

# ANALISIS PENURUNAN DAN WAKTU KONSOLIDASI PADA PERBAIKAN TANAH LUNAK DENGAN METODE *PREFABRICATED VERTICAL DRAIN* DAN *PRELOADING*

Hendra Septian Kusuma Atmaja<sup>1</sup> Hanindya Kusuma Artati<sup>2</sup> Akhmad Marzuko<sup>2</sup> Edy Purwanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 15511238@students.uui.ac.id

<sup>2</sup>Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: hanindya@uui.ac.id

## ABSTRACT

*Brebes – Tegal North Ring Road located on Jl. Raya Klampok, Wanasari District, Tegal City, Central Java Province is a national scale road that has a length of about 17 kilometers. The northern ring road brebes – Tegal was built to facilitate the flow of special traffic in Brebes which will become an industrial area. The development is divided into four zones, namely the first zone of stressing work and installation of bridge girders, the second zone of clearing preparation, the third zone of land hoarding, and the fourth zone which is the preparation of soil materials for the construction of kemiri and Kaligangsa bridges. Therefore, it is necessary to review the decline of land and the time of consolidation on the road. For road repair analysis using Prefabricated Vertical Drain (PVD) and Preloading methods manually or using Plaxis 8.6 software application to find out the comparison of the decrease and time of consolidation of soft soil on the improvement of Prefabricated Vertical Drain (PVD) and Preloading methods with Mohr Coulumb modeling on Plaxis 8.6 and analytics. The results of research on soft soil on the construction of the northern ring road Brebes – Tegal Tegal City Central Java Province with soil improvement utilizing prefabricated vertical drain and preloading method is able to accelerate the consolidation time and not affect the decline. The factors that influence this are pvd mounting pattern and PVD mounting distance. Triangular pattern is the most effective because the closer the installation, the faster the consolidation process.*

**Keywords:** *prefabricated vertical drain, preloading, ground drop, consolidation time*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur pada zaman modern saat ini merupakan langkah untuk membangun manusia dari segi perekonomian dan sosial. Infrastruktur sangat dibutuhkan di negara berkembang seperti Indonesia. Pembangunan dilakukan mulai dari jalan tol bersekala nasional, jembatan, bandar-udara, pelabuhan dan lain lainnya. Tanah lunak

merupakan tanah yang memiliki banyak masalah dari segi karakteristik sampai dengan ke tidak stabilan pada saat pembangunan konstruksi. Hal tersebut dapat kita liat dari kadar air yang tinggi dan tingkat permeabilitasnya yang rendah sehingga dukungan pada tanah sangat rendah. Kondisi tanah seperti ini perlu dilakukannya perbaikan tanah (*soil improvmen*) untuk memperbaiki dari sifat- sifat tanah agar mampu menjadi pendukung dari beban struktur bangunan serta

beban lalu lintas ketika di lewati oleh kendaraan. Salah satu inovasi pada saat perbaikan tanah lunak yaitu dengan metode PVD dan *Preloading*. Proyek pada tugas akhir ini yaitu Pembangunan Jalan Lingkar Utara Brebes – Tegal yang beralamat di Jl. Raya Klampok, Kecamatan Wanasari, Kota Tegal, Provinsi Jawa Tengah.

### **Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian sebagai berikut.

1. Menghitung dan mengkaji penurunan dan waktu konsolidasi 90% dengan metode *preloading* tanpa menggunakan PVD dengan perhitungan secara manual.
2. Menghitung dan mengkaji penurunan dan waktu konsolidasi 90% dengan metode *preloading* tanpa menggunakan PVD dengan pemodelan *Mohr Coulomb* pada *plaxis 8.6*.
3. Menghitung dan mengkaji penurunan dan waktu konsolidasi 90% dengan metode *preloading* dan menggunakan PVD dengan perhitungan secara manual.
4. Menghitung dan mengkaji penurunan dan waktu konsolidasi 90% dengan metode *preloading* menggunakan PVD dengan pemodelan *Mohr Coulomb* pada *plaxis 8.6*.

### **Batasan Penelitian**

Adapun batasan yang diperlukan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Lokasi proyek penelitian berada pada Jalan Lingkar Utara Brebes – Tegal.
2. Data yang digunakan adalah hasil penyelidikan tanah pada (STA 11+225 – 14+150).
3. Pada metode perbaikan tanah digunakan metode PVD dan *Preloading* dengan pemodelan *Mohr Coulomb* dan analitik.
4. Pada analisis ini menggunakan perangkat lunak yaitu *Plaxis 8.6*.
5. Hasil penurunan yang digunakan adalah penurunan primer atau konsolidasi.
6. Factor keamanan (SF) pada timbunan tidak dihitung.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Menganalisa Mekanisme dan Perilaku dengan Metode *Prefabricated Vertical Drain* dan *Deep Cement Mixing* untuk Perbaikan Tanah Lunak**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lesmana dkk (2016) pada penelitian menyimpulkan permodelan pada analisis yang terjadi pada tanah lunak dengan metode PVD yang disatukan dengan DCM model yang digunakan dengan permodelan material *mohr coulomb* menghasilkan perubahan bentuk kecil dari pengamatan di lapangan, dan untuk model material *modified cam clay* menghasilkan perubahan bentuk yang besar di ukur di lapangan. Di lain sisi permodelan dengan model material *soft soil* menghasilkan perubahan bentuk yang sangat mendekati dari hasil di lapangan. DCM hasil yang bisa meningkatkan kestabilan tanah sehingga dapat menampung pembebanan awal dengan timbunan setinggi 2,3 m dalam waktu satu tahap penimbunan. Saat penghitungan *bearing capacity* masa konstruksi menggunakan DCM dan PVD akan menghasilkan kapasitas yang lebih besar di bandingkan dengan menggunakan terpisah. Hal ini bias dilihat dari nilai *shear strength* tanah yang meningkat akibat dari konsolidasi *bearing capacity*.

### **Menganalisa Penurunan dan Waktu Konsolidasi Tanah Lunak dengan Metode *Preloading* dan PVD**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Barimbinng (2017) dalam penelitiannya menyimpulkan penurunan metode pada elemen dan dalam pembacaan *settlement plate* pada lapangan memiliki nilai yang dapat menurunkan atau hasil yang mendekati. Pada penelitian yang dilakukan oleh Barimbinng pada pembacaan *settlement plate* dan metode elemen hingga bias memiliki penurunan pada nilai yang mendekati. Pada penelitian yang dilakukan oleh Barimbinng mengalami penurunan dengan metode pembacaan *settlement* dan elemen hingga hasil yang

cukup besar yaitu 0,331 meter. Lokasi pengujian yang dilakukan adalah pada STA 36+000 tidak mewakili dari lokasi pada pengujian yang di lakukan yaitu STA 35+950. Hal tersebut yang membuat kurangnya kevalidasian dari penurunan yang dihitung menggunakan metode analisis maupun metode elemen hingga.

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Analisis Manual dan Software Plaxis 8.6

Analisis penurunan tanah lunak dan waktu konsolidasi menggunakan metode PVD dan preloading. Analisis penurunan menggunakan secara analitik dan program plaxis 8.6. perhitungan analitik penurunan menggunakan metode Terzaghi sedangkan untuk penggabungan menggunakan perhitungan teori konsolidasi *vertical drain* oleh Barron.

### Perhitungan Penurunan Konsolidasi Primer dengan Metode Terzaghi

Perhitungan penurunan konsolidasi primer metode preloading harus mengetahui tinggi timbunan rencana dan menggunakan prinsip *normally consolidated* dengan Persamaan (1) sebagai berikut:

$$S_p = \frac{C_c \times H}{1 + e_0} \log \frac{P_o \times \Delta P}{P_o} \quad (1)$$

Dengan:

$C_c$  = Indeks kompresi tanah,

$P_o$  = Tekanan *overbunden* efektif,

$\Delta P$  = Tambahan tegangan vertikal,

$E_o$  = Angka pori,

$H$  = Tebal lapisan tanah, dan

$S_p$  = Penurunan primer Lapisan

$C_c = 0,4752 \text{ cm}^2/\text{s}$

$E_o = 0,8304$

Perhitungan mencari nilai tegangan *overburden efektif* ( $P_o$ )

$$P_o = (1,6085 \times 150) + ((1,6085 - 1) \times 750) = 304,25 \text{ gr/cm}^2 \quad (2)$$

Perhitungan mencari nilai distribusi tegangan tanah ( $\Delta P$ ) dapat menggunakan Persamaan 3 dan 4 sebagai berikut.

$$\Delta P = 2 \times q_o \times I \quad (3)$$

$$q_o = \gamma_{\text{timbunan}} \times H \quad (4)$$

dengan:

$\Delta P$  = Tambahan tegangan vertikal,

$q_o$  = Beban timbunan,

$\gamma_{\text{timbunan}}$  = Berat volume tanah timbunan,

$H$  = Tinggi timbunan *Preloading*, dan

$I$  = Faktor pengaruh.

Dengan perhitungan mencari nilai distribusi tegangan tanah sebagai.

$$\Delta p = 2 \times 9,072 \times 0,48 = 8,709 \text{ gr/cm}^2$$

$$H = 500 \text{ cm}$$

$$S = (0,9324 \times 500) / (1 + 1,8304)$$

$$\times \text{Log} (0,30425 + 8,709) / 0,304 = 1,028 \text{ cm}$$

$$= 0,01028 \text{ m}$$

Perhitungan pada lapisan ke 2 sampai lapisan ke 7 dilakukan dengan carar yang sama. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1 Sebagai berikut:

Tabel1. Rekapitulasi Perhitungan Penurunan Konsolidasi

Lapisan	H (cm)	$P_o$ (gr/cm <sup>2</sup> )	$\Delta p$ (gr/cm <sup>2</sup> )	$C_c$ (cm <sup>2</sup> /s)	$e_o$	S (cm)
Lap 1	500	304,25	8,709	304,25	1,803	1,028
Lap 2	500	152,60	8,709	152,60	1,802	2,260
Lap 3	500	158,60	8,709	158,60	1,618	2,406
Lap 4	500	167,22	8,709	167,22	1,431	2,595
Lap 5	500	170,97	8,709	170,97	1,068	3,060
Lap 6	500	172,62	8,709	172,62	1,047	2,993
Lap 7	300	102,01	8,709	102,01	1,080	2,871
Total Penurunan						17,21

### Perhitungan Derajat Konsolidasi Tanpa Prefabricated Vertical Drain

Perhitungan lama waktu konsolidasi untuk mencapai derajat konsolidasi 90% tanpa PVD dengan menggunakan metode konsolidasi 1-D

Terzaghi. Dalam perhitungan derajat konsolidasi terlebih dahulu menghitung nilai koefisien konsolidasi vertikal gabungan ( $C_v$  gab) pada kondisi eksisting yang hasilnya sebagai berikut:

$$C_{v_{gab}} = 0,00132 \text{ cm}^2/\text{s}$$

Dan jika dikonversi dalam satuan harian diperoleh :

$$C_{v_{gab}} = 0,01142 \text{ m}^2/\text{hari}.$$

Perhitungan untuk mendapatkan faktor waktu ( $T_v$ ) pada hari pertama yang digunakan adalah sebagai berikut:

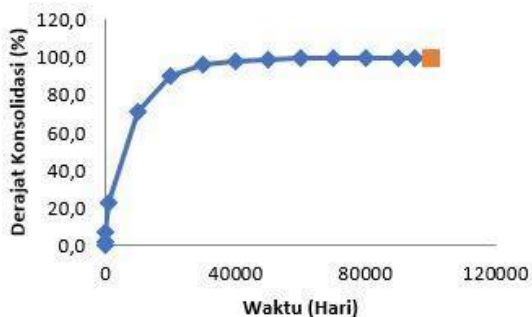
$$T_v = (0,01142 \times 1) / ((16,5/2)^2) = 4 \times 10^{-6} \quad (5)$$

Perhitungan untuk mendapatkan derajat konsolidasi arah vertical ( $U_v$ ) pada hari pertama yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$U_v = \frac{\sqrt{4 \times 0,000004}}{(1 + (\frac{4 \times 0,000004}{\pi})^{0,179})^{2,8}} = 0,00731 \quad (6)$$

$$S = 0,00731 \times 0,14345 = 0,001 \text{ m} \quad (7)$$

Dengan cara yang sama diperoleh grafik hubungan waktu dan derajat konsolidasi tanpa PVD sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi Tanpa PVD

### Perhitungan Derajat Konsolidasi Menggunakan PVD

Perhitungan derajat konsolidasi menggunakan pola segitiga maupun segiempat. Dalam pemasangan PVD dengan pola segitiga maupun pola segiempat

### 1. Pola Segitiga

Perhitungan pada waktu konsolidasi untuk mencapai derajat konsolidasi 90% dengan metode PVD dengan memasang pola segitiga dengan jarak antara pola 1 meter adalah sebagai berikut:

Analisis saat hari pertama ( $t=1$  hari)

$$C_{v_{gab}} = 0,00132 \text{ cm}^2/\text{s} \\ = 0,01142 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$T_v = 4 \times 10^{-6}$$

$$U_v = 0,007$$

Perhitungan untuk mendapatkan nilai koefisien konsolidasi horizontal ( $C_h$ ) dapat dilihat pada Persamaan (8) dibawah ini.

$$C_h = 1,5 \times C_v \quad (8) \\ = 1,5 \times 0,011415 = 0,0171 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Perhitungan untuk mendapatkan daerah ekuivalen ( $D_e$ ) dapat dilihat pada Persamaan (9) berikut:

$$D_e = 1,05 \times 1 = 1,05 \text{ m} \quad (9)$$

Hasil analisis perhitungan ekuivalen ( $D_e$ ) untuk jarak 1 – 1.6 m dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Analisis Perhitungan Daerah Ekuivalen jarak 1-1,6 m

	S=1,0	S=1,2	S=1,4	S=1,6
$D_e$	1,050	1,260	1,470	1,680

Perhitungan untuk mendapatkan diameter ekuivalen dari vertical drain ( $d_w$ ) dapat dilihat pada Persamaan (10) sebagai berikut.

$$D_w = (2 \times (0,01 + 0,005)) / \pi = 0,06687 \text{ m} \quad (10)$$

Perhitungan untuk mendapatkan factor hambatan akibat jarak PVD ( $F(n)$ ) dapat dilihat pada Persamaan (11) sebagai berikut.

$$F(n) = \ln 0,84 / 0,06687 - \frac{3}{4} = 1,78 \quad (11)$$

Hasil perhitungan analisis factor hambatan akibat jarak PVD untuk jarak 1,0-1,6 m dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3.Rekapitulasi Perhitungan Faktor Hambatan Akibat Jarak PVD Pola Segitiga Jarak 1,0-1,6

	S =1,0	S =1,2	S =1,4	S=1,6
F(n)	2,00	2,18	2,34	2,47

Perhitungan untuk mendapatkan factor waktu radial (Th) dapat dilihat pada Persamaan (12) sebagai berikut.

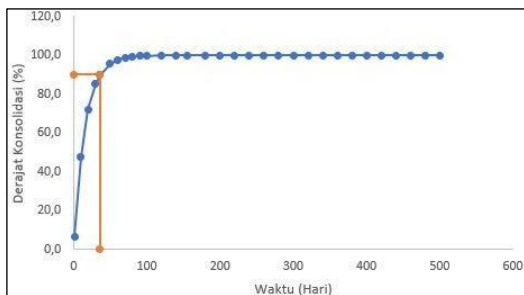
$$Th = (0,017123 \times 1)/(1,050)^2 = 0,016 \quad (12)$$

Perhitungan untuk mendapatkan derajat konsolidasi radial (Uh) dapat dilihat pada Persamaan (13) sebagai berikut:

$$Uh = 1 - (\exp^{((-8 \times 0,016)/2,004)}) = 0,060 \quad (13)$$

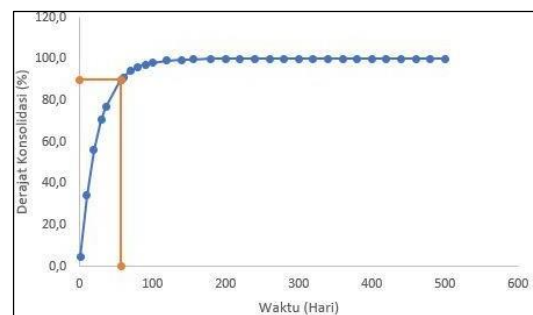
Perhitungan untuk mendapatkan nilai derajat konsolidasi tanah stabil dengan metode PVD dapat dilihat pada Persamaan (14) sebagai berikut:

$$U = 1 - (0,993 - 0,940) = 0,067 \quad (14)$$

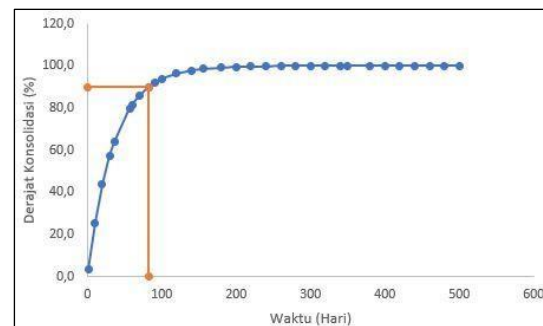


Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Waktu dan Derajat Konsolidasi Menggunakan PVD dengan Pola segitiga jarak 1 m

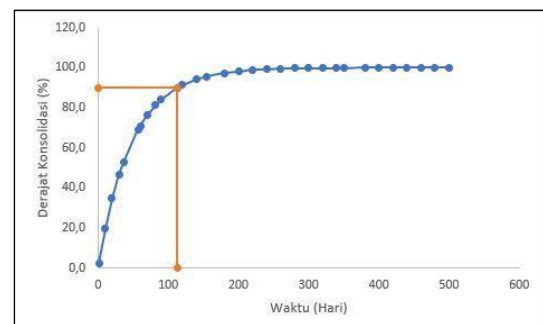
Dengan cara yang sama, dicoba konfigurasi PVD dengan pola segita jarak 1,2 m, 1,4m dan 1,6 m. Hasilnya sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Waktu dan Derajat Konsolidasi Menggunakan PVD dengan Pola segitiga jarak 1,2 m



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Waktu dan Derajat Konsolidasi Menggunakan PVD dengan Pola segitiga jarak 1,4 m



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Waktu dan Derajat Konsolidasi Menggunakan PVD dengan Pola segitiga jarak 1,6 m

## 2. Pola Segi empat

Perhitungan pada waktu konsolidasi untuk mencapai derajat konsolidasi 90 % dengan metode PVD dengan pemasangan pola segiempat dan jarak antar pola 1 meter. Perhitungan mencari nilai waktu konsolidasi diambil hari pertama ( $t = 1$  hari)

$$C_{v_{gab}} = 0,00132 \text{ cm}^2/\text{s} = 0,011415 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$T_v = 4 \times 10^{-6}$$

$$U_v = 0,00731$$

$$Ch = 0,01712 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Perhitungan untuk mendapatkan daerah ekuivalen ( $D_e$ ) adalah sebagai berikut:

$$D_e = 1,13 \times 1 = 1,13 \text{ m}$$

Hasil analisis perhitungan ekuivalen ( $D_e$ ) untuk jarak 1 – 1.6 m dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut

Tabel 4.Rekapitulasi Perhitungan Daerah Ekuivalen Pola Segiempat Jarak 1-1,6 m

	S=1,0	S=1,2	S=1,4	S=1,6
De(m)	1,130	1,356	1,582	1,808

Perhitungan untuk mendapatkan diameter ekuivalen dari *vertical drain* ( $D_w$ ) adalah sebagai berikut.

$$D_w = (2 \times (0,01+0,005))/\pi = 0,06687 \text{ m}$$

Perhitungan untuk mendapatkan factor hambatan akibat jarak PVD ( $F(n)$ ) adalah sebagai berikut.

$$F(n) = \ln 1,33/0,006687 - \frac{3}{4} = 2,077$$

Hasil perhitungan analisis factor hambatan akibat jarak PVD jarak 1,0-1,6 m dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5.Rekapitulasi Perhitungan Faktor Hambatan Akibat Jarak PVD Jarak 1,0-1,6

	S=1,0	S=1,2	S=1,4	S=1,6
F(n)	2,077	2,259	2,413	2,547

Perhitungan untuk mendapatkan factor waktu radial ( $T_h$ ) dapat dilihat pada Persamaan 3.10 sebagai berikut.

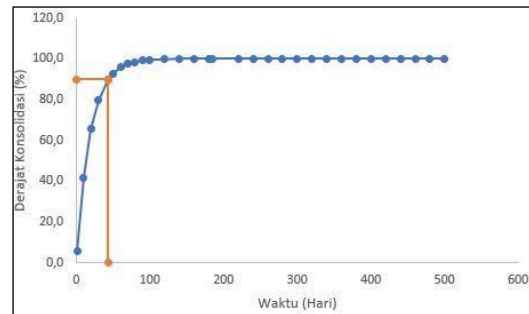
$$T_h = (1 \times 0,0171)/(1,1130)^2 = 0,013$$

Perhitungan untuk mendapatkan derajat konsolidasi radial ( $U_h$ ) dapat dilihat pada Persamaan 3.11 sebagai berikut.

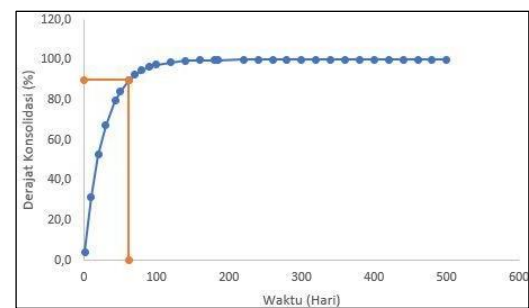
$$U_h = 1 - e^{((-8 \times 0,013)/2,077)} = 0,050$$

Perhitungan untuk mendapatkan nilai derajat konsolidasi tanah stabil dengan metode PVD dapat dilihat pada Persamaan 3.13

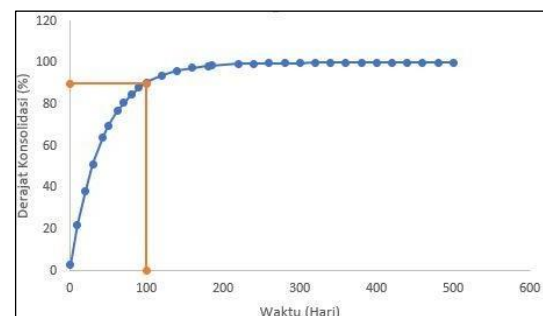
$$U = 1 - ((1 - 0,00731) \times (1 - 0,050)) = 0,050$$



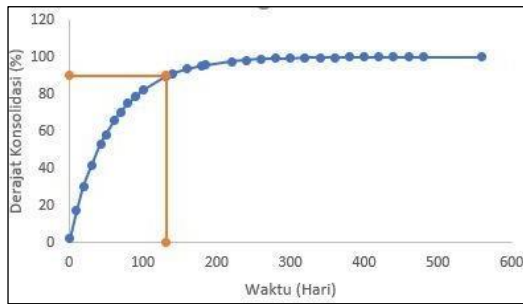
Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Waktu dan Derajat Konsolidasi Menggunakan PVD dengan Pola segiempat jarak 1 m



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Waktu dan Derajat Konsolidasi Menggunakan PVD dengan Pola segiempat jarak 1,2 m



Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Waktu dan Derajat Konsolidasi Menggunakan PVD dengan Pola segiempat jarak 1,4 m



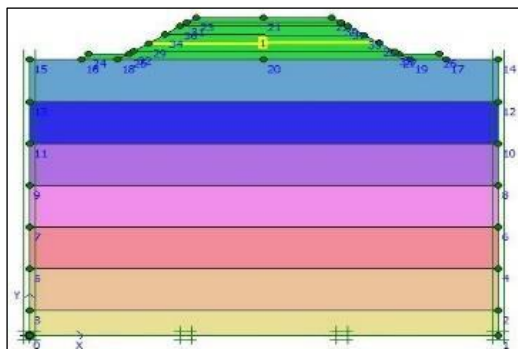
Gambar 9. Grafik Hubungan Antara Waktu dan Derajat Konsolidasi Menggunakan PVD dengan Pola segiempat jarak 1,6 m

### ANALISIS MENGGUNAKAN SOFTWARE PLAXIS 8.6

Analisis perhitungan menggunakan *Software Plaxis 8.6* ini mengeluarkan hasil analisa penurunan konsolidasi. Setelah analisis perhitungan selesai, perhitungan dari tahap pertama sampai tahap terakhir menghasilkan penurunan permukaan tanah akibat beban timbunan.

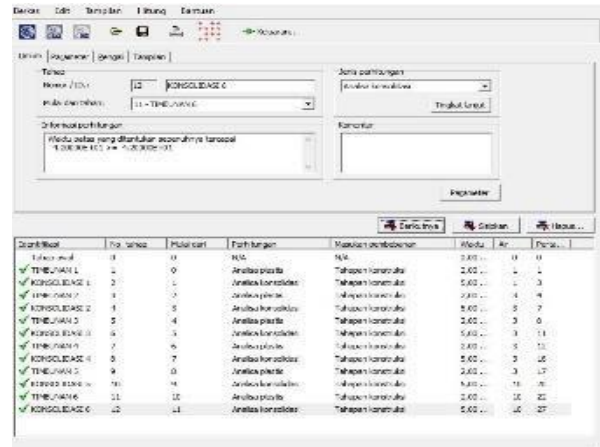
#### Kondisi Pembebanan Metode *Preloading* Tanpa PVD

Berikut ini model elemen hingga dari lapisan tanah timbunan tanpa menggunakan PVD.



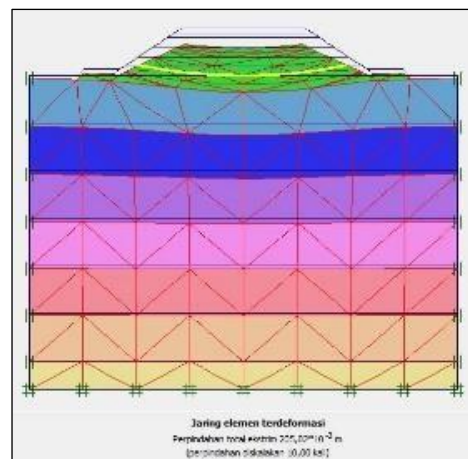
Gambar 10. Pemodelan Program *Plaxis 8.6* Metode *Preloading* Tanpa PVD

Adapun parameter-parameter yang digunakan dalam pemodelan *plaxis 8.6* adalah sebagai berikut:

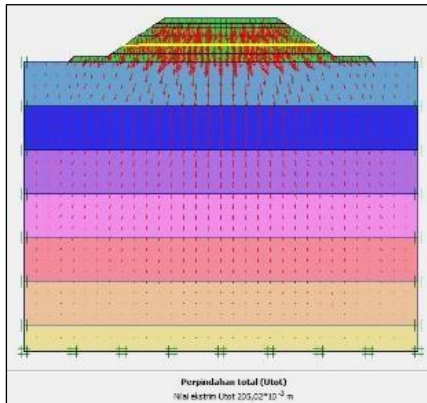


Gambar 11. Pemodelan Program *Plaxis 8.6* Kondisi Pembebanan Metode *Preloading* Tanpa PVD

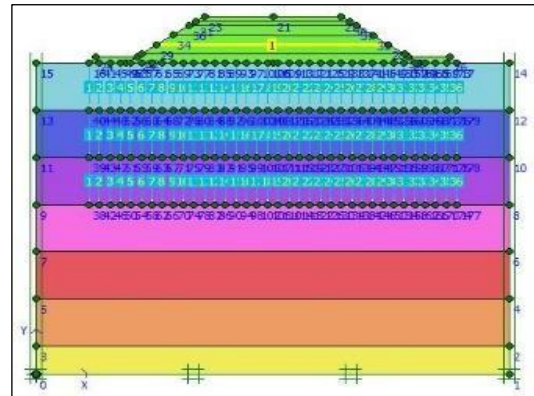
Hasil analisis *plaxis 8.6* berupa deformasi dan tegangan pada tanah tumpukan ditunjukkan pada gambar berikut ini



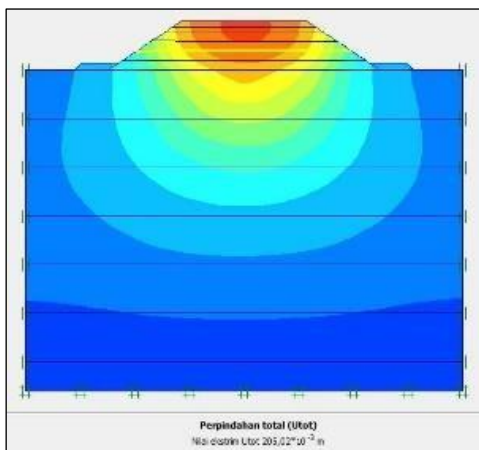
Gambar 12. *Deformed Mesh* Kondisi Pembebanan *Preloading* Tanpa PVD



Gambar 13. Total Displacement Arah Penurunan Kondisi Pembebanan Preloading Tanpa Metode PVD



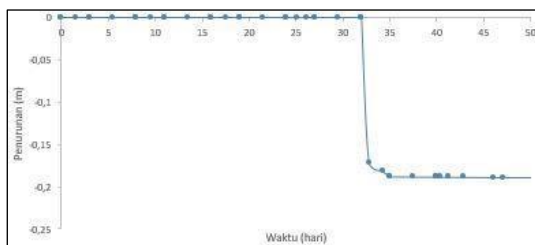
Gambar 16. Kondisi Pembebanan Metode Preloading dengan Metode PVD Pola Segiempat Pemasangan 1 m



Gambar 14. Total Displacement Bidang Gelincir Kondisi Pembebanan Preloading Tanpa Metode PVD

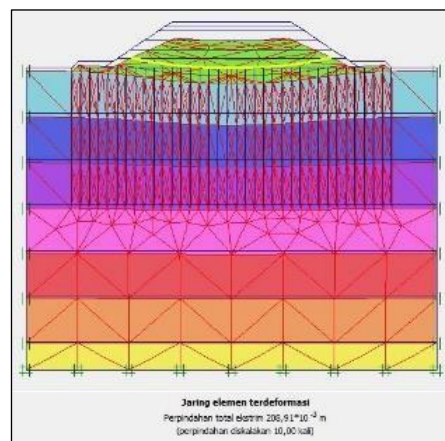
Geometri	jar. antar	ukuran	arah/arah	jar. antar pembebanan	jenis	no.	jenis
TRUSMI 1	0	0	arah utara	TRUSMI	TRUSMI	0	1
TRUSMI 2	1	1	arah selatan	TRUSMI	TRUSMI	1	2
TRUSMI 3	2	2	arah timur	TRUSMI	TRUSMI	2	3
TRUSMI 4	3	3	arah barat	TRUSMI	TRUSMI	3	4
TRUSMI 5	4	4	arah utara	TRUSMI	TRUSMI	4	5
TRUSMI 6	5	5	arah selatan	TRUSMI	TRUSMI	5	6
TRUSMI 7	6	6	arah timur	TRUSMI	TRUSMI	6	7
TRUSMI 8	7	7	arah barat	TRUSMI	TRUSMI	7	8
TRUSMI 9	8	8	arah utara	TRUSMI	TRUSMI	8	9
TRUSMI 10	9	9	arah selatan	TRUSMI	TRUSMI	9	10
TRUSMI 11	10	10	arah timur	TRUSMI	TRUSMI	10	11
TRUSMI 12	11	11	arah barat	TRUSMI	TRUSMI	11	12

Gambar 17. Kondisi Pembebanan Metode Preloading dengan Metode PVD Pola Segiempat Pemasangan 1 m

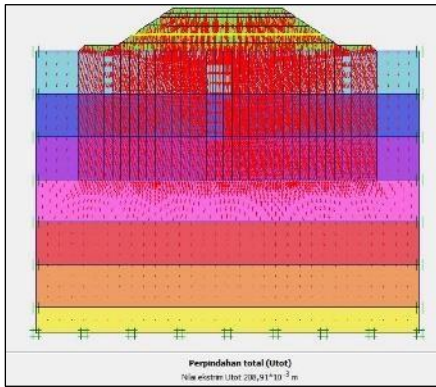


Gambar 15. Grafik Hubungan Penurunan dengan Waktu Penurunan Pada Kondisi Pembebanan Preloading Tanpa PVD  
Kondisi Pembebanan Preloading dengan Metode PVD Pola Segiempat jarak 1 m

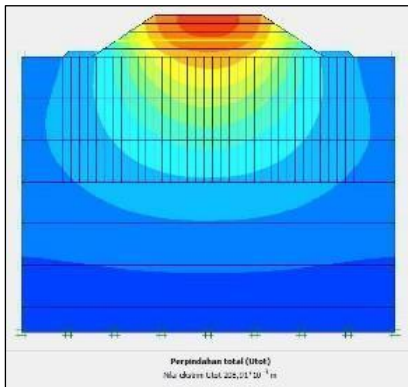
Berikut ini model elemen hingga dari lapisan tanah timbunan dengan menggunakan PVD.pola segi empat dengan jarak 1,0 m



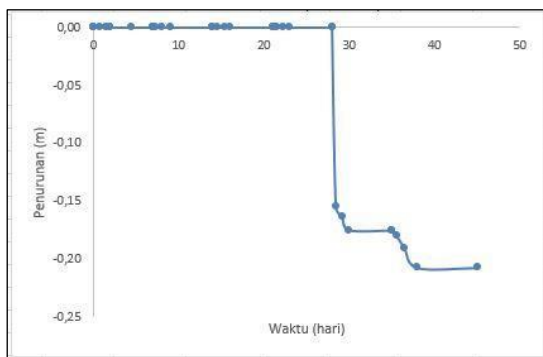
Gambar 18. Deformed Mesh Kondisi Pembebanan Preloading dengan Metode PVD Pola Segiempat Pemasangan 1 m



Gambar 19. Total Displacement Berdasarkan Arah Penurunan Kondisi Pembebanan Preloading dengan Metode PVD Pola Segiempat Pemasangan 1 m

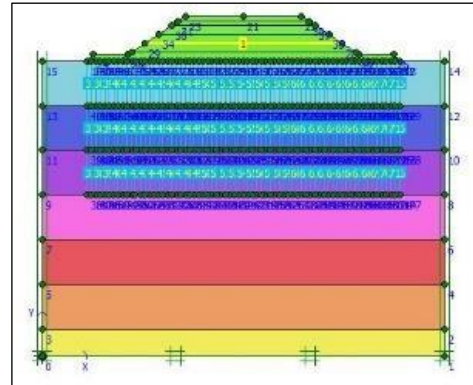


Gambar 20. Total Displacement Berdasarkan Bidang Gelincir Kondisi Beban Preloading dengan PVD Pola Segiempat Pemasangan 1 m

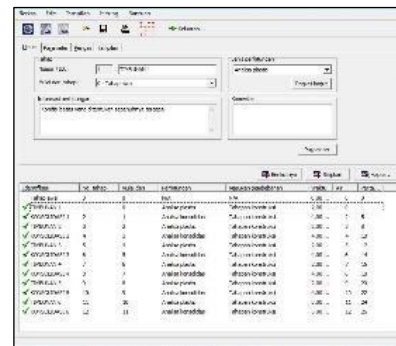


Gambar 21.1 Grafik Hubungan Penurunan dengan Waktu Penurunan Kondisi

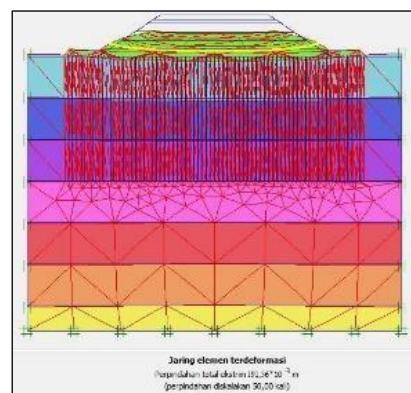
### Kondisi Pembebanan Preloading dengan Metode PVD Pola Segitiga jarak 1 m



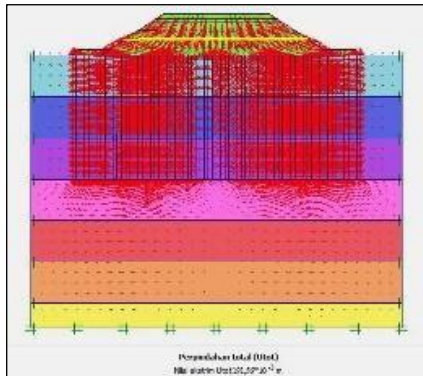
Gambar 22. Kondisi Pembebanan Metode Preloading dengan Metode PVD Pola Segitiga Pemasangan 1 m



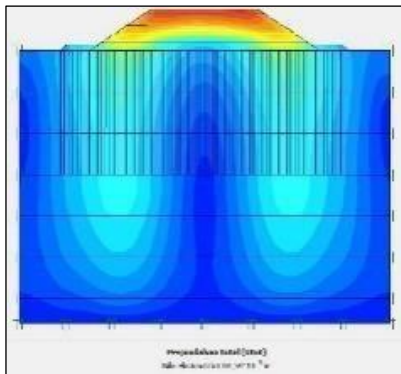
Gambar 23. Kondisi Pembebanan Metode Preloading dengan Metode PVD Pola Segitiga Pemasangan 1 m



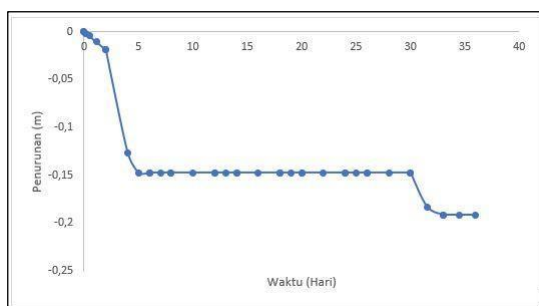
Gambar 24. Deformed Mesh Kondisi Pembebanan Preloading dengan Metode PVD Pola Segitiga Pemasangan 1 m



Gambar 25. Total Displacement Berdasarkan Arah Penurunan Kondisi Pembebanan Preloading dengan Metode PVD Pola Segitiga Pemasangan 1 m



Gambar 26. Total Displacement Berdasarkan Bidang Gelincir Kondisi Beban Preloading dengan PVD Pola Segitiga Pemasangan 1 m



Gambar 27. Grafik Hubungan Penurunan dengan Waktu Penurunan Pada Kondisi Pembebanan Preloading dengan Metode PVD Pola Segitiga Pemasangan 1 m

Dari seluruh skenario pemdelan Palxis 8.6, hasilnya dirangkum dalam tabel berikut ini

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Analitik dan Plaxis 8.6

No	Kondisi	Waktu (hari)	Penurunan pada Konsolidasi 90 % (m)		Selisih (m)
			Manual	Plaxis 8.6	
1	Preloading tanpa PVD	20000	0,154	0,205	0,051
2	Preloading dengan PVD 1 m pola segitiga	36	0,155	0,191	0,036
3	Preloading dengan PVD 1 m pola segiempat	43	0,155	0,208	0,052
4	Preloading dengan PVD 1,2 m pola segitiga	57	0,155	0,188	0,033
5	Preloading dengan PVD 1,2 m pola segiempat	62	0,155	0,213	0,058
6	Preloading dengan PVD 1,4 m pola segitiga	82	0,155	0,194	0,039
7	Preloading dengan PVD 1,4 m pola segiempat	100	0,155	0,213	0,058
8	Preloading dengan PVD 1,6 m pola segitiga	113	0,155	0,194	0,039
9	Preloading dengan PVD 1,6 m pola segiempat	132	0,155	0,214	0,059

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil perhitungan secara analitik dan pemograman software plaxis 8.6 terhadap penurunan dan waktu konsolidasi, dapat disimpulkan beberapa berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis hitungan manual penurunan tanah lunak dengan metode preloading saat konsolidasi 90% didapatkan hasil 0,154 m dan waktu yang dibutuhkan untuk konsolidasi 90% adalah 20000 hari atau 54 tahun,
2. Berdasarkan hasil analisis hitungan manual penurunan tanah lunak dengan metode penggabungan prefabricated vertical drain dan preloading saat konsolidasi 90% didapatkan hasil 0,155 m dan waktu yang dibutuhkan bermacam macam tergantung dari jarak ditentukannya pemasangan dan pola yang sudah ditentukan pada prefabricated vertical drain. Pada pola segitiga jarak pemasangan metode prefabricated vertical drain 1 m waktu konsolidasi 90% selama 36 hari, pemasangan metode prefabricated vertical drain jarak 1,2 m waktu konsolidasi 90% selama 57 hari, pemasangan metode prefabricated vertical drain jarak 1,4 m waktu konsolidasi 90% selama 82 hari, pemasangan metode prefabricated

*vertical drain* jarak 1,6 m waktu konsolidasi 90% selama 113 hari sedangkan untuk pola segiempat jarak 1 m waktu konsolidasi 90% selama 43 hari, pemasangan metode *prefabricated vertical drain* jarak 1,2 m waktu konsolidasi 90% selama 62 hari, pemasangan metode *prefabricated vertical drain* jarak 1,4 m waktu konsolidasi 90% selama 100 hari, pemasangan metode *prefabricated vertical drain* jarak 1,6 m waktu konsolidasi 90% selama 132 hari

3. Berdasarkan hasil analisis perhitungan menggunakan *software plaxis 8.6* dengan metode *preloading* saat konsolidasi 90% adalah 0,205 m dan waktu yang dibutuhkan adalah 20000 hari atau 54 tahun.

8.6 Berdasarkan hasil analisis hitungandengan *software palxis 8.6* penurunan tanah lunak dengan metode penggabungan *prefabricated vertical drain* dan *preloading* saat konsolidasi 90% dan waktu yang dibutuhkan bermacam macam tergantung dari jarak ditentukannya pemasangan dan pola yang sudah ditentukan pada *prefabricated vertical drain*. Pola yang digunakan dalam analisis *software plaxis 8.6* adalah pola segiempat dan pola segitiga. Pada pola segiempat jarak pemasangan metode *prefabricated vertical drain* 1 m waktu konsolidasi 90% di dapatkan hasil 0,208 m dan waktu yang dibutuhkan selama 43 hari, pemasangan metode *prefabricated vertical drain* jarak 1,2 m waktu konsolidasi 90% di dapatkan hasil 0,213 m dan waktu yang dibutuhkan selama 62 hari, pemasangan metode *prefabricated vertical drain* jarak 1,4 m waktu konsolidasi 90% di dapatkan hasil 0,213 m dan waktu yang dibutuhkan selama 100 hari, pemasangan metode *prefabricated vertical drain* jarak 1,6 m

waktu konsolidasi 90% di dapatkan hasil 0,214 m dan waktu yang dibutuhkan selama 132 hari. Pada pola segitiga jarak pemasangan metode *prefabricated vertical drain* 1 m waktu konsolidasi 90% di dapatkan hasil 0,191 m dan waktu yang dibutuhkan selama 36 hari, pemasangan metode *prefabricated vertical drain* jarak 1,2 m waktu konsolidasi 90% di dapatkan hasil 0,188 m dan waktu yang dibutuhkan selama 57 hari, pemasangan metode *prefabricated vertical drain* jarak 1,4 m waktu konsolidasi 90% di dapatkan hasil 0,194 m dan waktu yang dibutuhkan selama 82 hari, pemasangan metode *prefabricated vertical drain* jarak 1,6 m waktu konsolidasi 90% di dapatkan hasil 0,194 m dan waktu yang dibutuhkan selama 113 hari.

#### Saran

Berdasarkan dari kesimpulan dan analisis penelitian di atas,berikut adalah saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya:

1. Dalam analisis perlu dilakukan perbandingan dengan aplikasi software lainnya seperti GEOSTUDIO atau GEO/5 untuk mendapatkan hasil yang akurat.
2. Analisis penurunan perlu ditinjau berdasarkan beban gempa yang berada di lokasi penelitian yang didapatkan dengan cara probabilistik atau deterministik yang kemudian dirambatkan dari batuan ke permukaan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Barimbing, F.(2017). *Analisis Penurunan dan Waktu Konsolidasi Tanah Lunak Menggunakan Metode Preloading dan Pre-Fabricated Vertical Drain*. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah*

- I. Yogyakarta: Gadjah Mada University.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah*
- II. Yogyakarta: Gadjah Mada University.
- Hardiyatmo, H. C. (2007). *Pemeliharaan Jalan Raya : perkerasan drainase longsoran*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- Harison, M. A. (2019). *Analisa Geoteknik dan Penanggulangan Kelongsoran Tangul Sungai Banjir Kanal Barat Semarang*, Semarang. Universitas Negeri Semarang.
- Ma'ruf, F. N. (2019). *Analisis Stabilitas Timbunan Bidang Jalan dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Metode Elemen Hingga pada Proyek Tol Solo-Kertosono Seksi 3*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Nawir. (2012). *Prediksi Penurunan Tanah Menggunakan Prosedur Observasi Asaoka Studi Kasus: Timbunan di Bontang, Kalimantan Timur*. *Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Teknik Sipil*.
- Panduan geoteknik I :proses pembentukan dan sifat-sifat dasar tanah lunak*. (2002). Bandung : Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- Setiawan, I. (2019). ANALISIS PENURUNAN DAN WAKTU KONSOLIDASI PADA PERBAIKAN TANAH LUNAK DENGAN METODE PRELOADING.