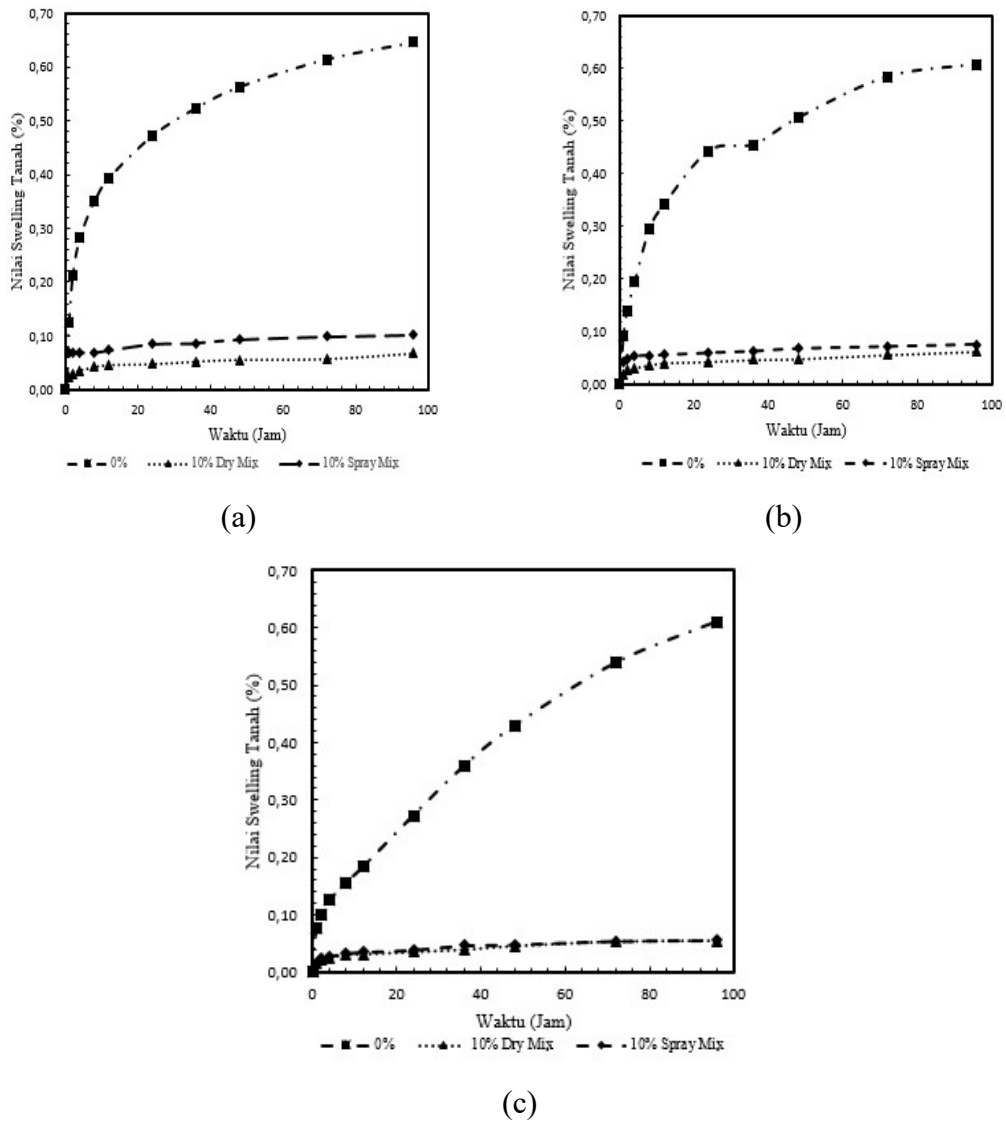


## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan beberapa hasil pengujian sesuai dengan ruang lingkup penelitian. Penelitian memiliki tujuan sebagai berikut :

#### 4.1. Pengaruh Penambahan Semen terhadap Pengembangan Tanah (*Swelling*)



Gambar 4.1. Kurva Hubungan Nilai Pengembangan Tanah, (a) 10x Tumbukan, (b) 25x Tumbukan, (c) 56x Tumbukan

