

**ANALISIS PERBAIKAN TANAH MENGGUNAKAN METODE
PREFABRICATED VERTIKAL DRAIN (PVD) PADA PROYEK JALAN
TOL INDRALAYA-BENGGKULU**

TUGAS AKHIR



WANGGA ALFYAN CHOLIS

1182004017

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA**

2023

**ANALISIS PERBAIKAN TANAH MENGGUNAKAN METODE
PREFABRICATED VERTIKAL DRAIN (PVD) PADA PROYEK JALAN
TOL INDRALAYA-BENGGKULU**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik



**WANGGA ALFYAN CHOLIS
1182004017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2023**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Wangga Alfyan Cholis

NIM : 1182004017

Tanda Tangan : 

Tanggal : 30 Juni 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Wangga Alfyan Cholis
NIM : 1182004017
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Analisis Perbaikan Tanah Menggunakan Metode
Prefabricated Vertikal Drain (PVD) Pada
Proyek Jalan Tol Indralaya-Bengkulu.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bahan persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Fatin Adriati S.T., M.T.

()

Penguji 1 : Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc.

()

Penguji 2 : Dr.Ir. Budianto Ontowirjo, M.Sc.

()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 30 Juni 2023

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillahirabbil' alamin, puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmatnya berupa kesehatan, kesempatan, serta pengetahuan sehingga saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Perbaikan Tanah Menggunakan Metode *Prefabricated Vertikal Drain* (PVD) Pada Proyek Jalan Tol Indralaya-Bengkulu”.

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan tugas yang harus diselesaikan oleh Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Bakrie. Tujuan utama dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie. Saya selaku penulis dan penyusun Tugas Akhir ini ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang turut membantu dan mendukung saya dalam menyusun Tugas Akhir ini :

1. Bapak serta Ibu yang senantiasa mendoakan penulis serta senantiasa mendukung, menasehati, dan juga memberikan motivasi kepada penulis selama penulis melalui pendidikan dan penelitian ini.
2. Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D. selaku Rektor Universitas Bakrie.
3. Fatin Adriati S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie serta selaku Dosen Pembimbing Akademik dan juga Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan masukan, bimbingan, dukungan, dan motivasi bagi penulis selama penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie yang telah memberikan ilmu dalam bidang teknik sipil sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman Mahasiswa Program Teknik Sipil Universitas Bakrie Angkatan 2018, serta orang-orang terdekat penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang selalu memberikan semangat hingga penulisan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

6. Febi dan Cindy sebagai *partner* diskusi yang saling menyemangati satu sama lain selama penyusunan Tugas Akhir.
7. Kepada sahabat terkasih Husna, Dandi, Zalfa, Amel, Alwi, Alfira, dan Runaldi yang selalu mendukung penulis selama proses penelitian berlangsung.
8. Kepada sahabat terkasih Faqih, Aziz, Firda, dan Nurma yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis serta membantu penulisan tugas akhir ini.
9. Kepada kawan-kawan Abadi Reptiles yang terkasih Shultan, Reihan, Faruq, Syaqi, Thalman, Firmanda dan kawan-kawan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terimakasih telah banyak memberikan bantuan moral serta petuah-petuah bijak dalam penyelesaian perkuliahan dan penulisan skripsi ini.

Terimakasih kepada pihak-pihak yang telah disebutkan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini. Demikian ini penulisan Tugas Akhir yang telah dibuat. Saya menyadari Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Juga bermanfaat bagi saya selaku penulis.

Jakarta, 30 Juni 2023



Penulis

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI

Sebagai civitas akademik Universitas Bakrie, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wangga Alfyan Cholis
NIM : 1182004017
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS PERBAIKAN TANAH MENGGUNAKAN METODE
PREFABRICATED VERTIKAL DRAIN (PVD) PADA PROYEK JALAN
TOL INDRALAYA-BENGGKULU**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 30 Juni 2023

Yang Menyatakan,



Wangga Alfyan Cholis

**ANALISIS PERBAIKAN TANAH MENGGUNAKAN METODE
PREFABRICATED VERTIKAL DRAIN (PVD) PADA PROYEK JALAN
TOL INDRALAYA-BENGGKULU**

Wangga Alfyan Cholis¹

ABSTRAK

Pembangunan prasarana sering kali dibangun di atas tanah lunak yang dapat menyebabkan kegagalan struktural jika tidak dilakukan perbaikan. Beberapa metode perbaikan yang tersedia adalah *preloading with vertical drain*, *electroosmosis*, *vacuum consolidation*, *light weight fill*, *stone column*, *jet grouting*, *lime columns*, *fracture grouting*, *ground freezing*, *vitrification*, *electrokinetic treatment* dan *electroheating*. Berdasarkan paparan di atas maka metode alternatif untuk mengatasi masalah tanah lunak pada pembangunan jalan tol Indralaya-Bengkulu digunakan perbaikan tanah dengan metode *prefabricated vertikal drain* (PVD).

