

SKRIPSI

**PEMODELAN EFEK PERGERAKAN LATERAL
AKIBAT VAKUM *PRELOADING* DENGAN METODE
ELEMEN HINGGA: STUDI KASUS TIMBUNAN
JALAN TOL**



**HASKY WIDJAJA
NPM : 6101901071**

PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2023**

SKRIPSI

**PEMODELAN EFEK PERGERAKAN LATERAL
AKIBAT VAKUM *PRELOADING* DENGAN METODE
ELEMEN HINGGA: STUDI KASUS TIMBUNAN
JALAN TOL**



**HASKY WIDJAJA
NPM : 6101901071**

**BANDUNG, 28 JULI 2023
PEMBIMBING:**

Aswin Lim, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2023**

SKRIPSI

**PEMODELAN EFEK PERGERAKAN LATERAL
AKIBAT VAKUM *PRELOADING* DENGAN METODE
ELEMEN HINGGA: STUDI KASUS TIMBUNAN
JALAN TOL**



NAMA: HASKY WIDJAJA

NPM: 6101901071

PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.

PENGUJI 1: Siska Rustiani, Ir., M.T.

PENGUJI 2: Ir. Ignatius Tommy Pratama, S.T.,
M.S.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2023**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Hasky Widjaja

NPM : 6101901071

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

PEMODELAN EFEK PERGERAKAN LATERAL AKIBAT VAKUM PRELOADING DENGAN METODE ELEMEN HINGGA: STUDI KASUS TIMBUNAN JALAN TOL

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 28 Juli 2023



Hasky Widjaja

PEMODELAN EFEK PERGERAKAN LATERAL AKIBAT VAKUM *PRELOADING* DENGAN METODE ELEMEN HINGGA: STUDI KASUS TIMBUNAN JALAN TOL

HASKY WIDJAJA
NPM : 6101901071

Pembimbing: Aswin Lim, Ph.D.
Ko-Pembimbing: -

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

BANDUNG
JULI 2023

ABSTRAK

Lapisan tanah lunak banyak ditemui di Indonesia dan menjadi masalah dalam dunia teknik sipil. Salah satu opsi untuk menghadapi masalah geomaterial dan kondisi geoteknik adalah dengan meningkatkan properti geomaterial dan kondisi geoteknik. Peningkatan properti geomaterial dan kondisi geoteknik bisa dilakukan dengan melakukan *preloading*. *Preloading* dapat dikombinasikan dengan menggunakan beban *backfill* dan vakum. Dengan menggunakan kombinasi tersebut, konsolidasi dapat berlangsung lebih cepat. Kombinasi *preloading* tersebut diterapkan pada sebuah proyek jalan tol di wilayah Jakarta. Pada proyek tersebut, air hasil vakum dipakai kembali sebagai beban tambahan sehingga dapat memberi tekanan lebih pada tanah. Terlepas dari *settlement* yang terjadi, efek pergerakan lateral akibat *preloading* kombinasi harus dikaji lebih lanjut. Pada penelitian ini, efek pergerakan lateral dan dampak penambahan beban berupa air hasil vakum sebagai *backfill* tambahan dikaji dengan menggunakan PLAXIS 2D. Melalui penelitian yang dilakukan, jarak aman ketika melakukan combined *preloading* dapat diestimasi dan penambahan *load* berupa air hasil vakum terbukti dapat mempercepat konsolidasi.

Kata Kunci: Geoteknik, Lempung, PLAXIS 2D, *Preloading*, Vakum

MODELING LATERAL MOVEMENT EFFECT CAUSED BY VACUUM PRELOADING WITH FINITE ELEMENT METHOD: CASE STUDY OF TOLL ROAD EMBANKMENT

**HASKY WIDJAJA
NPM : 6101901071**

**Advisor: Aswin Lim, Ph.D.
Co-Advisor: -**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
BACHELOR PROGRAM**

(Accredited by SK BAN-PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

**BANDUNG
JULY 2023**

ABSTRACT

Soft soil layers are common in Indonesia, which can bring problem in the world of civil engineering. One option to deal with geomaterial and geotechnical conditions is to improve geomaterial properties and geotechnical conditions. Improvement of geomaterial properties and geotechnical conditions can be done by preloading. Preloading can be combined using backfill and vacuum loads. By using this combination, consolidation can be achieved more quickly. Combined preloading was applied to a toll road project in Jakarta. In this project, the vacuumed water is reused as an additional load which gives more pressure on the soil. Apart of the occurred settlement, the effect of lateral movement due to this combined preloading must be studied further. In this research, the effect of lateral movement and the impact of additional loads in the form of water generated from vacuum as an additional backfill were studied using PLAXIS 2D. Through research conducted, the safe distance when carrying out combined preloading can be estimated and the addition load of vacuumed water is proven to accelerate consolidation.

