

WAKTU KONSOLIDASI DAN PENURUNAN PADA BENDUNGAN LAWE-LAWE PENAJAM PASER UTARA

Rahmat¹⁾ Hadi Suwanto²⁾

Program Studi Teknik Sipil Universitas Balikpapan

Email: rhtrusli@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan jumlah penduduk akan diikuti dengan bertambahnya jumlah pemakaian air bersih untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Sehingga dibangunlah suatu fasilitas yakni Bendungan Lawe-Lawe untuk mencukupi kebutuhan akan air bersih. Fasilitas ini berada di Kelurahan Lawe-Lawe Kecamatan Penajam Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur. Pembangunan fasilitas ini berada di atas tanah yang lunak. Sehingga dapat menimbulkan masalah karena sifat tanah yang lunak cenderung memiliki potensi penurunan konsolidasi yang besar dan waktu yang lama. Agar fasilitas yang dibangun tersebut tidak mengalami kerusakan, maka diperlukan metode perbaikan tanah terutama untuk mempercepat penurunan yang terjadi. Kombinasi antara sistem *preloading* dengan *pre-fabricated vertikal drains* (PVD) merupakan salah satu metode mempercepat proses konsolidasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besar penurunan akibat beban *preloading* dan waktu yang dibutuhkan untuk proses konsolidasi dengan menggunakan sistem *preloading* dan menggunakan sistem *preloading* kombinasi PVD. Daerah yang ditinjau dilakukan pada titik BH-4 dan titik BH-3. PVD dipasang dengan pola segitiga dengan jarak 1 m dan kedalaman 10 m. Pada titik BH-4, konsolidasi yang terjadi sebesar 0,209 m dengan lama waktu penurunan 7,89 tahun menjadi 54 hari. Sedangkan pada titik BH-3, konsolidasi yang terjadi sebesar 0,649 m dengan lama waktu penurunan 64,13 tahun menjadi 79 hari. Hasil penelitian pada tanah lunak dengan menggunakan sistem *preloading* kombinasi PVD terbukti mampu mempercepat waktu konsolidasi.

Kata kunci : *Preloading, Pre-fabricated Vertikal Drains, Waktu Konsolidasi.*

ABSTRACT

Enhancement total population will followed while increasing amount clean water usage for make and meet everyday. So that built facilities are Lawe-Lawe dam while increasing clean water. The facilities be Lawe-Lawe administrative Penajam Paser Utara district, east of Kalimantan. This facility development reside in above ground is very soft. So that can generate the problem because nature of soft ground tend to own the big consolidation degradation potency and sufficient during. So that facility develop above the soft ground has not experience damage, needed methode of ground repair especially to quicken the degradation that happened. The methode of ground is preloading combination pre-fabricated vertikal drains (PVD). Combination of system preloading by pre-fabricated vertikal drains (PVD) represent one of method quicken the consolidation process. This research done to know how much degradation effect of the preloading weight and how fast time required to process the consolidation by using just system preloading and by using system of preloading of combination PVD. Area evaluated to be done at coordinate BH-4, BH-3 and BH-1. PVD attached with the triangular formation with the distance 1 m, and deppness 10 m. Coordinate of BH-4, consolidation that happened equal to 0,209 m oldly time degradation 7,89 year become 54 day. While at coordinate BH-3, consolidation that happened equal to 0,649 m oldly time degradation 64,13 year become 79 day. At coordinate of BH-1, consolidation that happened equal to 0,232 m oldly time degradation 38,61 year become 50 day. Result of research at ground which have very soft by using system of preloading of combination PVD has proven able to quicken the consolidation time.

Key word : *Preloading, Pre-fabricated Vertical Drains, Consolidation Time*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan konstruksi sipil telah mengalami perkembangan yang cukup pesat. Hal ini mendorong adanya kebutuhan akan teknologi konstruksi yang tepat guna, baik secara teknis

maupun dari sisi ekonomis. Banyak kajian dan penelitian yang dilakukan untuk mendapat spesifikasi konstruksi yang kuat dan hemat. Tak terkecuali pada tanah, yang merupakan komponen utama pada setiap konstruksi.

