

SKRIPSI

PEMODELAN EMBANKMENT DI ATAS TANAH LUNAK DENGAN DAN TANPA PVD DAN MEKANISME LINTASAN TEGANGANNYA



ALFRED SIEMARGA PUTRA

NPM: 2016410116

PEMBIMBING : Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

2019

SKRIPSI

PEMODELAN EMBANKMENT DI ATAS TANAH LUNAK DENGAN DAN TANPA PVD DAN MEKANISME LINTASAN TEGANGANNYA



**ALFRED SIEMARGA PUTRA
NPM: 2016410116**

PEMBIMBING :

Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

2019

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Alfred Siemarga Putra

NPM : 2016410116

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: Pemodelan Embankment di atas Tanah Lunak Dengan dan Tanpa PVD dan Mekanisme Lintasan Tegangannya adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Seluruh data dan analisa data yang dilakukan adalah benar-benar dilakukan oleh diri sendiri dari awal Bulan Oktober 2019 sampai dengan akhir Bulan November 2019. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Desember 2019



Alfred Siemarga Putra

2016410116

PEMODELAN EMBANKMENT DI ATAS TANAH LUNAK DENGAN DAN TANPA PVD DAN MEKANISME LINTASAN TEGANGANNYA

**Alfred Siemarga Putra
NPM: 2016410116**

Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DESEMBER
2019**

ABSTRAK

Masalah yang umum terjadi pada Tanah Lunak adalah nilai daya dukung tanah yang rendah. *Sliding* yang terjadi pada jalan Tol Kanci-Pejagan khususnya pada segmen simpang susun pejalan disebabkan karena timbunan berdiri di atas lapisan tanah lunak yang memiliki kedalaman 12 meter. Salah satu cara untuk meningkatkan kestabilan lereng timbunan adalah dengan menggunakan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) untuk mempercepat proses konsolidasi. PVD memberi jalur bagi terdisipasinya air pori sehingga derajat konsolidasi 90% dapat tercapai dalam waktu yang lebih singkat. Pengaruh penggunaan PVD untuk kestabilan lereng akan dianalisis menggunakan metode lintasan tegangan dimana terjadi disipasi air pori akibat penggunaan PVD tersebut.

Kata kunci: Tanah Lunak, PVD, Lintasan Tegangan.

MODELING OF EMBANKMENT ON SOFT SOIL WITH AND WITHOUT PVD AND ITS STRESS PATH MECHANISM

Alfred Siemarga Putra
NPM: 2016410116

Advisor: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DESEMBER
2019

ABSTRACT

The common problem that usually happen on soft soil is the low bearing capacity of the soil. The *Sliding* that happened in Kanci-Pejagan toll road was caused by the soft soils layer with a depth of 12 meters that was where the embankment was constructed. The solution for soft soil is using prefabricated vertical drain (PVD) to increase the stability of the embankment by speed up the time for consolidation. PVD provide a way for excess pore pressure to dissipate until 90% degree of consolidation in a short amount of time. The effect of using PVD to reduce the excess pore water pressure for the stability of the slope will be analyzed using the stress path method.

Keywords: Soft Soil, PVD, Stress Path

PRAKATA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmatNya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Pemodelan *embankment* di atas tanah lunak dengan PVD dan tanpa PVD dan mekanisme lintasan tegangannya. Skripsi ini merupakan salah satu syarat lulus program sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Selama proses penulisan skripsi ini, terdapat berbagai hambatan yang dialami oleh penulis baik hambatan yang bersifat fisik maupun hambatan yang bersifat emosional dalam skala yang besar ataupun kecil yang dialami oleh penulis. Namun, penulis sangat bersyukur atas hadirnya orang-orang yang telah membantu penulis untuk mengatasi berbagai hambatan tersebut. Oleh karenanya, penulis mengucapkan terima kasih kepada orang-orang tersebut, yaitu:

1. Papa Sufianto IK, Mama Myrnawati Tan, Cece Nadia Caroline Siemarga S.Sos., Koko Albert Siemarga Putra, dan Dede Aldrich Ivanputra Siemarga yang sangat saya sayangi selaku keluarga kandung yang selalu memberi dukungan dalam berbagai bentuk dan dalam berbagai situasi dan kondisi.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing dan mendampingi penulis dalam segala proses penulisan skripsi, dimulai dari asistensi, diskusi, pemberian data, hingga penyempurnaan penulisan skripsi penulis.
3. Seluruh dosen dan staff pengajar KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan selaku dosen penguji untuk segala kritik, masukan, dan sarannya.
4. Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T., Kirana Rongsadi, S.T., M.T., Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T., dan Kevin Martandi Setianto, S.T. sebagai partner diskusi penulis mengenai materi skripsi.
5. Martin Supardi, Wellyanto Wijaya, Rocky Mountainshia, Fanisa Widya Febriyani, Ivan, Stephen Lunardi, dan Anthony Kristian Ong selaku saudara satu pembimbing yang berjuang bersama berawal dari asistensi skripsi pertama hingga akhir proses penulisan skripsi.
6. Martin, Billey, Ken-ken, Wilson, Kentang, Acit, Calvin, Mitan, Iola, dan Ebel sebagai teman yang mau membantu penulis dalam bentuk diskusi mengenai

