



## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

Pada bab ini diuraikan hasil penelitian, yang telah dilakukan terhadap tanah asli dan tanah lempung yang telah distabilisasi dengan menggunakan bahan aditif *Clean Set Cement*.

#### 5.1 Sifat Tanah

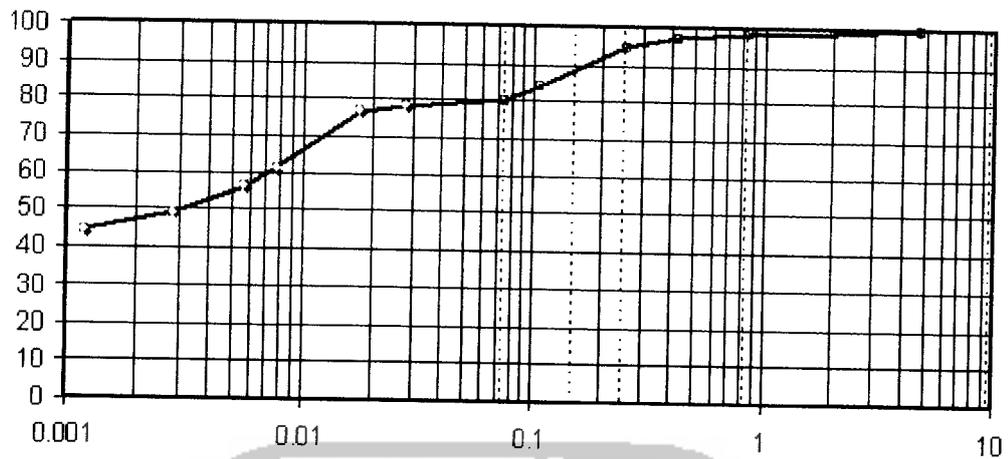
Sifat tanah dibedakan dalam dua bagian yaitu sifat fisik dan sifat mekanik tanah.

##### 5.1.1 Sifat Fisik Tanah

Hasil penelitian menunjukkan sifat fisik tanah Lempung Jlegongan sebagai berikut : Warna coklat tua, penyerapan terhadap air tinggi ini ditunjukkan dengan perbedaan kadar air asli dan kadar air setelah dikeringkan dan kembang susut yang kecil. Tanah lempung Jlegongan keras pada kondisi kering sehingga untuk menghaluskan diperlukan penumbukan yang berulang-ulang.

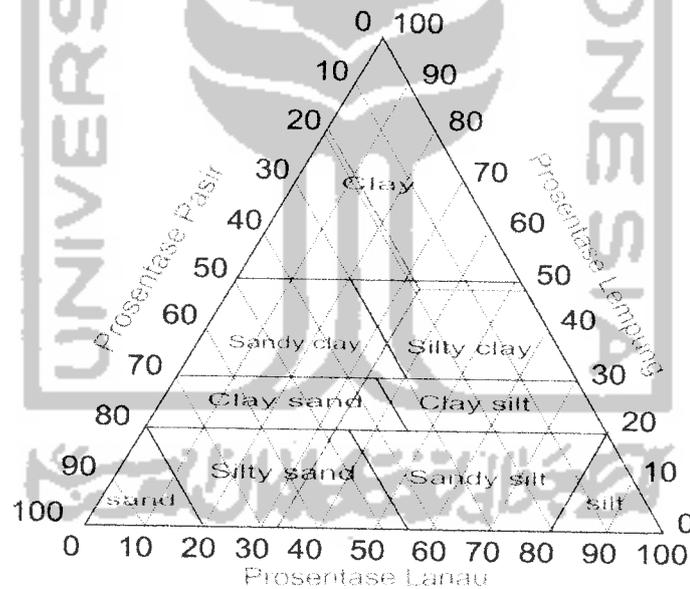
Untuk mengetahui jenis tanah yang akan diuji, maka uji awal yang dilakukan adalah analisa hydrometer. Berdasarkan pengujian analisis distribusi butiran (Grain Size Analysis), dengan menggunakan percobaan hydrometer (*hydrometer analysis*) didapat data sebagai berikut :

