

No. 08/SKRIPSI/S.Tr-JT/2022

SKRIPSI

PENGARUH KEDALAMAN PVD TERHADAP WAKTU  
PENURUNAN DAN DEFORMASI LATERAL PADA *VACUUM*  
*PRELOADING*



Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV  
Politeknik Negeri Jakarta

Disusun oleh :

Khalid Abdur Rasyid  
NIM 1801413019

Dosen Pembimbing :

Istiatun, S.T., M.T.  
NIP 196605181990102001

Handi Sudardja, S.T., M.Eng.  
NIP 196304111988031001

PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK PERANCANGAN  
JALAN DAN JEMBATAN  
KONSENTRASI JALAN TOL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

**PENGARUH KEDALAMAN PVD TERHADAP WAKTU PENURUNAN DAN DEFORMASI LATERAL PADA *VACUUM PRELOADING*** yang disusun oleh

**Khalid Abdur Rasyid (1801413019)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi**



Dosen Pembimbing 1,

Dosen Pembimbing 2,

  
Istiatun, S.T., M.T.

  
Handi Sudardja, S.T., M.Eng.

NIP 19660518 199010 2 001

NIP 196304111988031001

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul :

### PENGARUH KEDALAMAN PVD TERHADAP WAKTU PENURUNAN DAN DEFORMASI LATERAL PADA *VACUUM PRELOADING*

yang disusun oleh **Khalid Abdur Rasyid (NIM 1801413019)** telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi di depan Tim Penguji pada hari **Rabu** tanggal **13 Juli 2022**

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Drs. Yuwono, S.T., M.Eng. NIP 195902011986031006	
Anggota	Dr. Eng, Sony Pramusandi, S.T., M.Eng NIP 197509151998021001	
Anggota	Budi Damianto, S.T., M.Si NIP 195801081984031002	

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Jakarta



**Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars.**

NIP 197407061999032001

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DEKLARASI ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Khalid Abdur Rasyid

NIM : 1801413019

Program Studi : D4 – Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan – Konsentrasi Jalan Tol

Menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul **“PENGARUH KEDALAMAN PVD TERHADAP WAKTU PENURUNAN DAN DEFORMASI LATERAL PADA VACUUM PRELOADING”** ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Selain itu, sumber informasi yang dikutip penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar Pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi ataupun konsekuensi atas perbuatan saya

Depok, 23 Agustus 2022

Yang Membuat Pernyataan



Khalid Abdur Rasyid  
NIM. 1801413003

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi yang berjudul “PENGARUH KEDALAMAN PVD TERHADAP WAKTU PENURUNAN DAN DEFORMASI LATERAL PADA *VACUUM PRELOADING*” Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat diploma empat di Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan – Konsentrasi Jalan Tol, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.

Penyusunan skripsi ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak- pihak yang telah membantu penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Adapun ucapan terimakasih tersebut ditujukan kepada :

1. Allah SWT. Atas nikmat, rahmat dan karunia-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua saya yang telah memberikan doa, dukungan, dan motivasi kepada penulis untuk kelancaran dalam penyusunan skripsi ini.
3. Kakek dan nenek yang telah memberikan doa, dukungan kepada penulis untuk kelancaran dalam menyusun skripsi ini.
4. Ibu Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
5. Bapak Nuzul Barkah Prihutomo, S.T., M.T selaku Kepala Program Studi D4 Perancangan Jalan dan Jembatan.
6. Ibu Istiatun, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan pengarahan, motivasi, saran dan bimbingannya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai sesuai dengan waktu yang diharapkan.
7. Bapak Handi Sudardja, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan arahan, kritik, dan saran kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
8. Teman-teman kelas 4 – Jalan Tol 2018, berkat dukungan, motivasi serta doa kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini dengan maksimal.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun dari semua pihak. Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya serta menambah pengetahuan khususnya di Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta

Depok, Juli 2022

Khalid Abdur Rasyid



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## ABSTRAK

Tanah merupakan suatu komponen penting dalam konstruksi karena berfungsi sebagai pendukung dari struktur bangunan yang berdiri di atasnya, sehingga tanah harus memiliki kemampuan daya dukung yang cukup. Namun permasalahan terjadi ketika konstruksi dibangun di atas lapisan tanah dasar yang lunak, dimana tanah lunak memiliki kadar air tinggi, koefisien permeabilitas rendah, serta kompresibilitas tinggi menyebabkan tanah mengalami penurunan yang besar dan dalam waktu yang cukup lama. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan tanah dasar untuk mempercepat waktu penurunan. Salah satu metode perbaikan tanah dasar yaitu menggunakan Vacuum Preloading, dimana pada prinsipnya menggunakan tekanan negatif atau hisapan yang dilakukan oleh pompa vacuum kedalam lapisan tanah dan terhubung dengan Prefabricated Vertical Drain (PVD). Vacuum Preloading tidak hanya menyebabkan penurunan pada tanah dasar saja, namun juga menyebabkan terjadinya deformasi lateral pada tanah yang berpotensi dapat merusak struktur bangunan pada area sekitar perbaikan. Maka dari itu dibutuhkan analisis yang dapat memprediksi penurunan dan deformasi lateral pada tanah dasar untuk mengetahui seberapa besar pengaruh pergerakan tanah yang terjadi pada area sekitar perbaikan. Dalam studi ini akan menganalisis pemodelan Vacuum Preloading menggunakan software PLAXIS 2D terhadap penurunan dan deformasi lateral, kemudian hasil pemodelan akan dilakukan perbandingan dengan hasil monitoring instrumentasi geoteknik di lapangan, serta menganalisis pengaruh variasi kedalaman Prefabricated Vertical Drain (PVD) terhadap waktu penurunan dan deformasi lateral. Didapatkan hasil waktu penurunan dengan variasi kedalaman PVD, yaitu pada kedalaman PVD 14 m selama 259,27 hari; kedalaman PVD 12 m selama 358,13 hari; dan kedalaman PVD 9 m selama 367,02 hari dan hasil deformasi lateral yang didapat, yaitu pada kedalaman PVD 14 m sebesar -17,3 cm; kedalaman PVD 12 m sebesar -16,69 cm; dan kedalaman PVD 9 m sebesar -15,66 cm.

**Kata kunci :** Deformasi Lateral; Penurunan; PLAXIS 2D; Prefabricated Vertical Drain (PVD); Vacuum Preloading

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## ABSTRACT

Soil is an important component in construction because it functions as a supported of the building structure that stands on it, so the soil must have sufficient bearing capacity. However, the problems that occur when construction is on a soft subgrade layer, where the soft soil has a high water content, low coefficient of permeability, and high compressibility causes the soil to large settlement and long periods of settlement. For this reason, it is necessary to make basic improvements to speed up the decline time. One method of subgrade improvement is using Vacuum Preloading, which in principle uses negative pressure or suction carried out by a vacuum pump into the soil layer and connected to the Prefabricated Vertical Drain (PVD). Vacuum Preloading not only causes the subgrade, but also causes lateral deformation of the soil which can damage buildings in the area around the repair. Therefore, an analysis that can predict the settlement and lateral deformation of the subgrade is needed to find out how much influence the soil movement has in the area around the improvement. In this study, we will analyze Vacuum Preloading modeling using PLAXIS 2D software for lateral settlement and deformation, then the modeling results will be compared with the results of geotechnical instrumentation monitoring in the field, and analyze the effect of variations in depth of Prefabricated Vertical Drain (PVD) on settlement time and lateral deformation. The results of the decrease in time with variations in PVD depth, namely at a PVD depth of 14 m for 259.27 days; PVD depth of 12 m for 358.13 days; and PVD depth of 9 m for 367.02 days and the lateral deformation results obtained, namely at a depth of PVD 14 m of -17.3 cm; PVD depth of 12 m is -16.69 cm; and 9 m PVD depth of -15.66 cm.

**Keywords** : Lateral Deformation; Settlement; PLAXIS 2D; Prefabricated Vertical Drain (PVD); Vacuum Preloading

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
DEKLARASI ORISINALITAS .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACK .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
DAFTAR NOTASI .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Pembatasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	2
1.5 Manfaat .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tanah Lempung Lunak .....	5
2.2 Hubungan Korelasi N-SPT dengan Parameter Tanah .....	6
2.2.1 Menentukan Klasifikasi Tanah .....	6
2.2.2 Menentukan Parameter Tanah .....	11
2.3 Pembebanan .....	15
2.3.1 Beban Lalu Lintas .....	15

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pennisan karya ilmiah, pennisan laporan, pennisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.3.2	Beban Perkerasan .....	15
2.4	Penurunan Tanah ( <i>Settlement</i> ).....	15
2.4.1	Penurunan Segera ( <i>Immediate Settlement</i> ).....	16
2.4.2	Penurunan Konsolidasi ( <i>Consolidation Settlement</i> ).....	16
2.5	<i>Prefabricated Vertical Drain (PVD)</i> .....	22
2.5.1	Pola Pemasangan <i>Prefabricated Vertical Drain (PVD)</i> .....	23
2.5.2	Waktu Konsolidasi dengan PVD .....	23
2.5.3	Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kinerja PVD .....	24
2.6	Perbaikan Tanah Metode <i>Vacuum Preloading</i> .....	26
2.6.1	Prinsip <i>Vacuum Preloading</i> .....	27
2.6.2	Keuntungan <i>Vacuum Preloading</i> .....	29
2.7	Deformasi Lateral Akibat <i>Vacuum Preloading</i> .....	29
2.8	Instrumen Geoteknik .....	30
2.8.1	<i>Settlement Plate</i> .....	30
2.8.2	<i>Vacuum Gauge</i> .....	31
2.8.3	<i>Vibrating Wire Piezometer</i> .....	32
2.8.4	<i>Inclinometer</i> .....	32
2.9	Metode Elemen Hingga.....	33
2.9.1	Parameter Tanah Yang Digunakan Dalam Permodelan.....	33
2.9.2	<i>Material Type</i> .....	33
2.9.3	Model <i>Mohr-Coloumb (Perfect Plasticity)</i> .....	34
2.10	Studi-Studi Terdahulu.....	35
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN .....	37
3.1	Tinjauan Lokasi .....	37
3.2	Teknik Pengumpulan Data .....	37
3.3	Tahapan Analisis .....	38
3.4	Diagram Alir Analisis .....	39



