

**PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH MELALUI METODE
PREFABRICATED VERTICAL DRAIN DAN METODE *VACUUM
CONSOLIDATION* PADA AREA PARKIR PETI KEMAS
DI PELABUHAN SUNDA KELAPA JAKARTA**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Global Jakarta



Disusun oleh :

ANANDA RAINES

NPM: 181137008

**UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2020**

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Jakarta, 14 Februari 2021
Mahasiswa,




Ananda Raines
NIM. 181137008

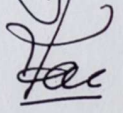
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh : Ananda Raines
Nama : Ananda Raines
NIM : 181137008
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Perencanaan Perbaikan Tanah Melalui Metode *Prefabricated Vertical Drain* dan Metode *Vacuum Consolidation* Pada Area Parkir Peti Kemas di Pelabuhan Sunda Kelapa Jakarta

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

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Ir. Sumudi Kartono, SP1 ()

Pembimbing 2 : Ir. Sukatja, M.Eng. ()

Ditetapkan di : Universitas Global Jakarta

lar

20


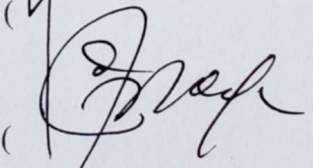
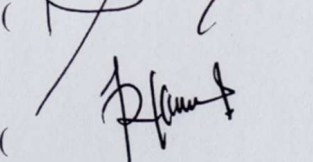
21

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh : Ananda Raines
Nama : Ananda Raines
NIM : 181137008
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Perencanaan Perbaikan Tanah Melalui Metode *Prefabricated Vertical Drain* dan Metode *Vacuum Consolidation* Pada Area Parkir Peti Kemas di Pelabuhan Sunda Kelapa Jakarta

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

DEWAN PENGUJI

Penguji 1	: Ir. Prasetyo, MEM	()
Penguji 2	: Dedy Rutama, S.T., M.T.	()
Penguji 3	: R. Nawang Sari, S.T., M.T.	()

Ditetapkan di : Universitas Global Jakarta
Tanggal : 25 Februari 2021

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ananda Raines
NPM : 181137008
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

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

Perencanaan Perbaikan Tanah Melalui Metode *Prefabricated Vertical Drain* dan Metode *Vacuum Consolidation* Pada Area Parkir Peti Kemas di Pelabuhan Sunda Kelapa Jakarta

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 14 Februari 2021

Yang menyatakan

Ananda Raines

NIM. 181137008

ABSTRAK

Metode *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) adalah salah satu cara perbaikan tanah yang umum diterapkan pada tanah lunak. Tujuan pemasangan PVD adalah untuk meningkatkan daya dukung tanah di area parkir peti kemas dan menghilangkan pemampatan yang terjadi; dengan kombinasi penggunaan metode *Vacuum Consolidation* atau biasa disebut metode vakum diharapkan dapat mempersingkat waktu pemampatan. Pada area parkir peti kemas, terjadi penurunan tanah yang mengakibatkan keretakan. Sehingga, agar area parkir peti kemas dapat beroperasi kembali, diperlukan perencanaan untuk perbaikan tanah dan untuk menghilangkan pemampatan tanah dasar di area parkir peti kemas.

Perbaikan tanah dasar menggunakan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) yang dikombinasikan dengan metode *Vacuum Consolidation* digunakan untuk Zona 1, 2, dan 3. Direncanakan PVD dipasang di kedalaman yang berbeda, yaitu: 1/3 dari ketebalan lapisan tanah lunak, 2/3 dari ketebalan lapisan tanah lunak, dan pada kedalaman penuh dari ketebalan lapisan tanah lunak. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui kondisi yang menghasilkan efektifitas paling baik, ditinjau dari lama konsolidasi tanah.

Dari hasil perencanaan yang dilakukan, diketahui bahwa PVD yang digunakan adalah *Ceteau Drain* CT-D228 dengan ketebalan 100 mm dan lebar 4 mm. Jarak antar PVD yang paling efektif dari penggunaan metode *Prefabricated Vertical Drain* dan *Vacuum Consolidation* adalah 0,862 meter dan kedalaman pipa PVD sepanjang 34 meter dengan waktu konsolidasi selama 25 minggu.

Kata kunci: *Area Parkir Peti Kemas, Prefabricated Vertical Drain (PVD), Vacuum Consolidation Method (VCM), Pemampatan Tanah*

ABSTRACT

The Prefabricated Vertical Drain (PVD) method is a method of soil improvement that is commonly applied to soft soil. The purpose of installing PVD is to increase the soil bearing capacity in the container parking area and eliminate the compaction that occurs; the use of the Vacuum Consolidation method or commonly called the vacuum method is expected to shorten the compression time. In the container parking area, land subsidence occurred which resulted in cracks. Thus, in order for the container parking area to operate again, planning is required for soil improvement and for eliminating subgrade compaction in the container parking area.

