

DAFTAR ISI	
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SIMBOL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Lingkup dan Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanah	5
2.1.1 Klasifikasi Tanah	5
2.1.2 Tanah Lunak	8
2.1.3 Sifat-sifat Tanah Lunak	11
2.1.4 Permasalahan Pada Tanah Lunak	11
2.1.5 Penyelidikan Pada Tanah Lunak.....	12
2.1.6 Analisis Parameter Tanah	13

2.2	Beban Rencana	22
2.2.1	Timbunan Pra-pembebanan (<i>Preloading</i>)	22
2.2.2	Daya Dukung Tanah dan Tinggi Kritis Timbunan.....	23
2.2.3	Distribusi Beban Timbunan.....	27
2.2.4	Stabilitas Lereng dengan Metode Simplified Bishop (1955) pada Pembebanan Statik	29
2.3	Konsolidasi Tanah	35
2.3.1	Penurunan Konsolidasi.....	36
2.3.2	Waktu Konsolidasi Tanah	40
2.4	Penurunan Tanah	42
2.5	Perbaikan Tanah.....	50
2.5.1	Pemilihan Jenis Perbaikan Tanah	50
2.5.2	<i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)	51
2.5.3	<i>Vacuum Preloading</i>	56
2.5.4	Instrumentasi Lapangan untuk Perbaikan Tanah PVD dan <i>Vacuum Preloading</i>	60
2.6	Perpindahan Lateral.....	65
2.7	Penelitian terdahulu	65
3	METODOLOGI PENELITIAN.....	69
3.1	Lokasi Penelitian	69
3.2	Teknik Pengumpulan Data.....	70
1.2.1	Data Sekunder	70
3.3	Teknik Analisis Data.....	72
3.3.1	Teknik Analisis Data Penyelidikan Tanah dan Parameter Tanah...	72
3.3.2	Teknik Analisis Perbaikan Tanah.....	75
3.4	Tahap Penelitian	76

4	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	79
4.1	Interpretasi Data Tanah.....	79
4.1.1	Muka Air Tanah	79
4.1.2	Stratifikasi dan Klasifikasi Data Tanah	79
4.1.3	Analisis Parameter Tanah	81
4.2	Data Beban	91
4.2.1	Beban Lalu Lintas.....	91
4.2.2	Beban Perkerasan Jalan	91
4.3	Pengecekan Diperlukannya Perbaikan Tanah.....	91
4.3.1	Koreksi Tekanan Atmosfer	91
4.3.2	Distribusi Tegangan Beban pada Timbunan	92
4.3.3	Menghitung Daya Dukung Tanah.....	94
4.3.4	Perhitungan Penurunan Tanpa Perbaikan	96
4.3.5	Perhitungan Waktu dan Derajat Konsolidasi Tanah Sebelum Perbaikan	98
4.3.6	Perhitungan Stabilitas Lereng Sebelum Perbaikan.....	102
4.4	Metode Perbaikan Tanah	106
4.4.1	Perhitungan <i>Load Ratio</i> (LR)	107
4.4.2	Perhitungan Penurunan Dengan Perbaikan	108
4.4.3	Perencanaan <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)	108
4.4.4	Perhitungan Derajat Konsolidasi Tanah Hasil Instrumenstasi Lapangan	111
4.4.5	Perhitungan Perubahan Nilai ΔC_u	111
4.4.6	Perhitungan Daya Dukung Tanah Setelah Perbaikan	112
4.4.7	Perhitungan Stabilitas Tanah Setelah Perbaikan	112
4.4.8	Penurunan Akibat Beban Operasional.....	114

4.4.9	Penurunan Sekunder	114
4.5	Perbandingan Hasil Perhitungan Metode Analitik dengan Hasil Pengukuran Instrumentasi Lapangan	117
4.5.1	Perbandingan Hasil Perhitungan Penurunan	117
4.5.2	Perbandingan Hasil Perhitungan Perpindahan Lateral	119
5	SIMPULAN DAN SARAN	122
5.1	SIMPULAN.....	122
5.2	SARAN.....	123
	DAFTAR PUSTAKA.....	124
	LAMPIRAN.....	127

