

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Hasil Pengujian *Index Properties***

Hasil pengujian *index properties* tanah yang berfungsi untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik dari tanah yang digunakan untuk pengujian utama. Hasil kadar air awal yang diperoleh untuk tanah lempung ekspansif sebesar 15,3 % dengan berat jenis sebesar 2,69. Hasil pengujian batas cair dan batas plastis sebesar 95,80% dan 29,13% dengan indeks plastisitas sebesar 66,66%. Pengujian distribusi ukuran butir tanah dilakukan dengan menggunakan dua metode analisis yaitu analisis saringan dan analisis hidrometer. Pada pengujian distribusi ukuran butir tanah diperoleh untuk persen fraksi butiran lolos saringan no.200 sebesar 89,65 %, pada klasifikasi *USCS* termasuk kedalam kategori *CH* yaitu *C* untuk lempung *inorganik* dan *H* untuk plastisitas tinggi, serta pada klasifikasi *AASHTO* termasuk kedalam kategori *A-7-6*, grafik dapat dilihat pada Lampiran 1.

#### **4.2. Kadar Air Benda Uji**

Kembang susut yang terjadi pada tanah lempung ekspansif dipengaruhi oleh kadar air. Hasil dari penelitian yaitu kadar air sebesar 98,7 % dengan derajat kejenuhan sebesar 164,7 %. Dari hasil penelitian dapat dikatakan bahwa nilai kadar air berbanding lurus dengan derajat kejenuhan. Semakin besar nilai kadar air maka semakin besar derajat kejenuhan, sehingga tanah lempung ekspansif mulai kehilangan daya dukung.

#### **4.3. Hasil Pengujian Utama**

##### **4.3.1. Hasil Uji Pembebanan Model Pelat Terpaku Pada Kondisi Kering**

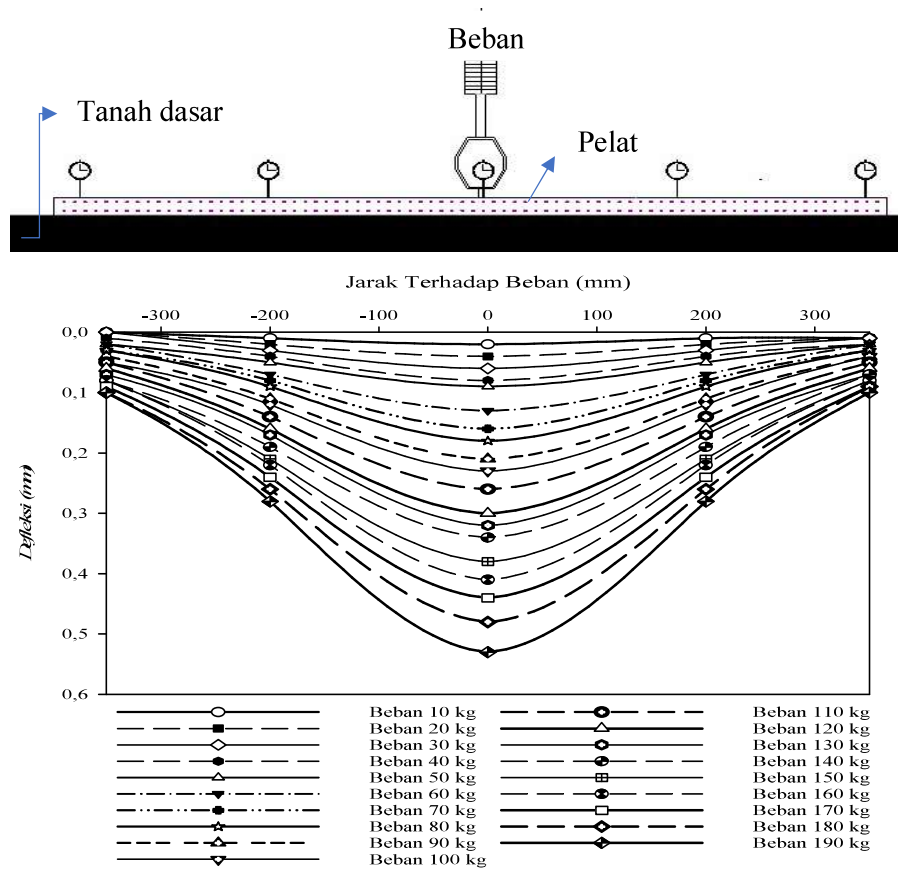
Pengujian pembebanan bertujuan untuk mengetahui perilaku pelat terhadap pembebanan, serta membandingkan perilaku sebelum pengembangan (kondisi kering) dan setelah pengembangan (kondisi basah). Pengujian pembebanan dilakukan dengan cara beban diletakan di tengah – tengah pelat dengan beban 0 kg sampai 190 kg dengan interval 10 kg, sehingga didapatkan nilai *defleksi* yang diukur dari jarak beban ke titik tinjauan. Pada pengujian untuk setiap kali

penambahan beban dan *defleksi* ditentukan pada saat kecepatan penurunan mencapai 0,03 mm/menit (ASTM D 1195). Selain itu, dilakukan pengujian *loading* dan *unloading*. Hasil pengujian pembebanan pada saat *loading* pada beban 190 kg terdapat pada Tabel 4.1.

