

PENGARUH JARAK DAN POLA *PRE-FABRICATED VERTICAL DRAIN* (PVD) PADA KONSTRUKSI TIMBUNAN REKLAMASI DI PELABUHAN PANASAHAN CAROCOK PAINAN

**Urfri Afriyanti Adnan
NRP: 122190**

Pembimbing : Ir. Asriwiyanti Desiani, MT.

ABSTRAK

Perencanaan area reklamasi di Pelabuhan Panasahan Carocok Painan ditujukan untuk struktur *Causeway*. Area reklamasi ini menjadi penghubung daerah laut dan darat. Hasil investigasi tanah, menunjukkan bahwa lokasi yang diusulkan adalah pada 18 m tebal tanah lunak dengan $N(SPT)$ 2-4 pukulan/30 cm.

Dalam situasi seperti itu, kondisi awal tanah lunak perlu ditingkatkan untuk memenuhi tujuan proses konstruksi. Salah satu metode yang paling populer untuk perbaikan tanah adalah metode *preloading* yang dikombinasikan dengan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD). PVD sering dipasang untuk mempercepat proses konsolidasi. Kombinasi metode ini dilakukan dengan cara memberikan beban awal berupa timbunan (*preloading*) setinggi 7 m di atas tanah lunak yang telah dipasang *Prefabricated Vertical Drain* (PVD). PVD yang digunakan adalah dalam kisaran jarak 80 cm – 150 cm. PVD akan dipasang dengan pola segi tiga dan pola segi empat hingga kedalaman 18 m.

Hasil analisis penurunan pada 2 lapis tanah lunak teratas dengan metode *preloading* tanpa penggunaan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) adalah 2.597m, dengan lama waktu penurunan 14.1 tahun. Jarak dan pola *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) yang paling optimal berdasarkan waktu adalah spasi 100 cm dengan pola pemasangan segi tiga. Waktu penurunan untuk mencapai derajat konsolidasi $\geq 90\%$ untuk jarak dan pola tersebut adalah 8 bulan. Hal ini menunjukkan bahwa metode perbaikan tanah dengan cara *Preloading* yang dikombinasikan dengan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) dapat mempercepat waktu penurunan konsolidasi pada tanah lunak sebesar $\pm 95\%$ lebih cepat.

Kata kunci : Konsolidasi, *preloading*, *prefabricated vertical drain*

PATTERN AND DISTANCE INFLUENCE OF PRE-FABRICATED VERTICAL DRAIN (PVD) IN RECLAMATION FILL CONSTRUCTION AT PANASAHAN CAROCOK PAINAN PORT

**Urfri Afriyanti Adnan
NRP: 1221904**

Adviser : Ir. Asriwiyanti Desiani, MT.

ABSTRACT

Planning reclamation area in Panasahan Port Carocok Painan intended for Causeway structure. The reclaimed area to be connector sea and land area. The results of the soil investigation, indicate that the proposed location is at 18 m thick soft soil with N (SPT) 2-4 blow /30 cm.

In such situations, the initial condition of the soft soil needs to be improved to meet the intended of the construction process. One of the most popular methods for soil improvement is preloading method that combined with Prefabricated Vertical Drain (PVD). PVD is often installed to speed up the consolidation process. The combination of this method is applied by providing the initial load in the form of preloading as high as 7 m into the soft soil has been installed Prefabricated Vertical Drain (PVD). PVD is used is in the range within 80 - 150 cm. PVD will be fitted with a triangular and rectangular pattern to a depth of 18 m.

The analysis results, of the settlement on the top 2 layers of soft soil with preloading method without the use of PVD is 2.597 m and it takes time for 14.1 years. Distance and pattern of Prefabricated Vertical Drain (PVD) based on the most optimal time is a space 100 cm with the installation triangle pattern. The time to achieve the degree of consolidation of $\geq 90\%$ for distance and the pattern is for 8 months. In case has shown that the method of soil improvement by means Preloading combined with Prefabricated Vertical Drain (PVD) can accelerate time of consolidation settlement on soft soil approximately is 95% quickly.

