

ANALISIS KONSOLIDASI PADA TANAH LUNAK DENGAN METODE *PRELOADING* DAN METODE KOMBINASI *PRELOADING* DAN *PRE-FABRICATED VERTICAL DRAIN* PADA PROYEK KARIMUN REGENCY

Denny Nugraha

NRP : 1021058

Pembimbing : Ir. Asriwiyanti Desiani, MT.

ABSTRAK

Kebutuhan lahan untuk pembangunan terus bertambah, pembangunan baru terpaksa harus dilakukan di atas tanah yang kurang memenuhi syarat, yaitu antara lain di atas tanah lunak. Tanah ini pada umumnya mempunyai daya dukung yang rendah, memiliki sifat kompresible tinggi dan permeabilitas yang sangat rendah. Karena memiliki sifat-sifat tersebut, tanah ini cenderung memiliki potensi penurunan konsolidasi yang besar dan dalam waktu yang cukup lama.

Tujuan dari studi ini adalah untuk menganalisis penurunan dan waktu konsolidasi tanah lunak pada Proyek Karimun *Regency*. Metode *preloading* dan kombinasi antara metode *preloading* dengan instalasi *pre-fabricated vertical drains* (PVD) merupakan salah satu metode untuk mempercepat proses konsolidasi. Kombinasi pada metode ini dilakukan dengan cara memberikan beban awal berupa timbunan (*preloading*) pada tanah lunak yang telah diberi sistem drainase vertikal berupa PVD. Analisis penurunan dan waktu konsolidasi dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *Plaxis*.

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, dengan metode *preloading* saja didapatkan penurunan tanah yang terjadi sebesar 1,2 m dengan waktu penurunan 14830 hari (40,63 tahun). Dengan metode kombinasi antara metode *preloading* dengan instalasi *pre-fabricated vertical drains* (PVD) didapatkan waktu penurunan 3348 hari (9,172 tahun) untuk spasi PVD 1,5 m, dan 2927 hari (8,019 tahun) untuk spasi PVD 1 m. Berdasarkan hasil analisis, maka dapat disimpulkan bahwa tanah yang ditinjau tidak memungkinkan untuk didirikan konstruksi di atasnya.

Kata kunci: Konsolidasi, beban awal, *pre-fabricated vertical drain*, *Plaxis*.

CONSOLIDATION ANALYSIS OF SOFT SOIL USING PRELOADING METHOD AND PRELOADING WITH PRE-FABRICATED VERTICAL DRAIN COMBINATION METHOD IN KARIMUN REGENCY PROJECT

Denny Nugraha

NRP : 1021058

Adviser : Ir. Asriwiyanti Desiani, MT.

ABSTRACT

The land needs for development keeps increasing, the new development will have to be done over the less qualified land, among others, built on soft soil.. This soil generally has low bearing capacity, large compressibility, and low permeability. Because of these characteristics, the soil tends to experience a large value of settlement and takes a long time process.

The purpose of the study is to analyze settlement and time of consolidation of soft soil in the project of Karimun Regency. Preloading method and preloading with pre-fabricated vertical drains (PVD) combination method is an improvement method to exceed the soil consolidation process. The combination of this method is applied by providing the initial load in the form of preloading into the soft soil that has been given the vertical drains system in the form of PVD. The settlement and time of consolidation analysis is implemented through software (Plaxis).

According to the analysis results, with only preloading produce 1,2 m of settlement and it takes time for 14830 days (40,63 years). Combination preloading with pre-fabricated vertical drains (PVD) spaced 1,5 m for 3348 days (9,172 years), and spaced 1 m for 2927 days (8,019 years). Based on the analysis results above, it can be concluded that the under review soil is not allowed to be built by any kind of constructions.

Keywords: *Consolidation, Preloading, pre-fabricated vertical drain, Plaxis.*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Sistematika Penulisan	3
1.5 Lisensi Perangkat Lunak	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanah Lempung Lunak	5
2.2 Konsolidasi	6
2.2.1 Koefisien Konsolidasi Vertical (C_v)	7
2.2.2 Derajat konsolidasi	7
2.2.3 Waktu Konsolidasi	8
2.3 Penurunan (<i>Settlement</i>)	8
2.3.1 Penurunan Seketika (<i>Immediately Settlement</i>)	9
2.3.2 Penurunan Konsolidasi (<i>Consolidation Settlement</i>)	9
2.4 <i>Preloading</i> (beban awal)	12
2.5 Parameter Tanah	14
2.5.1 Koefisien Permeabilitas (k_x dan k_y)	15
2.5.2 Modulus Young (E)	15
2.5.3 Kohesi (C)	16
2.5.4 Sudut Geser Dalam (ϕ)	16
2.5.5 Angka Poison (μ)	16
2.6 Drainasi Vertikal	17
2.7 <i>Prefabricated Vertical Drains</i>	18
2.8 Perangkat Lunak <i>Plaxis</i>	21
2.7.1 Sifat – Sifat Material	23
2.7.2 Penyusunan Jaring Elemen	26
2.7.3 Kondisi Air	27

