

Perbaikan Tanah Organik Dengan Metode *Preloading Prefabricated Vertical Drain* (PVD)

Firman Syahruli¹⁾

Lusmeilia Afriani²⁾

Ahmad Zakaria³⁾

Aminudin Syah⁴⁾

Abstract

Organic soil has technically unfavorable properties to support a construction work. The land experienced a great decline and in a very long time. This is often a problem in the implementation of a construction work. In this case study of embankment soil in the Pekanbaru-padang section sicincin – lubuk alung - Padang toll road project, the improvement of organic soil to overcome the above problem is by using a combination of Preloading and Prefabricated Vertical Drain (PVD). Installation of PVD can speed up the settlement time that occurs because the pore water dissipation occurs in the vertical direction. In this final project, analysis of soil consolidation calculations is carried out using the finite element method. Analysis of the Depth between PVDs to get the most effective distance adjusted for the fastest consolidation time, the calculated spacing between PVDs is 9 m, 7 m and 8 m. From the results of calculations without using PVD that has been carried out, it is obtained that the time reaches 25000 days and has decreased by 0.905 m. Meanwhile, using 9 m PVD spacing resulted in a consolidation time of 163 days and decreased by 0.868 m, 8 m. Depth between PVDs resulted in a consolidation time of 163 days and decreased by 0.868 m, and a 7 m Depth resulted in a consolidation time of 9 m. 163 days and decreased by 0.882 m. From the analysis that has been done, it can be concluded that the most effective installation depth is to use a combination of preloading and PVD with a PVD depth of 9 m.

Keywords : *Preloading, Prefabricated Vertical Drain (PVD), Consolidation*

Abstrak

Tanah organik mempunyai sifat kurang baik secara teknis untuk mendukung suatu pekerjaan konstruksi. Tanah tersebut mengalami penurunan yang besar dan dalam waktu yang sangat lama. Hal inilah yang sering menjadi masalah dalam pelaksanaan suatu pekerjaan konstruksi. Pada studi kasus tanah timbunan di proyek tol Pekanbaru-padang seksi sicincin-lubuk alung - padang, perbaikan tanah organik untuk mengatasi masalah diatas adalah dengan cara menggunakan kombinasi antara Preloading dan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD). Pemasangan PVD dapat mempercepat waktu penurunan yang terjadi karena disipasi air pori terjadi dalam arah vertikal. Dalam tugas akhir ini, dilakukan analisa perhitungan konsolidasi tanah dengan menggunakan metode elemen hingga. Analisa kedalaman antar PVD untuk mendapatkan jarak yang paling efektif yang disesuaikan dengan waktu konsolidasi yang paling cepat ,jarak kedalaman PVD yang diperhitungkan ialah 9 m, 8 m, 7 m. Dari hasil perhitungan tanpa menggunakan PVD diperoleh waktu 25000 hari dan mengalami penurunan sebesar 0,905 m. Sedangkan dengan jarak kedalaman PVD 9 m menghasilkan waktu konsolidasi 163 hari dan mengalami penurunan 0,868 m, jarak antar PVD 8 m menghasilkan waktu konsolidasi 163 hari dan mengalami penurunan 0,868 m , dan kedalaman 7 m mengasilkan waktu konsolidasi selama 163 hari dengan penurunan 0,882 m. Dari analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa jarak pemasangan yang paling efektif adalah menggunakan kombinasi preloading dan PVD dengan kedalaman PVD 9 m.

Kata kunci : *Preloading, Prefabricated Vertical Drain (PVD), Konsolidasi*

¹⁾ Mahasiswa S1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
Surel: firmansyahruly96@gmail.com

²⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

⁴⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

1. PENDAHULUAN

Dalam pembangunan konstruksi sipil, pekerjaan Teknik Sipil tidak akan lepas kaitannya dalam tanah, dimana tanah merupakan material yang sangat berpengaruh pada berbagai macam pekerjaan konstruksi ataupun sebagai tempat diletakkannya struktur. Dalam hal ini, tanah berfungsi sebagai penahan beban akibat konstruksi di atas tanah yang harus bisa memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya yang turut diperhitungkan, kemudian dapat meneruskannya ke dalam tanah sampai ke lapisan atau kedalaman tertentu. Sehingga kuat atau tidaknya bangunan/konstruksi itu juga dipengaruhi oleh kondisi tanah yang ada. Salah satu tanah yang biasa ditemukan pada suatu konstruksi yaitu jenis tanah organik/gambut.