Subgrade improvement using Prefabricated Vertical Drain (PVD) combined with the Vacuum Consolidation method is used for Zones 1, 2, and 3. PVD is planned to be installed at different depths, namely: 1/3 of the thickness of the soft soil layer, 2/3 of the thickness soft soil layer, and at the full depth of the thickness of the soft soil layer. This is done to determine the conditions that produce the best effectiveness, in terms of the duration of land consolidation.

From the results of the planning, it is known that the PVD used is Ceteau Drain CT-D228 with a thickness of 100 mm and a width of 4 mm. The most effective distance between PVDs from the use of the Prefabricated Vertical Drain and Vacuum Consolidation methods is 0.862 meters and the depth of the PVD pipe is 34 meters with a consolidation time of 25 weeks.

Keyword: *Container Parking Area, Prefabricated Vertical Drain (PVD), Vacuum Consolidation Method (VCM), Soil Consolidation*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Foto Lokasi.....	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Batasan Masalah.....	4
BAB II	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Teori Penurunan Tanah	5
2.1.2 Penurunan Seketika	5
2.1.3 Penurunan Konsolidasi Primer	6
2.1.4. Penurunan Konsolidasi Sekunder	6
2.2 Pengertian <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)	7
2.3 Bahan dan Fungsi <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD).....	10
2.3.1 Fungsi Drain Jacket	10
2.3.2 Fungsi Drain Core	11
2.4 Sifat-Sifat Dari Filter Pada PVD.....	11
2.4.1 Soil Retention Ability	13
2.4.2 Permeabilitas	13
2.4.3 Sifat Mekanis Filter dan Core.....	13

2.5 Tipe – tipe PVD.....	14
2.6 Penggunaan PVD	16
2.6.1 Faktor Yang Mempengaruhi Efisiensi Pengaliran.....	17
2.6.2 Area yang terpengaruh oleh <i>vertical drain</i>	22
2.7 Langkah – Langkah dalam mendesain <i>prefabricated vertical drain</i>	23
2.8 Pengertian <i>Vacuum Consolidation Method (VCM)</i>	24
2.8.1 Instrumentasi Geoteknik.....	26
2.8.1 Sistem Konsolidasi Vakum	26
2.9 Efektivitas <i>Vacuum Consolidation</i>	28
BAB III.....	29
3.1 Uraian Umum.....	29
3.2 Sumber Data.....	29
3.2.1 Data Primer	29
3.2.2 Data Sekunder.....	29
3.3 Metode Pengolahan Data	29
3.4 Diagram Alir	30
3.4.1 Studi Literatur.....	31
3.4.2 Pengumpulan Data.....	31
3.4.2 Analisis Pemampatan Tanah	31
3.4.3 Perencanaan Perbaikan Tanah Menggunakan PVD dan VCM.	31
BAB IV.....	32
4.1 Data Tanah	32
4.1.1 Data Tanah Dasar	32
4.1.2 Data Tanah Timbunan	41
4.2 Data untuk Analisis	41
4.3 Perhitungan Timbunan <i>Preloading</i>	45
4.3.1 Perhitungan Besar Pemampatan (S_c)	46
4.3.2 Perhitungan Tinggi Timbunan Awal dan Tinggi Timbunan Akhir	48
4.4 Perhitungan Waktu Pemampatan Tanpa PVD	50
4.5 Perencanaan PVD untuk Mempercepat Pemampatan.....	51
4.5.1 Perhitungan Derajat Konsolidasi Vertikal (U_v).....	52
4.5.2 Perhitungan Derajat Konsolidasi Horizontal (U_h).....	53
4.5.3 Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata-rata (\bar{U}).....	54

4.6 Perhitungan <i>Differential Settlement</i>	56
4.7 Penimbunan Bertahap	57
4.7.1 Perhitungan Tegangan Tiap Lapisan Tanah dengan Derajat Konsolidasi (U) 100%	58
4.7.2 Perhitungan Tegangan Tiap Lapisan Tanah dengan Derajat Konsolidasi (U) < 100%	58
4.7.3 Perhitungan Nilai Cu Baru	59
4.7.4 Perhitungan Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap	59
4.8 Perencanaan VCM untuk Mempercepat Pemampatan	60
BAB V	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN.....	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelabuhan Sunda Kelapa Jakarta, merupakan pintu gerbang utama transportasi laut di Indonesia, disamping itu juga sebagai sarana keluar masuknya barang baik barang nasional maupun internasional. Untuk meningkatkan fungsi pelabuhan Sunda Kelapa Jakarta dan memperlancar operasional arus pengiriman dan penerimaan barang baik nasional maupun internasional maka dilakukan perluasan area parkir penumpukan peti kemas pada wilayah pelabuhan Sunda Kelapa Jakarta.