skripsi ini, yang selalu setia menyemangati, dan memberikan motivasi selama proses penulisan skripsi ini.

7. Verra Tania sebagai seseorang yang selalu setia dan dengan sabar menyemangati penulis selama proses penulisan skripsi ini disaat penulis ingin menyerah dan selalu meluangkan waktunya untuk mendengarkan cerita dari penulis di saat penulis sedang mengalami titik buntu dalam penulisan skripsi ini.
8. Kos Pondok Menjangan Residence sebagai tempat penulis beristirahat selama penulisan skripsi ini
9. Seluruh civitas akademika Universitas Katolik Parahyangan, khususnya program studi teknik sipil.
10. Diri saya sendiri yang sudah mau berjuang demi terselesaikannya skripsi ini sehingga skripsi ini dapat selesai tepat pada waktunya.

Penulis menyadari akan kelemahan, kekurangan, dan ketidaksempurnaan yang dilakukan selama proses penulisan skripsi ini, karena itu penulis sangat membutuhkan kritik dan saran yang membangun agar kedepannya dapat menjadi lebih baik lagi. Terima kasih.

Bandung, Desember 2019



Alfred Siemarga Putra

2016410116

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Lingkup Penelitian	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-3
1.6 Sistematika Penulisan.....	1-3
1.7 Diagram Alir Penelitian	1-4
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 Lintasan Tegangan	2-1
2.1.1 Konsep Lintasan Tegangan	2-1
2.1.2 σ -line dan K_f -line	2-5
2.1.3 Beberapa Lintasan Tegangan Aktual di Lapangan	2-6
2.2 Parameter Tekanan Air Pori	2-9
2.3 Konsep Tegangan.....	2-10
2.3.1 Jenis Tegangan	2-11
2.3.2 Kondisi Tegangan di Lapangan	2-11
2.3.3 <i>State of stress</i> dan Lingkaran Mohr	2-12
2.4 Kuat Geser Tanah	2-14
2.4.1 Kriteria Keruntuhan Pada Tanah	2-14
2.4.2 Kriteria Keruntuhan Mohr	2-15

2.4.3 Kriteria Keruntuhan Mohr-Coulomb	2-16
2.4.4 Parameter Kuat Geser Tanah	2-17
2.5 Pertambahan Tegangan akibat Beban Timbunan Dua Dimensi	2-17
2.6 <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)	2-18
2.6.1 Jenis <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD).....	2-19
2.6.2 Aplikasi <i>Vertical Drain</i>	2-20
2.7 Perencanaan <i>Vertical Drain</i>	2-21
2.7.1 Konsolidasi Akibat Aliran Air Pori Dalam Arah Vertikal	2-21
2.7.2 Konsolidasi Akibat Aliran Air Pori dalam Arah Horizontal	2-21
2.7.3 Konsolidasi akibat Aliran Vertikal dan Horizontal	2-23
2.7.4 <i>Isochrone</i> Untuk Menentukan Derajat Konsolidasi Ekuivalen Tiap Kedalaman (U_z)	2-23
BAB 3 METODE ANALISIS	3-1
3.1 Analisis dengan Perhitungan Manual.....	3-1
BAB 4 DATA DAN ANALISIS DATA	4-1
4.1 Deskripsi Proyek.....	4-1
4.2 Data, Parameter, dan Lapisan Tanah.....	4-3
4.2.1 Penentuan Parameter-Parameter Tanah	4-4
4.2.2 Lapisan Tanah.....	4-9
4.3 Lintasan Tegangan	4-10
4.3.1 Lintasan Tegangan Tanpa PVD.....	4-10
4.3.2 Lintasan Tegangan dengan PVD ($t = 90$ Hari)	4-18
4.3.3 Lintasan Tegangan Dengan PVD ($t = 180$ hari)	4-25
4.4 Faktor Keamanan	4-31
4.4.1 Faktor Keamanan Pada Saat Tidak menggunakan PVD.....	4-31
4.4.2 Faktor Keamanan Timbunan dengan PVD ($t = 90$ hari)	4-31
4.4.3 Faktor Keamanan Timbunan dengan PVD ($t = 180$ hari)	4-31
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran.....	5-2