Dalam penelitian ini menggunakan metode Elemen Hingga untuk menganalisis penurunan serta daya dukung tanah, kemudian dilakukan perbandingan pada saat sebelum dan sesudah penggunaan PVD. Didapatkan hasil penurunan sebelum penggunaan PVD sebesar 1,229 m yang memerlukan waktu 1,065 hari untuk mencapai konsolidasi 90% dan 1,839 m yang memerlukan waktu 6.517 hari untuk mencapai konsolidasi maksimal pada model 1 sedangkan 1 m yang memerlukan waktu konsolidasi 425 hari untuk mencapai konsolidasi 90% dan 1,014 m yang memerlukan waktu 1.678 hari untuk konsolidasi maksimal. Penurunan tanah sesudah menggunakan PVD mendapatkan hasil 1,158 m yang memerlukan waktu 165 hari untuk mencapai konsolidasi 90% dan 1,158 m yang memerlukan waktu 1.226 hari untuk maksimal pada model 1 sedangkan 0,984 m yang memerlukan waktu 120 hari untuk mencapai konsolidasi 90% dan 0,999 m yang memerlukan waktu 842 hari untuk konsolidasi maksimal pada model 2.

Kata kunci : Perbaikan Tanah, Metode *Prefabricated Vertikal Drain*, Jalan Tol

¹Mahasiswa Sarjana Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie

**ANALISIS PERBAIKAN TANAH MENGGUNAKAN METODE
PREFABRICATED VERTIKAL DRAIN (PVD) PADA PROYEK JALAN
TOL INDRALAYA-BENGGKULU**

Wangga Alfyan Cholis²

ABSTRACT

Infrastructure development is often built on soft soils which can lead to structural failure if improvements are not made. Some of the improved methods are preloading with vertical drain, electroosmosis, vacuum consolidation, lightweight fill, stone column, jet grouting, lime columns, fracture grouting, ground freezing, vitrification, electrokinetic treatment, and electroheating. As explained above, an alternative method for solving the soft land problem in the construction of the Indralaya-Bengkulu toll road has been used to repair the soil by the method of prefabricated vertical drain (PVD).

This research uses the Finite Element method to analyze the settlement and bearing capacity of the soil, then a comparison is made before and after the use of PVD. It was found that the settlement before the use of PVD was 1.229 m which took 1,065 days to reach 90% consolidation and 1.839 m which took 6,517 days to reach maximum consolidation in model 1 while 1 m which took 425 days to reach 90% consolidation and 1.014 m which took 1,678 days for maximum consolidation. The subsidence after using PVD resulted in 1.158 m which took 165 days to reach 90% consolidation and 1.158 m which took 1,226 days for maximum consolidation in model 1 while 0.984 m which took 120 days to reach 90% consolidation and 0.999 m which took 842 days for maximum consolidation in model 2.

Keywords : Ground Improvement, Prefabricated Vertical Drain Method, Expressway

² Undergraduate Student of Civil Engineering University Bakrie

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanah.....	4
2.1.1 Tanah Lunak.....	4
2.1.2 Klasifikasi Tanah dari Uji Sondir	4
2.1.3 Klasifikasi Tanah dari Standart Penetration Test (N-SPT)	6
2.1.4 Permasalahan Tanah Lunak	7

2. 2	Parameter Tanah	12
2.2.1	Parameter Hidrolis	12
2.2.2	Parameter Fisik.....	13
2.2.3	Kekakuan.....	14
2.2.4	Kuat Geser.....	15
2. 3	Perbaikan Tanah.....	18
2.3.1	<i>Geotextile Woven</i>	18
2.3.2	<i>Preloading</i>	19
2.3.3	Prefabricated Vertical Drain (PVD)	20
2.3.4	Instrument Geoteknik	23
2. 4	Metode Elemen Hingga.....	24
2.4.1	Model Tanah Lunak (Soft Soil Model)	27
2.4.2	<i>Input Geotextile</i>	28
2. 5	Penelitian Terdahulu	29
BAB III.....		32
METODOLOGI.....		32
3.1	Bagan Alir Penelitian.....	32
3.2	Lokasi Penelitian.....	33
3.3	Pengumpulan Data.....	33
3.3.1	Data Tanah	34
3.3.2	Data Beban Lalu Lintas	37
3.3.3	Data PVD	37
3.3.4	Data <i>Geotextile</i>	38
3.4	Analisis Data.....	38
BAB IV		43
ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		43