Keywords: Consolidation, preloading, prefabricated vertical drain

DAFTAR ISI

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
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR NOTASI.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Metodologi Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN LITERATUR.....	5
2.1 Reklamasi	5
2.1.1 Aspek Geoteknik.....	5
2.1.2 Bangunan Pelindung Pantai	5
2.2 Sumber Material Reklamasi	6
2.3 Tipe Material Timbunan	6
2.3.1 Lempung	6
2.3.2 Pasir.....	7
2.3.3 Material Bukit	9

2.3.4	Batu	9
2.3.5	<i>Bolder, Cobbles</i> , dan Material Granular	10
2.4	<i>Soil Investigation</i>	10
2.4.1	Pekerjaan Pengeboran	11
2.4.2	Pekerjaan <i>Undisturbed Sampling</i> (UDS)	12
2.4.3	Pekerjaan <i>Standar Penetration Test</i> (SPT)	12
2.4.4	Pekerjaan Tes Laboratorium	13
2.5	Parameter Tanah	13
2.5.1	Koefisien Permeabilitas (k_x dan k_y)	13
2.5.2	Angka Pori (e_0)	14
2.5.3	Indeks Pemampatan (C_c)	15
2.5.4	Koefisien Konsolidasi	17
2.5.5	Berat Isi (γ)	18
2.5.6	Kohesi (c)	19
2.5.7	Tekanan Overburden (σ'_{vo})	21
2.6	Desain Area Reklamasi	21
2.7	Metode Konstruksi	22
2.7.1	Tipikal <i>Cross Section</i> Timbunan dan Tanggul	23
2.8	Permasalahan Reklamasi	23
2.9	Masalah Penurunan	23
2.9.1	Tanah Lunak	23
2.10	Penurunan (<i>Settlement</i>)	24
2.10.1	Penurunan Konsolidasi (<i>Consolidation Settlement</i>)	25
2.10.1.1	Penurunan Konsolidasi Primer	25
2.10.1.2	Penurunan Konsolidasi Sekunder	27
2.11	Konsolidasi	29
2.11.1	Waktu Konsolidasi	31
2.11.2	Panjang Aliran Untuk Kondisi Tanah Berlapis	32
2.11.3	Derajat Konsolidasi	32
2.12	Masalah Stabilitas	33
2.13	Peningkatan Daya Dukung Tanah	34
2.14	Perbaikan Tanah	37

2.15 Tujuan <i>Preloading</i> dan <i>Vertical Drains</i>	38
2.16 <i>Preloading</i> (Beban Awal).....	38
2.17 <i>Vertical Drain</i>	39
2.17.1 Aplikasi <i>Vertical Drain</i>	42
2.18 <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD).....	43
2.19 Perencanaan <i>Pre-fabricated Vertical Drain</i> (PVD)	45
2.19.1 Konsolidasi Akibat Aliran Air Pori Dalam Arah Vertikal.....	45
2.19.2 Konsolidasi Akibat Aliran Air Pori Dalam Arah Horizontal.....	46
2.19.3 Konsolidasi Akibat Aliran Vertikal dan Horizontal	48
2.20 Tahapan Konstruksi.....	49
BAB III DATA LAPANGAN DAN PERENCANAAN <i>PREFABRICATED VERTICAL DRAIN</i> (PVD)	51
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	51
3.2 Hasil Penyelidikan Tanah.....	52
3.3 Penentuan Parameter Tanah	54
3.3.1 Menentukan berat isi tanah	54
3.3.2 Menentukan Indeks Pemampatan (C_c).....	54
3.3.3 Menentukan tekanan overburden (σ'_{vo}).....	55
3.3.4 Menentukan angka pori (e_o).....	56
3.3.5 Menentukan koefisien konsolidasi vertikal (C_v).....	57
3.3.6 Menentukan koefisien konsolidasi horizontal (C_h).....	58
3.4 Timbunan <i>Preloading</i>	59
3.4.1 Material Timbunan <i>Preloading</i>	59
3.4.2 Besar Timbunan <i>Preloading</i>	59
3.4.3 Menghitung Beban Akibat Timbunan <i>Preloading</i> (Beban Luar)....	60
3.5 Perencanaan PVD	61
3.5.1 Tipe dan spasi PVD	61
3.5.2 Konfigurasi PVD	61
BAB IV ANALISIS PENURUNAN DAN <i>PREFABRICATED VERTICAL DRAIN</i> (PVD)	63
4.1 Parameter Desain	63
4.2 Analisis Daya Dukung Tanah Dasar Eksisting.....	64