Pasir	: 19,65%
Lanau	: 32,88%
Lempung	: 47,47%



**Gambar 5.1** Grafik distribusi pembagian butir tanah

Dari hasil pengujian distribusi pembagian butir tanah kemudian dimasukkan kedalam klasifikasi tanah USCS sehingga diketahui jenis tanah yang diuji seperti pada gambar 5.2



**Gambar 5.2.** Klasifikasi Tanah USCS

Dari gambar sistem klasifikasi tanah USCS dapat diketahui bahwa tanah Jlegongan termasuk jenis tanah lempung berlanau (*silt clay*)

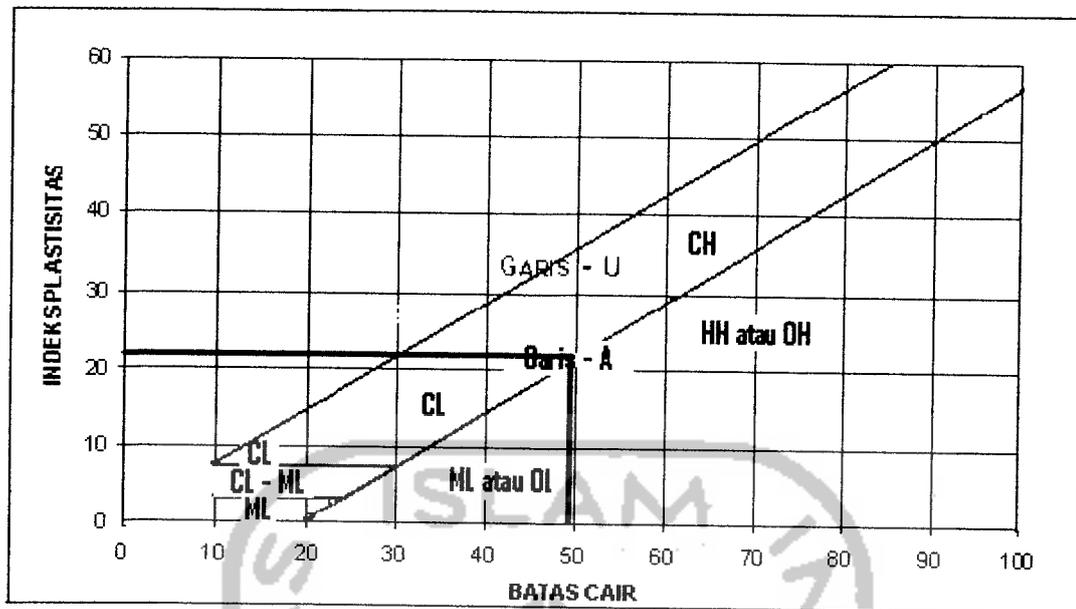
### 5.1.2 Sifat Mekanik Tanah

Pengujian sifat mekanik tanah lempung asli dilaboratorium meliputi : Kasar Air (  $w$  ), Berat Jenis (  $G_s$  ), Berat Volume tanah (  $G_s$  ), Batas Cair (  $LL$  ), Batas Plastis (  $PL$  ), Batas Susut (  $SI$  ), Analisa Butiran , sedangkan nilai dari parameter kohesi (  $c$  ), Sudut Gesek Dalam (  $\phi$  ), dan Kuat tekan bebas tanah ( $q_u$ ) Diperoleh melalui Uji Kuat Tekan Bebas ( UCT ) dan uji Geser Langsung ( DST ) Hasil pengujian dari sifat-sifat mekanik tanah asli disajikan dalam table 5.1

**Tabel 5.1** Hasil pengujian sifat mekanik tanah

No	Sifat Mekanis Tanah	Hasil Pengujian
1	Kadar air ( $w$ ) ( % )	24,77
2	Berat jenis ( $G_s$ )	2,50
3	Berat volume tanah ( $\gamma_b$ ) ( $gr/cm^2$ )	1,53
4	Batas Cair ( $LL$ )	49,15
5	Batas Plastis ( $PL$ )	27,22
6	Batas Susut ( $SL$ )	28,40
7	Indeks Plastisitas ( $PI$ )	21,93

Dari hasil perhitungan batas-batas konsistensi tanah didapatkan kemudian dimasukan kedalam klasifikasi tanah unified untuk menentukan jenis tanahnya seperti pada gambar 5.3