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sistem Klasifikasi Tanah USCS (Unified Soil Classification System)...	7
Tabel 2.2 Kuat Tekan Tanah Kohesif	9
Tabel 2.3 Nilai Berat Isi Normal dan Berat Isi Tersaturasi	14
Tabel 2.4 Angka Pori, Kadar Air, dan Berat Isi Kering.....	15
Tabel 2.5 Variasi koefisien N-SPT dengan C_u Tanah Lempung.....	16
Tabel 2.6 Nilai Tipikal dari Kohesi Efektif c'	17
Tabel 2.7 Nilai Modulus Elastisitas Beberapa Jenis Tanah.....	18
Tabel 2.8 Angka Poisson Pada Beberapa Jenis Tanah.....	18
Tabel 2.9 Nilai Koefisien Konsolidasi Arah Vertikal (C_v).....	19
Tabel 2.10 Indeks Pemampatan dan Pemuaian Tanah Asli	21
Tabel 2.11 Beban Lalu Lintas dan Beban di Luar Jalan.....	22
Tabel 2.12 Faktor Daya Dukung Tanah	24
Tabel 2.13 Hubungan Nilai Safety Factor dan Kemungkinan Kelongsoran Lereng Tanah	33
Tabel 2.14 Nilai Faktor Keamanan Untuk Lereng Tanah	34
Tabel 2.15 Rekomendasi Nilai Faktor Keamanan Untuk Lereng Batuan	34
Tabel 2.16 Kriteria Desain Analisis Stabilitas Timbunan	35
Tabel 2.17 Variasi Faktor Waktu terhadap Derajat Konsolidasi.....	41
Tabel 2.18 Korelasi Nilai Poisson Ratio dengan Jenis Tanah	45
Tabel 2.19 Syarat Penurunan.....	50
Tabel 2.20 Penelitian Terdahulu.....	66
Tabel 4.1 Nilai Parameter Desain Berat Isi Tanah Normal dan Tersaturasi	82
Tabel 4.2 Nilai Parameter Desain Angka Pori (e_0)	83
Tabel 4.3 Nilai Parameter Desain Kohesi (C_u) dan Sudut Geser (ϕ).....	84
Tabel 4.4 Nilai Parameter Desain kohesi efektif (c') dan sudut geser efektif (ϕ')	85

Tabel 4.5 Nilai Parameter Desain Modulus Elastisitas (E)	86
Tabel 4.6 Nilai Parameter Desain Konsolidasi Tanah Arah vertikal (Cv).....	87
Tabel 4.7 Nilai Parameter Desain Konsolidasi Tanah Arah vertikal (Ch).....	88
Tabel 4.8 Nilai Parameter Desain Indeks Kompresi (Cc)	88
Tabel 4.9 Nilai Parameter Desain Indeks Rebound (Cc)	89
Tabel 4.10 Rekapitulasi Parameter Tanah Untuk Perhitungan Penurunan.....	90
Tabel 4.11 Rekapitulasi Perhitungan Beban Perkerasan Jalan.....	91
Tabel 4.12 Rekapitulasi Nilai Distribusi Tegangan.....	94
Tabel 4.13 Rekapitulasi Perhitungan Daya Dukung Tanah Sebelum Perbaikan...	95
Tabel 4.14 Penurunan Akibat Beban Timbunan.....	97
Tabel 4.15 Rekapitulasi Perhitungan Penurunan Tanpa Perbaikan Akibat Beban Operasional.....	98
Tabel 4.16 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Konsolidasi Sebelum Perbaikan ...	101
Tabel 4.17 Rekapitulasi Parameter Irisan 1.....	104
Tabel 4.18 Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas Lereng Metode Bishop (Sebelum Perbaikan).....	105
Tabel 4.19 Perhitungan Beban Pada Load Ratio.....	107
Tabel 4.20 Rekapitulasi Perhitungan Penurunan Akibat Beban Vacuum.....	108
Tabel 4.21 Rekapitulasi Perhitungan Daya Dukung Tanah Setelah Perbaikan....	112
Tabel 4.22 Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas Lereng Setelah Perbaikan.....	113
Tabel 4.23 Rekapitulasi Perhitungan Penurunan Setelah Perbaikan Akibat Beban Operasional.....	114
Tabel 4.24 Rekapitulasi Perhitungan Penurunan Sekunder	117
Tabel 4.25 Perbandingan Hasil Nilai Penurunan antara Metode Analitik dan Hasil Instrumentasi Lapangan	118
Tabel 4.26 Rekapitulasi Perhitungan Perpindahan Lateral	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fase Tanah	5
Gambar 2.2 Sebaran Tanah Lunak di Indonesia	10
Gambar 2.3 Kedudukan Kurva Asli dilapangan (Kurva Terkoreksi)	21
Gambar 2.4 Pra-pembebanan (<i>Preloading</i>).....	25
Gambar 2.5 Pemberian <i>Preloading</i> Secara Bertahap	26
Gambar 2.6 Distribusi Beban.....	27
Gambar 2.7 Grafik Penentuan Nilai I_2 untuk Tegangan Vertikal Akibat Beban Timbunan	28
Gambar 2.8 Mode Kegagalan Kemiringan Lereng: (a) Kegagalan Kemiringan; (b) Keruntuhan Lereng Dangkal; (c) Keruntuhan Dasar	30
Gambar 2.9 (a) Definisi Parameter Untuk Jenis Kegagalan Lingkaran Titik Tengah; (b) Plot Angka Stabilitas Terhadap Sudut Kemiringan	30
Gambar 2.10 Lokasi Titik Tengah Lingkaran	31
Gambar 2.11 Lokasi Pusat Lingkaran Kritis Untuk $\beta > 53^\circ$	32
Gambar 2.12 Lokasi Pusat Lingkaran Kritis Untuk $\beta < 53^\circ$	32
Gambar 2.13 Grafik Tahapan Konsolidasi	36
Gambar 2.14 Karakteristik Konsolidasi Lempung yang Terkonsolidasi Normal dengan Sensitivitas Rendah Sampai Sedang.....	37
Gambar 2.15 Karakteristik Konsolidasi Lempung yang Terkonsolidasi Berlebih dengan Sensitivitas Rendah Sampai Sedang.....	38
Gambar 2.16 Derajat Konsolidasi U_z terhadap Faktor Waktu T_v	40
Gambar 2.17 Regangan Lapisan Tanah Lempung Jenuh Air Akibat Kenaikan Tegangan	45
Gambar 2.18 Kondisi Tegangan Pada Saat $t=0$	46
Gambar 2.19 Kondisi Tegangan Pada Saat $0 < t < \infty$	47
Gambar 2.20 Kondisi Tegangan Pada Saat $t=\infty$	47