4.3	Penurunan Akibat Timbunan Pertama.....	64
4.4	Penurunan Akibat Timbunan Kedua	66
4.5	Penurunan Akibat Timbunan Ketiga	67
4.6	Waktu Penurunan Tanpa PVD.....	70
4.7	Perencanaan PVD	71
4.7.1	Perhitungan Derajat Konsolidasi Pola Segi tiga	71
4.7.2	Perhitungan Derajat Konsolidasi Pola Segi empat	75
4.8	Peningkatan Daya Dukung Tanah Dasar Akibat <i>Preloading</i> dan PVD ..	79
4.9	Analisis Hasil Perhitungan	80
4.10	Jumlah PVD.....	87
4.11	Penentuan Penggunaan PVD	88
BAB V KESIMPULA DAN SARAN		89
5.1	Kesimpulan.....	89
5.2	Saran	90
DAFTAR PUSTAKA		91
DAFTAR LAMPIRAN.....		93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hubungan Antara Perkiraan Angka Pori dan Tekanan Overburden Efektif Untuk Tanah Lempung Sedimen, Sebagai Fungsi dari <i>Atterberg Limits</i> ..15	15
Gambar 2. 2 Kurva Kompresi Untuk Lempung Terkonsolidasi Normal.....16	16
Gambar 2. 3 Korelasi Antara Koefisien Konsolidasi (C_v) dengan Batas Cair (LL)18	18
Gambar 2. 4 Perkiraan Hubungan $N(SPT)$ vs S_u20	20
Gambar 2. 5 Idealisasi Proses Penurunan28	28
Gambar 2. 6 Grafik waktu – pemampatan selama konsolidasi untuk penimbunan beban29	29
Gambar 2. 7 Prinsip Konsolidasi29	29
Gambar 2. 8 Aliran Air Pori dalam Proses Konsolidasi31	31
Gambar 2. 9 Grafik Derajat Konsolidasi ($U\%$) vs Faktor Waktu Konsolidasi (T_v)33	33
Gambar 2. 10 Perubahan Tegangan Efektif Tanah Saat Konsolidasi35	35
Gambar 2. 11 Prinsip Metode <i>Preloading</i>39	39
Gambar 2. 12 Laju Konsolidasi Tanpa Vertikal Drain41	41
Gambar 2. 13 Laju Konsolidasi Dengan Vertikal Drain.....41	41
Gambar 2. 14 Contoh Aplikasi Vertikal Drain43	43
Gambar 2. 15 Bentuk Inti Dari Berbagai Jenis Vertikal Drain45	45
Gambar 2. 16 Daerah Pengaruh <i>Vertical Drain</i>46	46
Gambar 2. 17 Pola Konfigurasi instalasi PVD47	47
Gambar 2. 18 Diameter Ekuivalen Vertikal Drain Sintetis48	48
Gambar 2. 19 Prosedur Instalasi PVD50	50
Gambar 2. 20 Skema Instrumentasi Geoteknik untuk Monitoring Kinerja PVD ..50	50
Gambar 3. 1 Diagram Perencanaan PVD.....51	51
Gambar 3. 2 Interpretasi Lapisan Tanah Hasil BH – 0153	53
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan <i>Preloading</i> dan Penurunan69	69

Gambar 4. 2 Grafik Derajat Konsolidasi vs Waktu Dalam Berbagai Spasi PVD Pola Segi Tiga.....	82
Gambar 4. 3 Grafik Derajat Konsolidasi vs Waktu Dalam Berbagai Spasi PVD Pola Segi Empat.....	83
Gambar 4. 4 Grafik Penurunan vs Waktu Dalam Berbagai Spasi PVD Pola Segi Tiga.....	85
Gambar 4. 5 Grafik Penurunan vs Waktu Dalam Berbagai Spasi PVD Pola Segi Empat.....	86
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Spasi dan Jumlah PVD.....	88

