

Analisis Perbaikan Tanah Lunak Menggunakan *Stone Column* pada PLAXIS 2D dengan Pendekatan Geometri *Continuum Model*

MOCHAMAD RIZKY FADILLAH¹, INDRA NOER HAMDHAN².

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

Email: mochamad.rizky@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Tanah lunak memiliki daya dukung rendah dan cenderung mengalami penurunan besar dalam jangka waktu lama. Salah satu metode perbaikannya adalah Stone Column. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas perbaikan tanah lunak menggunakan Stone Column pada PLAXIS 2D dengan pendekatan geometri continuum model, diameter Stone Column = Wall Thickness dalam mengurangi besar dan waktu penurunan. Hasil menunjukkan bahwa tanpa perbaikan terjadi penurunan pada tahap 90 persen konsolidasi sebesar 2,4 m dalam waktu 503 hari, sedangkan setelah diperbaiki dengan Stone Column sebesar 1,12 m dalam waktu 63 hari. Perbaikan tanah lunak menggunakan Stone Column ini mereduksi sebesar 53,3 persen besar penurunan. Hal ini dapat terjadi karena Stone Column memiliki modulus elastisitas yang lebih besar dibandingkan dengan tanah disekitarnya sehingga beban yang diterima oleh Stone Column akan lebih besar daripada tanah disekitarnya yang membuat penurunan pada tanah akan berkurang.

Kata kunci: Tanah lunak, Stone Column, PLAXIS 2D, penurunan

1. PENDAHULUAN

Tanah lunak merupakan jenis tanah yang memiliki karakteristik daya dukungnya yang rendah dan cenderung mengalami penurunan yang besar saat diberikan beban yang bekerja di atasnya. Ada berbagai macam solusi untuk masalah tanah lunak dan metode perbaikan tanah lunak yang berdasarkan SNI 8460 (2017) agar menjadi lebih baik. Pemilihan metode perbaikan tanah lunak pun menyesuaikan dan bergantung pada tujuan pembangunan konstruksi yang akan dibangun di atasnya. Pada penelitian ini digunakan metode perbaikan tanah dengan *Stone Column* dengan tujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah lunak sehingga penurunan yang terjadi dapat berkurang.

Seiring perkembangan zaman dan teknologi, pemodelan numerik telah menjadi alat bantu yang penting dalam merancang dan menganalisis metode perbaikan tanah. Salah satu alat bantu nya yaitu software PLAXIS 2D. Dimana pada aplikasi ini dapat menganalisis dan merancang pemodelan serta menilai efektivitas berbagai desain *Stone Column*. Maka dari itu pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas serta besar reduksi penurunan jika dilakukan perbaikan tanah menggunakan *Stone Column* yang dimodelkan pada aplikasi PLAXIS 2D dengan pendekatan geometri *continuum model*, diameter *Stone Column* = *Wall Thickness*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada metodologi penelitian ini dilakukan beberapa tahapan. Tahapan yang pertama yaitu tahapan rumusan masalah dimana tahapan ini dilakukan rumusan dan batasan dari permasalahan yang dibahas dan kemudian tahapan kajian Pustaka yaitu mencari referensi literatur dari berbagai sumber yang berkaitan dengan topik penelitian ini. Berikutnya tahapan pengumpulan data, dalam tahap ini dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan untuk pemodelan *Stone Column* yang akan dilakukan analisis. Data yang digunakan untuk penelitian ini merupakan data hasil penyelidikan di lapangan berupa SPT sebanyak 1 titik dan data *Stone Column*. Selanjutnya yaitu tahap pemodelan menggunakan Program PLAXIS 2D. Pertama dilakukan analisis tanah eksisting untuk mengetahui besar penurunan tanpa perbaikan tanah lalu dilakukan pemodelan perbaikan tanah menggunakan *Stone Column* dengan pendekatan geometri *continuum model*, diameter *Stone Column* = *Wall Thickness*. Di akhir dilakukan tahapan analisis hasil pemodelan dengan *Stone Column* ini untuk mengetahui besar penurunan dan waktunya serta seberapa besar reduksi penurunannya terhadap tanpa dilakukan perbaikan tanah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Lokasi Penelitian

Berikut merupakan lokasi dilakukannya penyelidikan tanah yang berlokasi di daerah Puri Lembana Bandung, Jawa Barat yang dapat dilihat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**.



Gambar 1. Lokasi penyelidikan tanah (Sumber: PT. SOILENS 2020)



Gambar 2. Area penelitian (Sumber: PT. SOILENS 2020)

3.2 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data yang digunakan merupakan data yang akan mempengaruhi proses analisis. Peneliti dapat menentukan penelitian atas keefektifan perhitungan serta mengevaluasi keadaan eksisting terhadap analisis serta pemodelan berdasarkan data yang terkumpul. Data ini berupa data sekunder seperti data boring log. Data *boring log* tersebut didapatkan berdasarkan penyelidikan langsung di lapangan dengan pedoman SNI 4153-2008 pada titik BH-02 seperti pada **Gambar 2**.

3.2.1 Data Parameter Tanah, Timbunan, LTP, dan *Stone Column*

Data yang digunakan pada pemodelan PLAXIS 2D merupakan pendekatan melalui persamaan dan nilai korelasi yang mengacu pada buku Braja M. Das, AS 4678-2002, Ameratunga J, Briaud J L, Burt G Look, sesuai dengan jenis tanah dan nilai N-SPT yang dimodelkan. Berikut ini merupakan data parameter tanah dari hasil korelasi yang disajikan pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Tabel 1. Data parameter tanah dasar

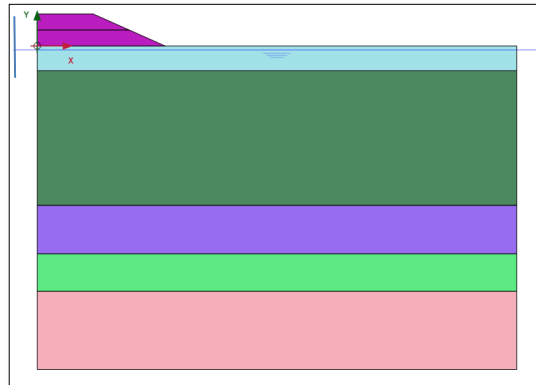
Parameter Tanah	Lapis 1 <i>Clay</i>	Lapis 2 <i>Clay</i>	Lapis 3 <i>Clay</i>	Lapis 4 <i>Clay</i>	Lapis 5 <i>Sand</i>	Unit
<i>Soil Model</i>	<i>Hardening Soil</i>	<i>Hardening Soil</i>	<i>Hardening Soil</i>	<i>Hardening Soil</i>	<i>Hardening Soil</i>	-
<i>Type</i>	Und.A	Und.A	Und.A	Und.A	<i>Drained</i>	-
Elevasi	0s/d-3.1	-3.1 s/d-19.94	-19.94 s/d-26	-26 s/d-30.66	-30.66 s/d-40.45	m
NSPT	4	3	4	5	32.7	-
Konsistensi	<i>Soft</i>	<i>Soft</i>	<i>Soft</i>	<i>Medium</i>	<i>Dense</i>	-
Ysat	17	17	17	18	22.5	kN/m ³
Yunsat	16	16	16	17	21.5	kN/m ³
Kx (2D)	1.00E-03	1.00E-03	1.00E-03	1.00E-03	0.864	m/day
Ky (2D)	0.64E-03	0.64E-03	0.64E-03	0.64E-03	0.864	m/day
C'	4	3	4	5	5	kN/m ²
phi'	23	21	23	25	32	°
psi	0	0	0	0	2	°
E50	2000	1000	2000	4000	25000	kN/m ²
Eoed	1600	800	1600	3200	20000	kN/m ²

Tabel 2. Data parameter LTP, Timbunan, dan *Stone Column*

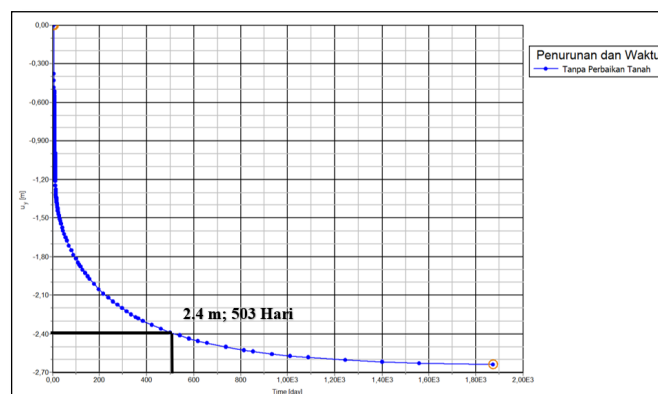
Parameter Tanah	<i>Load Transfer Platform (LTP)</i>	Timbunan <i>Sand</i>	<i>Stone Column Gravel</i>	Unit
<i>Soil Model</i>	<i>Hardening Soil</i>	<i>Hardening Soil</i>	<i>Hardening Soil</i>	-
<i>Type</i>	<i>Drained</i>	<i>Drained</i>	<i>Drained</i>	-
Elevasi	0 s/d -0.5	4s/d0	0s/d-30.66	m
NSPT	-	-	-	-
Konsistensi	<i>Fine Sand</i>	<i>Fine Sand</i>	<i>Gravel</i>	-
Ysat	20	20	23.5	kN/m ³
Yunsat	19	19	22	kN/m ³
Kx (2D)	0.864	0.864	8.64	m/day
Ky (2D)	0.864	0.864	8.64	m/day
C'	1	1	5	kN/m ²
phi'	35	35	34	°
psi	5	5	4	°
E50	30000	30000	50000	kN/m ²
Eoed	24000	24000	40000	kN/m ²

3.3 Analisis Pemodelan Tanpa Perbaikan Tanah

Analisis tanpa perbaikan tanah dimodelkan dalam PLAXIS 2D dimana dalam pemodelan ini hanya memodelkan tanah eksisting dan tanah timbunan setinggi 4 meter dengan kemiringan timbunan 1V:2H yang dianggap sebagai beban konstruksi di atasnya. Untuk geometri pemodelan tanpa perbaikan tanah ini dapat dilihat pada **Gambar 3**. Serta grafik *output* berupa penurunan dan waktu dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 3. Model tanpa perbaikan tanah



Gambar 4. Grafik hubungan penurunan dan waktu (Tanpa perbaikan)

Terlihat pada **Gambar 4** yang merupakan grafik hubungan penurunan dan waktu ketika tanpa dilakukan perbaikan tanah (eksisting) memiliki penurunan konsolidasi 90 persen sebesar 2,4 meter dengan waktu 503 hari.

3.4 Analisis Pemodelan *Stone Column* dengan Pendekatan Geometri Menggunakan *Continuum Model*, Diameter *Stone Column* = *Wall Thickness*

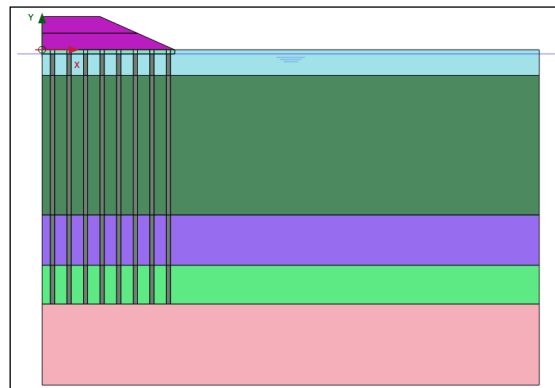
Pada *continuum model* ini secara langsung diameter dari *Stone Column* yaitu 0,5 m (berdasarkan standar diameter *Stone Column* pada buku Braja M. Das) disamakan dengan ketebalan dari dinding yang dimodelkan. Maka perlu dilakukan pengekuivalenan nilai kekakuan atau modulus elastisitas nya agar dapat dianggap mewakili nilai kekakuan atau modulus elastisitas dari *Stone Column* itu sendiri. Berikut merupakan perhitungan dari pengekuivalenan nilai kekakuan atau modulus elastisitas berdasarkan persamaan berikut:

$$E \text{ (Modulus Elastisitas) SC Ekuivalen} = \frac{E \text{ Stone Column} \times \text{Luas lingkaran SC}}{\text{Luas persegi SC}}$$

