

SKRIPSI

**STUDI NUMERIK PEMODELAN *VACUUM*
CONSOLIDATION DENGAN TIGA ALTERNATIF
MODEL TEKANAN AIR PORI**



**TIO SEPTIANTO
NPM : 6102001060**

PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JANUARI 2024**

SKRIPSI

**STUDI NUMERIK PEMODELAN *VACUUM*
CONSOLIDATION DENGAN TIGA ALTERNATIF
MODEL TEKANAN AIR PORI**



**TIO SEPTIANTO
NPM : 6102001060**

PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JANUARI 2024**

SKRIPSI

**STUDI NUMERIK PEMODELAN *VACUUM*
CONSOLIDATION DENGAN TIGA ALTERNATIF
MODEL TEKANAN AIR PORI**



**TIO SEPTIANTO
NPM : 6102001060**

BANDUNG, 10 JANUARI 2023

PEMBIMBING:

Aswin Lim, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JANUARI 2024**

SKRIPSI

**STUDI NUMERIK PEMODELAN VACUUM
CONSOLIDATION DENGAN TIGA ALTERNATIF
MODEL TEKANAN AIR PORI**



**TIO SEPTIANTO
NPM : 6102001060**

PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.

PENGUJI 1: Budijanto Widjaja, Ph.D.

PENGUJI 2: Siska Rustiani, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JANUARI 2024**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : TIO SEPTIANTO

Tempat, tanggal lahir : Bandung, 7 September 2002

NPM : 6102001060

Judul skripsi : **STUDI NUMERIK PEMODELAN *VACUUM***

***CONSOLIDATION* DENGAN TIGA**

ALTERNATIF MODEL TEKANAN AIR PORI

Dengan ini Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah benar hasil karya tulis saya sendiri dan bebas plagiat. Adapun kutipan yang tertuang sebagian atau seluruh bagian pada karya tulis ini yang merupakan karya orang lain (buku, makalah, karya tulis, materi perkuliahan, internet, dan sumber lain) telah selayaknya saya kutip, sadur, atau tafsir dan dengan jelas telah melampirkan sumbernya. Bahwa tindakan melanggar hak cipta dan yang disebut plagiat merupakan pelanggaran akademik yang sanksinya dapat berupa peniadaan pengakuan atas karya ilmiah ini dan kehilangan hak keserjanaan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bandung, 10 Januari 2023



Tio Septianto

STUDI NUMERIK PEMODELAN *VACUUM CONSOLIDATION* DENGAN TIGA ALTERNATIF MODEL TEKANAN AIR PORI

Tio Septianto
NPM: 6102001060

Pembimbing: Aswin Lim, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JANUARI 2024

ABSTRAK

Vacuum preloading with vertical drains (vacuum consolidation) merupakan salah satu metode perbaikan tanah yang dapat dilakukan untuk menghadapi permasalahan tanah lunak. Dalam memodelkan *vacuum consolidation* terdapat tiga model tekanan air pori yang dapat digunakan yaitu *consolidation-phreatic*, *consolidation-steady state groundwater flow*, dan *fully coupled flow-deformation analysis*. Selain itu terdapat juga metode sederhana (*simplified method*) untuk memodelkan prefabricated vertical drain (PVD) yang dilakukan oleh Chai et al. (2001). Pada metode ini, PVD tidak perlu dimodelkan namun koefisien permeabilitas horizontal tanah perlu dikonversi menjadi koefisien permeabilitas ekuivalen (k_{ve}). Penelitian dilakukan dengan memodelkan metode perbaikan tanah *vacuum consolidation* dan *preloading* dengan PVD pada suatu lapisan tanah lempung lunak dengan menggunakan program PLAXIS 2D dan tipe model *axisymmetry*. Penelitian dimaksudkan untuk membandingkan hasil analisis dari ketiga model tekanan air pori pada kasus *vacuum consolidation* lalu dilakukan juga perbandingan hasil analisis dari *preloading* dengan PVD dan *simplified PVD method* oleh Chai et al. (2001). Berdasarkan hasil analisis, pada kasus *consolidation-phreatic*, penurunan tanah sama sekali tidak terjadi. Pada kasus *consolidation-steady state groundwater flow* dan *fully coupled flow-deformation analysis*, perbedaan hasil kurva penurunan terhadap waktu tidak terlalu signifikan yaitu sebesar 5,7%. Hal yang sama juga terjadi pada kasus PVD *simplified method* dan *preloading* dengan PVD kurva penurunan terhadap waktu untuk kedua metode ini tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan yaitu sebesar 2,4%.

