3	Sistem klasifikasi tanah.....	12
Tabel 2.4	Klasifikasi tanah AASHTO .....	14
Tabel 2.5	McFarland <i>standard</i> .....	33
Tabel 2.6	Kategori tanah berdasarkan berat spesifik .....	36
Tabel 2.7	Hubungan derajat kejenuhan dengan kondisi tanah.....	38
Tabel 2.8	Klasifikasi <i>free swell index</i> .....	39
Tabel 2.9	Nilai viskositas terhadap temperatur.....	41
Tabel 2.10	Klasifikasi tanah.....	41
Tabel 3.1	Komposisi pembuatan sampel .....	52
Tabel 4.1	Kandungan kalsium karbonat pada cangkang kerang.....	59
Tabel 4.2	Kadar Ca sebelum inkubasi.....	60
Tabel 4.3	Kadar Ca sesudah inkubasi .....	60
Tabel 4.4	Nilai kadar Ca yang dihasilkan .....	61
Tabel 4.5	Pembacaan bakteri sebelum inkubasi .....	63
Tabel 4.6	Pembacaan bakteri sesudah inkubasi .....	63
Tabel 4.7	Nilai pengujian berat spesifik tanah.....	64
Tabel 4.8	Hasil pengujian berat isi dan kadar air.....	65
Tabel 4.9	Data pengujian free swell index – hari ke-0 .....	67
Tabel 4.10	Data pengujian free swell index – hari ke-30 .....	67
Tabel 4.11	Data pengujian konsolidasi – beban hari ke-0 .....	68
Tabel 4.12	Perhitungan konsolidasi – hari ke 0 .....	69
Tabel 4.13	Data pengujian konsolidasi – beban hari ke-30 .....	72
Tabel 4.14	Perhitungan konsolidasi – hari ke 30 .....	72
Tabel 4.15	Data sampel permeabilitas – hari ke 0 .....	75
Tabel 4.16	Hasil pengujian permeabilitas – hari ke 0.....	76
Tabel 4.17	Data sampel permeabilitas – hari ke 30 .....	77
Tabel 4.18	Hasil pengujian permeabilitas – hari ke 30.....	77

## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran A

Pengujian konsolidasi hari ke-0 perhitungan t90.....	A-1
Pengujian konsolidasi hari ke-0 perhitungan t50 .....	A-2

### Lampiran B

Pengujian konsolidasi hari ke-30 perhitungan t90.....	B-1
Pengujian konsolidasi hari ke-30 perhitungan t50 .....	B-2