DAFTAR PUSTAKA.....xvii

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Δu	: Perubahan Tekanan Air Pori Ekses
Δu_f	: Perubahan Tekanan Air Pori Ekses Saat Failure
σ_1	: Tegangan Tanah Vertikal
σ_3	: Tegangan Tanah Horizontal
σ_1'	: Tegangan Tanah Vertikal Efektif
σ_3'	: Tegangan Tanah Horizontal Efektif
σ	: Tegangan Tanah Pada kondisi total
σ'	: Tegangan Tanah Dalam kondisi efektif
τ_f	: Tegangan Geser Tanah saat Runtuh
τ_m	: Tegangan Geser yang termobilisasi oleh tanah
γ_{dry}	: Berat Isi Butir Tanah saat tanah dalam kondisi Kering Oven
γ_{sat}	: Berat Isi Tanah Saat Tanah Tersaturasi
Ψ	: Sudut Kemiringan K_f Line
ϕ	: Sudut Geser Dalam Tanah
ϕ'	: Sudut Geser Dalam Tanah Efektif
AC	: <i>Axial Compression</i>
AE	: <i>Axial Extension</i>
a	: Perpotongan antara garis K_f dengan sumbu q
C	: Kohesi Tanah
C'	: Kohesi Tanah Efektif
C_v	: Koefisien Konsolidasi Vertikal
C_h	: Koefisien Konsolidasi Horizontal
ESP	: Lintasan Tegangan Efektif
e	: Angka Pori
FK	: Faktor Keamanan
Gs	: Berat Jenis Tanah
K_0	: Kondisi tekanan lateral tanah pada kondisi tidak ada regangan
K_f	: Rasio Tegangan Pada saat kondisi tegangan runtuh
LC	: <i>Lateral Compression</i>
LE	: <i>Lateral Extension</i>

x

NC	: <i>Normally Consolidated</i>
PVD	: <i>Prefabricated Vertical Drain</i>
Sr	: Derajat Saturasi
TSP	: Lintasan Tegangan Total
Tv	: Faktor Waktu Arah Vertikal
Th	: Faktor Waktu Arah Horizontal
U	: Derajat Konsolidasi
Ud	: Tegangan Air Pori yang telah Terdisipasi
Uh	: Derajat Konsolidasi Arah Horizontal
Uo	: Tegangan Air Pori Awal
Uv	: Derajat Konsolidasi Arah Vertikal
w	: Kadar Air Natural (%)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lintasan Tegangan Tanah (a) tanpa PVD dan (b) dengan PVD (Holtz et al, 2010).....	1-2
Gambar 1. 2 Diagram Alir Penelitian	1-5
Gambar 2. 1 Lingkaran Mohr dan korelasinya dengan <i>stress point</i> (Lambe dan Whitman, 1969).....	2-1
Gambar 2. 2 (a) Rangkaian lingkaran Mohr yang mempresentasikan penambahan tegangan; (b) Lintasan tegangan untuk nilai σ_3 yang tetap dan σ_1 yang bertambah (Lambe dan Whitman, 1969).....	2-2
Gambar 2. 3 <i>Stress path</i> yang dihasilkan pada berbagai kondisi σ_h dan σ_v (Lambe dan Whitman, 1969).....	2-3
Gambar 2. 4 Hubungan antara garis K_f dan garis keruntuhan Mohr-Coulomb (Holtz dan Kovacs, 1981)	2-4
Gambar 2. 5 ESP, TSP, dan $(T-u_o)SP$ pada tanah lempung dengan kondisi <i>Normally Consolidated</i> (NC) (Lambe, 1967)	2-5
Gambar 2. 6 Ilustrasi arah pergerakan dari empat buah TSP utama (Lambe, 1967).	2-7
Gambar 2. 7 (a) Ilustrasi TSP aksial tekan (AC, <i>axial compression</i>), (b) Ilustrasi TSP lateral tarik (LE, <i>lateral extension</i>), (c) Ilustrasi TSP aksial tarik (AE, <i>axial extension</i>), (d) Ilustrasi TSP lateral tekan (LC, <i>lateral compression</i>) (Holtz dan Kovacs, 1981).....	2-8
Gambar 2. 8 Peningkatan tegangan yang terjadi pada uji triaksial (a). Kondisi awal (b). Pemberian tegangan keliling (c). Peningkatan tegangan deviatorik (d). Perubahan Resultan tegangan (Lambe dan Whitman, 1967).	2-9
Gambar 2. 9 Tegangan normal dan tegangan geser (Handoko, 2003)	2-11
Gambar 2. 10 Kondisi tegangan pada (a). Koordinat 3 dimensi dan (b) Koordinat 2 dimensi (Handoko, 2003).....	2-12
Gambar 2. 11 Ilustrasi Lingkaran Mohr (Holtz dan Kovacs, 1981).	2-13
Gambar 2. 12 Perilaku tanah (a) <i>Strain-softening</i> dan (b) <i>Strain-hardening</i> (Handoko, 2003).....	2-15