BAB III RENCANA PVD DAN CARA PENGGUNAAN PERANGKAT LUNAK PLAXIS	
3.1	Data Geoteknik.....30
3.1.1	Pekerjaan Bor30
3.1.2	Pekerjaan Undisturbed Sampling (UDS).....30
3.1.3	Pekerjaan Standard Penetration Test (SPT)30
3.1.4	Hasil Penyelidikan Geoteknik31
3.2	Perencanaan PVD.....33
3.2.1	Mencari Tinggi Inisial Timbunan dan S_c Perencanaan33
3.2.2	PVD Rencana38
3.3	Perangkat Lunak <i>Plaxis</i>39
3.3.1	<i>Input</i>39
3.3.2	<i>Output</i>48
BAB IV ANALISIS DENGAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK	
4.1	Parameter Design50
4.2	Analisis Penurunan Tanah Dengan Preloading Tanpa PVD.....52
4.3	Analisis Penurunan Tanah Dengan Kombinasi Preloading dan PVD.....62
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Simpulan75
5.2	Saran76
DAFTAR PUSTAKA77	
DAFTAR LAMPIRAN78	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Penyebaran Tanah Lunak di Indonesia.....	1
Gambar 2.1	Grafik waktu – pemampatan selama konsolidasi untuk penimbunan beban.....	11
Gambar 2.2	Lapisan Tanah Sebelum dan Sesudah Diberi Drainasi Vertikal	17
Gambar 2.3	<i>Prefabricated Vertical Drains</i>	19
Gambar 2.4	Prosedur instalasi PVD.....	20
Gambar 3.1	Diagram tegangan tanah akibat timbunan	34
Gambar 3.2	Grafik Hubungan Antara H_{final} dengan $H_{inisial}$	37
Gambar 3.3	Grafik Hubungan Antara H_{final} dengan S_c	38
Gambar 3.4	Kotak Dialog <i>Quick select</i>	39
Gambar 3.5	<i>Project Properties</i>	40
Gambar 3.6	<i>Project Properties - Model</i>	41
Gambar 3.7	Pemodelan <i>Layer</i>	41
Gambar 3.8	<i>Standar Fixities</i>	42
Gambar 3.9	<i>Material Data Sets</i>	43
Gambar 3.10	<i>Material Sets - General (Mohr-Coloumb)</i>	43
Gambar 3.11	<i>Material Sets - Parameters (Mohr-Coloumb)</i>	44
Gambar 3.12	Memasukkan jenis tanah pada <i>layer</i>	45
Gambar 3.13	<i>Generate Mesh</i>	45
Gambar 3.14	<i>View generate mesh</i>	46
Gambar 3.15	<i>Calculate process</i>	46
Gambar 3.16	<i>Generate Water Pressure</i>	47
Gambar 3.17	<i>View Generate Water Pressure</i>	47
Gambar 3.18	Faktor Keamanan.....	48
Gambar 3.19	Jaring Elemen Terdeformasi.....	49
Gambar 4.1	Pemodelan sebelum diberi PVD dengan tinggi timbunan <i>preloading</i> 9 m	52
Gambar 4.2	<i>Phase 1 - General Calculation</i>	53
Gambar 4.3	<i>Phase 1 - Parameters Calculation</i>	53
Gambar 4.4	<i>Phase 2 - General Calculation</i>	54
Gambar 4.5	<i>Phase 2 – Parameters calculation</i>	55
Gambar 4.6	<i>Phase 3 - General Calculation</i>	55
Gambar 4.7	<i>Phase 3 – Parameters calculation</i>	56
Gambar 4.8	<i>Hasil Calculation</i>	57
Gambar 4.9	<i>Multipliers calculation</i>	57
Gambar 4.10	Pemodelan sebelum diberi PVD dengan tinggi timbunan <i>preloading</i> 6 m	58
Gambar 4.11	<i>Hasil Calculation</i>	59
Gambar 4.12	Penurunan tanah total tanpa PVD dengan tinggi timbunan <i>preloading</i> 6 m	59
Gambar 4.13	Penurunan tanah total tanpa PVD dengan tinggi timbunan <i>preloading</i> 6 m	60
Gambar 4.14	Arah keruntuhan yang terjadi	60