PVD berfungsi untuk mempercepat konsolidasi tanah, terutama pada tanah berjenis Organic. Konstruksi pemasangan PVD biasa dilakukan untuk lahan reklamasi pantai, lahan perumahan dan industri, jalan raya, jalan kereta api, landasan pesawat terbang, konstruksi pelabuhan dan konstruksi tanah timbunan. Seiring dengan perkembangan dan mempertimbangkan berbagai faktor, melalui serangkaian penelitian diketahui bahwa penggunaan material timbunan sebagai beban preloading sampai dengan ketinggian tertentu digantikan dengan tegangan vakum. Metode ini dikenal dengan nama Vacuum preloading system atau Vacuum Consolidation System. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Kjellman (Swedia) pada tahun 1952 (Suhendra and Irsyam, 2011) dan mulai dilirik untuk menjadi alternatif solusi guna mempercepat proses konsolidasi pada tanah organik jenuh air beberapa tahun kemudian.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya penurunan tanah menggunakan kombinasi *preloading* dan PVD. Selain itu juga untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk konsolidasi tanah lunak menggunakan kombinasi *preloading* dan PVD. Serta menganalisis perbandingan lama waktu konsolidasi tanah menggunakan PVD dengan kedalaman 9 m, 8 m, dan 7 m.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tanah (Sub-grade) adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*Loose*), yang terletak diatas batuan dasar (Bedrock). Tanah ini terbentuk dari proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi dekat permukaan bumi. Pembentukan tanah ini terjadi dalam dua proses yaitu proses secara fisik dan kimia. Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran atau lebih dari satu macam ukuran partikelnya (Hardiyatmo, 1992). Tanah gambut atau yang lebih dikenal sebagai peat adalah tanah yang memiliki kandungan organik lebih dari 75% hal ini disebabkan oleh pelapukan tumbuh-tumbuhan yang terjadi di dataran rendah selalu digenangi air. (Agus and Subiksa, 2008) menyebutkan bahwa tanah gambut merupakan tanah yang terbentuk dari timbunan sisa-sisa tanah yang telah mati, baik yang sudah lapuk maupun belum. Timbunan terus bertambah karena proses dekomposisi terhambat oleh kondisi anaerob dan kondisi lingkungan lainnya yang menyebabkan rendahnya tingkat perkembangan biota pengurai. Pembentukan tanah gambut merupakan proses deposisi dan transportasi yang berbeda dengan proses pembentukan tanah mineral pada umumnya yang merupakan proses pedogenik. (Sukiman, 2011) menyebutkan bahwa tanah gambut pada umumnya berwarna coklat tua sampai kehitaman, meskipun bahan asalnya berwarna kelabu, coklat atau kemerah-merahan, tetapi setelah mengalami dekomposisi akan muncul senyawa-senyawa humik berwarna gelap. Gambut biasanya dihubungkan dengan

material alam yang memiliki kompresibilitas yang tinggi. Material tersebut terdiri terutama jaringan nabati yang memiliki warna coklat tua sampai dengan hitam, dikarenakan berasal dari tumbuh-tumbuhan yang mengalami pembusukan maka akan memiliki bau yang khas.

3. METODE PENELITIAN

Penempatan preloading dan PVD berlokasi di proyek tol Pekanbaru-padang seksi sicincin-lubuk alung - padang. Pemodelan pemasangan terbagi atas 3 macam pemodelan yaitu, pemodelan tanah tanpa menggunakan PVD, pemodelan menggunakan PVD dengan kedalaman 9 m, pemodelan menggunakan PVD dengan kedalaman 8 m dan pemodelan menggunakan PVD dengan kedalaman 7 m.

Pengumpulan data sekunder diambil dari data tanah proyek tol Pekanbaru-padang seksi sicincin-lubuk alung - padang dikarenakan proyek tersebut menggunakan perbaikan tanah dengan metode *Preloading* dan PVD. Data sekunder merupakan data pendukung yang dipakai dalam proses pembuatan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir. Data sekunder yang digunakan adalah data hasil penyelidikan tanah dan literatur-literatur penunjang. Langkah selanjutnya setelah mengetahui data-data yang diperlukan adalah menentukan metode pengumpulan data. Metode pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data-data dari hasil penyelidikan, penelitian, tes atau uji laboratorium, pedoman, bahan acuan, maupun standar yang diperlukan dalam perencanaan konstruksi melalui buku dan jurnal yang terkait. Setelah diperoleh data-data yang diperlukan, maka selanjutnya dapat dilakukan proses perhitungan.

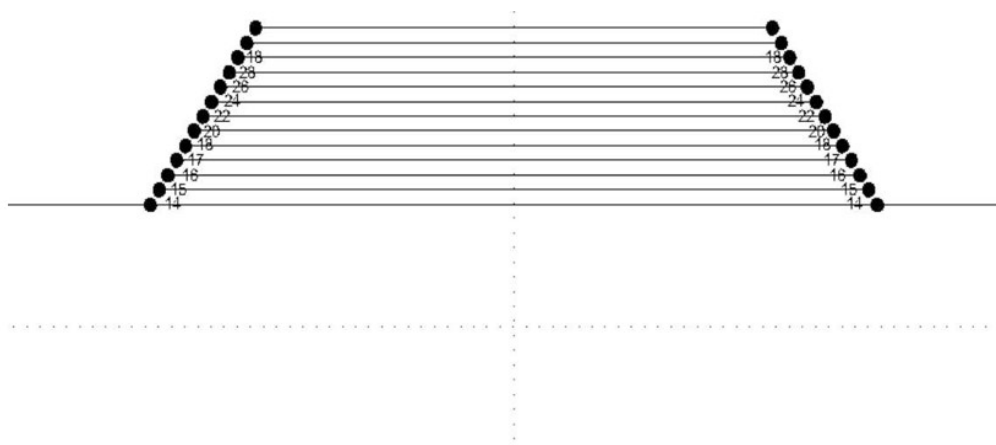
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data ini didapatkan berdasarkan pelaksanaan hasil uji lab yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Lampung yang digunakan untuk eksekusi program elemen hingga. Data parameter tanah pada program elemen hingga ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Data Parameter Tanah pada Program Elemen Hingga

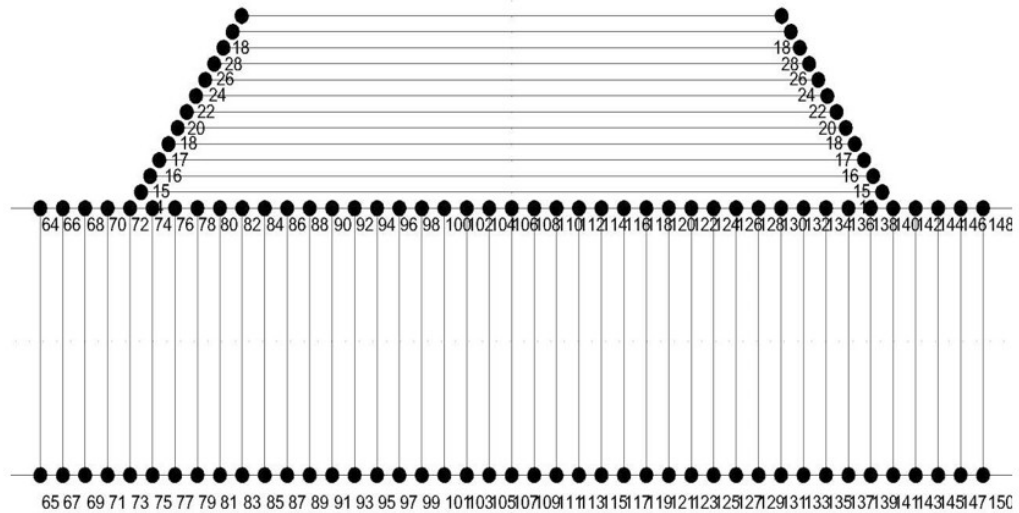
Parameter	Timbunan	Tanah Dasar
Kedalaman (m)	+8 Meter	0-9,55 Meter
Kondisi	Drained	Undrained
Metode	Mohr - Coloumb	Hardening Soil
Jenis Tanah	Sand	Organic
γ_{unsat} (kN/m ³)	12,66	9,414
γ_{sat} (kN/m ³)	16,56	15,2
γ_{sat} (kN/m ³)	10	10
C_u (kN/m ²)	0	10,53
C'	12,43	,22
ϕ_r (kN/m ²)	18,23	26,8
E (kN/m ²)	10000	5000
Poisson rate (u)	0,35	0,35