Gambar 2. 13 Ilustrasi (a) kurva keruntuhan Mohr dan (b) elemen saat keruntuhan dengan tegangan utama serta tegangan yang bekerja pada bidang keruntuhan (Holtz dan Kovacs, 1981).	2-15
Gambar 2. 14 Kurva keruntuhan Mohr yang dibentuk dari beberapa lingkaran Mohr saat keruntuhan (Lambe dan Whitman, 1969).....	2-16
Gambar 2. 15 Ilustrasi perbandingan kurva keruntuhan Mohr dan Mohr-Coulomb (Handoko, 2003).	2-17
Gambar 2. 16 Pembebanan Merata dalam Arah Vertikal	2-18
Gambar 2. 17 Ilustrasi instalasi PVD pada tanah di bawah timbunan (Sumber: geoharbour.com.au)	2-19
Gambar 2. 18 Ilustrasi <i>vertical drain</i> memberi jalur bagi air pori untuk keluar pada arah vertikal (Sumber: www.semanticscholar.org)	2-19
Gambar 2. 19 <i>Isochrone</i> (Das, 2009).....	2-23
Gambar 3. 1 Ilustrasi p-q diagram untuk menentukan τ_f dan τ_m	3-1
Gambar 3. 2 Panjang Bidang Gelincir yang dimobilisasi oleh Tiap Titik	3-2
Gambar 4. 1 Longsoran timbunan Simpang Susun Pejagan (Sumber: Dokumentasi PT. GEC).....	4-1
Gambar 4. 2 Hasil <i>Monitoring</i> Pergerakan Tanah Timbunan pada Inklinometer 1	4-2
Gambar 4. 3 Hasil <i>Monitoring</i> Pergerakan Tanah Timbunan pada Inklinometer 2	4-2
Gambar 4. 4 Proses Pembacaan Inklinometer	4-2
Gambar 4. 5 Pembacaan Inklinometer.....	4-3
Gambar 4. 6 Grafik Kecepatan Pergerakan terhadap Waktu Inklinometer 1.....	4-3
Gambar 4. 7 Grafik Kecepatan Pergerakan terhadap Waktu Inklinometer 2.....	4-3
Gambar 4. 8 Grafik γ_{wet} vs <i>Depth</i> (m).....	4-5
Gambar 4. 9 Grafik γ_{dry} vs <i>Depth</i> (m)	4-5
Gambar 4. 10 Grafik C_u (TX-CU) vs <i>Depth</i> (m).....	4-6
Gambar 4. 11 Grafik ϕ_u (TX-CU) vs <i>Depth</i> (m)	4-6
Gambar 4. 12 Grafik Angka Pori vs <i>Depth</i> (m).....	4-7
Gambar 4. 13 Grafik <i>Specific Gravity</i> vs <i>Depth</i> (m)	4-7
Gambar 4. 14 Grafik Kadar Air vs <i>Depth</i> (m).....	4-8

Gambar 4. 15 Gambar Lapisan Tanah Beserta Parameter Tanah.....	4-9
Gambar 4. 16 Ilustrasi Bidang Gelincir yang Terjadi beserta Titik A, B, C, D, dan E yang Ditinjau	4-10
Gambar 4. 17 Grafik Pertambahan Nilai Tenggangan Vertikal ($\Delta\sigma_v$) Setiap Terjadi Kenaikan Tinggi Timbunan.....	4-12
Gambar 4. 18 Grafik Pertambahan Nilai Tenggangan Horizontal ($\Delta\sigma_h$) Setiap Terjadi Kenaikan Tinggi Timbunan	4-12
Gambar 4. 19 p-q Diagram Titik A.....	4-13
Gambar 4. 20 p-q Diagram Titik B.....	4-14
Gambar 4. 21 p-q Diagram Titik C.....	4-15
Gambar 4. 22 p-q Diagram Titik D.....	4-16
Gambar 4. 23 p-q Diagram Titik E Tanpa PVD.....	4-17
Gambar 4. 24 p-q Diagram Dengan PVD (t = 90 hari) Titik A	4-20
Gambar 4. 25 p-q Diagram Dengan PVD (t = 90 hari) Titik B.....	4-21
Gambar 4. 26 p-q Diagram Dengan PVD (t = 90 hari) Titik C.....	4-22
Gambar 4. 27 p-q Diagram dengan PVD (t = 90 hari) Titik D	4-23
Gambar 4. 28 p-q Diagram dengan PVD (t = 90 hari) Titik E.....	4-24
Gambar 4. 29 p-q Diagram dengan PVD (t = 180 hari) Titik A	4-26
Gambar 4. 30 p-q Diagram dengan PVD (t = 180 hari) Titik B.....	4-27
Gambar 4. 31 p-q Diagram dengan PVD (t = 180 hari) Titik C.....	4-28
Gambar 4. 32 p-q Diagram dengan PVD (t = 180 hari) Titik D	4-29
Gambar 4. 33 p-q Diagram dengan PVD (t = 180 hari) Titik E.....	4-30

