

## EVALUASI KINERJA *VERTICAL DRAIN* PADA PROYEK JALAN TOL DI SUMATERA DITINJAU DARI ASPEK KONSOLIDASI

Erika Oktavia<sup>1</sup>, Andryan Suhendra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta  
*erikaoktavia412@gmail.com*

<sup>2</sup>*Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Binus University,  
Jl.K.H. Syahdan No. 9, Palmerah, Jakarta Barat 11480  
andryan@geosindo.co.id; asuhendra@binus.ac.id*

Masuk: 11-01-2021, revisi: 22-01-2021, diterima untuk diterbitkan: 11-02-2021

### ABSTRACT

*Over time, there has been more development, this has made less land for development. However, development still has to go on. One of the infrastructure that is currently needed is toll roads to increase the efficiency of movement from one place to another. One of the serious problems at this time is that many soils have small bearing capacity and large settlement, for example, such as soft soil. In order for this model soil to have a stable condition, the solution is loaded so that the pore water from the soil can be pressed out. However, it takes a long time to achieve the desired settlement, here the prefabricated vertical drain method is used to accelerate the settlement. Prefabricated vertical drain here makes the distance between the pore water that was previously thick as soft soil, to half the distance between prefabricated vertical drains. The analysis calculation in this thesis uses the one dimensional consolidation method, the finite element method, and the asaoka method as the calculation of the actual results from field data. The results of this study found that the difference in the degree of consolidation between the theoretical calculations and the Asaoka method was 3.4303%.*

Keywords: *Soft soil; settlement; settlement plate; prefabricated vertical drain; Asaoka method.*

### ABSTRAK

Seiring jaman maka pembangunan semakin banyak, hal ini membuat lahan pembangunan semakin sedikit. Namun, pembangunan masih harus tetap berjalan. Salah satu infrastruktur yang saat ini sangat diperlukan adalah jalan tol untuk meningkatkan efisiensi pergerakan dari satu tempat ke tempat yang lain. Salah satu masalah yang cukup serius saat ini adalah banyak tanah yang memiliki daya dukung kecil dan penurunan yang besar contohnya seperti tanah lunak. Agar tanah model ini dapat memiliki kondisi yang stabil, maka solusinya diberi beban sehingga air pori dari dalam tanah dapat tertekan keluar. Namun untuk mencapai penurunan yang diinginkan membutuhkan waktu yang cukup lama, disini digunakan metode prefabricated vertical drain untuk mempercepat penurunan. Prefabricated vertical drain disini membuat jarak tempuh air pori tanah yang sebelumnya setebal tanah lunak, menjadi setengah jarak antar prefabricated vertical drain. Perhitungan analisis pada penelitian ini menggunakan metode one dimensional consolidation, dan metode asaoka sebagai perhitungan hasil aktual dari data lapangan. Hasil dari penelitian ini didapatkan perbedaan derajat konsolidasi antara perhitungan teoritis dengan metode Asaoka sebesar 3,4303%.

Kata kunci: Tanah lunak; penurunan; *settlement plate*; *prefabricated vertical drain*; metode Asaoka.

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan. Jumlah pulau di Indonesia mencapai ribuan, dengan 5 pulau yang besar. Pulau Sumatera adalah salah satu dari lima pulau terbesar di Indonesia dengan jumlah penduduk terbanyak kedua. Sumatera terletak di bagian Barat Indonesia, maka dari itu pembagian waktu di Sumatera termasuk ke Waktu Indonesia Barat (WIB).

Pada saat ini, pembangunan di seluruh Indonesia sedang banyak dilakukan termasuk di Sumatera. Namun dalam proses pembangunan tentu banyak kendala yang ditemui, yaitu kondisi tanah di Sumatera. Jika kondisi tanah lunak, maka daya dukung tanah akan rendah dan menyebabkan terjadinya kendala dalam proses konstruksi.

Banyak kerugian yang dapat dialami jika daya dukung tanah rendah, misalnya struktur atas tidak tertopang dan tidak dapat berdiri dengan kokoh dan stabil sehingga bangunan dapat roboh yang akan membahayakan banyak orang dan mengakibatkan banyak kerugian biaya konstruksi dan biaya konstruksi tentunya akan bertambah.

Banyak cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki atau memperkuat tanah lempung salah satunya adalah dengan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD). *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) adalah salah satu metode perbaikan tanah dengan mempercepat proses konsolidasi tanah. PVD ditanam secara vertikal ke dalam tanah untuk mengalirkan air dari lapisan tanah lunak ke permukaan.