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV	DATA DAN PEMBAHASAN .....	41
4.1	Data Gambar ( <i>Shop Drawing</i> ).....	41
4.1.1	Data Gambar Potongan Melintang ( <i>Cross Section</i> ).....	41
4.1.2	Data Gambar Letak ( <i>Layout</i> ) PVD dan Instrumen Geoteknik.....	42
4.2	Data Tanah Dasar .....	43
4.2.1	Berat Isi Tanah .....	45
4.2.2	Modulus Elastisitas Tanah .....	46
4.2.3	<i>Poisson Ratio</i> .....	46
4.2.4	Kohesi .....	47
4.2.5	Sudut Geser Dalam .....	47
4.2.6	Koefisien Permeabilitas .....	48
4.3	Data <i>Sand Platform</i> .....	49
4.4	Data Tanah Timbunan .....	49
4.5	Data Hasil <i>Monitoring</i> Instrumen Geoteknik .....	49
4.5.1	Data Hasil <i>Monitoring Settlement Plate</i> .....	50
4.5.2	Data Hasil <i>Monitoring Inclinometer</i> .....	51
4.6	Data Pembebanan .....	52
4.6.1	Beban <i>Vacuum</i> .....	52
4.6.2	Beban Lalu Lintas .....	52
4.6.3	Beban Perkerasan .....	53
4.7	Pemodelan <i>Vacuum Preloading</i> Menggunakan <i>Software</i> Metode Elemen Hingga.....	53
4.7.1	Masukan (Input) Dalam Pemodelan.....	54
4.7.2	Tahapan-Tahapan Dalam Pemodelan .....	54
4.7.3	Perhitungan ( <i>Calculation</i> ) Dalam Pemodelan .....	63
4.7.4	Hasil ( <i>Output</i> ) Dalam Pemodelan .....	64
4.8	Perbandingan Penurunan dan Deformasi Lateral Hasil Pemodelan dengan Hasil <i>Monitoring</i> .....	68



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.8.1	Pemodelan Lapisan Tanah Dasar ( <i>Modify Soil Layers</i> ).....	68
4.8.2	Pemodelan Struktur ( <i>Structure</i> ) .....	70
4.8.3	Pemodelan Kondisi Aliran ( <i>Flow Condition</i> ) .....	71
4.8.4	Penyusunan Tahapan Konstruksi ( <i>Staged Construction</i> ).....	72
4.8.5	Perbandingan Hasil Pemodelan dengan Hasil <i>Monitoring</i> .....	73
4.9	Pengaruh Kedalaman <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD) Terhadap Waktu Penurunan dan Deformasi Lateral.....	78
4.9.1	Pemodelan Struktur ( <i>Structure</i> ) .....	78
4.9.2	Pengaruh Variasi Kedalaman <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)....	79
BAB V	PENUTUP .....	81
5.1	Kesimpulan.....	81
5.2	Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA	.....	83