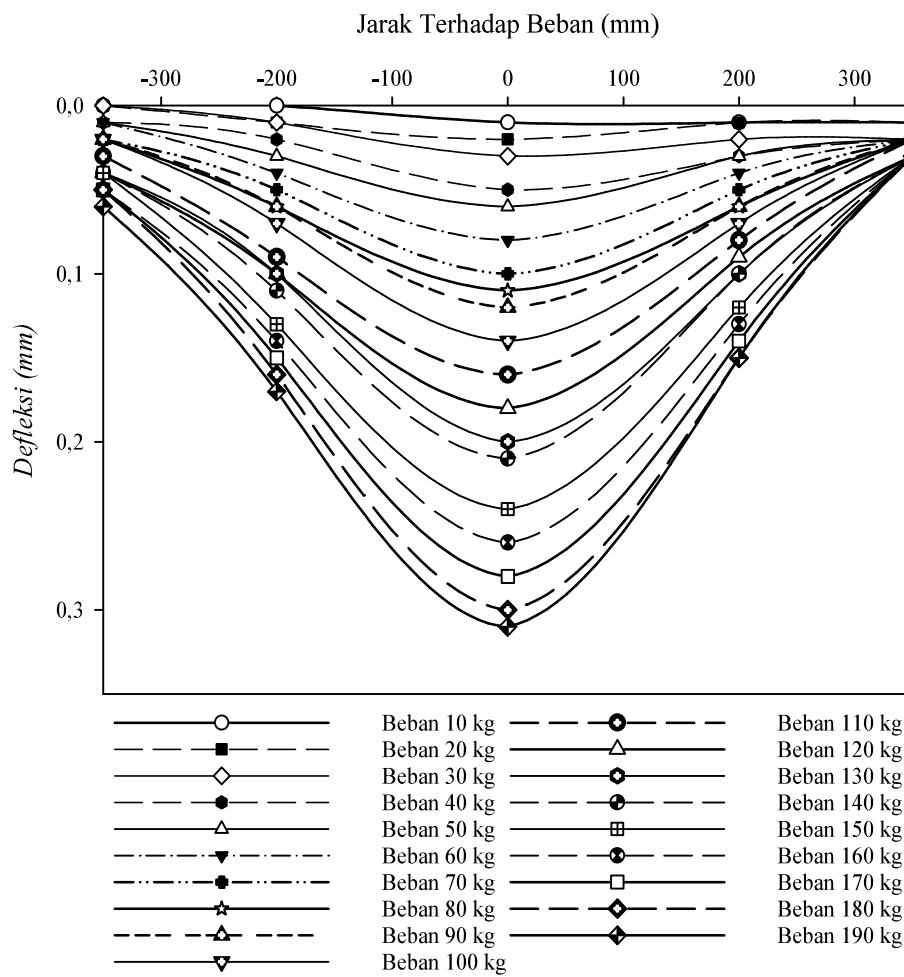
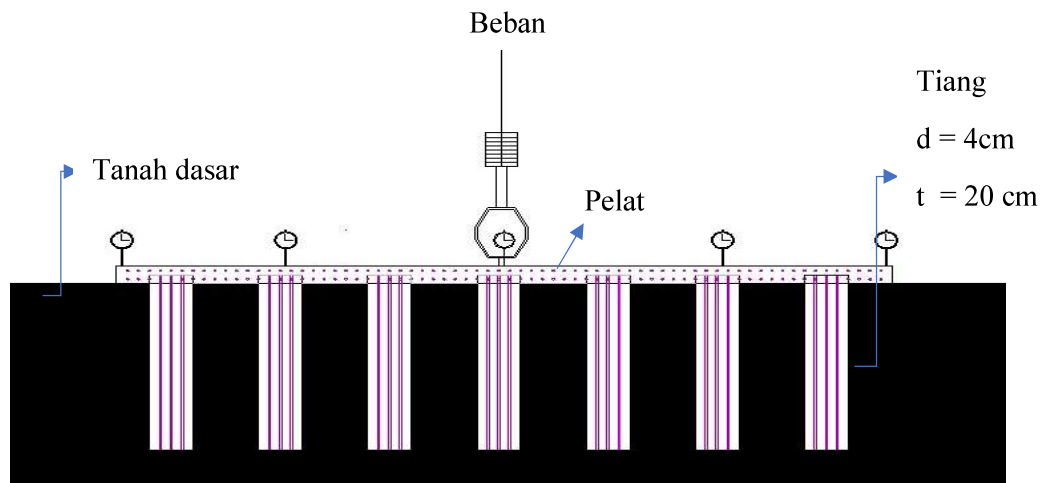
Tabel 4. 1 Hasil pengaruh penambahan beban (P=190 kg) terhadap *defleksi* pelat

Benda Uji	<i>Defleksi pada loading</i> beban (mm)				
	Jarak terhadap beban (mm)				
	-350	-200	0	200	350
1	0,10	0,28	0,53	0,28	0,10
2	0,06	0,17	0,31	0,15	0,03
3	0,12	0,22	0,35	0,17	0,04