Keywords: Clay, Geotechnical, PLAXIS, Preloading, Vacuum

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa. Atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyusun skripsi dengan judul *Pemodelan Efek Pergerakan Lateral Akibat Vakum Preloading* dengan Metode Elemen Hingga: Studi Kasus Timbunan Jalan Tol dengan tepat waktu. Penulisan skripsi dilakukan sebagai salah satu syarat kelulusan sarjana Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis juga bersyukur kepada orang-orang yang telah memberi dukungan serta bimbingan selama penulis mengerjakan penelitian ini. Maka dari itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Keluarga penulis selaku pemberi dukungan utama yang selalu mendoakan dan menyediakan fasilitas serta kebutuhan penulis selama menempuh pendidikan.
2. Bapak Aswin Lim, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dalam proses penelitian hingga penulisan skripsi.
3. Seluruh dosen dan asisten dosen Komunitas Bidang Ilmu Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik serta saran untuk skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan asisten dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan wawasan untuk penulis selama menempuh tingkat sarjana.
5. Andreas Erdian Wijaya selaku alumni Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah mendukung dan menemani penulis dalam menghadapi berbagai hambatan selama melakukan penelitian.
6. Nichika Dwigita selaku orang yang telah menemani dan memberi semangat kepada penulis dari awal mulai penelitian sampai akhir disusunnya skripsi ini.
7. Teman-teman Teknik Sipil UNPAR Angkatan 2019 yang telah membantu dan mendorong penulis dari awal menempuh tingkat sarjana bersama.

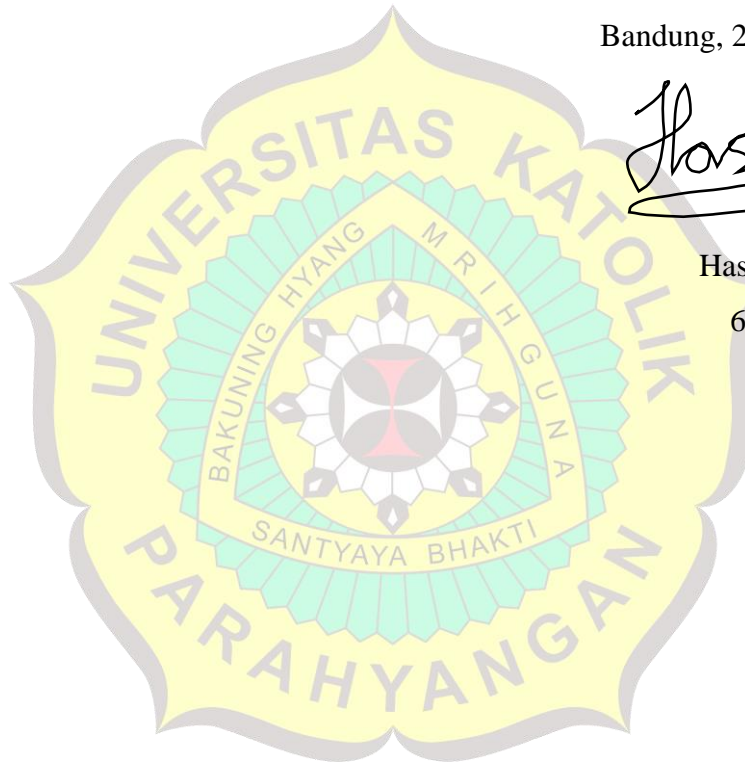
8. Seluruh pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebut satu persatu atas dukungannya selama melakukan penelitian dan penulisan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena adanya keterbatasan selama melakukan penelitian. Oleh karena itu, penulis dengan lapang dada menerima kritik serta saran dari berbagai pihak agar penelitian yang dilakukan dapat lebih baik lagi ke depannya. Penulis berterima kasih dan berharap sekiranya penelitian yang dilakukan ini dapat bermanfaat bagi pembaca, terutama pada bidang yang bersangkutan.