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Definisi Kuat Geser Lempung Lunak .....	6
Tabel 2. 2 Indikator Kuat Geser Tak Terdrainase Tanah Lempung Lunak .....	6
Tabel 2. 3 Sistem klasifikasi tanah menurut USCS .....	8
Tabel 2. 4 Klasifikasi tanah untuk lapisan tanah dasar jalan raya (Sistem AASHTO) .....	10
Tabel 2. 5 Berat Isi Tanah Berdasarkan Jenis Tanah .....	12
Tabel 2. 6 Nilai Perkiraan Koefisien Permeabilitas .....	12
Tabel 2. 7 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah .....	12
Tabel 2. 8 Nilai Perkiraan Angka Poisson Tanah .....	13
Tabel 2. 9 Nilai Perkiraan Kohesi tanah ( $C'$ ).....	14
Tabel 2. 10 Hubungan antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah .....	14
Tabel 2. 11 Beban Lalu Lintas untuk Analisis Stabilitas .....	15
Tabel 2. 12 Variasi faktor waktu terhadap derajat konsolidasi.....	21
Tabel 3. 1 Tabel Jenis dan Sumber Data.....	38
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian N-SPT STA 8+350.....	44
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian N-SPT STA 8+450.....	44
Tabel 4. 3 Parameter Desain Berat Isi Tanah STA 8+350 ( $kN/m^3$ ).....	45
Tabel 4. 4 Parameter Desain Berat Isi Tanah STA 8+450 ( $kN/m^3$ ) .....	45
Tabel 4. 5 Parameter Desain Modulus Elastisitas Tanah STA 8+350 (kPa) .....	46
Tabel 4. 6 Parameter Desain Modulus Elastisitas Tanah STA 8+450 (kPa) .....	46
Tabel 4. 7 Parameter Desain <i>Poisson Ratio</i> STA 8+350 (kPa) .....	46
Tabel 4. 8 Parameter Desain <i>Poisson Ratio</i> STA 8+450 (kPa) .....	47
Tabel 4. 9 Parameter Desain Nilai Kohesi STA 8+350 (kPa) .....	47
Tabel 4. 10 Parameter Desain Nilai Kohesi STA 8+450 (kPa) .....	47
Tabel 4. 11 Parameter Desain Nilai Sudut Geser Dalam STA 8+350 ( $^\circ$ ) .....	48
Tabel 4. 12 Parameter Desain Nilai Sudut Geser Dalam STA 8+450 ( $^\circ$ ) .....	48
Tabel 4. 13 Parameter Desain Koefisien Permeabilitas STA 8+350 (m/hari) .....	48
Tabel 4. 14 Parameter Desain Koefisien Permeabilitas STA 8+450 (m/hari) .....	48
Tabel 4. 15 Parameter Desain <i>Sand Platform</i> .....	49
Tabel 4. 16 Parameter Desain Timbunan.....	49

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 19 Rekapitulasi Parameter Tanah Desain STA 8+350 .....	68
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Parameter Tanah Desain STA 8+475 .....	69
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Tahapan Konstruksi STA 8+350 .....	72
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Tahapan Konstruksi STA 8+475 .....	73



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Sebaran Tanah Lunak Indonesia .....	5
Gambar 2. 2 Diagram Segitiga Tekstur Tanah.....	7
Gambar 2. 3 Grafik waktu-pemampatan selama konsolidasi untuk suatu penambahan beban yang diberikan .....	16
Gambar 2. 4 Variasi $e$ versus $\log t$ suatu penambahan beban, dan definisi indeks konsolidasi sekunder .....	19
Gambar 2. 5 Pola Pemasangan PVD.....	23
Gambar 2. 6 Diameter ekivalen PVD .....	25
Gambar 2. 7 Ilustrasi <i>Vacuum Preloading</i> .....	27
Gambar 2. 8 Deformasi elemen tanah yang mengalami tekanan vakum; (a) tekanan awal; (b) tidak ada lateral displacement; (c) dengan lateral displacement.....	29
Gambar 2. 9 Deformasi Lateral Tanah Dasar .....	30
Gambar 2. 10 <i>Settlement Plate</i> .....	31
Gambar 2. 11 <i>Vacuum Gauge</i> .....	31
Gambar 2. 12 <i>Vibrating Wire Piezometer</i> .....	32
Gambar 2. 13 Inclinomometer .....	33
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 2 STA 8+300 – 8+600 .....	37
Gambar 3. 2 Bagan Alir Analisis .....	40
Gambar 4. 1 Potongan Melintang ( <i>Cross Section</i> ) STA 8+350.....	41
Gambar 4. 2 Potongan Melintang ( <i>Cross Section</i> ) STA 8+475.....	41
Gambar 4. 3 Letak ( <i>Layout</i> ) Pemasangan PVD dan Instrumen Geoteknik Cell 1.....	42
Gambar 4. 4 Letak ( <i>Layout</i> ) Pemasangan PVD dan Instrumen Geoteknik Cell 3.....	42
Gambar 4. 5 Kedalaman Pemasangan PVD <i>Cell 1</i> .....	43
Gambar 4. 6 Kedalaman Pemasangan PVD <i>Cell 3</i> .....	43
Gambar 4. 7 Grafik Penurunan - Waktu <i>Settlement Plate Cell 1</i> .....	50
Gambar 4. 8 Grafik Penurunan - Waktu <i>Settlement Plate Cell 3</i> .....	50
Gambar 4. 9 Grafik Kedalaman – Deformasi Lateral <i>Inclinometer Cell 1</i> .....	51
Gambar 4. 10 Grafik Kedalaman – Deformasi Lateral <i>Inclinometer Cell 3</i> .....	52
Gambar 4. 11 Lapisan Perkerasan STA 8+350 dan STA 8+475 .....	53
Gambar 4. 12 Tampilan Jendela <i>Project Properties</i> .....	54