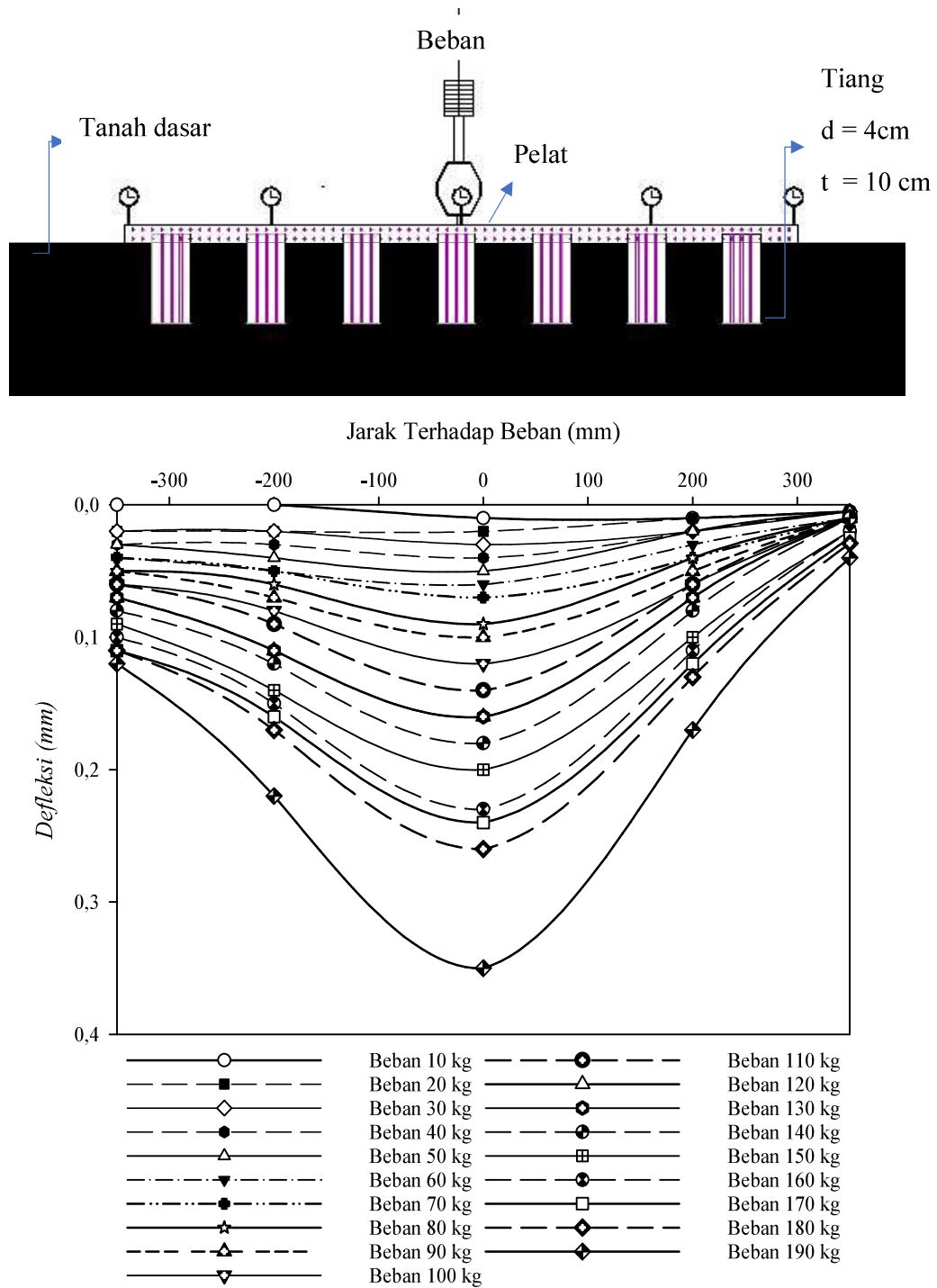
Berdasarkan tabel 4.1 diperoleh hasil *defleksi* untuk ketiga benda uji dapat dilihat pada Gambar 4.1 sampai Gambar 4.3. Hasil dari persentase reduksi *defleksi* karena pengaruh pemasangan atau perkuatan pelat untuk *defleksi* tepat dibawah beban sebesar 41,5 %.



Gambar 4. 1 Grafik hubungan *defleksi* dengan jarak terhadap beban pada saat *loading* pelat tanpa tiang saat kondisi tanah kering



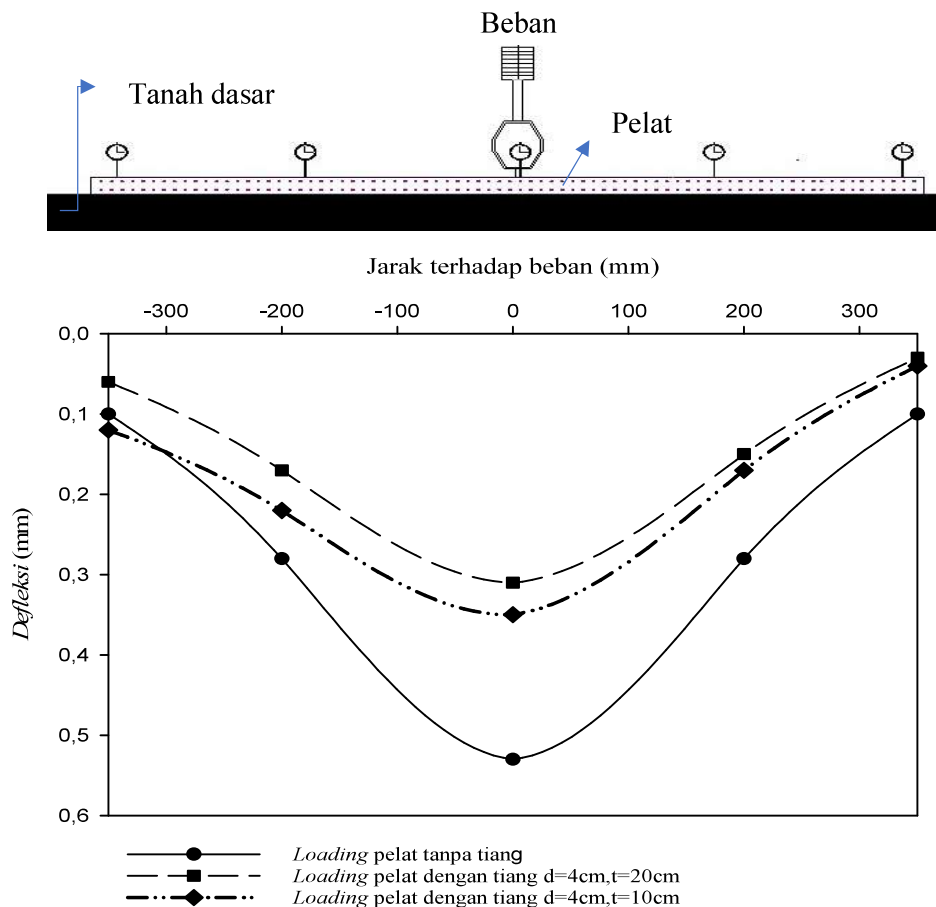
Gambar 4.2 Grafik hubungan defleksi dengan jarak terhadap beban pada saat loading pelat dengan tiang  $d=4\text{cm}$ ,  $t=20\text{ cm}$  saat kondisi tanah kering



Gambar 4.3 Grafik hubungan *defleksi* dengan jarak terhadap beban pada saat *loading* pelat dengan tiang  $d=4\text{ cm}$ ,  $t=10\text{ cm}$  saat kondisi tanah kering

Gambar diatas menunjukkan hasil pembebanan antara *defleksi* dan jarak terhadap beban yang terjadi pada ketiga benda uji. Dari ketiga benda uji tersebut

dapat dibandingkan untuk mengetahui perbedaan *defleksi* yang terjadi pada ketiga benda uji tersebut.



