

SKRIPSI

**ANALISA PERCEPATAN KONSOLIDASI DENGAN
METODE PVD PADA KONSTRUKSI REKLAMASI
PELABUHAN BELAWAN DENGAN PROGRAM
GEOSTUDIO 2012**



**Devandra Putra Pratama
NPM : 2011410129**

PEMBIMBING: Dr. Rinda Karlinasari, Ir., MT.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
DESEMBER 2017**

SKRIPSI

**ANALISA PERCEPATAN KONSOLIDASI DENGAN
METODE PVD PADA KONSTRUKSI REKLAMASI
PELABUHAN BELAWAN DENGAN PROGRAM
GEOSTUDIO 2012**



**Devandra Putra Pratama
NPM : 2011410129**

PEMBIMBING: Dr. Rinda Karlinasari, Ir., MT.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
DESEMBER 2017**

SKRIPSI

**ANALISA PERCEPATAN KONSOLIDASI DENGAN
METODE PVD PADA KONSTRUKSI REKLAMASI
PELABUHAN BELAWAN DENGAN PROGRAM
GEOSTUDIO 2012**



**Devandra Putra Pratama
NPM : 2011410129**

BANDUNG, 5 JANUARI 2018

Pembimbing :



Dr. Rinda Karlinasari, Ir., MT.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
DESEMBER 2017**

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama lengkap : Devandra Putra Pratama

NPM : 2011410129

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang memiliki judul ANALISA PERCEPATAN KONSOLIDASI DENGAN METODE PVD PADA KONSTRUKSI REKLAMASI PELABUHAN BELAWAN DENGAN PROGRAM GEOSTUDIO 2012 adalah karya ilmiah yang bebas dari plagiat. Jika kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 8 Februari 2018



Devandra Putra Pratama
2011410129

ANALISA PERCEPATAN KONSOLIDASI DENGAN METODE PVD PADA KONSTRUKSI REKLAMASI PELABUHAN BELAWAN DENGAN PROGRAM GEOSTUDIO 2012

**Devandra Putra Pratama
NPM: 2011410129**

Pembimbing: Dr. Rinda Karlinasari, Ir., MT.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
Desember 2017**

ABSTRAK

Penambahan beban di atas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan tanah di bawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab lain. Salah satu kategori penurunan tanah adalah konsolidasi. Konsolidasi dapat dipercepat dengan berbagai metode sesuai dengan kebutuhan. Metode *Prefabricated Vertical Drain* adalah salah satu metode yang sangat populer untuk digunakan. Penulis melakukan analisa percepatan konsolidasi di proyek reklamasi pelabuhan Belawan Medan, Sumatera Utara dengan metode PVD pada program Geostudio 2012. Hasil yang akan penulis tampilkan berupa pemodelan dan juga grafik dari *settlement*, *excess pore preassure*, *effective stress* dan faktor keamanan lereng tersebut setelah dilakukannya proses percepatan konsolidasi.

Kata Kunci: Konsolidasi, *Prefabricated Vertical Drain*, Faktor Keamanan, Geostudio.

ANALYSIS OF ACCESSIBLE CONSOLIDATION WITH PVD METHOD IN RECLAMATION CONSTRUCTION OF PORT HARBOR BELAWAN WITH GEOSTUDIO 2012 PROGRAM

Devandra Putra Pratama
NPM: 2011410129

Advisor: Dr. Rinda Karlinasari, Ir., MT.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Number: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
Desember 2017

ABSTRACT

The addition of loads above a soil surface may cause the underground layer underground to compress. The compression is caused by the deformation of soil particles, the relocation of particles, the discharge of water or air from within the pores, and other causes. One of the categories of land subsidence is consolidation. Consolidation can be accelerated by various methods as needed. The Prefabricated Vertical Drain method is one of the most popular methods to use. The authors conducted a consolidation acceleration analysis in the port reclamation project of Belawan Medan, North Sumatra by PVD method in Geostudio 2012 program. The results of the writer will show the modeling and graph of settlement, excess pore pressure, effective stress and slope safety factor after the acceleration process consolidation.

