

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR NOTASI	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tinjauan Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Stabilisasi Tanah	7
2.2 Perbaikan Tanah	9
2.3 Jenis tanah	10
2.3.1 Pasir dan Kerikil	11
2.3.2 Lempung	12
2.3.3 Lanau Anorganik	13
2.3.4 Lanau Organik	13
2.3.5 Gambut	14
2.3.6 Tanah <i>landfill</i>	14
2.4 Penyelidikan tanah di lapangan	21
2.4.1 Pengeboran (<i>Drilling</i>)	21
2.4.2 Pengambilan Contoh Tanah (<i>Soil Sampling</i>)	22
2.4.3 Pengujian Penetrasi Standar (<i>Standard Penetration Test / SPT</i>)	22

2.4.4	Uji Sondir/Cone Penetration Test (CPT)	24
2.5	Parameter Tanah	25
2.5.1	Hubungan Berat dan Volume Tanah	25
2.5.2	Konsistensi Tanah	28
2.5.3	<i>Undrained Shear Strength</i> (S_u)	29
2.5.4	Berat Jenis Tanah (γ)	30
2.5.5	Sudut Geser Dalam (ϕ) dan Kerapatan Relatif (D_r)	31
2.5.6	Poisson Ratio (ν)	33
2.5.7	Modulus Elastisitas	33
2.5.8	Parameter konsolidasi	35
2.6	Aspek penting yang perlu diperhatikan pada tanah <i>landfill</i>	36
2.6.1	Kandungan Gas Berbahaya	36
2.6.2	Air Lindi (<i>Leachate</i>)	38
2.6.3	Suhu Tinggi (<i>Elevated Temperature</i>)	39
2.6.4	Deformasi (<i>Settlement</i>)	39
2.7	Fondasi	40
2.7.1	Jenis Fondasi Secara Umum	41
2.7.2	Daya Dukung Fondasi Dangkal	44
2.8	<i>Settlement</i> Pada Fondasi Dangkal	45
2.8.1	Penurunan Langsung	46
2.8.2	Penurunan Konsolidasi Primer	49
2.8.3	Konsolidasi Sekunder	51
2.9	Perbaikan Tanah TPA Secara Kimiawi	52
2.9.1	Sodium Hidroksida/ Natrium Hidroksida (NaOH)	53
2.9.2	Batu Kapur	54
2.9.3	Waterproofing	54
2.9.4	Stabiliser Kimia	55
2.9.5	Bakteri <i>ideonella sakainensis</i>	55
BAB 3	METODE PENELITIAN	56
3.1	Studi Literatur	56
3.2	Pengumpulan Data	56
3.3	Pengolahan Data	56
3.4	Perhitungan <i>Settlement</i>	56
3.5	Perhitungan Batas Beban di Atas Tanah Bekas TPA	57

3.6 Diagram Alir Penelitian	58
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	59
4.1 Data Tanah	59
4.1.1 Korelasi Nilai S_u , E_u dan c'	60
4.1.2 Korelasi Nilai c_s , c_c , dan c_v	62
4.1.3 Korelasi Uji Sondir	63
4.1.3 <i>Summary</i> Data Tanah Hasil Korelasi	64
4.2 Beban Rencana	82
4.2.1 Reaksi Pembebanan.....	85
4.2.2 <i>Summary</i> Beban Desain	90
4.3 Desain Fondasi Dangkal.....	90
4.3.1 <i>Summary</i> Desain Fondasi	92
4.3.2 Batasan Kedalaman Penurunan	92
4.4 Perhitungan Penurunan	98
4.4.1 Penurunan Total pada Tanah Asli.....	113
4.4.2 Perbaikan Tanah (NaOH 6%)	113
4.4.3 Perbaikan Tanah (batu kapur 3-4,5%).....	131
4.5 Perbandingan data	139
4.5.1 Penurunan Total	139
4.5.2 Persen Pengurangan <i>Settlement</i>	142
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	145
5.1 Kesimpulan.....	145
5.2 Saran.....	147
DAFTAR PUSTAKA	149
DAFTAR BACAAN.....	153

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi tanah berdasarkan ukuran butiran	11
Tabel 2.2 Klasifikasi sampah pada tanah landfill	15
Tabel 2.3 Bentuk hubungan γ , γ_d , dan γ_w	27
Tabel 2.4 Korelasi Jenis tanah dengan nilai angka pori (e)	28
Tabel 2.5 Korelasi angka penetrasi standar dengan konsistensi tanah pada tanah kohesif.....	28
Tabel 2.6 Korelasi angka penetrasi standar dengan konsistensi tanah pada tanah non-kohesif	29
Tabel 2.7 Korelasi berat jenis tanah dengan N-SPT pada tanah kohesif	30
Tabel 2.8 Korelasi berat jenis tanah (γ) dan N-SPT pada tanah non kohesif.....	30
Tabel 2.9 Korelasi hubungan antara jenis tanah dengan γ_{sat} dan γ_d	31
Tabel 2.10 Korelasi hubungan antara konsistensi tanah dengan nilai ϕ	31
Tabel 2.11 Nilai <i>poisson ratio</i> (ν) berdasarkan jenis tanah	33
Tabel 2.12 Nilai Modulus Elastisitas berdasarkan Jenis Tanah.....	34
Tabel 2.13 rumus korelasi parameter C_c	35
Tabel 2.14 rumus korelasi parameter C_s	36
Tabel 2.15 Korelasi sudut geser dengan faktor daya dukung Terzaghi (1943)	45
Tabel 2.16 Korelasi faktor waktu (T_v) dengan derajat konsolidasi.....	50
Tabel 4.1 Korelasi nilai N SPT dengan S_u , E_u dan c'	60
Tabel 4.2 Parameter hasil uji laboratorium (1)	61
Tabel 4.3 Parameter hasil uji laboratorium (2)	61
Tabel 4.4 Parameter hasil uji laboratorium (3)	62
Tabel 4.5 Parameter C_c , ϕ' , dan C_s	62
Tabel 4.6 Parameter hasil pengujian tahanan ujung (q_c).....	64
Tabel 4.7 Parameter hasil pengujian tahanan selimut	64
Tabel 4.8 Nilai tekanan prakonsolidasi dan OCR.....	79
Tabel 4.9 <i>Summary</i> data tanah (1).....	82
Tabel 4.10 <i>Summary</i> data tanah (2).....	82

Tabel 4.11 Reaksi pada dasar kolom bangunan 1 lantai + atap	86
Tabel 4.12 Reaksi pada dasar kolom bangunan 2 lantai + atap	87
Tabel 4.13 Reaksi pada dasar kolom bangunan 3 lantai + atap	88
Tabel 4.14 Reaksi pada dasar kolom bangunan 4 lantai + atap	89
Tabel 4.15 Beban design fondasi dangkal.....	90
Tabel 4.16 desain fondasi dangkal (1)	92
Tabel 4.17 desain fondasi dangkal (2)	92
Tabel 4.18 Tegangan Efektif tanah pada beban 1 lantai + atap	94
Tabel 4.19 Tegangan efektif tanah pada beban 2 lantai + atap.....	95
Tabel 4.20 Tegangan efektif tanah pada beban 3 lantai + atap.....	96
Tabel 4.21 Tegangan efektif tanah pada beban 4 lantai + atap.....	97
Tabel 4.22 Penurunan langsung beban bangunan 1 lantai + atap	107
Tabel 4.23 Konsolidasi Primer beban bangunan 1 lantai + atap.....	107
Tabel 4.24 Konsolidasi sekunder beban bangunan 1 lantai + atap	108
Tabel 4.25 Penurunan langsung beban bangunan 2 lantai + atap	108
Tabel 4.26 Konsolidasi primer beban bangunan 2 lantai + atap	109
Tabel 4.27 Konsolidasi sekunder beban bangunan 2 lantai + atap	109
Tabel 4.28 Penurunan langsung beban bangunan 3 lantai + atap	110
Tabel 4.29 Konsolidasi primer beban bangunan 3 lantai + atap	110
Tabel 4.30 Konsolidasi sekunder beban bangunan 3 lantai + atap	111
Tabel 4.31 Penurunan langsung beban bangunan 4 lantai + atap	111
Tabel 4.32 Konsolidasi primer beban bangunan 4 lantai + atap	112
Tabel 4.33 Konsolidasi sekunder beban bangunan 4 lantai + atap	112
Tabel 4.34 Penurunan fondasi tanah asli	113
Tabel 4.35 Parameter <i>water content</i> setelah penambahan NaOH 6%	114
Tabel 4.36 <i>Summary</i> parameter baru	115
Tabel 4.37 Parameter S_u dan P_c' pada peningkatan 20% S_u	116
Tabel 4.38 Parameter S_u dan P_c' pada peningkatan 60% S_u	116
Tabel 4.39 Parameter S_u dan P_c' pada peningkatan 110% S_u	118
Tabel 4.40 Penurunan langsung beban 1 lantai + atap dengan peningkatan 20% S_u	119