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 13 Tampilan Jendela <i>Modify soil layers</i> .....	55
Gambar 4. 14 Tampilan Jendela <i>Material Sets</i> .....	56
Gambar 4. 15 Pemodelan Struktur ( <i>Structure</i> ) .....	57
Gambar 4. 16 Penyusunan Jaringan Elemen Hingga ( <i>Meshing</i> ).....	57
Gambar 4. 17 Hasil Jaringan ( <i>Mesh</i> ) .....	58
Gambar 4. 18 Kondisi Aliran ( <i>Flow Conditions</i> ) .....	58
Gambar 4. 19 Penyusunan Tahapan Konstruksi ( <i>Phase</i> ).....	59
Gambar 4. 20 Fase Pembebanan Kondisi Awal ( <i>Initial Phase</i> ).....	60
Gambar 4. 21 Fase Pembebanan <i>Sand Platform</i> .....	60
Gambar 4. 22 Fase Pembebanan Timbunan Lapis 1 .....	61
Gambar 4. 23 Fase Pembebanan Timbunan Lapis 2.....	61
Gambar 4. 24 Fase Pembebanan Lalu Lintas dan Perkerasan .....	62
Gambar 4. 25 Pemilihan Titik ( <i>Node</i> ) Tinjauan .....	63
Gambar 4. 26 Tampilan Jendela <i>Calculation Phase</i> .....	64
Gambar 4. 27 Hasil ( <i>Output</i> ) <i>Deformed Mesh</i> .....	65
Gambar 4. 28 Hasil ( <i>Output</i> ) <i>Total Displacements</i> .....	65
Gambar 4. 29 Tampilan Jendela <i>Curve Generation</i> .....	66
Gambar 4. 30 Hasil Grafik Penurunan vs Waktu.....	66
Gambar 4. 31 Tampilan Jendela <i>Cross Section Points</i> .....	67
Gambar 4. 32 Tampilan <i>Cross Section Total Displacement Ux</i> .....	67
Gambar 4. 33 Hasil Grafik Kedalaman vs Deformasi Lateral .....	67
Gambar 4. 34 Lapisan ( <i>Layer</i> ) Tanah Dasar Pada STA 8+350 .....	69
Gambar 4. 35 Lapisan ( <i>Layer</i> ) Tanah Dasar Pada STA 8+475 .....	70
Gambar 4. 36 Pemodelan Struktur Pada STA 8+350 .....	70
Gambar 4. 37 Pemodelan Struktur Pada STA 8+475 .....	71
Gambar 4. 38 Pemodelan Kedalaman Muka Air Tanah (MAT) Pada STA 8+350 ...	71
Gambar 4. 39 Pemodelan Kedalaman Muka Air Tanah (MAT) Pada STA 8+475 ...	72
Gambar 4. 40 Hasil ( <i>Output</i> ) Pemodelan Pada STA 8+350; (a) <i>Deformed Mesh</i> ; (b) <i>Total Displacements Uy</i> ; (c) <i>Total Displacement Ux</i> .....	74
Gambar 4. 41 Hasil ( <i>Output</i> ) Pemodelan Pada STA 8+475; (a) <i>Deformed Mesh</i> ; (b) <i>Total Displacements Uy</i> ; (c) <i>Total Displacement Ux</i> .....	75
Gambar 4. 42 Perbandingan Penurunan Hasil Pemodelan dengan Hasil <i>Monitoring</i> STA 8+350.....	76





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 43 Perbandingan Penurunan Hasil Pemodelan dengan Hasil *Monitoring* STA 8+475.....76

Gambar 4. 44 Perbandingan Deformasi Lateral Hasil Pemodelan dengan Hasil *Monitoring* STA 8+350.....77

Gambar 4. 45 Perbandingan Deformasi Lateral Hasil Pemodelan dengan Hasil *Monitoring* STA 8+475.....77

Gambar 4. 46 Pemodelan *Vaacuum Preloading* dengan Kedalaman PVD 14 m .....78

Gambar 4. 47 Pemodelan *Vaacuum Preloading* dengan Kedalaman PVD 12 m .....78

Gambar 4. 48 Pemodelan *Vaacuum Preloading* dengan Kedalaman PVD 9 m .....79

Gambar 4. 51 Perbandingan Waktu Penurunan dengan Interval Kedalaman PVD...79

Gambar 4. 52 Perbandingan Deformasi Lateral dengan Interval Kedalaman PVD ..80



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penurunan dan Deformasi Lateral Hasil Pemodelan .....	85
Lampiran 2. Waktu Penurunan Hasil Pemodelan dengan Variasi Interval Kedalaman PVD.....	91
Lampiran 3. Deformasi Lateral Hasil Pemodelan dengan Variasi Interval Kedalaman PVD.....	97
Lampiran 4. <i>Data Sekunder PT. Cibitung Tanjung Priok Port Tollways</i> .....	100



