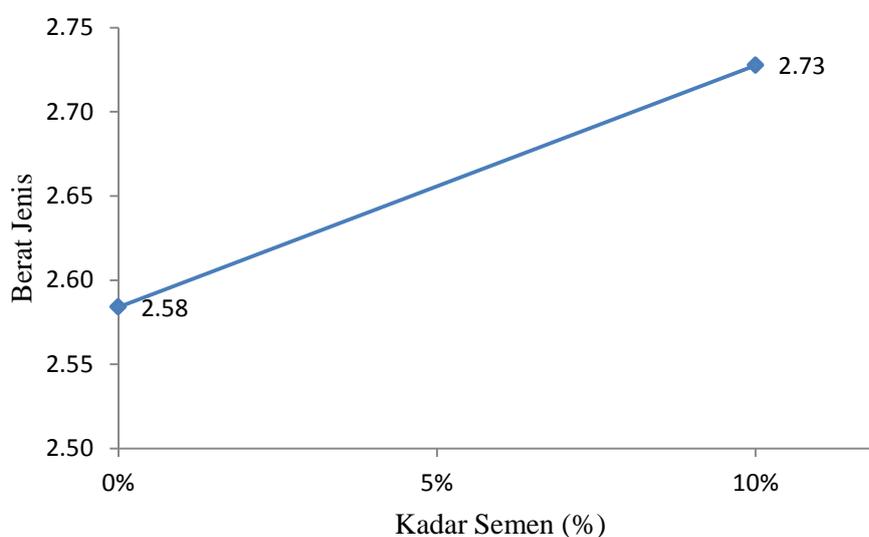


## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Pengujian Berat Jenis

Hasil dari pengujian berat jenis ini ditunjukkan dengan kurva hubungan antara berat jenis dan kadar semen yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. Hasil yang diperoleh menunjukkan nilai peningkatan berat jenis pada tanah dengan *treatment* semen.



Gambar 4.1 Hubungan Berat Jenis dan Kadar Semen

Hasil dari pengujian berat jenis ini dapat digunakan dalam menentukan jenis tanah. Nilai berat jenis pada tanah dengan campuran semen tidak dapat menjadi penentu jenis tanah, disebabkan telah tercampurnya tanah tersebut oleh semen yang menyebabkan karakteristik tanah aslinya berubah, dimana tanah tersebut mengalami penggumpalan butiran tanah akibat reaksi kimia oleh semen yang menyebabkan terikatnya butiran satu dengan yang lainnya.

Partikel semen mengikat butiran semen yang berdekatan selama proses pengerasan dan membentuk matriks struktur tanah yang mengeras, yang membungkus partikel tanah menjadi tidak berubah (Muntohar,2018). Oleh karena reaksi semen tersebut menyebabkan pori-pori pada butiran tanah tersebut terisi oleh semen, sehingga menyebabkan semakin sedikitnya pori pada butiran tanah,

dan membuat nilai berat volume pada tanah tersebut bertambah, yang mengakibatkan nilai berat jenisnya meningkat pula, sebagaimana data pengujian pada tanah dengan campuran semen memiliki nilai berat jenis lebih besar daripada tanah tanpa campuran semen.

#### 4.2. Pengujian *Atterberg Limit*

Hasil dari pengujian *Atterberg limit* ini ditunjukkan pada Tabel 4.1. Tanah dengan campuran semen mengalami perubahan nilai pada pengujian *Atterberg limit*.

Tabel 4.1 Nilai *Atterberg Limit* terhadap Pengaruh Semen

Jenis Pengujian	Kadar Semen	
	0%	10%
Batas cair (LL)	37,50%	34,00%
Batas plastis (PL)	21,99%	33,44%
Batas susut (SL)	17,05%	31,43%
Indeks plastisitas (PI)	15,51%	0,56%

