

Perencanaan Perbaikan Tanah Dasar Pada Proyek Jalan Tol Ruas Betung-Tempino-Jambi Seksi 4 Dengan Metode Preloading Menggunakan Model 3D

FARIS NAUFAL ABDURRAHMAN¹, DESTI SANTI PRATIWI²

¹Mahasiswa, Institut Teknologi Nasional, Bandung

²Dosen, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Email : fnaais@gmail.com

ABSTRAK

Pembuatan Jalan Tol yang sedang dilakukan di negara Indonesia sedang gencargencarnya, hal ini dapat kita selidiki berdasarkan data Badan Pengatur Jalan Tol (BPJT) Tahun 2022, nantinya pada 2024 mendatang, total panjang Jalan Tol yang beroperasi ditargetkan mencapai 4.761 km. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perencanaan perbaikan tanah menggunakan metode preloading dan dikombinasikan dengan PVD dimana output-nya yaitu mengetahui hasil pemodelan yang paling efektif pada pembangunan jalan tol ruas Betung – Tempino – Jambi seksi 4. Perencanaan perbaikan tanah dilakukan menggunakan metode elemen hingga dengan software PLAXIS 3D. Hasil pemodelan menyatakan bahwa perbaikan tanah menggunakan preloading saja membutuhkan waktu selama 3215 hari dan dengan penurunan sebesar 1,078 m, dimana waktu tersebut terlalu lama untuk perbaikan tanah pada proyek ini. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa kombinasi preloading dan PVD dari variasi Spasi PVD 1,5 m dengan Kedalaman 9 m (100%) membutuhkan waktu selama 205 hari dan dengan penurunan sebesar 0,814 m

Kata kunci: jalan tol, perbaikan tanah, perencanaan, PVD, dan Preloading

ABSTRACT

The construction of toll roads that are being carried out in Indonesia is intensive, this can be investigated based on data from the Toll Road Regulatory Agency (BPJT) in 2022, later in 2024, the total length of toll roads operating is targeted to reach 4,761 km. This study aims to carry out soil improvement planning using the preloading method and combined with PVD where the output is to find out the most effective modeling results in the construction of the Betung - Tempino - Jambi section 4 toll road. Soil improvement planning is carried out using the finite element method with PLAXIS 3D software. The modelling results stated that preloading soil improvement alone took 3215 days and with a decrease of 1,078 m, which is too long for soil improvement in this project. The modeling results showed that the combination of preloading and PVD from a variation of PVD Spacing of 1.5 m with a depth of 9 m (100%) took 205 days and with a decrease of 0.814 m.

Keywords: Highway, Soil improvement, Planning, PVD, and Preloading

1. PENDAHULUAN

Tanah lempung lunak, yaitu tanah yang umumnya terdiri dari tanah yang sebagian besar terdiri dari butiran-butiran yang sangat kecil dan memiliki daya dukung yang relatif rendah. Penanganan tanah yang dapat kita lakukan untuk jenis tanah ini adalah suatu perbaikan tanah.

Perbaikan tanah mempunyai beberapa metode di dalamnya, salah satunya adalah metode perbaikan tanah dengan *Preloading*.

Berdasarkan pembangunan jalan tol ruas Betung – Tempino – Jambi seksi 4, tanah yang terdapat pada area tersebut adalah tanah lempung lunak yang memiliki kompresibilitasnya kurang lebih 10 m. Perilaku tanah dasar dan timbunan selama proses perbaikan tanah nantinya akan dianalisa dengan Model 3D.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Tanah Lempung

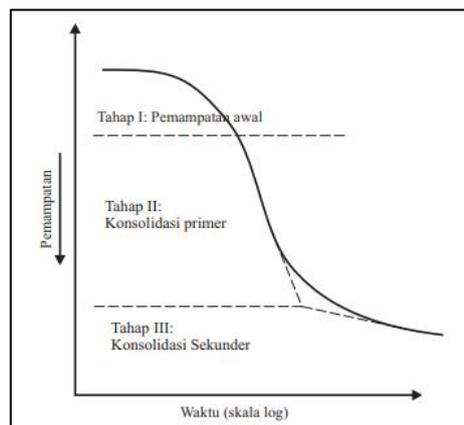
Lapisan tanah yang dapat disebut sebagai tanah lunak yaitu tanah lempung (*clay*) atau lanau (*silt*) yang mempunyai nilai penetrasi standar N-(SPT) yang lebih kecil dari 4 atau juga tanah organik seperti gambut yang mempunyai kadar air alamiah yang sangat tinggi. Tanah lempung juga memiliki ciri gaya geser yang kecil, kemampuan yang besar, dan koefisien permeabilitas yang kecil. Nilai kekuatan geser tanah lempung lembek diberi beban melampaui daya dukung kritisnya, maka secara langsung akan terjadi pemampatan pada rongga antar partikel tanah dalam jangka waktu yang cukup lama.

Secara teknis tanah lempung bersifat kurang menguntungkan untuk mendukung suatu pekerjaan konstruksi. Hal ini seringkali menjadi kendala dalam pelaksanaan suatu pekerjaan konstruksi. Maka dari itu salah satu metode untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan sistem *preloading*.

2.2 Konsolidasi Tanah

Penurunan konsolidasi, yaitu penurunan yang dipengaruhi oleh kecepatan aliran air yang meninggalkan rongga pori akibat adanya tambahan tekanan (Hardiyatmo, 2002).

Proses tersebut berlangsung terus sampai kelebihan tegangan air pori yang disebabkan oleh kenaikan tegangan total telah benar-benar hilang. Tahapan konsolidasi dapat dilihat pada grafik hubungan antara penurunan dan waktu yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



**Gambar 1. Grafik Hubungan Waktu dengan Pemampatan
(Sumber: SNI 2812:2011, 2011)**

2.3 Waktu Penurunan Konsolidasi

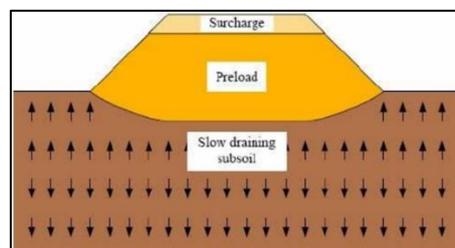
Waktu penurunan adalah parameter penting dalam memprediksi penurunan konsolidasi dan yang mempengaruhi waktu penurunan adalah panjang aliran yang dilalui air pori untuk terdisipasi. Pada tanah umumnya aliran disipasi air pori berlebih terjadi pada arah vertikal.

Tanah lunak memiliki permeabilitas yang kecil sehingga menyebabkan penurunan konsolidasi akan selesai dalam jangka waktu yang lama dan bisa lebih lama dari umur rencana konstruksi. Perhitungan waktu konsolidasi dengan cara konvensional sangat tidak memungkinkan untuk memaksa air pori keluar dengan cepat dari dalam tanah.

2.4 Teori *Preloading*

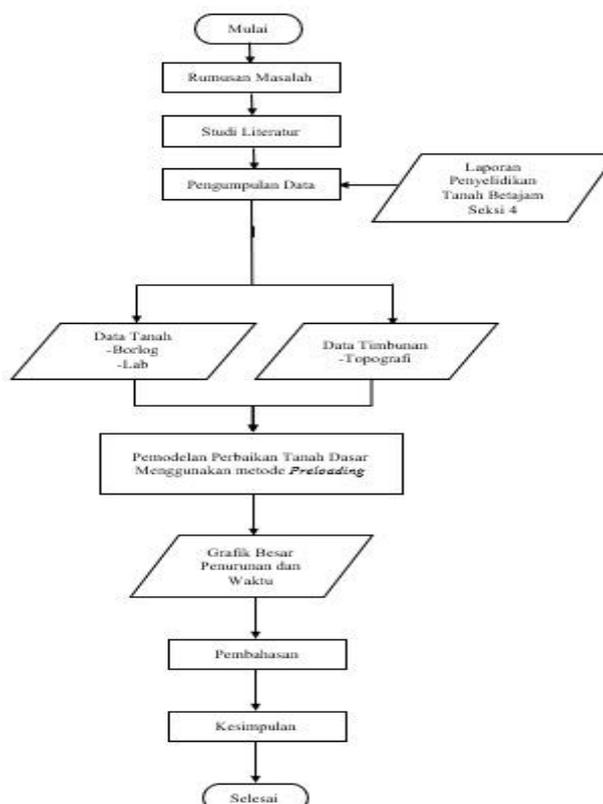
Metode *preloading* adalah metode penimbunan beban yang besarnya sama dengan besar beban konstruksi yang akan dilaksanakan, *preloading* yang paling sederhana adalah dengan menggunakan tanah timbunan.

Pemberian beban berupa timbunan tanah (*surcharge*) berfungsi untuk mempercepat terjadinya penurunan, mengisi ruang yang diakibatkan oleh pemampatan dan meningkatkan daya dukung pada tanah dibawahnya. Ketika beban timbunan diletakkan diatas lapisan tanah lunak, tekanan air pori mengalir perlahan sangat lambat arah vertical tegak lurus dari atas ke bawah atau kebalikannya bertahap seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. *Preloading*
(Sumber: M. Bilal, A. Thalib, 2016)

3. METODE PENELITIAN



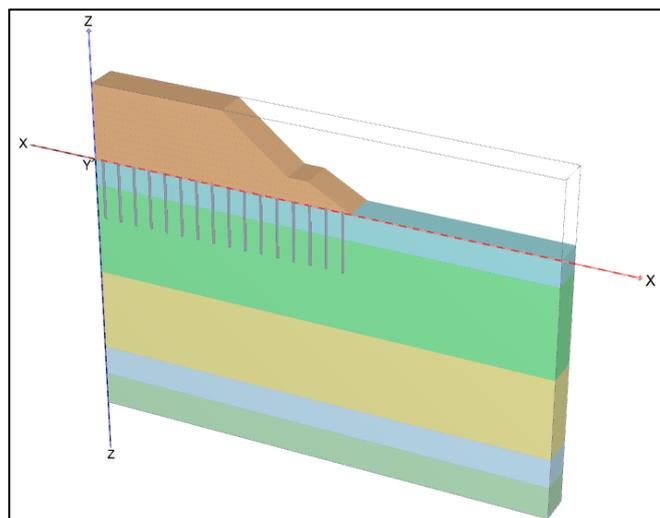
Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Tanah

Data tanah yang akan digunakan adalah Metode korelasi N-SPT dengan melakukan pendekatan kembali berdasarkan data *Standart Penetration Test* (SPT) hasil *boring log* pada Proyek Pembangunan Jalan Tol ruas Betung - Tempino – Jambi seksi 4. Untuk pembebanan awal (*preloading*) dibagi menjadi beberapa bagian yang dilakukan dengan pemberian beban secara bertahap lapis per lapis dengan lapisan per 1 m.

Pemodelan stratigrafi pada lapisan tanah yang digunakan adalah metode korelasi N-SPT dengan melakukan pendekatan kembali berdasarkan data penyelidikan tanah dilokasi yang ditinjau. Untuk pemodelannya dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Geometri Pemodelan *Preloading*

Tabel 1. Konsistensi Tanah Daerah penelitian

Titik Bor	Kedalaman (m)	N-SPT Rata-Rata	Jenis Lapisan	Lapisan
STA 148+900	0-2	5	Soft	Clay 1
	2-4			
	4-6	10.9	Stiff	Clay 2
	6-8			
	8-10			
	10-12			
	12-14			
	14-16			
	16-18	19.8	Medium Dense	Sand 1
	18-20			
	20-22			
	22-24			
	24-26			
	26-28			
	28-30	37.7	V. Stiff	Clay 3
	30-32			
	32-34			
	34-36			
36-38	60	V. Dense	Sand 2	
38-40				

4.2 Parameter Tanah

Berikut data parameter tanah yang telah dilakukan korelasi nilai diatas maka diperoleh *resume* parameter tanah pada tiap lapisan tanah yang dapat dilihat pada **Tabel 2**. dibawah ini.

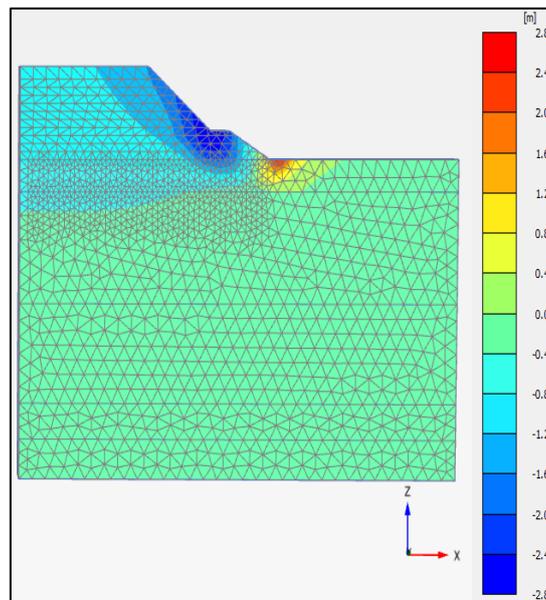
Tabel 2. Parameter Tanah

Parameter Tanah	Clay 1	Clay 2	Sand 1	Clay 3	Sand 2	Timbunan	Unit
	<i>Hardening Soil</i>						
Kedalaman	0 - 4	4-18	18 - 30.5	30.5 - 36	36-40	21.56	-
Klasifikasi Tanah	<i>Soft</i>	<i>Stiff</i>	<i>Medium Dense</i>	<i>Very Stiff</i>	<i>Very Dense</i>	-	-
Jenis Tanah	<i>Silty Clay</i>	<i>Sandy Clay</i>	<i>Sand</i>	<i>Silty Clay</i>	<i>Sand</i>	<i>Sand</i>	-
Type	<i>Undrained A</i>	<i>Undrained A</i>	<i>Drained</i>	<i>Undrained A</i>	<i>Drained</i>	<i>Drained</i>	-
N-SPT	5	10.9	19.8	37.7	60	-	-
γ_{unsat}	16	16.5	16.5	20	23	16	kN/m ³
γ_{sat}	17	17.5	17.5	21	24	17	kN/m ³
e	2	0.6	0.65	0.6	0.45	0.45	-
Eu	4000	12000	15000	25000	50000	20000	kN/m ²
E50 ref	3200	9600	12000	20000	40000	16000	kN/m ²
Eoed ref	2560	7680	9600	16000	32000	12800	kN/m ²
Eur ref	9600	28800	36000	60000	120000	48000	kN/m ²
Power	1	1	0.5	1	0.5	0.5	m
c'	5	5.0	2.0	3.0	1.0	5	kN/m ²
ϕ	23	25	26	25	32	25	-
ψ	0	0	0	0	2	0	-
v	0.4	0.3	0.1	0.3	0.1	0.2	-
Kx	0.000864	0.000864	0.0864	0.000864	8.64	8.64	m/day
Ky	0.000864	0.000864	0.0864	0.000864	8.64	8.64	m/day

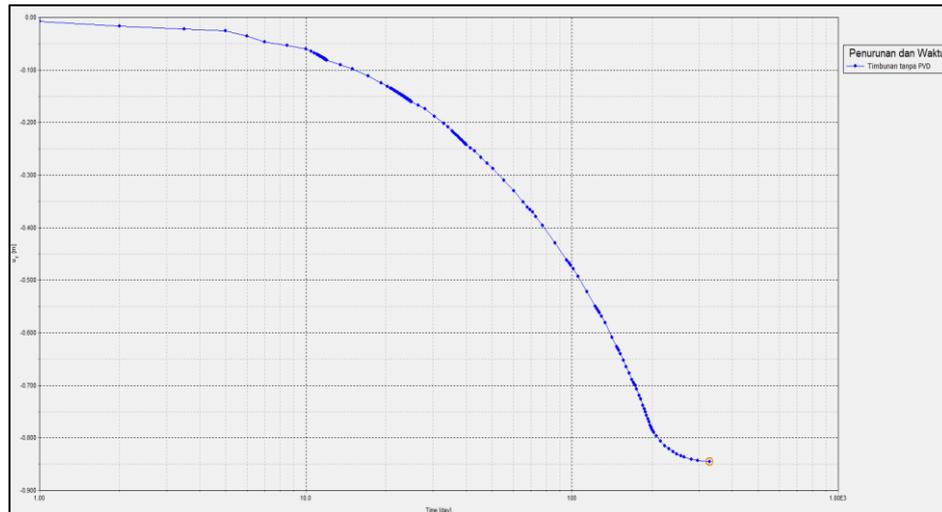
4.3 Pemodelan Metode Preloading

Hasil analisis pemodelan perbaikan tanah dasar pada kondisi timbunan bertujuan agar dapat diketahui besar penurunan deformasi dan waktu tanah terkonsolidasi dan nilai tekanan air pori berlebih jika dimodelkan menggunakan *preloading* yang kemudian berapa lama waktu yang diperlukan untuk mencapai derajat konsolidasi 90%.

Berikut merupakan **Gambar 5** yang menampilkan hasil pemodelan perbaikan tanah dasar menggunakan metode *preloading* derajat konsolidasi 90%.



Gambar 5. Derajat Konsolidasi 90%



Gambar 6. Grafik pemodelan Preloading saja

Hasil pemodelan tersebut menunjukkan bahwa waktu penurunan yang diakibatkan timbunan tanpa PVD terjadi selama 330 hari dengan besar penurunan sebesar 0,845 m yang diambil pada Node 8570 dengan koordinat $X=0,98$, $Y=2,56$ dan $Z=0$.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan menggunakan Model 3D, diperoleh hasil bahwa perbaikan tanah dengan timbunan / *preloading* saja tidak efektif dalam memperbaiki tanah lunak karena membutuhkan waktu yang lebih lama hingga derajat konsolidasi 90% selama 3215 hari dengan penurunan sebesar 1.078 m.

DAFTAR RUJUKAN

- Aspar W. A. N., Fitriani E., (2016). Effect Of Distance And Pattern Of Prefabricated Vertical Drain For Improvement Of Soft Clay Soil.
- Bandar Standarisasi Nasional. 2017. *Persyaratan Perancangan Geoteknik*. SNI 8460:2017. Jakarta
- Darwis. (2018). *Dasar-Dasar Mekanika Tanah*. Yogyakarta: Pustaka AQ.
- Han, J. (2015). *Principles and Practices of Ground Improvement*. Canada: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Hardiyatmo, H. C. (1995). *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.