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR NOTASI

$\gamma_{unsat}$	=	Berat isi tanah tak jenuh
$\gamma_{sat}$	=	Berat isi tanah jenuh
$k$	=	Koefisien permeabilitas
$E$	=	Modulus elastisitas tanah
$\nu$	=	<i>Poisson Ratio</i>
$C_u$	=	Kohesi tanah kondisi tak terdrainase
$\phi$	=	Sudut geser dalam
$q_c$	=	Tekanan konus
$S_i$	=	Penurunan segera ( <i>immediate settlement</i> )
$\Delta\sigma$	=	Tegangan total
$M$	=	<i>Constrained modulus</i>
$P_o'$	=	Tekanan efektif <i>overburden</i>
$P_c'$	=	Tekanan prakonsolidasi
OCR	=	<i>Over consolidation ratio</i>
$S_c$	=	Penurunan konsolidasi primer
$C_c$	=	Indeks kompresi tanah
$C_s$	=	Indeks pemuaian
$e_0$	=	Angka pori
$H$	=	Tebal lapisan tanah sub-lapisan
$\Delta P$	=	Penambahan tegangan vertical
$Z$	=	Tebal per lapisan
$I_p$	=	<i>Influence factor</i>
$C_\alpha$	=	Koefisien pemampatan sekunder
$\Delta e$	=	Perubahan angka pori
$t_1$	=	Waktu selesai pemampatan primer
$t_2$	=	Waktu selesai pemampatan sekunder
$C'\alpha$	=	Indeks pemampatan sekunder



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$e_p$	=	Angka pori pada akhir konsolidasi primer
$LL$	=	Batas cair dalam persen
$C_v$	=	Koefisien konsolidasi vertikal
$H_{dr}$	=	Panjang aliran
$t$	=	Waktu yang dibutuhkan menyelesaikan pemampatan konsolidasi
$T_v$	=	Faktor waktu
$S$	=	Jarak pemasangan antar PVD
$D$	=	Diameter ekivalen dari lingkaran tanah
$Ch$	=	Koefisien konsolidasi tanah horizontal
$U_h$	=	Derajat konsolidasi tanah arah horizontal
$F(n)$	=	Faktor akibat jarak antar PVD
$d_w$	=	Diameter ekivalen PVD
$F_r$	=	Faktor tahan alir
$L$	=	Panjang aliran drainase jika drainase di dua ujung
$K_h$	=	Koefisien permeabilitas arah horizontal yang tidak terganggu
$q_w$	=	Kapasitas tamping PVD
$F_s$	=	Faktor efek <i>smear</i>
$d_s$	=	Diameter zona terganggu
$k_1$	=	Rasio tekanan vakum pada bagian dasar dan atas drainase
$u_o$	=	Kelebihan tekanan pori awal
$T_h$	=	Faktor waktu arah horisontal
$\mu$	=	Faktor gangguan ( <i>smear</i> )
$U_e$	=	Tegangan air pori awal
$\Delta U_e$	=	Tegangan air pori bacaan <i>piezometer</i>
$\psi$	=	Sudut dilatansi



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan suatu komponen penting dalam suatu konstruksi dimana selain sebagai tempat berdirinya suatu konstruksi, tanah juga memiliki fungsi sebagai penerima dan penahan beban dari konstruksi di atasnya. Namun permasalahan yang sering dihadapi yaitu jika konstruksi dibangun di atas tanah dasar yang lunak, dimana tanah lunak memiliki kadar air yang tinggi, permeabilitas yang relatif rendah, kompresibilitas yang tinggi, dan daya dukung yang rendah, sehingga menyebabkan tanah tersebut memiliki keterbatasan dalam menerima dan menahan beban konstruksi di atasnya.

Permasalahan terhadap tanah lunak paling sering terjadi pada proyek konstruksi jalan dimana memiliki cakupan wilayah proyek yang relatif luas yang melalui berbagai macam kondisi tanah yang berbeda dan menyebabkan kemungkinan beberapa trase jalan sering dibangun di atas tanah lunak. Konstruksi yang merupakan konstruksi timbunan di atas tanah lunak perlu ditinjau terhadap beberapa hal, antara lain kemungkinan terjadinya penurunan konsolidasi yang cukup besar dalam jangka waktu yang lama dan deformasi yang tidak merata (*differential deformation*) yang menyebabkan terjadinya masalah pada stabilitas timbunan dan kemungkinan terjadinya kelongsoran pada tanah timbunan. Oleh karena itu diperlukan perbaikan tanah dasar sebelum konstruksi dibangun untuk mencegah terjadinya penurunan (*settlement*) sehingga konstruksi jalan tidak rusak sampai pada umur masa layan yang direncanakan.

Pada proyek pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 2 STA 8+300 – 8+600, dimana trase jalan merupakan konstruksi timbunan dengan kondisi tanah dasar yang memiliki lapisan tanah lunak yang sangat tebal dan kedalaman tanah keras yang cukup dalam yaitu 14 meter dari permukaan tanah, serta terdapat utilitas pipa gas berjarak 15 m dari batas terluar area. Maka dilakukan pelaksanaan perbaikan tanah dasar dengan metode *vacuum preloading*. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka pada skripsi ini akan membahas pengaruh kedalaman *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) terhadap waktu penurunan dan deformasi lateral pada *vacuum preloading*.