Batasan-batasan masalah yang dibahas adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian sudah ditentukan, yaitu berada di salah satu ruas jalan tol Sumatera.
2. Penurunan konsolidasi yang ditinjau adalah penurunan konsolidasi primer.
3. Konsolidasi arah horizontal tidak diperhitungkan.
4. Kenaikan kuat geser tidak ditinjau.
5. Perbaikan Tanah Lunak menggunakan *Prefabricated Vertical Drain*.

Rumusan masalah yang akan dibahas adalah analisis evaluasi penurunan tanah ditinjau dengan metode *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) berdasarkan hasil pembacaan *settlement plate*.

Berdasarkan rumusan masalah, adapun tujuan yang ingin dicapai:

1. Mengetahui besar penurunan.
2. Menganalisis kecepatan konsolidasi.
3. Mengetahui rasio antara  $C_h$  dan  $C_v$ .

## Pengertian Tanah

Tanah dapat didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995). Tanah pada dasarnya memiliki berbagai pengertian yang berbeda, dilihat dari sudut pandangnya. Namun secara umum diartikan sebagai bahan padat dari hasil interaksi pelapukan dan aktivitas biologis oleh suatu bahan induk atau batuan keras yang mendasarinya.

## Penurunan Konsolidasi Tanah

Untuk perhitungan penurunan konsolidasi, formula yang digunakan dapat berbeda-beda sesuai dengan persyaratan yang berlaku. Jika  $P_c < P_o$  maka digunakan formula berikut.

$$S_c = \frac{C_c H}{1+e_o} \log \frac{P_o + \Delta p}{P_o} \quad (1)$$

dengan  $H$  = ketebalan lapisan tanah yang ditinjau,  $e_o$  = *initial void ratio*,  $C_c$  = koefisien kompresibilitas,  $P_o$  = tegangan efektif tanah pada permukaan lapisan tanah yang ditinjau,  $\Delta p$  = tekanan fondasi netto.

Jika  $P_o < P_c < P_o + \Delta p$  maka digunakan formula berikut.

$$S_c = \frac{H}{1+e_o} (C_s \log \frac{P_c}{P_o} + C_c \log \frac{P_o + \Delta p}{P_c}) \quad (2)$$

dengan  $H$  = ketebalan lapisan tanah yang ditinjau,  $e_o$  = *initial void ratio*,  $C_s$  = koefisien rekompresibilitas,  $P_c$  = tegangan kompresibilitas,  $P_o$  = tegangan efektif tanah pada permukaan lapisan tanah yang ditinjau,  $C_c$  = koefisien kompresibilitas,  $\Delta p$  = tekanan fondasi netto.

Jika  $P_o + \Delta p < P_c$  maka digunakan formula berikut.

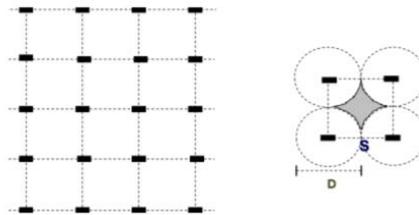
$$S_c = \frac{C_s H}{1+e_o} \log \frac{P_o + \Delta p}{P_o} \quad (3)$$

dengan  $H$  = ketebalan lapisan tanah yang ditinjau,  $e_o$  = *initial void ratio*,  $C_s$  = koefisien rekompresibilitas,  $P_o$  = tegangan efektif tanah pada permukaan lapisan tanah yang ditinjau,  $\Delta p$  = tekanan fondasi netto.

## PVD (*Prefabricated Vertical Drain*)

*Prefabricated Vertical Drain* (PVD) adalah lembaran plastik untuk drainase vertikal yang panjang dan berkantung yang merupakan kombinasi antara bahan inti (*core*) *polypropylene* berkekuatan mekanik tinggi dan lapisan pembungkus dari bahan geotekstil. Bagian inti produk ini tersedia dalam tiga jenis kontur yang berbeda-beda, sesuai dengan kecepatan aliran drainase yang diinginkan.