**Gambar 5.3** Klasifikasi Tanah unfied

Dari grafik sistem klasifikasi tanah unified diperoleh tanah yang dipakai dalam penelitian termasuk kedalam golongan CL yaitu lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (*lean clays*)

### 5.1.3 Pengujian Tekan Bebas

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) dan sudut gesek dalam ( $\phi$ ) serta kohesi tanah ( $c$ ). Dari hasil pengujian Tekan Bebas didapatkan data :

$$q_u = 0,38286$$

$$\text{Kohesi } (c) = 0,144 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Sudut Geser Dalam } (\phi) = 16$$

#### 5.1.4 Pengujian geser Langsung

pengujian geser langsung dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter Kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\varphi$ ). Pengujian geser langsung dilakukan dengan jumlah sample 3 buah yaitu untuk pembebanan 8 kg, 16 kg, dan 32 kg. Dari hasil pengujian Geser Langsung didapatkan data :

$$\text{Kohesi ( } c \text{ )} = 0,11 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Sudut Geser dalam ( } \varphi \text{ )} = 20,8^{\circ}$$

#### 5.1.5 Uji California bearing ratio (CBR)

California bearing ratio ( CBR) adalah suatu nilai yang digunakan untuk mengukur tingkat kekuatan suatu bahan ( dalam hal ini tanah dasar) selanjutnya nilai CBR ini akan berpengaruh terhadap penentuan tebal lapis perkerasan

Pada pengujian tanah asli tidak dilakukan pemeraman melainkan langsung dilakukan pada saat itu dengan mengambil sampel langsung dari lapangan.

Dari hasil pengujian CBR, didapatkan data

$$\text{Nilai CBR} = 2,15\%$$

## 5.2 Pengujian Tanah Pada Kondisi Batas Cair Yang Dicampur *Clean Set Cement*

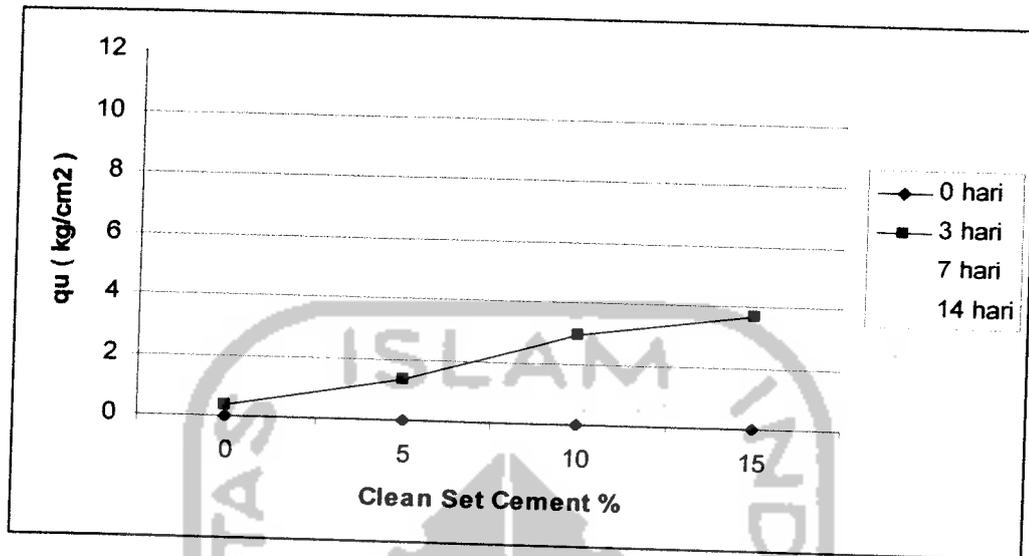
### 5.2.1 Hasil Pengujian Tekan Bebas

Pembuatan sampel benda uji dilakukan dengan cetakan berdasarkan pada kondisi batas cair yaitu sebesar 49.15%. Hasil keseluruhan pengujian tekan bebas ditampilkan pada Tabel 5.2

**Tabel 5.2** Hasil Pengujian Tekan Bebas

Penambahan Cleaset cement %	Hari	$\gamma_b$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\phi$ ( <sup>o</sup> )	c (kg/cm <sup>2</sup> )	qu (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0	1,53	-	-	-
	3		-	-	-
	7		-	-	-
	14		-	-	-
5	0	1,53	26	0.118	0.3789
	3		30	0.398	1.3717
	7		40	0.668	2.9510
	14		44	0.789	3.717
10	0	1,53	30	0.223	0.7719
	3		36	0.700	2.749
	7		48	0.822	4.2825
	14		56	0.831	5.4372
15	0	1,53	32	0.228	0.82300
	3		40	0.689	2.9562
	7		60	0.865	6.49593
	14		62	1.230	9.8666