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana permodelan *vacuum preloading* pada tanah lunak pada proyek tersebut?
2. Bagaimana perbandingan penurunan dan deformasi lateral hasil permodelan dengan hasil *monitoring* lapangan pada proyek tersebut?
3. Bagaimana pengaruh kedalaman *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) terhadap waktu penurunan dan deformasi lateral pada proyek tersebut?

## 1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meluas dan tidak menyimpang dari perumusan masalah yang ditetapkan, maka perlu adanya pembatasan terhadap masalah yang ditinjau. Batasan-batasan masalah yang diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Permodelan *vacuum preloading* menggunakan *software* Metode Elemen Hingga (FEM) yaitu PLAXIS 2D.
2. Penurunan dan deformasi lateral hasil permodelan menggunakan *software* Metode Elemen Hingga (FEM) yaitu PLAXIS 2D dibandingkan dengan hasil *monitoring* Settlement plate dan Inclinator di lapangan.
3. Pengaruh kedalaman *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) terhadap waktu penurunan dan deformasi lateral dengan interval kedalaman PVD 9, 12, ... dan seterusnya.
4. Data tanah dan data pendukung lainnya yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari PT. Cibitung Tanjung Priok *Port Tollways*.

## 1.4 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis permodelan *vacuum preloading* menggunakan PLAXIS 2D untuk proyek tersebut.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Menganalisis perbandingan penurunan dan deformasi lateral hasil permodelan menggunakan *software* PLAXIS 2D dengan data hasil *monitoring* lapangan pada proyek tersebut.
3. Menganalisis pengaruh kedalaman *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) terhadap waktu penurunan dan deformasi lateral pada proyek tersebut.

### 1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan pengetahuan mengenai perbaikan tanah lunak dengan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) dan kombinasi *vacuum preloading*.
2. Memberikan pengetahuan mengenai permodelan *vacuum preloading* menggunakan *software* Metode Elemen Hingga (FEM) yaitu PLAXIS 2D.
3. Dapat dijadikan referensi bagi peneliti lain dan perencanaan pada proyek-proyek kedepannya terkait penentuan kedalaman *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) yang efektif untuk mendapatkan waktu penurunan yang efisien dan meminimalisir pengaruh deformasi lateral.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, sistematika penulisan yang akan digunakan terdiri dari lima bab yang akan memberikan gambaran yang jelas serta mempermudah penjelasan.

## BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, pembatasan masalah, manfaat serta sistematika penulisan mengenai analisis pengaruh kedalaman *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) terhadap waktu penurunan dan deformasi lateral pada perbaikan tanah *vacuum preloading*.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai dasar-dasar teori yang mendukung penulisan mengenai analisis pengaruh kedalaman *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) terhadap waktu penurunan dan deformasi lateral pada *vacuum preloading* serta studi-studi terdahulu yang digunakan sebagai acuan dan landasan yang berhubungan dengan analisis ini.



### BAB III METODOLOGI

Bab ini menjelaskan mengenai tahap-tahap dalam penyusunan skripsi ini mulai dari tinjauan lokasi, teknik pengumpulan data, tahapan analisis, dan diagram alir analisis.

### BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai pengolahan data sekunder yang digunakan dalam analisis pada skripsi ini serta pembahasan terhadap pengaruh kedalaman *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) terhadap waktu penurunan dan deformasi lateral pada *vacuum preloading* menggunakan *software* Metode Elemen Hingga (FEM) yaitu PLAXIS 2D dan dilakukan perbandingan dengan hasil *monitoring* di lapangan sesuai dengan rumusan masalah yang telah dirumuskan.

### BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran hasil analisis pengaruh kedalaman *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) terhadap waktu penurunan dan deformasi lateral pada *vacuum preloading*.

### DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta







## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pemodelan perbaikan tanah lunak dengan metode *vacuum preloading* pada proyek pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing Seksi 2 STA 8+300 – STA 8+600, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pemodelan *vacuum preloading* dengan menggunakan software metode elemen hingga yaitu PLAXIS 2D V20 dengan menggunakan parameter tanah desain dari korelasi hasil pengujian N-SPT diperoleh penurunan konsolidasi yang mendekati dengan hasil *monitoring* dilapangan.
2. Dari pemodelan *vacuum preloading* menggunakan software PLAXIS 2D V20 didapatkan hasil penurunan dan deformasi lateral sebagai berikut:
  - Pada pemodelan STA 8+350, didapatkan hasil penurunan sebesar 72,85 cm pada hari ke-259,27 dimana hasil tersebut mendekati penurunan hasil *monitoring settlement plate* dilapangan sebesar 71,8 cm pada hari ke-259. Sementara untuk hasil deformasi lateral didapat hasil dari pemodelan sebesar -17,30 cm, dimana hasil tersebut masih jauh dari deformasi lateral hasil *monitoring inclinometer* dilapangan sebesar -6,38 cm.
  - Pada pemodelan STA 8+475, didapatkan hasil penurunan sebesar 73,27 cm pada hari ke-259,27 dimana hasil tersebut mendekati penurunan hasil *monitoring settlement plate* dilapangan sebesar 72,6 cm pada hari ke-259. Sementara untuk hasil deformasi lateral didapat hasil dari pemodelan sebesar -11,97 cm, dimana hasil tersebut masih jauh dari deformasi lateral hasil *monitoring inclinometer* dilapangan sebesar -75,38 cm.