Kata Kunci: PLAXIS 2D, PVD, tanah lunak, *vacuum consolidation*

NUMERICAL STUDY OF VACUUM CONSOLIDATION MODELING WITH THREE ALTERNATIVE PORE WATER PRESSURE MODELS

Tio Septianto
NPM: 6102001060

Advisor: Aswin Lim, Ph.D.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
BACHELOR PROGRAM
(Accredited by SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JANUARY 2024

ABSTRACT

Vacuum preloading with vertical drains (vacuum consolidation) is one of the soil improvement methods that can be used to deal with soft soil problems. In modeling vacuum consolidation, there are three pore water pressure models that can be used, namely consolidation-phreatic, consolidation-steady state groundwater flow, and fully coupled flow-deformation analysis. There is also a simplified method for modeling prefabricated vertical drains (PVDs) by Chai et al. (2001). In this method, the PVD does not need to be modeled but the horizontal permeability coefficient of the soil needs to be converted to an equivalent permeability coefficient (k_{ve}). The research was conducted by modeling the vacuum consolidation and preloading with PVD soil improvement methods on a soft clay layer using the PLAXIS 2D program and axisymmetry model type. The research was intended to compare the analytical results of the three pore water pressure models in the case of vacuum consolidation and then compare the analytical results of preloading with PVD and simplified PVD method by Chai et al. (2001). Based on the analysis results, in the phreatic-consolidation case, soil settlement did not occur at all. In the case of consolidation-steady state groundwater flow and fully coupled flow-deformation analysis, the difference in the results of the settlement curve against time is not too significant at 5.7%. Similarly, in the case of PVD simplified method and preloading with PVD, the decrease curve with time for these two methods did not show a significant difference of 2.4%.

Keywords: PLAXIS 2D, PVD, *soft soil, vacuum consolidation*

PRAKATA

Dengan penuh rasa syukur dan apresiasi, penulis persembahkan skripsi ini, yang berjudul "Studi Numerik Pemodelan Vacuum Consolidation dengan Tiga Alternatif Model Tekanan Air Pori", sebagai salah satu syarat kelulusan sarjana Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Selama proses penulisan skripsi ini, penulis mendapat banyak dukungan, saran, dan masukan yang konstruktif dari berbagai pihak, yang membantu dalam mengatasi berbagai hambatan dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menggunakan kesempatan ini untuk menyampaikan rasa terima kasih saya yang tulus dan mendalam kepada:

1. Keluarga, yang selalu menjadi penyemangat dan pemberi doa yang tulus dalam perjalanan hidup, termasuk dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Aswin Lim, Ph.D, selaku dosen pembimbing skripsi, terima kasih tak terhingga atas bimbingan, arahan, dan kesabaran yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Seluruh dosen dan asisten dosen di Komunitas Bidang Ilmu Geoteknik Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, yang telah memberikan pengajaran dan nasihat untuk menjadi bekal berharga dalam studi penulis dan dalam penulisan skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan asisten dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, yang telah menjadi pengajar dan pemberi ilmu sepanjang perjalanan studi penulis.
5. Teman-teman angkatan 2020 dan keluarga besar Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, terima kasih atas persahabatan dan perjuangan bersama di Program Studi Teknik Sipil.
6. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses pembuatan skripsi ini.