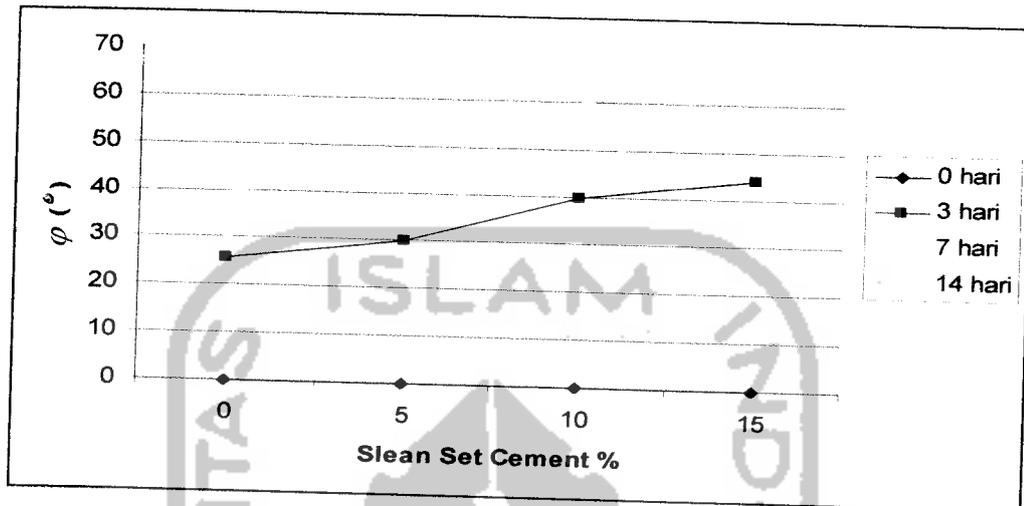
Perbandingan nilai kuat tekan bebas dengan prosentase penambahan *Clean Set Cement* pada masa pemeraman yang berbeda ditampilkan pada gambar 5.4



**Gambar 5.4** Grafik hubungan antara kuat tekan bebas ( $q_u$ ) dengan prosentase *Clean Set Cement* pada masa pemeraman yang berbeda.

Berdasarkan Gambar 5.1 diatas menunjukkan peningkatan kuat tekan bebas seiring dengan penambahan kadar campuran *Clean Set Cement* dan masa pemeraman ( curing time ) yang berbeda yaitu 0 hari, 3 hari, 7 hari, 14 hari. Dari data dapat diketahui bahwa tanah hasil stabilisasi pada setiap kadar pencampuran yang berbeda yaitu pencampuran 5%, 10% dan 15%, didapatkan kuat tekan bebas (  $q_u$  ) terbesar pada pemeraman 14 hari berturut-turut adalah  $3,717 \text{ kg/cm}^2$ ,  $4,283 \text{ kg/cm}^2$ , dan  $9,8665 \text{ kg/cm}^2$ . Jadi dengan penggunaan *Clean Set Cement* terlihat adanya peningkatan kuat tekan bebas dari tanah asli  $0.38286 \text{ kg/cm}^2$  menjadi  $9,8666 \text{ kg/cm}^2$  pada pencampuran *Clean Set Cement* 15% pada masa pemeraman 14 hari. Sedangkan pada prosentase 0% data tidak terbaca karena sampel tanah sangat lunak.

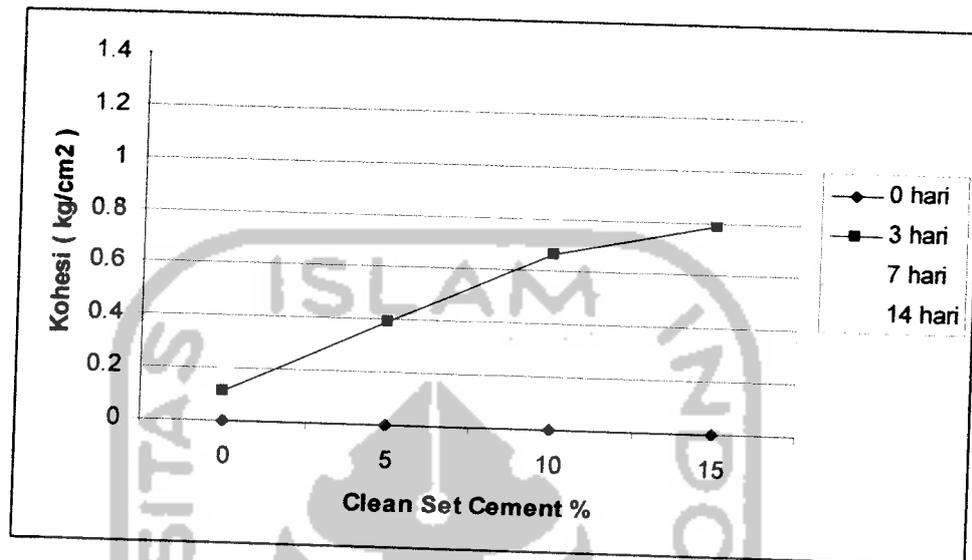
Perbandingan sudut dalam dengan prosentase penambahan *Clean Set Cement* pada masa pemeraman yang berbeda dalam pada pengujian tekan bebas ditampilkan pada gambar 5.5



**Gambar 5.5** Grafik hubungan antara sudut geser dalam dengan prosentase *Clean Set Cement* pada masa pemeraman yang berbeda.

Berdasarkan gambar 5.2. diatas menunjukkan nilai kohesi akan meningkat seiring dengan penambahan setiap kadar pencampuran *Clean Set Cement* dan makin lamanya masa pemeraman (*curing time*). Dari data dapat diketahui bahwa tanah yang distabilisasi dengan *Clean Cet Cement* pada kadar pencampuran yang berbeda yaitu 5%, 10%, 15%, didapatkan nilai sudut dalam yang terbesar pada masa pemeraman 14 hari berturut-turut adalah  $44^{\circ}$ ,  $56^{\circ}$ , dan  $62^{\circ}$ . Jadi dengan penggunaan *Clean Set Cement* sebagai bahan stabilisasi terjadi peningkatan nilai kohesi dari tanah asli dari  $16^{\circ}$  menjadi  $62^{\circ}$  pada kadar pencampuran *Clean set cement* 15% pada masa pemeraman 14 hari. Sedangkan pada prosentase 0% data tidak terbaca karena sampel tanah sangat lunak

Perbandingan nilai kohesi dengan bahan tambah *Clean Set Cement* pada masa pemeraman yang berbeda pada pengujian tekan bebas ditampilkan pada gambar 5.6



**Gambar 5.6** Grafik hubungan antara kohesi dengan prosentase campuran *Clean set cement* pada masa pemeraman yang berbeda pada Uji Tekan Bebas.

Dari gambar 5.3. menunjukkan nilai kohesi yang terus meningkat bersamaan dengan penambahan kadar *Clean Set Cement* dan makin lamanya masa pemeraman. Dari data diperoleh bahwa nilai kohesi terbesar untuk penambahan kadar *Clean Set Cement*, 5%, 10%, dan 15% terdapat pada masa pemeraman (*curing time*) 14 hari yaitu berturut-turut, 0,789 kg/cm<sup>2</sup>, 0.831kg/cm<sup>2</sup> dan 1,230 kg/cm<sup>2</sup>. Jadi terjadi peningkatan nilai kohesi dari tanah asli 0,144 kg/cm<sup>2</sup> menjadi 1,230 kg/cm<sup>2</sup> pada kadar *Clean Set Cement* 15% pada pemeraman 14 hari. Sedangkan pada prosentase 0% data tidak terbaca karena sampel tanah sangat lunak