Keywords: Consolidation, Prefabricated Vertical Drain, Safety Factor, Geostudio

PRAKATA

Puji dan Syukur yang saya panjatkan kepada Allah S.W.T karena atas kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Analisa Percepatan Konsolidasi Dengan Metode Pvd Pada Konstruksi Reklamasi Pelabuhan Belawan Dengan Program Geostudio 2012”. Skripsi adalah salah syarat untuk menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik program studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis menyadari dalam menyusun skripsi ini telah banyak kendala, namun berkat dorongan, saran, dan bantuan maka akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak, Ibu dan keluarga saya yang selalu membantu saya dalam segala sisi sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini
2. Ibu Dr. Rinda Karlinasari selaku dosen pembimbing penulis yang telah memberikan waktu, ilmu dan tenaganya kepada murid bimbingannya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., Bapak Eric Ng Yin Kuan Ir., M.T., Bapak Budijanto Widjaja Ph.D., Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., dan Bapak Soeryadedi Ir., M.T., selaku dosen Geoteknik yang telah memberikan saya ilmu dalam bidang ilmu Geoteknik.
4. Adrian Haris sebagai teman perjuangan skripsi bersama yang terus mendorong saya agar terus mengerjakan skripsi.
5. Billy Muskat sebagai ko-pembimbing saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Yasmin Gayatri Salmadiputri sebagai pacar saya yang terus memberikan saya support dalam berbagai aspek untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Rd. Osman Shiddieq Wisesa S.S., Andana Sidhi Aditya S.T., M. Razan Faikar, dan Gani Gamayudha sebagai teman yang selalu menemani saya dalam menyelesaikan skripsi.

8. Teman-teman SMA Taruna Bakti angkatan 2011 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu
9. Dan teman-teman dari Teknik Sipil Unpar angkatan 2011

Bandung, 15 Desember 2017



Devandra P.P.

2011410129

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Sistem Penulisan.....	3
1.6 Diagram Alir.....	4
BAB 2 DASAR TEORI	5
2.1 Tanah.....	5
2.1.1. Definisi Tanah	5
2.1.2. Klasifikasi Tanah	6
2.2 Tanah Lempung.....	10
2.2.1. Kuat Geser Tanah Lempung	10
2.3 Konsolidasi.....	17
2.3.1. Dasar Konsolidasi.....	17
2.4 Perbaikan Tanah Dengan Metode Vertical Drain.....	18
2.4.1. Pre-Fabricated Vertical Drain	19

2.5	Parameter Tanah	20
2.5.1.	Uji Lapangan	20
2.5.2.	Uji Laboratorium	21
BAB 3 KONDISI DAERAH STUDI DAN KETERSEDIAAN DATA		23
3.1	Pendahuluan	23
3.2	Program SIGMA/W	23
3.2.1.	Memasukkan Data Pada Program SIGMA/W.....	23
3.2.2.	Output SIGMA/W	29
3.3	Program SLOPE/W.....	30
3.3.1.	Memasukkan Data Pada SLOPE/W	30
3.3.2.	Output SLOPE/W	35
BAB 4 ANALISIS DATA		37
4.1	Data Proyek	37
4.2	Data Parameter Tanah.....	40
4.3	Pemodelan SIGMA/W dan SLOPE/W	43
4.3.1.	SIGMA/W	43
4.3.2.	SLOPE/W.....	51
4.4	Hasil Analisis SIGMA/W dan SLOPE/W.....	54
4.4.1.	Hasil Analisis SIGMA/W	54
4.4.2.	Hasil Analisis SLOPE/W	58
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA.....		xvii

DAFTAR NOTASI

C	: Koefisien Limpasan
CN	: <i>Curve Number</i>
D_i	: Perbedaan
F	: Faktor Geomterik (m)
H	: Tinggi Muka Air dalam Sumur Resapan (m)
k	: faktor frekuensi
K	: Koefisien Permeabilitas Tanah (m/s)
Kn	: Konstanta Uji <i>Outlier</i>
K_{xi}	: Data dari variabel x
K_{yi}	: Data dari variabel y
L	: Panjang Lahan (km)
l	: Kedalaman sumur resapan (m)
n	: Jumlah Data
$P_{(x)}$: Peluang Terjadinya x
Q	: Debit Air Masuk (m ³ /s)
Q_o	: Debit resapan pada sumur resapan (m ³ /s)
R_{sp}	: Koefisien Kolerasi
S	: Deviasi Standar
S_o	: Kemiringan
S_y	: Simpangan Baku
tp	: <i>Lag Time</i> (menit)
x	: Data pengamatan
\bar{x}	: Nilai rata-rata populasi
Xt	: perkiraan nilai x
y	: Nilai Rata-Rata Dari Data
Y_H	: Batas Dari <i>Outlier</i> Atas (Dalam Logaritma)
Yn	: Nilai rata-rata dari <i>reduced variate</i>
Y_{tr}	: Nilai <i>reduced variate</i> dari variat x
α	: Parameter konsentrasi
β	: Parameter lokasi
σ	: Standar Deviasi Nilai x

Γ : Fungsi gamma

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fase Tanah (Das, 1994)	5
Gambar 2.2 Klasifikasi USCS	8
Gambar 2.3 Profil <i>Immediate Settlement</i>	13
Gambar 2.4 Stabilisasi Tanah dengan <i>Preloading</i> dan PVD	18
Gambar 2.5 Ilustrasi <i>Prefabricated Vertical Drain</i>	19
Gambar 2.6 Ilustrasi Pemasangan <i>Prefabricated Vertical Drain</i>	20
Gambar 3.1 Pengaturan grid pada SIGMA/W	24
Gambar 3.2 Pengaturan page pada SIGMA/W	24
Gambar 3.3 Pengaturan Unit dan Scale	24
Gambar 3.4 Key in analysis	26
Gambar 3.5 Pemodelan lereng	27
Gambar 3.6 Key in materials	28
Gambar 3.7 Pengaturan Boundary	29
Gambar 3.8 Pengaturan Grid	31
Gambar 3.9 Pengaturan Page	31
Gambar 3.13 Key in Analysis	34
Gambar 4.1 Lokasi Pelabuhan Belawan	37
Gambar 4.2 Lokasi Area Yang Direklamasi	38
Gambar 4.3 Lokasi section yang akan ditinjau	38
Gambar 4.4 Rencana <i>Section G</i> setelah dilaxuxan Reklamasi	39
Gambar 4.5 SWCC tanah pada <i>medium clay</i>	42
Gambar 4.6 SWCC tanah pada <i>soft clay</i>	43
Gambar 4.7 Material pada timbunan pasir	44
Gambar 4.8 Material pada <i>soft clay</i>	45
Gambar 4.9 Material pada <i>medium clay</i>	45
Gambar 4.10 Analisis Insitu	46
Gambar 4.11 Stratifikasi Tanah pada Program Geostudio 2012	46
Gambar 4.12 Menentukan muka air laut	47
Gambar 4.13 Analisis pada timbunan 4 meter	47
Gambar 4.14 Pemodelan pada fase timbunan 4 meter	47
Gambar 4.15 Pembuatan boundary baru PVD	48

Gambar 4.16 Boundary <i>zero preassure</i>	49
Gambar 4.17 Pengaplikasian boundary pada model	49
Gambar 4.18 Timbunan pasir pada 5 meter	49
Gambar 4.19 Timbunan pasir pada 6 meter	50
Gambar 4.20 Timbunan pasir pada 7 meter	50
Gambar 4.21 Timbunan pasir pada 8 meter	50
Gambar 4.22 Timbunan pasir pada 9 meter	51
Gambar 4.23 Timbunan pasir pada 10 meter	51
Gambar 4.24 Material pasir mohr-colomb	52
Gambar 4.25 Material <i>soft clay</i> mohr-colomb	52
Gambar 4.26 Material <i>medium clay</i> mohr-colomb	53
Gambar 4.27 Analisis SLOPE/W	54
Gambar 4.28 Titik tinjauan hasil analisis	55
Gambar 4.29 Settlement pada model	55
Gambar 4.30 Grafik settlement vs waktu	55
Gambar 4.31 Excess Pore Preassure pada model	56
Gambar 4.33 Tegangan Efektif pada model	57
Gambar 4.34 Grafik tegangan efektif vs waktu	57
Gambar 4.35 Hasil Analisis SLOPE/W pada 4 meter	58
Gambar 4.36 Hasil Analisis SLOPE/W pada 5 meter	58
Gambar 4.37 Hasil Analisis SLOPE/W pada 6 meter	58
Gambar 4.38 Hasil Analisis SLOPE/W pada 7 meter	59
Gambar 4.39 Hasil Analisis SLOPE/W pada 8 meter	59
Gambar 4.40 Hasil Analisis SLOPE/W pada 9 meter	59
Gambar 4.41 Hasil Analisis SLOPE/W pada 10 meter	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 AASHTO.....	9
Tabel 2.2 Penurunan dan Konsolidasi Tanah Lempung	12
Tabel 2.3 Indeks Properti Tanah.....	21
Tabel 2.4 Korelasi N-SPT dengan E.....	22
Tabel 2.5 Korelasi N-SPT dengan Poisson's Ratio	22
Tabel 3.1 Strength Model.....	32
Tabel 4.1 Pemodelan Lapisan Tanah Bh-1.....	40
Tabel 4.2 Pemodelan Lapisan Tanah Bh-2.....	40
Tabel 4.3 Tabel Parameter Tanah (C, Φ , Dan γ)	41
Tabel 4.4 Tabel Parameter Tanah (Grain Size, k, dan n)	41
Tabel 4.5 Tabel parameter tanah (E dan Poisson's ratio)	41
Tabel 5.1 Hasil Nilai Faktor Keamanan.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tabel data laboratorium BH-1
- Lampiran 2 Tabel data laboratorium BH-2
- Lampiran 3 Data SPT BH-2
- Lampiran 4 Data SPT BH-2 (Lanjutan)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Reklamasi adalah salah satu cara untuk menggunakan lahan atau perairan yang digunakan untuk menambah suatu nilai guna tempat tersebut agar dapat dimanfaatkan dengan baik. Definisi dari reklamasi adalah proses pembuatan lahan daratan baru dari dasar perairan, seperti laut atau juga sungai. Reklamasi juga dapat diartikan sebagai penimbunan daerah perairan atau daratan dalam skala yang relatif luas.

Ada berbagai metode proses pembuatan reklamasi :

1. Sistem Timbunan
Menimbun lahan perairan sampai dengan muka lahan lebih tinggi dibanding muka air laut tinggi.
2. Sistem Polder
Meringankan perairan yang akan direklamasi dengan cara memompa air keluar dan dibuatnya tanggul kedap air disekeliling daerah reklamasi.
3. Sistem Kombinasi Antara Timbunan dan Polder
Lahan reklamasi dikeringkan terlebih dahulu dengan pompa lalu ditimbun sampai ke permukaan air laut tinggi.
4. Sistem Drainase
Meringankan perairan dengan cara drainase, tetapi metode ini hanya berlaku untuk pesisir yang datar relatif rendah dari wilayah sekitarnya.

Dengan dilakukannya reklamasi di perairan, akan mengakibatkan lahan tersebut menjadi tidak stabil untuk melakukan konstruksi bangunan apapun. Karena banyaknya kandungan air dalam tanah yang mengakibatkan tanah menjadi tidak stabil, dibutuhkan perbaikan tanah agar lahan reklamasi dapat digunakan.

Prefabricated Vertical Drain (PVD) adalah salah satu cara untuk mempercepat konsolidasi tanah. Pada dasarnya PVD adalah lembaran plastik berbahan inti *polypropylene* dengan bahan pembungkus berbahan geotekstil. Konsolidasi tanah

pada umumnya memakan waktu bulanan hingga tahunan. Dengan PVD, konsolidasi tanah akan dipercepat 10 hingga 20 kali lebih cepat.

Dengan dilakukannya PVD untuk memperbaiki tanah di lahan reklamasi, maka harus memperhitungkan jumlah PVD yang digunakan, jarak kedalam PVD, dan juga lamanya waktu yang akan digunakan untuk mempercepat konsolidasi tersebut.

1.2 Rumusan Permasalahan

Dengan ketidakstabilan tanah reklamasi untuk dilakukan konstruksi bangunan, maka dibutuhkan perbaikan tanah seperti metode PVD agar mempercepat proses konsolidasi. Proses konsolidasi tersebut membutuhkan perhitungan matang tentang jarak PVD, dan juga waktu yang digunakan agar metode PVD menjadi efektif dan efisien.

1.3 Tujuan Penulisan

Berdasarkan perumusan masalah yang sudah ditulis diatas, maka berikut adalah garis besar atau pokok-pokok yang ingin penulis capai setelah masalah diteliti, dibahas dan dijawab, sebagai berikut :

1. Menghitung jarak penurunan konsolidasi setelah dilakukan perbaikan tanah dengan cara PVD.
2. Meramalkan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses percepatan konsolidasi dengan cara PVD.

1.4 Ruang Lingkup

Untuk memecahkan masalah diatas, berikut adalah batasan-batasan masalah dari penulisan ini :

1. Objek Penelitian adalah proyek reklamasi Pelabuhan Belawan, Medan, Sumatera Utara.
2. Menggunakan program Geostudio 2012
3. Berikut adalah elemen-elemen utama yang akan diteliti :

- Jarak penurunan konsolidasi.
- Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai konsolidasi yang maksimum.

1.5 Sistem Penulisan

Bab 1 (Pendahuluan)

Bab ini berisi latar belakang, rumusan permasalahan, tujuan penulisan, dan sistem penulisan.

Bab 2 (Dasar Teori)

Bab ini berisi dasar teori dan pengertian-pengertian yang terkait dalam kegiatan reklamasi daratan, konsolidasi, dan juga *Ground Technique Improvement* dengan *Prefabricated Vertical Drain*.

Bab 3 (Metode Penelitian)

Bab ini berisi metode-metode yang untuk menghitung penurunan konsolidasi dengan metode PVD dibantu dengan program Geostudio.

Bab 4 (Hasil Penelitian dan Pembahasan)

Bab ini berisi data dari hasil perhitungan yang didapat melalui program Geostudio yang merupakan besarnya penurunan tanah dan juga lamanya waktu proses percepatan konsolidasi.

Bab 5 (Kesimpulan dan Saran)

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang didapat dari analisis dan pembahasan yang ada pada bab sebelumnya.

1.6 Diagram Alir

