

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat yang telah diberikan kepada saya mulai dari masa pencarian tema skripsi sampai menyelesaikan laporan skripsi, sehingga laporan skripsi dengan judul “STABILISASI TANAH GAMBUT DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN LIMBAH” ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan skripsi ini disusun berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari Desember 2018 hingga Juni 2019. Skripsi merupakan persyaratan terakhir bagi mahasiswa yang wajib ditempuh sesuai dengan kurikulum Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan. Skripsi ini juga bermanfaat bagi penulis untuk menerapkan pengetahuan yang telah didapat dan memperoleh pengalaman baru yang tidak dapat diperoleh dari perkuliahan.

Laporan skripsi ini tidak akan selesai dengan baik dan tepat waktu tanpa bantuan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya pada semua pihak yang telah membantu penulis dalam melaksanakan skripsi dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Bapak Dr.-Ing. Jack Widjajakusuma, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan dan pembimbing tugas akhir saya yang telah membantu, membimbing, dan mendukung saya selama perkuliahan serta pengerjaan laboratorium dan menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Dr. rer. nat. Tan Tjie Jan selaku co-pembimbing yang telah membantu dan membimbing saya selama melaksanakan tugas akhir ini
3. Ir. Johannes T. Alexander Gerung, M.Agr. yang telah membimbing dan membantu saya selama melaksanakan tugas akhir ini.
4. Ibu Marcelia Sugata, S.Si., M.Sc. yang telah banyak membantu dalam proses uji laboratorium dan membimbing saya selama melaksanakan tugas akhir ini.
5. Ibu Elizabeth Akijuwon, yang telah membantu dan memberikan arahan saya selama melaksanakan tugas akhir ini.

6. Anastasia Zakaria, S.T. yang telah banyak membantu dalam proses uji laboratorium dan membimbing saya selama melaksanakan tugas akhir ini.
7. Bapak Pana Hutapea, S.T. yang telah membantu dan membimbing saya dalam melaksanakan uji laboratorium dari awal hingga akhir.
8. Bapak Andreas Kurniawan Djukardi, S.T., M. Const. Mgt., selaku pembimbing akademik angkatan 2015 yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam bidang akademik.
9. Gary Augusto dan Steffi Haryandi yang telah banyak membantu dalam proses uji laboratorium dan penulisan laporan tugas akhir ini.
10. Bapak Eric Jobiliong, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan.
11. Ibu Dela Rosa, M.M., M.Sc.Apt., selaku Wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan.
12. Keluarga penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan dari penulis memulai kuliah sampai akhir menulis laporan tugas akhir ini.
13. Agnes Aprilia, Alben Hernando, Christopher Rulita Sulaiman, Maria Christina Evanny Wityo dan Peter Hartawan yang selalu memberikan semangat selama penulis menjalani perkuliahan dan menulis laporan ini.
14. Teman-teman Program Studi Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan lainnya, mulai dari senior, angkatan 2015, dan junior, yang memberikan dukungan dan bantuan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
15. Semua pihak yang namanya tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka akan kritik dan saran dari pembaca yang dapat membantu membuat laporan skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Tangerang, 12 Agustus 2019

(Christian Hartono)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI	
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI	
PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI	
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	5
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian .....	5
1.4. Batasan Penelitian .....	6
1.5. Hipotesis Penelitian.....	7
1.6. Sistematika Penulisan.....	8
BAB II LANDASAN TEORI.....	10
2.1. Tanah .....	10
2.2. Tanah Gambut .....	13
2.2.1. Pembentukan Tanah Gambut .....	14
2.2.2. Klasifikasi Tanah Gambut .....	17
2.3. Penyebaran Gambut di Indonesia.....	18
2.4. Pengujian Karakteristik Tanah .....	19
2.4.1. Berat Isi dan Kadar Air Tanah .....	20
2.4.2. Berat Jenis Tanah .....	22
2.4.3. Kadar Abu dan Kadar Organik Tanah .....	23
2.4.4. Keasaman Tanah (Nilai pH) .....	24
2.5. <i>Unconfined Compression Test</i> .....	24
2.6. Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> .....	26
2.7. Stabilisasi Tanah.....	26
2.8. <i>Grouting</i> .....	27
2.9. <i>Biogrouting</i> .....	32
2.9.1. Medium Kultur Bakteri.....	36
2.9.2. Bakteri <i>Bacillus megaterium</i> .....	37
BAB III METODE PENELITIAN .....	39
3.1. Skematik Penelitian.....	39
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	39

3.3. Variabel Penelitian .....	41
3.4. Pengambilan Tanah Gambut .....	42
3.5. Pengujian Karakteristik Tanah .....	43
3.5.1. Berat Isi dan Kadar Air Tanah .....	44
3.5.2. Berat Jenis Tanah .....	46
3.5.3. Kadar Abu dan Kadar Organik Tanah .....	48
3.5.4. Keasaman Tanah (Nilai pH) .....	51
3.6. Pencampuran Bahan Stabilisasi.....	53
3.7. Pembuatan dan Persiapan Benda Uji.....	55
3.8. <i>Unconfined Compression Test</i> .....	58
3.9. Medium Kultur dan Kultur Bakteri .....	61
3.9.1. Pembuatan Medium Kultur .....	61
3.9.2. Proses Inokulasi dan Inkubasi Bakteri .....	64
3.9.3. Proses Pembacaan Pertumbuhan Bakteri .....	66
3.9.4. Proses Penyuntikkan Bakteri .....	69
3.10. Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	72
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>73</b>
4.1. Pendahuluan .....	73
4.2. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah.....	73
4.2.1. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah.....	73
4.2.2. Hasil Pengujian Berat Isi dan Kadar Air Tanah.....	74
4.2.3. Hasil Pengujian Kadar Abu dan Kadar Organik .....	77
4.2.4. Hasil Pengujian Keasaman Tanah (Nilai pH) .....	77
4.3. Hasil Pengujian <i>Unconfined Compression Test</i> .....	79
4.3.1. Tanah Gambut.....	79
4.3.2. Tanah Gambut dengan Bahan Stabilisasi (30 Hari).....	88
4.3.3. Tanah Gambut dengan Bahan Stabilisasi (60 Hari).....	96
4.3.4. Tanah Campuran <i>Bacillus megaterium</i> (30 Hari) .....	103
4.4. Hasil Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	115
4.5. Analisa Hasil Pengujian Karakteristik Tanah .....	116
4.6. Analisa Hasil <i>Unconfined Compression Test</i> .....	117
4.6.1. Analisa Pengaruh Penambahan Variasi Bahan Stabilisasi .....	118
4.6.2. Analisa Pengaruh Penambahan <i>Bacillus megaterium</i> .....	120
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>123</b>
5.1. Umum.....	123
5.2. Kesimpulan.....	123
5.3. Saran.....	125
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>126</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Diagram fase .....	11
Gambar 2. 2	Sistem Klasifikasi Tanah (ASTM D 2487-66T) .....	12
Gambar 2. 3	Proses pembentukan lahan gambut .....	16
Gambar 2. 4	Penyebaran gambut di Indonesia .....	19
Gambar 3. 1	Skematik penelitian .....	39
Gambar 3. 2	Lokasi Pengambilan Benda Uji Tanah Gambut.....	42
Gambar 3. 3	Sampel tanah gambut .....	43
Gambar 3. 4	Penimbangan silinder <i>ring</i> .....	44
Gambar 3. 5	Penimbangan benda uji dalam wadah .....	45
Gambar 3. 6	Penimbangan benda uji kering .....	45
Gambar 3. 7	Penimbangan <i>erlenmayer</i> berisi air distalasi.....	46
Gambar 3. 8	Campuran tanah gambut dengan air distalasi.....	47
Gambar 3. 9	<i>Erlenmeyer</i> yang akan dipanaskan.....	47
Gambar 3. 10	Penimbangan cawan berisi benda uji .....	48
Gambar 3. 11	Penimbangan cawan berisi sampel tanah kering oven.....	49
Gambar 3. 12	Alat termokopel yang sudah terpasang .....	50
Gambar 3. 13	Pemberian api kecil .....	50
Gambar 3. 14	Hasil dari pembakaran.....	51
Gambar 3. 15	Campuran tanah gambut dengan air.....	52
Gambar 3. 16	Pengujian nilai pH.....	52
Gambar 3. 17	Bahan stabilisasi.....	54
Gambar 3. 18	Proses pencampuran.....	54
Gambar 3. 19	Pemberian <i>vaseline</i> pada <i>mould</i> logam dan <i>proctor hammer</i> .....	56
Gambar 3. 20	Pemasukan tanah pada <i>mould</i> dan proses kompaksi tanah .....	56
Gambar 3. 21	Pemberian <i>vaseline</i> pada silinder cetakan.....	57
Gambar 3. 22	Penekanan silinder cetakan .....	57
Gambar 3. 23	Benda uji yang belum diratakan.....	58
Gambar 3. 24	Benda uji <i>unconfined compression test</i> .....	59
Gambar 3. 25	Pembacaan <i>proving ring dial</i> .....	60
Gambar 3. 26	Benda Hasil Pengujian .....	60
Gambar 3. 27	Penimbangan <i>yeast extract</i> dan <i>dextrose</i> .....	62
Gambar 3. 28	Pemasukkan <i>yeast extract</i> dan <i>dextrose</i> .....	62
Gambar 3. 29	Mulut <i>erlenmeyer</i> yang telah ditutup dengan <i>aluminium foil</i> .....	63
Gambar 3. 30	Mesin autoklaf.....	63
Gambar 3. 31	Pemanasan mulut botol kaca injeksi .....	65
Gambar 3. 32	Penuangan ke dalam <i>erlenmeyer</i> .....	66