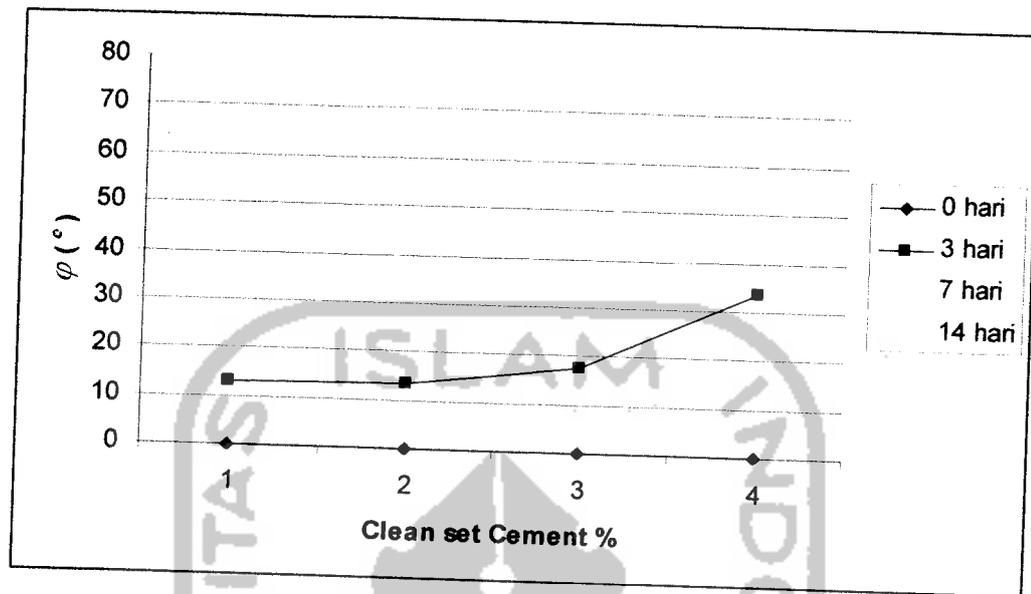
### 5.2.2. Pengujian Geser Langsung

Hasil keseluruhan pengujian geser langsung tanah yang dicampur dengan bahan *Tambah Clean Set Cement*, terlihat pada table 5.3

**Tabel 5.3** Hasil keseluruhan Geser Langsung

Penambahan CS	Hari	$\gamma_b$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\phi$ ( <sup>o</sup> )	c (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0	1,53	-	-
	3		-	-
	7		-	-
	14		-	-
5	0	1,53	13.0	0.05
	3		13.5	0.30
	7		17.7	0.40
	14		33.8	0.49
10	0	1,53	19.3	0.08
	3		41.3	0.63
	7		48.0	0.99
	14		59.5	1.10
15	0	1,53	24.2	0.10
	3		63.0	0.72
	7		64.2	1.21
	14		68.5	2.12

Perbandingan nilai  $\phi$  pada pengujian geser langsung dengan bahan tambah *Clean Set Cement* ditampilkan pada gambar 5.7

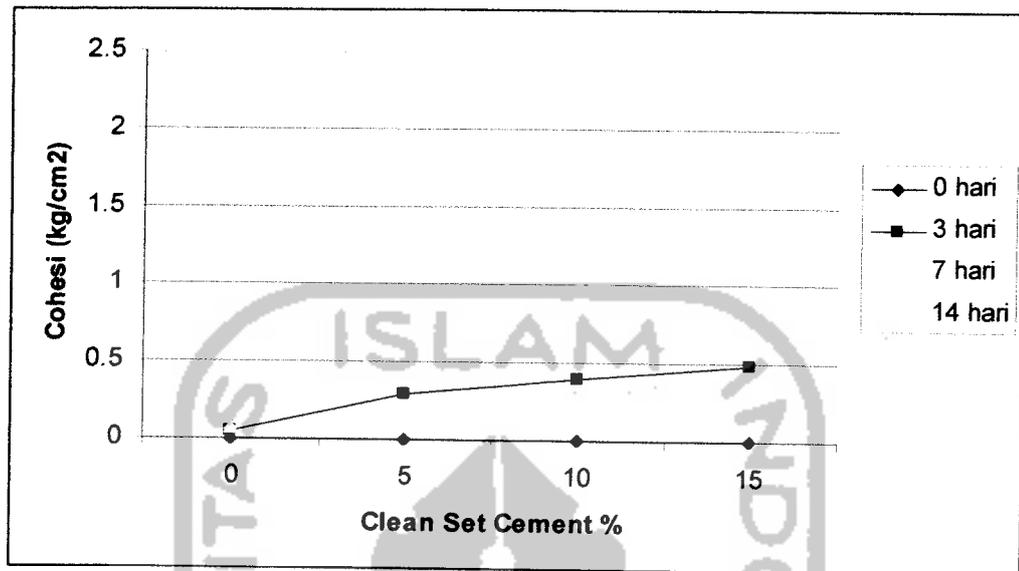


Gambar 5.7 Grafik hubungan antara  $\phi$  dengan prosentase campuran *Clean Set Cement* pada masa pemeraman yang berbeda pada geser langsung.

Berdasarkan Gambar 5.4 diatas menunjukkan peningkatan nilai sudut geser dalam seiring dengan penambahan kadar campuran *Clean Set Cement* dan masa pemeraman ( curing time ) yang berbeda yaitu 0 hari, 3 hari, 7 hari, 14 hari. Dari data dapat diketahui bahwa tanah hasil stabilisasi pada setiap kadar pencampuran yang berbeda yaitu pencampuran 5%, 10% dan 15%, didapatkan nilai sudut geser dalam terbesar pada pemeraman 14 hari berturut-turut adalah  $33,8^{\circ}$ ,  $59,5^{\circ}$  dan  $68,5$ . Jadi dengan penggunaan *Clean Set Cement* terlihat adanya peningkatan nilai sudut geser dalam dari tanah asli  $20,8^{\circ}$  menjadi  $68,5^{\circ}$  pada pencampuran *Clean Set Cement* 15% pada masa pemeraman 14 hari.

Sedangkan pada prosentase 0% data tidak terbaca karena sampel tanah sangat lunak.

Perbandingan nilai kohesi pada pengujian geser langsung dengan bahan tambah *Clean Set Cement* ditampilkan pada gambar 5.8.



Gambar 5.8 Grafik hubungan antara kohesi dengan prosentase campuran *Clean Set Cement* dengan masa pemeraman yang berbeda pada uji geser langsung.

Dari gambar 5.8. menunjukkan nilai kohesi yang terus meningkat bersamaan dengan penambahan kadar *Clean Set Cement* dan makin lamanya masa pemeraman. Dari data diperoleh bahwa nilai kohesi terbesar untuk penambahan kadar *Clean Set Cement* 5%, 10%, dan 15% terdapat pada masa pemeraman (*curing time*) 14 hari yaitu berturut-turut 0,49 kg/cm<sup>2</sup> 1,10 kg/cm<sup>2</sup> dan 2,12 kg/cm<sup>2</sup>. Jadi terjadi peningkatan nilai kohesi dari tanah asli 0,11 kg/cm<sup>2</sup> menjadi 2,12 kg/cm<sup>2</sup> pada kadar *Clean Set Cement* 15% pada pemeraman 14 hari. Sedangkan pada prosentase 0% data tidak terbaca karena sampel tanah sangat lunak

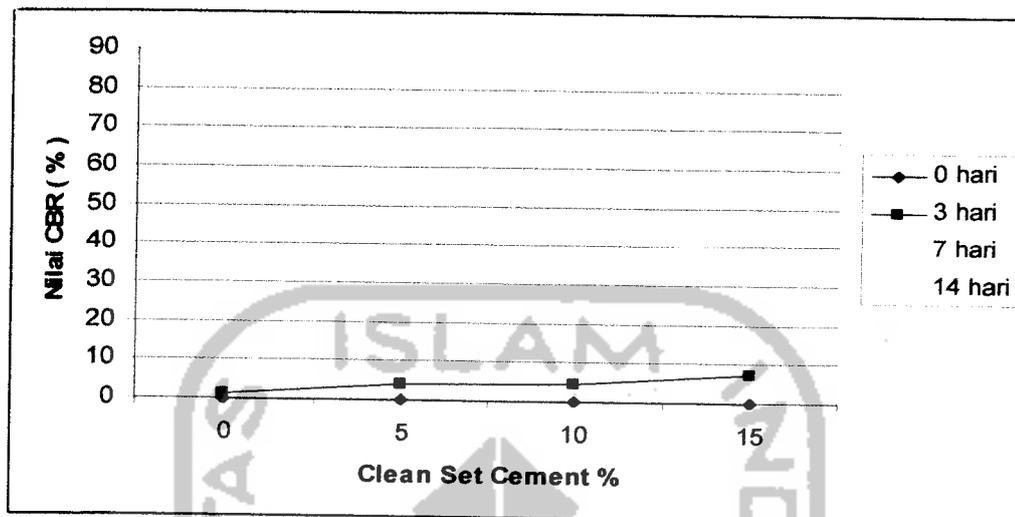
### 5.2.3. Pengujian California Bearing Ratio (CBR)