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Beberapa Jenis Vertikal Drain Sintetis (Gambin, 1983)	2-20
Tabel 2. 2 Perbandingan C_h/C_v (Jamiołkowski et al, 1983)	2-22
Tabel 2. 3 Variasi Nilai T_v Terhadap Nilai U (Terzaghi, 1925)	2-24
Tabel 4. 1 Nilai Parameter Tanah yang Digunakan	4-8
Tabel 4. 2 Nilai γ_{sat} yang Diperoleh dari Hasil Perhitungan	4-9
Tabel 4. 3 Penambahan Tegangan yang terjadi pada titik A, titik B, titik C, titik D, dan titik E (Semua pertambahan tegangan dihitung secara kumulatif)	4-11
Tabel 4. 4 Tabel Perhitungan nilai p , p' , dan q Titik A	4-13
Tabel 4. 5 Tabel Perhitungan nilai p , p' , dan q Titik B	4-14
Tabel 4. 6 Tabel Perhitungan nilai p , p' , dan q Titik C	4-15
Tabel 4. 7 Tabel Perhitungan nilai p , p' , dan q Titik D	4-16
Tabel 4. 8 Tabel Perhitungan nilai p , p' , dan q Titik E	4-17
Tabel 4. 9 Nilai C_v dan C_h	4-18
Tabel 4. 10 Nilai Derajat konsolidasi Total Akibat penggunaan PVD dengan target waktu 90 Hari	4-18
Tabel 4. 11 Nilai Derajat Konsolidasi yang tercapai pada 90 Hari Untuk Kedalaman Tiap Titik	4-19
Tabel 4. 12 Tabel Perhitungan nilai Δu dan p' Setelah digunakkan PVD ($t = 90$ Hari) Titik A	4-20
Tabel 4. 13 Tabel Perhitungan nilai Δu dan p' Setelah digunakkan PVD ($t = 90$ Hari) Titik B	4-21
Tabel 4. 14 Tabel Perhitungan nilai Δu dan p' Setelah digunakkan PVD ($t = 90$ Hari) Titik C	4-22
Tabel 4. 15 Tabel Perhitungan nilai Δu dan p' Setelah digunakkan PVD ($t = 90$ Hari) Titik D	4-23
Tabel 4. 16 Tabel Perhitungan nilai Δu dan p' Setelah digunakkan PVD ($t = 90$ Hari) Titik D	4-24
Tabel 4. 17 Nilai Derajat konsolidasi Total Akibat penggunaan PVD dengan target waktu 180 Hari	4-25
Tabel 4. 18 Nilai Derajat Konsolidasi yang tercapai pada 180 hari untuk Kedalaman tiap Titik	4-25