Salah satu permasalahan yang mendasar yang perlu diperbaiki pada tanah lunak adalah penurunan jangka panjang yang besar dan daya dukung yang kecil. Penelitian dan pengembangan tentang berbagai metode perbaikan tanah terutama untuk mempercepat penurunan yang terjadi dan meningkatkan daya dukung tanah. Beberapa metode yang digunakan diantaranya adalah dengan metode pembebanan tanah timbunan (*preloading*) dan menggunakan metode penggunaan *pre-fabricated vertical drains* (PVD).

Bertitik tolak pada latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah

1. Berapa besar penurunan tanah yang terjadi akibat penggunaan sistem *preloading*?
2. Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk penurunan tanah dengan sistem *preloading* kombinasi *prefabricated vertical drains*?

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui besarnya penurunan dengan penggunaan sistem *preloading*.
2. Mengetahui besarnya waktu yang dibutuhkan dalam penurunan yang terjadi dengan metode *preloading* kombinasi *prefabricated vertical drains*.

Agar dapat memberikan pembahasan yang jelas dan terarah, maka dalam penelitian ini diberikan suatu batasan permasalahan yang akan dibahas, yaitu :

- a. Penurunan yang ditinjau hanya penurunan konsolidasi.
- b. Sistem yang dipergunakan dalam analisis ini adalah sistem *preloading* kombinasi *pre-fabricated vertical drains*.

Lokasi penelitian terdapat di wilayah Kelurahan Lawe-lawe Kecamatan

Penajam Kabupaten Penajam Paser Utara. Untuk mencapai lokasi kegiatan dapat ditempuh menggunakan kendaraan roda empat maupun menggunakan kendaraan roda dua. Sedangkan jarak dari pusat pemerintahan Kabupaten Penajam Paser Utara hingga lokasi kegiatan adalah ± 5 km.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara maupun keduanya. (H.C Hardiyatmo, 2006).

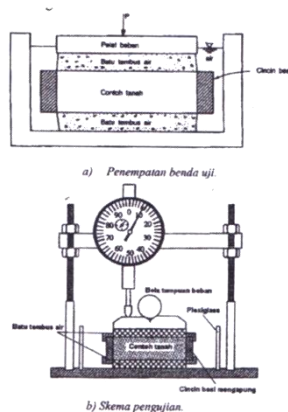
Holtz dan Kovacs (1981), mereka mendefinisikan tanah lunak adalah sebagai tanah yang mempunyai sebagian besar ukuran butirnya sangat halus atau lolos ayakan No. 200. Sedangkan Bina Marga (2010) mendefinisikan tanah lunak dari sisi kekuatan tanah yaitu sebagai setiap jenis tanah yang mempunyai CBR lapangan kurang dari 2%.

Bila tanah mengalami pembebanan seperti beban fondasi, tanah mengalami distorsi dan penurunan. Jika beban ini berangsur-angsur ditambah, penurunan pun juga bertambah. Akhirnya, pada suatu saat, terjadi kondisi dimana beban tetap, fondasi mengalami penurunan yang sangat besar. Kondisi ini menunjukkan bahwa keruntuhan kapasitas dukung telah terjadi.

Tanah lunak yang mengalami penurunan akibat pemberian beban di atasnya akan menjadi mampat, hal ini dikenal dengan istilah *preloading*. Selain dengan sistem *preloading*, pemampatan tanah juga dapat dilakukan dengan menggunakan

prefabricated vertical drains (PVD). Tanah yang memampat ini akan menjadi lebih kokoh sehingga daya dukung tanahnya meningkat. Pemampatan terbesar dari tanah lempung lunak pada umumnya akibat konsolidasi. Penurunan terjadi akibat konsolidasi berlangsung sebagai fungsi dari waktu. Jadi, secara lambat laun tanah lempung lunak yang mampat akan berubah menjadi lebih padat dan kuat dari semula.