Bandung, 28 Juli 2023



Hasky Widjaja
6101901071



DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-3
1.4 Lingkup Penelitian	1-3
1.5 Metode Penelitian	1-3
1.6 Sistematika Penulisan	1-4
1.7 Diagram Alir Penelitian	1-4
BAB 2 STUDI LITERATUR	2-1
2.1 Reklamasi	2-1
2.2 <i>Preloading</i>	2-1
2.3 <i>Prefabricated Vertical Drain</i>	2-3
2.4 Penurunan Tanah	2-5
2.4.1 Konsolidasi	2-5

2.4.2	Derajat Konsolidasi.....	2-7
2.5	Metode Elemen Hingga.....	2-9
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		3-1
3.1	Tipe Perilaku Tanah	3-1
3.2	Stratifikasi Tanah	3-1
3.3	Parameter.....	3-2
3.4	Pemodelan	3-5
3.4.1	<i>Soils</i>	3-6
3.4.2	<i>Structures</i>	3-9
3.4.3	<i>Mesh</i>	3-10
3.4.4	<i>Flow Conditions</i>	3-11
3.4.5	<i>Staged Construction</i>	3-13
3.5	<i>Back-Analysis</i>	3-17
BAB 4 DATA DAN ANALISIS.....		4-1
4.1	Deskripsi Proyek	4-1
4.2	Data Lapisan Tanah.....	4-1
4.3	Data PVD	4-3
4.4	Data <i>Monitoring</i> Lapangan.....	4-3
4.5	Analisis dan <i>Back-Analysis</i> Kasus	4-5
4.6	Koreksi Parameter dan <i>Back-Analysis</i> Kasus.....	4-7
4.7	Efek Pergerakan Lateral pada Studi Kasus	4-9
4.8	Penentuan Jarak Aman pada Kasus <i>Vacuum Preloading</i>	4-11
4.9	Efek Penggunaan Air Hasil Vakum Sebagai <i>Backfill</i>	4-12
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-1

DAFTAR PUSTAKA	xv
Lampiran L1. 1 Data Hasil Uji Bor pada BH-09	L1-1
Lampiran L1. 2 Data Hasil Uji Bor pada BH-10	L1-3
Lampiran L1. 3 Data Hasil Uji Bor pada BH-11	L1-6
Lampiran L2. 1 Data <i>Vacuum Gauge</i> Zona 2	L2-1
Lampiran L2. 2 Data <i>Settlement Plate</i> Zona 2	L2-3
Lampiran L2. 3 Data <i>Pore Water Pressure</i> Zona 2	L2-6



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Sebaran Tanah Lunak Indonesia	1-1
Gambar 1. 2 Diagram Alir Penelitian	1-5
Gambar 2. 1 <i>Preloading</i>	2-2
Gambar 2. 2 Ilustrasi Sistem <i>Vacuum Preloading</i>	2-3
Gambar 2. 3 <i>Prefabricated Vertical Drain</i>	2-4
Gambar 2. 4 Pola <i>Vertical Drain</i> : (a) segitiga dan (b) segi empat	2-4
Gambar 2. 5 Prediksi Penurunan Akhir dengan Metode Asaoka.....	2-9
Gambar 3. 1 Grafik <i>Soil Behaviour Type</i> (Robertson, 2010).....	3-1
Gambar 3. 2 Stratifikasi Memanjang Kasus Penelitian	3-1
Gambar 3. 3 Korelasi NSPT dan Sudut Geser Dalam	3-3
Gambar 3. 4 <i>Project Properties</i>	3-6
Gambar 3. 5 <i>Modify Soil Layers</i>	3-6
Gambar 3. 6 <i>Tab General</i>	3-7
Gambar 3. 7 <i>Tab Parameters</i>	3-8
Gambar 3. 8 <i>Tab Groundwater</i>	3-8
Gambar 3. 9 <i>Tab Initial</i>	3-9
Gambar 3. 10 <i>Tab Structures</i>	3-10
Gambar 3. 11 <i>Generate Mesh</i>	3-10
Gambar 3. 12 <i>Select Points for Curves</i>	3-11
Gambar 3. 13 <i>Tab Flow Conditions</i>	3-12