Gambar 4.15	Waktu penurunan tanah total akibat beban timbunan <i>preloading</i> setinggi 6 m	61
Gambar 4.16	Nilai Σ -Msf	61
Gambar 4.17	Pemodelan kombinasi <i>preloading</i> dan PVD spasi 1,5 m	62
Gambar 4.18	<i>Phase 1 - General Calculation</i>	63
Gambar 4.19	<i>Phase 1 - Parameters Calculation</i>	64
Gambar 4.20	<i>Geometry configuration</i>	64
Gambar 4.21	<i>Water pressures</i>	64
Gambar 4.22	<i>Phase 2 - General Calculation</i>	65
Gambar 4.23	<i>Phase 2 – Parameters calculation</i>	66
Gambar 4.24	<i>Phase 3 - General Calculation</i>	66
Gambar 4.25	<i>Phase 3 – Parameters calculation</i>	67
Gambar 4.26	<i>Hasil Calculation</i>	67
Gambar 4.27	Penurunan tanah total dengan PVD spasi 1,5 m dan tinggi timbunan 6 m	68
Gambar 4.28	Penurunan tanah total dengan PVD spasi 1,5 m dan tinggi timbunan 6 m	68
Gambar 4.29	Arah keruntuhan yang terjadi	69
Gambar 4.30	Waktu penurunan tanah total akibat beban <i>preloading</i> setinggi 6 m dikombinasikan dengan PVD dengan jarak 1,5 m	69
Gambar 4.31	Nilai Σ -Msf	70
Gambar 4.32	<i>Hasil Calculation</i>	71
Gambar 4.33	Penurunan tanah total dengan PVD spasi 1 m dan tinggi timbunan 6 m.....	71
Gambar 4.34	Penurunan tanah total dengan PVD spasi 1 m dan tinggi timbunan 6 m.....	72
Gambar 4.35	Arah keruntuhan yang terjadi	72
Gambar 4.36	Waktu penurunan tanah total akibat beban <i>preloading</i> setinggi 6 m dikombinasikan dengan PVD dengan jarak 1 m	73
Gambar 4.37	Nilai Σ -Msf.....	73
Gambar 4.38	Rekapitulasi Perhitungan Waktu penurunan dengan Metode <i>Preloading</i> dan Metode Kombinasi <i>Preloading</i> dan PVD.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Harga-harga koefisien rembesan.....	15
Tabel 2.2	Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah	15
Tabel 2.3	Nilai Perkiraan Angka Poison (μ).....	17
Tabel 3.1	Hubungan Nilai N – SPT dengan Konsistensi dan Kepadatan Tanah	31
Tabel 3.2	Rekapitulasi Hasil Pengujian pada Titik B1	31
Tabel 3.3	Jenis Tanah Tiap Lapisan.....	32
Tabel 3.4	Hasil Perhitungan H_{final} dengan Ketinggian Timbunan yang Bervarisi ..	37
Tabel 4.1	Parameter Tanah.....	51
Tabel 4.2	Rekapitulasi Analisis Penurunan Tanah	74

DAFTAR NOTASI

q_c	Tahanan Konus
C_v	Koefisien Konsolidasi Vertical
T_v	faktor waktu, tergantung dari derajat konsolidasi
H_{dr}	Jarak drainasi
U	Derajat konsolidasi
t	Waktu Konsolidasi
S_c	Penurunan / <i>Settlement</i>
C_c	Indeks pemampatan
C_s	Indeks pemuaian
e_0	Angka pori
γ'	Gamma efektif
P_o'	Tegangan <i>overburden</i>
P_c'	Tegangan pra konsolidasi
ΔP	Tambahan tegangan
q_o	Beban timbunan
C	Kohesi
E	Modulus Young
FK	Faktor Keamanan
k_x	Koefisien permeabilitas arah horizontal
k_y	Koefisien permeabilitas arah vertical
ϕ	Sudut Geser Dalam
μ	Angka Poison
M_{sf}	<i>Multiplier safety factor</i>
γ	Berat volume tanah
γ_{dry}	Berat volume tanah kering
γ_w	Berat volume air

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN SETTLEMENT

LAMPIRAN 2 DATA HASIL LABORATORIUM (B-1) DAN BORING LOG
(B1)