

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1 Parameter Geoteknik

Index Properties tanah ini dilakukan pada tanah sebelum pengujian untuk mengetahui sifat asli dari tanah. Hasil pengujian sifat-sifat geoteknik tanah terdapat pada Tabel 3.2. Distribusi ukuran butir tanah disajikan oleh grafik pada Lampiran 1. Tanah yang digunakan mengandung fraksi tanah berbutir halus sebanyak 88,06% dan fraksi kasar sebanyak 11,94%. Hasil pengujian batas cair dan batas plastis seperti yang disajikan pada Tabel 3.2. Tanah yang digunakan dapat diklasifikasikan sebagai tanah lempung plastisitas sedang sampai tinggi dengan simbol CH (menurut USCS) disajikan oleh grafik pada Lampiran 1.

4.1.2 Kadar Air Benda Uji

Kadar air merupakan salah satu parameter untuk menentukan kembang-susut yang terjadi pada tanah lempung ekspansif. *Swelling* pada tanah ekspansif terjadi pada kondisi pembasahan (*wetting*). Hasil pengamatan ditampilkan pada Tabel 4.1.

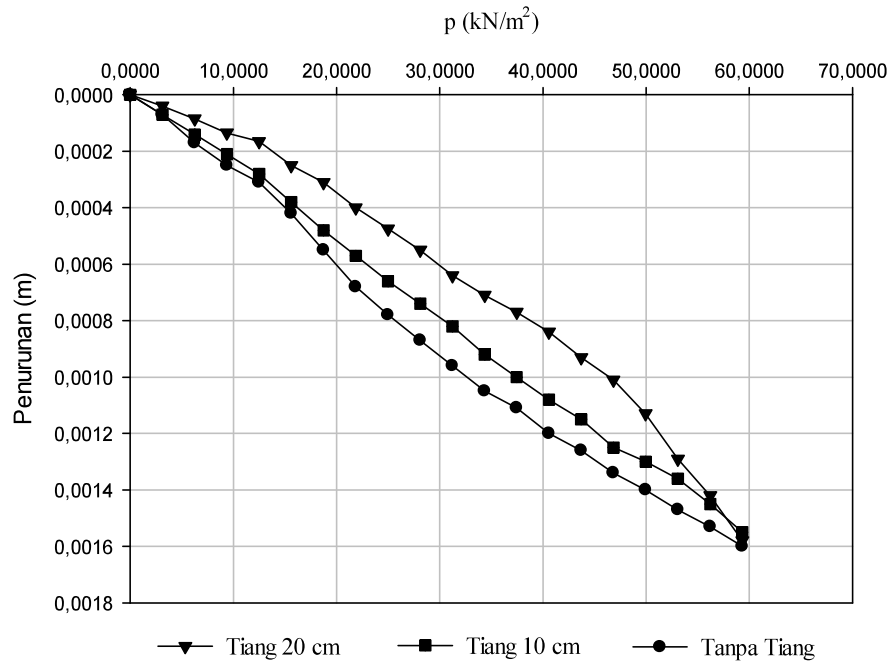
Tabel 4.1 Hubungan kadar air dengan derajat kejenuhan dan penurunan

Benda uji	Kadar air (50 liter; kedalaman 10-20 cm)	Derajat kejenuhan (Sr) (%)
III	84,1 %	243,3
II	81,9 %	236,9
I	79,6 %	229

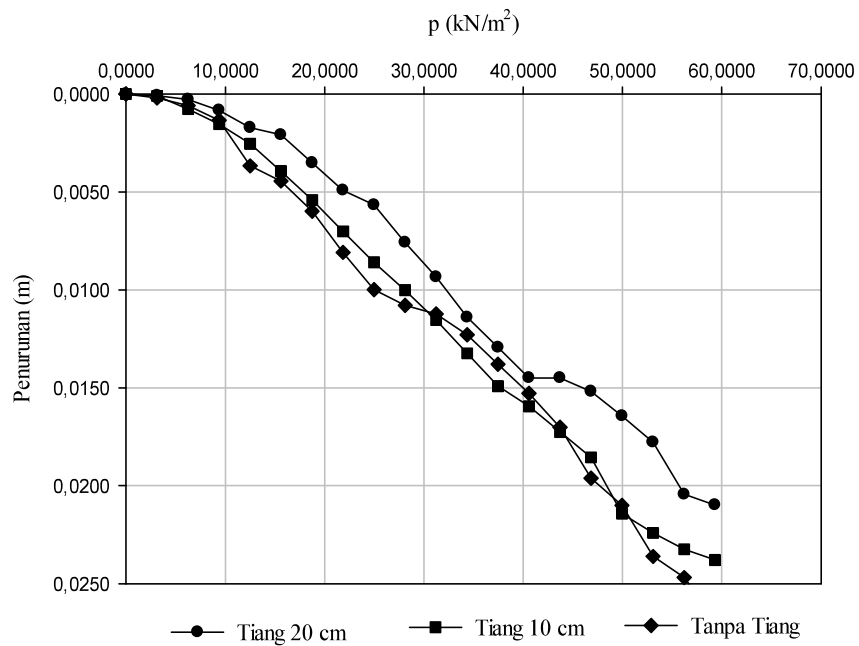
Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa penurunan berbanding lurus dengan kadar air benda uji dan derajat kejenuhan. Derajat kejenuhan menunjukkan tanah dalam kondisi kering, jenuh, atau terendam. Berdasarkan analisa dapat diketahui jika tanah dalam kondisi sangat jenuh. Tanah lempung ekspansif mulai kehilangan daya dukung ketika kadar air atau tingkat kejenuhan dari tanah meningkat. Hal tersebut berpengaruh terhadap nilai penurunan yang terjadi seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.1.

4.1.3 Pengaruh Pemasangan Tiang Terhadap Pembebanan

Tiang yang digunakan pada benda uji I dan II berupa tiang yang terbuat dari campuran mortar dan diberi tulangan. Tiang dipasang pada tengah pelat, diharapkan mampu menopang beban secara langsung. Penurunan yang terjadi pada kondisi keras dan lunak seperti pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



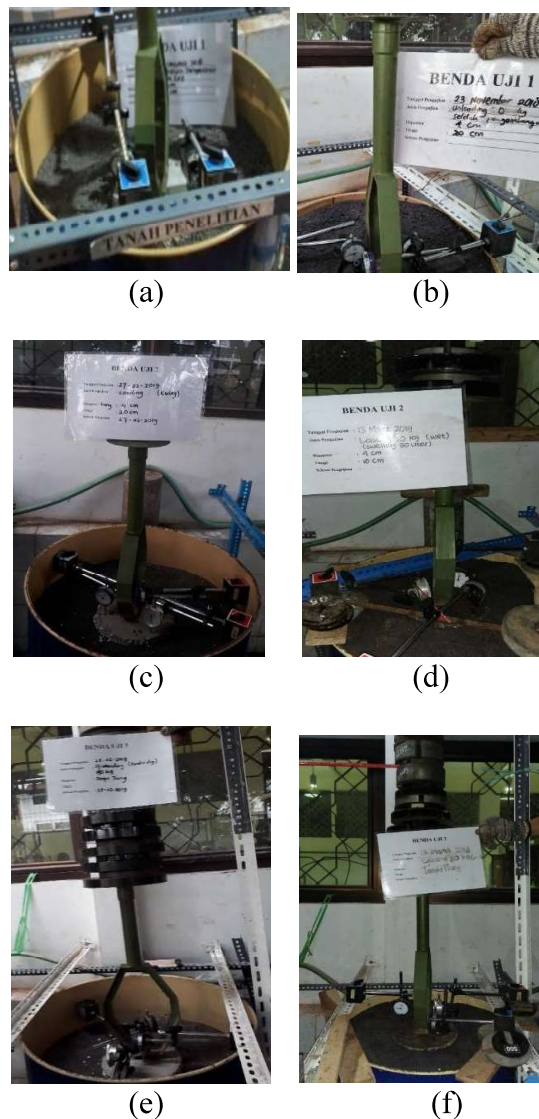
Gambar 4.1 Hubungan penurunan dengan beban pada kondisi keras



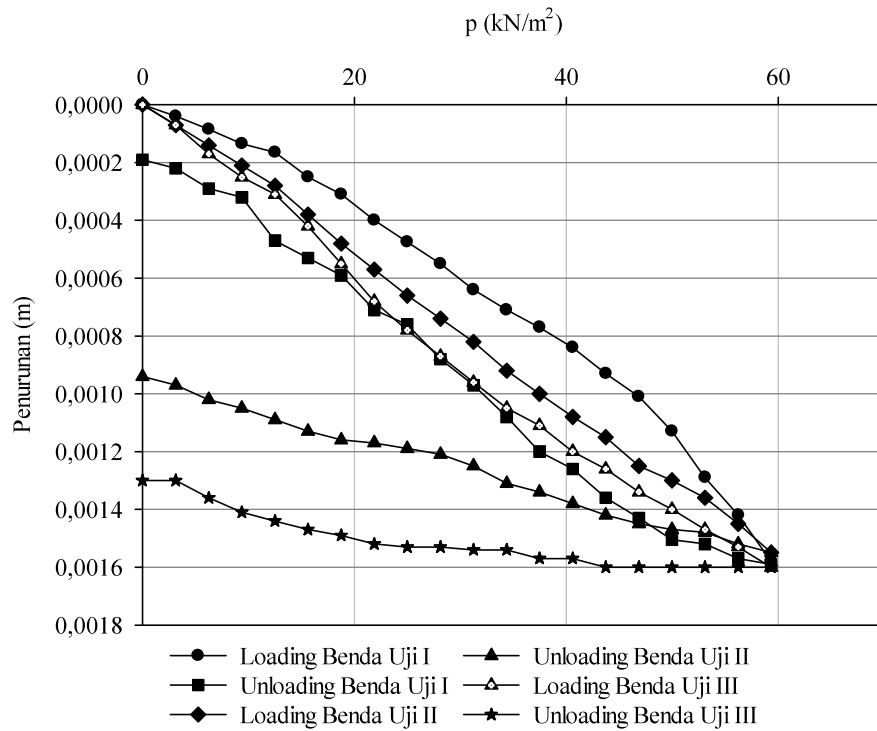
Gambar 4.2 Hubungan penurunan dengan beban pada kondisi lunak

Berdasarkan hasil tersebut, tiang mereduksi penurunan pelat secara efektif. Hasil pengujian tersebut juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Puri dkk., (2011) dan Diana dkk., (2016) yang menyatakan bahwa pelat tanpa perkuatan memiliki nilai penurunan yang tinggi.

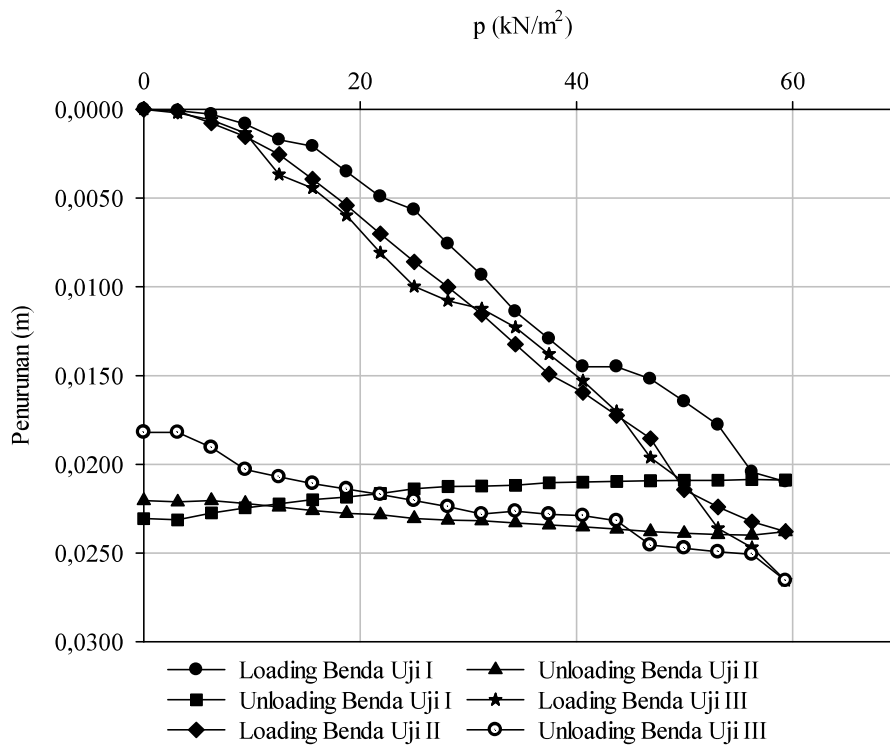
Berdasarkan analisis pengamatan terhadap benda uji I, II, dan III pada beban 0 kg sampai 190 kg di tengah pelat (beban sentris) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3. Penurunan akibat pembebanan disajikan pada Gambar 4.4 (kondisi keras) dan Gambar 4.5 (kondisi lunak).



Gambar 4.3 Pengamatan benda uji akibat pembebanan pada kondisi kering dan lunak (a) (b) benda uji I, (c) (d) benda uji II, dan (e) (f) benda uji III



Gambar 4.4 Hubungan antara tekanan dengan lendutan pada pelat tanpa dan tiang tunggal pada kondisi keras



Gambar 4.5 Hubungan antara tekanan dengan lendutan pada pelat tanpa dan tiang tunggal pada kondisi lunak

Hasil analisis benda uji III pada kondisi keras dan lunak untuk *loading* dan *unloading* beban memiliki nilai penurunan yang tinggi dan sebaliknya untuk benda uji I memiliki nilai penurunan yang rendah, seperti pada Tabel 4.2. Hasil pengujian tersebut juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Puri dkk., (2011) yang menyatakan bahwa pelat tanpa perkuatan memiliki nilai penurunan yang tinggi. Hal ini menunjukkan perilaku bahwa pelat tetap kontak dengan tanah dimana penurunan yang tinggi ada pada pelat tanpa perkuatan.

Tabel 4.2 Hasil uji pembebanan 190 kg

Benda Uji	<i>Displacement</i> maksimum akibat pembebanan 190 kg	
	Keras (m)	Lunak(m)
III	0,00160	0,02656
II	0,00155	0,02379
I	0,00158	0,02098

4.1.4 Pengaruh Panjang Tiang

Hasil analisis benda uji I, benda uji II dan benda uji III dengan kondisi keras dan lunak pada *loading* beban 50 kg atau tekanan sebesar 15,613 kN/m² terdapat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil uji pembebanan pelat dengan tiang tunggal dan tanpa tiang tunggal

Benda Uji	Kondisi	Beban (kg)	Tekanan (kN/m ²)	<i>Loading</i> Beban Penurunan (m)	Reduksi Penurunan (%)
III (Tanpa Tiang)	Keras	50	15,613	4,200×10 ⁻⁴	0
	Lunak	50	15,613	4,440×10 ⁻³	0
II (Tiang 10 cm)	Keras	50	15,613	3,800×10 ⁻⁴	9,52
	Lunak	50	15,613	3,930×10 ⁻³	11,49
I (Tiang 20 cm)	Keras	50	15,613	2,500×10 ⁻⁴	40,48
	Lunak	50	15,613	2,080×10 ⁻³	53,15

Berdasarkan tabel tersebut reduksi penurunan dari benda uji I, benda uji II, dan benda uji III berbanding lurus. Pada pengujian ini didapatkan nilai penurunan pada pelat tanpa tiang sebesar 4,200×10⁻⁴ m untuk kondisi keras dan 4,440×10⁻³ m untuk kondisi lunak. Dengan tiang 10 cm didapatkan nilai penurunan sebesar 3,800×10⁻⁴ m pada kondisi keras dan 3,930×10⁻³ m pada kondisi lunak. Dengan tiang 20 cm didapatkan nilai

penurunan sebesar $2,500 \times 10^{-4}$ m pada kondisi keras dan $2,080 \times 10^{-3}$ m pada kondisi lunak. Ketiga hasil tersebut menunjukkan penurunan terbesar yaitu pada pelat tanpa tiang dan penurunan terkecil pada pelat dengan tiang 20 cm. Pelat dengan tiang 20 cm mampu mereduksi penurunan sebesar 40,48 % pada kondisi keras dan 53,15 % pada kondisi lunak. Hasil pengujian tersebut juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Diana dkk., (2016) Hal ini membuktikan bahwa semakin panjang kedalaman tiang yang digunakan akan semakin baik untuk mereduksi penurunan yang terjadi. Kontribusi tiang dalam mendukung beban lebih besar pada kondisi lunak dari pada kondisi keras.

4.1.5 Pengembangan

Tanah lempung ekspansif memiliki potensi pengembangan yang tinggi ketika adanya perubahan kadar air. Hasil pengamatan tinggi pengembangan pada pelat dan tanah seperti ditampilkan pada Tabel 4.4. Pada pengujian ini didapatkan nilai pergerakan ke atas pelat pada benda uji III sebesar 14,42 cm dan kenaikan tanah sebesar 14,61 cm. Benda uji II didapatkan nilai pergerakan ke atas pelat sebesar 12,42 cm dan kenaikan tanah sebesar 13,66 cm. Benda uji I didapatkan nilai pergerakan ke atas pelat sebesar 12,11 cm dan kenaikan tanah sebesar 11,88 cm. Ketiga hasil tersebut menunjukkan nilai pengembangan terbesar yaitu pada benda uji III dan pengembangan terkecil pada benda uji I. Hasil pengujian tersebut juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Diana dkk., (2017) membuktikan bahwa nilai pengembangan yang tinggi pada pelat tanpa perkuatan. Gaya angkat akibat tekanan pengembangan ditahan oleh berat sendiri pelat. Pada pelat dengan perkuatan memiliki nilai tahanan yang lebih besar dikarenakan adanya gesekan antara struktur tiang dengan lapisan tanah, sehingga nilai modulus reaksi tanah dasar mengalami kenaikan.

Tabel 4.4 Pengembangan benda uji

Benda Uji	Pergerakan keatas pelat (cm)	Kenaikan permukaan tanah (cm)
III	14,42	14,61
II	12,42	13,66
I	12,11	11,88

4.1.6 Analisis Nilai Koefisien Reaksi Tanah Dasar

Berdasarkan analisis pengamatan terhadap pelat tanpa perkuatan tiang tunggal pada beban 0 kg sampai 190 kg di tengah (beban sentris) pelat, didapat parameter numeris berupa koefisien reaksi *subgrade* vertikal (k_v) pada kondisi kering dan basah dengan *loading* dan *unloading* beban. Terdapat pada Lampiran 3

Hasil analisis benda uji I, benda uji II dan benda uji III dengan kondisi keras dan lunak untuk nilai k_v terdapat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil uji pembebanan pelat dengan tiang tunggal dan tanpa tiang tunggal

Benda Uji	Kondisi	Tekanan (kN/m ²)	Loading Beban	
			Penurunan (m)	Nilai k_v (kN/m ³)
III (Tanpa Tiang)	Keras	18	$5,100 \times 10^{-4}$	$3,529 \times 10^4$
	Lunak	45,69	$1,873 \times 10^{-2}$	$2,439 \times 10^3$
II (Tiang 10 cm)	Keras	22	$5,700 \times 10^{-4}$	$3,860 \times 10^4$
	Lunak	35,65	$1,400 \times 10^{-2}$	$2,546 \times 10^3$
I (Tiang 20 cm)	Keras	5	$1,135 \times 10^{-4}$	$4,405 \times 10^4$
	Lunak	33,50	$1,090 \times 10^{-2}$	$3,073 \times 10^3$

Berdasarkan tabel 4.5 dari benda uji I, benda uji II, dan benda uji III berbanding lurus dengan nilai k_v . Hasil pengujian tersebut juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Diana dkk., (2016) Hal ini membuktikan bahwa semakin Panjang kedalaman tiang yang digunakan akan semakin baik untuk mereduksi penurunan yang terjadi pada perkerasan karena k_v merupakan salah satu parameter daya dukung tanah pada perkerasan.