Gambar 3. 14 <i>Model Explorer</i>	3-12
Gambar 3. 15 Tampilan <i>Tab Staged Construction</i>	3-14
Gambar 3. 16 Konfigurasi <i>Phases</i>	3-15
Gambar 3. 17 Kondisi Vakum : (a) Nonaktif , (b) Aktif.....	3-16
Gambar 3. 18 <i>Waterload</i> Aktif.....	3-16
Gambar 4. 1 <i>Layout Zona 2</i>	4-1
Gambar 4. 2 <i>Layout Investigasi Tanah Zona 2</i>	4-2
Gambar 4. 3 Hasil Pencatatan <i>Vacuum Degree vs Date</i> pada VG1.....	4-3
Gambar 4. 4 Hasil Pencatatan <i>Settlement vs Time</i> pada SP1	4-4
Gambar 4. 5 Hasil Pencatatan <i>Pore Water Pressure vs Time</i> Lapangan	4-4
Gambar 4. 6 Model Penelitian	4-5
Gambar 4. 7 Kurva <i>Settlement vs Time</i> dengan Parameter Awal	4-7
Gambar 4. 8 Kurva <i>Back-Analysis Settlement vs Time</i>	4-9
Gambar 4. 9 Kurva <i>Back-Analysis Pore Water Pressure vs Time</i>	4-9
Gambar 4. 10 Efek Pergerakan Lateral Total.....	4-10
Gambar 4. 11 Efek Pergerakan Lateral Akibat Vakum	4-11
Gambar 4. 12 Pengukuran Estimasi Jarak Aman.....	4-12
Gambar 4. 13 Kurva <i>Settlement vs Time</i> Efek Penambahan <i>Waterload</i>	4-13

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tipe Tanah dan Metode Perbaikan Tanah	2-2
Tabel 3.1 Nilai Sudut Geser pada <i>Soil Materials</i> (<i>Australian Standard, AS 4678-2002</i>)	3-4
Tabel 3.2 Tabel Korelasi Koefisien Permeabilitas (Robertson, 1990).....	3-4
Tabel 3.3 Tabel Penggunaan Nilai Koefisien Permeabilitas Berdasarkan <i>Calculation Type</i> pada PLAXIS.....	3-5
Tabel 3.4 Tabel <i>Phases</i> dan <i>Time Interval</i>	3-13
Tabel 4.1 <i>Typical Soil Parameter for Jakarta Toll Road Project</i>	4-2
Tabel 4.2 Tabel Parameter Awal (a)	4-5
Tabel 4.3 Tabel Parameter Awal (b)	4-5
Tabel 4.4 Tabel Parameter Aliran Awal	4-6
Tabel 4.5 Tabel Parameter <i>Backfill</i>	4-6
Tabel 4.6 Koreksi Parameter Aliran.....	4-7
Tabel 4.7 Koreksi Parameter Kekakuan.....	4-8

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L1. 1 Data Hasil Uji Bor pada BH-09	L1-1
Lampiran L1. 2 Data Hasil Uji Bor pada BH-10	L1-3
Lampiran L1. 3 Data Hasil Uji Bor pada BH-11	L1-6
Lampiran L2. 1 Data <i>Vacuum Gauge</i> Zona 2	L2-1
Lampiran L2. 2 Data <i>Settlement Plate</i> Zona 2	L2-3
Lampiran L2. 3 Data <i>Pore Water Pressure</i> Zona 2	L2-6



DAFTAR NOTASI

d_s : diameter *smear zone*

d_c : diameter PVD yang digunakan

k_s : permeabilitas tanah

k_x atau k_h : permeabilitas tanah arah horizontal

k_y atau k_v : permeabilitas tanah arah vertikal

k_{hp} : nilai ekuivalen permeabilitas tanah arah horizontal

S_t : *settlement total*

S_i : *immediate settlement*

S_c : *consolidation settlement*

OCR: *over consolidation ratio*

σ'_{zo} : tegangan efektif saat pengujian

σ'_{zc} : nilai tegangan efektif yang pernah diberikan di masa lampau

$\Delta\sigma_z$: penambahan tegangan vertikal

σ'_{fin} : tegangan efektif final

S_c : *consolidation settlement*

C_c : *compression index*

H_o : tebal lapisan tanah

e_o : *void ratio*

C_r : *recompression index*

C_h : koefisien konsolidasi dalam arah radial

C_v : koefisien konsolidasi ($C_v = k_v/mv*\gamma_w$)