Sebagai penutup, saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Setiap halaman yang ditulis membawa potensi untuk dikembangkan lebih lanjut, dan setiap analisis yang disajikan dapat diperluas dan diperdalam. Untuk itu,

Penulis dengan rendah hati menerima setiap saran dan kritik yang konstruktif untuk peningkatan di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi pembaca dan menambah wawasan.

Bandung, 10 Januari 2024



Tio Septianto

6102001060

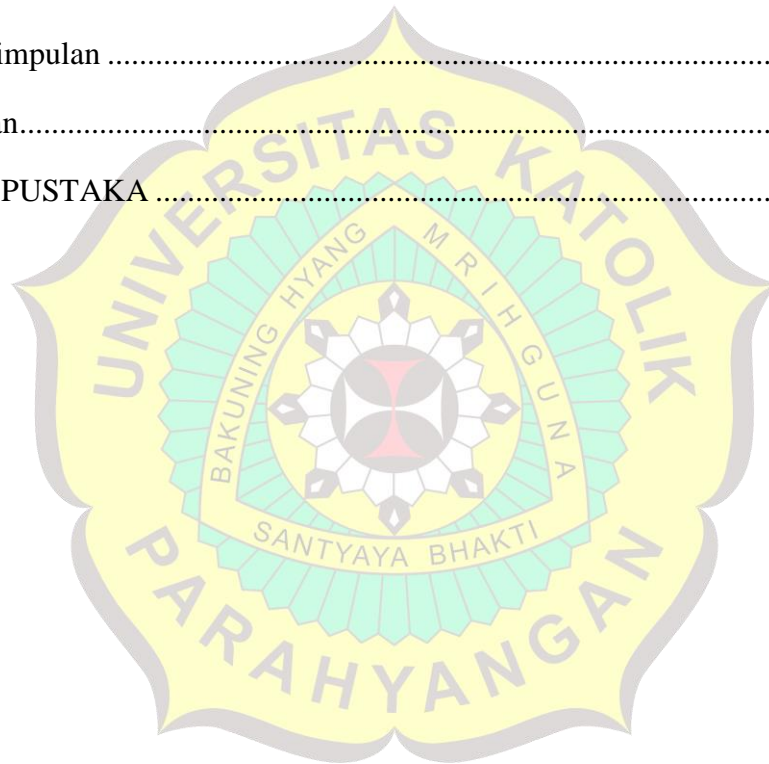


DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR NOTASI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Inti Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Lingkup Penelitian	2
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
1.7 Diagram Alir	5
BAB 2 STUDI LITERATUR	6
2.1 Tanah Lempung	6
2.2 Konsolidasi	7
2.3 Penurunan Tanah	8
2.4 Prefabricated Vertical Drain	10
2.5 Preloading	16
2.6 <i>Undrained & Drained Condition</i>	17

2.7 Metode Elemen Hingga.....	20
2.8 Jenis <i>Pore Pressure</i>	23
2.8.1 <i>Steady State Pore Pressure</i>	23
2.8.2 <i>Excess Pore Pressure</i>	23
2.8.3 <i>Transient Pore Pressure</i>	24
2.8.4 <i>Total (Active) Pore Pressure</i>	24
2.9 Jenis <i>Drainage Type Analysis</i>	26
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Model Hipotesa	28
3.1.1 Properti <i>Prefabricated Vertical Drain (PVD)</i>	28
3.1.2 Geometri dan Parameter Tanah.....	30
3.2 Pemodelan Pada PLAXIS 2D	34
3.2.2 Input Geometri dan Parameter Tanah	35
3.2.3 Pemodelan PVD dan Beban.....	40
3.2.4 <i>Mesh</i>	42
3.2.5 Flow Calculation.....	43
3.2.6 <i>Staged Construction</i>	44
BAB 4 DATA DAN ANALISIS	51
4.1 Data Tanah untuk Pemodelan	51
4.2 Data PVD	52
4.3 Data Pembebanan.....	53
4.4 Bentuk Model.....	53
4.5 Hasil Kurva <i>Time vs Settlement</i>	53
4.5.1 Kasus Tiga Alternatif Pemodelan Tekanan Air Pori.....	54
4.5.1.2 <i>Consolidation - Phreatic</i>	54
4.5.1.3 <i>Consolidation - Steady-State Groundwater Flow</i>	55