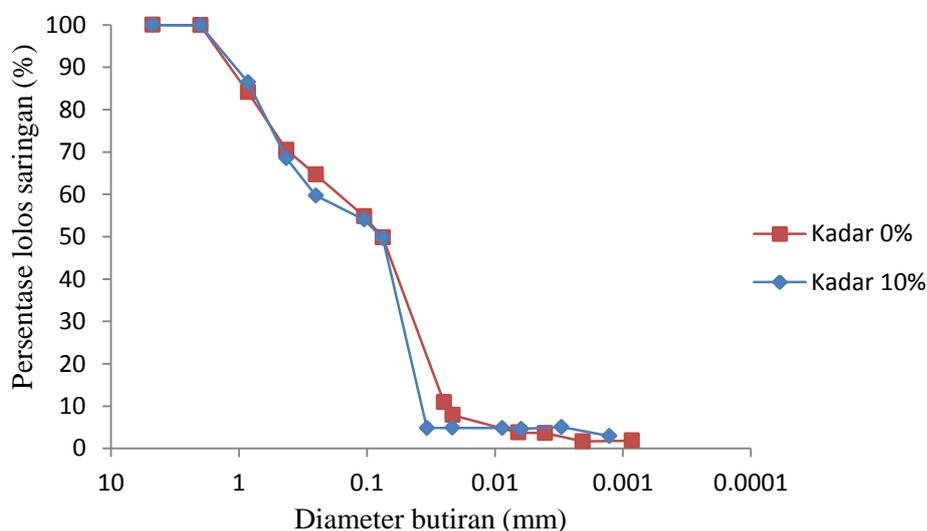
Pengujian ini menunjukkan bahwa batas cair (LL) pada tanah mengalami penurunan jika terjadi penambahan semen. Batas plastis (PL) mengalami peningkatan jika terjadi penambahan semen. Batas susut (SL) mengalami peningkatan jika terjadi penambahan semen. Indeks plastisitas (PI) mengalami penurunan jika terjadi penambahan semen.

Reaksi pertukaran kation terjadi penggantian ion natrium ( $\text{Na}^+$ ) dan hidrogen ( $\text{H}^+$ ) univalen yang ada pada tanah dengan kalsium divalen ( $\text{Ca}^{2+}$ ) yang terdapat pada semen. Reaksi tersebut dimulai ketika semen tercampur ke dalam tanah, sehingga dapat mengurangi plastisitas (Muntohar, 2018). Oleh karena berkurangnya plastisitas tanah tersebut maka menyebabkan tanah bercampur semen memiliki sifat yang getas, ditandai dengan nilai indeks plastisitas (PI) rendah. Sifat plastisitas rendah dan ditambah dengan semakin meningkatnya nilai berat jenis menyebabkan tanah campuran semen tersebut mengalami penurunan nilai batas cair (LL), peningkatan batas plastis (PL), peningkatan batas susut (SL) dan penurunan indeks plastisitas (PI). Batas cair (LL) menurun diakibatkan oleh

meningkatnya nilai berat jenis tanah tersebut, sehingga untuk mencapai ketukan ke-25 hanya perlu kadar air yang lebih rendah daripada kadar air tanah tanpa semen, oleh karena nilai berat jenis yang meningkat menyebabkan tanah lebih mudah menutup celah barutan pada pengujian batas cair (LL). Batas plastis (PL) meningkat diakibatkan oleh sifat plastisitas yang semakin rendah oleh penambahan semen, oleh karena itu dibutuhkan kadar air yang lebih besar daripada kadar air tanah tanpa campuran semen untuk mencapai batas plastis (PL). Batas susut (SL) meningkat diakibatkan oleh sifat plastisitas yang lebih rendah, sehingga tanah dengan campuran semen hanya mengalami sedikit penyusutan untuk mencapai batas susut (SL), oleh karena itu nilai kadar air pada batas susut (SL) tersebut meningkat.

#### 4.3. Pengujian Ukuran Butir Tanah

Hasil dari pengujian ukuran butir tanah ini ditunjukkan dengan kurva hubungan antara persentase lolos saringan dengan diameter butiran yang ditunjukkan pada Gambar 4.2. Pengujian ini terdiri dari 2 metode pengujian, yaitu metode *sieve analysis* dan metode *hydrometer*.



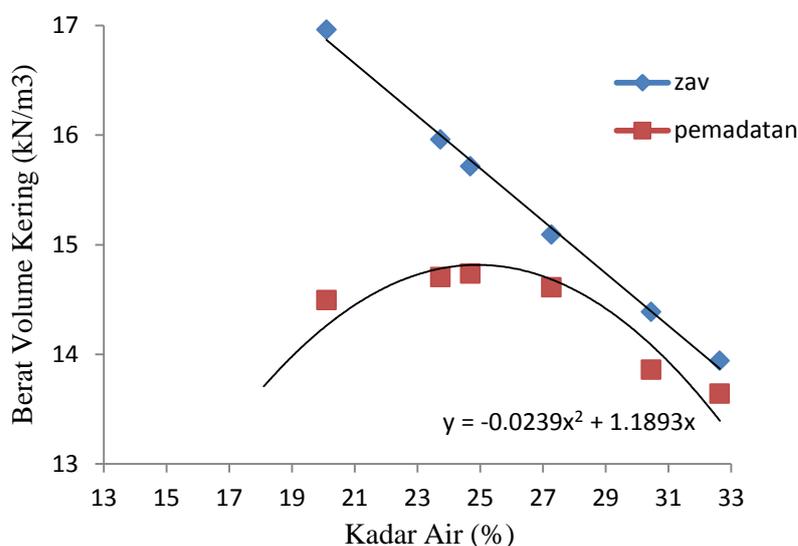
Gambar 4.2 Distribusi Ukuran Butir Tanah