Setelah dilakukan pengumpulan studi literatur dan data sekunder, dilakukan analisa perhitungan konsolidasi tanah agar dapat mengetahui perbandingan lama waktu konsolidasi tanah yang menggunakan PVD dan tidak menggunakan PVD. Pada penelitian ini PVD dipasang dengan spasi 1 m, 1,5 m dan 2 m. Perbandingan lama waktu konsolidasi tanah juga dilakukan untuk mengetahui besar penurunan, tekanan air pori, dan faktor keamanan dengan metode elemen hingga (Plaxis V8). Analisis tinggi timbunan kritis beban preloading ini dihitung berdasarkan dari dukung tanah lempung mula-mula, kemudian dibandingkan dengan tinggi timbunan atau beban yang mampu diterima oleh tanah dasar yaitu H_{kritis} (H_{cr}). Setelah dilakukan analisa tinggi timbunan, maka dilakukan penggambaran desain perbaikan tanah menggunakan metode preloading dan PVD dengan menggunakan program elemen hingga. Desain perbaikan tanah menggunakan metode preloading dan PVD dengan jarak 9 m, 8 m, dan 7 m ditunjukkan oleh gambar berikut :



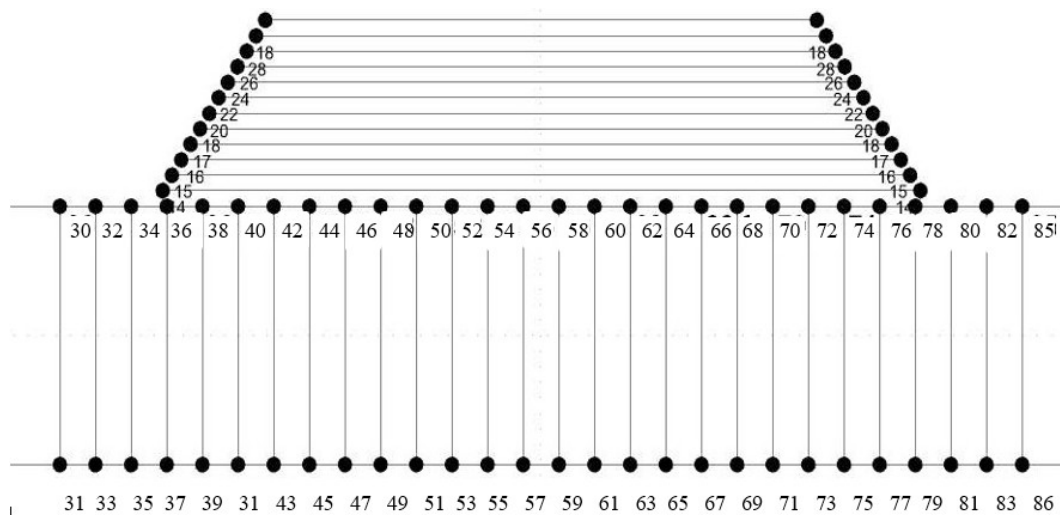
Gambar 1. Desain perbaikan tanah menggunakan metode *preloading*

Dari gambar 1. Dapat diketahui bahwa desain pertama perbaikan tanah lunak hanya akan menggunakan metode *preloading*. Tinggi timbunan *preloading* ini di tentukan setinggi 8 meter, dan kemiringan timbunan sebesar 1:2.



Gambar 2. Desain perbaikan tanah menggunakan metode *preloading* dan PVD dengan kedalaman 9 m

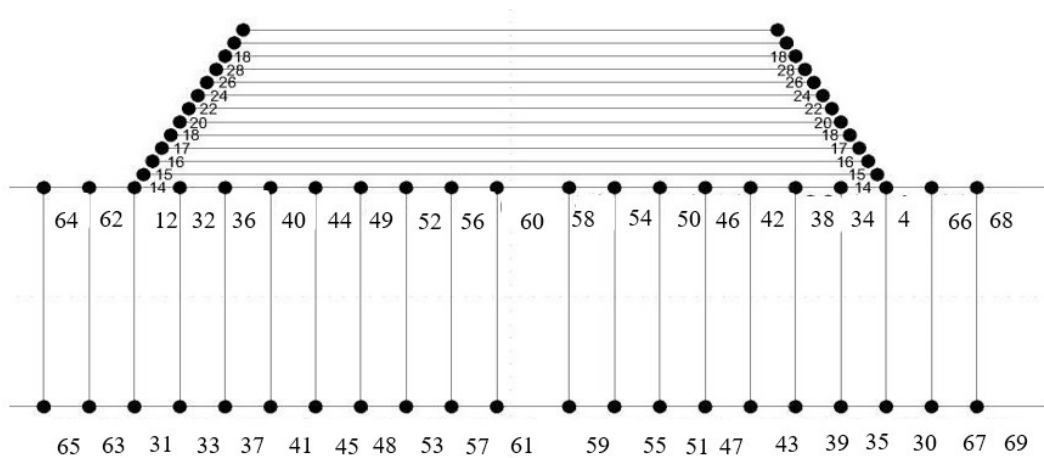
Gambar 2. menunjukan desain kedua perbaikan tanah lunak menggunakan metode *preloading* dan PVD dengan jarak 9 m. tinggi timbunan *preloading* ditentukan setinggi 8 meter, dan kemiringan timbunan sebesar 1:2. Sedangkan untuk pemasangan PVD dilakukan dengan kedalaman 9 m.



Gambar 3. Desain perbaikan tanah menggunakan metode *preloading* dan PVD dengan jarak 8 m

Dari gambar 3. menunjukan desain kedua perbaikan tanah lunak menggunakan metode *preloading* dan PVD dengan kedalaman 8 m. tinggi timbunan *preloading* ditentukan

setinggi 8 meter, dan kemiringan timbunan sebesar 1:2. Sedangkan untuk pemasangan PVD dilakukan dengan kedalaman 8 m.

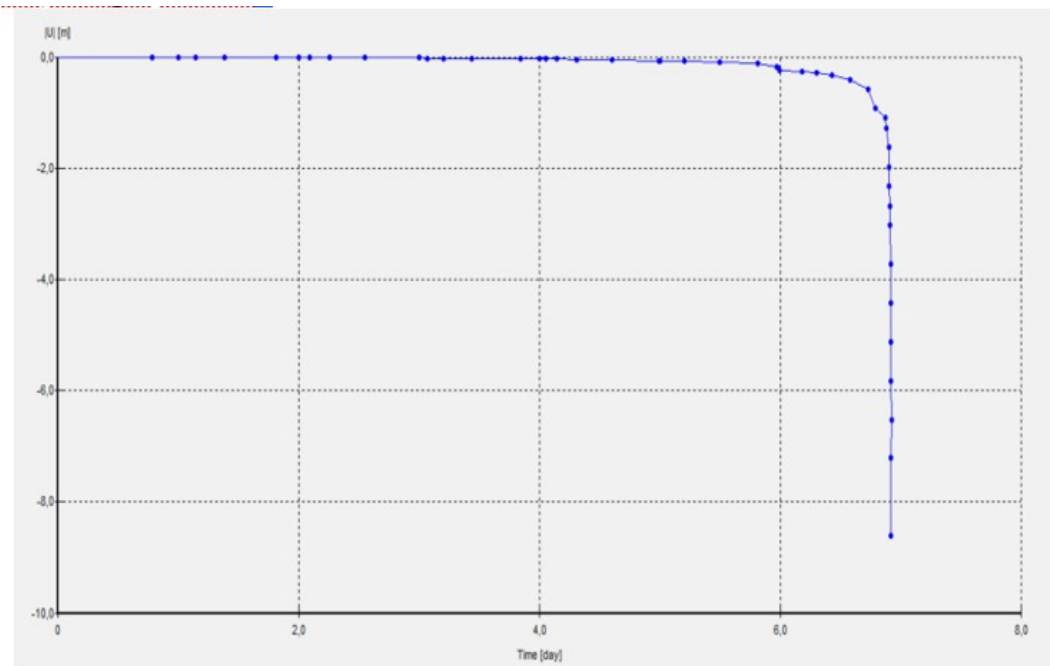


Gambar 4. Desain perbaikan tanah menggunakan metode preloading dan PVD dengan kedalaman 7 m

