

Pemodelan Penurunan Tanah Lunak Eksisting di Kendal Jawa Tengah Menggunakan Model 2D

DESI CAHYATI¹, INDRA NOER HAMDHAN²

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Email: desschya05@gmail.com¹, indranh@itenas.ac.id²

ABSTRAK

Tanah lunak memiliki karakteristik buruk, termasuk daya dukung rendah dan permeabilitas kecil. Metode perbaikan tanah seperti preloading dapat meningkatkan daya dukung dengan memberikan pembebanan di atas tanah dasar. Penelitian ini fokus pada penurunan tanah lunak di Kendal, Jawa Tengah, menggunakan model 2D. Analisis dilakukan dengan model Axisymmetry dan Plain strain, menggunakan Hardening Soil serta Soft Soil. Hasil analisis yang didapatkan menggunakan Axisymmetry -Soft Soil adalah 2 meter selama 1464 hari, Axisymmetry – Hardening Soil 2,1 meter selama 1478 hari, Plain Strain – Hardening Soil 2,37 hari selama 1512, dan Plain Strain – Soft Soil 2,34 selama 1398 hari.

Kata kunci: *preloading, tanah lunak, model 2D, Axisymmetry, Plain Strain, Soft Soil, Hardening Soil.*

ABSTRACT

Soft soils exhibit poor characteristics, including low bearing capacity and low permeability. Soil improvement methods, such as preloading, can enhance the carrying capacity by applying loadings onto the subgrade. This research focuses on the subsidence of soft soil in Kendal, Central Java, using a 2D model. The analysis was conducted using Axisymmetry and Plain Strain models, employing both Hardening Soil and Soft Soil properties. The results of the analysis obtained using Axisymmetry - Soft Soil show a subsidence of 2 meters over 1464 days, Axisymmetry - Hardening Soil reveals 2.1 meters over 1478 days, Plain Strain - Hardening Soil indicates 2.37 meters over 1512 days, and Plain Strain - Soft Soil indicates 2.34 meters over 1398 days.

Keywords: *preloading, soft soil, 2D model, Axisymmetry, Plain Strain, Soft Soil, Hardening Soil.*

1. PENDAHULUAN

Beberapa wilayah memiliki kondisi tanah yang bermasalah, dan salah satunya adalah tanah lunak. Tanah lunak harus segera diperbaiki karena dapat menyebabkan masalah pada struktur bangunan di atasnya. Di wilayah Kendal, Jawa Tengah, terdapat tanah lunak yang memerlukan perbaikan tanah, untuk metode perbaikan tanah yang digunakan yaitu dengan memberikan pembebanan *preloading* setinggi 5,4 meter. Tujuannya untuk memampatkan tanah, mengurangi kadar air pori tanah, dan atmosfer udara dari dalam tanah. Dengan demikian, tanah menjadi lebih stabil dan proses konstruksi dapat dipercepat. Pada analisis ini akan memodelkan perbaikan tanah eksisting menggunakan Model 2D, dengan model *Axisymmetry* dan *Plain Strain*, dimana kedua model tersebut menggunakan *soil model*, *Hardening Soil*, dan *Soft Soil*.

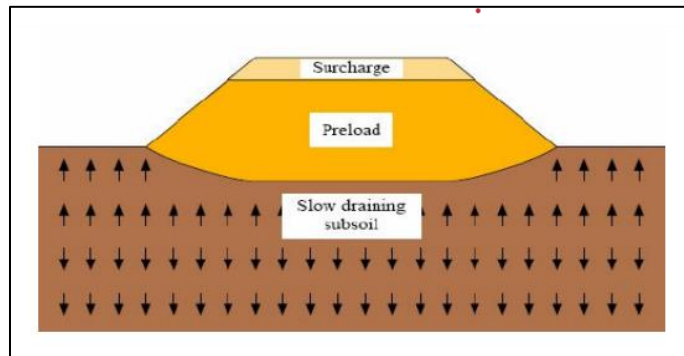
2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Tanah Lunak

Tanah lunak menjadi suatu permasalahan dalam pelaksanaan konstruksi yang akan dilakukan karena memiliki sifat kohesif dan kuat geser yang rendah. Untuk mengetahui tanah tersebut termasuk tanah lunak, dapat dilakukan pengujian dengan menggunakan *Standard Penetration Test* (SPT) dan *Cone Penetration Test* (CPT). Menurut pengujian CPT tanah dikatakan lunak ketika memiliki nilai q_c 5 – 10 kg/cm^2 , sedangkan tanah dikatakan sangat lunak pada nilai $q_c < 5$ kg/cm^2 . Sedangkan dalam pengujian SPT untuk mengetahui kondisi tanah lunak itu ketika nilai NSPT nya 0-5.

2.2 Preloading

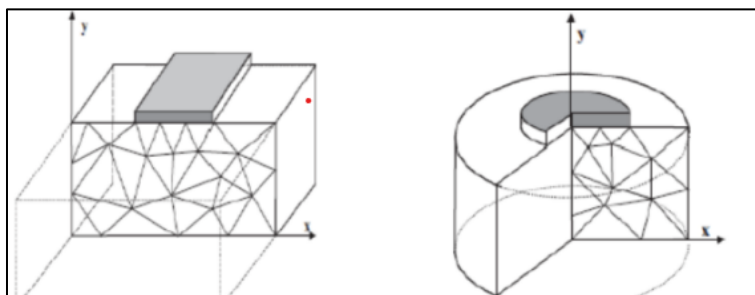
Preloading adalah metode perbaikan tanah yang dilakukan dengan memberikan pembebanan pada tanah dasar, hal tersebut bertujuan untuk membuat kadar air pori serta udara yang ada di dalam tanah termampatkan. Sehingga penurunan pun dapat dipercepat akibat tekanan pembebanan yang diterima oleh tanah. Ketika tanah diberikan beban, kadar air pori akan terdisipasi dimana tegangan total akan berubah menjadi tegangan efektif.



Gambar 1. Skema *Preloading* (Sumber: M.Bilal, A.Thalib, 2016)

2.3 PLAXIS 2D

Plaxis 2D adalah program numerik elemen hingga, salah satu program yang dapat digunakan untuk menganalisis suatu tinjauan dalam bidang geoteknik. Dimana mengasumsikan suatu kondisi yang nyata di lapangan, dan disimulasikan ke dalam pemodelan PLAXIS 2D. Pada geometrik model *Axisymmetry* yang dianalisis berupa setengah dari lingkaran, dengan potongan radial dan pembebanan seragam ke titik pusat sebab tegangan pada radial dianggap sama. Pada *Plain Strain* pembebanannya seragam dan analisis dilakukan pada model ini memiliki potongan yang melintang atau memanjang.



Gambar 2. Pemodelan *Axisymmetric* dan *Plain Strain* (Sumber: Brinkgreve, 2002)

3. METODE PENELITIAN

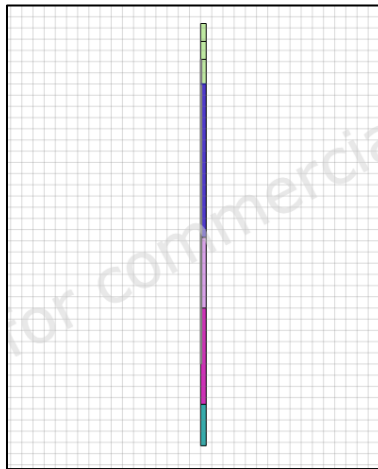
3.1 Umum

Penelitian yang dilakukan menggunakan bantuan program PLAXIS 2D dimana tujuan yang dimaksud adalah mengetahui penurunan tanah eksisting yang terjadi di Kendal, Jawa Tengah setinggi 5,4 meter.

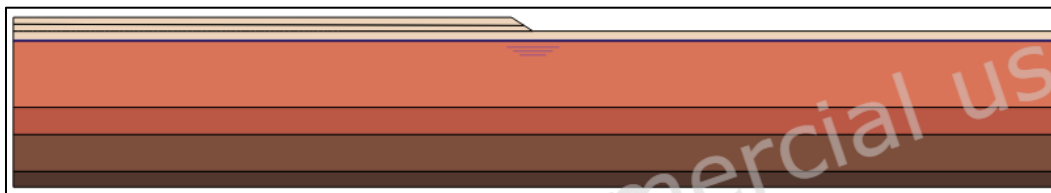
3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan pada analisis ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi masalah dan mengumpulkan data sekunder untuk kebutuhan penelitian
2. Menentukan parameter tanah yang akan digunakan untuk pemodelan 2D
3. Model 2D yang digunakan menggunakan *Axisymmetry* dan *Plain Strain*, serta *soil model* yang digunakan adalah *Hardening Soil* dan *Soft Soil*.
4. Proses *running* dalam model 2D menghasilkan *output* kurva penurunan terhadap waktu
5. Analisis dan pembahasan



Gambar 3. Model *Axisymmetry*



Gambar 4. Model *Plain Strain*

Tabel 1. Parameter Tanah Plain Strain

Kedalaman (m)	Lapisan 1		Lapisan 2		Lapisan 3	Lapisan 4	Unit
	2 - 13,7		13,7 - 20		20 - 28,6	28,6 - 32,2	
Klasifikasi Tanah	<i>Silty Clay</i>		<i>Silty Clay</i>		<i>Clay</i>	<i>Clay</i>	-
Konsistensi	<i>Soft</i>		<i>Medium</i>		<i>Stiff</i>	<i>Stiff</i>	-
<i>Soil Model</i>	<i>Soft Soil</i>	Hardening Soil	<i>Soft Soil</i>	Hardening Soil	<i>Hardening Soil</i>	<i>Hardening Soil</i>	-
<i>Drainage Type</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	-
N-SPT	3	3	6	6	13	15	-
γ unsat	17	17	17	17	18	18	kN/m^3
γ sat	18	18	18	18	19	19	kN/m^3
Kx	8,64E-06	8,64E-06	8,64E-05	8,64E-05	8,64E-05	8,64E-04	m/day
Ky	8,64E-05	8,64E-05	8,64E-04	8,64E-04	8,64E-05	8,64E-06	m/day
C'	1,5	1,5	3	3	6,5	7,5	kN/m^2
E50 ref	-	1008	-	1600	1104	1112	kN/m^2
Eoed Ref	-	806,4	-	1280	883,2	889,6	kN/m^2
Eur	-	3024	-	4800	3312	3336	kN/m^2
ϕ' (phi)	28	28	30	30	32	35	o
Ψ (psi)	0	0	0	0	2	5	o
ν' (nu)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	-
Cc	0,659	-	1,007	-	-	-	-
Cs	0,235	-	0,32	-	-	-	-

Tabel 2. Parameter Timbunan

Parameter	Tanah Timbunan	Unit
<i>Soil Model</i>	<i>Hardening Soil</i>	-
<i>Drainage Type</i>	<i>Drainage</i>	-
γ unsat	18	kN/m^3
γ sat	19	kN/m^3
E50 ref	10417,6	kN/m^2
Eoed ref	8334,08	kN/m^2
Eur	31252,8	kN/m^2
<i>Friction Angle</i>	40	o
Ψ	10	o
Kx	8,64E-03	m/day
Ky	8,64E-03	m/day
<i>Poisson Ratio</i>	0,2	o
<i>Cohesion</i>	2	kN/m^2

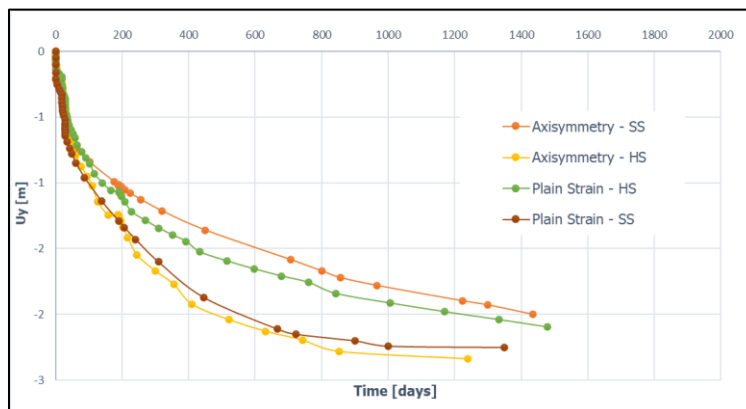
Tabel 3. Parameter Tanah *Axisymmetry*

Kedalaman (m)	Lapisan 1		Lapisan 2		Lapisan 3	Lapisan 4	Unit
	2 - 13,7		13,7 - 20		20 - 28,6	28,6 - 32,2	
Klasifikasi Tanah	<i>Silty Clay</i>		<i>Silty Clay</i>		<i>Clay</i>	<i>Clay</i>	-
Konsistensi	<i>Soft</i>		<i>Medium</i>		<i>Stiff</i>	<i>Stiff</i>	-
<i>Soil Model</i>	<i>Soft Soil</i>	Hardening Soil	<i>Soft Soil</i>	Hardening Soil	<i>Hardening Soil</i>	<i>Hardening Soil</i>	-
<i>Drainage Type</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	-
N-SPT	3	3	6	6	13	15	-
γ unsat	17	17	17	17	18	18	kN/m^3
γ sat	18	18	18	18	19	19	kN/m^3
Kx	8,64E-07	8,64E-07	8,64E-06	8,64E-06	8,64E-06	8,64E-06	m/day
Ky	8,64E-07	8,64E-07	8,64E-06	8,64E-06	8,64E-06	8,64E-06	m/day
C'	1,5	1,5	3	3	6,5	7,5	kN/m^2
E50 ref	-	1008	-	1600	1104	1112	kN/m^2
Eoed Ref	-	806,4	-	1280	883,2	889,6	kN/m^2
Eur	-	3024	-	4800	3312	3336	kN/m^2
ϕ' (phi)	28	28	29	29	32	35	o
Ψ (psi)	0	0	0	0	2	5	o
ν' (nu)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	-
Cc	0,659	-	1,007	-	-	-	-
Cs	0,235	-	0,32	-	-	-	-

4. HASIL DAN PENELITIAN

4.1 Hasil Model 2D

Dalam hasil pemodelan yang telah dilakukan oleh Model 2D berdasarkan *soil model Hardening Soil* dan *Soft Soil*, menggunakan *Axisymmetry* dan *Plain Strain* dapat ditinjau pada gambar grafik di bawah ini.



Gambar 5. Grafik Hasil Analisis Model 2D

4.2 Rekapitulasi Hasil Model 2D

Hasil dari grafik hasil analisis Model 2D yang dilakukan dapat diketahui hari serta penurunan yang terjadi jika diberikan pembebanan setinggi 5,4 meter.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Model 2D

<i>Model</i>	<i>Soil Model</i>	Hari (day)	Penurunan (m)
<i>Axisymmetry</i>	<i>Hardening Soil</i>	1476	-2,34
<i>Axisymmetry</i>	<i>Soft Soil</i>	1434	-2,03
<i>Plain Strain</i>	<i>Hardening Soil</i>	1514	-2,10
<i>Plain Strain</i>	<i>Soft Soil</i>	1348	-2,25

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dengan model 2D, diketahui bahwa penurunan tanah eksisting paling besar terjadi pada model *Plain Strain* menggunakan *Soft Soil model* yaitu 2,37 meter selama 1348 hari, dan penurunan yang paling kecil dimiliki oleh *Axisymmetry* dengan menggunakan *Soft Soil* dengan hasil penurunan 1,99 meter selama 1478 hari.

Berdasarkan kesimpulan dari analisis yang telah dilakukan, dapat disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat menganalisis deformasi lateral pada model *Plain Strain*, untuk mengetahui pergeseran tanah pada lereng timbunan.

DAFTAR RUJUKAN

- Ohoimas, Muhammad Yanuar, and Indra Noer Hamdhan. (2015). Analisis Konsolidasi dengan Menggunakan Metode Preloading dan Vertical Drain pada Areal Reklamasi Proyek Pengembangan Pelabuhan Belawan Tahap II." *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil* 1.1
- Surbakti, Rudianto. (2021). Analisis Penurunan Tanah dengan Plaxis 2D dan 3D Pada Proyek Reklamasi Belawan. *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia* 6.7: 3511-3520.
- Broere, W., & Brinkgreve, R. B. J. (2002). Phased simulation of a tunnel boring process in soft soil. *Numerical Methods in Geotechnical Engineering, Mestat (ed.), Presses de l'ENPC/LCPC, Paris*, 529-536.