Pada pembangunan proyek penumpukan peti kemas dijumpai keadaan-keadaan yang menyulitkan antara lain adalah adanya tanah yang terlalu lunak, sehingga tanpa perbaikan daya dukung tanah dengan cara khusus kita tidak dapat membangun konstruksi di atasnya.

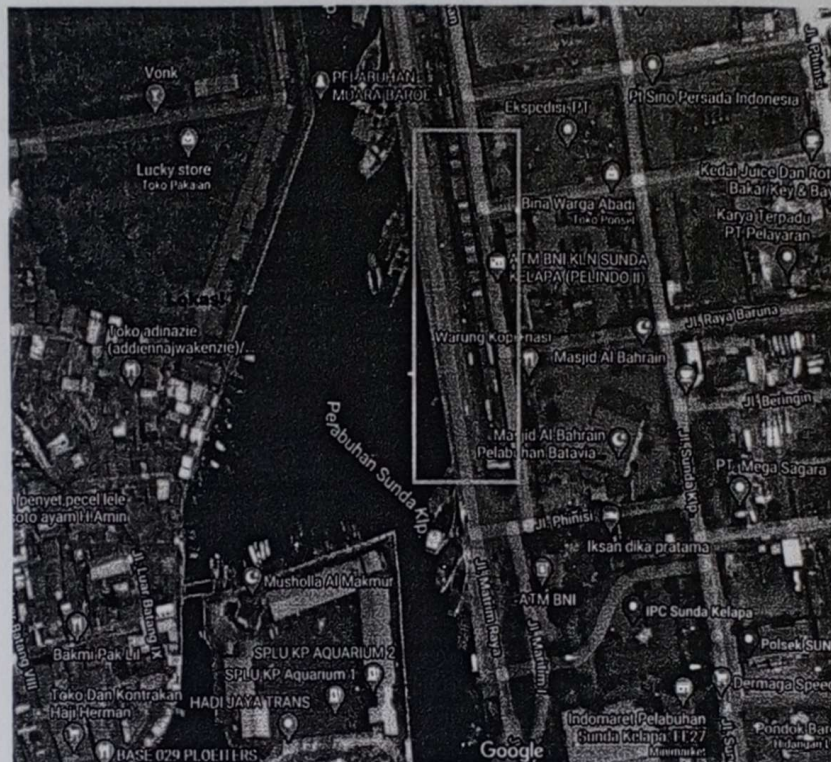
Data penyelidikan tanah menunjukkan bahwa tanah dasar di Sunda Kelapa Jakarta adalah tanah lempung lunak. Keadaan ini membuat daya dukung tanah di lokasi proyek tersebut rendah dan terjadinya pemampatan tanah membutuhkan waktu yang lama dan penurunan yang cukup besar. Pada umumnya tanah yang mempunyai daya dukung dan stabilitas terhadap beban yang rendah perlu diperbaiki sebelum konstruksi dilaksanakan. Untuk mempercepat laju konsolidasi dapat dilakukan melalui pemasangan vertikal drain dan konsolidasi vakum, sehingga akan meningkatkan daya dukung dan stabilitas tanah.

Pada pembebanan awal (*preloading*) di lokasi proyek penumpukan peti kemas di Sunda Kelapa Jakarta menggunakan pasir laut yang telah dicuci terlebih dahulu. Disamping digunakan sebagian areal penambahan kapasitas penumpukan peti kemas, timbunan tersebut akan menjadi beban luar bagi tanah asli. Hal ini menyebabkan tekanan air pori pada tanah tersebut meningkat. Dengan menempatkan pita-pita drainase diharapkan air pori dapat mengalir ke arah pita-pita drainase vertikal sehingga tekanan air pori akan menurun. Dengan keluarnya

air pori tanah mengakibatkan butir-butir tanah saling merapat sehingga terjadi proses konsolidasi tanah yang lebih cepat.