Kurva tersebut menunjukkan tanah dengan campuran semen memiliki butiran yang lebih besar daripada tanah tanpa campuran semen. Hal ini disebabkan oleh reaksi semen yang mengikat butiran-butiran tanah menjadi

gumpalan, sehingga penambahan semen menyebabkan penambahan ukuran butir tanah tersebut.

#### 4.4. Pengujian Pemadatan Proctor Standar

Pengujian Proctor standar ini digunakan untuk mengetahui nilai OMC dan MDD tanah asli, sehingga menjadi acuan dalam pembuatan sampel benda uji *slake durability*. Hasil dari pengujian pemadatan Proctor standar ini berupa kurva hubungan antara berat volume tanah kering dan kadar air, yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hubungan Berat volume Tanah Kering dengan Kadar Air

Dari kurva tersebut dapat diketahui bahwa nilai OMC dan MDD berada pada puncak kurva garis parabola dengan nilai OMC sebesar 25% dan nilai MDD sebesar  $14,8 \text{ kN/m}^3$ . Pengujian *slake durability* yang menggunakan sampel tanah terpadatkan juga digunakan dalam penelitian Ankara dkk (2015). Beberapa keuntungan yang didapatkan ketika menggunakan sampel tanah berdasarkan nilai OMC dan MDD adalah untuk meningkatkan ketahanan tanah, dikarenakan tanah yang mengalami pemampatan akan mengalami pengecilan rongga-rongga udara. Rongga-rongga udara disini adalah penyebab tanah mudah mengalami disintegrasi. Porositas menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi ketahanan sampel benda uji *slake durability* (Ankara dkk., 2015). Menggunakan nilai OMC dan MDD sebagai acuan pembuatan sampel *slake durability* juga adalah agar

dapat membandingkan sampel kadar semen 0% dan 10% dengan perlakuan yang sama, sehingga memperkecil perbedaan dalam pengujian.

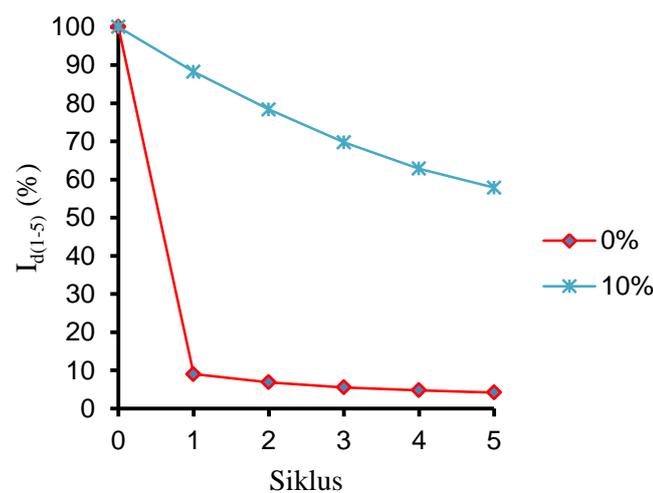
#### 4.5. Pengujian *Slake Durability*

Hasil dari pengujian slake ini adalah berupa kurva hubungan antara  $I_{d(1-5)}$  dengan jumlah siklus, yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 dan kurva hubungan antara  $I_{d(1-5)}$  dengan kadar semen, yang ditunjukkan pada Gambar 4.5. Hasil pengujian slake ini juga menghasilkan diagram persentase penurunan nilai  $I_d$  antar siklus, yang ditunjukkan pada Gambar 4.6. Berdasarkan Tabel 2.3 bisa ditentukan klasifikasi tanah yang diuji termasuk kedalam tingkat ketahanan rendah ataupun tinggi. Nilai dari  $I_{d1-5}$  dan klasifikasi ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data  $I_{d1-5}$  dan Klasifikasi