S_s : *secondary consolidation settlement*

C_α : *secondary compression index*

t_1 : waktu ketika konsolidasi primer selesai

t_2 : waktu ketika konsolidasi primer selesai dengan perubahan waktu

D_e : *unit cell diameter*

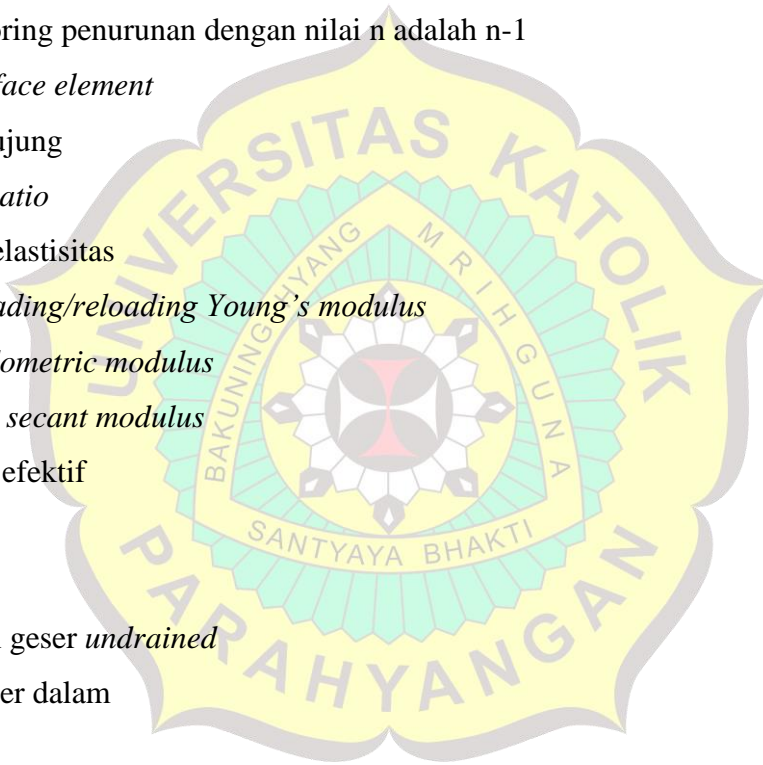
d_w : *equivalent drainage diameter*

H_o : tebal lapis tanah

s : spasi antar *drain*

t : waktu

U : derajat konsolidasi total
 U_h : derajat konsolidasi arah vertikal
 U_v : derajat konsolidasi arah horizontal
 T_h : faktor waktu arah horizontal
 C_h : koefisien konsolidasi arah horizontal
 F_n : faktor jarak drainase
 T_v : faktor waktu arah vertikal
 C_v : koefisien konsolidasi arah vertikal
 H_{dr} : jarak air pori untuk mengalir keluar
 p_n : monitoring penurunan
 p_{n-1} : monitoring penurunan dengan nilai n adalah $n-1$
 R_{inter} : *interface element*
 q_c : tahanan ujung
 R_f : *friction ratio*
 E : modulus elastisitas
 E_{ur} : *unloading/reloading Young's modulus*
 E_{oed} : *oedometric modulus*
 E_{50} : *50% secant modulus*
 p' : tegangan efektif
 m : power
 c' : kohesi
 S_u : kekuatan geser *undrained*
 ϕ' : sudut geser dalam



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang



Gambar 1. 1 Peta Sebaran Tanah Lunak Indonesia
(Sumber: Atlas Sebaran Tanah Lunak Indonesia ISBN.978-602-9105-80-3, 2019)

Indonesia saat ini terdiri dari sekitar 17.000 pulau. Setiap pulau tentunya dikelilingi oleh air sehingga lapisan tanah yang cenderung lunak tersebar di setiap pulau, terutama daerah pesisir. Lapisan tanah lunak dapat menjadi suatu masalah dalam dunia konstruksi sipil. Ketika suatu lapisan tanah lunak diberi beban, penurunan tanah yang besar dapat terjadi dikarenakan tanah lunak memiliki kuat geser dan koefisien permeabilitas yang rendah sehingga menghasilkan daya dukung tanah yang cenderung kurang kuat. Beberapa opsi untuk menghadapi masalah geomaterial dan kondisi geoteknik adalah: (1) menghindari lokasi, (2) melakukan desain *superstructures*, (3) membuang dan mengganti material yang bermasalah, dan (4) meningkatkan properti geomaterial dan kondisi geoteknik (Hausmann, 1990).