Hasil keseluruhan pengujian CBR yang dicampur bahan tambah *Clean Set Cement*, terlihat pada table 5.4

**Tabel 5.4** Hasil keseluruhan Uji CBR

Penambahan CS (%)	Hari	$\gamma_b$ (gr/cm <sup>3</sup> )	Nilai CBR (%)
0	0	1,53	-
	3		-
	7		-
	14		-
5	0	1,53	1.28
	3		4.34
	7		4.82
	14		7.49
10	0	1,53	7.53
	3		23.06
	7		25.57
	14		47.94
15	0	1,53	19.63
	3		36.53
	7		57.53
	14		82.18

Perbandingan nilai CBR pada pengujian CBR dengan bahan tambah *Clean Set Cement* disajikan pada gambar 5.9



**Gambar 5.9** Grafik hubungan antara hubungan nilai CBR dengan prosentase campuran *Clean Set Cement* pada masa pemeraman yang berbeda pada uji CBR

Dari gambar 5.9. Menunjukkan nilai CBR semakin meningkat seiring dengan penambahan kadar *Clean Set Cement* dan lamanya pemeraman yang meningkat disebabkan oleh ikatan antar butiran tanah dengan *clean set cement* menjadi kuat. disamping itu pemeraman (*curing time*) akan mengakibatkan kekuatan tanah akan merata disetiap Zona sehingga dapat menahan beban yang lebih besar. Dari data diperoleh bahwa CBR terbesar untuk penambahan kadar *Clean Set Cement* 5%, 10%, dan 15% terdapat pada masa pemeraman (*curing time*) 14 hari yaitu berturut-turut 7,49%, 47,94% dan 82,18%. Jadi terjadi peningkatan nilai CBR dari tanah asli pada harga: 19,63% menjadi 82,18%. Sedangkan pada prosentase 0% data tidak terbaca karena sampel tanah sangat lunak.

### 5.3 Analisis Pengaruh Aditif CS Terhadap Parameter Mekanis Tanah

#### 5.3.1 Pengaruh Aditif Cs Terhadap Parameter Mekanis Tanah

Penggunaan aditif *Clean Set Cement* ( CS ) mampu memperbaiki sifat-sifat parameter dari tanah dan mengurangi kemampuan tanah untuk mengembang karena *Clean Set Cement* dapat mengikat air sehingga memberikan peningkatan parameter mekanis tanah. Hal tersebut dapat dilihat dari peningkatan kohesi (  $c$  ) dan sudut geser dalam (  $\phi$  ) dan nilai CBR yang dihasilkan pada penggunaan prosentase penggunaan *Clean Set Cement*.

Berdasarkan pengujian tekan bebas yang ditunjukkan Tabel 5.5, penggunaan CS dapat meningkatkan nilai kohesi tanah. Penambahan prosentase CS sebanyak 5%, 10% dan 15% pada masa pemeraman 14 hari, memberikan peningkatan terhadap kuat tekan bebas sebesar 870,5%, 1320,15%, dan 2476,92%, sedangkan terhadap kohesi dalam juga terjadi peningkatan sebesar 447,91%, 477,083%, dan 754,86% serta terjadi peningkatan terhadap sudut geser dalam sebesar 175%, 250%, dan 287,5%.

Dari pengujian Geser Langsung yang ditunjukkan pada Tabel 5.6, untuk penambahan kadar CS yang sama dan masa pemeraman yang sama dengan Uji Geser Langsung diperoleh peningkatan nilai kohesi 345,45%, 900% dan 1827,27% sedangkan terhadap sudut geser dalam terjadi peningkatan sebesar 62,5%, 186,05% dan 229,32%.

Berdasarkan pengujian CBR yang ditunjukkan pada Tabel 5.7 untuk kadar penambahan CS yang sama dan masa pemeraman yang sama pada uji CBR diperoleh peningkatan nilai CBR sebesar 248,37%, 2129,76% dan 3722,32%.