Tabel 4. 19 Tabel Perhitungan nilai Δu dan p' Setelah digunnakan PVD (t = 180 Hari) Titik A	4-26
Tabel 4. 20 Tabel Perhitungan nilai Δu dan p' Setelah digunnakan PVD (t = 180 Hari) Titik B	4-27
Tabel 4. 21 Tabel Perhitungan nilai Δu dan p' Setelah digunnakan PVD (t = 180 Hari) Titik C	4-28
Tabel 4. 22 Tabel Perhitungan nilai Δu dan p' Setelah digunakan PVD (t = 180 Hari) Titik D	4-29
Tabel 4. 23 Tabel Perhitungan nilai Δu dan p' Setelah digunakan PVD (t = 180 Hari) Titik E	4-30
Tabel 4. 24 Nilai Faktor Keamanan Titik A, B, C, D. dan E tanpa PVD	4-31
Tabel 4. 25 Nilai Faktor Keamanan Titik A, B, C, D. dan E dengan PVD (t = 90 hari)	4-31
Tabel 4. 26 Nilai Faktor Keamanan Titik A, B, C, D. dan E dengan PVD (t = 180 hari)	4-32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Uji CPTu STA 266+846	L14-1
Lampiran 2 Data SPT BHB-01.....	L14-2
Lampiran 3 Data SPT BHB-02.....	L14-4
Lampiran 4 Data Hasil Uji Konsolidasi BHB-01 Depth 6.50 – 7.00 m	L14-6
Lampiran 5 Data Hasil Uji Konsolidasi BHB-01 Depth 12.50 – 13.00 m.....	L14-7
Lampiran 6 Data Hasil Uji Konsolidasi BHB-01 Depth 16.50 – 17.00 m.....	L14-8
Lampiran 7 Data Hasil Uji Konsolidasi BHB-01 Depth 26.50 – 27.00 m.....	L14-9
Lampiran 8 Data Hasil Uji Konsolidasi BHB-02 Depth 4.50 – 5.00 m	L14-10
Lampiran 9 Data Hasil Uji Konsolidasi BHB-02 Depth 8.00 – 8.50 m	L14-11
Lampiran 10 Data Hasil Uji Konsolidasi BHB-02 Depth 12.50 – 13.00 m..	L14-12
Lampiran 11 Data Hasil Uji Konsolidasi BHB-02 Depth 16.50 – 17.00 m..	L14-13
Lampiran 12 Data Hasil Uji Laboratorium	L14-14

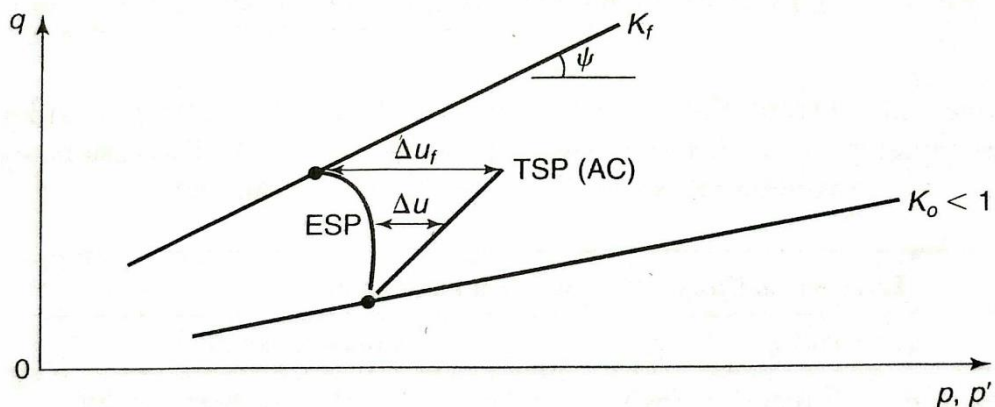
BAB 1

PENDAHULUAN

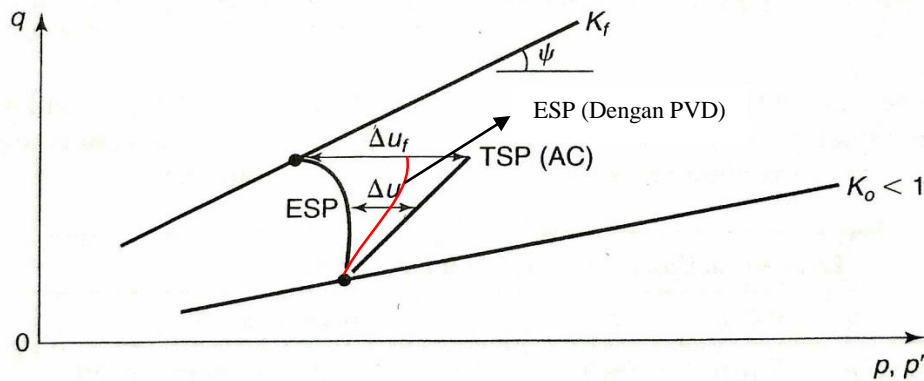
1.1 Latar Belakang Permasalahan

Tanah lunak memiliki nilai kuat geser yang rendah, kemampuan yang tinggi, dengan koefisien permeabilitas yang rendah (Siska & Yakin, 2016). Terdapat beberapa masalah utama yang umum terjadi apabila suatu struktur bangunan didirikan di atas tanah lunak antara lain daya dukung tanah yang rendah dan penurunan (*settlement*) serta perbedaan penurunan (*differential settlement*) yang besar. Masalah tersebut dapat diatasi dengan menggunakan pondasi dalam, namun solusi tersebut menjadi tidak ekonomis apabila konstruksi tersebut berdiri di atas suatu lahan yang luas seperti kompleks perumahan, jalan tol, landas pacu pesawat terbang, pabrik, kilang minyak ataupun proyek reklamasi (Gouw, 1990).