Uji konsolidasi satu dimensi (*one dimensional consolidation*) biasanya dilakukan di laboratorium dengan alat *oedometer* atau *konsolidometer*. Gambar skematis alat ini dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Uji Konsolidasi (H.C Hardiyatmo, 2007)

Kecepatan konsolidasi yang rendah pada tanah-tanah lempung, dan tanah yang mudah mampat lainnya, dapat dipercepat dengan menggunakan drainase pasir (atau bahan lain) yang ditanam secara vertikal. Drainase pasir ini memberikan lintasan air pori yang lebih pendek ke arah horizontal. Jarak drainase arah horizontal yang lebih pendek menambah kecepatan proses konsolidasi beberapa kali lebih cepat. Disamping itu, permeabilitas tanah ke arah horizontal yang beberapa kali lebih besar, juga mempercepat laju proses konsolidasi. Proses konsolidasi yang dipercepat pula kenaikan kuat geser tanah aslinya. Pengalaman menunjukkan bahwa drainase pasir tidak cocok untuk diterapkan pada tanah dengan nilai konsolidasi sekunder tinggi, seperti lempung yang berplastis tinggi dan gambut (*peat*).

Pada tahun 1930, Kjellman dari Sedia mengembangkan drainase vertikal pracetak atau *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) yang terbuat dari bahan geosintetik, dan sejak saat itu banyak digunakan dalam proyek-proykr di Eropa dan Jepang dalam tahun 1940-an. Keuntungan dari pemakaian PVD dibandingkan dengan drainase pasir adalah memperkecil gangguan tanah yang mengurangi kinerja drainase.

Tabel 1 Tipe-tipe drainase vertikal dan cara pemasangan (Jamiołkowski et al., 1983)

Tipe Drainase	Cara Pemasangan	Diameter drainase (m)	Jarak tipikal (m)	Panjang maksimum (m)
Drainase pasir	Dipancang atau digetarkan <i>mandrel</i> ujung tertutup (tipe perpindahan)	0,15 – 0,6	1 - 5	≤ 30
Drainase pasir	Batang berlubang <i>flight auger</i> kontinyu (perpindahan kecil)	0,2 – 0,3	2 - 5	≤ 35
Drainase pasir	Disemprotkan (<i>jetted</i>) (tanpa perpindahan)	0,2 – 0,3	2 - 5	≤ 30
Prefabricated sand drain (sand wicks)	Dipancang atau digetarkan <i>mandrel</i> ujung tertutup; <i>flight auger</i> , bor cuci putar	0,06 – 0,15	1,2 - 4	≤ 30
Prefabricated band shape drain (PVD)	Dipancang atau digetarkan ujung <i>mandrel</i> tertutup (perpindahan besar atau kecil)	0,05 – 0,1*	1,2 – 3,5	≤ 60

Pemasangan drainase vertikal diikuti dengan prapembebanan (preloading), yaitu dengan cara ketinggian tanah timbunan diletakkan dari rencana ketinggian timbunan yang diisyaratkan, untuk lebih mempercepat konsolidasi. Ketika penurunan tanah timbunan di atas drainase vertikal mencapai penurunan tertentu, dan pada saat ini penurunan terjadi dengan kecepatan yang rendah, kelebihan tanah dibongkar.

Penggunaan utama drainase vertikal adalah untuk mempercepat konsolidasi dan menghemat waktu penurunan timbunan pada tanah lunak. Penurunan tanah lunak bisa memerlukan waktu hingga bertahun-tahun. Dikarenakan efisiensi yang tinggi dalam metode pemasangan drainase vertikal, kombinasi prabebean dengan drainase vertikal menjadi alternative yang sangat ekonomis untuk metode pemasangan untuk perbaikan tanah dibandingkan dengan yang lain (Hausman, 1990).