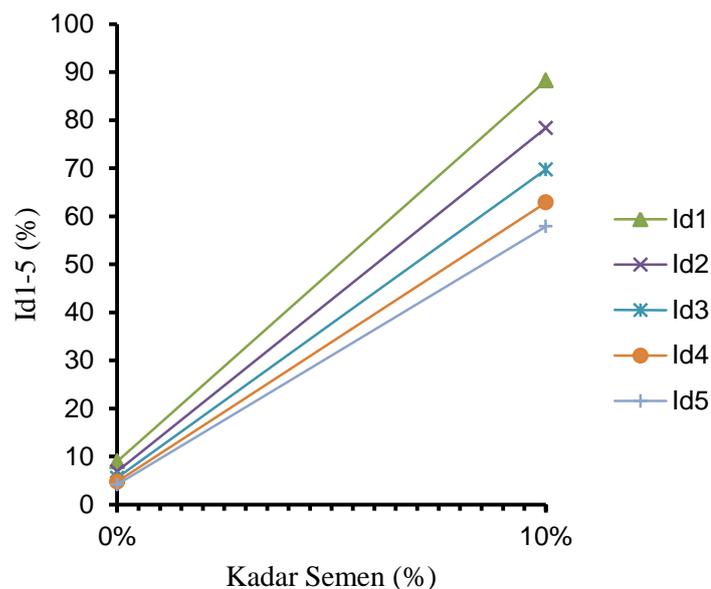
Siklus	Kadar Semen (%)			
	0%	Klasifikasi	10%	Klasifikasi
1	9.00	Very Low	88.24	High
2	6.88	Very Low	78.38	High
3	5.55	Very Low	69.74	Medium
4	4.78	Very Low	62.85	Medium
5	4.19	Very Low	57.89	Medium

Pengujian ini menunjukkan bahwa penambahan semen dapat meningkatkan ketahanan pada tanah tersebut, diakibatkan oleh sifat semen yang membuat tanah lebih *compact* dan membuat ikatan antar partikel tanahnya semakin kuat.



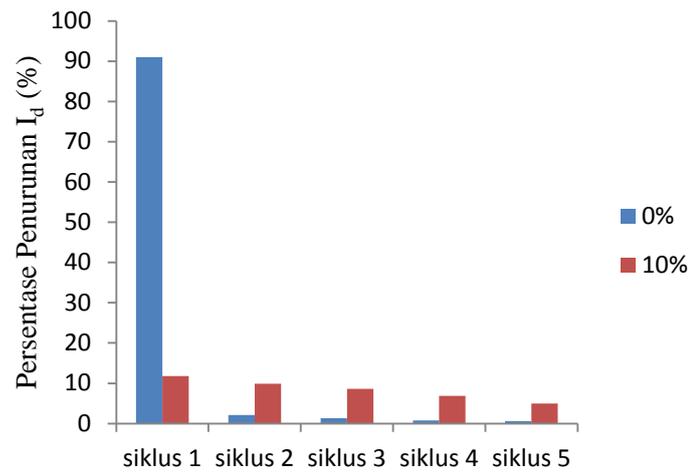
Gambar 4.4 Hubungan antara  $I_{d(1-5)}$  dengan Jumlah Siklus

Gambar 4.4 menunjukkan penurunan nilai  $I_d$  tiap siklusnya. Penurunan tersebut diakibatkan oleh terjadinya disintegrasi pada sampel karena proses pengujian *slake durability*. Hal ini juga terjadi pada pengujian Agustawijaya (2004), nilai dari  $I_d$  terus mengalami penurunan tiap siklusnya. Dari kurva ini juga terlihat bahwa tanah dengan kadar semen 10% memiliki nilai  $I_d$  yang lebih tinggi daripada dengan kadar semen 0%.



Gambar 4.5 Hubungan antara  $I_{d(1-5)}$  dengan Kadar Semen

Gambar 4.5 menunjukkan peningkatan nilai  $I_d$  akibat penambahan kadar semen. Hal ini disebabkan oleh kemampuan semen dalam mengikat butiran-butiran tanah agar tetap menyatu dan juga mengisi rongga-rongga udara yang berada pada sampel, sehingga dapat mengurangi disintegrasi yang terjadi pada saat pengujian *slake durability*. Menambahkan semen pada tanah dapat meningkatkan kepadatan maksimum tanah tersebut (Kizdi, 1979 dalam Hatmoko, 2012). Oleh karena bertambahnya kepadatan tanah tersebut, maka rongga-rongga udara pada sampel akan berkurang. Rongga-rongga udara tersebut dapat mengakibatkan sampel tanah mengalami disintegrasi.



Gambar 4.6 Persentase Penurunan Nilai  $I_d$  Antar Siklus

Gambar 4.6 menunjukkan persentase penurunan nilai  $I_d$  antar siklus. Persentase tersebut menunjukkan bahwa setiap siklus mengalami peningkatan durabilitas yang ditandai dengan persentase penurunan nilai  $I_d$  semakin berkurang.