4.5.1.4	<i>Fully Coupled Flow-Deformation Analysis</i>	56
4.5.1.5	Perbandingan Kurva Penurunan terhadap Waktu.....	57
4.5.2	Kasus <i>Preloading with PVD</i> dan <i>Preloading with PVD Simplified Method</i>	58
4.5.3	Modifikasi Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah.....	58
4.5.3.2	<i>Consolidation – Steady State Groundwater Flow</i>	59
4.5.3.3	<i>Fully Coupled Flow-Deformation Analysis</i>	60
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA		63



DAFTAR NOTASI

Tuliskan seluruh notasi (terutama yang tidak umum) yang Anda gunakan dalam penulisan skripsi ini. Urutkan sesuai abjad dan notasi berupa simbol latin diletakkan pada posisi paling akhir.

a	: Lebat Tampang PVD
b	: Tebal Tampang PVD
c	: Kohesi
c'	: Kuat Geser Efektif
C_c	: <i>Compression Index</i>
C_s	: <i>Swelling Index</i>
C_u	: Kuat Geser Tanah Pada Kondisi Undrained (km^2)
D_e	: Diameter Pengaruh Drainase
d_w	: Diameter Ekuivalen PVD
E	: <i>Elastic Modulus</i>
e_0	: Angka Pori Awal
E_{50}^{ref}	: <i>Secant Elastic Modulus</i>
E_{oed}^{ref}	: <i>Oedometer Modulus</i>
E_{ur}^{ref}	: <i>Elastic Unloading/Reloading Modulus</i>
f_r	: Rasio Gesekan
h	: <i>head</i>
H	: Tebal Lapisan Tanah Lempung
k	: Koefisien Permeabilitas Tanah
k_h	: Koefisien Permeabilitas Arah Horizontal
k_s	: Koefisien Permeabilitas di Area <i>Smear</i>
k_v	: Koefisien Permeabilitas Arah Vertikal
k_{ve}	: <i>equivalent vertical permeability</i>
l	: Panjang Lintasan Drainase
m	: <i>Power</i>
m_v	: Koefisien Perubahan Volume
n	: Rasio antara D_e terhadap d_w
OCR	: Overconsolidated Ratio
p^{ref}	: Tekanan Referensi

q_c	: Tahanan Konus
q_w	: Kapasitas debit PVD
r_w	: Jari-jari Ekuivalen PVD
S	: Jarak Antar PVD
S	: Penurunan Total
S_c	: Penurunan Konsolidasi Primer
S_i	: Penurunan Seketika
S_s	: Penurunan Konsolidasi Sekunder
S_u	: <i>Undrained Shear Strength</i>
U_0	: Tekanan Hidrostatik (m/s)
γ_{sat}	: <i>Saturated Unit Weight</i>
γ_{unsat}	: <i>Unsaturated Unit Weight</i>
Δu	: <i>Excess Pore Water Pressure</i>
$\Delta \sigma$: Besar Penambahan Tegangan Vertikal
κ	: <i>Re-compression index</i>
μ	: Faktor Tanpa Satuan Kecepatan Konsolidasi
ν	: <i>Poisson Ratio</i>
ν_{ur}	: <i>Pure Elastic Poisson's Ratio</i>
σ'	: Tegangan Vertikal Efektif Tanah
σ'_c	: Tegangan Prakonsolidasi
ϕ	: <i>Sudut Geser</i>
ϕ'	: Sudut Geser Efektif
ψ	: <i>Dilatancy Angle</i>