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Soil Classification of the Reclamation Materials (SETRA & LCPC, 1976)	8
Tabel 2. 2 Hubungan N (SPT) dengan Kepadatan Relatif Tanah Pasir	12
Tabel 2. 3 Hubungan N (SPT) dengan Kepadatan Relatif Tanah Lempung	12
Tabel 2. 4 Harga-harga Koefisien Permeabilitas (Braja, M. Das, 1987)	14
Tabel 2. 5 Nilai Berat Isi Tanah Untuk Tanah Kohesif (Hunt, 1986)	19
Tabel 2. 6 Nilai Berat Isi Tanah Untuk Tanah <i>Cohesionless</i> (Bowles, 1997)	19
Tabel 2. 7 Type Peralatan Untuk Pekerjaan Reklamasi Dan Pelindung Pantai	22
Tabel 2. 8 Nilai Faktor Daya Dukung Tanah (Meyerhof, 1963)	36
Tabel 2. 9 Jenis Vertikal Drain Sintetis atau PVD (Gambin, 1983)	40
Tabel 2. 10 Perbandingan C_h/C_v (Jamiolkowski dkk, 1983)	47
Tabel 3. 1 Deskripsi Tanah Titik Bor BH - 1	52
Tabel 3. 2 Nilai Berat Isi Tanah	54
Tabel 3. 3 Nilai Compression Index (C_c)	55
Tabel 3. 4 Nilai Tekanan Overburden Efektif (σ'_{vo})	56
Tabel 3. 5 Nilai Angka Pori (e_o)	57
Tabel 3. 6 Nilai Koefisien Konsolidasi Vertikal (C_v)	57
Tabel 3. 7 Nilai Koefisien Konsolidasi Horizontal (C_h)	58
Tabel 3. 8 Diameter Ekuivalen Berbagai Spasi PVD	62
Tabel 4. 1 Parameter Tanah	63
Tabel 4. 2 Total Penurunan Akibat <i>Preloading</i> Pertama	65
Tabel 4. 3 Total Penurunan Akibat <i>Preloading</i> Kedua	66
Tabel 4. 4 Total Penurunan Akibat <i>Preloading</i> Ketiga	68
Tabel 4. 5 H_{equiv} Setiap Lapisan Tanah	70
Tabel 4. 6 Derajat Konsolidasi Efektif (U-eff) Pola Segi Tiga Spasi 80 cm	73
Tabel 4. 7 Derajat Konsolidasi Efektif (U-eff) Pola Segi Tiga Spasi 90 cm	73
Tabel 4. 8 Derajat Konsolidasi Efektif (U-eff) Pola Segi Tiga Spasi 100 cm	74
Tabel 4. 9 Derajat Konsolidasi Efektif (U-eff) Pola Segi Tiga Spasi 120 cm	74

Tabel 4. 10 Derajat Konsolidasi Efektif (U-eff) Pola Segi Tiga Spasi 150 cm	75
Tabel 4. 11 Derajat Konsolidasi Efektif (U-eff) Pola Segi Empat Spasi 80 cm	77
Tabel 4. 12 Derajat Konsolidasi Efektif (U-eff) Pola Segi Empat Spasi 90 cm	77
Tabel 4. 13 Derajat Konsolidasi Efektif (U-eff) Pola Segi Empat Spasi 100 cm ..	78
Tabel 4. 14 Derajat Konsolidasi Efektif (U-eff) Pola Segi Empat Spasi 120 cm ..	78
Tabel 4. 15 Derajat Konsolidasi Efektif (U-eff) Pola Segi Empat Spasi 150 cm ..	79
Tabel 4. 16 Daya Dukung Ijin Tanah Dasar Dengan Penggunaan <i>Preloading</i> dan PVD.....	80
Tabel 4. 17 Derajat Konsolidasi Efektif Pola Segi Tiga Berbagai Spasi Vertikal Drain	81
Tabel 4. 18 Derajat Konsolidasi Efektif Pola Segi Empat Berbagai Spasi Vertikal Drain	81
Tabel 4. 19 Derajat Konsolidasi vs Waktu Penggunaan PVD.....	83
Tabel 4. 20 Penurunan Pola Segi Tiga Berbagai Spasi Vertikal Drain.....	84
Tabel 4. 21 Penurunan Pola Segi Empat Berbagai Spasi Vertikal Drain	84
Tabel 4. 22 Penurunan vs Waktu Penggunaan PVD.....	86
Tabel 4. 23 Jumlah PVD Dalam Berbagai Spasi	87

DAFTAR NOTASI

γ_{sat}	Berat isi tanah jenuh
γ_{dry}	Berat isi tanah kering
γ_w	Berat is air
γ'	Berat isi tanah efektif
k	koefisien permeabilitas
σ_{vo}'	Tegangan <i>overburden</i>
$\Delta\sigma$	Tegangan tambahan akibat beban luar
S_c	Penurunan / <i>Settlement</i> konsolidasi
C_c	Indeks pemampatan
e_o	Angka pori
μ	Poison rasio
LL	batas cair
PI	indeks plastisitas
C_v	Koefisien Konsolidasi Vertical
C_h	Koefisien Konsolidasi Horizontal
T_v	Faktor waktu, tergantung dari derajat konsolidasi vertikal
T_h	Faktor waktu, tergantung dari derajat konsolidasi horizontal
H_{dr}	Jarak drainasi
U_v	Derajat konsolidasi arah vertikal
U_h	Derajat konsolidasi arah horizontal
U_{eff}	Derajat konsolidasi rata-rata
t	Waktu Konsolidasi
c_u/S_u	Kohesi
E	Modulus Young
SF	Faktor Keamanan
k_x	Koefisien permeabilitas arah horizontal
k_y	Koefisien permeabilitas arah vertical
ϕ	Sudut Geser Dalam
μ	Angka Poison