Perbaikan tanah bertujuan untuk meningkatkan kemampuan suatu tanah agar tanah dapat dimanfaatkan sesuai kebutuhan. Salah satu metode perbaikan tanah yang dapat dilakukan untuk menghadapi masalah tersebut adalah dengan menggunakan metode *preloading*. Cara kerja metode *preloading* adalah dengan memberikan suatu beban tertentu pada tanah sehingga dapat mempercepat konsolidasi pada tanah. Tujuan dari dilakukannya *preloading* adalah untuk

menghindari adanya penurunan seketika pada tanah dan memperkecil nilai penurunan di masa mendatang.

Vacuum preloading adalah satu jenis *preloading* yang memanfaatkan tekanan vakum sebagai media pembebanan utama dan dibantu dengan penggunaan *prefabricated vertical drain* (PVD) dalam pelaksanaannya. PVD dipakai sebagai media penyalur air agar lebih efektif ketika proses *vacuum preloading* berlangsung. Tekanan vakum maksimum di lapangan hanya bisa mencapai 60 sampai 80 kPa akibat adanya kehilangan energi selama proses vakum, meskipun secara teoritis dapat mencapai 100 kPa (Hariawan, 2023). Kehilangan energi vakum yang terjadi selama proses vakum terdapat pada sistem dan geomaterial. Untuk memenuhi kebutuhan tekanan yang lebih besar dari 80 kPa, *vacuum preloading* umumnya dikombinasikan dengan *fill preloading* (Chu dkk., 2000; Yan and Chu, 2005).

Salah satu hal perbedaan dari *preloading* dan *vacuum preloading* terdapat pada efek pergerakan lateral yang terjadi di sekitar permukaan area perbaikan. Efek pergerakan lateral yang terjadi ketika *preloading* bergerak ke arah luar, sedangkan ketika *vacuum preloading* gaya lateral bergerak ke arah dalam. Penulis melakukan penelitian terhadap efek pergerakan lateral yang terjadi ketika menggunakan teknik *vacuum preloading* dengan memodelkan dan melakukan analisis menggunakan data suatu proyek jalan tol yang berada di atas tanah reklamasi. Analisis dibantu dengan menggunakan program berbasis metode elemen hingga (MEH) yakni PLAXIS 2D.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penelitian ini adalah menentukan jarak aman yang dibutuhkan ketika melakukan perbaikan tanah dengan cara *vacuum preloading* karena adanya efek pergerakan lateral yang disebabkan dari teknik perbaikan tanah tersebut yang bisa berdampak pada area sekitarnya. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan pemodelan terhadap data studi kasus yang tersedia dan menganalisis efek pergerakan lateral yang terjadi pada studi kasus *vacuum preloading*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Memodelkan dan menganalisis efek pergerakan lateral *vacuum preloading* yang terjadi pada suatu studi kasus menggunakan program berbasis metode elemen hingga.
2. Mengetahui jarak aman pada bidang horizontal untuk suatu kasus *vacuum preloading*.
3. Mengkaji efek penggunaan air hasil vakum sebagai *backfill*.

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian dibatasi seperti berikut:

1. Data lapangan yang diperoleh berupa data hasil uji *cone penetration test* (CPT), data uji bor, rekap dari *settlement plate* serta *vacuum gauge*, dan data inklinometer.
2. Melakukan pemodelan dan analisis menggunakan program berbasis metode elemen hingga yakni 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 penelitian yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur
Mengumpulkan segala informasi yang berhubungan dengan penelitian. Sumber untuk studi literatur harus terpercaya dan dapat berasal dari jurnal, buku, makalah, skripsi, tesis, dan internet.
2. Pengumpulan Data
Mengambil data lapangan dari suatu proyek jalan tol di wilayah Jakarta yang sebelumnya telah dicatat.

3. Analisis Data

Mengolah dan menganalisis kembali data yang telah diambil dari lapangan untuk mengkaji efek pergerakan lateral yang terjadi pada studi kasus terkait.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini dibagi menjadi 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 kumpulan dasar-dasar teori yang relevan dengan penelitian yang dilakukan seperti mengenai *preloading*, *consolidation*, dan metode elemen hingga.

3. BAB 3 METODOLOGI ANALISIS

Mencakup metodologi yang digunakan dalam melakukan analisis dengan metode numerik dalam pemodelan efek pergerakan lateral studi kasus.

4. BAB 4 DATA DAN ANALISIS

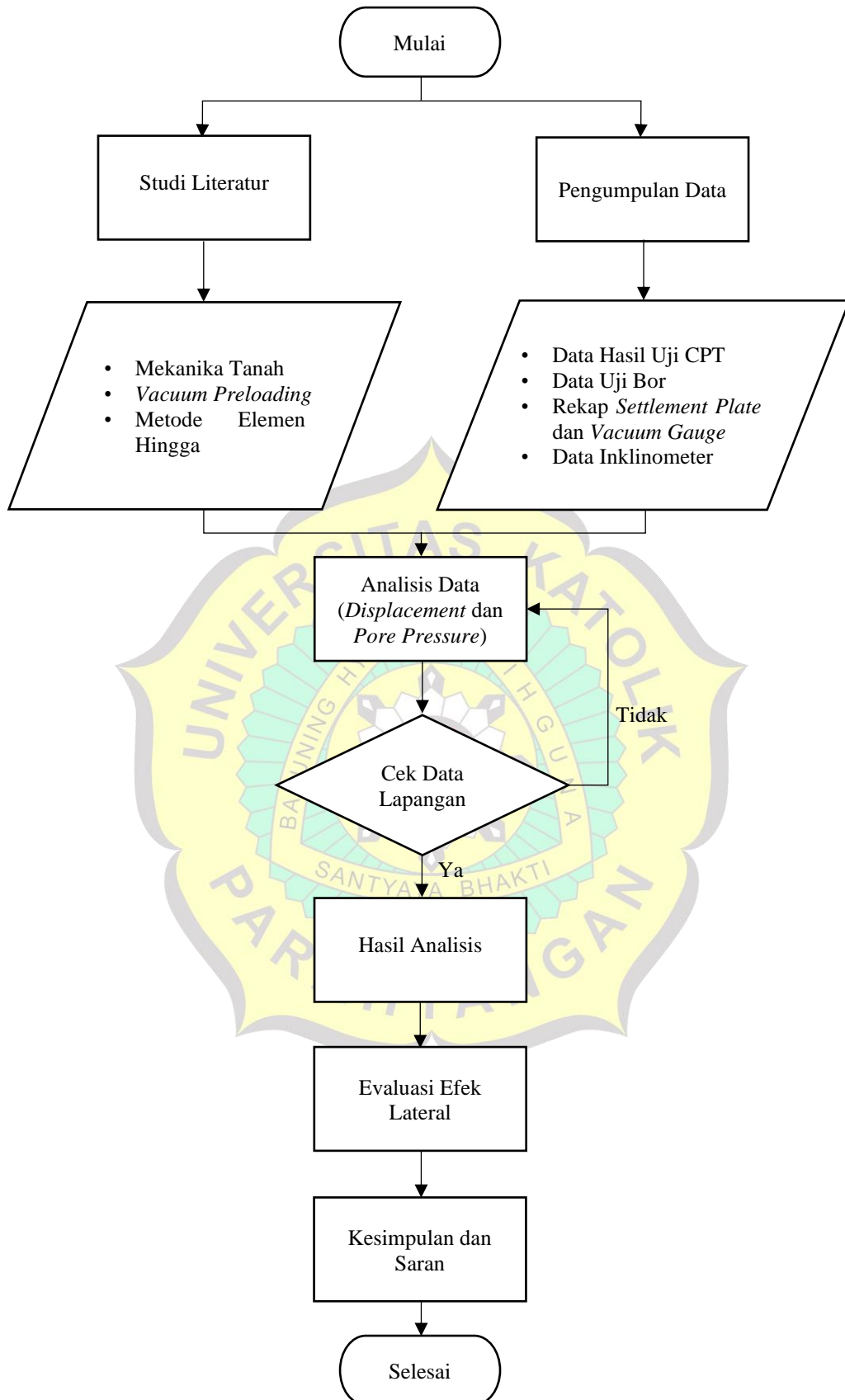
Mencakup data lapangan yang digunakan beserta hasil dari analisis data dengan menggunakan program berbasis metode elemen hingga yakni PLAXIS 2D.

5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Mencakup kesimpulan yang ditarik oleh penulis berdasarkan penelitian yang dilakukan dan saran untuk penelitian berikutnya.

1.7 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Diagram Alir Penelitian