Gambar 4. menunjukkan desain perbaikan tanah lunak menggunakan metode preloading dan PVD dengan kedalaman 7 m. tinggi timbunan preloading ditentukan setinggi 8 meter, dan kemiringan timbunan sebesar 1:2. Sedangkan untuk pemasangan PVD dilakukan dengan kedalaman 7 m..

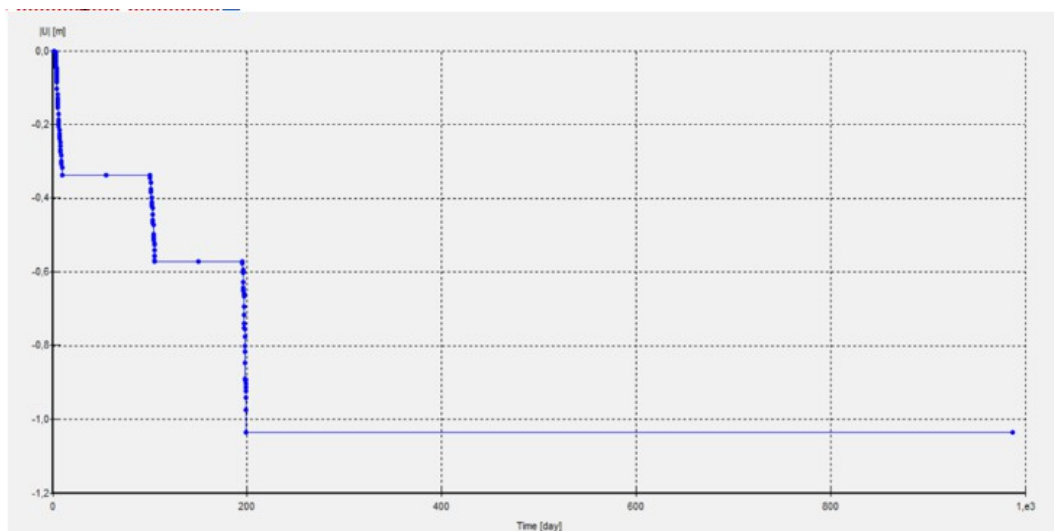
Pemodelan menggunakan aplikasi Program Elemen Hingga (FEM) dimana sebelum melakukan eksekusi menggunakan program ini harus diketahui bagaimana kontur penurunan dengan jenis lapisan tanah yang sesuai dengan data bore log. Kontur penurunan dapat dilihat pada Gambar 9. Pemodelan ini terbagi atas 3 macam pemodelan yaitu, pemodelan tanah tanpa menggunakan PVD, pemodelan menggunakan PVD dengan kedalaman 9 m, pemodelan menggunakan PVD dengan kedalaman 8 m dan pemodelan menggunakan PVD dengan kedalaman 7. Titik peninjauan penurunan tanah terhadap waktu terdapat di bawah lapisan tanah timbunan.

Dari permodelan tanah menggunakan metode preloading tanpa menggunakan pvd di dapat grafik penurunan tanah terhadap waktu yang di butuhkan pada tanah lempung dan yang ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik Perpindahan Tanah Menggunakan Metode Preloading