Prefabricated vertical drained (PVD) terdiri dari inti dan saringan yang terbuat dari bahan polimer. Dimensi drainase vertikal biasanya berukuran 100 mm lebar dengan ketebalan 3-4 mm. kinerja drainase vertikal tidak hanya dipengaruhi oleh drainase itu sendiri, namun dipengaruhi juga oleh tipe tanah dan metode pemasangannya (Bo et al., 2003). Saringan berinteraksi dengan tanah dan karakteristik saat air masuk kedalam drainase. Metode pemasangan dibutuhkan untuk memastikan drainase vertikal mempunyai kemampuan kekuatan tarik (regangan) untuk menahan gaya tarik yang terjadi selama proses pemasangan.

Sedangkan dalam perencanaan drainase vertikal ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Pengaruh jarak drainase vertikal terhadap percepatan proses konsolidasi. Jarak antar drainase

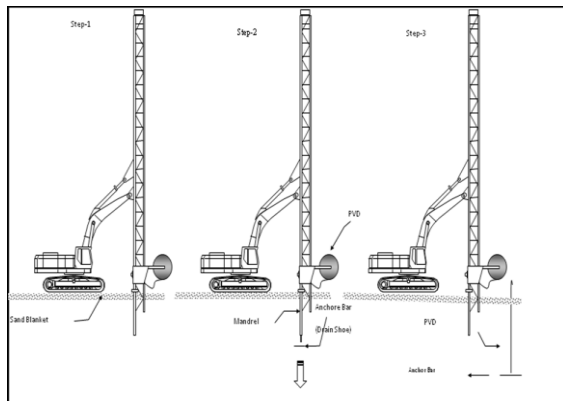
vertikal ini berpengaruh terhadap panjang lintasan drainase air pori secara horizontal. Semakin jauh jarak antar drainase vertikal mengakibatkan semakin jauh jarak yang harus ditempuh air untuk mencapai drainase vertikal dan keluar sehingga proses konsolidasi menjadi semakin lama.

2. Pengaruh panjang drainase vertikal terhadap percepatan proses konsolidasi. Drainase vertikal hanya mampu memperpendek jarak aliran drainase pada arah sepanjang aliran drainase vertikal, sedangkan untuk daerah dibawahnya hanya akan mengalami konsolidasi biasa.

PVD yang merupakan material cetakan pabrik harus mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- a. Dapat dipasang secara vertikal dalam lapisan tanah permukaan yang mudah mampat.
- b. Selubung luarnya dapat mengalirkan air pori ke dalam drainase vertikal.
- c. Dapat mengumpulkan air pori dan mengalirkannya ke atas dan ke bawah di sepanjang drainase vertikal.

Pemasangan drainase vertikal pada lapisan tanah lunak dilakukan dengan menggunakan mandrel (selongsong baja dengan penampang tubular). Mandrel tersebut dipasang pada alat pengarah atau leader pada suatu crane. Drainase vertikal yang berada didalam mandrel kemudian ditanamkan ke lapisan lunak sampai kedalaman tanah keras. Ujung dari drainase vertikal kemudian dijepit pada lapisan tanah keras dan mandrel kemudian diangkat ke permukaan lapisan tanah dengan meninggalkan drainase vertikal pada lapisan tanah tersebut.



Gambar 2 Pemancangan PVD

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Kelurahan Lawe-Lawe Kecamatan Penajam Kab. Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur. Secara geografis terletak pada posisi $3^{\circ}55' - 4^{\circ}12'$ LU dan $117^{\circ}35' - 117^{\circ}48'$ BT.