Dapat disimpulkan kemungkinan perbedaan yang cukup signifikan untuk hasil deformasi lateral dikarenakan tidak ada data yang jelas terkait koordinat pemasangan instrumen *inclinometer* dilapangan, hal ini berbeda untuk hasil penurunan dikarenakan terdapat data yang jelas terkait koordinat pemasangan instrumen *settlement plate*.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Pada pemodelan vacuum preloading dengan variasi interval kedalaman PVD didapatkan hasil sebagai berikut:
  - Waktu penurunan yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 90%, pada kedalaman PVD 14 m selama 259,27 hari; kedalaman PVD 12 m selama 358,13 hari; dan kedalaman PVD 9 m selama 367,02 hari..
  - Deformasi lateral yang didapat pada kedalaman PVD 14 m sebesar -17,3 cm; kedalaman PVD 12 m sebesar -16,69 cm; dan kedalaman PVD 9 m sebesar -15,66 cm.

Dapat disimpulkan untuk pengaruh waktu penurunan akan semakin lama jika kedalaman pemasangan PVD semakin pendek dikarenakan proses penghisapan *vacuum* melalui PVD tidak efektif pada lapisan tanah kompresibel (*compressible layer*) yang tidak terkena oleh pengaruh PVD. Sementara untuk pengaruh deformasi lateral kearah dalam area perbaikan akan semakin kecil jika kedalaman PVD semakin pendek dan sebaliknya deformasi lateral akan semakin besar kearah luar area perbaikan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, terdapat beberapa saran sebagai berikut.

1. Menggunakan data tanah hasil uji laboratorium sehingga parameter tanah desain dapat lebih akurat dengan kondisi asli dan hasil yang didapat lebih tepat dibandingkan dengan parameter hasil korelasi empiris.
2. Menggunakan data instrument yang lebih lengkap lagi terutama koordinat letak pemasangan instrumen sehingga hasil yang dibandingkan akan lebih akurat.
3. Menggunakan pemodelan pada *software* PLAXIS 2D yang lebih variatif, seperti pemodelan *hardening soil* dan *soft soil* agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.



## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2017). SNI 8460:2017 Persyaratan Perencanaan Geoteknik. Jakarta.
- Barron, R. A. (1948). Consolidation of fine-grained soils by drain wells. Transactions ASCE, 113(2346): 718-724.
- Chai, J. C., Cater, J. P., and Hayashi, S. (2005a), "Ground Deformation Induced by Vacuum Consolidation", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 131(12): 1552-1561.
- Chu, J. dan S. W. Yan. (2005). "Estimation of Degree of Consolidation for Vacuum Preloading Projects." International Journal of Geomechanics.
- Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. (1995). Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Gouw, Tjie-Liong. and Dan Yu, Liu. (2012). "Soil Improvement by Vacuum Preloading for a Power Plant Project in Vietnam", HATTI-PIT-XVI 2012, 4-5 Dec 2012, Hotel Borobudur, Jakarta.
- Gunawan, Tomy, Alfred Jonathan S. dan Ali Iskandar. (2020). "Analisis Penurunan Pada Timbunan Dengan Prefabricated Vertical Drain (PVD) Menggunakan Data Hasil Uji CPTu". Jurnal Mitra Teknik Sipil, 69-80.
- Indraratna, B. R. (2005). Prediction and Observations of Soft Clay Foundations Stabilized with Geosynthetic drain Vacuum Surcharge. Ground Improvement – Case Histories Book, Edited by Indraratna, B. And Chu, J. Elsevier. London.
- Indraratna, Buddhima, Rujikiatkamjorn dan R. Kelly. (2009). "Modelling of Combined Vacuum and Surcharge Preloading with Vertical Drains."
- Mesri, G. (1973), "Coefficient of Secondary Compression", Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, 99, 1 pp. 123 137.
- Mochtar, I. B. (2000). Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan pada Tanah Bermasalah. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Panduan Geoteknik 1. (2002). Proses Pembentukan dan Sifat-Sifat Dasar Tanah Lunak. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.

Wibowo. C. H., Azkya. D. A. S., Karlinasari. R., & Nafiah. (2019). Analisis Perbaikan Tanah Lunak Dengan Metode Vacuum Consolidation Pada Program Plaxis Dan Metode Asaoka (Studi Kasus; Jalan Tol Balikpapan-Samarinda STA 20+775). Semarang: Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU 2), 255:263.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta