

BAB IV

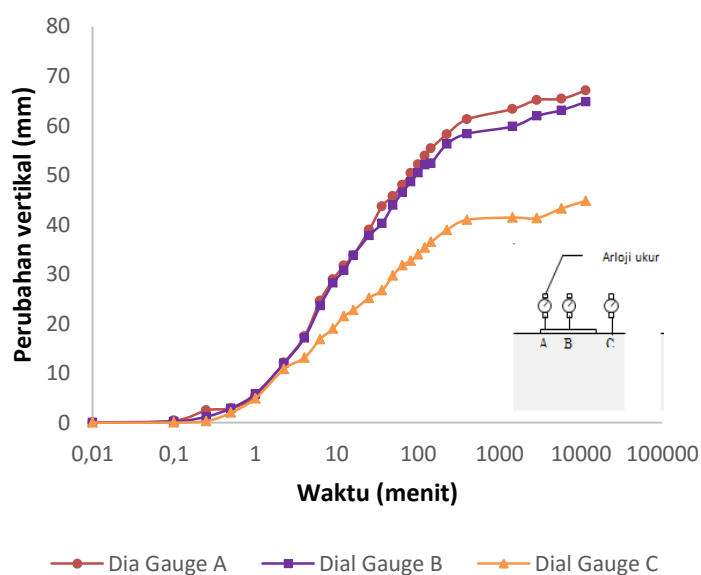
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

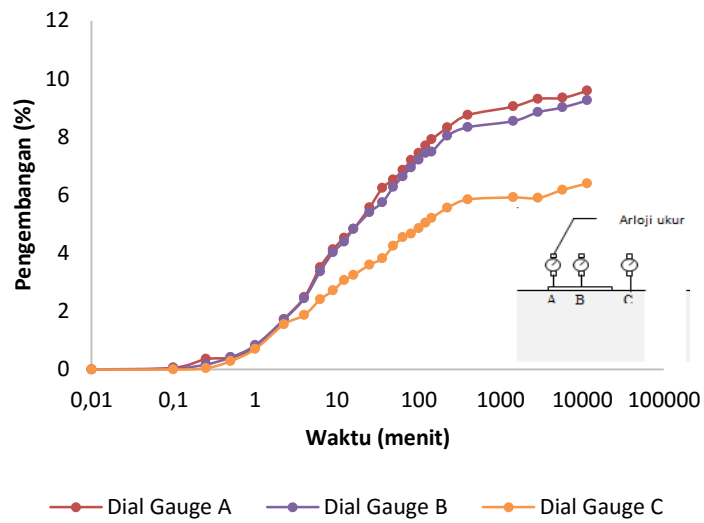
1. Tahap Pengembangan

Selama pengembangan, tanah dalam kondisi *undrained* yang menyebabkan kondisi tanah dalam keadaan tergenang air. Deformasi pada pelat fleksiglass akibat pengembangan tanah seiring waktu akan terus meningkat. Muntohar (2014) melakukan pengujian terhadap deformasi pelat fleksibel menunjukkan bahwa tanah yang didukung kolom kapur mampu mengurangi deformasi akibat pengembangan. Deformasi di atas pelat dan tanah dalam presentase diperoleh dari hasil perbandingan perubahan vertikal (mm) terhadap tinggi tanah awal. Berikut disajikan grafik hubungan antara perubahan vertikal terhadap waktu dan hubungan pengembangan terhadap waktu untuk setiap benda uji.

a. Tanah tanpa perkuatan kolom



(a)

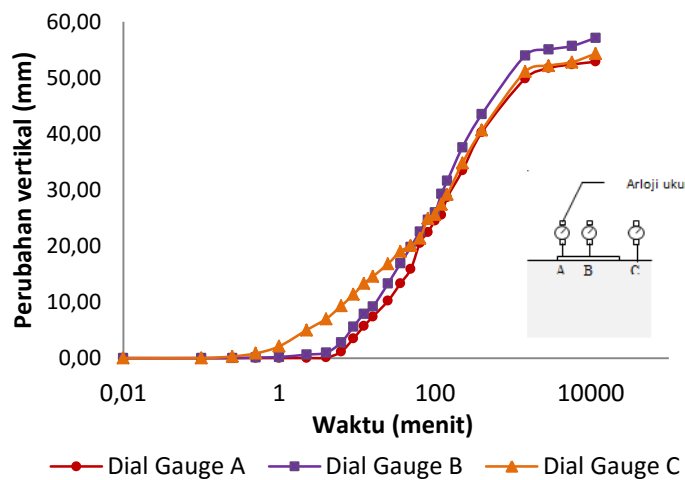


(b)

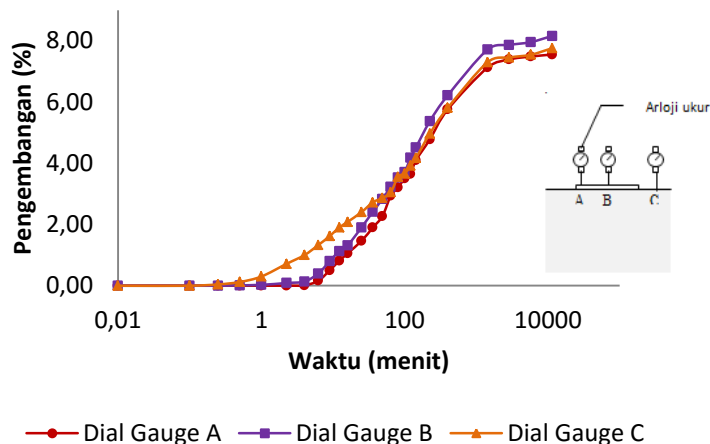
Gambar 4.1 Kurva (a) hubungan penurunan vertikal (mm) terhadap waktu (b) hubungan pengembangan (%) terhadap waktu

Berdasarkan hasil nilai pengembangan yang didapatkan pada benda uji tanah tanpa kolom, didapatkan nilai deformasi selama 4 hari pengembangan pada *dial gauge* A sebesar 67,09 (Gambar 4.1a) mm atau 9,58% (4.1b), *dial gauge* B sebesar 64,79 mm (Gambar 4.1a) atau 9,26% (Gambar 4.1b), dan *dial gauge* C sebesar 44,79 mm (Gambar 4.1a) atau 6,40% (Gambar 4.1b).

b. Tanah yang diperkuat kolom polos



(a)

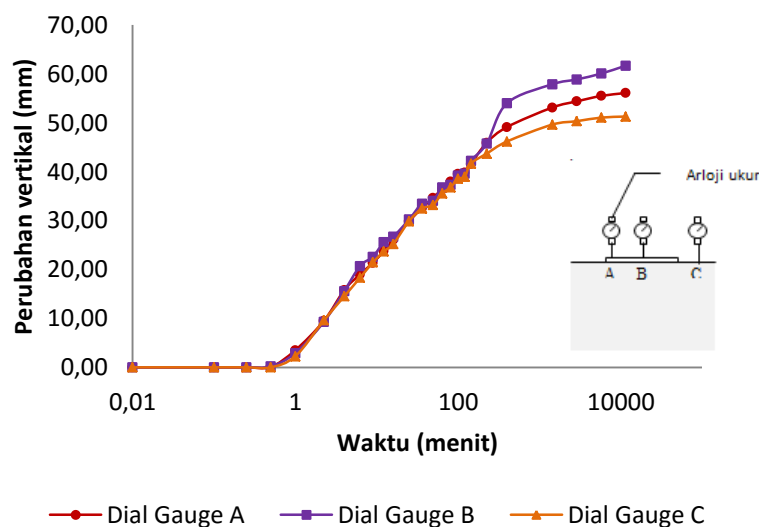


(b)

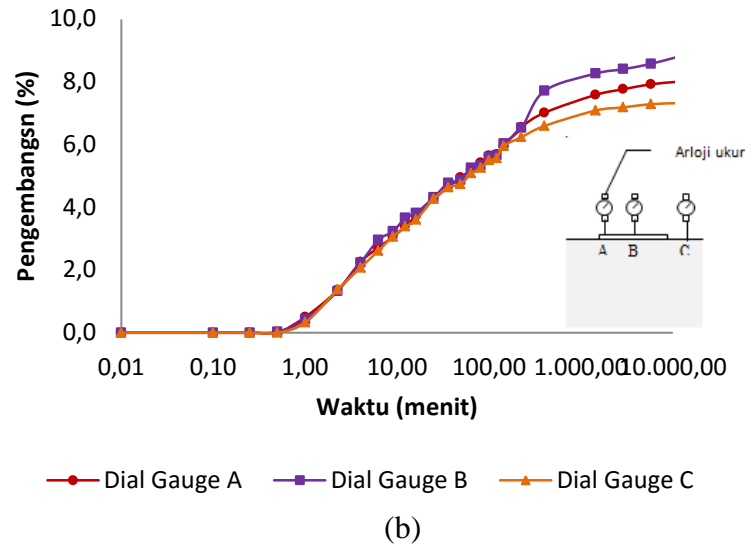
Gambar 4.2 Kurva (a) hubungan penurunan vertikal (mm) terhadap waktu (b) hubungan pengembangan (%) terhadap waktu

Berdasarkan hasil pengembangan yang didapatkan pada benda uji tanah yang diperkuat kolom polos, didapatkan nilai deformasi selama 4 hari pengembangan pada *dial gauge* A sebesar 52,86 mm (Gambar 4.2a) atau 7,55% (4.2b), *dial gauge* B sebesar 57,11 mm (Gambar 4.2a) atau 8,16% (Gambar 4.2b), dan *dial gauge* C sebesar 54,30 mm (Gambar 4.2a) 7,76% (Gambar 4.2b).

c. Tanah diperkuat kolom T-Shape



(a)



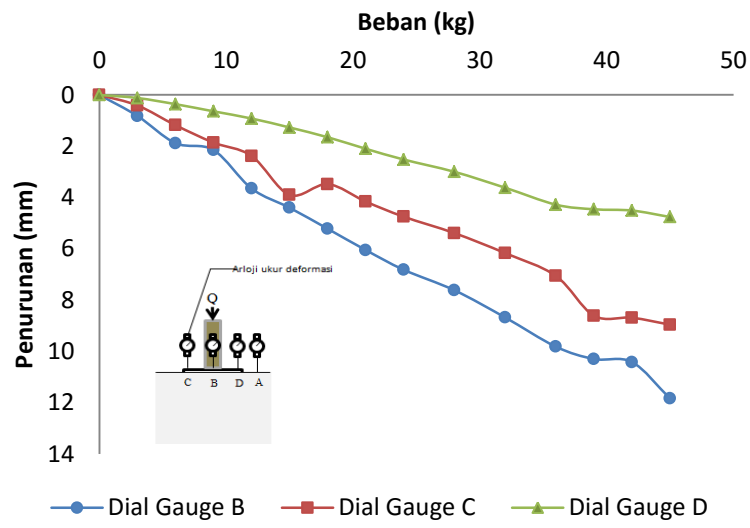
Gambar 4.3 Kurva (a) hubungan penurunan vertikal (mm) terhadap waktu (b) hubungan pengembangan (%) terhadap waktu

Berdasarkan hasil nilai pengembangan yang didapatkan dari grafik di atas pada benda uji tanah yang diperkuat kolom *T-Shape*, didapatkan nilai deformasi selama 4 hari pengembangan pada *dial gauge* A sebesar 56,05 mm (Gambar 4.3a) atau 8% (4.3b), *dial gauge* B sebesar 61,65 mm (Gambar 4.3a) atau 8,81% (Gambar 4.3b), dan *dial gauge* C sebesar 51,25 mm (Gambar 4.3a) 7,32% (Gambar 4.3b).

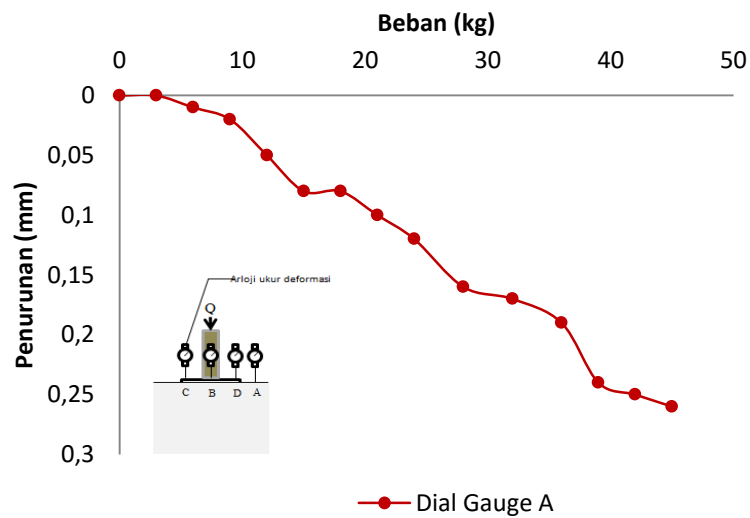
2. Tahap Pembebanan

Secara umum, defleksi pelat bertambah besar dengan bertambahnya tekanan atau beban yang bekerja di atas pelat (Muntohar, 2014). Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh grafik hubungan beban dan penurunan sebagai berikut.

a. Tanah tanpa perkuatan kolom



(a)

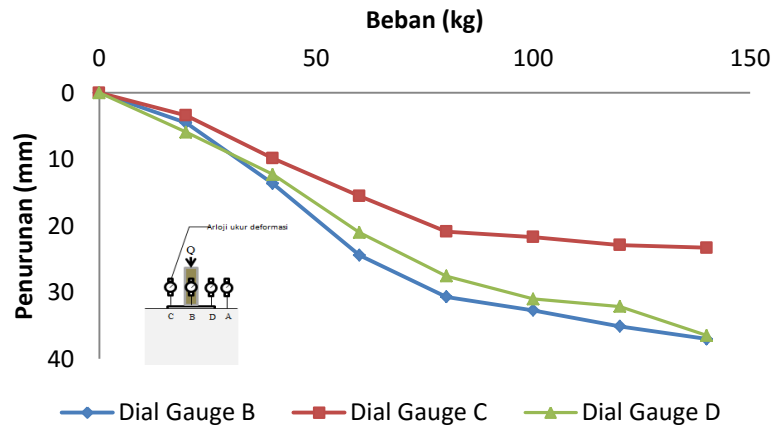


(b)

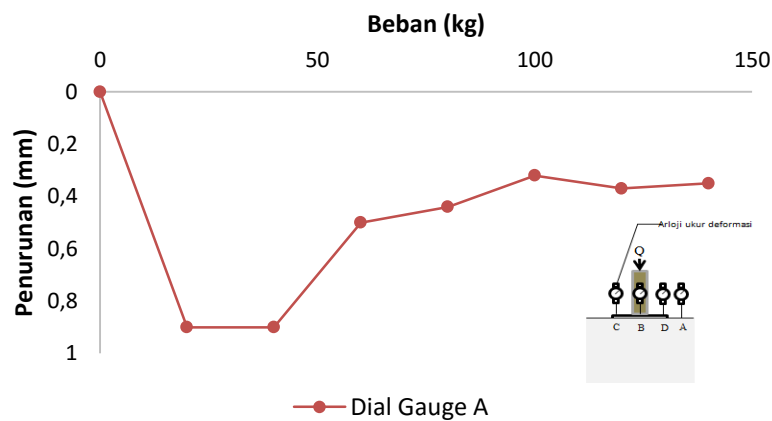
Gambar 4.4 Kurva hubungan beban terhadap penurunan (a) dial gauge B, C, dan D (b) dial gauge A

Berdasarkan hasil nilai pembebanan dari grafik di atas, didapatkan nilai deformasi pelat fleksi-glass setelah diberi beban 45 kg pada dial gauge A sebesar 0,26 mm (Gambar 4.4b), dial gauge B sebesar 11,84 mm (Gambar 4.4a), dan dial gauge C sebesar 8,96 mm (Gambar 4.4a), dial gauge D sebesar 4,76 mm (Gambar 4.4a). Pelat fleksibel pada drum uji yang tidak diperkuat kolom SiCC hanya mampu menahan beban 45 kg.

b. T anah yang diperkuat kolom polos



(a)

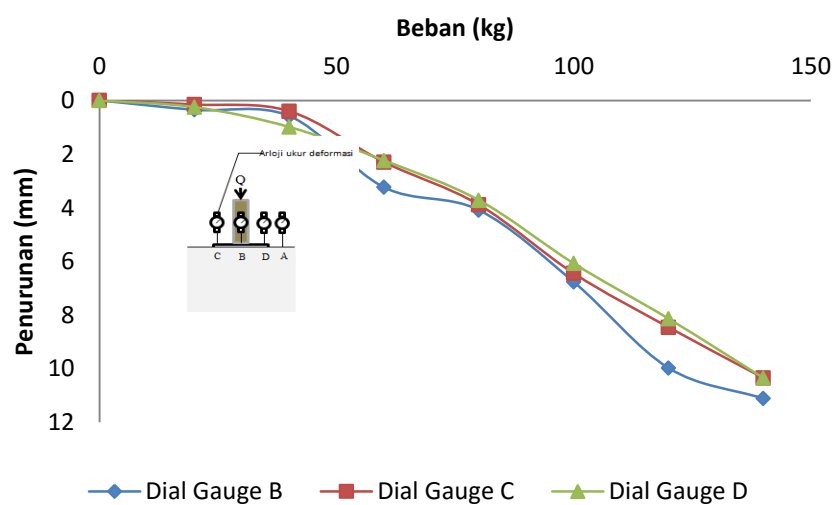


(b)

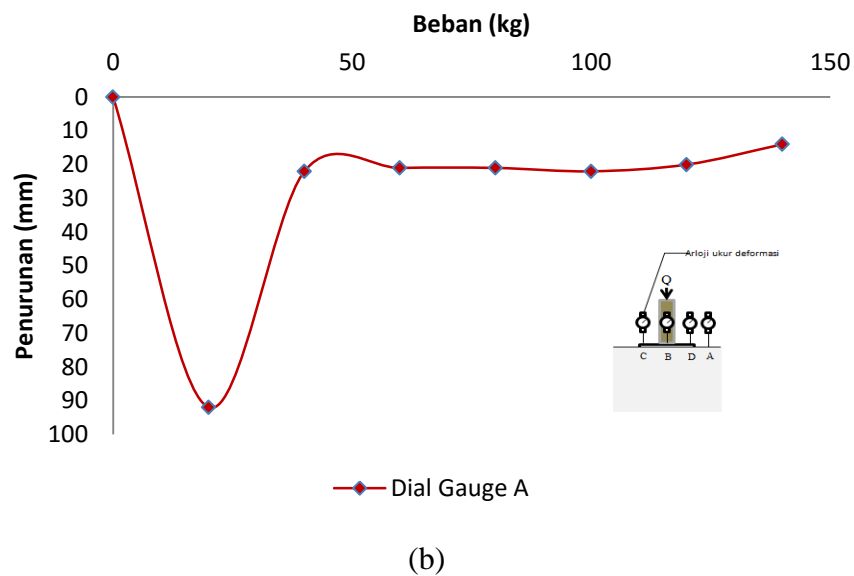
Gambar 4.5 Kurva hubungan beban terhadap penurunan (a) dial gauge B, C, dan D (b) dial gauge A

Berdasarkan hasil nilai pembebanan dari grafik di atas, didapatkan nilai deformasi pelat fleksibel setelah diberi beban 140 kg pada *dial gauge* A sebesar 37,01 mm (Gambar 4.5b), *dial gauge* B sebesar 37,01 mm (Gambar 4.5a), dan *dial gauge* C sebesar 23,28 mm (Gambar 4.5a), *dial gauge* D sebesar 36,48 mm (Gambar 4.5a). Perilaku pengembangan tanah di samping pelat atau pada pembacaan *dial gauge* A berbeda dengan *dial gauge* yang lain. Deformasi pada *dial gauge* A awalnya mengalami penurunan, namun seiring bertambahnya beban tanahnya mengalami pengembangan. Hal ini disebabkan karena semakin besar beban yang diberikan, maka tanah yang berada dekat dengan kolom akan mengalami deformasi ke arah lateral dan aksial sehingga menyebabkan tanah di samping yang awalnya mengalami penurunan, lambat laun akan mengembang. Selain itu, kapur aktif yang telah mati pada kolom SiCC akan bereaksi dengan mineral lempung ekspansif monmorillinit, sehingga mampu menetralkan muatan negatif lempung yang menyebabkan kemampuan tanah dalam menyerap air akan berkurang dan meningkatkan daya dukung tanah.

c. Tanah diperkuat kolom *T-Shape*



(a)



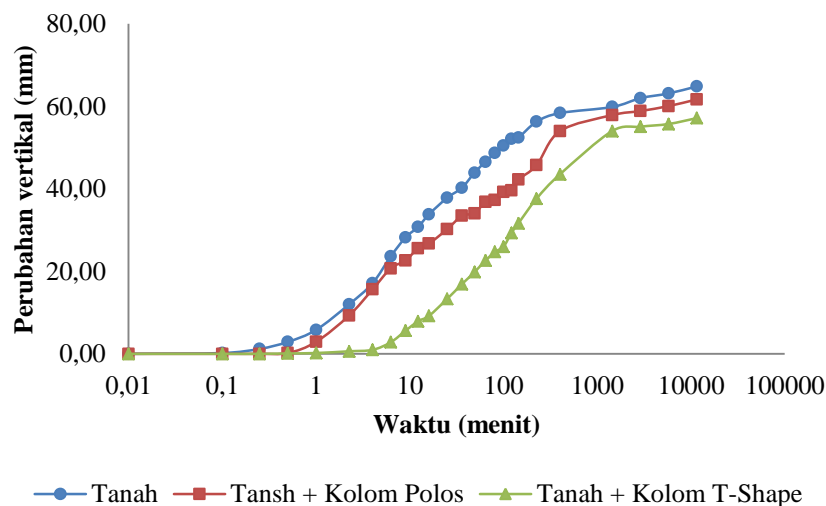
Gambar 4.6 Kurva hubungan beban terhadap penurunan (a) *dial gauge* B, C, dan D (b) *dial gauge* A

Berdasarkan hasil nilai pembebanan dari grafik di atas, didapatkan nilai deformasi pelat fleksibel setelah diberi beban 140 kg pada *dial gauge* A sebesar 0,14 mm (Gambar 4.6b), *dial gauge* B sebesar 11,12 mm (Gambar 4.6a), dan *dial gauge* C sebesar 10,35 mm (Gambar 4.6a), *dial gauge* D sebesar 10,35 mm (Gambar 4.6a). Sama halnya pada kolom polos, perilaku pengembangan tanah di samping pelat pada pembacaan *dial gauge* A berbeda dengan *dial gauge* yang lain. Deformasi pada *dial gauge* A awalnya mengalami penurunan, namun seiring bertambahnya beban tanahnya mengalami pengembangan. Hal ini disebabkan karena semakin besar beban yang diberikan, maka tanah yang berada dekat dengan kolom akan mengalami deformasi ke arah lateral dan aksial sehingga menyebabkan tanah di samping yang awalnya mengalami penurunan, lambat laun akan mengembang. Selain itu, kapur aktif yang telah mati pada kolom SiCC akan bereaksi dengan mineral lempung ekspansif monmorillinit, sehingga mampu menetralkan muatan negatif lempung yang menyebabkan kemampuan tanah dalam menyerap air akan berkurang dan meningkatkan daya dukung tanah.

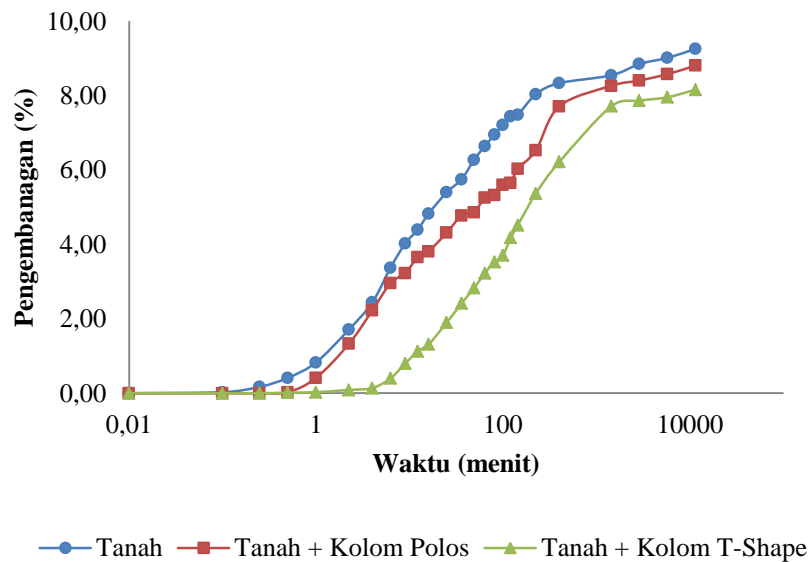
B. Pembahasan

1. Perilaku Deformasi Pelat Akibat Pengembangan

Selama pengembangan, tanah dalam kondisi *undrained* yang menyebabkan kondisi tanah dalam keadaan tergenang air. Deformasi pada pelat fleksiglass akibat pengembangan tanah seiring waktu akan terus meningkat. Muntohar (2014) melakukan pengujian terhadap deformasi pelat fleksibel menunjukkan bahwa tanah yang didukung kolom kapur mampu mengurangi defleksi akibat pengembangan dan beban. Pada gambar 4 ditunjukkan grafik hubungan persen pengembangan dan grafik hubungan perubahan vertikal terhadap waktu. Hasil menunjukkan bahwa defleksi pelat fleksiglass tanpa diperkuat kolom selama 4 hari penjuenan akibat pengembangan adalah sebesar 9,26% (Gambar 4.7a) atau sebesar 64,79 mm (Gambar 4.7b). Sementara defleksi terhadap pelat fleksibel yang diperkuat oleh kolom polos sebesar 8,81% (Gambar 4.7a) atau sebesar 61,65 mm (gambar 4.7b). Selanjutnya, tanah yang diperkuat menggunakan kolom *T-Shape*, defleksi terhadap pelat akibat pengembangan adalah sebesar 8,16% (gambar 4.7a) atau sebesar 57,11 mm (Gambar 4.7b).



(a)



(b)

Gambar 4.7 Hubungan (a) pengembangan dan waktu ditengah pelat dan (b) perubahan vertikal dan waktu di tengah pelat

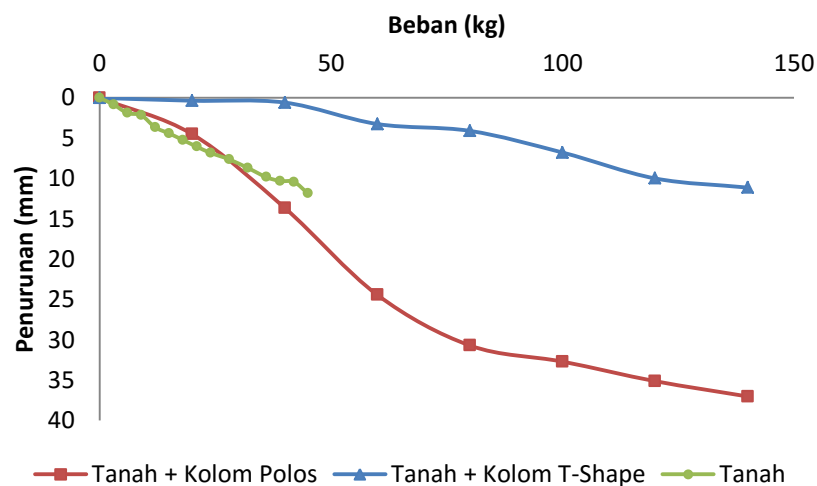
Presentase perbedaan vertikal diperoleh dari perbandingan antara penurunan terhadap tinggi tanah awal. Nilai perbedaan defleksi pelat fleksibel di atas tanah lempung dengan dan tanpa perkuatan kolom SiCC relatif kecil. Hal ini disebabkan oleh kolom-kolom yang masih berada di zona aktif pengembangan (*active zone*). Model kolom yang digunakan adalah model *floating piles* yang mana antara tanah dan kolom hanya berupa hubungan mekanis (*mechanically improved*), sehingga ketika terjadi pengembangan maka hasil yang diperoleh tidak terlalu berbeda jauh.

2. Perilaku Deformasi Pelat Akibat Pembebanan

Perilaku sistem fondasi pelat *fleksiglass* yang didukung oleh kolom-kolom terhadap beban yang bekerja di atasnya seperti disajikan pada Gambar 4.8. Secara

umum, defleksi pelat bertambah besar dengan bertambahnya tekanan atau beban yang bekerja di atas pelat (Muntohar, 2014). Gambar 4.8 menunjukkan hasil bahwa defleksi pelat yang terjadi pada tanah tanpa kolom cukup besar, yaitu sekita 11,84 mm untuk beban 45 kg. Pelat fleksiglass di atas tanah tanpa kolom hanya mampu menahan beban sampai 45 Kg. Selanjutnya, defleksi pelat fleksiglass di atas tanah lempung yang diperkuat oleh kolom polos dan kolom T-Shape dengan beban 140 kg masing-masing 35,1 mm dan 9,05 mm. Hasil menunjukkan bahwa tanah yang diperkuat oleh kolom *T-Shape* mampu mengurangi defleksi yang terjadi pada pelat akibat beban mencapai 4 kali. Kondisi kolom seperti *floating piles* menyebabkan beban yang terima oleh pelat fleksiglass yang diperkuat kolom SiCC akan dilawan oleh gesekan (*friction*) yang terjadi antara kolom dan tanah lempung.

Perbesaran kepala kolom mampu meningkatkan daya atau kemampuan kolom (*column efficacy*) dalam menerima dan meneruskan beban ke tanah di sekitarnya. Liu dkk. (Dalam Mahardika, 2012) menyebutkan penggunaan kolom dengan perbesaran di bagian kepala menghasilkan bidang kontak yang lebih besar, sehingga beban yang bekerja di permukaan pelat akan lebih besar yang diteruskan ke kepala kolom



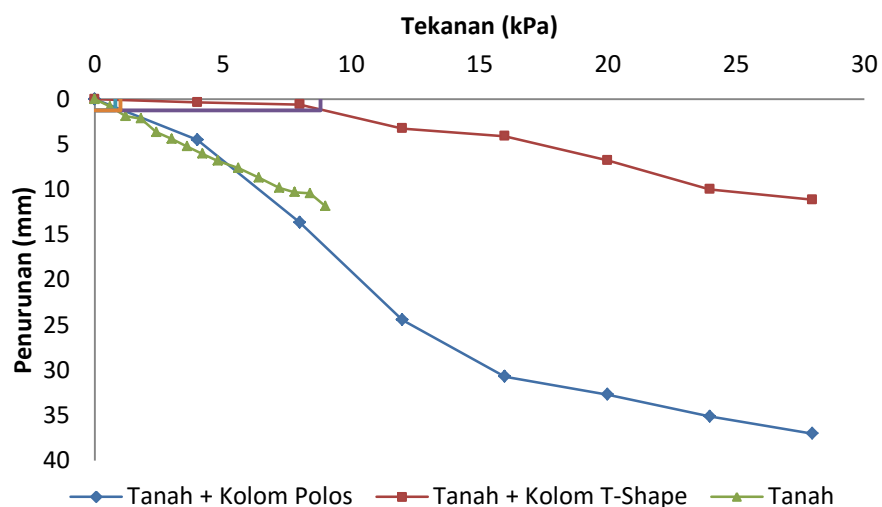
Gambar 4.8 Hubungan beban dan penurunan di tengah

3. Pengaruh Kolom SiCC Terhadap Modulus Reaksi Tanah Dasar

Modulus reaksi tanah dasar merupakan perbandingan antara tekanan terhadap penurunan. Pada tekanan yang sama, semakin besar penurunan yang terjadi pada pelat fleksibel maka semakin kecil nilai modulus reaksi tanah dasarnya (Hardiyatmo, 2009). Berdasarkan STM D1196 nilai modulus reaksi tanah dasar pada tanah tanpa diperkuat kolom adalah sebesar $6,4 \times 10^{-4} \text{ N/mm}^3$ (Tabel 4.1), tanah yang diperkuat oleh kolom polos adalah sebesar $8 \times 10^{-4} \text{ N/mm}^3$ (Tabel 4.1), dan tanah yang diperkuat dengan kolom *T-Shape* adalah sebesar $7.04 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^3$ (Tabel 4.1). Hasil menunjukkan bahwa tanah lempung ekspansif yang diperkuat oleh kolom *T-Shape* mempunyai nilai modulus reaksi tanah dasar 9 kali lipat lebih besar dibandingkan dengan tanah yang diperkuat kolom polos dan 11 kali lipat lebih besar dibandingkan dengan tanah tanpa kolom.

Tabel 4.1 Nilai Tekanan dan Modulus Reaksi Tanah Dasar

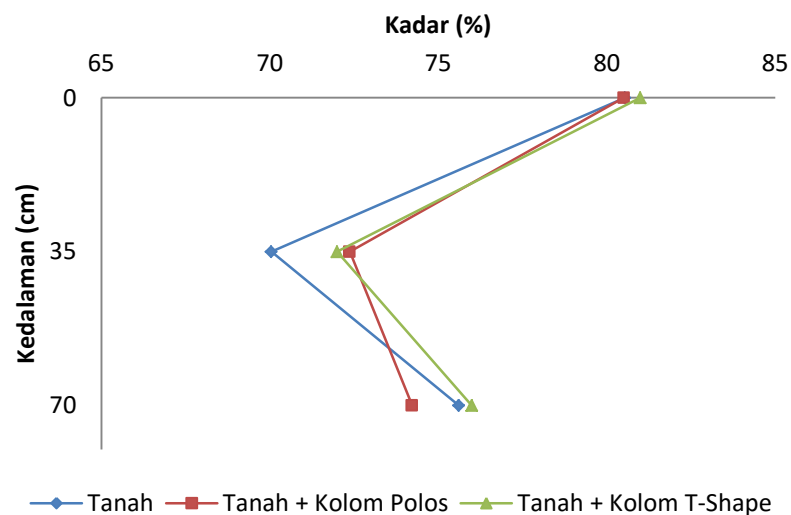
Benda Uji	Tekanan, P (N/mm ²)	k = P/Δ (N/mm ³)
Tanah	0,0008	$6,4 \times 10^{-4}$
Tanah + Kolom Polos	0,001	8×10^{-4}
Tanah + Kolom <i>T-Shape</i>	0,0088	7.04×10^{-3}



Gambar 4.9 Hubungan tekanan dan penurunan di tengah pelat

4. Kada Air Setelah Pengujian

Kadar air setelah pengujian diambil dari setiap drum uji dengan kedalaman pengambilan sampel adalah 0, 35, dan 70 cm. Gambar 4.10 menunjukkan bahwa kadar air untuk drum uji berisi tanah pada kedalaman 0, 35, dan 70 cm berturut-turut adalah 81%, 70%, dan 76%. Kada air untuk drum uji berisi tanah yang diperkuat kolom polos adalah 81%, 72%, dan 84%. Selanjutnya, kadar air untuk drum uji yang diperkuat kolom *T-Shape* berturut-turut adalah 81%, 72%, dan 76%.



Gambar 4.10 Kadar air setelah pengujian