PVD berfungsi untuk mempercepat proses konsolidasi tanah, terutama pada jenis tanah lempung (*clay*) atau lanau (*silty clay*). PVD ditanam secara vertikal ke dalam tanah untuk mengalirkan air dari lapisan tanah lunak ke permukaan. PVD berperan besar dalam proses konsolidasi. Dengan menggunakan PVD, maka proses konsolidasi dapat berjalan lebih cepat. Metode perbaikan tanah dengan menggunakan *vertical drain* intinya adalah untuk mereduksi waktu antara dua fase pelaksanaan di saat dilakukannya penimbunan bertahap dan mengurangi waktu yang diperlukan untuk memperoleh derajat konsolidasi.

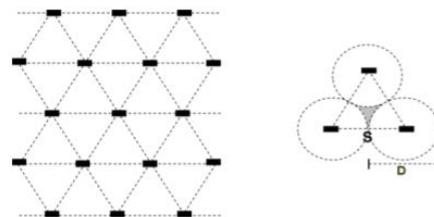


Gambar 1. Pola susunan PVD bujur sangkar (Mochtar, 2000)

Gambar 1 menunjukkan gambar pola susunan PVD berbentuk bujur sangkar

Untuk pola susunan bujur sangkar:

$$D = 1.13 \times S \tag{4}$$



Gambar 2. Pola susunan PVD segitiga (Mochtar, 2000)

Gambar 2 menunjukkan gambar pola susunan PVD berbentuk segitiga

Untuk pola susunan segitiga:

$$D = 1.05 \times S \tag{5}$$

dengan  $D$  = diameter pengaruh satu PVD (m), dan  $S$  = *spacing* atau jarak antar PVD

### Penentuan Derajat Konsolidasi dengan Menggunakan PVD

Dengan adanya drainase vertikal pada lapisan tanah, maka tegangan pori berlebih akan terdisipasi dalam 2 arah, yaitu arah vertikal dan arah horizontal. Sehingga nilai derajat konsolidasi total ( $U$ ) dapat dihitung melalui persamaan berikut

$$U = 1 - (1 - U_h)(1 - U_v) \tag{6}$$

dengan  $U_h$  = derajat konsolidasi arah vertikal, dan  $U_v$  = derajat konsolidasi arah horizontal

Harga derajat konsolidasi horizontal  $U_h$  dapat dicari dengan memasukan nilai  $t$  (waktu) tertentu dengan persamaan berikut

$$T_h = \frac{c_h \times t}{D^2} \tag{7}$$

$$U_h = 1 - \exp\left(\frac{-8 T_h}{F_n}\right) \tag{8}$$

Harga derajat konsolidasi vertikal  $U_v$  dapat dicari dengan masukan nilai  $t$  (waktu) tertentu

$$T_v = \frac{t \cdot c_v}{(H_{dr})^2} \tag{9}$$

$$U_v = \left( 2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \right) \tag{10}$$

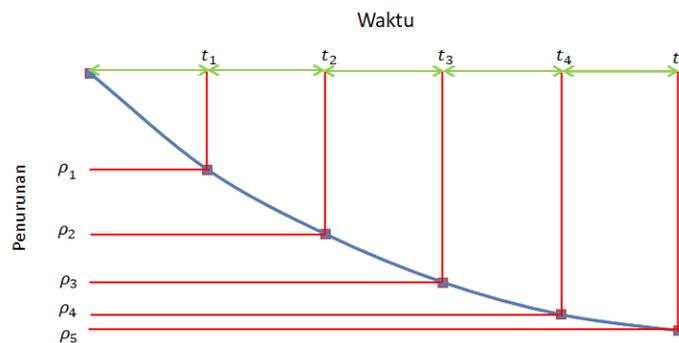
dengan  $T_h$  = faktor waktu arah horizontal, dan  $T_v$  = faktor waktu arah vertikal.

**Metode Asaoka**

Metode Asaoka (1978) termasuk salah satu metode untuk mengobservasi konsolidasi satu arah yang paling populer. Karena pada metode ini penurunan tanah aktual dapat diprediksi tanpa dibutuhkannya data-data laboratorium, yang digunakan pada analisis di metode ini yaitu hasil pengamatan lapangan, seperti panjang drainase, tekanan air pori, regangan maksimum tanah, dan koefisien konsolidasi. Pada metode Asaoka ini, prediksi penurunannya didapat dari metode *curve fitting*.

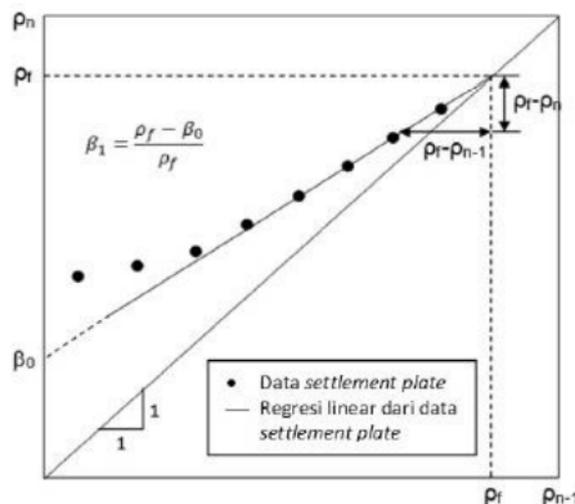
Dari hasil prediksi penurunan akhir, dapat diketahui nilai koefisien horizontal yang sesuai dengan tanah di lapangan. Dalam bukunya Gouw (2008), persamaan untuk menghitung balik nilai koefisien arah horizontal berdasarkan kemiringan grafik Asaoka adalah sebagai berikut:

$$\frac{\pi^2 C_v}{8H^2} + \frac{8C_h}{D^2 F_h} = - \frac{\ln \beta}{\delta_t} \tag{11}$$



Gambar 3. Prosedur analisis data monitoring penurunan dengan interval waktu yang konstan

Gambar 3 menunjukkan prosedur analisis data monitoring penurunan dengan interval waktu yang konstan. Agar dapat memprediksi penurunan akhirnya dari data penurunan ini, maka harus dipilih data data penurunan ini, hingga akhirnya didapat nilai penurunan  $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \dots, \rho_n$  dengan interval waktu  $\Delta t$ . Lalu nilai dari  $\rho_n$  dan nilai dari  $\rho_{n-1}$  di plot sehingga membentuk garis lurus. Penurunan akhir ( $\rho_f$ ) adalah pertemuan antar garis  $\rho_n = \rho_{n-1}$  (bersudut  $45^\circ$ ) dengan garis regresi dari titik  $\rho_n = \rho_{n-1}$ .

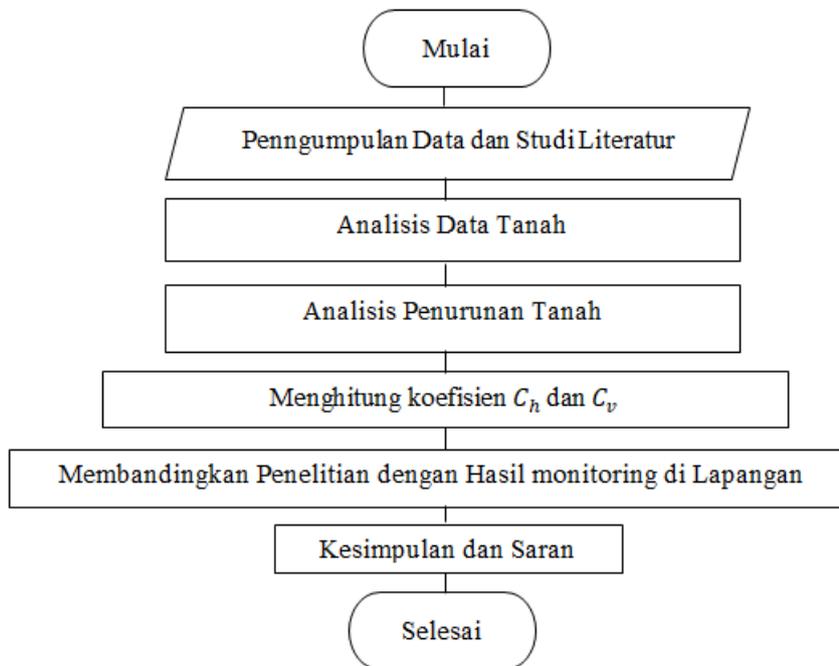


Gambar 4. Prediksi penurunan akhir dengan metode Asaoka

Gambar 4 memprediksi penurunan akhir dengan metode Asaoka  $\beta_0$  adalah waktu titik plot pertama dari regresi linier  $p_n$  dan  $p_{n-1}$ . Penurunan akhir ( $p_f$ ) adalah titik pertemuan antara garis  $p_n = p_{n-1}$  (bersudut  $45^\circ$ ) dengan trendline dari garis  $p_n$  vs  $p_{n-1}$  sebenarnya. Setelah diperoleh penurunan akhir ( $p_f$ ) maka dapat dicari nilai  $\beta_1$  yang merupakan kemiringan dari garis-garis  $p_n$  vs  $p_{n-1}$  sebenarnya, yang memberikan hubungan seperti pada Persamaan 11.