Tabel 4.41 Konsolidasi primer beban 1 lantai + atap dengan peningkatan 20% Su	119
Tabel 4.42 Penurunan langsung beban 1 lantai + atap dengan peningkatan 60% Su	120
Tabel 4.43 Konsolidasi primer beban 1 lantai + atap dengan peningkatan 60% Su	120
Tabel 4.44 Penurunan langsung beban 1 lantai + atap dengan peningkatan 110% Su	121
Tabel 4.45 Konsolidasi primer beban 1 lantai + atap dengan peningkatan 110% Su	121
Tabel 4.46 Penurunan langsung beban 2 lantai + atap dengan peningkatan 20% Su	122
Tabel 4.47 Konsolidasi primer beban 2 lantai + atap dengan peningkatan 20% Su	122
Tabel 4.48 Penurunan langsung beban 2 lantai + atap dengan peningkatan 60% Su	123
Tabel 4.49 Konsolidasi primer beban 2 lantai + atap dengan peningkatan 60% Su	123
Tabel 4.50 Penurunan langsung beban 2 lantai + atap dengan peningkatan 110% Su	124
Tabel 4.51 Konsolidasi primer beban 2 lantai + atap dengan peningkatan 110% Su	124
Tabel 4.52 Penurunan langsung beban 3 + atap lantai dengan peningkatan 20% Su	125
Tabel 4.53 Konsolidasi primer beban 3 lantai + atap dengan peningkatan 20% Su	125
Tabel 4.54 Penurunan langsung beban 3 lantai + atap dengan peningkatan 60% Su	126
Tabel 4.55 Konsolidasi primer beban 3 lantai + atap dengan peningkatan 60% Su	126

Tabel 4.56 Penurunan langsung beban 3 lantai + atap dengan peningkatan 110% Su	127
Tabel 4.57 Konsolidasi primer beban 3 lantai + atap dengan peningkatan 110% Su	127
Tabel 4.58 Penurunan langsung beban 4 lantai + atap dengan peningkatan 20% Su	128
Tabel 4.59 Konsolidasi primer beban 4 lantai + atap dengan peningkatan 20% Su	128
Tabel 4.60 Penurunan langsung beban 4 lantai + atap dengan peningkatan 60% Su	129
Tabel 4.61 Konsolidasi primer beban 4 lantai + atap dengan peningkatan 60% Su	129
Tabel 4.62 Penurunan langsung beban 4 lantai + atap dengan peningkatan 110% Su	130
Tabel 4.63 Konsolidasi primer beban 4 lantai + atap dengan peningkatan 110% Su	130
Tabel 4.64 <i>Summary</i> penurunan tanah dengan perbaikan NaOH 6%	131
Tabel 4.65 Perubahan parameter tanah setelah perbaikan menggunakan batu kapur 3-4,5 %	132
Tabel 4.66 Penurunan langsung beban 1 lantai + atap.....	133
Tabel 4.67 Konsolidasi primer beban 1 lantai+ atap dengan pengurangan <i>water content</i> 11%.....	133
Tabel 4.68 Konsolidasi primer beban 1 lantai + atap dengan pengurangan <i>water content</i> 18%.....	134
Tabel 4.69 Penurunan langsung beban 2 lantai + atap.....	134
Tabel 4.70 Konsolidasi primer beban 2 lantai + atap dengan pengurangan <i>water content</i> 11%.....	135
Tabel 4.71 Konsolidasi primer beban 2 lantai + atap dengan pengurangan <i>water content</i> 18%.....	135
Tabel 4.72 Penurunan langsung beban 3 lantai + atap.....	136

Tabel 4.73 Konsolidasi primer beban 3 lantai + atap dengan pengurangan <i>water content</i> 11%	136
Tabel 4.74 Konsolidasi primer beban 3 lantai + atap dengan pengurangan <i>water content</i> 18%	137
Tabel 4.75 Penurunan langsung beban 4 lantai + atap	137
Tabel 4.76 Konsolidasi primer beban 4 lantai + atap dengan pengurangan <i>water content</i> 11%	138
Tabel 4.77 Konsolidasi primer beban 4 lantai + atap dengan pengurangan <i>water content</i> 18%	138
Tabel 4.78 <i>Summary settlement</i> perbaikan tanah menggunakan batu kapur 3-4,5%	139
Tabel 4.79 Perbandingan penurunan tanah yang terjadi sebelum dan sesudah perbaikan	144