3.2. Pengumpulan Data Primer dan Data Sekunder

Dalam studi perbaikan tanah yang lunak diperlukan data yang berkaitan dengan keadaan tanah di daerah tersebut. Data-data tersebut meliputi :

a. Data Primer : Data Sondir

Data sondir digunakan untuk mengetahui jenis lapisan-lapisan tanah pada daerah studi tersebut dan memperkirakan parameter-parameter tanah pada kedalaman tertentu yang tidak diperoleh dari hasil uji laboratorium.

b. Data Sekunder : Data Laboratorium

Data ini diperlukan untuk mengetahui sifat fisik tanah yaitu kadar air, berat volume, kohesi, dan parameter lainnya yang diperlukan dalam perhitungan.

3.3. Analisis Data

Setelah semua data terkumpul langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan penurunan konsolidasi. Adapun dalam menganalisa perhitungan menggunakan persamaan-persamaan rumus yang sesuai dengan batasan yang ditinjau dalam perhitungan. Dengan

langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Menentukan klasifikasi tanah dasar dari hasil uji sondir.
2. Menentukan nilai kuat geser tanah (C_u) yang harus dicapai dengan menggunakan parameter-parameter yang diketahui.
3. Dengan nilai C_u tersebut, dicari tinggi timbunan yang dibutuhkan.
4. Menentukan tinggi timbunan kritis.
5. Menghitung penurunan yang terjadi akibat timbunan sebesar H_{cr} (beban tahap I).
6. Menghitung peningkatan kuat geser tanah akibat pemampatan pada pembebanan tahap I.
7. Menghitung waktu yang diperlukan untuk penurunan sebesar x .
8. Menghitung penambahan tinggi timbunan (beban tahap II) berdasarkan kuat geser tanah yang telah meningkat yang menghitung pada langkah no.6. Menghitung peningkatan kuat geser tanah akibat pemampatan pada pembebanan tahap II.
9. Menghitung waktu yang diperlukan untuk penurunan sebesar x .
10. Menghitung peningkatan kuat geser setelah pemampatan akibat beban tahap II terjadi.
11. Menentukan beban tahap III, penurunan dan waktu yang dibutuhkan untuk penurunan sebesar x seperti langkah sebelumnya sehingga sampai pada total tinggi timbunan rencana.
12. Menentukan layout, jarak dan panjang PVD.
13. Menghitung waktu yang dibutuhkan untuk penurunan yang terjadi akibat pengaruh penggunaan PVD.

3.4. Analisa dan Pembahasan

Berdasarkan dari hasil pengolahan data tersebut kemudian dapat dilakukan pembahasan tentang konsolidasi serta membandingkan waktu yang dibutuhkan

selama penurunan akibat dari preloading dan kombinasi preloading dengan PVD.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Tabel 2 Sifat Fisis dan Teknis Tanah pada Titik BH-4 kedalaman 10 meter

No.	Parameter	Nilai
1.	Kadar Air (W)	25,54 %
2.	Berat Jenis (Gs)	2,65
3.	Angka Pori (e)	0,6891
4.	Berat Volume Jenuh (γ_{sat})	19,7 kN/m ³
5.	Indeks Pemampatan (Cc)	0,0879
6.	Tegangan Prakonsolidasi Efektif (Pc)	125 kN/m ²
7.	Koefisien Konsolidasi (Cv)	1,5x10 ⁻³ cm ² /det
8.	Berat Volume Tanah Timbunan (γ_{timb})	2 t/m ³

Dari hasil survey dilapangan, direncanakan dapat memikul beban kerja 5 t/m².