Gambar 3. 33	Pemasukkan medium kultur ke dalam kuvet .....	67
Gambar 3. 34	Alat <i>spectrophotometer</i> .....	68
Gambar 3. 35	Pengambilan dan pemasukkan bakteri ke dalam kuvet.....	68
Gambar 3. 36	Hasil pembacaan OD.....	69
Gambar 3. 37	Pemasukkan abu cangkang kerang simping.....	70
Gambar 3. 38	Pengambilan 10 ml bakteri <i>Bacillus megaterium</i> .....	71
Gambar 3. 39	Penyuntukkan bakteri pada benda uji .....	71
Gambar 3. 40	Benda uji dalam kotak plastik .....	72
Gambar 4. 1	Grafik Hubungan antara <i>Unit Strain</i> dengan $\sigma_1$ (Sampel I) .....	81
Gambar 4. 2	Lingkaran Mohr <i>Unconfined Compression Test</i> (Sampel I) .....	81
Gambar 4. 3	Grafik Hubungan antara <i>Unit Strain</i> dengan $\sigma_1$ (Sampel II) .....	84
Gambar 4. 4	Lingkaran Mohr <i>Unconfined Compression Test</i> (Sampel II).....	84
Gambar 4. 5	Grafik Hubungan antara <i>Unit Strain</i> dengan $\sigma_1$ (Sampel III).....	86
Gambar 4. 6	Lingkaran Mohr <i>Unconfined Compression Test</i> (Sampel III) .....	87
Gambar 4. 7	Grafik Hubungan antara <i>Unit Strain</i> dengan $\sigma_1$ (Variasi I).....	90
Gambar 4. 8	Lingkaran Mohr <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi I) .....	90
Gambar 4. 9	Grafik Hubungan antara <i>Unit Strain</i> dengan $\sigma_1$ (Variasi II) .....	92
Gambar 4. 10	Lingkaran Mohr <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi II) .....	93
Gambar 4. 11	Grafik Hubungan antara <i>Unit Strain</i> dengan $\sigma_1$ (Sampel III).....	95
Gambar 4. 12	Lingkaran Mohr <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi III).....	95
Gambar 4. 13	Grafik Hubungan antara <i>Unit Strain</i> dengan $\sigma_1$ (Variasi I).....	97
Gambar 4. 14	Lingkaran Mohr <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi I) .....	98
Gambar 4. 15	Grafik Hubungan antara <i>Unit Strain</i> dengan $\sigma_1$ (Variasi II) .....	99
Gambar 4. 16	Lingkaran Mohr <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi II) .....	100
Gambar 4. 17	Grafik Hubungan antara <i>Unit Strain</i> dengan $\sigma_1$ (Variasi III) .....	101
Gambar 4. 18	Lingkaran Mohr <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi III).....	102
Gambar 4. 19	Grafik Hubungan antara <i>Unit Strain</i> dengan $\sigma_1$ (Variasi I).....	104
Gambar 4. 20	Lingkaran Mohr <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi I) .....	104
Gambar 4. 21	Grafik Hubungan antara <i>Unit Strain</i> dengan $\sigma_1$ (Variasi II) .....	106
Gambar 4. 22	Lingkaran Mohr <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi II) .....	106
Gambar 4. 23	Grafik Hubungan antara <i>Unit Strain</i> dengan $\sigma_1$ (Variasi III) .....	108
Gambar 4. 24	Lingkaran Mohr <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi III).....	108
Gambar 4. 25	Grafik Hubungan antara <i>Unit Strain</i> dengan $\sigma_1$ (Bakteri).....	110
Gambar 4. 26	Lingkaran Mohr <i>Unconfined Compression Test</i> (Bakteri).....	111
Gambar 4. 27	Grafik Hubungan antara <i>Unit Strain</i> dengan $\sigma_1$ (Bakteri).....	113
Gambar 4. 28	Lingkaran Mohr <i>Unconfined Compression Test</i> (Bakteri).....	114
Gambar 4. 29	Grafik Nilai pH .....	116
Gambar 4. 30	Grafik Perbandingan Kuat Tekan Bebas ( $q_u$ ).....	118
Gambar 4. 31	Grafik Perbandingan Kuat Tekan Bebas ( $q_u$ ).....	121