Gambar 2.21 Grafik Hubungan Antara Penurunan dengan Waktu	49
Gambar 2.22 Jenis - Jenis Perbaikan Tanah	50
Gambar 2.23 Pola Pemasangan PVD.....	52
Gambar 2.24 Ilustrasi Konsep PVD Berbentuk Pita dan Diameter Ekvivalen.....	52
Gambar 2.25 Skema Pemasangan PVD.....	55
Gambar 2.26 Pengaplikasian Metode Vacuum Preloading.....	57
Gambar 2.27 Skema Instrumentasi Pekerjaan Vacuum.....	60
Gambar 2.28 <i>Vibrating Wire Piezometer</i>	61
Gambar 2.29 <i>Extensometer</i>	61
Gambar 2.30 <i>Settlement Plate</i>	62
Gambar 2.31 <i>Vacuum Gauges</i>	62
Gambar 2.32 <i>Inclinometer</i>	63
Gambar 2.33 Contoh Hasil Pembacaan Monitoring dengan <i>Inclinometer</i>	63
Gambar 2.34 Lapisan Proteksi (Geotekstil Non Woven) dan Lapisan Kedap (<i>Geomembrane</i>).....	64
Gambar 2.35 Pompa <i>Vacuum</i> dan Generator Listrik.....	64
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian (Gambar Kerja).....	69
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian Berdasarkan Google Earth	70
Gambar 3.3 Lokasi Titik Borlog Berdasarkan Google Earth	70
Gambar 3.4 Lokasi Penyelidikan Tanah di Area Penelitian	71
Gambar 3.5 Data Boring Log BE-19 kedalaman 0-20 m	73
Gambar 3.6 Data Boring Log BE-19 kedalaman 20-40 m	74
Gambar 3.7 Diagram Alir	78
Gambar 4.1 Grafik Stratifikasi Tanah	80
Gambar 4.2 Grafik Sebaran Data Berat Isi Tanah Normal	82
Gambar 4.3 Grafik Sebaran Data Angka Pori (e_0)	83

Gambar 4.4 Grafik Sebaran Data Nilai Konsolidasi Arah Vertikal (C_v)	86
Gambar 4.5 Grafik Penurunan Terhadap Waktu	100
Gambar 4.6 Irisan Daerah Keruntuhan Tanah Lereng (Sebelum Perbaikan).....	102
Gambar 4.7 Pembagian Irisan.....	103
Gambar 4.8 <i>Load Ratio</i>	107
Gambar 4.9 Grafik Penurunan Terhadap Waktu dengan PVD Pola Segi Empat .	110
Gambar 4.10 Irisan Daerah Keruntuhan Tanah Lereng (Setelah Perbaikan).....	112
Gambar 4.11 Perbandingan Hasil Nilai Penurunan antara Metode Analitik dan Hasil Instrumentasi Lapangan	118
Gambar 4.12 Perbandingan Antara Nilai Perpindahan Lateral Hasil Instrumentasi Lapangan Dan Analitik.....	121