4.1	Perhitungan Kedalaman PVD	43
4.2	Analisis Deformasi Tanah dan Distribusi Tegangan	43
4.3	Analisis <i>Excess Pore Pressure</i>	51
4.4	Analisis Daya Dukung	54
4.5	Analisis <i>Safety Factor</i> Timbunan.....	55
4.6	Temuan dan Rekomendasi	56
	BAB V.....	57
	KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	58
	DAFTAR PUSTAKA	59
	LAMPIRAN.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Sistem Preloading dengan PVD	2
Gambar 2. 1 Grafik Hubungan Tekanan Konus dengan Perlawanan Geser	5
Gambar 2. 2 Material <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)	20
Gambar 2. 3 Pola Pemasangan PVD	21
Gambar 2. 4 Diameter Ekuivalen Dari <i>Prefabricated Vertical Drain</i>	23
Gambar 2. 5 Perbedaan Model Plane Strain dan Axi-Simetri	24
Gambar 2. 6 Kurva tegangan regangan uji oedometer	27
Gambar 2. 7 Kondisi unloading reloading Gouw, 2012	28
Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian	32
Gambar 3. 2 Denah lokasi	33
Gambar 3. 3 Stratifikasi Tanah	36
Gambar 3. 4 Sebelum dan sesudah pemasangan PVD pada titik bor 1	40
Gambar 3. 5 Sebelum dan sesudah pemasangan PVD pada titik bor 2	41
Gambar 4. 1 Deformasi <i>mesh</i> tanah sebelum menggunakan PVD	44
Gambar 4. 2 Deformasi tanah sebelum menggunakan PVD untuk konsolidasi 90%	44
Gambar 4. 3 Deformasi tanah sebelum menggunakan PVD untuk konsolidasi maksimal	44
Gambar 4. 4 Grafik Penurunan dan Waktu Konsolidasi model 1 sebelum menggunakan PVD untuk konsolidasi 90%	45
Gambar 4. 5 Grafik Penurunan dan Waktu Konsolidasi model 2 sebelum menggunakan PVD untuk konsolidasi 90%	45
Gambar 4. 6 Grafik Penurunan dan Waktu Konsolidasi model 1 sebelum menggunakan PVD untuk konsolidasi maksimal	46
Gambar 4. 7 Grafik Penurunan dan Waktu Konsolidasi model 2 sebelum menggunakan PVD untuk konsolidasi maksimal	46
Gambar 4. 8 Deformasi <i>mesh</i> tanah setelah menggunakan PVD %	47
Gambar 4. 9 Deformasi tanah setelah menggunakan PVD untuk konsolidasi 90 %	47
Gambar 4. 10 Deformasi tanah setelah menggunakan PVD untuk konsolidasi maksimal	47

Gambar 4. 11 Grafik Penurunan dan Waktu Konsolidasi model 1 sesudah menggunakan PVD untuk konsolidasi 90 %	48
Gambar 4. 12 Grafik Penurunan dan Waktu Konsolidasi model 2 sesudah menggunakan PVD untuk konsolidasi 90 %	48
Gambar 4. 13 Grafik Penurunan dan Waktu Konsolidasi model 1 sesudah menggunakan PVD untuk konsolidasi maksimal	49
Gambar 4. 14 Grafik Penurunan dan Waktu Konsolidasi model 2 sesudah menggunakan PVD untuk konsolidasi maksimal	49
Gambar 4. 15 Distribusi Tegangan Sebelum Menggunakan PVD	50
Gambar 4. 16 Distribusi Tegangan Sesudah Menggunakan PVD	51
Gambar 4. 17 <i>Pore Pressure</i> sebelum menggunakan PVD untuk konsolidasi 90%	52
Gambar 4. 18 <i>Pore Pressure</i> sebelum menggunakan PVD untuk konsolidasi maksimal	52
Gambar 4. 19 <i>Pore Pressure</i> sesudah menggunakan PVD untuk konsolidasi 90 %	53
Gambar 4. 20 <i>Pore Pressure</i> sesudah menggunakan PVD untuk konsolidasi maksimal	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Tanah	5
Tabel 2. 2 Hubungan N-SPT Terhadap Konsistensi Tanah Lempung.....	6
Tabel 2. 3 Hubungan N-SPT Terhadap Konsistensi Tanah Pasir	6
Tabel 2. 4 Hubungan antara nilai tipikal berat volume tanah	7
Tabel 2. 5 Faktor Waktu Terhadap U.....	12
Tabel 2. 6 Nilai Permeabilitas (k) dalam Satuan (m/s)	13
Tabel 2. 7 Nilai Modulus Elastisitas Tanah (Es).....	15
Tabel 2. 8 Hubungan Antara Jenis Tanah dan Poisson Ratio	15
Tabel 2. 9 Nilai tipikal ϕ beberapa jenis tanah dan batuan (AS 4678, 2002).....	17
Tabel 2. 10 Hubungan antara Nilai Kohesi, N-SPT, dan Berat Volume	18
Tabel 3. 1 Data Tanah Timbunan.....	34
Tabel 3. 2 Parameter tanah pada titik Bor 1 dan titik bor 2	35
Tabel 3. 3 Beban Lalu Lintas	37
Tabel 3. 4 parameter PVD.....	37
Tabel 3. 5 Data Gotextile	38
Tabel 3. 6 Data Hasil Korelasi Dari Titik Bor 1	39
Tabel 3. 7 Data Hasil Korelasi Dari Titik Bor 2	39
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Pada Titik Bor 1	43
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Pada Titik Bor 2	43
Tabel 4. 3 Nilai Deformasi Sebelum dan Sesudah.....	50
Tabel 4. 4 Nilai Excess Pore Pressure Sebelum dan Sesudah.....	54
Tabel 4. 5 Nilai Daya dukung tanah dari beberapa variasi beban.....	54
Tabel 4. 6 Nilai Safety Factor	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Uji Bor Log	60
Lampiran 2. Perhitungan Pemancangan PVD Menggunakan Metode 2V:1H...	65