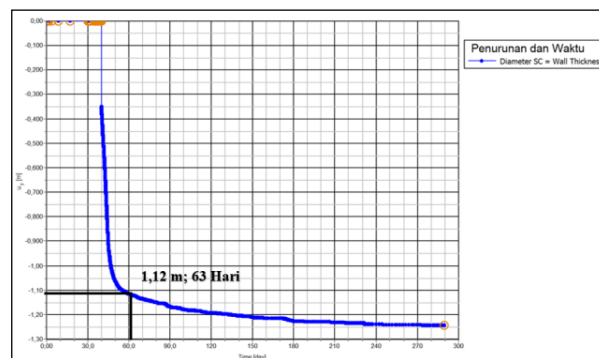
Maka,

$$E \text{ (Modulus Elastisitas) SC Ekuivalen} = \frac{50000 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 0,5^2}{0,5 \times 0,5} = 39269 \text{ kN/m}^2$$

Untuk model geometri nya dapat dilihat pada **Gambar 5**, serta untuk *output* berupa grafik besar penurunan dan waktu pada model ini terdapat pada **Gambar 6**.



Gambar 5. Model perbaikan tanah dengan pendekatan geometri Diameter SC = Wall Thickness



Gambar 6. Grafik hubungan penurunan dan waktu perbaikan tanah dengan pendekatan geometri Diameter SC = Wall Thickness

Berdasarkan **Gambar 6** terlihat bahwa besar penurunan pada tahap 90 persen pemodelan menggunakan pendekatan geometri dengan *continuum model*, Diameter SC = *Wall Thickness* ini adalah 1,12 meter dengan waktu 63 hari sedangkan tanpa perbaikan tanah besar penurunannya adalah 2,4 meter dengan waktu 503 hari. Maka dilihat dari hasil tersebut perbaikan tanah lunak menggunakan *Stone Column* berhasil mereduksi besar penurunan sebanyak 53,3 persen, hal ini disebabkan karena *Stone Column* memiliki modulus elastisitas yang lebih besar dibandingkan dengan tanah disekitarnya sehingga beban yang diterima oleh

Stone Column akan lebih besar daripada tanah disekitarnya yang membuat penurunan pada tanah akan berkurang.

4. KESIMPULAN

Apabila tanpa perbaikan tanah menghasilkan penurunan yang terjadi sebesar 2,4 m dalam periode 90 persen konsolidasi selama 503 hari, namun setelah dilakukan perbaikan tanah menggunakan *Stone Column* pada PLAXIS 2D dengan pendekatan geometri *continuum model*, diameter *Stone Column* = *Wall Thickness* besar penurunan nya berkurang menjadi 1,12 meter dalam periode 90 persen konsolidasi selama 63 hari. Sehingga dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa perbaikan tanah menggunakan *Stone Column* dapat mereduksi besar penurunannya hingga 53,3 persen.

DAFTAR PUSTAKA

- Ameratunga, J. S. (2016). *Correlations of Soil and Rock Properties in Geotechnical Engineering*. India: Springer.
- Australian Standard AS 4678-2002. *Earth Retaining Structures*. Australia. Terzaghi, K, & Peck. Soil Mechanics in Engineering Practice
- Briaud, J. L. (2013). *Geotechnical Engineering Unsaturated and Saturated Soil*. United States: Wiley
- Das, Braja. M. (1991). *Mekanika Tanah, Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik*, Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja. M. (1991). *Mekanika Tanah, Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik*, Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja. M. (1998). *Mekanika Tanah, Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik*, Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Look, B. G. (2007). *Handbook of Geotechnical Investigation and Design tables*. London, UK: Taylor & Francis Group
- Look, B. G. (2014). *Handbook of Geotechnical Investigation and Design tables*. Netherlands: Balkema
- Standar Nasional Indonesia 4153 (2008). *Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Standar Nasional Indonesia 8460 (2017). *Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Badan Standarisasi Nasional