Gambar 4.4 Grafik perbandingan *defleksi* dengan jarak terhadap beban pada ketiga benda uji pada beban ( $P=190$  kg) kondisi kering

Pada Gambar 4.4 dapat disimpulkan bahwa *defleksi* pada pelat tanpa tiang lebih besar dibandingkan pelat dengan tiang  $d=4\text{cm}$ ,  $t=20\text{ cm}$ , dan perbedaan panjang pada tiang dapat menyebabkan *defleksi* yang terjadi pada pelat dengan tiang  $d=4\text{cm}$ ,  $t=20\text{ cm}$  lebih kecil dibandingkan pelat dengan tiang  $d=4\text{cm}$ ,  $t=10\text{cm}$ . Hasil pengujian tersebut dapat dikatakan bahwa penambahan tiang dapat memperkecil lendutan yang dialami oleh pelat serta menambah kekuatan pelat dalam menahan beban. Adanya dukungan dari tiang dan komponen gesekan tiang dengan tanah disekitarnya, sehingga semakin panjang tiang gesekan semakin besar.

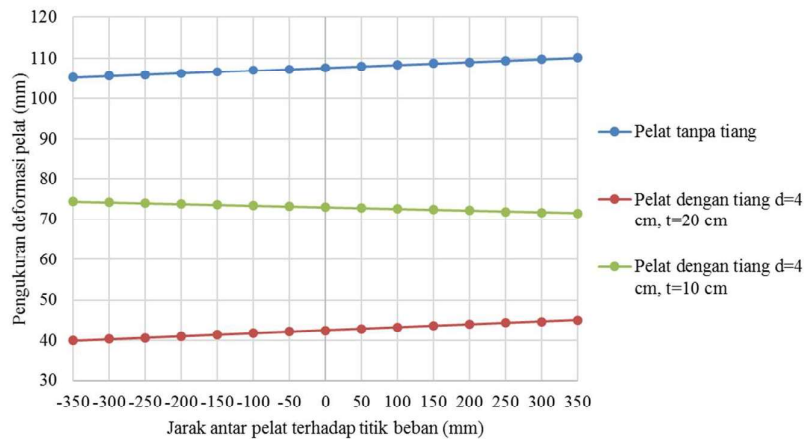
#### 4.3.2. Hasil Pengaruh Perkuatan Tiang Pada Pelat terhadap Pengembangan Tanah

Grafik perbandingan pengaruh perkuatan tiang pada pelat terhadap pengembangan tanah dapat dilihat pada Gambar 4.8. Benda uji I pelat tanpa tiang, deformasi maksimum yang terjadi sebesar 132,18 mm dan deformasi terendah sebesar 108,38 mm, Benda uji II pelat dengan tiang diameter 4 cm dan tinggi 20 cm, deformasi maksimum yang terjadi sebesar 80,40 mm dan deformasi terendah sebesar 54,60 mm, Benda uji III pelat dengan tiang diameter 4 cm dan tinggi 10 cm, deformasi maksimum yang terjadi sebesar 108,31 mm dan deformasi terendah sebesar 79,43 mm. Tabel 4.2. menunjukkan rekapitulasi deformasi maksimum dan minimum pelat yang terjadi pada 3 benda uji.

Tabel 4. 2 Deformasi pelat pada sistem pelat terpaku

No.	Ukuran Pelat 30 cm × 70 cm × 2 cm		Deformasi Pelat (mm)	
	Panjang Tiang (cm)	Diameter Tiang (cm)	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
1	0	0	108,38	132,18
2	20	4	54,60	80,40
3	10	4	79,43	108,31

Berdasarkan Tabel 4.2 diperoleh perbandingan deformasi (*upward movement*) model pelat akibat pengembangan tanah dasar untuk ketiga benda uji dapat dilihat pada Gambar 4.5. Hasil dari persentase reduksi *upward movement* dari pelat akibat pemasangan tiang sebesar 49,6 %.



Gambar 4. 5 Perbandingan deformasi (*upward movement*) model pelat akibat pengembangan tanah dasar

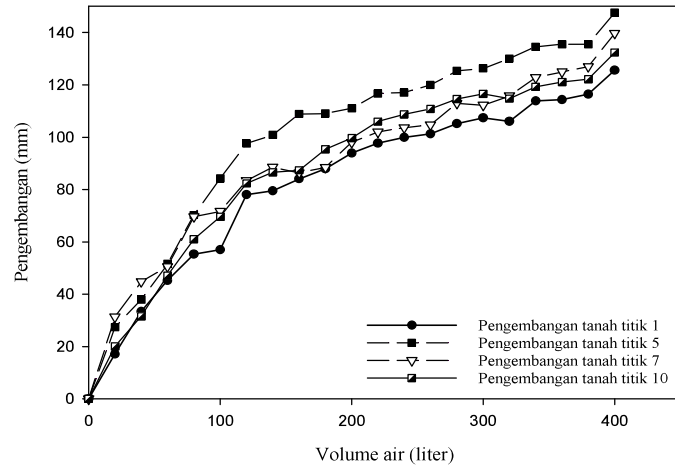
Dari gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa *displacement* akibat pembasahan tanah dasar pada pelat tanpa tiang lebih besar dibandingkan dengan pelat dengan tiang  $d = 4$  cm,  $t = 20$  cm, pelat tanpa tiang lebih kecil dibandingkan pelat dengan tiang  $d = 4$  cm,  $t = 10$  cm, serta pelat dengan tiang  $d = 4$  cm,  $t = 20$  cm lebih kecil dibandingkan dengan pelat dengan tiang  $d = 4$  cm,  $t = 10$  cm. Dari hasil penelitian disimpulkan pelat dengan tiang – tiang pendek mampu menjaga kontak yang baik dan mampu menahan pengembangan tanah. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Diana dkk,(2017) membuktikan bahwa nilai pengembangan yang tinggi pada pelat tanpa perkuatan. Hal ini disebabkan oleh perubahan kadar air yang signifikan sehingga merubah struktur tanah. Penelitian ini menunjukkan bahwa perpindahan tanah di sekitar tiang tidak seragam. Peningkatan terjadi disekitar tiang dengan jarak yang paling terjauh. Gaya angkat dipengaruhi oleh tekanan pengembangan, tiang berfungsi untuk menahan gaya angkat, semakin panjang tiang gaya angkat semakin kecil.

Pembasahan benda uji akan memicu pengembangan pada tanah, pelat akan mengalami *displacement* ke atas akibat mengembangnya tanah dasar. Pembasahan tersebut dapat menyebabkan permukaan tanah yang tidak tertutupi pelat akan mengembang, akibatnya bagian tepi – tepi pelat dan ujung pelat terangkat. Perkuatan pada tiang mampu menahan pelat dan mereduksi *displacement* ke atas pelat. Gaya perlawanan yang terjadi diperoleh dari berat sendiri tiang, berat sendiri pelat, dan tahanan gesek tiang.

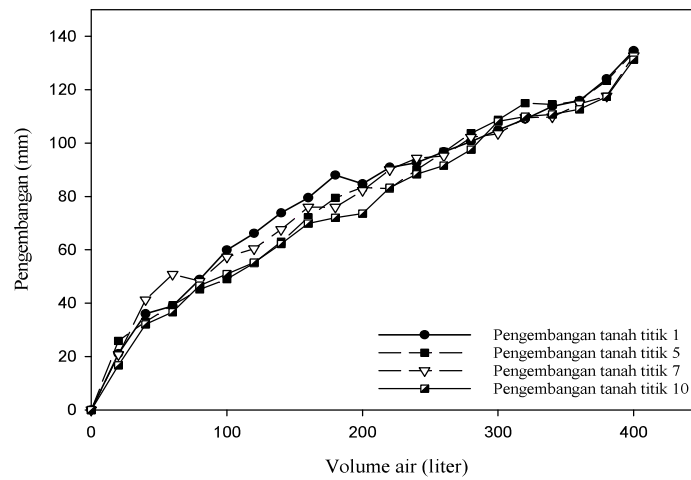
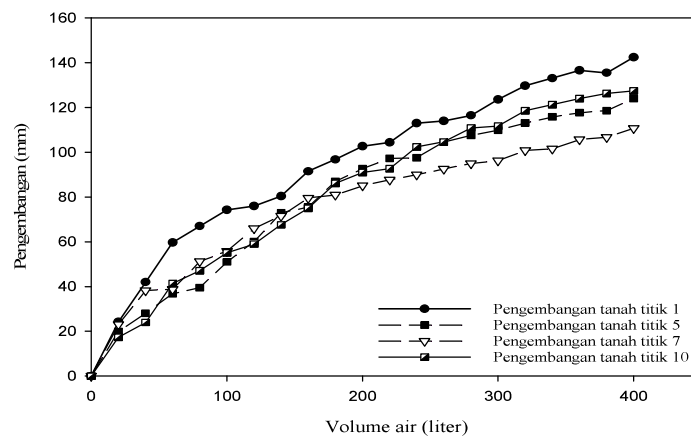
Gambar 4.6 menunjukkan ilustrasi titik pengujian pengembangan tanah. Gambar 4.7 menunjukkan perbandingan pengembangan pelat akibat pembasahan pada benda uji. Pengujian pengembangan tanah menggunakan tiga macam benda uji, yaitu benda uji I pelat tanpa tiang, benda uji II pelat dengan tiang  $d = 4$  cm,  $t = 20$  cm, serta benda uji III pelat dengan tiang  $d = 4$  cm,  $t = 10$  cm.



Gambar 4. 6 Ilustrasi titik pengujian pengembangan tanah



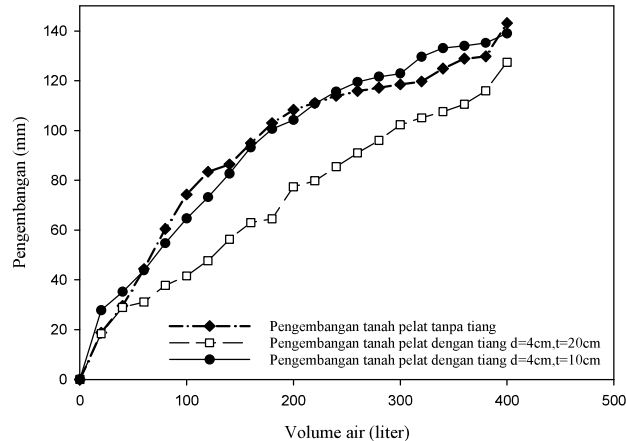
(a) Pelat tanpa tiang

(b) Pelat dengan tiang  $d = 4$  cm,  $t = 20$  cm(c) Pelat dengan tiang  $d = 4$  cm,  $t = 10$  cm

Gambar 4. 7 Pengembangan tanah dasar akibat pembasahan



Gambar 4.8 menunjukkan hasil pengembangan tanah dasar akibat pembasahan yang terjadi pada ketiga benda uji. Dari ketiga benda uji tersebut dapat dibandingkan untuk mengetahui perbedaan pengembangan tanah yang terjadi pada ketiga benda uji tersebut.