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peningkatan unit biologis di TPA Korea yang direstorasi menjadi <i>Nanjido Ecological Park</i>	2
Gambar 1.2 Kondisi lanskap Nanjido Ecopark sebelum restorasi	2
Gambar 1.3 Infrastruktur jalan Nanjido Ecopark sebelum restorasi	3
Gambar 1.4 Penduduk sekitar TPA yang sehari - hari bekerja memungut barang bekas di TPA Nanjido sebelum restorasi TPA	3
Gambar 1.5 Kondisi <i>Nanjido Ecological Park</i> pasca restorasi	3
Gambar 1.6 <i>Nanjido Ecological Park</i> , Korea Selatan	4
Gambar 1.7 Restorasi TPA di Amerika oleh <i>Related Companies</i>	4
Gambar 2.1 Stabilisasi tanah dengan kapur	8
Gambar 2.2 Bubuk pirit besi sebagai bahan <i>additive</i> perbaikan tanah	8
Gambar 2.3 <i>Dynamic Compaction</i> pada tanah.....	8
Gambar 2.4 Contoh geogrid.....	9
Gambar 2.5 Klasifikasi tanah berdasarkan USDA berdasarkan persentase butiran	11
Gambar 2.6 Pasir dan kerikil.....	12
Gambar 2.7 Tanah lempung saat kondisi basah.....	13
Gambar 2.8 Tanah lempung saat kondisi kering.....	13
Gambar 2.9 Ekosistem dengan komposisi tanah gambut	14
Gambar 2.10 Komposisi Sampah Nasional berdasarkan penelitian Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK)	16
Gambar 2.11 Struktur pengelolaan tanah landfill secara umum	17
Gambar 2.12 <i>Lapisan tanah humus</i>	18
Gambar 2.13 <i>Thick plastic mesh</i> pada lapisan drainase.....	19
Gambar 2.14 Kain geotekstil.....	19
Gambar 2.15 Geomembran HDPE.....	21
Gambar 2.16 Kondisi pengeboran di lapangan	22
Gambar 2.17 <i>Split spoon</i>	23

Gambar 2.18 Form pengisian Standar Penetration Test /SPT (.....	24
Gambar 2.19 Sondir Mekanis	25
Gambar 2.20 Komposisi tanah berdasarkan 3 fase penyusun tanah	26
Gambar 2.21 Korelasi N-SPT terhadap nilai S_u	30
Gambar 2.22 Korelasi Nilai S_u , E_u dan OCR.....	34
Gambar 2.2.23 Gas hidrogen sulfida	37
Gambar 2.24 Tingginya kadar metana di udara dapat merusak ekosistem di sekitarnya	38
Gambar 2.25 Diagram proses pengolahan air lindi dengan proses biofilter anaerob-aerob dan proses denitrifikasi dengan media isian belerang dan batu kapur.....	39
Gambar 2.26 Fondasi telapak.....	42
Gambar 2.27 Gambar fondasi jalur	42
Gambar 2.28 Struktur fondasi rakit.....	43
Gambar 2.29 Metode fondasi dalam tiang pancang dan bor.....	44
Gambar 2.30 Grafik perbandingan penurunan tanah terhadap waktu.....	46
Gambar 2.31 Tabel perkiraan korelasi angka poisson	47
Gambar 2.32 Tabel perkiraan nilai modulus Elastisitas.....	47
Gambar 2.33 Grafik koefisien F_1 dan F_2 Steinbrenner berdasarkan L/B	47
Gambar 2.34 grafik hubungan μ_0 dengan H/B	48
Gambar 2.35 grafik hubungan μ_1 dengan D_f/B	48
Gambar 2.36 Hubungan <i>liquid limit</i> dengan koefisien konsolidasi	51
Gambar 2.37 Sodium Hidroksida / NaOH	53
Gambar 4.1 Boring log.....	59
Gambar 4.2 Tahanan ujung dan tahanan selimut hasil pengujian sondir.....	63
Gambar 4.3 Korelasi nilai <i>specific gravity</i> (G_s).....	65
Gambar 4.4 Korelasi nilai berat jenis.....	66
Gambar 4.5 Korelasi nilai berat jenis kering	67
Gambar 4.6 Korelasi nilai berat jenis tersaturasi	68
Gambar 4.7 Korelasi nilai <i>water content</i>	69
Gambar 4.8 Korelasi nilai <i>void ratio</i>	70