## 2. METODE PENELITIAN

Tahapan kerja yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat melalui kerangka berpikir yang terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5 Diagram Alir

Pada penelitian tugas akhir ini dapat dibuat diagram alirnya seperti gambar diatas. Mulai dari pengumpulan data dan studi literatur, setelah data terkumpul kemudian data dianalisis. Data yang dianalisis adalah data uji laboratorium, data sondir, data boring, dan data *monitoring*. Jika data tanah yang dibutuhkan kurang lengkap, maka dapat dilakukan korelasi untuk mendapatkan parameter yang akan digunakan. Setelah itu, lakukan analisis penurunan tanah *settlement plate* dengan metode Asaoka. Setelah besar penurunan didapatkan, hitung analisis balik untuk mendapatkan koefisien  $C_h$  dan  $C_v$ , lalu dibandingkan hasil perhitungan dengan hasil di lapangan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Material dan Pemasangan PVD

*Vertical drains* dipasang pada area dengan rincian pemasangan sebagai berikut:

- Kedalaman pemasangan : 12 m
- Pola pemasangan : persegi
- Lebar *vertical drains* (a) : 100 mm
- Jarak antar PVD (s) : 1 m

### Prediksi Awal Penurunan Konsolidasi Total

Tabel 1 menunjukkan penurunan masing – masing zona. Prediksi penurunan awal konsolidasi dihitung dengan *one dimensional settlement*. Berdasarkan data tanah yang didapatkan, konsolidasi tanah adalah *over consolidated* yaitu

dimana  $\sigma_c' > \sigma_0'$ , oleh karena itu besar penurunan dapat dihitung dengan persamaan (1), sehingga dapat prediksi penurunan konsolidasi total tiap zona terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Penurunan Sc

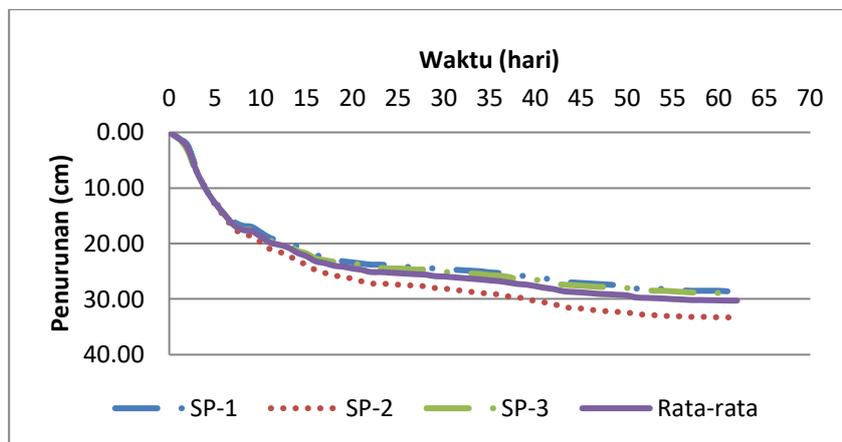
Zona	Penurunan Sc (m)
Zona 1	0,3563
Zona 2	0,3786
Zona 3	0,3686
Zona 4	0,2569
Zona 5	0,3193
Zona 6	0,2947
Zona 7	0,3076

### Prediksi Awal Derajat Konsolidasi

Pada saat penimbunan *vacuum*, *vertical drains* telah dipasang. Oleh karena itu, perhitungan derajat konsolidasi sudah menggunakan persamaan-persamaan *vertical drains*. Jenis *vertical drains* yang digunakan adalah *vertical drains* dengan ketebalan 0,004 meter dan lebar 0,1 meter. Jarak pemasangan antar *vertical drains* adalah 1 meter sehingga didapat zona pengaruhnya sebesar 1,13 meter. Dari data yang didapatkan, dapat dihitung nilai faktor jarak drain  $F_n$ , dan nilai diameter *well*. Setelah itu, dapat dicari pengaruh dari *vertical drains* yaitu faktor dan derajat konsolidasi untuk drainase arah radial horizontal dan vertikal, dan akan diketahui derajat konsolidasi pada selang waktu tertentu. Kemudian dilakukan perhitungan derajat konsolidasi dengan asumsi koefisien  $C_h = 2 C_v$ , untuk proses konsolidasi saat 60 hari, lalu didapatkan hasil  $C_h = 0,0432 \text{ m}^2/\text{hari}$ . Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka didapat nilai derajat konsolidasi saat 60 hari adalah 99,96%.

### Penentuan Penurunan menggunakan *Settlement Plate*

*Settlement Plate* digunakan untuk mengetahui dan mengamati penurunan aktual tanah. Pekerjaan pengamatan *Settlement Plate* pada proyek jalan tol Sumatera ini berujung mendapatkan sampel sebanyak 24 titik yang terbagi menjadi 7 zona. Hasil bacaan *Settlement Plate* dapat digunakan untuk mengestimasi besarnya penurunan akhir yang dapat dicapai dengan menggunakan teori pendekatan Asaoka.



Gambar 6 Penurunan dengan Waktu Zona 1

Dari hasil *monitoring Settlement Plate* dapat dibuat kurva hubungan antara waktu dengan penurunan seperti yang ada pada Gambar 5 untuk SP-1 (*Settlement Plate*), SP-2, SP-3, dan rata-rata SP zona 1. Dari kurva hasil bacaan SP-1 dapat ditentukan besar penurunan yang terjadi pada hari ke-62, yaitu sebesar 28,6 cm, SP-2 sebesar 33,3 cm, SP-3 sebesar 28,9 cm, dan mendapatkan rata-rata sebesar 30,27 cm.

Perhitungan juga dilakukan pada zona 2, zona 3, zona 4, zona 5, zona 6, dan zona 7.

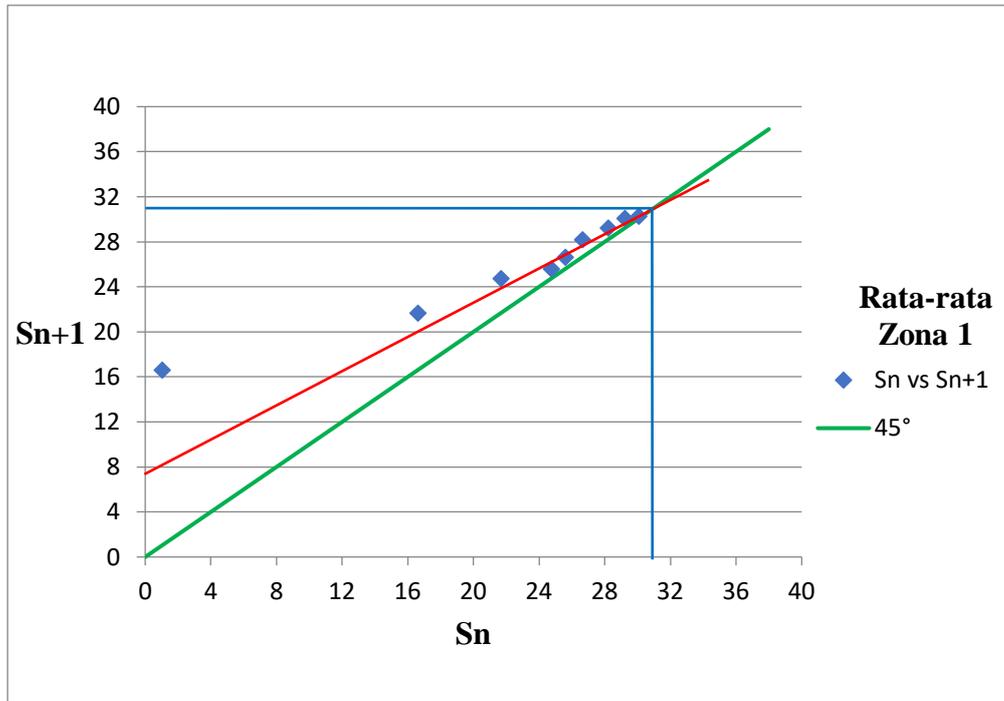
Tabel 2. Besar penurunan pada masing-masing *Settlement Plate* setiap zona

Zona	STA	Nama	Penurunan Hari-ke	Besar Penurunan (cm)	Rata-rata Penurunan (cm)
1	STA 0+170	SP - 1	62	28,6	30,27
	STA 0+135	SP - 2		33,3	
	STA 0+110	SP - 3		28,9	
2	STA 0+285	SP - 1	62	28,4	28,1
	STA 0+250	SP - 2		27,7	
	STA 0+200	SP - 3		28,2	
3	STA 0+400	SP - 1	62	19,6	23,4
	STA 0+360	SP - 2		24	
	STA 0+320	SP - 3		26,6	
	STA 0+350	SP-4		24,7	
4	STA 0+520	SP - 1	62	10	13,73
	STA 0+475	SP - 2		16,9	
	STA 0+420	SP - 3		14,4	
5	STA 0+760	SP - 1	62	20,8	20
	STA 0+720	SP - 2		23,5	
	STA 0+675	SP - 3		17	
	STA 0+750	SP - 4		13,8	
6	STA 0+760	SP - 1	62	18	20,43
	STA 0+720	SP - 2		26,8	
	STA 0+675	SP - 3		18,8	
	STA 0+750	SP - 4		24,8	
7	STA 0+875	SP - 1	58	21,5	21,17
	STA 0+850	SP - 2		24,7	
	STA 0+790	SP - 3		17,3	

Setelah hasil *monitoring Settlement Plate* dibuat kurva hubungan antara waktu dengan penurunan, maka akan mendapatkan hasil masing – masing penurunan disetiap zona sehingga dapat dibuat menjadi table seperti Tabel 2.

### Perhitungan Derajat Konsolidasi

Dari perolehan data *Settlement plate*, maka dibuat kurva hubungan waktu dan penurunan seperti yang ada pada Gambar 6. Dari hasil bacaan kurva rata-rata *Settlement Plate* zona 1 pada hari ke-62 dapat ditentukan berapa penurunan yang terjadi pada hari tertentu (hari ke-n), sehingga kurva  $S_n$  terhadap  $S_{n+1}$  seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Prediksi penurunan rata-rata metode Asaoka Zona 1

Selanjutnya dilakukan prediksi penurunan akhir dengan menggunakan metode Asaoka dengan bantuan program *Microsoft excel* dalam pembuatan kurvanya sehingga didapatkan garis perpotongan antara garis regresi dengan garis yang membentuk sudut 45°, dan penurunan dapat dibaca pada kurva. Besar penurunan pada zona 1 adalah 30,9cm.

Tabel 3. Derajat Konsolidasi berdasarkan pembacaan *Settlement Plate*

No	Settlement Plate	Penurunan hari ke -	Besar Penurunan		Derajat Konsolidasi (U)
			Settlement Plate (cm)	ASAOKA (cm)	
1	Zona 1	62	30,27	30,9	97,96117
2	Zona 2	62	28,1	29	96,89655
3	Zona 3	62	24,7	25,5	96,86274
4	Zona 4	62	13,77	14,5	94,96551
5	Zona 5	62	20,43	21	97,28571
6	Zona 6	62	21,2	21,9	96,80365
7	Zona 7	58	21,17	22,3	94,93273
<b>Rata-rata</b>			22,80571	23,58571	96,52972

Penentuan nilai derajat konsolidasi dapat dilakukan berdasarkan hasil dari pembacaan *Settlement Plate* yaitu dengan membandingkan besar penurunan aktual pada waktu tertentu (t) terhadap penurunan konsolidasi total yang diperoleh dengan menggunakan metode Asaoka.

Contoh perhitungan diambil dari rata-rata Zona 1, dimana berdasarkan pembacaan metode Asaoka diketahui penurunan akhir adalah 30,9 cm, sedangkan pada hari ke-62 penurunan konsolidasi yang dicapai berdasarkan bacaan *Settlement Plate* adalah 30,27 cm. Sehingga dapat dicari hasil derajat konsolidasi yang dicapai hari ke-62 pada Zona 1 adalah sebagai berikut:

$$U_{v-sp} = \frac{St}{Sc} \times 100\%$$

$$U_{v-sp} = \frac{30,27}{30,9} \times 100\%$$

$$U_{v-sp} = 97,96117\%$$

Perhitungan juga dilakukan pada rata-rata zona 2, zona 3, zona 4, zona 5, zona 6, dan zona 7. Nilai derajat konsolidasi dari masing-masing data Settlement Plate ditampilkan pada Tabel 3

### Analisis Parameter Balik Tanah

Perhitungan analisis balik meliputi parameter tanah koefisien tanah horizontal  $C_h$ . Dapat diketahui nilai  $C_h$  untuk dimasukkan ke dalam persamaan.