Gambar 4.8 Perbandingan pengembangan tanah yang terjadi pada sistem pelat terpaku kondisi basah

Pada Gambar 4.8 dapat disimpulkan bahwa pengembangan pada pelat tanpa tiang lebih besar dibandingkan pelat dengan tiang  $d=4\text{cm}$ ,  $t=20\text{ cm}$ , dan perbedaan panjang pada tiang dapat menyebabkan pengembangan yang terjadi pada pelat dengan tiang  $d=4\text{cm}$ ,  $t=20\text{ cm}$  lebih kecil dibandingkan pelat dengan tiang  $d=4\text{cm}$ ,  $t=10\text{cm}$ .

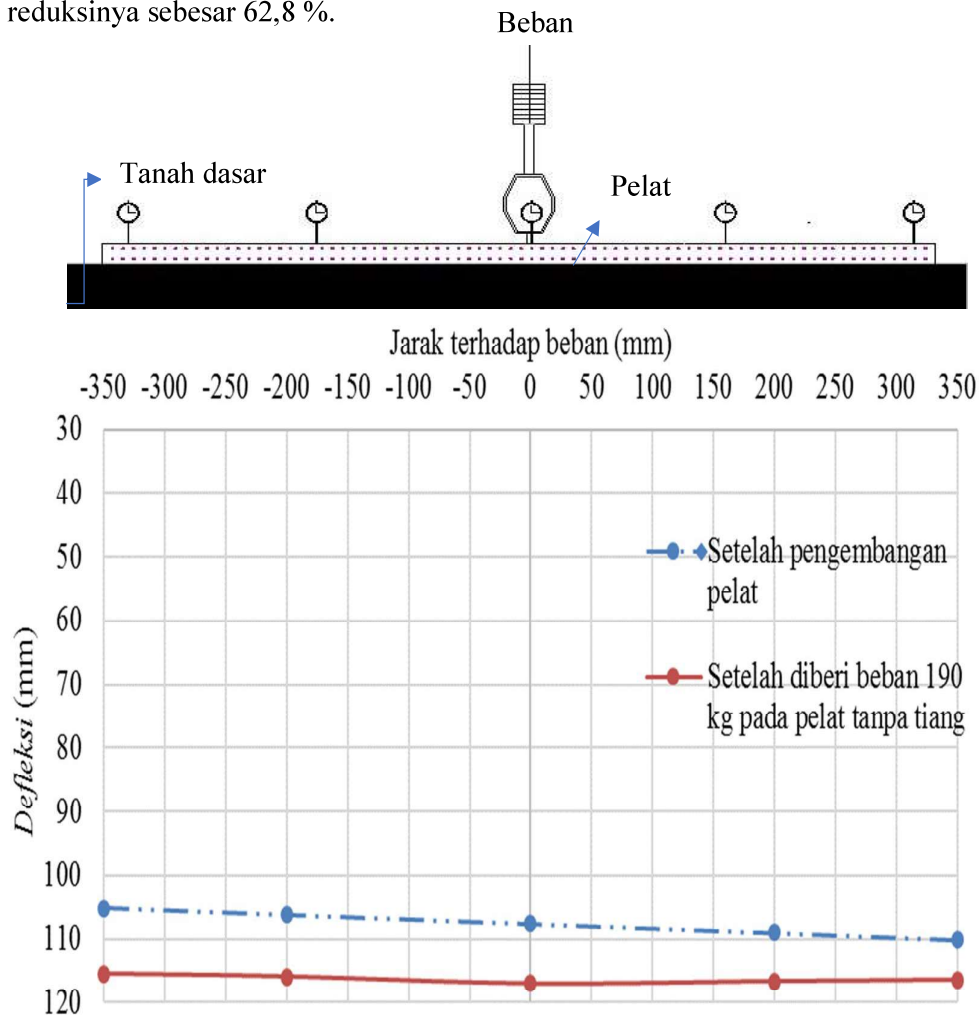
#### 4.3.3. Hasil Uji Pembebanan Model Pelat Terpaku Pada Kondisi Basah