Gambar 4.9 Korelasi nilai kohesi.....	71
Gambar 4.10 Korelasi nilai C_c	72
Gambar 4.11 Korelasi nilai C_s	73
Gambar 4.12 Korelasi nilai sudut geser efektif.....	74
Gambar 4.13 Korelasi nilai kuat geser <i>undrained</i>	75
Gambar 4.14 Korelasi nilai E_u	76
Gambar 4.15 Korelasi nilai c'	77
Gambar 4.16 Korelasi koefisien konsolidasi (C_v).....	78
Gambar 4.17 Korelasi nilai OCR	80
Gambar 4.18 Korelasi nilai P_c'	81
Gambar 4.19 Denah Bangunan	84
Gambar 4.20 Tampak samping bangunan.....	84
Gambar 4.21 Tampak depan bangunan.....	85
Gambar 4.22 Korelasi <i>water content</i> setelah penambahan 6% NaOH	115
Gambar 4.23 Grafik perbandingan penurunan tanah total beban 1 lantai + atap	140
Gambar 4.24 Grafik perbandingan penurunan tanah total beban 2 lantai + atap	140
Gambar 4.25 Grafik perbandingan penurunan tanah total beban 3 lantai + atap	141
Gambar 4.26 Grafik perbandingan penurunan tanah total beban 4 lantai + atap	141
Gambar 4.27 Grafik % Pengurangan <i>settlement</i> vs Jenis beban.....	142

DAFTAR NOTASI

A	luas penampang
B	lebar pondasi
c	kohesi
c_a	koefisien konsolidasi sekunder
c_a'	koefisien konsolidasi sekunder efektif
c_c	indeks pemampatan
c_s	indeks pengembangan
c_v	koefisien konsolidasi
D_f	kedalaman fondasi
e	angka pori
e_0	angka pori saat konsolidasi berakhir
e_1	angka pori saat awal pembebanan
E_u	modulus elastisitas atau kekakuan tanah
$F_1 F_2$	koefisien Steinbrenner
f_s	tahanan selimut sondir
G_s	perbandingan densitas fluida terhadap standar
H	tebal lapisan tanah
H_c	tebal lapisan terkonsolidasi sekunder
H_{dr}	ketebalan lapisan yang terkonsolidasi
I	faktor pengaruh fondasi
k	koefisien permeabilitas
LL	<i>liquid limit</i>

M	momen
n	porositas
N_c	faktor kohesi fondasi
N_q	faktor beban tambahan fondasi
N_γ	faktor berat jenis tanah
OCR	<i>over consolidation ratio</i>
P_0'	tekanan overburden efektif
P_c'	tekanan pra konsolidasi
PI	<i>plasticity index</i>
q	tegangan tanah akibat berat sendiri
q_c	tahanan ujung sondir
q_n	tekanan pondasi netto
q_u	<i>unconfined compression strength</i>
S	derajat saturasi
S_c	penurunan konsolidasi primer
S_i	penurunan langsung
S_s	konsolidasi sekunder
S_u	<i>undrained shear strength</i>
t_1	waktu yang diperlukan untuk konsolidasi primer
t_2	waktu rencana untuk konsolidasi sekunder
t_p	waktu yang dibutuhkan untuk mencapai penurunan p %
T_v	faktor waktu
V	gaya vertikal
V_a	volume udara pada rongga
V_s	volume padat

V_w	volume air pada rongga
W	berat total
w	kadar air pada tanah
W_s	berat padat
W_w	berat air
γ	berat jenis tanah
γ_d	berat jenis kering
γ_{sat}	berat jenis tersaturasi
γ_w	berat jenis air
ϕ'	Sudut geser tanah
Δe	perubahan angka pori akibat pembebanan
Δp	tambahan akibat tekanan struktur
Δe	perubahan angka pori yang terjadi selama $t_1 - t_2$
μ	angka poisson
σ_z'	tegangan efektif total
u	tekanan pori tanah
μ_0	faktor koreksi untuk kedalaman pondasi D_f
μ_1	faktor koreksi untuk lapisan tanah dengan ketebalan H