Pengujian pengembangan tanah dilakukan dalam durasi 96 jam dengan waktu pembacaan yang telah ditentukan. Pada tumbukan 10 kali (Gambar 4.1a), untuk kadar semen 0% didapat nilai *swelling* tertinggi sebesar 0,65%, untuk kadar semen 10% *dry mix* didapat nilai *swelling* tertinggi sebesar 0,07%, dan untuk kadar semen 10% *spray mix* didapatkan nilai *swelling* tertinggi sebesar 0,10%. Pada tumbukan 25 kali (Gambar 4.1b), untuk kadar semen 0% didapat nilai *swelling* tertinggi sebesar 0,61%, untuk kadar semen 10% *dry mix* didapatkan nilai *swelling* tertinggi sebesar 0,06%, dan untuk kadar semen 10% *spray mix* didapatkan nilai *swelling* tertinggi sebesar 0,08%. Pada tumbukan 56 kali (Gambar 4.1c), untuk kadar semen 0% didapat nilai *swelling* tertinggi sebesar 0,61%, untuk kadar semen 10% *dry mix* didapatkan nilai *swelling* tertinggi sebesar 0,05%, dan untuk kadar semen 10% *spray mix* didapatkan nilai *swelling* tertinggi sebesar 0,06%. Hasil pengujian pengembangan tanah, dapat dilihat pengaruh penambahan semen dapat mengurangi potensi pengembangan tanah. Menurut Widiанти (2009) reaksi pozzolanik antara tanah dengan bahan tambah yang mengandung bahan pozzolan dapat menurunkan potensi pengembangan (*swelling*) tanah. Kurva pengembangan tanah ditunjukkan oleh Gambar 4.1. Hasil mendetail tentang pengujian pengembangan tanah dijelaskan pada Lampiran 5.

Hasil pengujian pengembangan tanah sangat dipengaruhi banyak faktor misal jenis tanah, metode pemadatan, metode pencampuran, variasi energi tumbukan, dan lain sebagainya. Pengujian pengembangan tanah ini memiliki kecenderungan semakin banyak energi pemadatan dan penambahan semen maka nilai *swelling* tanah akan berkurang. Hal tersebut disebabkan karena rongga tanah akan memampat seiring dengan jumlah pukulan yang diberikan, sehingga tidak ada lagi pori-pori udara dan air yang menyelimuti tanah. Penambahan kadar semen dalam campuran tanah juga sangat mempengaruhi nilai pengembangan tanah. Hal itu disebabkan karena semen merupakan bahan pozzolan yang memiliki sifat mengeras bila diberi air (hidrasi) dan terjadi pertukaran ion-ion antara tanah dengan semen (aglomerasi) sehingga saat pencampuran dengan tanah, tanah ikut mengeras bersama dengan semen. Reaksi tersebut dinamakan reaksi pozzolanik. Reaksi pozzolanik adalah reaksi yang terjadi antara tanah dengan bahan tambah yang bersifat pozzolan seperti semen, kapur dan lain

sebagainya kemudian tanah akan terselimuti oleh bahan tambah tersebut dan menyebabkan air sukar masuk kedalam tanah sehingga mengurangi pengembangan tanah.

#### 4.2. Pengaruh Penambahan Semen terhadap Nilai CBR Tanah

Tabel 4.1. Data Benda Uji CBR 0%

Parameter	Kadar Semen 0%		
	Tumbukan 10	Tumbukan 25	Tumbukan 56
Berat Volume Tanah Basah $\gamma_b$ (kN/m <sup>3</sup> )	8,16	14,17	14,50
Berat Volume Tanah Kering $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	7,02	12,77	13,16
Berat Air Terhisap (g)	300	210	75
Kadar Air (%)	16,2	11	10,18

Tabel 4.2. Data Benda Uji CBR 10% *Dry Mix*

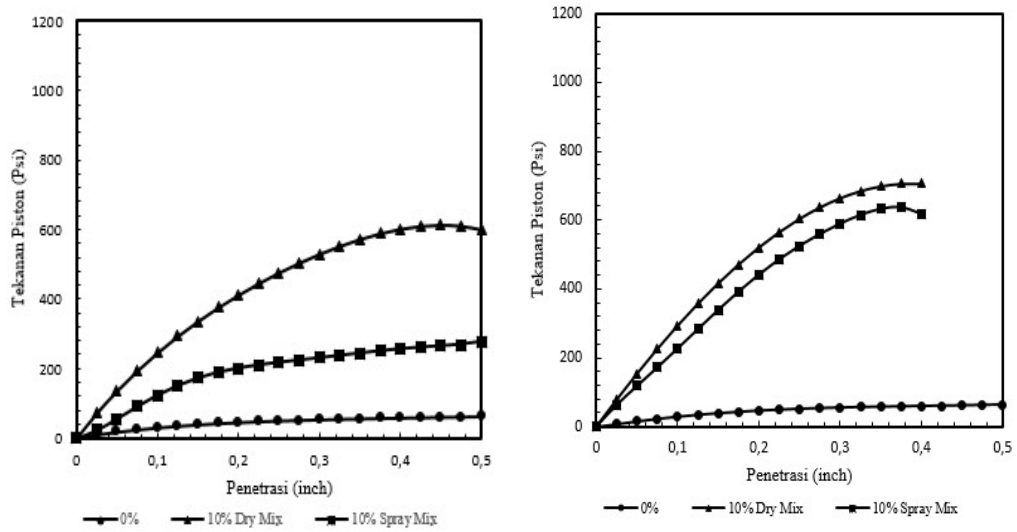
Parameter	Kadar Semen 10% <i>Dry Mix</i>		
	Tumbukan 10	Tumbukan 25	Tumbukan 56
Berat Volume Tanah Basah $\gamma_b$ (kN/m <sup>3</sup> )	13,05	13,89	14,88
Berat Volume Tanah Kering $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	11,84	12,64	13,69
Berat Air Terhisap (g)	200	135	60
Kadar Air (%)	10,18	9,9	8,73

Tabel 4.3. Data Benda Uji CBR 10% *Spray Mix*

Parameter	Kadar Semen 10% <i>Spray Mix</i>		
	Tumbukan 10	Tumbukan 25	Tumbukan 56
Berat Volume Tanah Basah $\gamma_b$ (kN/m <sup>3</sup> )	11,94	13,44	14,35
Berat Volume Tanah Kering $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	10,81	12,32	13,20
Berat Air Terhisap (g)	400	130	100
Kadar Air (%)	10,42	9	8,73

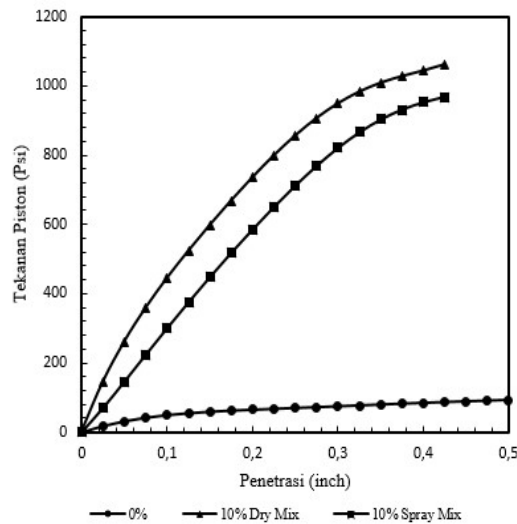
Tabel 4.4. Nilai CBR Kadar Semen 0% dan 10%

Kadar Semen	Pukulan	CBR Rata-Rata (%)	Peningkatan
0%	10	2,84	-
	25	3,15	-
	56	5,67	-
10% <i>Dry Mix</i>	10	24,18	21,34
	25	26,25	23,10
	56	44,07	38,40
10% <i>Spray Mix</i>	10	11,86	9,04
	25	25,43	22,28
	56	36,01	30,34



(a)

(b)



(c)

Gambar 4.2. Kurva Hubungan Tekanan Piston dan Penetrasi (a) Jumlah Tumbukan 10x (b) Jumlah Tumbukan 25x, (c) Jumlah Tumbukan 56x

Pengujian CBR dilakukan dalam keadaan terendam (*soaked*), sebelumnya benda uji diperam selama 7 hari dan kemudian direndam selama 4 hari. Benda uji dibuat menjadi 3 buah benda uji per kadar semen yaitu 0% dan 10% masing-masing memiliki variasi 10, 25, dan 56 tumbukan. Nilai CBR tanah asli atau kadar semen 0% adalah sebesar 2,84% untuk 10 tumbukan, 3,15% untuk 25 tumbukan, dan 5,67% untuk 56 tumbukan. Nilai CBR tanah dengan penambahan kadar semen 10% *dry mix* adalah sebesar 24,18% untuk 10 tumbukan, 26,25% untuk 25 tumbukan, dan 39,27% untuk 56 tumbukan. Nilai CBR tanah dengan penambahan

kadar semen 10% *spray mix* adalah sebesar 11,86% untuk 10 tumbukan, 25,40% untuk 25 tumbukan dan 36,01% untuk 56 tumbukan. Hasil pengujian CBR rendaman ditunjukkan oleh Tabel 4.1 sampai 4.3 dan hasil penetrasi CBR ditunjukkan oleh Tabel 4.4. Hasil mendetail tentang pengujian CBR dijelaskan pada Lampiran 6.