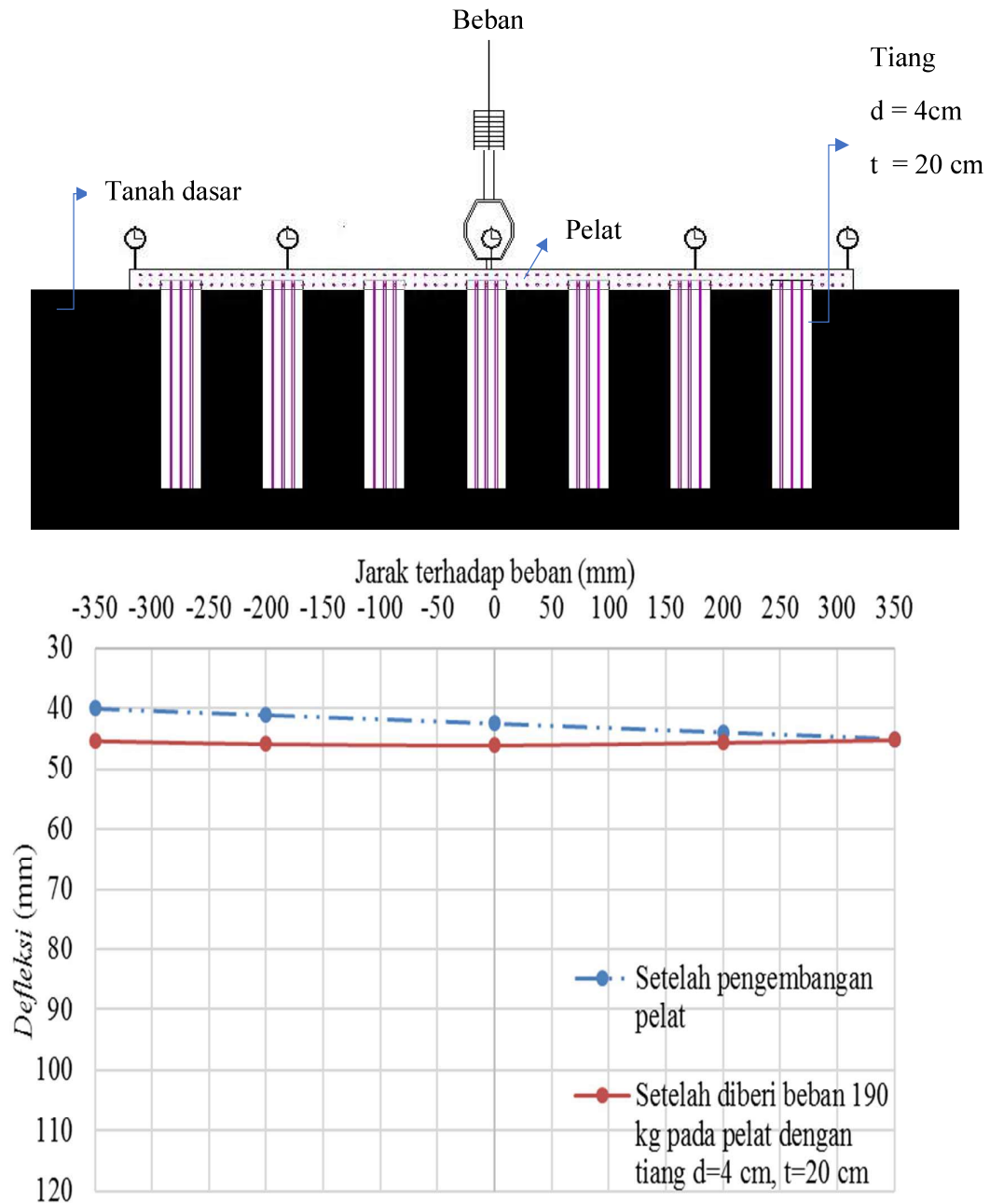
Pengujian pembebanan bertujuan untuk mengetahui perilaku pelat terhadap pembebanan, serta membandingkan perilaku sebelum pengembangan (kondisi kering) dan setelah pengembangan (kondisi basah). Pengujian pembebanan dilakukan dengan cara beban diletakan di tengah – tengah pelat dengan beban 0 kg sampai 190 kg, sehingga didapatkan nilai *defleksi* yang diukur dari jarak beban ke titik tinjauan. Pada pengujian untuk setiap kali penambahan beban dan *defleksi* ditentukan pada saat kecepatan penurunan mencapai 0,03 mm/menit (ASTM D 1195). Selain itu, dilakukan pengujian *loading* dan *unloading*. Hasil pengujian pembebanan pada saat *loading* dan *unloading* pada beban 190 kg terdapat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil pengaruh penambahan beban ( $P=190$  kg) terhadap *defleksi* pelat

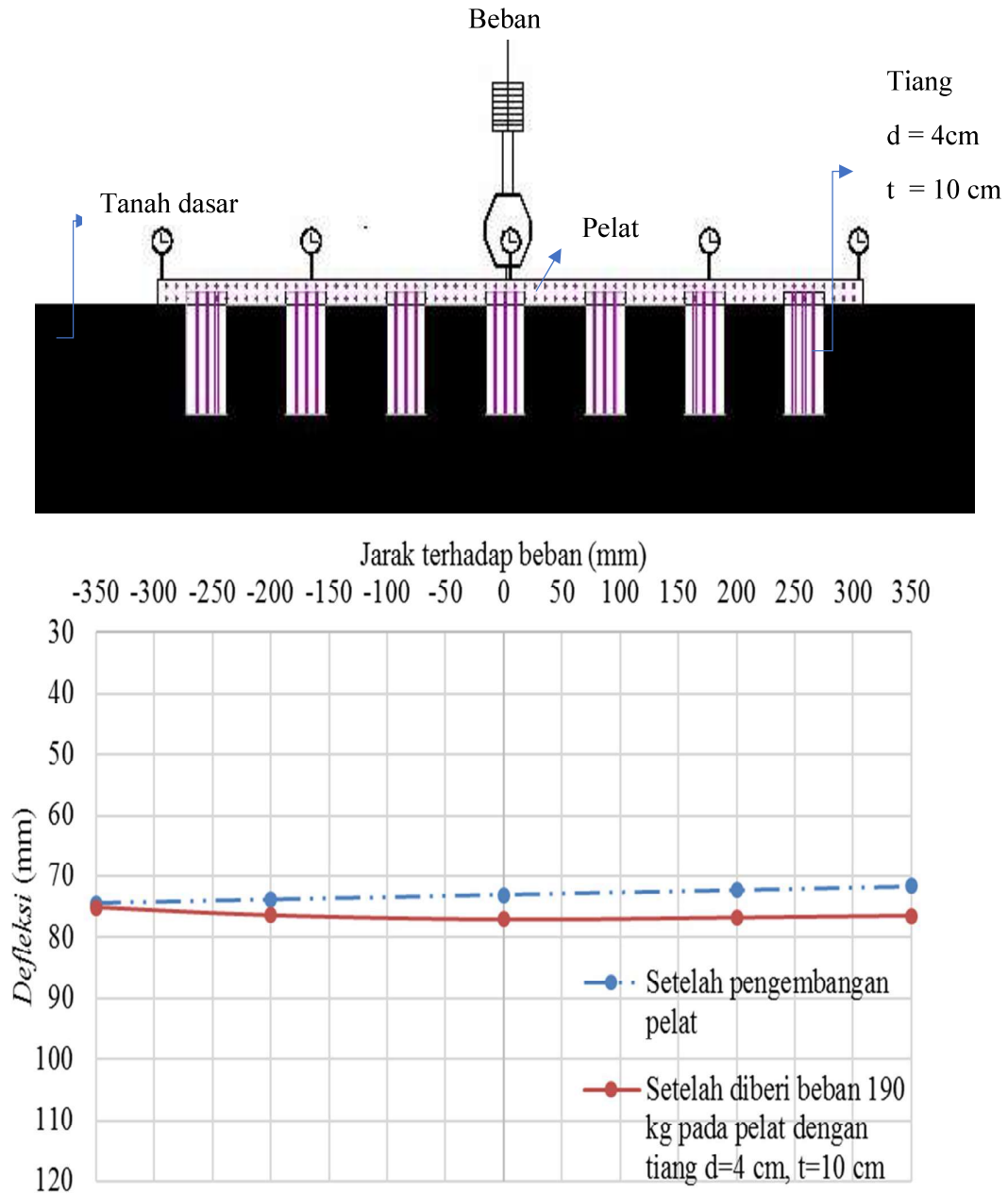
Benda Uji	<i>Defleksi pada loading</i> beban (mm)				
	Jarak terhadap beban (mm)				
	-350	-200	0	200	350
1	5,47	5,87	6,89	6,56	6,35
2	0,23	0,74	0,95	0,50	0,09
3	0,69	1,90	2,56	2,26	1,97