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Beban kerja } (q_{all}) &= 5 \text{ t/m}^2 \\ \text{Faktor keamanan} &= 2 \\ \text{Kuat geser mula-mula } (c_u) &= 0,5 \text{ t/m}^2 \\ N_c &= 5,14 \end{aligned}$$

(berdasarkan analisis skempton untuk fondasi lempung)

Untuk dapat memikul beban 5 t/m², maka daya dukung tanah dasar harus mencapai:

$$\begin{aligned} q_{all} &= \frac{q_{ult}}{FK} \\ &= \frac{C_u \times N_c}{FK} \end{aligned}$$

$$C_u = 2 \text{ t/m}^3.$$

Derajat konsolidasi yang dicapai 90%, maka dibutuhkan timbunan setebal:

$$\Delta c = 0,22 \cdot \Delta \sigma \cdot U$$

$$2-0,5 = 0,22 \cdot (2 \cdot h) \cdot 0,9$$

$$h = 3,7 \text{ m} \approx 4 \text{ m}.$$

$$H_{cr} = \frac{2 \cdot C_u}{\gamma_{imb}} = \frac{2 \times 5}{20} = 0,5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$$

Tabel 3 Pertambahan Tinggi Timbunan pada Titik BH-4

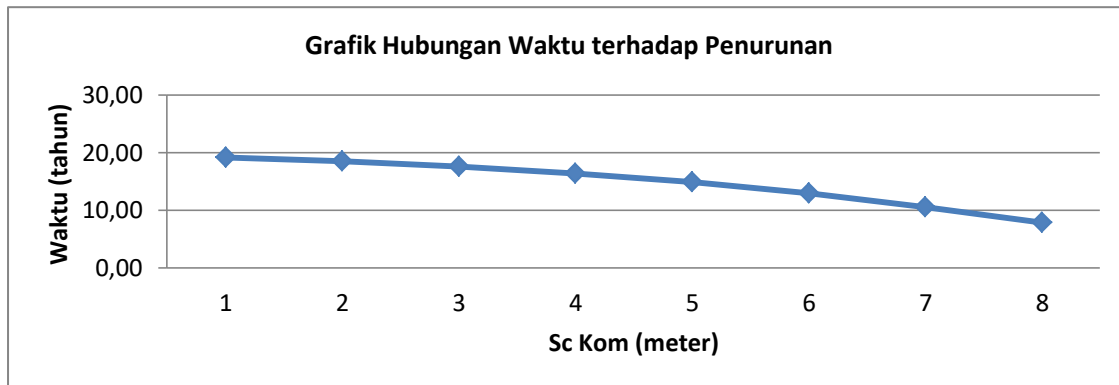
Beban tahap	H _{cr} (m)	H _{timb} (m)	H _{tambahan} (m)	C _u (kN/m ²)	ΔC _u (kN/m ²)	C _u ' (kN/m ²)
1	0,5	0,5		5	1,98	6,98
2	0,698	0,7	0,2	6,98	2,772	9,752
3	0,975	1,0	0,3	9,752	3,862	13,614
4	1,361	1,4	0,4	13,614	5,391	19,005
5	1,900	1,9	0,5	19,005	7,526	26,531
6	2,653	2,7	0,8	26,531	10,506	37,037
7	3,704	3,7	1,1	37,037	14,667	51,704
8	5,170	4,0	0,3	51,704	15,840	67,544

Tabel 4 Hasil Penurunan yang terjadi akibat beban preloading pada titik BH-4

Beban tahap	H _{cr} (m)	H _{timb} (m)	H _{tambah} (m)	P _o (kN/m ²)	Δp (kN/m ²)	P _o + Δp (kN/m ²)	e _o	C _r	S _c (m)	S _c kom (m)
1	0,5	0,5		97	10,0	107,0	0,6891	0,07	0,018	0,018
2	0,698	0,7	0,2	96,829	14,0	110,8	0,6891	0,07	0,024	0,042
3	0,975	1,0	0,3	96,593	19,5	116,1	0,6891	0,07	0,033	0,057
4	1,361	1,4	0,4	96,274	27,2	123,5	0,6891	0,07	0,044	0,077
5	1,900	1,9	0,5	95,842	38,0	133,9	0,6891	0,07	0,059	0,104
6	2,653	2,7	0,8	95,266	53,1	148,3	0,6891	0,07	0,078	0,138
7	3,704	3,7	1,1	94,507	74,1	168,6	0,6891	0,07	0,101	0,180
8	5,170	4,0	0,3	93,522	80,0	173,5	0,6891	0,07	0,107	0,209

Tabel 5 Hasil Penurunan yang terjadi akibat beban preloading pada titik BH-4

Beban tahap	Hcr (m)	Htimb (m)	Htambh (m)	Sc (m)	Sc kom (m)	Tv	Cv (m ² /th)	waktu (tahun)
1	0,5	0,5		0,018	0,018	0,848	4,42	19,19
2	0,698	0,7	0,2	0,024	0,042	0,848	4,42	18,51
3	0,975	1,0	0,3	0,033	0,057	0,848	4,42	17,61
4	1,361	1,4	0,4	0,044	0,077	0,848	4,42	16,42
5	1,900	1,9	0,5	0,059	0,104	0,848	4,42	14,88
6	2,653	2,7	0,8	0,078	0,138	0,848	4,42	12,94
7	3,704	3,7	1,1	0,101	0,180	0,848	4,42	10,59
8	5,170	4,0	0,3	0,107	0,209	0,848	4,42	7,89

**Gambar 3** Grafik Hubungan Penurunan terhadap Waktu pada Titik BH-4 pada Sistem Preloading

Dari Tabel 6 dan Gambar 3 dapat dilihat pada timbunan tahap pertama dengan ketinggian timbunan sebesar 0,5 meter dapat memampatkan tanah sebesar 0,018 meter dengan waktu yang dibutuhkan untuk memampatkan tanah tersebut yaitu selama 19,19 tahun. Pada timbunan tahap terakhir dengan total ketinggian timbunan sebesar 4 meter dapat memampatkan tanah sebesar 0,107 meter sehingga jumlah keseluruhan tanah yang termampatkan dari tahap I sampai tahap 8 menjadi 0,209 meter dengan waktu yang

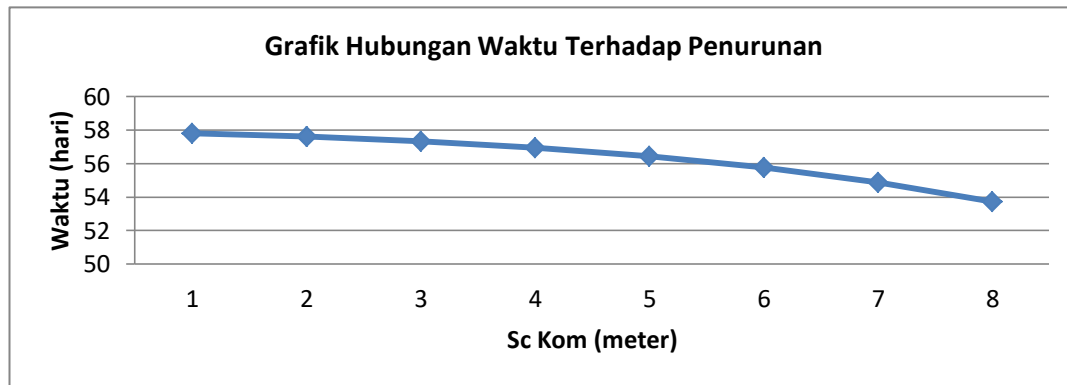
dibutuhkan untuk memampatkan tanah tersebut yaitu selama 7,89 tahun.