#### **4.3. Pengaruh Metode Campuran *Dry* dan *Spray* terhadap Nilai CBR Tanah**

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa hasil fisik setelah pengujian kadar semen 0% lebih terlihat hancur dan piston menancap lebih dalam daripada kadar semen 10% baik *dry* (Gambar 4.4) ataupun *spray mix* (Gambar 4.5). Hasil nilai CBR (Tabel 4.4) menunjukkan bahwa nilai CBR dengan menggunakan metode *dry mix* lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan metode *spray mix*. Hal ini dikarenakan tanah dan semen tercampur secara merata terlebih dahulu sebelum diberi air sehingga begitu terkena air, campuran tanah dan semen langsung bereaksi. Hasil ini sejalan dengan penelitian Pakbaz dan Farzi (2014) metode pencampuran kering (*dry*) memiliki modulus elastisitas yang cenderung lebih tinggi dari pada metode pencampuran basah (*wet*). Penelitian Dixon dkk. (2013) juga menyatakan bahwa stabilisasi semen dengan metode *slurry mix* menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan dengan metode *dry mix*. Hasil CBR dengan metode *dry mix* cenderung memiliki kekakuan yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil CBR dengan metode *spray mix*.

#### **4.4. Pengaruh Jumlah Tumbukan terhadap Nilai CBR Tanah**

Tabel 4.1 sampai 4.3 menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah tumbukan maka kepadatan tanah akan semakin tinggi sehingga berat volume tanah kering ( $\gamma_d$ ) akan semakin meningkat. Kepadatan tanah yang tinggi mengurangi kadar air dikarenakan tidak banyak tersedia pori untuk dimasuki oleh air dan seiring penambaham kadar semen maka kadar air pun berkurang dikarenakan semen mengisi pori-pori pada tanah dan terjadi proses sementasi/pozzolanik sehingga air sukar masuk kedalam tanah. Menurut Widianti (2009) reaksi pozzolanik antara tanah dengan bahan tambah yang mengandung bahan pozzolan dapat menurunkan potensi pengembangan (*swelling*) tanah.

Potensi *swelling* tanah menurun maka kadar air juga akan menurun. Tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai CBR semakin meningkat akibat dengan penambahan semen. Gambar 4.2 menunjukkan kurva CBR semakin meningkat seiring dengan penambahan jumlah semen dan jumlah tumbukan. Nilai CBR kadar semen 0% lebih rendah dari pada kadar semen 10%. Hal tersebut dipengaruhi oleh reaksi pozzolanik pada tanah dikarenakan penambahan semen. Penambahan kadar semen pada tanah akan memperkuat daya rekat antar partikel tanah sehingga air tidak mudah untuk masuk kedalam tanah. Hal ini sejalan dengan penelitian Pandiangan dkk. (2016) menyebutkan peningkatan nilai CBR diakibatkan penambahan semen yang mengurai air disekitar tanah dikarenakan terjadi *absorsi* air dan pertukaran ion oleh semen menjadi lebih efektif dan cepat sehingga meningkatkan kohesi antar butiran tanah.

Gambar 4.4 menunjukkan deformasi benda uji dengan energi tumbukan 56 kali (Gambar 4.4c) lebih kecil dikarenakan kepadatan tanah yang tinggi dan permukaan benda uji tidak terlihat retak. Berbeda dengan benda uji dengan energi tumbukan 25 kali (Gambar 4.4b) terlihat deformasi yang lebih besar dikarenakan kepadatan tanah yang sedikit kurang padat dari tumbukan 56 kali selain itu benda uji dengan energi tumbukan 10 kali (Gambar 4.4a) terlihat deformasi yang besar dari tumbukan 25 kali. Hal tersebut juga terjadi pada benda uji dengan metode *spray mix* (Gambar 4.5) dikarena variasi jumlah energi pemadatan sangat berpengaruh bagi kepadatan sebuah benda uji dan kekuatan benda uji tersebut.



(a)



(b)



(c)

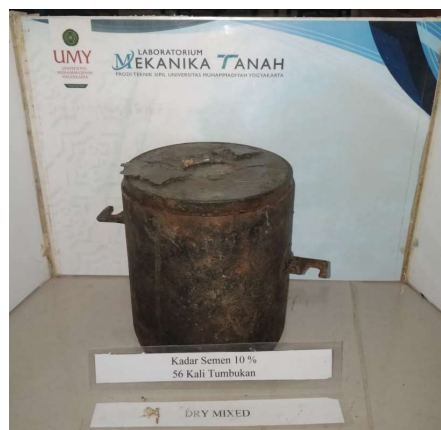
Gambar 4.3. Benda Uji CBR setelah Penetrasi dengan Kadar 0% (a) 10x Tumbukan, (b) 25x Tumbukan, (c) 56x Tumbukan



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.4. Benda Uji CBR setelah Penetrasi dengan Kadar 10% *Dry Mix* (a) 10x Tumbukan, (b) 25x Tumbukan, (c) 56x Tumbukan



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.5. Benda Uji CBR setelah Penetrasi dengan Kadar 10% *Spray Mix* (a) 10x Tumbukan, (b) 25x Tumbukan, (c) 56x Tumbukan