Berdasarkan Tabel 4.3 diperoleh hasil pengaruh penambahan beban terhadap *defleksi* pelat untuk ketiga benda uji dapat dilihat pada Gambar 4.9 sampai Gambar 4.11. Hasil dari persentase reduksi *defleksi* karena pengaruh pemasangan atau kekuatan pelat untuk *defleksi* tepat dibawah beban sebesar 86,2 % untuk pelat dengan tiang panjang 20 cm, dan untuk pelat dengan tiang panjang 10 cm, reduksinya sebesar 62,8 %.

Gambar 4.9 Grafik hubungan *defleksi* dengan jarak terhadap beban 190 kg pada saat *loading* pelat tanpa tiang saat kondisi tanah basah

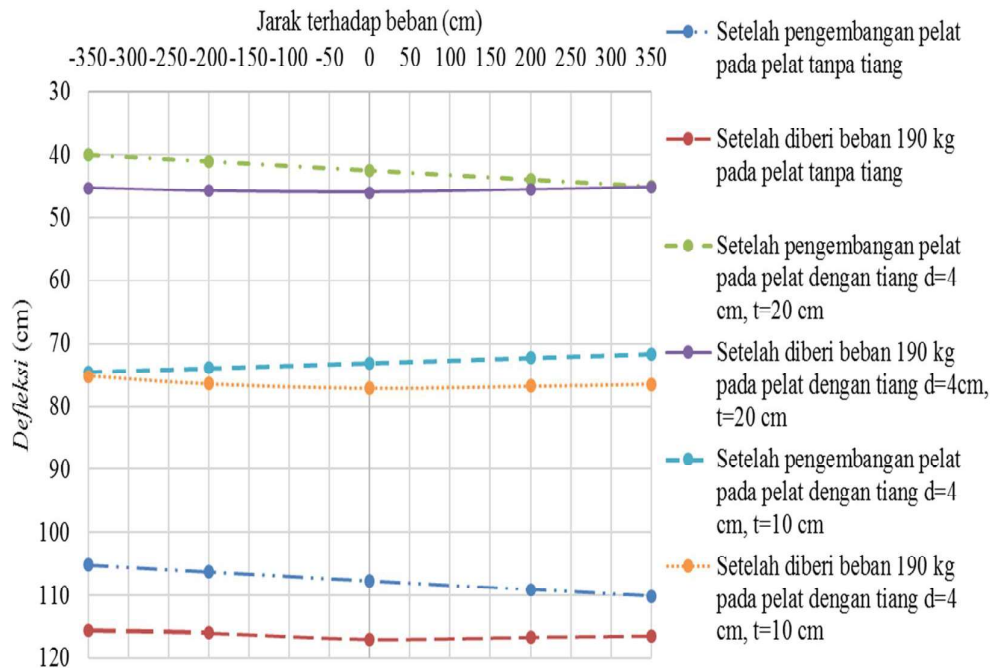


Gambar 4.10 Grafik hubungan defleksi dengan jarak terhadap beban 190 kg pada saat loading pelat dengan tiang  $d=4\text{ cm}$ ,  $t=20\text{ cm}$  saat kondisi tanah basah



Gambar 4.11 Grafik hubungan *defleksi* dengan jarak terhadap beban 190 kg pada saat *loading* pelat dengan tiang  $d=4\text{ cm}$ ,  $t=10\text{ cm}$  saat kondisi tanah basah

Gambar 4.12 menunjukkan hasil pembebanan antara *defleksi* dan jarak terhadap beban yang terjadi pada ketiga benda uji. Dari ketiga benda uji tersebut dapat dibandingkan untuk mengetahui perbedaan pengembangan tanah yang terjadi pada ketiga benda uji tersebut.



Gambar 4. 12 Hasil pembebanan antara *defleksi* dan jarak terhadap beban yang terjadi pada ketiga benda uji

*Defleksi* pada pelat tanpa tiang lebih besar dibandingkan pelat dengan tiang  $d=4\text{cm}$ ,  $t=20\text{ cm}$ , dan perbedaan panjang pada tiang dapat menyebabkan *defleksi* yang terjadi pada pelat dengan tiang  $d=4\text{cm}$ ,  $t=20\text{ cm}$  lebih kecil dibandingkan pelat dengan tiang  $d=4\text{cm}$ ,  $t=10\text{cm}$ . Hasil pengujian tersebut dapat dikatakan bahwa penambahan tiang dapat memperkecil lendutan yang dialami oleh pelat serta menambah kekuatan pelat dalam menahan beban, dikarenakan beban yang diberikan mampu disebarkan keseluruhan tiang yang ada. Semakin panjang kedalaman tiang yang digunakan semakin baik untuk mereduksi penurunan yang terjadi. Hasil peningkatan pengujian kondisi basah lebih besar dibandingkan dengan kondisi kering. Pada pelat tanpa tiang pada bagian tepi – tepi pelat (bagian terjauh dari pusat beban) ikut turun, sedangkan pada pelat dengan tiang pada bagian tepi pelat penurunan lebih kecil dibandingkan pada pusat beban.