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Tabel Kasifikasi Tanah Organik .....	13
Tabel 2. 2	Klasifikasi Gambut Menurut Kadar Air .....	21
Tabel 2. 3	Hubungan Derajat Kejenuhan dan Kondisi Tanah .....	22
Tabel 2. 4	Klasifikasi Gambut Menurut Kadar Abu .....	23
Tabel 2. 5	Klasifikasi Gambut Menurut Tingkat Keasaman .....	24
Tabel 4. 1	Nilai A.....	73
Tabel 4. 2	Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah .....	74
Tabel 4. 3	Hasil Pengujian Berat Isi Tanah .....	74
Tabel 4. 4	Hasil Pengujian Kadar Air Tanah .....	75
Tabel 4. 5	Hasil Pengujian Kadar Abu dan Organik Tanah.....	77
Tabel 4. 6	Nilai pH Tanah Gambut.....	78
Tabel 4. 7	Nilai pH dari Variasi I.....	78
Tabel 4. 8	Nilai pH dari Variasi II .....	78
Tabel 4. 9	Nilai pH dari Variasi III.....	79
Tabel 4. 10	Tabel Nilai $L_0$ , $d$ , Area, dan <i>Load Ring Calibration</i> .....	79
Tabel 4. 11	Hasil <i>Unconfined Compression Test</i> Tanah Gambut (Sampel I).....	80
Tabel 4. 12	Hasil <i>Unconfined Compression Test</i> Tanah Gambut (Sampel II) .....	82
Tabel 4. 13	Hasil <i>Unconfined Compression Test</i> Tanah Gambut (Sampel III) ....	85
Tabel 4. 14	Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Gambut Asli .....	87
Tabel 4. 15	Nilai Kuat Geser Tanah Gambut Asli.....	88
Tabel 4. 16	Hasil <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi I) .....	88
Tabel 4. 17	Hasil <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi II).....	91
Tabel 4. 18	Hasil <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi III) .....	93
Tabel 4. 19	Hasil Pengujian Sampel Tanah dengan Bahan Stabilisasi (30 Hari) .	96
Tabel 4. 20	Hasil <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi I) .....	96
Tabel 4. 21	Hasil <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi II).....	98
Tabel 4. 22	Hasil <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi III) .....	100
Tabel 4. 23	Hasil Pengujian Sampel Tanah dengan Bahan Stabilisasi (60 Hari) .	102
Tabel 4. 24	Hasil <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi I) .....	103
Tabel 4. 25	Hasil <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi II).....	105
Tabel 4. 26	Hasil <i>Unconfined Compression Test</i> (Variasi III) .....	107
Tabel 4. 27	Hasil <i>Unconfined Compression Test</i> ( <i>Bacillus megaterium</i> ).....	109
Tabel 4. 28	Hasil Pengujian Tanah dengan <i>Bacillus megaterium</i> (30 Hari).....	111
Tabel 4. 29	Hasil <i>Unconfined Compression Test</i> ( <i>Bacillus megaterium</i> ).....	112
Tabel 4. 30	Hasil Pengujian Tanah dengan <i>Bacillus megaterium</i> (30 Hari).....	114
Tabel 4. 31	Hasil Pengujian Bubuk Cangkang Kerang Simping .....	115

Tabel 4. 32 Hasil Pengujian Tanah Gambut ..... 115  
Tabel 4. 33 Hasil Pengujian Tanah dengan Bubuk Cangkang Kerang Simpson 115  
Tabel 4. 34 Tabel Hasil *Unconfined Compression Test*..... 117





## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran A

Form Lembar Monitoring Bimbingan Tugas Akhir ..... A-1

### Lampiran B

Form Lembar Monitoring Bimbingan Tugas Akhir ..... B-1