DAFTAR SIMBOL

γ	= Berat isi tanah
γ_{sat}	= Berat isi tanah saturated
γ_w	= Berat volume air
ν	= <i>Poisson rasio</i>
c'	= Kohesi efektif
ϕ'	= Sudut geser efektif
K	= Koefisien permeabilitas
kh	= Koefisien arah horizontal
LL	= Batas cair
PL	= Batas plastis
r	= Jari-jari lingkaran
W	= Berat massa tanah
FK	= Faktor Keamanan
c	= Kohesi tanah
a	= Panjang lengkungan lingkaran
p_c'	= Tegangan prakonsolidasi
p_o'	= Tegangan vertikal efektif
H	= Tinggi
H_{cr}	= Tinggi kritis
Sc	= Penurunan konsolidasi
cc	= Indeks kompresi
cs	= Indeks pengembangan
c_u	= Kuat geser undrained
e_o	= Angka pori awal xx
Δp	= Distribusi tegangan
cv	= Koefisien konsolidasi arah vertikal
u	= Tegangan air pori
ϕ	= Sudut geser
t	= Waktu
z	= Kedalaman (m)

mv	= Koefisien kemampumampatan volume
T_v	= Faktor waktu
Hdr	= Panjang aliran air (m)
U	= Derajat konsolidasi rata-rata
$Sc(t)$	= Penurunan konsolidasi pada waktu t
σ	= Tegangan
G_s	= Berat jenis tanah
e	= Angka pori
σ	= Tegangan normal
N-SPT	= Nilai N-SPT
q_{ult}	= Daya dukung ultimate
Df	= Kedalaman pondasi
B	= Lebar pondasi
N_c, N_q, N_γ	= Faktor daya dukung
q_{all}	= Daya dukung izin
de	= Diameter silinder pengaruh drainase vertikal
dw	= Diameter ekivalen
Ss	= Penurunan Sekunder
T_v	= Faktor waktu arah vertikal
T_h	= Faktor waktu arah horizontal
F_n	= Faktor hambatan jarak
E	= Modulus elastisitas
P	= Beban
OCR	= <i>Over consolidation ratio</i>
C_α	= Koefisien kompresi sekunder
a_v	= Koefisien kompresibilitas
k_v	= Permeabilitas tanah dalam arah vertikal
k_r	= Permeabilitas radial tanah sekitar yang tidak terganggu
k_s	= Permeabilitas radial tanah terganggu
N_s	= Rasio diameter zona terganggu terhadap drainase vertikal
N_D	= Rasio diameter
d_s	= Diameter zona terganggu

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Keputusan Dosen Pembimbing	128
Lampiran 2 Lembar Bimbingan	132
Lampiran 3 Peta Lokasi Titik Penyelidikan Tanah Lapangan.....	135
Lampiran 4 Gambar Layout Area	136
Lampiran 5 Potongan Samping Pemasangan PVD Pola Segiempat.....	137
Lampiran 6 <i>Layout Soil Investigation Cell 5 dan 6</i>	138
Lampiran 7 <i>Layout Boundary Vacuum Section 2</i>	139
Lampiran 8 <i>Layout Pipa dan Pompa Vacuum Section 2</i>	140
Lampiran 9 <i>Layout PVD Cell 5 dan 6</i>	141
Lampiran 10 <i>Layout PHD Section 2</i>	142
Lampiran 11 Detail <i>Settlement Plate, Piezometer, dan Inclinator</i>	143
Lampiran 12 Layout Instrumen <i>Vacuum Section 2</i>	144
Lampiran 13 Detail Skema <i>Vacuum Per Cell</i>	145
Lampiran 14 Potongan Samping Perkerasan Jalan	146
Lampiran 15 Ilustrasi Tampak Atas Pemasangan PVD Pola Segiempat	147
Lampiran 16 Rekapitulasi Perhitungan Penurunan Menggunakan Metode Perbaikan Tanah PVD dan <i>Vacuum Preloading</i>	157
Lampiran 17 Data Laporan Monitoring Mingguan Pekerjaan PVD dengan <i>Vacuum Preloading</i>	161
Lampiran 18 Data Laporan Monitoring Pekerjaan <i>Inclinator</i>	165
Lampiran 19 Metode Pelaksanaan <i>Vacuum Preloading</i>	176
Lampiran 20 Brosur Tipe PVD Colbondrain CX1000.....	178