
ANALISIS PENGARUH *PRELOADING* KOMBINASI *PREFABRICATED VERTICAL DRAIN* PADA PROSES KONSOLIDASI DI PROYEK REKLAMASI DI SAMPING TANGKI CPO ANTAR PULAU BELAWAN BERDASARKAN *BORE LOG* BH-2)**Muhammad Fadhil Lubis, Roesyanto, Gina Cynthia Raphita Hasibuan**

Universitas Sumatera Utara

Email: muhammadfadhills@gmail.com,**Abstrak:**

Dalam melakukan pembangunan diatas tanah lunak sering sekali dijumpai kasus terjadinya penurunan pada tanah. Hal ini dikarenakan rendahnya daya dukung dan gaya gesernya yang kecil, pemampatan yang besar, serta permeabilitas yang sangat kecil. Dalam mengatasi hal tersebut salah satu metode yang dapat dilakukan ialah perbaikan tanah dengan menggunakan *preloading* dan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD). Adapun tujuan dari penulisan penelitian ini adalah untuk mengetahui besar penurunan konsolidasi dengan menggunakan metode analitis dan dengan menggunakan pemodelan pada PLAXIS 2D pada lokasi proyek reklamasi disamping tangka CPO antar Pulau Belawan berdasarkan data *Bore Log* BH-02. Membandingkan *coarse mesh*, *medium mesh*, dan *fine mesh* pada pemodelan PLAXIS 2D, dan juga mengetahui besar penurunan tanah dengan menggunakan *preloading* saja dan *preloading* dengan kombinasi *preloading* dan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) berdasarkan titik *Bore Log* BH-02. Dari hasil analitis diperoleh penurunan sebesar 1,254 meter. Sedangkan pemodelan secara PLAXIS 2D dengan menggunakan *medium mesh* yang telah dikombinasikan dengan PVD sebesar 1,268 meter. Hal ini berarti hasil dari penurunan dengan pemodelan menggunakan PLAXIS 2D lebih mendekati dengan data *settlement plate* SP-02 sebesar 1,270 meter. Adapun penurunan menggunakan PLAXIS 2D dengan *coarse mesh* sebesar 1,266 meter, dan *fine mesh* sebesar 1,282 meter. Sedangkan pemodelan dengan menggunakan *preloading* saja didapat penurunan sebesar 0,340 meter. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil pemodelan menggunakan PLAXIS 2D menggunakan *medium mesh* yang telah dikombinasikan dengan PVD relatif lebih mendekati data penurunan dilapangan dengan persentasi perbedaan penurunan sebesar 0,142% terhadap data *settlement plate* SP-02.

Kata Kunci: Konsolidasi, *Preloading*, *Prefabricated Vertical Drain*, PLAXIS 2D**Abstract:**

To carry out construction on soft soil, cases of land subsidence are often encountered. This is due to the low bearing capacity and small shear force, large compression, and very small permeability. To address this problem, one method that can be implemented is soil improvement using preloading and Prefabricated Vertical Drain (PVD). The aim of this research is to find out the magnitude of consolidation settlement by using analytical methods and by using PLAXIS 2D

Analisis Pengaruh Preloading Kombinasi Prefabricated Vertical Drain pada Proses Konsolidasi di Proyek Reklamasi di Samping Tangki CPO antar Pulau Belawan Berdasarkan Bore Log BH-2)

modeling at reclamation project locations besides CPO tanks between Belawan Islands based on Bore Log BH-02 data. It is also to compare coarse mesh, medium mesh, and fine mesh in PLAXIS 2D modeling, and to obtain the amount of land subsidence using preloading only and preloading with a combination of preloading and Prefabricated Vertical Drain (PVD) based on Bore Log BH-02 points. From the analytical results obtained a decrease of 1.254 meters. While the PLAXIS 2D modeling uses a medium mesh that has been combined with a PVD of 1.268 meters. This means that the results of the settlement by modeling using PLAXIS 2D are closer to the SP-02 settlement plate data of 1.270 meters. The settlement uses PLAXIS 2D with a coarse mesh of 1,266 meters and a fine mesh of 1,282 meters. While modeling using preloading only obtained a decrease of 0.340 meters. It can be concluded that the results of modeling using PLAXIS 2D in using medium mesh that has been combined with PVD are relatively closer to settlement data in the field with a percentage difference of 0.142% settlement plate SP-02 settlement.

Keywords: Consolidation, Preloading, Prefabricated Vertical Drain, PLAXIS 2D

PENDAHULUAN

Tanah lunak pada umumnya memiliki sifat yang kurang menguntungkan didalam mendukung suatu pekerjaan konstruksi yang akan dibangun diatasnya (Setiawan et al., 2015). Ada beberapa masalah yang dapat terjadi jika kita akan melakukan pekerjaan konstruksi diatas tanah lunak (Siswanto et al., n.d.). Adapun salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan cara menggunakan sistem preloading yang dapat dikombinasikan dengan PVD (*Prefabricated Vertical Drain*) (Susiazti et al., 2020). Pengertian tanah lunak adalah tanah yang umumnya terdiri dari tanah lempung termasuk material pondasi yang sangat jelek karena kadar airnya yang tinggi, permeabilitas rendah dan sangat compressible dan tanah yang secara visual dapat ditembus dengan ibu jari minimum sedalam ± 25 mm, atau mempunyai kuat geser 40 kpa berdasarkan uji geser baling lapangan (Anwarrizqika, 2023). Tanah lunak sebagai tanah kohesif yang terdiri dari sebagian besar butir-butir yang sangat kecil seperti lempung dan lanau (Siska & Yakin, 2016) Sifat-sifat tanah lunak kurang menguntungkan untuk dijadikan lapisan tanah dasar. Dimana tanah lunak banyak dipengaruhi oleh air. Semakin rendah kadar air maka daya dukung tanah semakin besar (Siska & Yakin, 2016). Adapun tujuan penulisan penelitian ini adalah pertama, menganalisis besar penurunan konsolidasi pada tanah lunak dengan menggunakan metode preloading kombinasi PVD baik secara analisis dan metode elemen hingga dengan menggunakan PLAXIS 2D. Kedua, membandingkan hasil pemodelan PLAXIS 2D dengan data lapangan pada kasus penimbunan di samping CPO antar pulau. Ketiga, membandingkan Coarse mesh, fine mesh, dan very fine mesh dengan data lapangan untuk pemodelan PLAXIS 2D. Keempat menganalisis hasil penurunan tanah dengan metode preloading kombinasi PVD dan preloading tanpa PVD.

Reklamasi lahan di sekitar Tangki CPO Antar Pulau Belawan merupakan salah satu proyek konstruksi yang penting untuk mengembangkan infrastruktur dan fasilitas pelabuhan yang

mendukung pertumbuhan ekonomi dan perdagangan wilayah tersebut. Namun, dalam pelaksanaan proyek reklamasi ini, masalah konsolidasi tanah merupakan tantangan utama yang perlu diatasi. Konsolidasi tanah adalah proses perubahan volume tanah yang terjadi secara alami atau sebagai akibat dari aktivitas manusia, seperti penimbunan dan reklamasi (Ir Lusmeilia Afriani, 2020). Proses ini seringkali memerlukan waktu yang lama dan dapat memengaruhi stabilitas konstruksi serta kinerja jangka panjang dari proyek reklamasi tersebut.

Salah satu metode yang digunakan untuk mempercepat proses konsolidasi tanah pada proyek reklamasi adalah dengan menggunakan Prefabricated Vertical Drain (PVD) (Ali & Wulandari, 2020). PVD adalah elemen berbentuk silinder yang ditanam vertikal ke dalam tanah untuk mempercepat pengeluaran air dari dalam lapisan tanah yang konsolidasi (Anwarrizqika, 2023). Namun, untuk memaksimalkan efisiensi PVD, faktor-faktor seperti jenis tanah, kedalaman penanaman, dan kombinasi dengan metode lain, seperti preloading, perlu dipertimbangkan dengan cermat.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian penelitian ini yaitu menggunakan metode teori konsolidasi satu dimensi untuk perhitungan analitis dan untuk metode elemen hingga menggunakan program PLAXIS 2D dengan memperhitungkan efek smear zone. Data-data yang diperlukan untuk proses analisis data dapat diperoleh dari hasil laboratorium dan pengujian lapangan yang dilakukan pada proyek ini. Beberapa tahapan dalam proses analisis data yang dilakukan pada penelitian ini, mulai dari analisis hasil pengujian laboratorium sampel tanah sampai proses perhitungan dengan menggunakan PLAXIS 2D. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan pada proses penelitian antara lain sebagai berikut: Tahap pertama, proses pengumpulan data properties tanah yang diperoleh dari hasil laboratorium, data settlement plate SP-02, data properties tanah timbun yang digunakan, dan stratifikasi tanah yang diperoleh dari hasil boring BH-02. Tahap kedua yaitu perhitungan waktu dan tahapan proses penimbunan yang diambil dari data settlement plate SP-02, mulai dari elevasi 3,4 meter sampai dengan elevasi puncak penimbunan preloading. Tahap ketiga, perhitungan beberapa mesh yang digunakan dalam program PLAXIS 2D. Tahap keempat, perhitungan waktu dan kedalaman penurunan (konsolidasi) tanah dengan kombinasi pra-pembebanan dan PVD menggunakan PLAXIS 2D. Tahap kelima, membandingkan dan menganalisis hasil perhitungan dengan realisasi penurunan yang terjadi di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL

Didalam pemodelan PLAXIS 2D dibutuhkan data input parameter-parameter tanah yang akan dilakukan pemodelan. Adapun untuk parameter-parameter tanah yang akan digunakan pada program

Analisis Pengaruh Preloading Kombinasi Prefabricated Vertical Drain pada Proses Konsolidasi di Proyek Reklamasi di Samping Tangki CPO antar Pulau Belawan Berdasarkan Bore Log BH-2)

pemodelan PLAXIS 2D diperoleh dari hasil pengujian laboratorium. Adapun data hasil pengujian laboratorium titik BH-2 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Data hasil pengujian di Laboratorium (Uji Laboratorium Politeknik Negeri Medan, 2021)

Summary												
No	Location	Depth (m)	W. Content	Unit Weight		Direct Shear		Konsolidasi			Triaxial UU	
			w (%)	w _{wet} (gr/cm ³)	w _{dry} (gr/cm ³)	c (kg/cm ²)	φ (°)	C _v	C _c	k (cm/det)	c (kg/cm ²)	φ (°)
1	HB - 1	11.50	48.82	1.56	1.05	0.0276	3.5100	0.0141	0.6970	5.79x10 ⁻⁶	0.0590	2.4270
2		17.50	66.96	1.59	0.95	0.0153	5.2600	0.0167	0.6410	6.26x10 ⁻⁶	0.0550	6.3330
3		23.50	53.63	1.7	1.10	0.0123	5.2600	0.0105	0.5550	3.56x10 ⁻⁶	0.0450	4.0060
4		35.50	79.31	1.57	0.87	0.0031	10.4300	0.0126	0.7130	6.77x10 ⁻⁶	0.0060	7.8890
5		47.50	88.07	1.51	0.80	0.0153	8.7200	0.0031	0.5180	4.08x10 ⁻⁷	0.0410	7.9260
6	HB - 2	11.50	113.12	1.31	0.61	0.0061	5.2600	0.0142	0.9710	1.16x10 ⁻⁵	0.0220	4.2910
7		17.50	114.63	1.36	0.64	0.0061	10.4300	0.0057	0.9660	1.06x10 ⁻⁶	0.0260	9.2500
8		23.50	51.67	1.68	1.11	0.0184	7.0000	0.0041	0.7560	8.22x10 ⁻⁷	0.0590	6.7200
9		41.50	53.07	1.52	0.99	0.0245	10.4300	0.0043	0.6170	8.65x10 ⁻⁷	0.0420	9.3050
10		60.00	24.4	1.98	1.59	0.0736	26.9000	0.0032	0.3280	1.2x10 ⁻⁶	0.0590	17.2290

Adapun untuk material indeks properties yang akan dimodelkan dalam program PLAXIS 2D dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2: Material properties BH-02

Uraian	Unit	Timbunan	Silty Clay 1	Silty Sand 1	Silty Clay 2	Fine Sandy Clay	Silty Sand 2
Material model		Mohr Coulomb	Mohr Coulomb	Mohr Coulomb	Mohr Coulomb	Mohr Coulomb	Mohr Coulomb
Kedalaman	m	+5.75~0	0~17.7	17.70~21.6	21.6~33	33~60	60~63.45
Drainage type		Drained	Undrained	Drained	Undrained	Drained	Drained
γ _{unsat}	KN/m ³	13,950	5,98	6,28	10,89	9,71	15,59
γ _{sat}	KN/m ³	18,50	12,85	13,34	16,48	14,91	19,42
E	KN/m ²	15000,00	1500,00	2000,00	1500,00	4000,00	2000,00
V (nu)		0,30	0,30	0,40	0,35	0,40	0,35
C _{ref}	KN/m ²	0,008	2,16	2,55	6,77	4,12	5,79
φ (phi)	°	34,26	4,29	9,25	6,72	9,31	17,23
ψ (psi)	°	4,26	0,00	0,00	0,00	0	0
k _x	mm/day	1,00	1,0022E-03	9,1584E-04	7,1021E-04	7,4736E-04	0,1037
k _y	mm.day	1,00	5,0112E-04	4,5792E-04	3,5510E-04	3,7368E-04	5,1840E-02
Nama Lapisan		Preloading	1	2	3	4	5

Adapun untuk mengetahui proses penurunan konsolidasi maka penimbunan dilakukan secara bertahap sebagaimana telah dijelaskan dalam penjelasan bab sebelumnya yaitu tahapan penimbunan dan preloading. Perhitungan dimulai pada elevasi +3,40 meter yaitu saat proses penimbunan preloading awal dilakukan sebagai perbandingan dengan data settlement plate SP-02 yang dipasang pada elevasi +3,40 meter. Dari data indeks pemampatan tanah pada BH-02 lapisan tanah dapat dibagi menjadi 5 lapisan dengan data-data tanah setiap lapisannya seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3: Material properties tanah dasar

Data properties	Lapisan				
	1	2	3	4	5
Tebal lapisan	17,7	3,9	11,4	27	3,4
Indeks pemampatan (Cc)	0,44457	0,2688	0,48455	0,43563	0,4305
Angka pori (e)	0,9185	1,1145	1,1145	1,0413	1,0413
γ _{unsat}	5,98	6,28	10,89	9,71	15,59
γ _{sat}	12,85	13,34	16,48	14,91	19,42

Untuk perhitungan pada setiap lapisan tanah dapat dilihat sebagai berikut:

Pekerjaan penimbunan preloading tahap pertama selama 7 hari dari elevasi +3,40 meter HWL sampai + 4,40

Δp timbunan tahap ini adalah :

$$\Delta p = \gamma_{\text{unsat}} \times H_{\text{timbunan}}$$

$$\Delta p = 13,95 \times 1,00 = 13,95 \text{ kN /m}^2$$

Besar tekanan efektif overburden pada tahap ini adalah

$$P_0 = \gamma_{\text{unsat}} \text{ pasir} \times h_{\text{timbunan}} + (\gamma_{\text{sat tanah}} - \gamma_w) \times H_{\text{dr}} + (\gamma_{\text{sat layer I}} - \gamma_w) \times h_i$$

- Lapisan 1

$$P_{01} = 13,95 \times 3,40 + (12,85 - 9,81) \times 17,7/2$$

$$P_{01} = 74,30 \text{ kN /m}^2$$

- Lapisan 2

$$P_{02} = 13,95 \times 3,40 + (12,85 - 9,81) \times 17,7 + (13,34 - 9,81) \times 3,9/2$$

$$P_{02} = 108,05 \text{ kN /m}^2$$

- Lapisan 3

$$P_{03} = 13,95 \times 3,40 + (12,85 - 9,81) \times 17,7 + (13,34 - 9,81) \times 3,9 + (16,47 - 9,81) \times 11,4/2$$

$$P_{03} = 152,92 \text{ kN /m}^2$$

- Lapisan 4

$$P_{04} = 13,95 \times 3,40 + (12,85 - 9,81) \times 17,7 + (13,34 - 9,81) \times 3,9 + (16,47 - 9,81) \times 11,4 + (14,91 - 9,81) \times 27/2$$

$$P_{04} = 259,71 \text{ kN /m}^2$$

- Lapisan 5

$$P_{05} = 13,95 \times 3,40 + (12,85 - 9,81) \times 17,7 + (13,34 - 9,81) \times 3,9 + (16,47 - 9,81) \times 11,4 + (14,91 - 9,81) \times 27 + (19,42 - 9,81) \times 3,4/2$$

$$P_{05} = 344,84 \text{ kN /m}^2$$

Besar penurunan maksimum akibat penimbuna preloading tahap pertama dari elevasi +3,40 m sampai tercapai elevasi +4,40 m adalah:

$$S = \frac{C_c H}{1 + e_0} \log \left(\frac{p_{o(i)} + \Delta p_{(i)}}{p_{o(i)}} \right)$$

Untuk dilai c_c dan e_0 diperoleh dari hasil uji laboratorium citra soil yang tertera pada Tabel 4.3.

Analisis Pengaruh Preloading Kombinasi Prefabricated Vertical Drain pada Proses Konsolidasi di Proyek Reklamasi di Samping Tangki CPO antar Pulau Belawan Berdasarkan Bore Log BH-2)

- Lapisan 1

$$S_{p1} = \frac{0,444.17,70}{1 + 0,918} \log \left(\frac{74,304 + 13,95}{74,304} \right)$$

$$S_{p1} = 0,306 \text{ m}$$

- Lapisan 2

$$S_{p2} = \frac{0,268.3,9}{1 + 1,114} \log \left(\frac{108,057 + 13,95}{108,057} \right)$$

$$S_{p2} = 0,026 \text{ m}$$

- Lapisan 3

$$S_{p3} = \frac{0,484.11,40}{1 + 1,114} \log \left(\frac{152,926 + 13,95}{152,926} \right)$$

$$S_{p3} = 0,099 \text{ m}$$

- Lapisan 4

$$S_{p4} = \frac{0,435.27,00}{1 + 1,041} \log \left(\frac{259,715 + 13,95}{259,715} \right)$$

$$S_{p4} = 0,131 \text{ m}$$

- Lapisan 5

$$S_{p5} = \frac{0,430.3,40}{1 + 1,041} \log \left(\frac{344,845 + 13,95}{344,845} \right)$$

$$S_{p5} = 0,012 \text{ m}$$

Total penurunan akibat penimbunan preloading tahap pertama sampai tercapai elevasi +4,40 m adalah:

$$S_{pt1} = 0,306 + 0,026 + 0,099 + 0,131 + 0,012$$

$$S_{pt1} = 0,575 \text{ m}$$

Adapun penurunan masing-masing tahapan penimbunan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

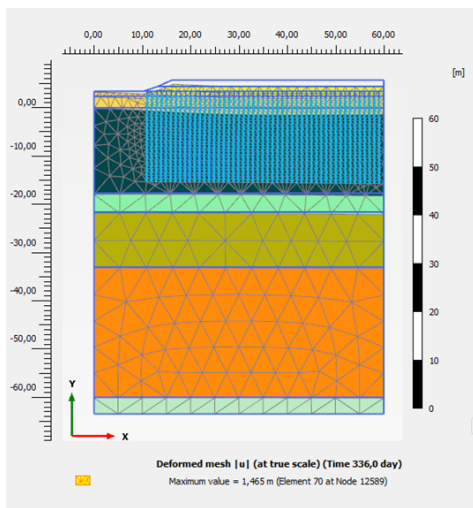
Tabel 4: Hasil perhitungan penurunan tanah secara analitis

Fase Timbunan	Tinggi Timbunan (m)	Besar Penurunan					Jumlah
		Lap 1	Lap 2	Lap 3	Lap 4	Lap 5	
<i>Preloading 1</i>	1	0,306	0,026	0,099	0,131	0,012	0,575
<i>Preloading 2</i>	1,35	0,345	0,031	0,121	0,167	0,016	0,679
Jumlah							1,254

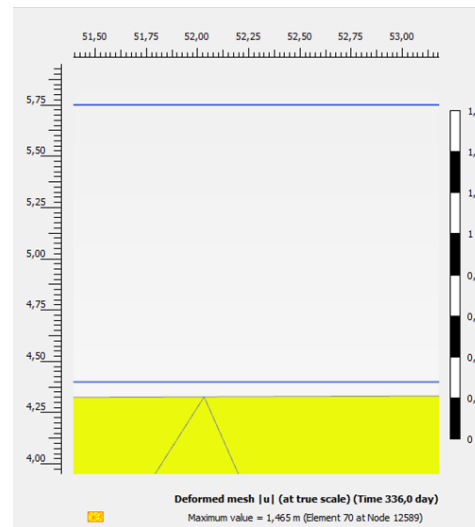
Penurunan secara analitis pada tahap preloading 1 dan preloading 2 sebesar: $0,575 + 0,679 = 1,254$ m

Hasil analisis PLAXIS 2D

Program PLAXIS 2D akan dapat melakukan perhitungan apabila seluruh tahapan yang dimasukkan sudah benar. Selanjutnya PLAXIS 2D akan mengeluarkan hasil output perhitungan dengan menggunakan medium mesh besar penurunan vertikal sebesar $1,465 - 0,1968 = 1,268$ meter. Adapun output penurunan pada tahap konsolidasi akhir dapat dilihat pada Gambar 1 (a) dan 1 (b).



(a)

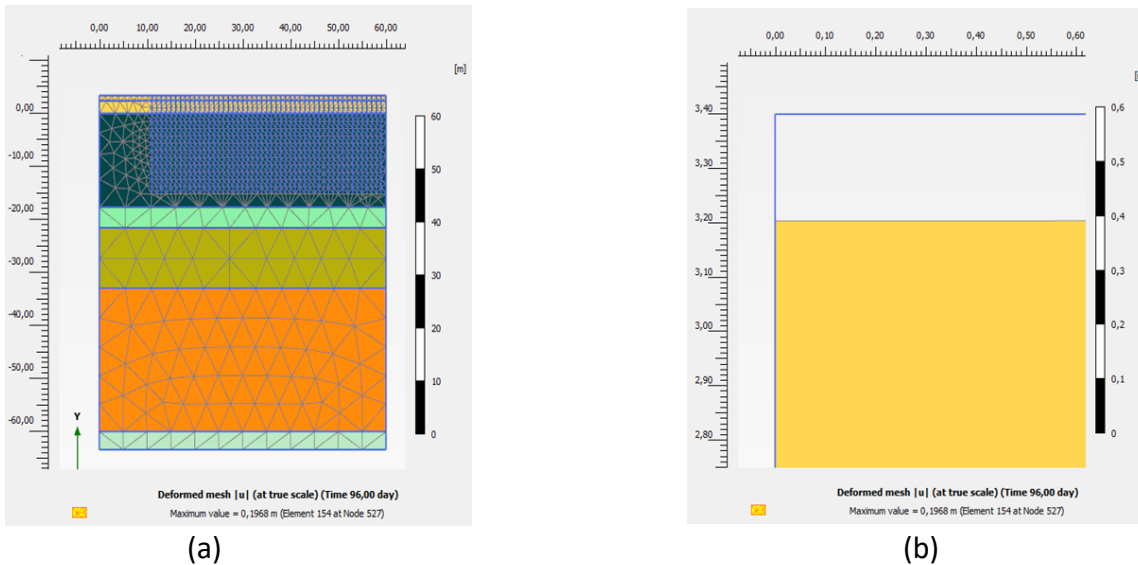


(b)

Gambar 1: (a) Project properties pemodelan medium mesh tahapan konsolidasi akhir PLAXIS 2D, (b) Project properties detail pemodelan medium mesh tahapan konsolidasi akhir PLAXIS 2D

Analisis Pengaruh Preloading Kombinasi Prefabricated Vertical Drain pada Proses Konsolidasi di Proyek Reklamasi di Samping Tangki CPO antar Pulau Belawan Berdasarkan Bore Log BH-2)

Sedangkan untuk tahapan pemasangan instrument geoteknik besar penurunan dapat dilihat pada Gambar 2 (a) dan 2 (b).



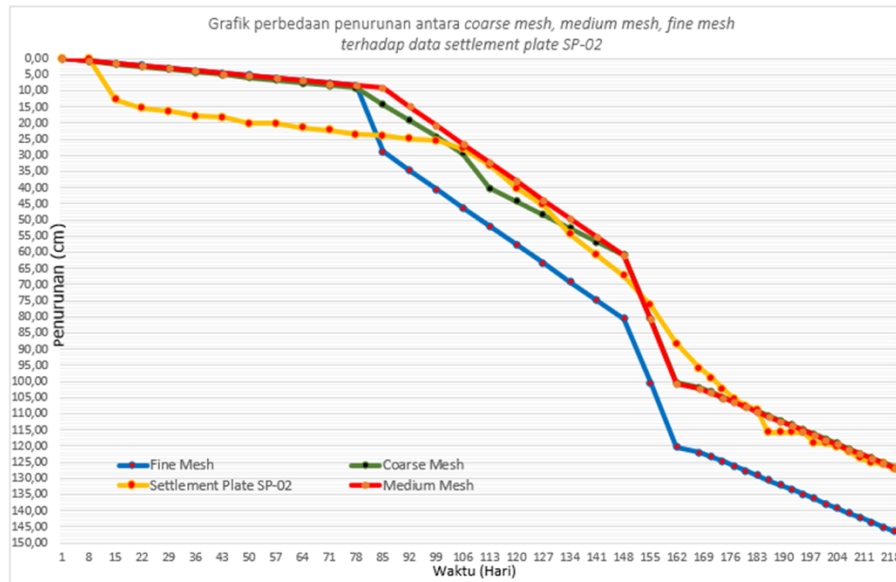
Gambar 2: (a) Project properties pemodelan medium mesh tahapan pemasangan instrument geoteknik PLAXIS 2D, (b) Project properties detail pemodelan medium mesh tahapan pemasangan instrument geoteknik PLAXIS 2D

Adapun tabel perbandingan besar penurunan setiap mesh pada output PLAXIS 2D dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5: Perbandingan besar penurunan setiap mesh pada output PLAXIS 2D

PLAXIS 2D	Penurunan (m)	Elemen	Node	Prediksi Penurunan (m)	Prediksi Penurunan (%)
Tipe mesh					
<i>Settlement plate (SP-02)</i>	1,270				
<i>Coarse mesh</i>	1,266	1754	14197	0,0042	0,331%
<i>Medium mesh</i>	1,268	1898	15353	0,0018	0,142%
<i>Fine mesh</i>	1,282	2757	22247	-0,012	-0,976%

Sehingga untuk penggunaan mesh yang akan digunakan adalah yang memiliki nilai paling mendekati dari data lapangan yaitu medium mesh dengan besar penurunan 1,268 meter. Sedangkan untuk grafik gabungan penurunan dari *coarse mesh*, *medium mesh*, dan *fine mesh* terhadap data *settlement plate* SP-02 dapat dilihat pada Gambar 3.

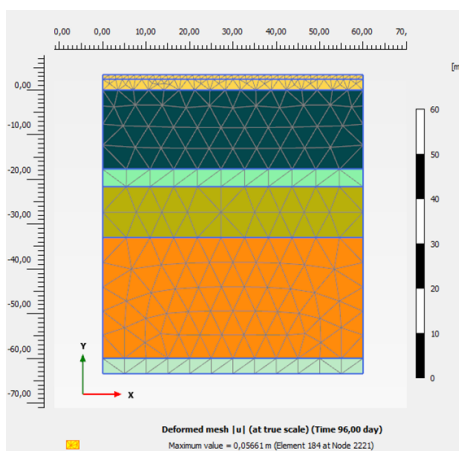


Gambar 3: Grafik perbedaan penurunan antara coarse mesh, medium mesh, dan fine mesh terhadap data settlement plate SP-02 pada pemodelan PLAXIS 2D

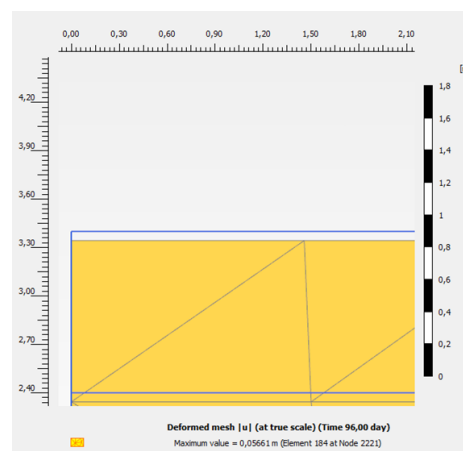
Perhitungan konsolidasi tanpa PVD pada PLAXIS 2D

Pada program PLAXIS 2D pada kondisi beban preloading tanpa PVD dihitung dengan memasukkan waktu yang sama dengan hasil perhitungan menggunakan PVD.

Adapun hasil output perhitungan penurunan preloading tanpa PVD pada tahapan pemasangan instrumen geoteknik sebesar 0,056 meter. Untuk hasil output dari tahapan pemasangan instrumen geoteknik dapat dilihat pada Gambar 4 (a) dan 3 (b).



(a)

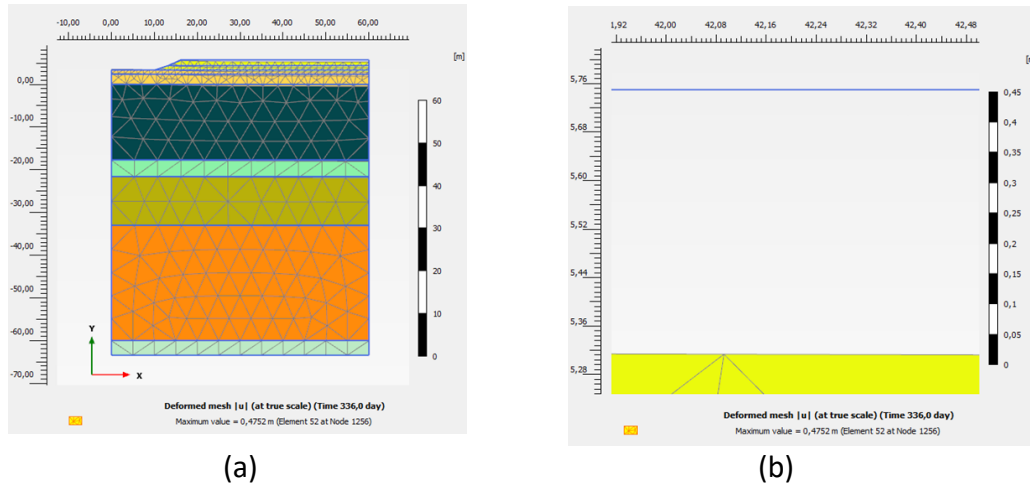


(b)

Gambar 4: (a) Total penurunan preloading tanpa PVD pada saat tahapan pemasangan instrumen geoteknik pada PLAXIS 2D, (b) Total detail penurunan preloading tanpa PVD pada saat tahapan pemasangan instrumen geoteknik pada PLAXIS 2D

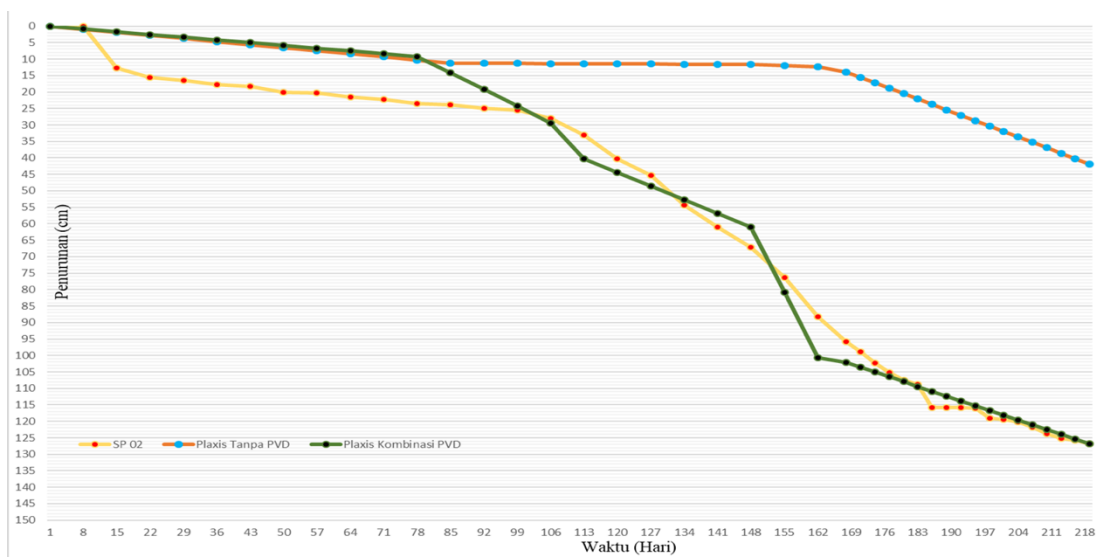
Analisis Pengaruh Preloading Kombinasi Prefabricated Vertical Drain pada Proses Konsolidasi di Proyek Reklamasi di Samping Tangki CPO antar Pulau Belawan Berdasarkan Bore Log BH-2)

Sedangkan hasil output perhitungan penurunan preloading tanpa PVD pada tahapan konsolidasi akhir sebesar 0,056 meter. Untuk hasil output dari tahapan konsolidasi akhir dapat dilihat pada Gambar 5 (a) dan 5 (b).



Gambar 5: (a) Total penurunan preloading tanpa PVD pada saat tahapan konsolidasi akhir timbunan pada PLAXIS 2D, (b) Total detail penurunan preloading tanpa PVD pada saat tahapan konsolidasi akhir timbunan pada PLAXIS 2D

Sehingga total penurunan preloading tanpa PVD sebesar $0,4752 - 0,05661 = 0,419$ meter. Perbedaan penurunan antara data preloading saja dan preloading kombinasi PVD terhadap data settlement plate SP-02 dalam pemodelan PLAXIS 2D dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6: Grafik perbedaan penurunan antara preloading saja dan preloading kombinasi PVD terhadap data settlement plate SP-02 pada pemodelan PLAXIS 2D

B. PEMBAHASAN

1. Setelah dilakukan perhitungan akibat proses konsolidasi selama 336 hari dan secara analitis serta dilakukan pemodelan PLAXIS 2D, maka didapatkan data pada Tabel 6.

Tabel 6: Rekapitulasi perhitungan penurunan tanah

Pemodelan	Bedasarkan <i>Settlement Plate</i>	Prediksi penurunan (240 hari)	Perbedaan Penurunan dengan lapangan	Presentasi Perbedaan Penurunan
	(m)	(m)	(cm)	(%)
Analitis	1,270	1,254	1,585	1,248
Plaxis 2D		1,268	0,180	0,142

2. Penurunan yang diperoleh pada PLAXIS 2D adalah penurunan total seluruh tahapan pekerjaan dikurang penurunan sebelum settlement plate dipasang yaitu sebelum pemasangan PVD. Kemudian dilakukan perbandingan dengan data settlement plate. Berdasarkan data settlement plate 2 (SP-02), dipasang setelah penimbunan mencapai elevasi +3,40 m. sehingga penurunan saat awal penimbunan tidak tercatat.
3. Adapun untuk melakukan pemodelan menggunakan PLAXIS 2D digunakan spesifikasi komputer dengan memory internal 4GB dan menggunakan 64Bit dengan perkiraan waktu simulasi untuk setiap mesh yang dirunning lebih kurang 7 sampai 10 menit.
4. Hasil dari perbandingan antara preloading saja dengan preloading menggunakan kombinasi PVD dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7: Perbandingan penurunan tanah dengan dan tanpa preloading

Pemodelan	Bedasarkan <i>Settlement Plate</i>	Prediksi penurunan (240 hari)	Perbedaan Penurunan dengan lapangan	Presentasi Perbedaan Penurunan
	(m)	(m)	(cm)	(%)
<i>Preloading</i>	1,270	0,419	85,141	67,040
<i>Preloading + PVD</i>		1,268	0,180	0,142

Dengan adanya pemasangan PVD dilapangan dapat mempercepat proses konsolidasi pada tanah. Apabila tanah tidak dipasang PVD maka memerlukan waktu yang cukup lama untuk mencapai nilai penurunan tanah tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan secara analitis dan pemodelan menggunakan PLAXIS 2D dapat disimpulkan bahwa: (1) Hasil perhitungan penurunan secara analitis diperoleh penurunan sebesar 1,254 meter. Menggunakan program PLAXIS 2D diperoleh penurunan sebesar 1,268 meter. Sedangkan data aktual yang didapat dari settlement plate SP-02 diperoleh penurunan

Analisis Pengaruh Preloading Kombinasi Prefabricated Vertical Drain pada Proses Konsolidasi di Proyek Reklamasi di Samping Tangki CPO antar Pulau Belawan Berdasarkan Bore Log BH-2) sebesar 1,270 meter. (2) Perhitungan menggunakan program PLAXIS 2D diperoleh nilai penurunan sebesar 1,268 meter dengan persentase perbedaan penurunan sebesar 0,142% terhadap data aktual yang didapat dari settlement plate SP-02. (3) Untuk pemodelan menggunakan program PLAXIS 2D dengan jenis coarse mesh diperoleh nilai sebesar 1,266 meter, dan untuk medium mesh sebesar 1,268 meter, serta fine mesh sebesar 1,282 meter. Adapun untuk nilai mesh yang paling mendekati dengan data lapangan settlement plate adalah medium mesh. (4) Hasil penurunan menggunakan preloading saja sebesar 0,419 meter dengan persentase perbedaan penurunan sebesar 67,040% terhadap penurunan berdasarkan data settlement plate SP-02. Sedangkan penurunan preloading menggunakan kombinasi PVD sebesar 1,268 meter. dengan persentase perbedaan penurunan sebesar 0,142% terhadap penurunan berdasarkan data settlement plate SP-02. Hal ini membuktikan bahwa penurunan pada tanah akan lebih cepat apabila dipasang preloading dengan kombinasi PVD.

BIBLIOGRAFI

- Ali, R., & Wulandari, S. (2020). Perbaikan Tanah Lempung Lunak Dengan Metode Prefabricated Vertical Drain (PVD). *Jurnal Poli-Teknologi*, 19(2), 197–206.
- Anwarrizqika, M. I. (2023). *Analisis Pengaruh Kedalaman Pemancangan Prefabricated Vertical Drain (PVD) Terhadap Waktu Konsolidasi*.
- Ir Lusmeilia Afriani, D. E. A. (2020). *Kerawanan Longsor pada Lereng Tanah Lunak dan Penanganannya*. Penerbit Lakeisha.
- Setiawan, A., Iswan, I., & Setyanto, S. (2015). Pengaruh Kuat Tekan dan Kuat Geser pada Sampel Dry Side of Optimum (Optimum Kering) dan Wet Side of Optimum (Optimum Basah) Tanah Organik. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 3(2), 237–248.
- Siska, H. N., & Yakin, Y. A. (2016). Karakterisasi Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Lunak di Gedebage. *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 2(4), 44.
- Siswanto, A. B., Wijaya, U., & Widawati, E. (n.d.). *Perbaikan Tanah Lunak Untuk Konstruksi Jalan Pada Proyek Jalan Lingkar Utara Brebes Tegal*.
- Susiazti, H., Widiastuti, M., & Widayati, R. (2020). Analisis Penurunan Konsolidasi Metode Preloading Dan Prefabricated Vertical Drain (PVD). *Teknologi Sipil: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 4(1), 1–8.
- Kim, Y. T., Nguyen, B., dan Yun, D. (2017), "Analysis of Consolidation Behavior of PVD-improved ground Considering a Varied Discharge Capacity", Emerald Insight 0264-4401.

Muhammad Fadhil Lubis, Roesyanto, Gina Cynthia Raphita Hasibuan

Chunlin, L. (2013), "A Simplified Method for Prediction of Embankment Settlement in Clays", *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering* 6 (2014) 61–66.

Marfo, S. A., Appah, D. dan Joel, O. F. (2015), "Sand Consolidation Operations, Challenges and Remedy", *Society of Petroleum Engineers. Annual International Conference and Exhibition held in Lagos, Nigeria*, DOI: 10.2118/178306-MS.

Hayati, T. (2019), *Analisis Pengaruh Smear Zone Pada Penurunan Dan Waktu Konsolidasi Proyek Reklamasi Belawan Fase-II Dengan Plaxis 2D Dan 3D*. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Iskandar, R. (2018). *Teknik Perbaikan Tanah dengan Menggunakan PVD dan Preloading*. USU Press. Medan.

Napitupulu, M. M., Roesyanto, & Iskandar, R. (2021, Januari). Analisis Konsolidasi Di Area non sand key pada Areal Reklamasi Proyek Pengembangan Pelabuhan Belawan-Phase I Menggunakan Plaxis 2D dan 3D. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 6, 1.

Copyright holder:

Muhammad Fadhil Lubis, Roesyanto, Gina Cynthia Raphita Hasibuan (2023)

First publication right:

Jurnal Syntax Admiration

This article is licensed under:

