

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

##### 4.1.1. Nilai Parameter Material Pemodelan

Hasil pemodelan numerik *mini-columns O-Shape* berdasarkan data laboratorium menggunakan *software* Abaqus ver.6-11.2 didapatkan nilai parameter yang akan digunakan dalam pemodelan numerik pada lapis perkerasan kaku dengan sistem pelat pada beban 140 kg yang diletakkan di tengah kolom. Nilai parameter material ini adalah hasil dari pengujian di laboratorium yang di *trial-error* dengan *software* Abaqus untuk mendapatkan pendekatan nilai yang akan dipakai dalam pemodelan lapis perkerasan kaku dengan sistem pelat. Kolom yang disimulasikan bersama beton sebagai model plastis yang mempertimbangkan degradasi dari kerusakan (Larsson dkk., 2012). Berdasarkan hasil nilai parameter material ini karakteristik tidak tanah sama dengan yang digunakan dalam uji laboratorium sebelumnya terdapat pada Tabel 4.1 Nilai Parameter Material.

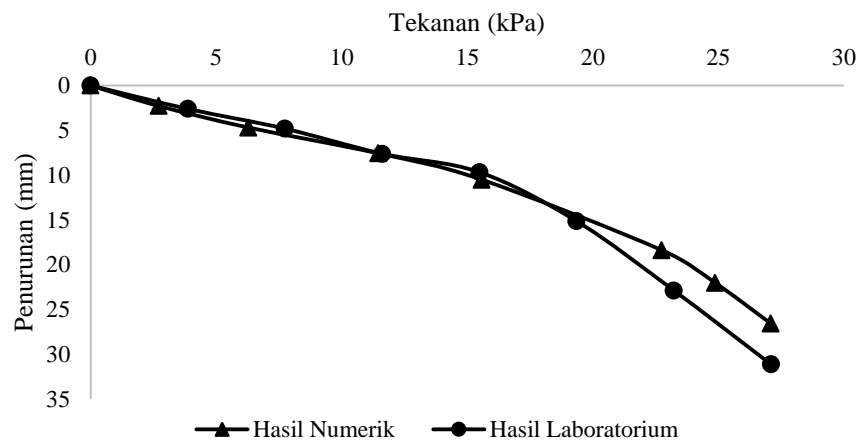
Tabel 4.1. Nilai Parameter Material

MATERIAL	BETON		PASIR	TANAH
	Parameter	NILAI	NILAI	NILAI
Drucker Prager Hardening	Angle of Friction			5
	Initial Tension			0,05
	Dilation angel			5
	Yield Stress (Mpa)			0,005
	Abs Plastic strain			0
Elastic	Young's Modulus (Mpa)	6646,88	5	1,7
	Poisson's Ratio	0,15	0,3	0,32
Plasticity	Dilation angle	10		
	Eccentricity	0,1		
	fb0/fc0	1,16		
	K	0,67		
	Viscosity Parameter	0,005		
Concrete Damaged Plasticity	Compressive Behaviour			
		Yield Stress (Mpa)	Inelastic Strain	Damage Parameter
		0,06	0	0
		0,12	0,008	0,05
		0,12	0,016	0,1
		0,07	0,027	0,75
	Tensile Behaviour			
		Yield Stress (Mpa)	Cracking Strain	Damage Parameter
		0,008	0	0
		0,00016	0,0245	0,99
Density		0,000015	0,000018	

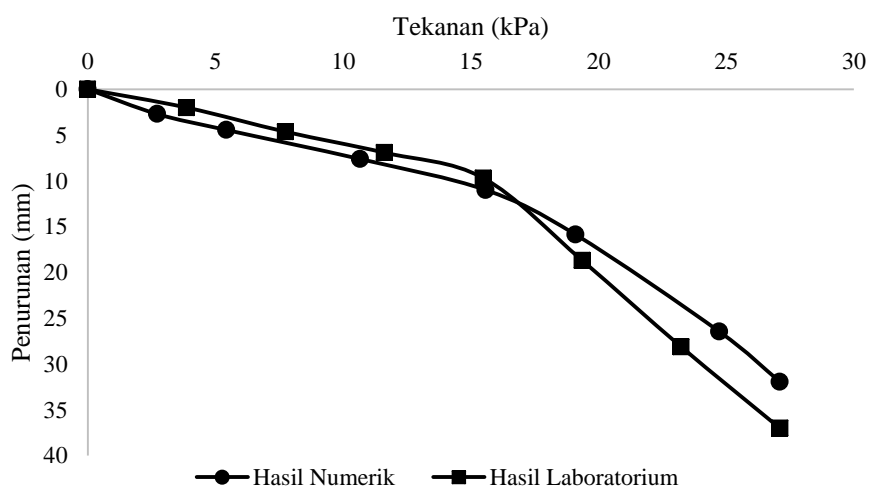
#### 4.1.2. Model Kolom *O-Shape* dan Model Perkerasan Sistem Pelat

##### 1. Kolom *O-Shape*

Hasil pemodelan *mini-columns O-Shape* menunjukkan penurunan yang mendekati hasil dari pengujian sebelumnya yang dilakukan di laboratorium oleh Tafalas (2016). Pada kolom *O-shape* 70 cm menunjukkan penurunan sebesar 26,57 mm dan pada kolom *O-shape* 50 cm menunjukkan penurunan sebesar 31,91 mm dengan beban 140 kg seperti ditampilkan pada Gambar 4.1. Kurva penurunan dan tekanan untuk hasil pengujian laboratorium dan analisis numerik memiliki kecenderungan bentuk yang sama. Hasil reaksi pemodelan kolom *O-Shape* dapat dilihat pada Gambar 4.2.

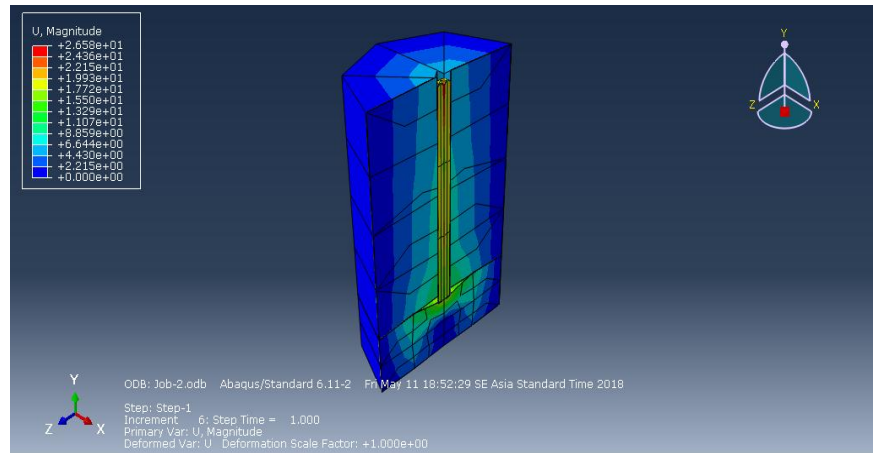


(a)

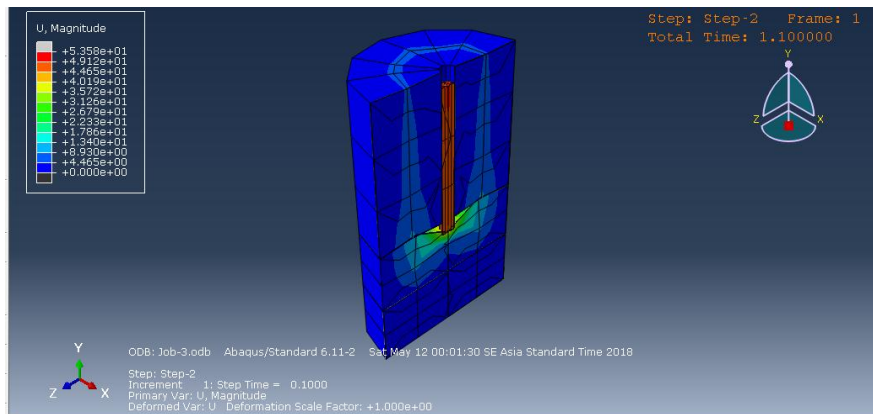


(b)

Gambar 4. 1 Kurva hubungan tekanan terhadap penurunan (a) kolom 70 cm, (b) kolom 50 cm.



(a)



(b)

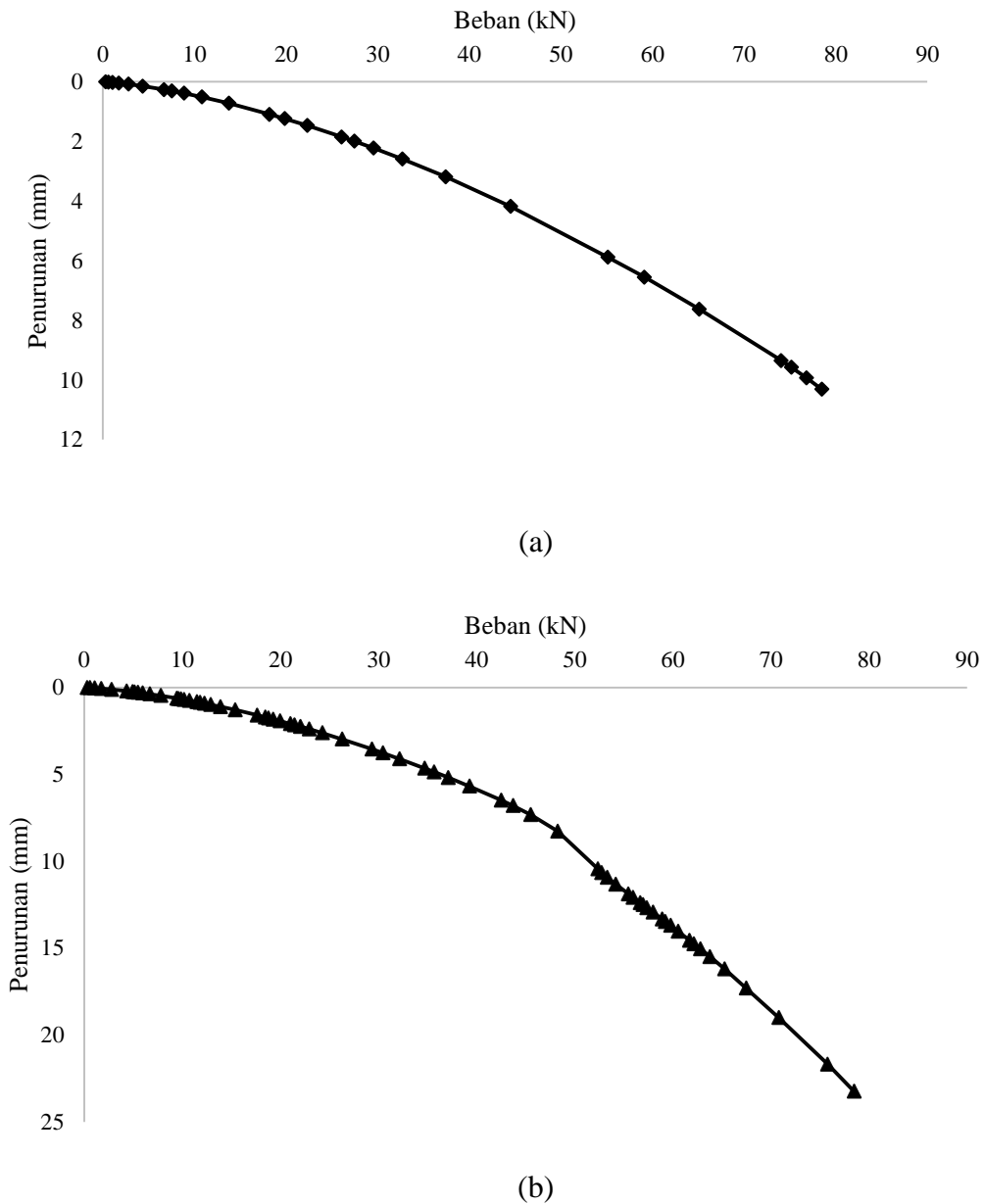
Gambar 4. 1 Reaksi tanah terhadap kolom (a)  $L_{col} = 70$  cm dan (b)  $L_{col} = 50$  cm.

Berdasarkan kurva hubungan beban dan penurunan disajikan bahwa kolom dengan panjang 70 cm lebih mengurangi deformasi dibandingkan kolom dengan panjang 50 cm. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan kolom sebagai perkuatan tanah lempung ekspansif tidak mengurangi *settlement* dan deformasi pada arah vertikal dan horizontal, serta lebih kaku pada kedalaman dangkal menurut Liu dkk. (2012).

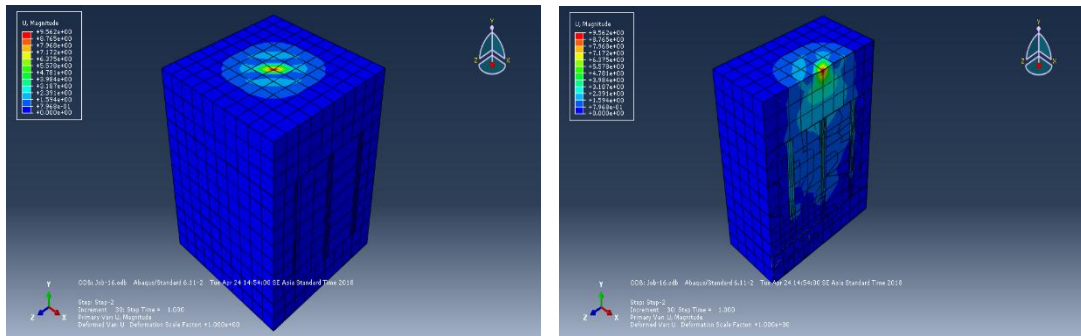
## 2. Sistem Pelat dengan Kolom *O-Shape*

Hasil pemodelan dengan nilai parameter geoteknik dan mekanik yang didapat pada kolom tunggal dimodelkan pada perkerasan kaku sistem pelat dengan penambahan kolom SiCC *O-shape* untuk perbaikan tanah lempung

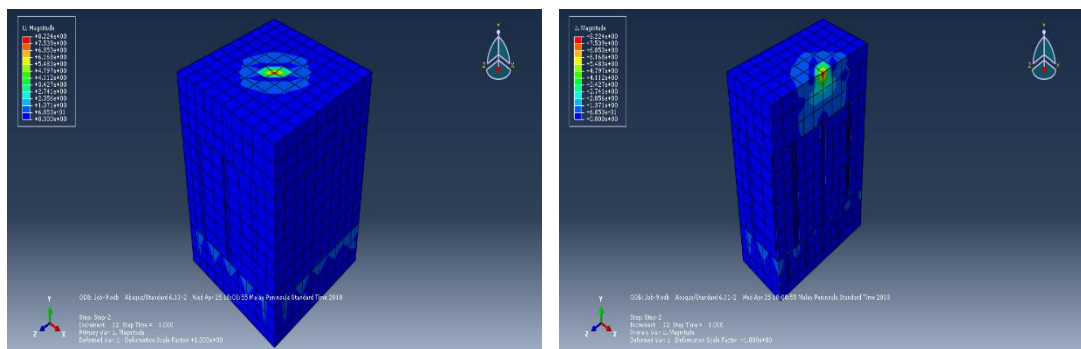
ekspansif menunjukkan pada perkerasan kaku dengan sistem pelat kolom *O-shape* 70 cm mengalami penurunan sebesar 10,31 mm dan kolom *O-shape* 50 cm mengalami penurunan sebesar 23,25 mm dengan beban 8 ton seperti pada Gambar 4.3. Reaksi tanah yang terjadi di sekitar kolom ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 2 Kurva hubungan tekanan terhadap penurunan (a) pelat dengan kolom 70 cm, (b) pelat dengan kolom 50 cm.



(a)



(b)

Gambar 4. 3 Reaksi tanah pada hasil analisis numerik untuk kolom (a)  $L_{col} = 50$  cm dan (b)  $L_{col} = 70$  cm.

## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1. Nilai Parameter Material

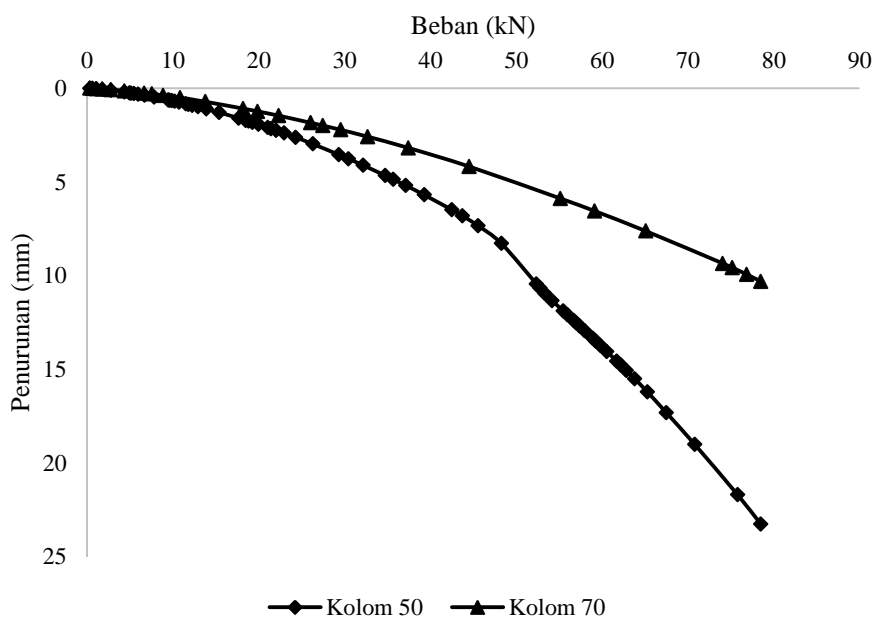
Nilai parameter material yang didapat dari uji coba (*trial and error*) pada *software* Abaqus menunjukkan perlakuan tanah pada masing-masing kolom berbeda dikarenakan oleh pengaruh dari panjang kolom. Analisis dilakukan untuk menentukan parameter material terhadap kekakuan tanah disekitar kolom (Muntohar dkk., 2013). Dengan pendekatan metode elemen hingga (FEM) yang merupakan bentuk pendekatan numerik untuk membantu menganalisis suatu permasalahan lapangan yang sulit untuk dianalisis, maka dalam penelitian ini menganalisis dengan pendekatan numerik untuk mendapatkan nilai parameter tanah yang dapat digunakan dalam pengaplikasian pemodelan lapis perkerasan kaku dengan sistem pelat yang diperkuat kolom *O-shape* pada tanah lempung ekspansif. Parameter geoteknik dan mekanik pada pemodelan ini menggunakan

*Drucker Prager* model, *Drucker Prager Hardening* model dan elastisitas tanah pada material tanah yang didapatkan dengan pendekatan *trial and error*. Menurut Nugraha (2007) dan Fattah dkk. (2015) penggunaan model *Drucker Prager* merupakan pendekatan yang sudah memperhitungkan seluruh *principal stress* (tegangan utama) model plastisitas *Drucker – Prager / cap* telah banyak digunakan dalam program analisis elemen hingga untuk berbagai aplikasi rekayasa geoteknik. Dalam pemodelan ini nilai parameter untuk tanah lempung ekspansif yang digunakan pada pemodelan sistem pelat dengan perkuatan kolom SiCC *O-shape* 50 cm dan 70 cm berbeda karena hasil uji coba *trial and error*. Untuk material beton dan pasir tidak di-*trial and error* karena sudah diasumsi sama dengan hasil model fisik laboratorium. Hal ini menyebabkan nilai parameter tanah yang digunakan dalam pemodelan numerik sistem pelat dengan perkuatan kolom *O-shape* panjang 70 cm dan 50 cm berbeda dari hasil laboratorium, karena kekakuan tanah yang terjadi berbeda pada pemodelan numerik dan hasil laboratorium. Menurut Khodair dan Mohti (2014) erat kaitanya parameter modulus elastisitas tanah di sekitar kolom dan menunjukkan bahwa penambahan *mini-columns* di sekitar tanah mengurangi momen lentur yang diinduksi dan penurunan akibat beban lateral oleh *pile* (kolom) karena itu meningkatkan kapasitas dukung tanah untuk menahan pembebanan lateral.

#### **4.2.2. Pengaruh Ukuran Kolom *O-Shape* Terhadap Penurunan Tanah**

Hubungan antara panjang kolom ( $L_{col}$ ) terhadap penurunan tanah pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa panjang kolom cenderung mengurangi penurunan tanah akibat beban yang diberikan pada kolom maupun pelat perkerasan yang dimodelkan. Penggunaan kolom panjang ( $L_{col}$ ) 70 cm dapat mengurangi penurunan tanah jika dibandingkan dengan panjang ( $L_{col}$ ) kolom 50 cm. Panjang kolom tidak menunjukkan perubahan yang begitu besar antara kolom dengan panjang ( $L_{col}$ ) 70 cm dan panjang ( $L_{col}$ ) 50 cm yang menopang perkerasan pelat di atasnya. Hal ini mungkin disebabkan karena panjang kolom dan jumlah kolom mempengaruhi nilai *settlement* yang terjadi (Farouk dan Shanien 2013) dan kapasitas jumlah kolom yang bisa dipasang serta posisi pemasangan kolom-kolom terhadap titik beban pada saat pemodelan (Gambar 4.4).

Kolom dengan panjang 70 cm lebih dapat mengurangi penurunan tanah akibat pembebanan di atas pelat daripada kolom dengan 50 cm. Karena semakin dalam kolom yang dipasang di dalam tanah maka sebaran terhadap tanah semakin luas, dan tegangan-regangan di dalam tanah juga akan semakin meningkat. Menurut Anshorie dkk. (2015) semakin banyak jumlah kolom dan semakin panjang kolom serta mengatur penempatan kolom pada tanah dapat mengurangi *settlement* dan deformasi. Pada simulasi ini belum dapat ditentukan ukuran panjang kolom yang optimal, karena lebar kolom dicocokkan berdasarkan kesetaraan area kolom (Tan dkk., 2008) serta diameter kolom juga mempengaruhi *settlement* dan deformasi yang terjadi secara vertikal maupun horizontal pada kedalaman dangkal (Liu dkk., 2012).



Gambar 4.4 Kurva perbandingan beban-penurunan kolom  $L_{col} = 70$  cm dan  $L_{col} = 50$  cm.