Apabila tanah lunak dengan kondisi jenuh air akan dilakukan konstruksi dengan *embankment* di atasnya, maka akan terjadi ketidakstabilan pada lereng timbunan tersebut. *Vertical drain* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kestabilan lereng timbunan (Gouw, 1990). Dengan digunakannya *vertical drain* pada tanah lunak maka tekanan air pori akan berkurang sehingga proses kegagalan timbunan tidak terjadi. Perbedaan lintasan tegangan yang terjadi pada saat tanah dipasang PVD dan tidak dipasang PVD dapat dilihat pada Gambar 1.1



(a)



Gambar 1. 1 Lintasan Tegangan Tanah (a) tanpa PVD dan (b) dengan PVD (Holtz et al, 2010)

1.2 Inti Permasalahan

Persoalan yang kerap terjadi pada timbunan (*embankment*) di atas tanah lunak adalah daya dukung tanah yang rendah dengan waktu konsolidasi yang bisa dibilang cukup lama. Daya dukung tanah yang rendah mengakibatkan perlunya dilakukan analisis untuk menentukan mekanisme keruntuhan timbunan yang terjadi akibat penimbunan yang dilakukan. Mekanisme keruntuhan tersebut didapat dari perhitungan faktor keamanan pada beberapa titik yang ditentukan dengan melihat lintasan tegangan (*stress path*) yang terjadi pada titik tersebut. Tanah pada bagian bawah timbunan dengan faktor keamanan (*safety factor*) terendah dapat diberikan perlakuan (*treatment*) terlebih dahulu tersebut berupa perbaikan tanah untuk mencegah terjadinya kegagalan (*failure*) pada timbunan.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dituliskan diatas, maksud dari penelitian ini adalah untuk memahami mekanisme stabilitas tanah berdasarkan faktor keamanan lintasan tegangan yang terjadi sehingga dapat dihitung faktor keamanan (*safety factor*) timbunan pada saat digunakan PVD maupun pada saat tidak digunakan PVD.

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian dalam skripsi ini meliputi:

1. Pemodelan dilakukan pada tanah lunak dengan kondisi *normally consolidated* (NC)
2. Perhitungan dilakukan secara manual untuk menentukan faktor keamanan yang dilakukan pada beberapa titik di daerah timbunan sehingga dapat

ditentukan bagian dari timbunan maupun tanah di bawahnya dengan faktor keamanan terendah.

3. Studi kasus akan dilakukan pada proyek Toll Kanci-Pejagan

1.5 Metode Penelitian

Beberapa metode yang akan dilakukan dalam rangka mencapai tujuan penelitian diatas adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pengumpulan literatur yang relevan sebagai acuan dalam menganalisis faktor keamanan dengan metode lintasan tegangan (*stress path method*) yang bersumber dari buku, artikel, dan jurnal penelitian.

2. Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan berupa data sekunder yaitu data hasil uji laboratorium maupun data yang berasal dari pengukuran di lapangan oleh

3. Analisis Data

Mengolah dan menganalisis seluruh data dengan metode lintasan tegangan yang diperoleh untuk mengetahui efektivitas penggunaan PVD pada timbunan di atas tanah lunak.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Terdiri dari latar belakang permasalahan, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir penelitian.

BAB 2 DASAR TEORI

Terdiri dari teori-teori yang berhubungan dengan tanah lunak, stabilitas lereng, prakompresi tanah dengan PVD dan lintasan tegangan (*stress path*) yang didapatkan dari buku, jurnal, dan karya ilmiah yang berguna dalam melakukan analisis.

BAB 3 METODE ANALISIS

Terdiri dari metode-metode analisis yang akan digunakan untuk melakukan evaluasi efektivitas penggunaan PVD untuk meningkatkan faktor keamanan pada timbunan di atas tanah lunak.