1.2 Foto Lokasi

Lokasi Area Parkir Peti Kemas di Pelabuhan Sunda Kelapa berada di dalam area seperti ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Foto Lokasi Area Parkir Peti Kemas Pel. Sunda Kelapa

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Perbaikan struktur tanah pada area peti kemas dengan aman dan kuat dikarenakan beban tumpukan dari peti kemas.
2. Perencanaan dengan menggunakan sistem drainase vertikal pracetak (*Prefabricated Vertical Drain*) dengan kedalaman yang bervariasi dan dilanjutkan dengan metode konsolidasi vakum (*Vacuum Consolidation Method*) berdasarkan tinjauan data dan referensi yang tersedia.

3. Efektifitas penggunaan drainase vertikal pracetak (*Prefabricated Vertical Drain*) dengan metode konsolidasi vakum (*Vacuum Consolidation Method*).

1.4 Tujuan Penelitian

Maksud dari studi ini adalah perencanaan sistem drainase vertikal dan konsolidasi vakum sebagai salah satu alternatif perbaikan tanah lunak. Disamping itu penulis ingin mempelajari lebih luas pemakaian metode vertikal drain dan konsolidasi vakum yang digunakan pada proyek-proyek pembangunan konstruksi-konstruksi berat pada tanah-tanah lunak pada umumnya.

Sedangkan tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengantisipasi masalah ketersediaan tanah yang akan sangat diperlukan sehubungan dengan rencana pemindahan ibu kota ke Kalimantan, sehingga perbaikan tanah sangat perlu diperhatikan.
2. Untuk mengetahui perencanaan yang harus dilakukan pada kedua metode berdasarkan perkembangan data dan referensi yang dapat diperoleh.
3. Menganalisis waktu pemampatan tanah yang terjadi pada lokasi parkir peti kemas.
4. Untuk memahami proses pengerjaan metode *preloading* dengan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) dan *Vacuum Consolidation Method* (VCM) di lapangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penulisan Skripsi ini untuk memberikan pengetahuan, pengertian dan pengalaman tentang perbaikan tanah melalui sistem drainase vertikal pracetak dan sistem metode konsolidasi vakum; dan dapat menjadi suatu alternatif di berbagai proyek di Indonesia.

1.6 Batasan Masalah

Dalam penyusunan laporan akhir ini, tentu saja harus dibatasi harus sesuai dengan kemampuan, situasi, kondisi, biaya, dan waktu yang ada atau tersedia agar masalah itu dapat tepat pada sasaran, maka penulis membatasi ruang lingkupnya, yang nantinya diharapkan hasilnya sesuai dengan apa yang diinginkan.

Dalam hal ini penulis membatasi masalah yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Perencanaan diameter ekivalen dari bahan yang dipergunakan.
2. Perencanaan diameter pengaruh dari drainase vertikal pracetak.
3. Perbaikan tanah menggunakan sistem drainase vertikal pracetak dengan kombinasi metode konsolidasi vakum.
4. Penentuan nilai parameter tanah didapat dari rata-rata data sekunder yang diperoleh dari PT. Catrabuana Mandiri.
5. Perhitungan nilai ekonomis perbaikan tanah dari penggunaan dua metode perbaikan tidak dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 1997. *Specification M288-96 on Geotextiles. Standard Specification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing*, FHWA, Washington, DC.
- Indraratna, B. 2010. *Recent Advance The Application of Vertical Drain and Vacuum Preloading in Soft Soil Stabilization*, Australian Geomechanics Journal, 45(2), pp.1-43.
- Hardiyatmo, Hary C. 2020. *Perbaikan Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, Hary C. 2002. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Winner, Dofran; Noor Endah, Putu Tantri Kumalasari. 2017. *Perbaikan Tanah Dasar Menggunakan Pre-Fabricated Vertical Drain Dengan Variasi Kedalaman dan Perkuatan Lereng Dengan Turap (Studi Kasus : Lapangan Penumpukan Peti Kemas, Pelabuhan Trisakti, Banjarmasin, Kalimantan Selatan)*. Surabaya: Jurnal Teknik ITS, Vol.6, No.1.
- Unggul, PT. Teknindo Geosistem. 2015. *Prinsip Dasar Metode Perbaikan Tanah Metode Preloading dengan PVD*. Jakarta.
- Wardana, Angga Bramasta. 2019. *Evaluasi Perbaikan Tanah Lunak Menggunakan Metode Observasional (Studi Kasus : Metode Vacuum Consolidation System Di Pembangunan Jalan Tol Pematang Panggang – Kayu Agung, Sumatera Selatan)*. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Thoiritz, S. 2012. *Perbandingan Metode Pembebanan Vakum dan Prapembebanan Untuk Mempercepat Proses Konsolidasi*. Makassar: Teknik Sipil Universitas Atmajaya.