Karena  $U_v$  itu relatif kecil kontribusinya maka dalam analisis berikut ini kontribusi  $U_v$  tidak diperhitungkan. Sehingga di lakukan analisis balik dan mendapat perbandingan  $C_h/C_v$  pada tabel 4

Tabel 4. Analisis Balik Parameter  $C_h$

Zona	U% Asaoka	$\beta$	$C_h$	$C_h/C_v$
Zona 1	97,9612	0,78	0,0118	0,54
Zona 2	96,8966	0,76	0,013	0,6
Zona 3	96,8627	0,76	0,013	0,6
Zona 4	94,9655	0,75	0,0136	0,63
Zona 5	97,2857	0,77	0,0124	0,57
Zona 6	96,8037	0,76	0,013	0,6
Zona 7	94,9327	0,75	0,0136	0,63
<b>Rata-rata</b>		0,76	0,0129	0,6

### Hasil Sisa Penurunan Akhir

Berdasarkan hasil monitoring settlement plate dan hasil perhitungan penurunan menggunakan metode Asaoka didapatkan rata-rata sisa penurunan akhir sebesar 0,951 cm ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Sisa Penurunan Akhir

Zona	Penurunan hari ke - 62 (cm)	Asaoka (cm)	U (%)	Sisa Penurunan (cm)
Zona 1	30,27	30,9	97,961	0,63
Zona 2	28,1	29	96,897	0,9
Zona 3	24,7	25,5	96,863	0,8
Zona 4	13,77	14,5	94,966	0,73
Zona 5	20	21	95,238	1
Zona 6	20,43	21,9	93,288	1,47
Zona 7	21,17	22,3	94,933	1,13
<b>Rata-rata</b>	22,634	23,586	95,735	0,951

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penurunan berdasarkan perhitungan analisis sebesar 0,3477 m, sedangkan besar penurunan yang terjadi berdasarkan perhitungan metode Asaoka adalah 0,2359 m.
2. Perbedaan besar penurunan ini kemungkinan disebabkan karena data  $C_c$  (*Compression Index*) yang diperoleh menggunakan korelasi sehingga menyebabkan perhitungan analisis kurang akurat.
3. Besar derajat konsolidasi berdasarkan perhitungan teoritis dengan waktu konsolidasi yang ditetapkan selama 62 hari adalah sebesar 99,96%.
4. Derajat konsolidasi berdasarkan hasil *monitoring* di lapangan yang dihitung dengan menggunakan metode Asaoka adalah 96,52972%.
5. Persentase perbedaan derajat konsolidasi yang diperoleh dari perhitungan teoritis dan hasil *monitoring* di lapangan adalah 3,4303%.
6. Berdasarkan hasil perhitungan analisis balik parameter tanah didapatkan *ratio* antara  $C_h$  dan  $C_v$  adalah  $C_h = 0,6 C_v$ .

##### Saran

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, berikut beberapa saran yang perlu diperhatikan untuk analisis lebih lanjut:

1. Menggunakan parameter dari data uji laboratorium yang lebih lengkap agar parameter yang didapatkan lebih akurat dari hasil korelasi.
2. Hasil perhitungan dibandingkan dengan hasil permodelan menggunakan program metode elemen hingga.

##### DAFTAR PUSTAKA

- Asaoka, A. "*Observational Procedure Of Settlement Prediction, Soil And Foundation*" No.4 (1978)
- Bowles, Joseph E. *Foundation Analysis and Design*. Peoria: McGraw-Hill Education. 1995.
- Chu, J. Yan, S.W. dan Buddhima Indraratna. "Vacuum Preloading Techniques - Recent Developments and Applications." In *Proceedings of ASCE GeoCongress: Geosustainability and Geohazard Mitigations*, New Orleans, ASCE, Reston, VA (2008).
- Das, Braja M. (diterjemahkan oleh Mochtar N.E, and Mochtar I.B.). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid I*. Jakarta: Erlangga, 1985.
- Gouw, Tjie Liong. *Ground Settlement*. Jakarta, 2008.
- Mochtar, Indrasurya B. *Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan pada Tanah Bermasalah*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS, 2000.
- Suhendra A, Irsyam Masyhur. "Studi Aplikasi *Vacuum Preloading* sbagai Metode Alternatif Percepatan Proses Konsolidasi pada Tanah Lempung Lunak Jenuh Air: Trial GVS pada Perumahan Pantai Indah Kapuk, Jakarta." *ComTech Vol.2* (2011).