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian.....	5
Gambar 2.1 Analogi Konsolidasi Satu Dimensi Terzaghi	8
Gambar 2.2 Lintasan Drainase Sebelum Menggunakan PVD	11
Gambar 2.3 Lintasan Drainase Sesudah Menggunakan PVD	11
Gambar 2.4 Prefabricated Vertical Drain	12
Gambar 2.5 Pola Pemasangan PVD	13
Gambar 2.6 <i>Equivalent</i> Diameter PVD	14
Gambar 2.7 <i>Schematic diagram of the unit cell</i>	15
Gambar 2.8 Fill Preloading	16
Gambar 2.9 Vacuum Consolidation	17
Gambar 2.10 Combined fill and vacuum preloading	17
Gambar 2.11 Perubahan tekanan air pori pada kasus timbunan di atas tanah lunak	18
Gambar 2.12 Nilai tipikal koefisien permeabilitas	19
Gambar 2.13 Contoh kasus plane strain : pondasi menerus	21
Gambar 2.14 Contoh kasus <i>axisymmetry</i> : pondasi tangka, sampel triaksial, dan <i>hollow pile</i>	21
Gambar 2.15 Hubungan tegangan-regangan Mohr-Coulomb	22
Gambar 2.16 Hubungan tegangan-regangan Hardening Soil	23
Gambar 2.17 Perubahan <i>pore pressure</i> akibat perubahan muka air pada kasus <i>dewatering</i>	25
Gambar 3.1 Permeabilitas Berdasarkan <i>Soil Behaviour Type</i> (SBT).....	33
Gambar 3.2 Project Properties.....	34
Gambar 3.3 Input Lapis Tanah Program PLAXIS 2D	35
Gambar 3.4 <i>Tab General</i> PLAXIS 2D	36
Gambar 3.5 <i>Tab Mechanical</i> PLAXIS 2D	37
Gambar 3.6 <i>Tab Groundwater</i> PLAXIS 2D.....	38
Gambar 3.7 <i>Tab Initial</i> PLAXIS 2D	39
Gambar 3.8 Lapis tanah yang digunakan untuk berbagai studi kasus.....	40
Gambar 3.9 <i>Fitur Create Drain</i> untuk memodelkan PVD Pada PLAXIS 2D	40