BAB 4 ANALISIS DATA

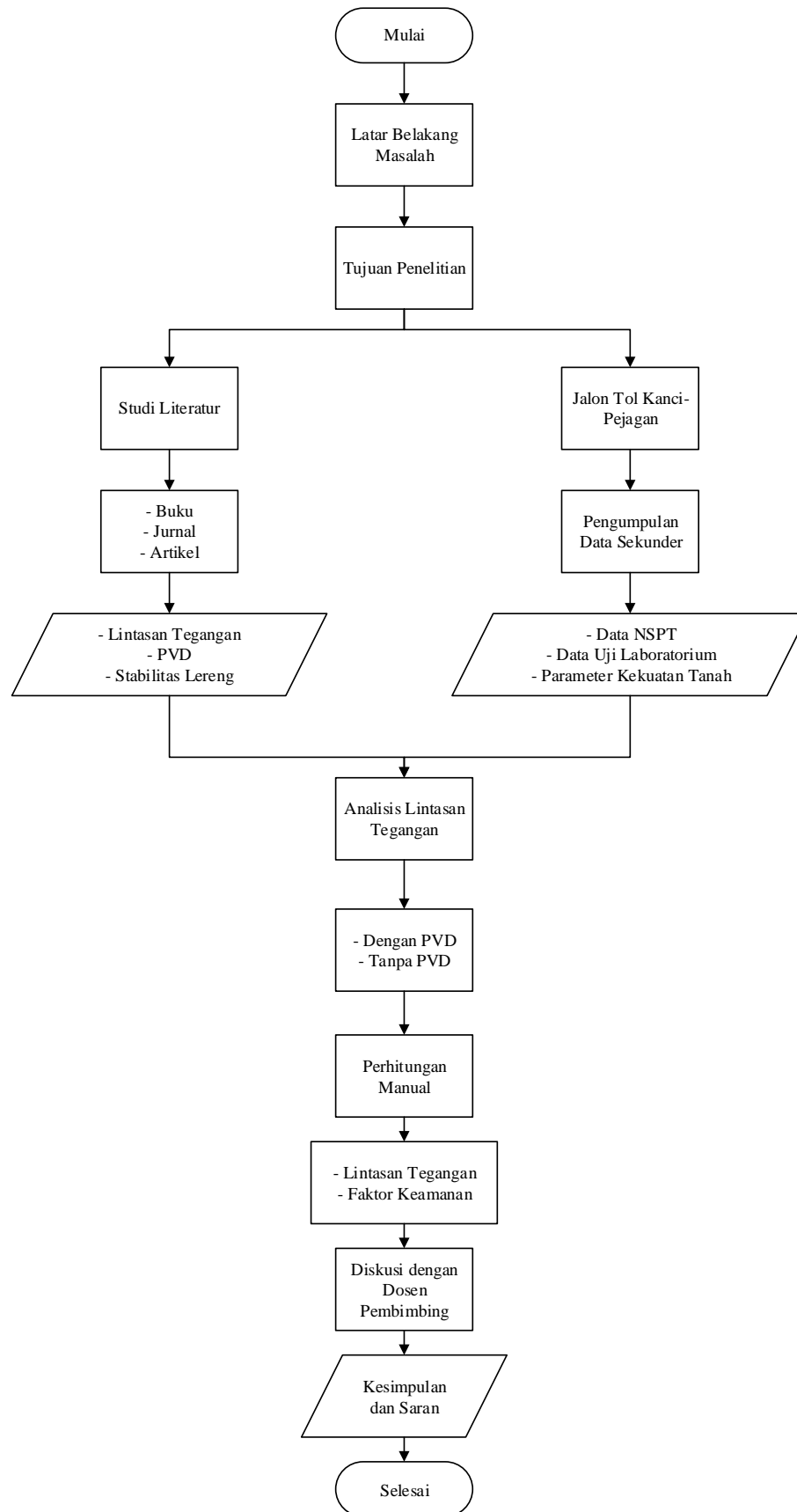
Terdiri dari pembahasan efektivitas penggunaan PVD untuk meningkatkan faktor keamanan pada timbunan di atas tanah lunak dengan membandingkan lintasan tegangan yang terjadi pada saat tanah dipasang PVD maupun tidak.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi simpulan yang diperoleh dari penelitian ini dan saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya.

1.7 Diagram Alir Penelitian

Skripsi ini dilakukan dengan beberapa langkah yaitu identifikasi masalah dan penentuan tujuan penelitian, setelah itu dilakukan studi literatur dan pengumpulan data proyek yang berhubungan dengan penelitian. Kemudian dilakukan perhitungan dan analisis terhadap lintasan tegangan berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan baik dengan perhitungan manual maupun dengan bantuan PLAXIS 2D sehingga didapatkan lintasan tegangan yang terjadi beserta faktor keamanan pada titik-titik disekitar timbunan yang telah ditentukan, dari analisis yang telah dilakukan kemudian akan didapat kesimpulan dan saran. Gambar 1. 2 menunjukkan gambar diagram alir yang terdiri dari proses penelitian yang akan dilakukan dalam skripsi ini.



Gambar 1. 2 Diagram Alir Penelitian