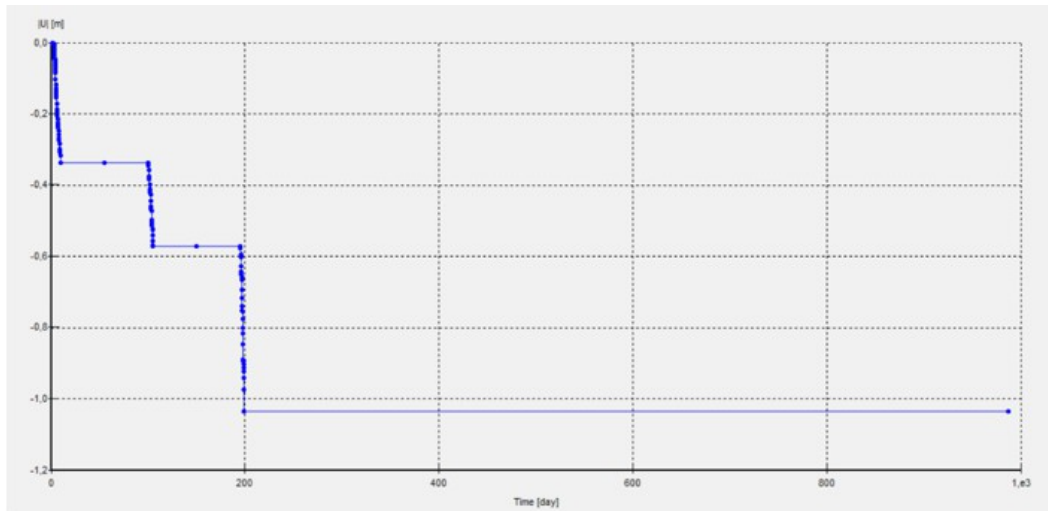
Dari gambar 5. Diketahui bahwa pemodelan tanah tanpa menggunakan PVD membutuhkan waktu untuk terkonsolidasi selama 25.000 hari untuk mencapai penurunan tanah sebesar 0,905 m. dan konsolidasi 90% terjadi selama 13.400 hari dengan penurunan tanah sebesar 0,833 m. Diketahui pula dari gambar 14. Bahwa tekanan air pori aktif ekstrim sebesar $7137,9 \text{ kg/m}^2$. Dari permodelan tanah menggunakan preloading dan PVD dengan kedalaman 9 m didapat grafik penurunan tanah terhadap waktu yang dibutuhkan pada tanah lempung yang ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 6. Grafik Perpindahan Tanah Menggunakan Preload + PVD (kedalaman 9 m)

Dari pemodelan tanah menggunakan *preloading* dan PVD dengan kedalaman 9 m didapat bahwa tanah organik membutuhkan waktu untuk terkonsolidasi selama 163 hari dengan penurunan tanah sebesar 0,868 m. Sedangkan Konsolidasi 90% terjadi selama 74,2 hari dengan penurunan tanah sebesar 0,781 m. Diketahui pula pada gambar 16 tekanan air pori aktif tanah ekstrim pada metode *preloading* dan pvd kedalaman 9 m sebesar 7137,9 kg/m².

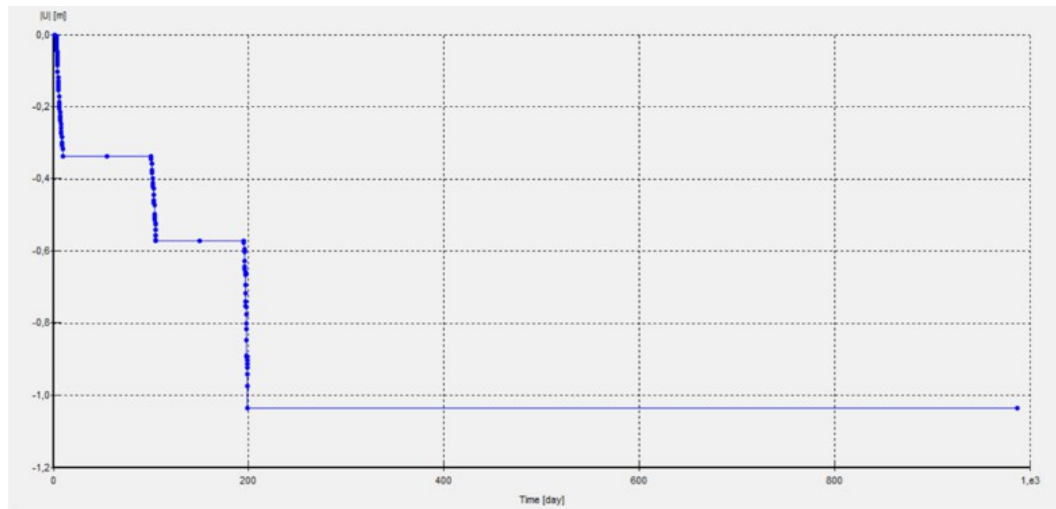
Dari Pemodelan tanah menggunakan *preloading* dan PVD dengan kedalaman 8 m didapat grafik penurunan tanah terhadap waktu yang dibutuhkan pada tanah lempung yang ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik Perpindahan Tanah Menggunakan Preload + PVD (Kedalaman 8 m)