Gambar 3.10 Fitur <i>Create Line Load</i> untuk memodelkan Beban Pada PLAXIS 2D	41
Gambar 3.11 Pemodelan PVD dan Beban Setelah Terpasang	41
Gambar 3.12 Fitur <i>Mesh</i> Pada PLAXIS 2D	42
Gambar 3.13 Hasil <i>Mesh</i> Pada PLAXIS 2D.....	42
Gambar 3.14 <i>GroundwaterFlow Boundary</i> Pada PLAXIS 2D	43
Gambar 3.15 Aktivasi PVD.....	46
Gambar 3.16 Keadaan PVD normal sebelum vakum on.....	46
Gambar 3.17 Aktivasi Tekanan Vakum	46
Gambar 3.18 Aktivasi Beban.....	47
Gambar 3.19 Konfigurasi <i>Phases</i>	47
Gambar 3.20 Konfigurasi <i>Phases</i> lanjutan.....	48
Gambar 3.21 <i>Select point for curves</i>	48
Gambar 3.22 Penentuan Titik Nodal Tinjau.....	49
Gambar 3.23 <i>Calculate</i>	49
Gambar 3.24 Tampilan saat <i>calculate</i> pada PLAXIS 2D.....	50
Gambar 3.25 <i>View calculation result</i>	50
Gambar 4.1 Bentuk Model.....	53
Gambar 4.2 Grafik Time vs Settlement Tipe Kalkulasi Phreatic	54
Gambar 4.3 Grafik Time vs Settlement Tipe Kalkulasi Steady State Groundwater Flow.....	55
Gambar 4.4 Grafik Time vs Settlement Tipe Kalkulasi Fully Coupled Flow-Deformation Analysis	56
Gambar 4.5 Perbandingan Kurva Penurunan terhadap Waktu Pada Kasus <i>Steady State Groundwater flow</i> dan <i>Fully Coupled Flow-Deformation Analysis</i>	57
Gambar 4.6 Perbandingan Kurva Penurunan terhadap Waktu Pada Kasus <i>Preloading with PVD</i> dan <i>Preloading with PVD Simplified Method</i>	58
Gambar 4.7 Perbandingan Kurva Penurunan Terhadap Waktu dengan Kasus Modifikasi Nilai Koefisien Permeabilitas.....	59
Gambar 4.8 Perbandingan Kurva Penurunan Terhadap Waktu dengan Kasus Modifikasi Nilai Koefisien Permeabilitas.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat Konsistensi Tanah Lempung dengan Cu serta Indikasi di Lapangan.....	6
Tabel 2.2 Parameter pada kondisi <i>undrained</i> dan <i>drained</i>	20
Tabel 2.3 Perbandingan tipe <i>drained</i> dan <i>undrained</i>	26
Tabel 2.4 Kelebihan dan kekurangan tipe-tipe <i>undrained</i>	27
Tabel 3.1 Nilai k_v/k_s yang dilaporkan dalam literatur.....	29
Tabel 3.2 Nilai r_v/r_w yang dilaporkan dalam literatur.....	30
Tabel 3.3 Nilai Sudut Geser Menurut <i>Soil Materials (Australian Standard, AS 4678-2002)</i>	32
Tabel 3.4 Permeabilitas Berdasarkan <i>Soil Behaviour Type (SBT)</i>	33
Tabel 3.5 Penggunaan PVD dan Beban Berdasarkan Jenis Analisis Konsolidasi	41
Tabel 3.6 Contoh Kasus dan Metode Kalkulasi yang Digunakan.....	44
Tabel 4.1 Data Lapisan Tanah Lempung Lunak	51
Tabel 4.2 Properti PVD dan <i>Unit Cell</i>	52
Tabel 4.3 Tabel Penggunaan Model Berdasarkan Calculation Type pada PLAXIS	54
Tabel 4.4 Tabel Penggunaan Nilai Koefisien Permeabilitas yang dimodifikasi ..	59

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang terus berupaya melakukan ekspansi Pembangunan di berbagai lokasi. Dalam upaya ekspansinya, berbagai masalah kerap ditemui, salah satunya adalah tanah. Tanah sebagai tempat bertumpu bangunan di atasnya menjadi salah satu material yang paling utama dalam proyek pembangunan berbagai infrastruktur. Tanah memiliki permasalahan dan karakteristik yang berbeda di berbagai lokasi sehingga diperlukan adanya pengkajian terhadap kualitas tanah. Permasalahan tanah yang sering dihadapi pada proyek konstruksi adalah tanah yang memiliki sifat lunak.

Tanah lunak biasanya memiliki kandungan air yang tinggi. Akibatnya, tanah lunak memiliki kuat geser yang rendah karena air mengurangi gesekan antara partikel-partikel tanah, sehingga membuatnya mudah tergeser terutama pada saat diberi beban. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dilakukan perbaikan tanah dengan tujuan mengurangi kompresibilitas tanah, meningkatkan kekuatan untuk memperbaiki stabilitas, daya dukung, atau durabilitas tanah, mengurangi permeabilitas untuk membatasi aliran air tanah, meningkatkan permeabilitas untuk memungkinkan drainase, dan mencegah potensi likuifaksi (Nicholson, 2014).