Perencanaan Sistem Pre-Fabricated Vertikal Drains (PVD) untuk digunakan pada analisis ini meliputi:

- Lay out : pola segitiga
 - Jarak antar PVD (s) : 1 meter
 - Panjang PVD : 10 meter
- Penentuan panjang PVD dilihat dari hasil pengujian sondir

Tabel 7 Waktu yang dibutuhkan untuk penurunan akibat beban preloading kombinasi PVD pada titikBH-4

Beban tahap	Hcr (m)	Htimb (m)	Htambh (m)	Sc (m)	Sc kom (m)	Tv	Cv (m ² /hari)	waktu (hari)
1	0,5	0,5		0,018	0,018	0,007	0,0121	58
2	0,698	0,7	0,2	0,024	0,042	0,007	0,0121	58
3	0,975	1,0	0,3	0,033	0,057	0,007	0,0121	57
4	1,361	1,4	0,4	0,044	0,077	0,007	0,0121	57
5	1,900	1,9	0,5	0,059	0,104	0,007	0,0121	56
6	2,653	2,7	0,8	0,078	0,138	0,007	0,0121	56
7	3,704	3,7	1,1	0,101	0,180	0,007	0,0121	55
8	5,170	4,0	0,3	0,107	0,209	0,007	0,0121	54



Gambar 4 Grafik Hubungan Penurunan terhadap Waktu pada Titik BH-4 pada Sistem Preloading Kombinasi PVD

Dari Tabel 7 dan Gambar 4 diatas dapat dilihat pada timbunan tahap pertama dengan ketinggian timbunan sebesar 0,5 meter, waktu yang dibutuhkan untuk memampatkan tanah sebesar 0,018 meter yaitu selama 58 hari. pada timbunan tahap terakhir dengan total timbunan sebesar 4 meter, waktu yang dibutuhkan untuk memampatkan tanah sebesar 0,209 meter yaitu selama 54 hari.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Besar penurunan akibat beban timbunan (preloading) pada titik BH-4 yaitu sebesar 0,209 meter dengan waktu selama 7,89 tahun, sedangkan besar penurunan pada titik BH-3 adalah sebesar 0,649 meter dengan waktu penurunan selama 64,13 tahun dan besar penurunan pada titik BH-1 adalah sebesar 0,232 meter dengan lama

waktu penurunanan adalah 38,61 tahun.

2. Dengan menggunakan metode preloading kombinasi PVD untuk memampatkan tanah pada titik BH-4 sebesar 0,209 meter dapat dicapai dengan waktu selama 54 hari dengan nilai $C_v = 4,42 \text{ m}^2/\text{tahun}$, sedangkan pada titik BH-3 sebesar 0,649 meter dapat dicapai dengan waktu selama 79 hari dengan nilai $C_v = 2,56 \text{ m}^2/\text{tahun}$ dan untuk titik BH-1 pemampatan tanah sebesar 0,232 meter dicapai dengan waktu 50 hari dengan nilai $C_v = 4,69 \text{ m}^2/\text{tahun}$.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka dapat disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan perhitungan tentang adanya *secondary consolidation* pada tanah lunak.
2. Diperlukan ketelitian dalam pemahaman hasil perencanaan untuk diaplikasikan / dilaksanakan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Hardiyatmo, H.C. 2006. *Teknik Fondasi 1*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Hardiyatmo, H.C. 2007. *Mekanika Tanah 2*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Hidayati, Anissa Maria., Dodiek Wirya Ardana, Made., 2008, *Kombinasi Preloading dan Penggunaan Prefabricated Vertikal Drain Untuk Mempercepat Konsolidasi Tanah Lempung Lunak (Studi Kasus Tanah Lempung Suwung Kangin)*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 12, No.02, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar.

Joseph E, Bowles., *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*, Erlangga, Jakarta, 1984.

Kh, Sunggono. 1984. *Mekanika Tanah*. Nova. Bandung.

Wesley, S.P. 1977. *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.

Qatrunnada, Nailla. 2011. *Studi Perbaikan Tanah Yang Lunak Dengan Sistem Preloading Kombinasi Pre-Fabricated Vertikal Drains Dalam Mempercepat Konsolidasi*. Skripsi S1 Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Mulawarman. Samarinda.