Dari pemodelan tanah menggunakan menggunakan *preloading* dan PVD dengan kedalaman 8 m didapat bahwa tanah organik membutuhkan waktu untuk terkonsolidasi selama 163 hari dengan penurunan tanah sebesar 0,868 m. Sedangkan Konsolidasi 90% terjadi selama 75,6 hari dengan penurunan tanah sebesar 0,783 m.

Diketahui tekanan air pori aktif ekstrim tanah dengan metode *preloading* dan PVD dengan kedalaman 8 m pada gambar 18. sebesar 7137,9 kg/m². Dari Pemodelan tanah menggunakan *preloading* dan PVD dengan spasi 8 m didapat grafik penurunan tanah terhadap waktu yang dibutuhkan pada tanah lempung yang di tunjukan sebagai berikut :



Gambar 8. Grafik Perpindahan Tanah Menggunakan Preload + PVD (kedalaman 7 m)

Dari pemodelan tanah menggunakan menggunakan preloading dan PVD dengan kedalaman 7 m didapat bahwa tanah organic membutuhkan waktu untuk terkonsolidasi selama 163 hari dengan penurunan tanah sebesar 0,882 m. Sedangkan Konsolidasi 90% terjadi selama 78 hari dengan penurunan tanah sebesar 0,793 m.

Diketahui tekanan air pori aktif ekstrim tanah metode *preloading* dan PVD spasi 2 m sebesar 7137,9 kg/m². Selanjutnya dilakukan Rekapitulasi dan Analisa.

Tabel 2. Rekapitulasi dan Analisa Menggunakan PVD

No	Metode	Kedalaman PVD	Penurunan (m)	Waktu Konsolidasi (hari)	Tekanan Air Pori Aktif (kN/m)
1	Preloading		0,965	25.000	7139
2	Preloading + PVD	9	0,868	163	7139
3	Preloading + PVD	8	0,868	163	7139
4	Preloading + PVD	7	0,882	163	7139

Berdasarkan grafik dan tabel diatas diketahui bahwa dari empat metode yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa metode preloading + PVD dengan jarak 1,5 m adalah metode yang terbaik dalam melakukan perbaikan tanah. Dikarenakan penurunan tanah pada saat konsolidasi pertama dan kedua tanah dapat turun dengan cepat dibanding dengan metode lainnya Ini menunjukkan bahwa PVD bekerja dengan baik untuk mengeluarkan air dari dalam tanah.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil analisis adalah Besar penurunan tanah menggunakan kombinasi preloading dan PVD yang efektif dengan jarak PVD 1,5 m yaitu

0,868 m. Waktu yang dibutuhkan untuk konsolidasi tanah lunak menggunakan kombinasi preloading dan PVD rata-rata waktu yang dibutuhkan yaitu 163 hari agar mendapatkan hasil yang efektif. Diketahui bahwa metode preloading + PVD dengan jarak 1,5 m adalah metode yang terbaik dalam melakukan perbaikan tanah. Dikarenakan penurunan tanah pada saat konsolidasi pertama dan kedua tanah dapat turun dengan cepat dibanding dengan metode lainnya. Ini menunjukkan bahwa PVD bekerja dengan baik untuk mengeluarkan air dari dalam tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus and Subiksa, 2008. *Lahan Gambut : Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan*. Bogor: Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Center.
- Hardiyatmo, H.C., 1992. *Mekanika Tanah I*. Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Umum.
- Suhendra, A. and Irsyam, M., 2011. Studi Aplikasi Vacuum Preloading Sebagai Metode Alternatif Percepatan Proses Konsolidasi pada Tanah Lempung Lunak Jenuh Air: Trial GVS pada Perumahan Pantai Indah Kapuk. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 2 (2), 1055.
- Sukiman, 2011. *Pengembangan Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Insan Madani.