Dengan berkembangnya teknologi di bidang perbaikan tanah, salah satu metode yang dapat dilakukan untuk menghadapi permasalahan tanah lunak adalah metode prapembebanan (*preloading*). Cara kerja dari metode *preloading* adalah dengan memberikan beban *surchage* untuk memaksa penurunan lebih awal dan lebih besar dari beban rencana sehingga meminimalisir penurunan pada masa operasional. Namun metode ini membutuhkan waktu yang lama dan ada resiko runtuh (Rahardjo, 2020).

Vacuum with prefabricated vertical drain (PVD) atau bisa juga disebut *Vacuum consolidation* merupakan salah satu alternatif metode perbaikan tanah yang dapat mempercepat proses konsolidasi. Tujuan utama penggunaan PVD adalah memperpendek jarak aliran air drainase sehingga memberikan percepatan

disipasi tekanan air pori. mengurangi tekanan air pori dengan memberikan tekanan negatif (hisapan) dan mempercepat pengeluaran air sehingga mengakibatkan proses konsolidasi lebih cepat.

Pada penelitian ini, penulis melakukan pemodelan *vacuum consolidation* pada program berbasis metode elemen hingga (MEH) yakni PLAXIS 2D dengan menggunakan tiga alternatif model tekanan air pori yang berbeda. Tiga model tekanan air pori tersebut yakni *consolidation – phreatic*, *consolidation – steady state groundwater flow*, dan *fully-coupled flow deformation*. Dari hasil penelitian tersebut, penulis akan mengevaluasi perbedaan yang dihasilkan dari ketiga model tekanan air pori.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan penelitian ini adalah melakukan analisis numerik terhadap salah satu penggunaan metode perbaikan tanah yakni *vacuum consolidation* dengan menggunakan tiga alternatif model tekanan air pori yang berbeda. Dalam proses penelitiannya, penulis melakukan pemodelan *vacuum consolidation* dengan menggunakan asumsi parameter tanah yang sama untuk ketiga metode yang akan diinput pada program berbasis metode elemen hingga (MEH) yakni PLAXIS 2D.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pemodelan *vacuum consolidation* pada program PLAXIS 2D
2. Membandingkan output yang didapatkan dari analisis menggunakan tiga alternatif model tekanan air pori pada program PLAXIS 2D
3. Mengkaji efek penggunaan tiga alternatif model tekanan air pori untuk suatu kasus *vacuum consolidation*

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data tanah, geometri, vakum, dan PVD yang digunakan adalah berupa asumsi atau data dari suatu proyek yang kemudian akan diidealisasikan.
2. Melakukan pemodelan dan analisis menggunakan program PLAXIS 2D

3. Menggunakan model konstitutif berupa *Hardening soil* sehingga terdapat batasan pada parameter dan asumsi dari program yang digunakan

1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan segala bentuk informasi literatur yang dibutuhkan selama proses penelitian. Literatur didapatkan dari sumber yang terpercaya baik dari jurnal, makalah, kajian Pustaka, buku, skripsi, thesis, dan internet.

2. Model Hipotesa

Data tanah, geometri, vakum, dan PVD yang digunakan berupa data tanah, PVD, vakum yang diasumsikan atau data dari suatu proyek yang kemudian akan diidealisasikan.

3. Analisis Data

Analisis dilakukan menggunakan program PLAXIS 2D

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada skripsi ini meliputi 5 bab yaitu :

1. BAB 1 PENDAHULUAN

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

2. BAB 2 STUDI LITERATUR

Mencakup tinjauan literatur yang dibutuhkan dalam mendukung seluruh rangkaian penelitian

3. BAB 3 METODOLOGI ANALISIS

Mencakup metode yang digunakan dalam melakukan analisis dengan metode numerik

4. DATA DAN ANALISIS

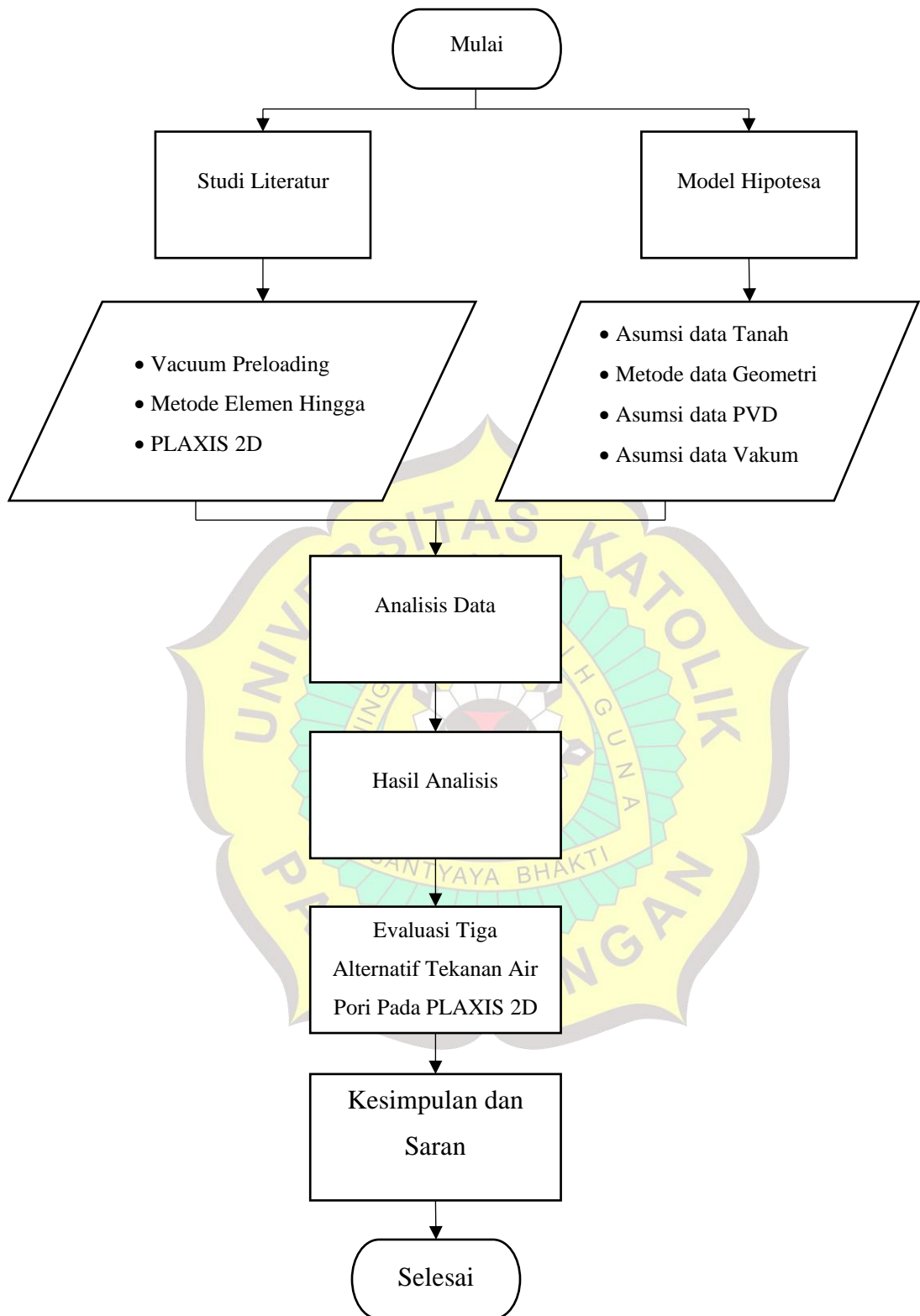
Mencakup hasil pemodelan dan analisis dari data dengan menggunakan tiga metode kalkulasi pada program berbasis metode elemen hingga yakni PLAXIS 2D

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Mencakup kesimpulan dan evaluasi dari hasil penelitian yang telah dilakukan



1.7 Diagram Alir



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian