

## BAB V ANALISIS PENGUJIAN

### 5.1 Sifat fisik tanah

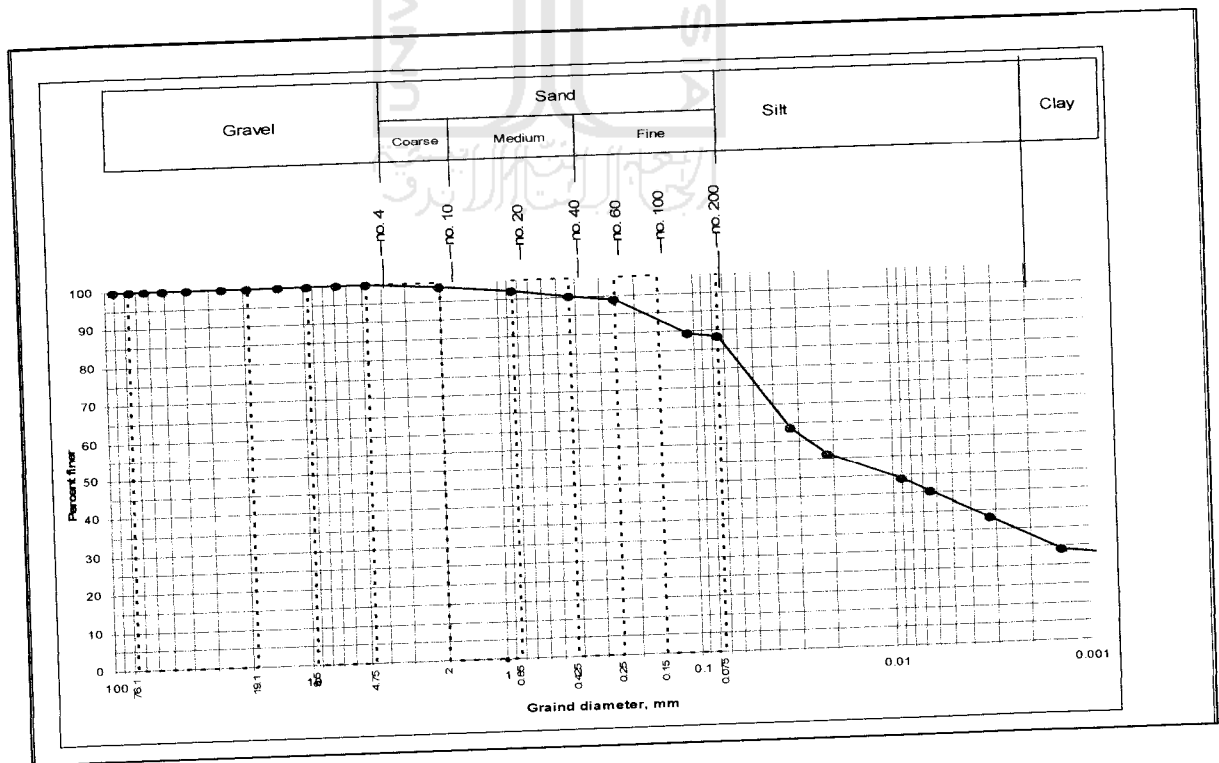
Hasil pengujian sifat fisik diketahui tanah Ngablak, Bantul, Jawa Tengah berwarna coklat, lengket, dengan mudah dapat ditekan dengan ibu jari dan mengandung pasir.

### 5.2 Jenis Tanah

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui jenis tanah ini yaitu dengan pengujian Analisis Saringan, yang bertujuan menentukan persentase ukuran butir tanah pada benda uji yang tertahan saringan no. 200.

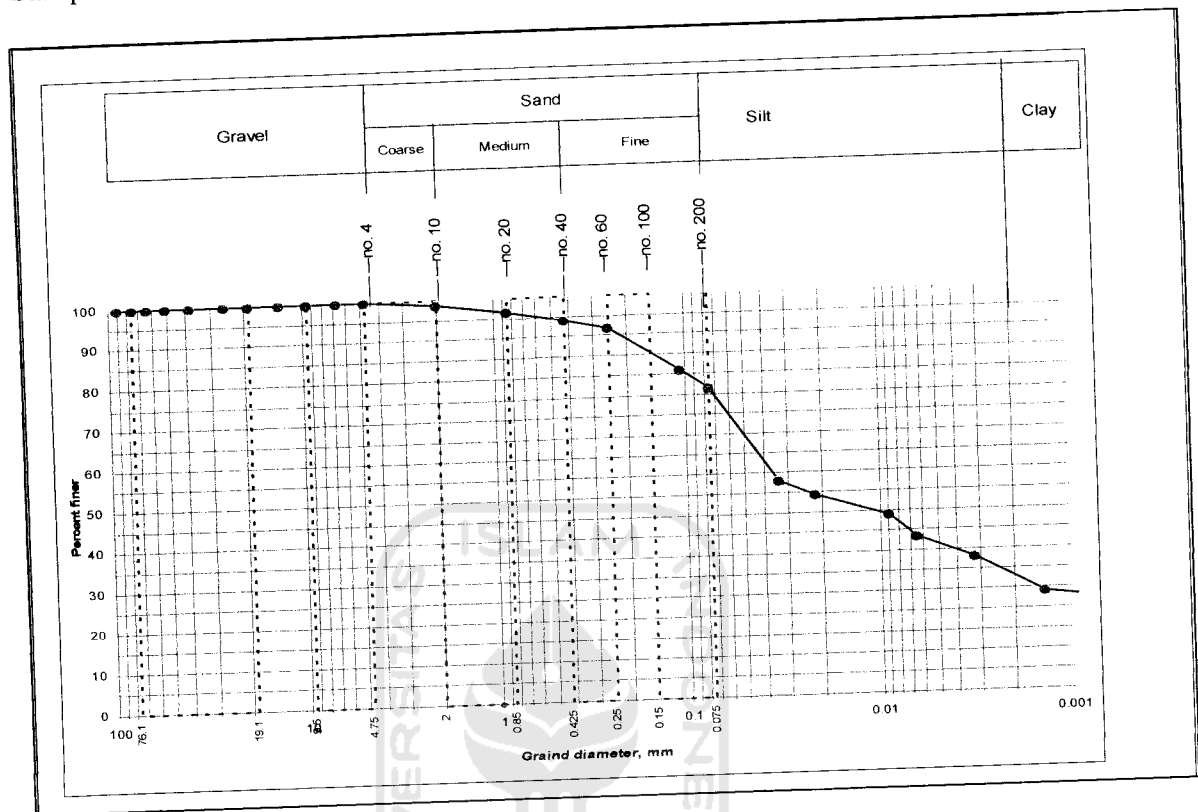
#### 5.2.1 Pengujian Analisis Saringan

Hasil dari pengujian analisis saringan didapatkan grafik analisis butiran dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2. Sampel 1.



Gambar 5.1. Grafik Distribusi Pembagian Butir Tanah

Sampel 2.



**Gambar 5.2.** Grafik Distribusi Pembagian Butir tanah

Hasil dari grafik analisis butiran diatas dapat dilihat pada Tabel 5.1 maka diperoleh data sebagai berikut, kemudian presentase tanah lolos tersebut diplotkan kedalam klasifikasi tanah sistem USCS sehingga diketahui jenis tanah yang diujikan.

**Tabel 5.1** Persentase analisis butiran tanah

Kriteria tanah	I	II	Rata-rata
% Pasir	16.75	23.72	20.235
% Lanau	55.34	48.42	51.88
% Lempung	27.91	27.86	27.885

### 5.2.2 Pengujian Analisis Hidrometer dan Analisis Saringan

**Tabel 5.2** Pengujian Analisis Hidrometer sample 1

Time	Elapsed time min. T	R1	R2	t	R' R1 +m	L	M	D (mm)	Rc= R1-R2+Cr	P K2 x R (%)
10.56										
10.58	2	29	-2.0	27	30	11.383	0.0138	0.032849	32.3	58.38
11.01	5	25	-2.0	27	26	12.038	0.0138	0.021365	28.3	51.15
11.26	30	21	-2.0	27	22	12.693	0.0138	0.008956	24.3	43.92
11.56	60	19	-2.0	27	20	13.020	0.0138	0.006414	22.3	40.31
15.06	250	15	-2.0	27	16	13.675	0.0138	0.00322	18.3	33.08
10.56	1440	10	-2.0	26	11	14.494	0.0138	0.001381	13.3	24.04

**Tabel 5.3** Pengujian Analisis Hidrometer sample 2

Time	Elapsed time min. T	R1	R2	t	R' R1 +m	L	M	D (mm)	Rc= R1-R2+Cr	P K2 x R (%)
10.58										
11.00	2	26	-2.0	27	27	11.874	0.0138	0.033551	29.3	52.96
11.03	5	24	-2.0	27	25	12.202	0.0138	0.02151	27.3	49.35
11.28	30	21	-2.0	27	22	12.693	0.0138	0.008956	24.3	43.92
11.58	60	18	-2.0	27	29	13.184	0.0138	0.006454	21.3	38.50
15.05	250	15	-2.0	27	16	13.675	0.0138	0.00322	18.3	33.08
10.58	1440	10	-2.0	26	11	14.494	0.0138	0.001381	13.3	24.04

Tabel 5.4 Pengujian Analisis Saringan Sampel 1

Sieve No	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass passed (gr)	% finer by mass $e/W \times 100\%$	Remarks
	90	0	60.00	100.00	
	75	0	60.00	100.00	
	63	0	60.00	100.00	
	50.8	0	60.00	100.00	
	38.1	0	60.00	100.00	
1	25.4	0	60.00	100.00	
3/4	19	0	e1 = 60.00	100.00	
	13.2	0	e2 = 60.00	100.00	
3/8	9.5	0	e3 = 60.00	100.00	
1/4	6.7	0	e4 = 60.00	100.00	
4	4.750	d1 = 0.00	e5 = 60.00	100.00	$e7 = W - S_d$
10	2.000	d2 = 0.77	e6 = 59.23	98.72	$e6 = d7 + e7$
20	0.850	d3 = 1.03	e7 = 58.20	97.00	$e5 = d6 + e6$
40	0.425	d4 = 1.14	e9 = 57.06	95.10	$e4 = d5 + e5$
60	0.250	d5 = 0.73	e10 = 56.33	93.88	$e3 = d4 + e4$
140	0.106	d6 = 5.77	e11 = 50.56	84.27	$e2 = d3 + e3$
200	0.075	d7 = 0.61	e12 = 49.95	83.25	$e1 = d2 + e2$
		Sd = 10.05			

Tabel 5.5 Pengujian Analisis Saringan Sampel 2

Sieve No	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass passed (gr)	% finer by mass $e/W \times 100\%$	Remarks
	90	0	60.00	100.00	
	75	0	60.00	100.00	
	63	0	60.00	100.00	
	50.8	0	60.00	100.00	
	38.1	0	60.00	100.00	
1	25.4	0	60.00	100.00	
3/4	19	0	e1 = 60.00	100.00	
	13.2	0	e2 = 60.00	100.00	
3/8	9.5	0	e3 = 60.00	100.00	
1/4	6.7	0	e4 = 60.00	100.00	
4	4.750	d1 = 0.00	e5 = 60.00	100.00	$e7 = W - S_d$
10	2.000	d2 = 0.76	e6 = 59.24	98.73	$e6 = d7 + e7$
20	0.850	d3 = 1.23	e7 = 58.01	96.68	$e5 = d6 + e6$
40	0.425	d4 = 1.68	e9 = 56.33	93.88	$e4 = d5 + e5$
60	0.250	d5 = 1.21	e10 = 55.12	91.87	$e3 = d4 + e4$
140	0.106	d6 = 6.60	e11 = 48.52	80.87	$e2 = d3 + e3$
200	0.075	d7 = 2.75	e12 = 45.77	76.28	$e1 = d2 + e2$
		Sd = 14.23			



**Tabel 5.6** Pengujian kadar air

No	No Pengujian	I		II		III	
		A	b	a	b	a	b
1	Berat Container (W1) gr	21.67	21.56	21.39	22.26	21.66	21.85
2	Berat Con. + tnh.basah (W2) gr	28.02	28.71	27.38	27.55	28.52	29.04
3	Berat Con. + tnh.kering (W3) gr	25.81	26.28	25.36	25.82	26.17	26.64
4	Berat Air ( W2 - W1 ) gr	2.21	2.43	2.02	1.73	2.35	2.4
5	Berat Tnh.kering ( W3 - W1 ) gr	4.14	4.72	3.97	3.56	4.51	4.79
6	Kadar Air = (W2-W3) / (W3-W1)x100%	53.38	51.48	50.88	48.60	52.11	50.10
7	Kadar Air rata-rata %	51.09					

Dari hasil pengujian kadar air tanah (lampiran1)maka dapat diketahui tanah Ngablak, Bantul, DIY mengandung kadar air 51.09 %.

### 5.3.2 Pengujian Berat Volume Tanah

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui perbandingan antara berat tanah termasuk berat air yang dikandungnya dengan volume tanah seluruhnya. Pengujian kadar air tanah lempung Ngablak dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII, hasil secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 5.7 berikut ini.

**Tabel 5.7** Pengujian berat volume tanah

No	No Pengujian	1	2	3	4
1	Diameter Ring ( d ) (cm)	3.9	3.9	3.9	3.90
2	Tinggi Ring ( t ) (cm)	7.6	7.6	7.6	7.6
3	Volume Ring ( V ) (cm)	90.74	90.74	90.74	90.74
4	Berat Ring ( W1 ) (gr)	135.33	135.33	135.33	135.33
5	Berat Ring + Tanah ( W2 ) (gr)	277.64	273.61	275.11	267.54
6	Berat Tanah ( W2 - W1 ) (gr)	142.31	138.28	139.07	131.37
7	Berat Volume tanah = ( W2 - W1 ) / V	1.568	1.524	1.540	1.457
8	Berat Volume rata – rata gr/cm <sup>3</sup>	1.522			

Dari hasil pengujian berat volume tanah (lampiran 2) maka dapat diketahui tanah Ngablak, Bantul, DIY mempunyai berat volume  $1,522 \text{ gr/cm}^3$ .

### 5.3.3 Pengujian Berat Jenis Tanah

Pengujian berat jenis bertujuan untuk menentukan berat jenis suatu sampel tanah, berat jenis tanah adalah nilai perbandingan berat butiran tanah dengan dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperature tertentu biasanya diambil pada suhu  $27,5^{\circ} \text{ C}$ . Hasil secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 5.8.

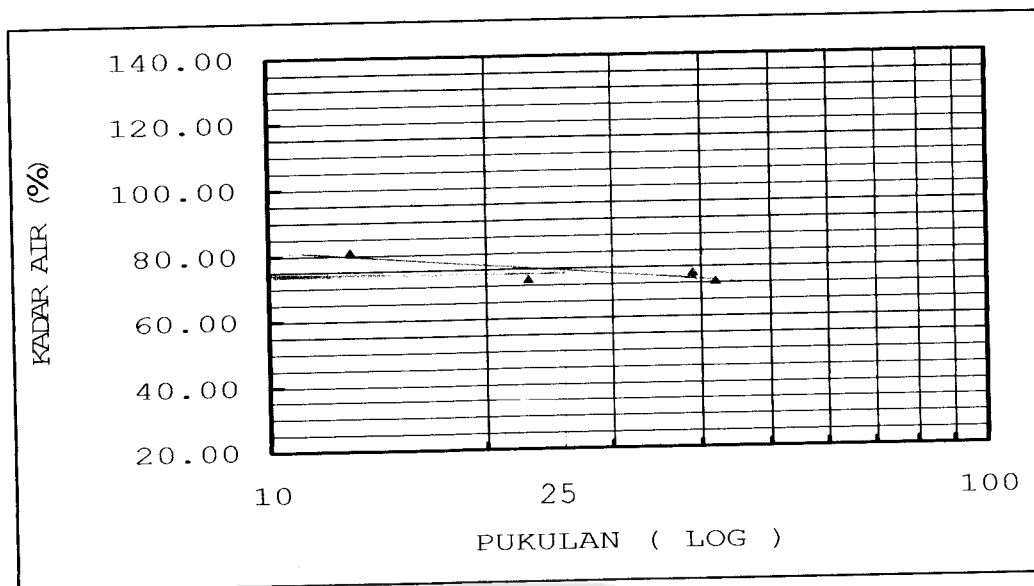
**Tabel 5.8** Pengujian berat jenis tanah

1	No. Pengujian	I	II	III
2	Berat piknometer kosong ( $W_1$ ) gram	22.48	24.56	20.35
3	Berat piknometer + tanah kering ( $W_2$ ) gram	47.83	35.48	36.77
4	Berat piknometer + tanah + air ( $W_3$ ) gram	84.57	81.37	85.65
5	Berat piknometer + air ( $W_4$ ) gram	70.23	74.89	76.43
6	Temperatur ( $t^{\circ}$ )	26.5	26	26
7	BJ pada temperatur ( $t^{\circ}$ )	0.99668	0.99682	0.99682
8	BJ pada temperatur ( $27,5^{\circ}$ )	0.99641	0.99641	0.99641
9	Berat jenis tanah $G_s (t^{\circ}) = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$	2.30	2.46	2.28
10	Berat jenis tanah pada $27,5^{\circ} = G_s (t^{\circ}) \frac{B_j \text{ air } t^{\circ}}{B_j \text{ air } 27,5^{\circ}}$	2.30	2.46	2.28
11	Berat jenis rata-rata $G_s \text{ rt}$	<b>2.348</b>		

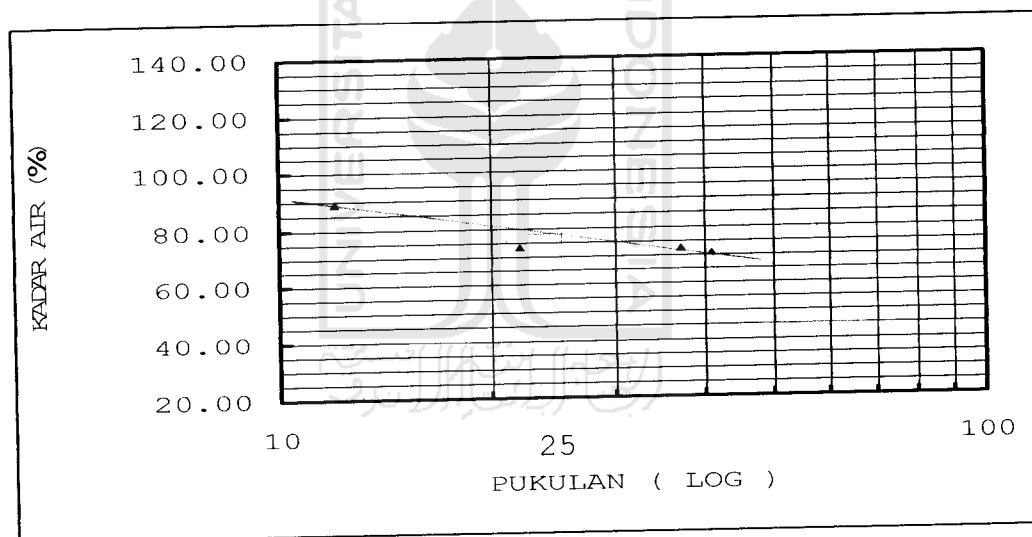
Dari hasil pengujian berat volume tanah (lampiran 3) maka dapat diketahui tanah Ngablak, Bantul, DIY mempunyai berat jenis 1.825.

### 5.3.4 Pengujian Batas Cair

Pengujian batas cair bertujuan untuk menentukan batas cair tanah dan untuk mengetahui jenis serta sifat-sifat tanah dari bagian tanah yang mempunyai ukuran butir lolos saringan no.40. Hasil pengujian dari batas cair dapat dilihat pada Gambar 5.4 dan Gambar 5.5 sebagai berikut.



**Gambar 5.4** Grafik hubungan antara pukulan dengan kadar air



**Gambar 5.5** Grafik hubungan antara pukulan dengan kadar air

Dari kedua gambar diatas pada ketukan ke 25 pengujian batas cair didapatkan kadar airnya 74.49 % dan 76.40 %.

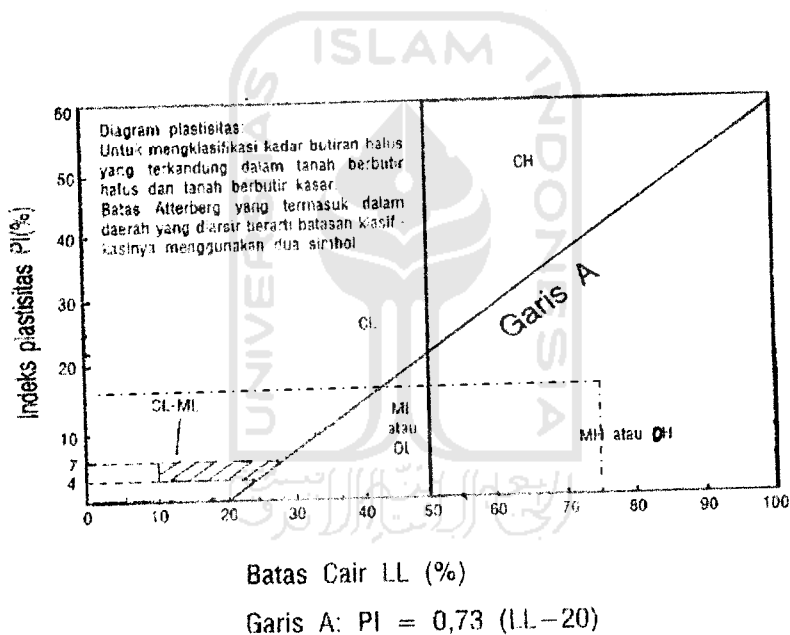
Dari hasil diatas didapat data pada Tabel 5.9 dibawah ini.



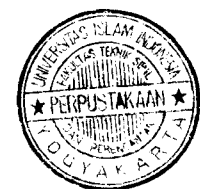
**Tabel 5.9** Hasil Batas Konsistensi Tanah

	I	II	Rata-rata
Batas Cair (LL)	74,49 %	76,40 %	75,45 %
Batas Plastis (PL)	57,45 %	60,29 %	58,87 %
Indeks Plastisitas (IP)	17,04 %	16,11 %	16,58 %

Dari hasil perhitungan diatas kemudian diklasifikasi kedalam sistem klasifikasi tanah *Unified* untuk menentukan jenis tanahnya, seperti pada Gambar 5.6 dibawah ini

**Gambar 5.6** Grafik Sistem Klasifikasi Tanah Unified

Dari grafik diatas diperoleh jenis tanah yang dipakai dalam penelitian masuk kedalam golongan MH yaitu lanau tak organik dengan plasititas sedang.



### 5.3.5 Sistem Klasifikasi AASHTO

Pengujian yang digunakan hanya analisis saringan dan batas-batas Atterberg, maka diperoleh data sebagai berikut. :

1. % lolos saringan no. 200 >35 %, ditunjukkan dengan penjumlahan lempung 30.00 % dan lanau 49.76 % menjadi 79.76 %.
2. Batas Cair (LL) = 75.45 %
3. Indeks Plastisitas (IP) = 16.58 %
4. Batas Plastis (PL) = 58.87 % >30 %

Nilai indeks kelompok dapat dihitung dengan persamaan :

$$GI = (F-35)\{0,2 + 0,005 (LL -40)\} + 0,01 (F-15) (PI-10)$$

Dimana :

GI = Indeks Kelompok

F = Persen material lolos saringan no. 200

LL = Batas cair

PI = Indeks Plastisitas

$$GI = (79,76-35)\{0,2 + 0,005(75,45-40)\} + 0,01 \times (79,76-15) \times (16,58-10)$$

$$= 21,139 \sim 22$$

Dari hasil data diatas berdasarkan Tabel 3.3 sistem klasifikasi AASHTO maka tanah Ngablak, Bantul, Jawa Tengah dapat dikelompokkan dalam kelompok A-7-5 (22).

### 5.3.6 Pengujian Batas Plastis

Pengujian batas plastis bertujuan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi plastis. Hasil dari pengujian batas plastis (lampiran) dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut ini.

**Tabel 5.10** Pengujian batas plastis

1	No Pengujian	I		II	
		1	2	1	2
2	Berat Container ( $W_1$ ) (gr)	21.67	21.67	21.64	21.68
3	Berat Cont. + Tanah Basah ( $W_2$ ) (gr)	27.47	28.57	27.5	28.43
4	Berat Cont. + Tanah Kering ( $W_3$ ) (gr)	25.39	26.01	25.23	25.97
5	Berat Air (3)-(4)	2.08	2.56	2.27	2.46
6	Berat Tanah Kering (4)-(2)	3.72	4.34	3.59	4.29
7	$\frac{(5)}{(6)} \times 100 \% =$ Kadar Air = ---- x 100 % =	55.91	58.99	63.23	57.34
8	Kadar Air Rata-Rata pada Batas Plastis %	57.45		60.29	

Dari pengujian-pengujian batas cair dan batas plastis, maka didapatkan rerata sebagai berikut.

$$\text{Batas Cair (LL)} = 75.45 \%$$

$$\text{Batas Plastis (PL)} = 58.87 \%$$

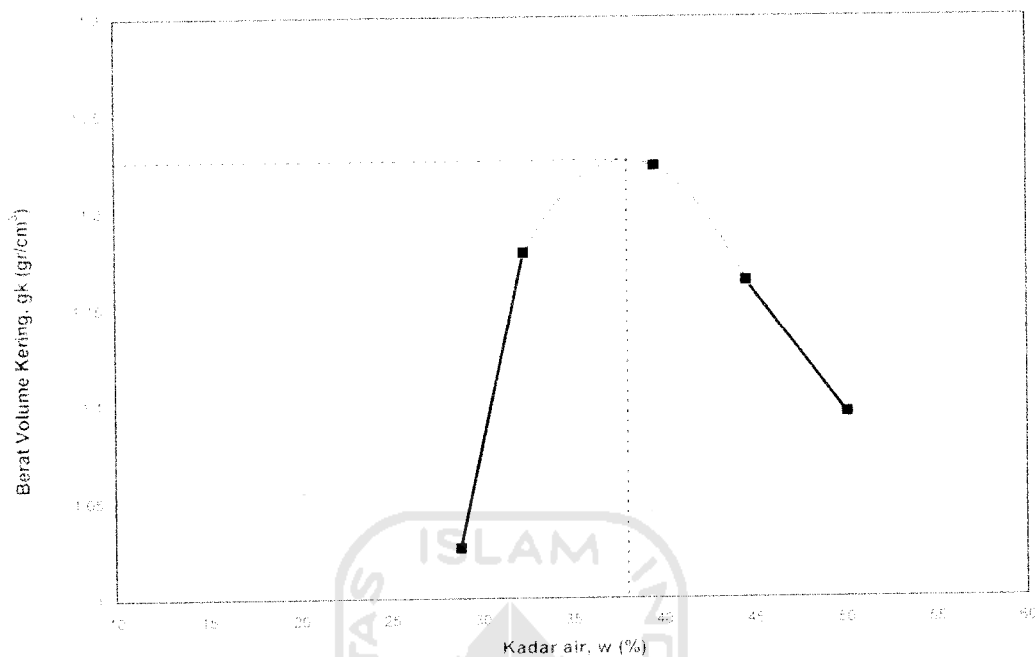
$$\text{Indeks Plastisitas (IP)} = 16.58 \%$$

### 5.3.7 Pengujian Proctor Standar

Pengujian proktor standar bertujuan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan cara memadatkan tanah di dalam silinder berukuran tertentu menggunakan cetakan, sampel tanah lolos saringan no. 4. Kegunaan pengujian proctor standar untuk mencari nilai kepadatan maksimum (*Maximum Dry Density*) dan kadar air optimum (*Optimum Moisture Content*) dari suatu sampel tanah. Hasil pengujian proctor standar dapat dilihat pada Tabel 5.11.

**Tabel 5.11** Hasil pengujian proctor standar

Percobaan	1	2	3	4	5
$W$ rata – rata (%)	22.77	32.28	39.50	44.53	50.06
Berat volume tanah kering ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1.026	1.178	1.223	1.163	1.095



**Gambar 5.7** Kurva hubungan kadar air dengan berat volume tanah kering

Dari gambar kurva hubungan kadar air dengan berat volume tanah kering diatas diperoleh :

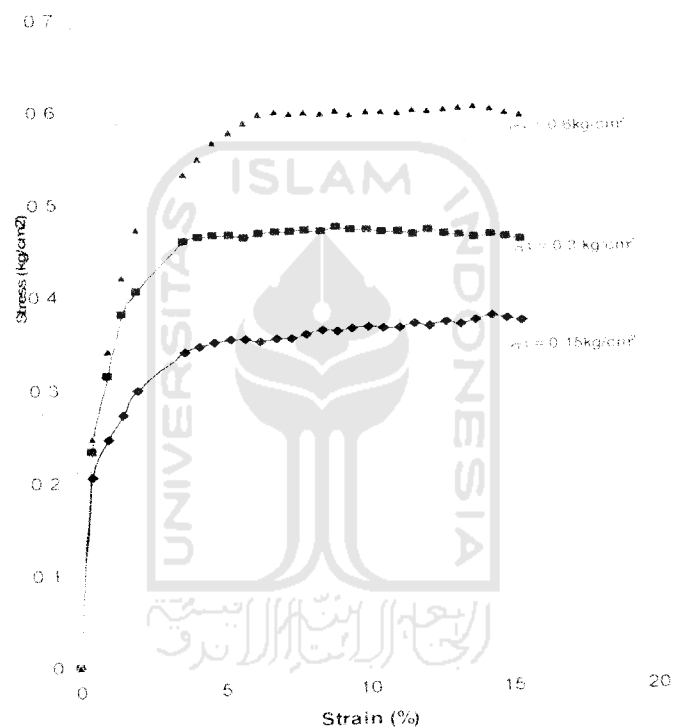
Kadar air optimum = 38.01 %

Berat volume kering maksimum = 1.23 gr/cm<sup>3</sup>

Berdasarkan hasil pengujian Proctor Standar yang terdapat pada Tabel 5.7 berupa kadar air kondisi optimum, maka nilai tersebut digunakan sebagai pedoman pencampuran sampel benda uji pada pengujian Triaksial UU. Untuk satu kali pengujian Triaksial tipe UU diperlukan tiga sampel tanah, masing-masing untuk tekanan sel 0.15 kg/cm<sup>2</sup>, tekanan sel 0.3kg/cm<sup>2</sup>, dan tekanan sel 0.6 kg/cm<sup>2</sup>.

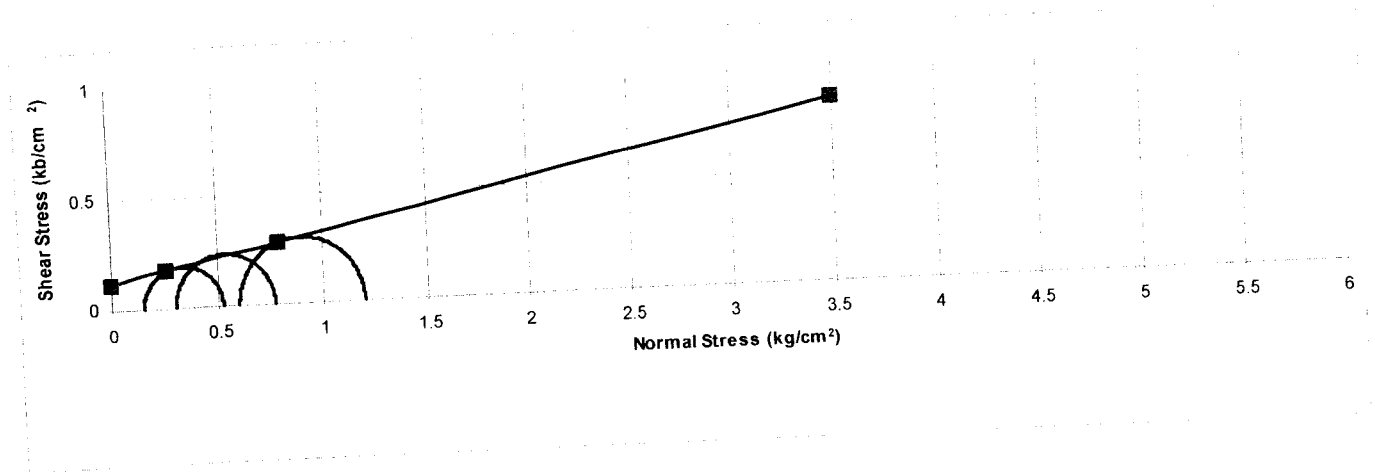
### 5.3.8 Pengujian Triaksial tipe UU untuk tanah asli

Pengujian triaksial UU adalah pengujian sampel tanah dengan tiga dimensi tekanan. Pengujian Triaksial UU dilakukan untuk menentukan nilai sudut gesek dalam ( $\phi$ ) dan kohesi tanah ( $c$ ), yang disetiap sampel diberikan sel 0.15 kg/cm<sup>2</sup>, 0.3 kg/cm<sup>2</sup>, 0.6 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 5.8 dan Gambar 5.10.



**Gambar 5.8** Kurva hubungan Tegangan dan Regangan pada uji Triaksial UU Tanah Asli I

Kemudian dibuat lingkaran Mohr dari tegangan pada saat sampel pecah dengan tegangan geser sebagai ordinat dan tegangan normal sebagai absis, seperti pada Gambar 5.9.



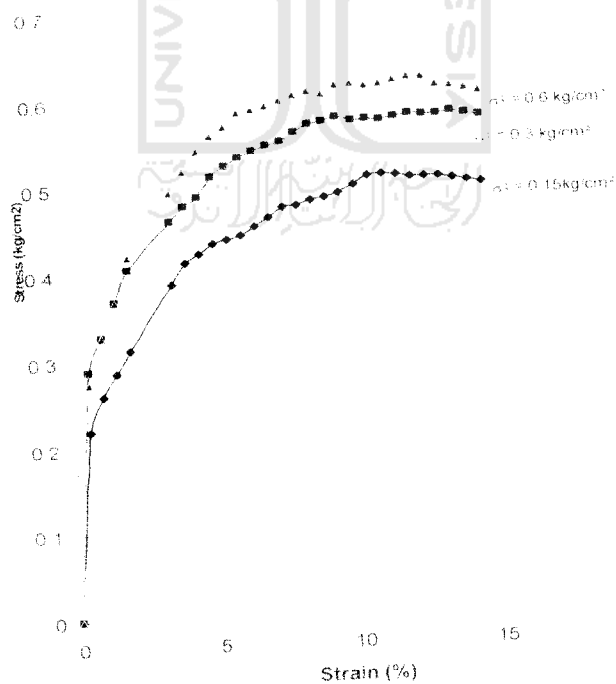
**Gambar 5.9** Lingkaran Mohr Uji Triaksial Tipe UU Tanah Asli I

Dari pengujian Triaksial UU pada tanah asli diperoleh sudut gesek dalam

( $\phi$ ) dan kohesi ( $c$ ), yaitu :

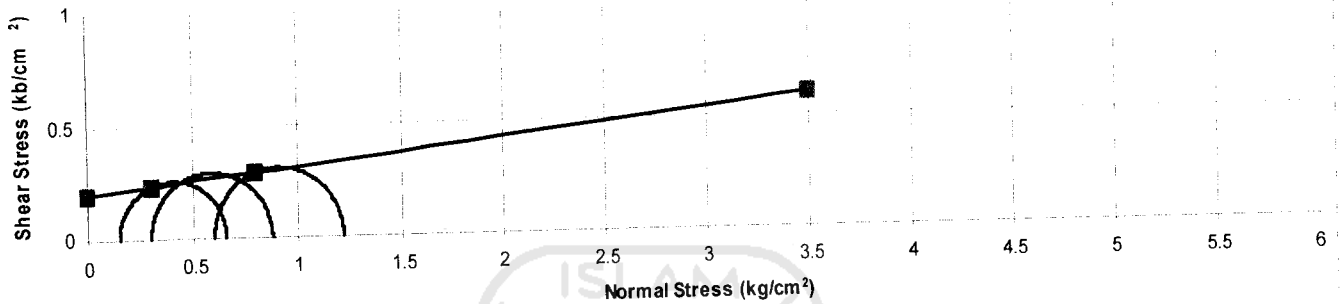
Sudut Gesek Dalam =  $11,611^\circ$

Kohesi ( $c$ ) =  $0,118 \text{ kg/cm}^2 = 1,18 \text{ t/m}^2$



**Gambar 5.10** Kurva hubungan Tegangan dan Regangan pada uji Triaksial UU Tanah Asli II

Kemudian dibuat lingkaran Mohr dari tegangan pada saat sampel pecah dengan tegangan geser sebagai ordinat dan tegangan normal sebagai absis, seperti pada Gambar 5.11.



**Gambar 5.11** Lingkaran Mohr Uji Triaksial Tipe UU Tanah Asli II

Dari pengujian Triaksial UU pada tanah asli (lampiran) diperoleh sudut gesek dalam ( $\phi$ ) dan kohesi ( $c$ ), yaitu :

$$\text{Sudut Gesek Dalam} = 6.488^\circ$$

$$\text{Kohesi (c)} = 0.200 \text{ kg/cm}^2 = 2.00 \text{ t/m}^2$$

Dari hasil kedua pengujian Triaksial UU, maka diperoleh data sudut geser dalam dan kohesi sebagai berikut :

**Tabel 5.12** Rata-rata sudut geser dalam dan kohesi

	I	II	Rata-rata
Sudut Geser Dalam ( $^\circ$ )	11.61	6.48	9.045
Kohesi ( $\text{kg/cm}^2$ )	0.118	0.199	0.158

### 5.3.9 Pengujian Triaksial tipe UU dengan pencampuran Semen pada tanah

Hasil keseluruhan dari pengujian Triaksial UU, tanah dengan komposisi campuran semen tiga roda 1.5%, 3%, 4.5%, 6%, 7.5% dan 9% pada pemeraman 3 hari dan 7 hari dapat dilihat pada Tabel 5.13.

**Tabel 5.13** Hasil uji Triaksial UU tanah dengan campuran Semen Tiga Roda

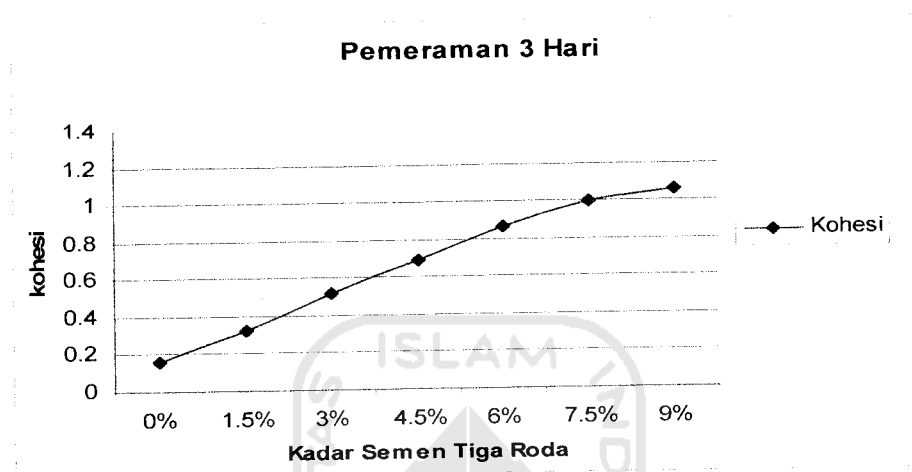
Kadar Semen Tiga Roda	Curing Time	$\theta$ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )
Tanah Undisturb	-	9.045	0.158
1.5 %	3 hari	24.245	0.328
1.5 %	7 hari	25.8	0.4995
3%	3 hari	21.61	0.523
3 %	7 hari	31.45	0.592
4.5 %	3 hari	28.19	0.695
4.5%	7 hari	37.05	0.645
6 %	3 hari	35.465	0.8705
6 %	7 hari	36.29	1.027
7.5 %	3 hari	36.285	1.003
7.5 %	7 hari	36.74	1.319
9 %	3 hari	36.155	1.062
9 %	7 hari	41.63	1.297

Dari Tabel 5.13 diatas dapat diketahui bahwa kadar penambahan semen tiga roda maksimum yang menghasilkan sudut geser ( $\phi$ ) maksimum adalah sebesar 9% dari berat tanah kering dan kohesi (c) maksimum adalah sebesar 7.5% dari berat tanah kering.

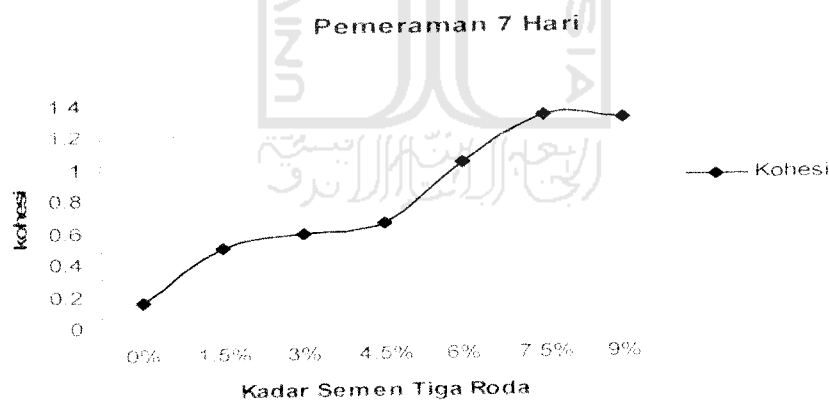


### a Pengujian Triaksial tipe UU dengan campuran Semen pada tanah

Hasil dari pengujian Triaksial Unconsolidated Undrained tanah dengan campuran semen dapat dilihat pada Tabel 5.13 yang diplotkan dalam gambar 5.12, 5.13, 5.14 dan 5.15 Kohesi dan Sudut geser dalam berikut ini

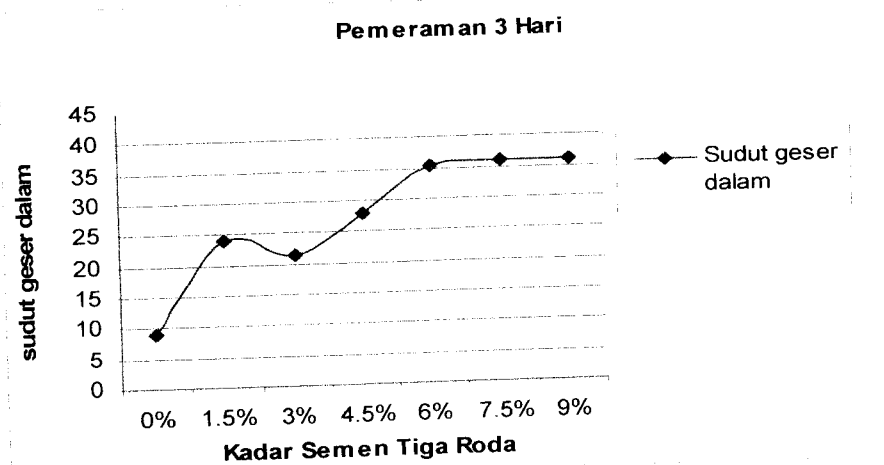


**Gambar 5.12** Grafik Hubungan Nilai Kohesi ( c ) dengan Prosentase Campuran Semen Pada pengujian Triaksial UU dengan Pemeraman 3 Hari

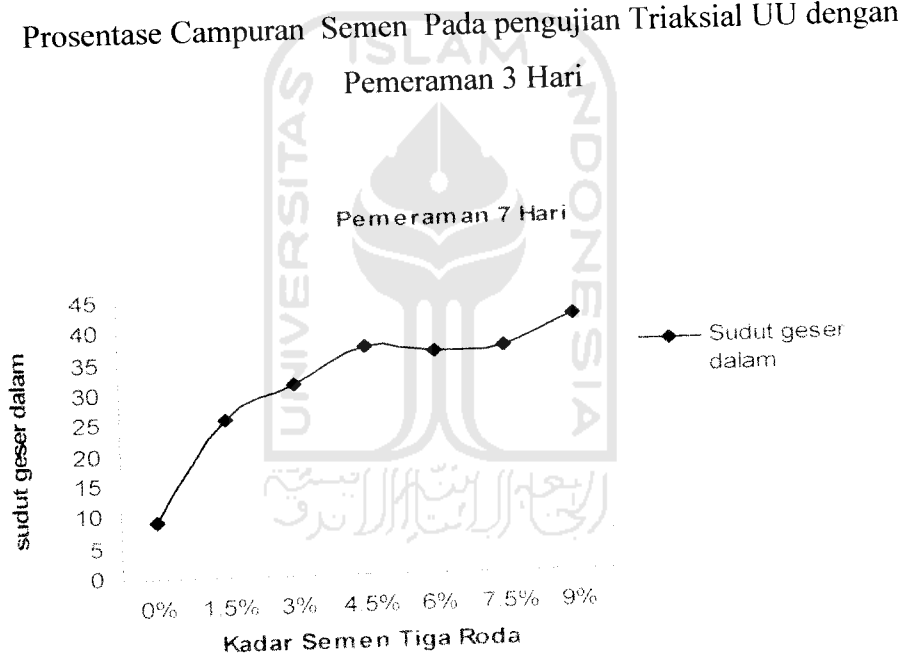


**Gambar 5.13** Grafik Hubungan Nilai Kohesi ( c ) dengan Prosentase Campuran Semen Pada pengujian Triaksial UU dengan Pemeraman 7 Hari

Dari kedua gambar diatas dapat diketahui kadar penambahan semen tiga roda maksimum yang menghasilkan nilai kohesi ( c ) yang terbesar terdapat pada gambar 5.13 dengan maksimum sebesar 7,5% dari berat tanah kering dengan peningkatan nilai kohesi sebesar 88 % dari nilai kohesi tanah asli.



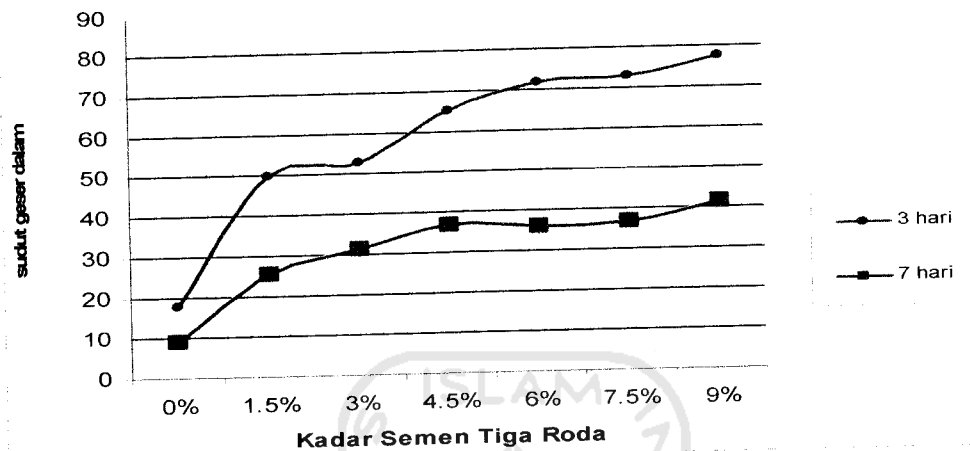
**Gambar 5.14** Grafik Hubungan Nilai Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ) dengan Prosentase Campuran Semen Pada pengujian Triaksial UU dengan



**Gambar 5.15** Grafik Hubungan Nilai Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ) dengan Prosentase Campuran Semen Pada pengujian Triaksial UU dengan Pemeraman 7 Hari

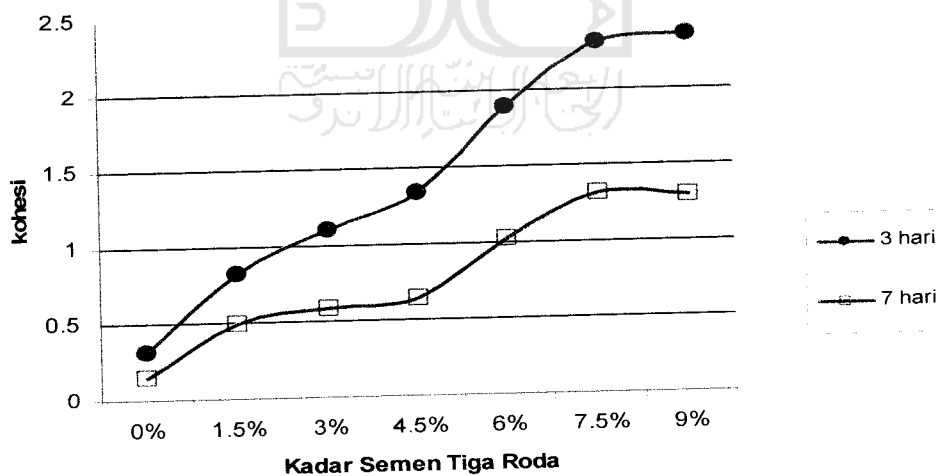
Dari kedua gambar diatas dapat diketahui kadar penambahan semen tiga roda maksimum yang menghasilkan sudut geser ( $\phi$ ) yang terbesar terdapat pada gambar 5.15 dengan maksimum sebesar 9% dari berat tanah kering dengan peningkatan nilai kohesi sebesar 78.27 % dari nilai kohesi tanah asli.

Perbandingan nilai  $\phi$  pada pengujian Triaksial UU dengan bahan campuran Semen Tiga Roda dapat dilihat pada Gambar 5.16.



**Gambar 5.16** Grafik hubungan antara  $\phi$  dengan Prosentase campuran Semen pada Uji Triaksial UU

Perbandingan nilai Kohesi pada pengujian Triaksial dengan bahan campuran Semen Tiga Roda dapat dilihat pada Gambar 5.17.



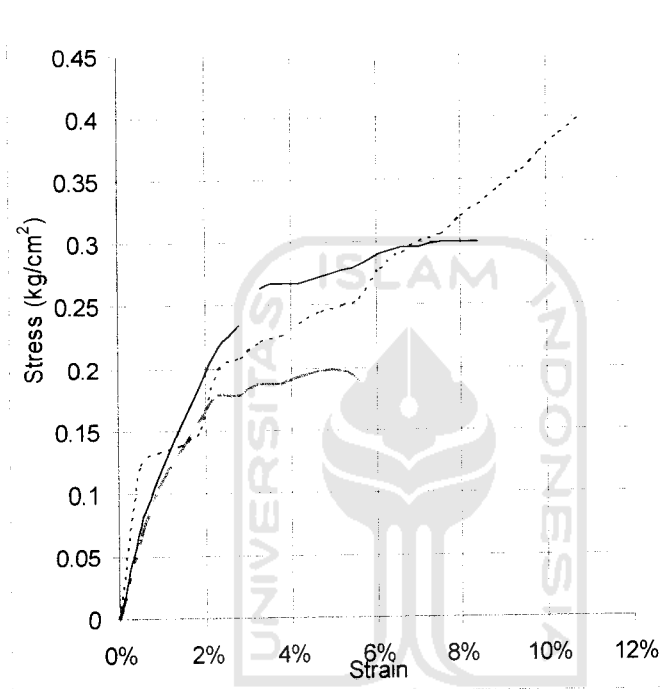
**Gambar 5.17** Grafik hubungan antara kohesi dengan Prosentase campuran Semen pada Uji Triaksial UU

### 5.3.10 Pengujian Geser Langsung (Direct Shear Test)

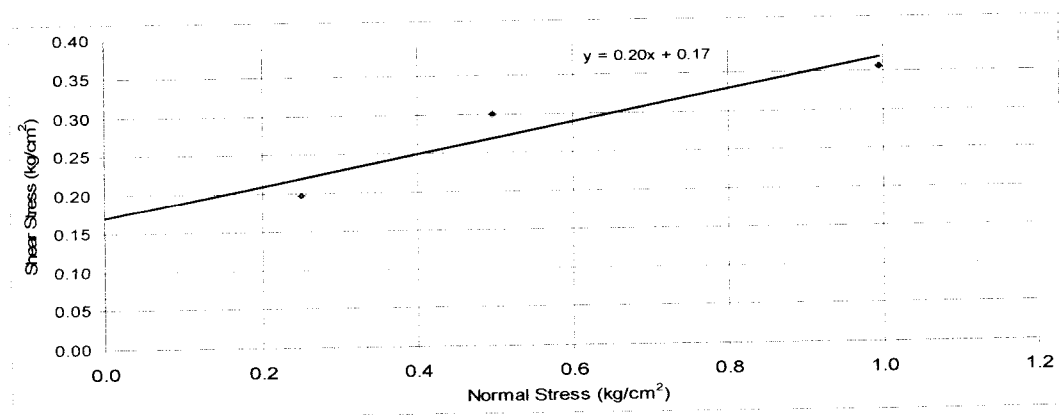
Dari pengujian geser langsung pada tanah undisturbed diperoleh sudut gesek dalam ( $\phi$ ) dan kohesi ( $c$ ) seperti pada Gambar 5.18.

Sudut Geser Dalam =  $11,3^\circ$

Kohesi ( $c$ ) =  $0,17 \text{ kg/cm}^2 = 1,70 \text{ t/m}^2$



**Gambar 5.18** Kurva Hubungan Tegangan dan Regangan pada Uji Geser Langsung Tanah Asli I

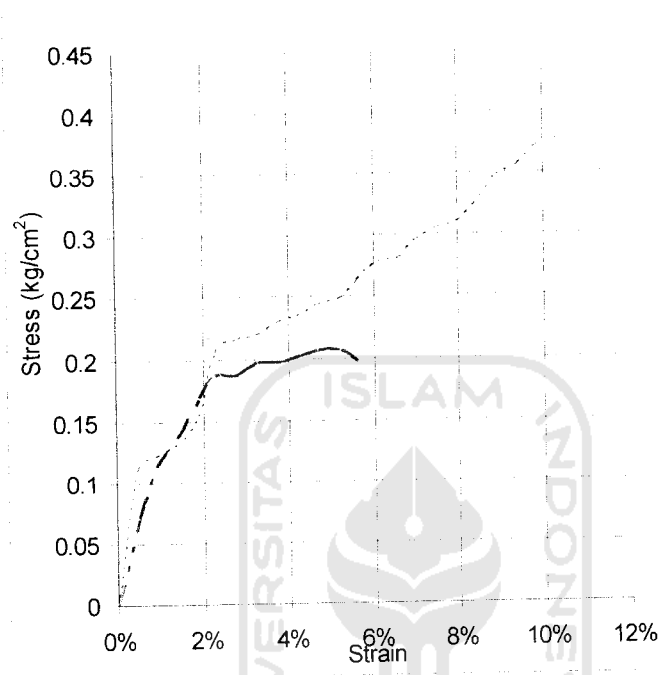


**Gambar 5.19** Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser pada Uji Geser Langsung Tanah Asli I

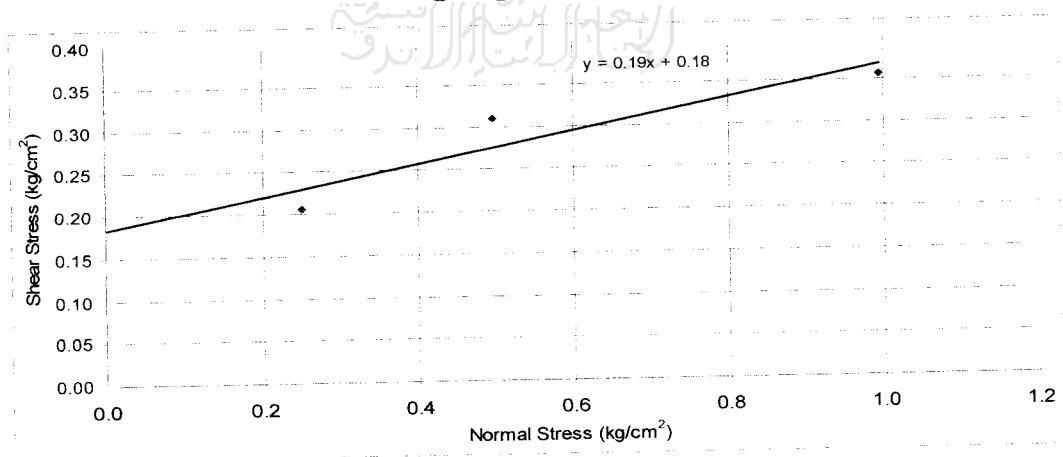
Dari pengujian geser langsung pada tanah asli diperoleh sudut gesek dalam ( $\phi$ ) dan kohesi ( $c$ ), yaitu seperti gambar 5.20.

Sudut Geser Dalam =  $10,8^\circ$

Kohesi ( $c$ ) =  $0,18 \text{ kg/cm}^2 = 1,80 \text{ t/m}^2$



**Gambar 5.20** Kurva Hubungan Tegangan dan Regangan pada Uji Geser Langsung Tanah Asli II



**Gambar 5.21** Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser pada Uji Geser Langsung Tanah Asli II

Dari hasil kedua pengujian Triaksial, maka diperoleh data sudut geser dalam dan kohesi sebagai berikut :

**Tabel 5.14** Rata-rata sudut geser dalam dan kohesi

	I	II	Rata-rata
Sudut Geser Dalam ( $^{\circ}$ )	11,3	10,8	11,05
Kohesi ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	0,17	0,18	0,175

### 5.3.11 Pengujian Geser Langsung dengan pencampuran Semen pada tanah

Hasil keseluruhan dari pengujian Geser Langsung, tanah dengan komposisi campuran semen 1.5%, 3%, 4.5%, 6%, 7.5% dan 9% pada pemeraman 3 hari dan 7 hari dapat dilihat pada Tabel 5.15.



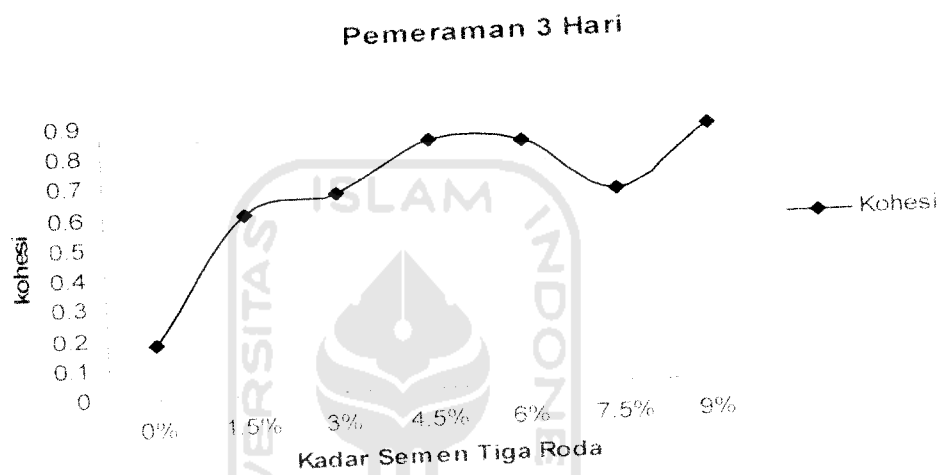
**Tabel 5.15** Hasil uji Geser Langsung tanah dengan campuran Semen Tiga Roda

Kadar Semen Tiga Roda	Curing Time	$\phi$ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )
Tanah Undisturb	-	11.05	0.175
1.5 %	3 hari	21.05	0.60
1.5 %	7 hari	13.75	0.835
3 %	3 hari	23.25	0.655
3 %	7 hari	9.35	0.75
4.5 %	3 hari	12.70	0.82
4.5 %	7 hari	24.95	0.685
6 %	3 hari	22.55	0.81
6 %	7 hari	39.55	0.635
7.5 %	3 hari	29.45	0.635
7.5 %	7 hari	28.80	0.81
9 %	3 hari	10.5	0.84
9 %	7 hari	41.2	0.825

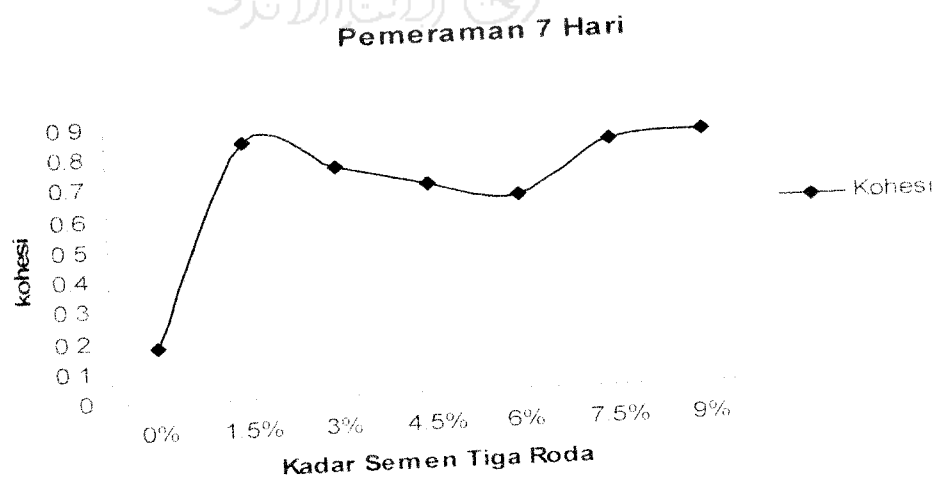
Dari Tabel 5.15 diatas dapat diketahui bahwa kadar penambahan semen tiga roda maksimum yang menghasilkan sudut geser ( $\phi$ ) maksimum adalah sebesar 9% dari berat tanah kering dan kohesi (c) maksimum adalah sebesar 9% dari berat tanah kering.

**a. Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear Test*) dengan campuran Semen Tiga Roda pada tanah**

Hasil dari pengujian Geser Langsung (*Direct Shear Test*) tanah dengan campuran semen dapat dilihat pada tabel 5.15 yang diplotkan dalam gambar 5.22, 5.23, 5.24 dan 5.25 Kohesi dan Sudut geser dalam berikut ini



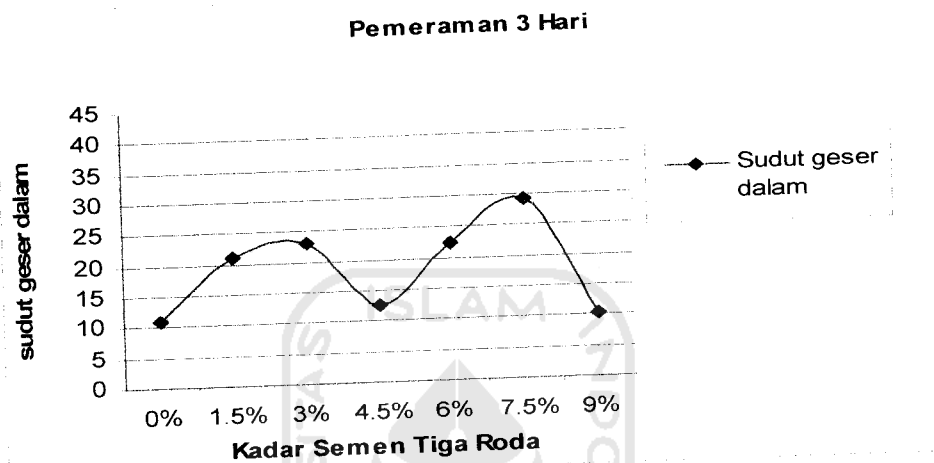
**Gambar 5.22** Grafik Hubungan Nilai Kohesi ( c ) dengan Prosentase Campuran Semen Pada pengujian Geser Langsung dengan Pemeraman 3 Hari



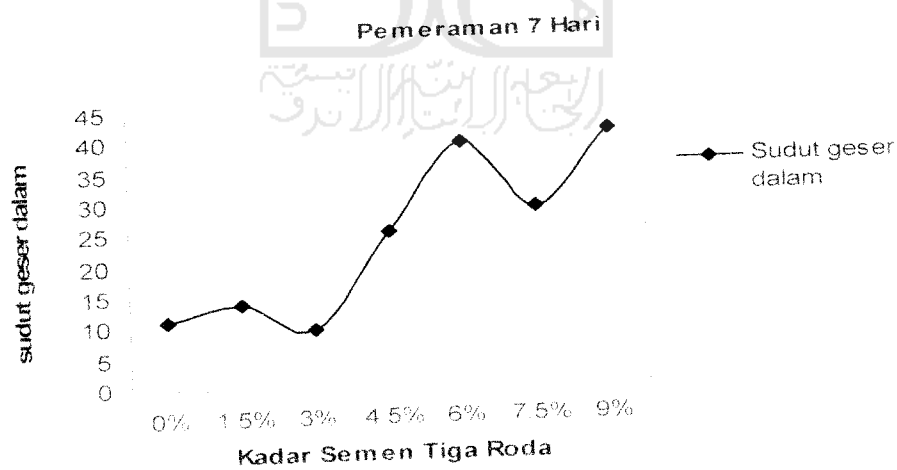
**Gambar 5.23** Grafik Hubungan Nilai Kohesi ( c ) dengan Prosentase Campuran Semen Pada pengujian Geser Langsung dengan Pemeraman 7 Hari



Dari kedua gambar diatas dapat diketahui kadar penambahan semen tiga roda maksimum yang menghasilkan nilai kohesi ( c ) yang terbesar terdapat pada gambar 5.23 dengan maksimum sebesar 1.5 % dari berat tanah kering dengan peningkatan nilai kohesi sebesar 79 % dari nilai kohesi tanah asli.



**Gambar 5.24** Grafik Hubungan Nilai Sudut Geser Dalam (  $\phi$  ) dengan Prosentase Campuran Semen Pada pengujian Geser Langsung dengan Pemeraman 3 Hari

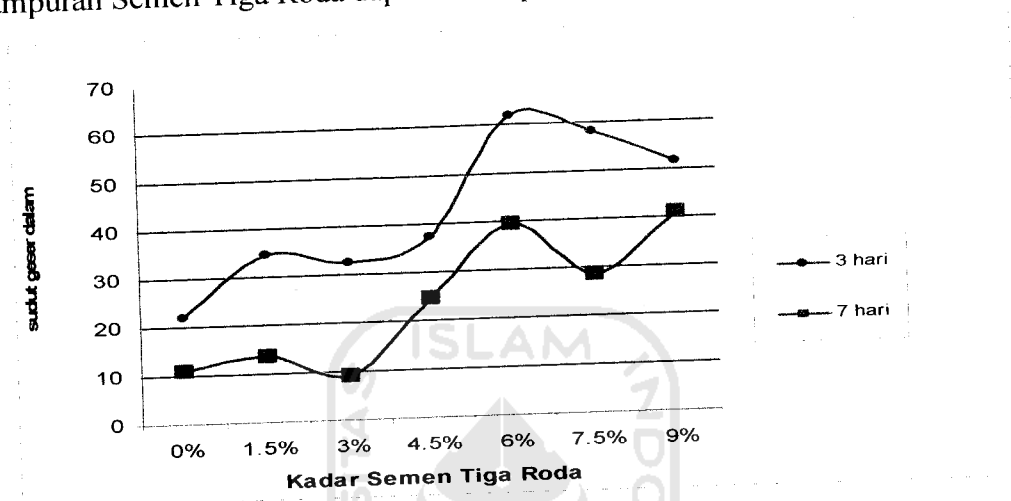


**Gambar 5.25** Grafik Hubungan Nilai Sudut Geser Dalam (  $\phi$  ) dengan Prosentase Campuran Semen Pada pengujian Geser Langsung dengan Pemeraman 7 Hari

Dari kedua gambar diatas dapat diketahui kadar penambahan semen tiga roda maksimum yang menghasilkan sudut geser (  $\phi$  ) yang terbesar terdapat pada

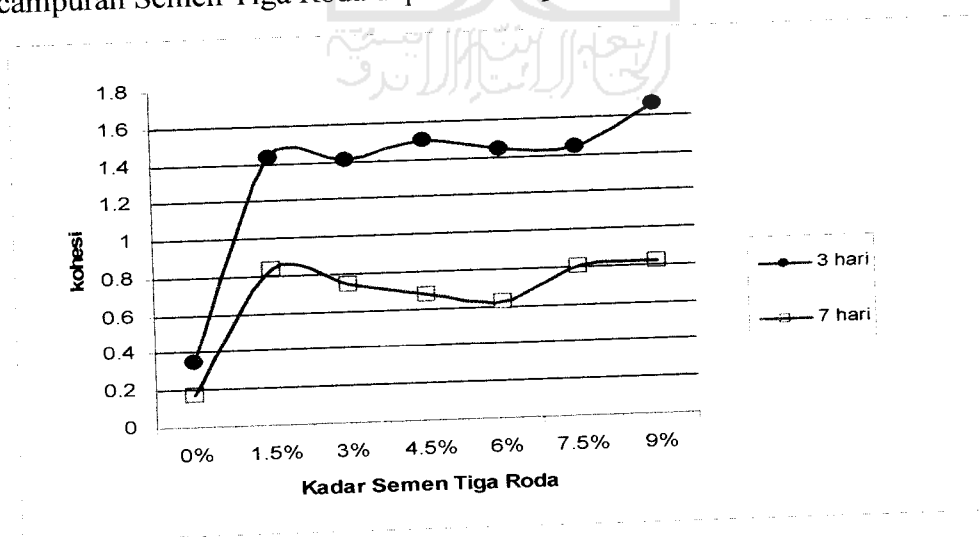
gambar 5.25 dengan maksimum sebesar 9% dari berat tanah kering dengan peningkatan nilai kuat geser sebesar 73.18% dari nilai kuat geser tanah asli.

Perbandingan nilai  $\phi$  pada pengujian Geser Langsung dengan bahan campuran Semen Tiga Roda dapat dilihat pada Gambar 5.26.



**Gambar 5.26** Grafik hubungan antara  $\phi$  dengan Prosentase campuran Semen pada Uji Geser Langsung

Perbandingan nilai Kohesi pada pengujian Geser Langsung dengan bahan campuran Semen Tiga Roda dapat dilihat pada Gambar 5.27.



**Gambar 5.27** Grafik hubungan antara kohesi dengan prosentase campuran semen pada Uji Geser Langsung

#### 5.4 Analisis Kuat Geser

Analisis kuat geser tanah juga dinyatakan dalam bentuk tegangan- tegangan efektif  $\sigma_1'$  dan  $\sigma_3'$  pada saat keruntuhan terjadi. Lingkaran Mohr dalam bentuk lingkaran tegangan, dengan koordinat-koordinat  $\tau$  dan  $\sigma'$ . Persamaan tegangan geser dinyatakan oleh :

$$\tau = 1/2 (\sigma_1 - \sigma_3) \sin 2 \theta$$

Tabel Hasil Analisis Kuat geser Tanah Asli dan Tanah Campuran Semen Tiga Roda dapat dilihat pada Tabel 5.16, berdasarkan Uji Triaksial UU

**Tabel 5.16** Tabel perhitungan Analisis Kuat Geser pada Uji Triaksial UU

Pemeraman (hari)	Semen (%)	$\sigma_1$ ( kg /cm <sup>2</sup> )	$\sigma_3$ ( kg /cm <sup>2</sup> )	$\theta$ ( ° )	$\tau$ ( kg /cm <sup>2</sup> )
	Tanah Asli	1.210	0.6	9.045	0.095
3	1.5	2.462	0.6	24.245	0.697
	3	2.841	0.6	21.61	0.767
	4.5	4.063	0.6	28.19	1.442
	6	6.113	0.6	35.465	2.605
	7.5	6.906	0.6	36.285	3.008
	9	7.154	0.6	36.155	3.122
7	1.5	3.144	0.6	25.8	0.997
	3	4.171	0.6	31.46	1.590
	4.5	5.56	0.6	37.05	2.385
	6	7.031	0.6	36.29	3.068
	7.5	8.48	0.6	36.74	3.777
	9	10.917	0.6	41.63	5.123

Analisis kuat geser tanah dengan campuran dilakukan pada kadar optimum dengan *curing time* 3 hari dan 7 hari. Analisis dilakukan dengan formula Coulomb dengan asumsi tegangan normal pada bidang runtuh ( $\sigma$ ) konstan sebesar 2 kg/cm<sup>2</sup>. Adapun formula Coulomb adalah sebagai berikut :

$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$

dengan :

$\tau$  = kuat geser tanah ( kg /cm<sup>2</sup>)

$c$  = kohesi tanah ( kg /cm<sup>2</sup>)

$\sigma$  = tegangan normal pada bidang runtuh ( kg/cm<sup>2</sup>)

$\phi$  = sudut geser dalam ( ° )

Tabel Hasil Analisis Kuat geser Tanah Asli dan Tanah Campuran Semen Tiga Roda dapat dilihat pada Tabel 5.17, berdasarkan Uji Geser Langsung ( DST )

**Tabel 5.17** Tabel perhitungan Analisis kuat geser pada Uji Geser Langsung(DST)

Pemeraman (hari)	Semen (%)	c ( kg /cm <sup>2</sup> )	$\phi$ ( ° )	$\sigma$ ( kg /cm <sup>2</sup> )	$\tau$ ( kg /cm <sup>2</sup> )
Tanah Asli		0.175	11.05	0.995	0.369
3	1.5	0.60	21.05	0.995	0.983
	3	0.650	23.25	0.995	1.077
	4.5	0.82	12.7	0.995	1.044
	6	0.81	22.55	0.995	1.223
	7.5	0.635	29.45	0.995	1.197
	9	0.84	10.5	0.995	1.024
7	1.5	0.835	13.75	0.995	1.078
	3	0.75	9.35	0.995	0.914
	4.5	0.685	24.95	0.995	1.148
	6	0.635	39.55	0.995	1.457
	7.5	0.810	28.8	0.995	1.357
	9	0.825	41.2	0.995	1.696

Dari perhitungan kuat geser dengan campuran semen tiga roda pada pengujian Triaksial UU dan Geser Langsung diatas pada tabel 5.16 dan 5.17 dapat diketahui peningkatan  $\tau$  (%), untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel berikut 5.18 dan 5.19.

**Tabel 5.18** Hasil perhitungan peningkatan dan kuat geser ( $\tau\%$ ) dengan campuran semen tiga roda pada pengujian Triaksial UU

Pemeraman (hari)	Semen (%)	$\sigma_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_3$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\theta$ (°)	$\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\tau$ (%)
Tanah Asli		1.210	0.6	9.045	0.095	-
3	1.5	2.462	0.6	24.245	0.697	86.420
	3	2.841	0.6	21.61	0.767	87.662
	4.5	4.063	0.6	28.19	1.442	93.434
	6	6.113	0.6	35.465	2.605	96.366
	7.5	6.906	0.6	36.285	3.008	96.853
	9	7.154	0.6	36.155	3.122	96.968
7	1.5	3.144	0.6	25.8	0.997	90.503
	3	4.171	0.6	31.46	1.590	94.045
	4.5	5.56	0.6	37.05	2.385	96.031
	6	7.031	0.6	36.29	3.068	96.914
	7.5	8.48	0.6	36.74	3.777	97.494
	9	10.917	0.6	41.63	5.123	98.152

**Tabel 5.19** Hasil perhitungan peningkatan kuat geser ( $\tau$  %) dengan campuran semen tiga roda pada pengujian Geser Langsung

Pemeraman (hari)	Semen (%)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ ( $^{\circ}$ )	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\tau$ (%)
Tanah Asli		0.175	11.05	0.995	0.369	-
3	1.5	0.60	21.05	0.995	0.983	62.428
	3	0.650	23.25	0.995	1.077	65.725
	4.5	0.82	12.7	0.995	1.044	64.633
	6	0.81	22.55	0.995	1.223	69.807
	7.5	0.635	29.45	0.995	1.197	69.142
	9	0.84	10.5	0.995	1.024	63.949
7	1.5	0.835	13.75	0.995	1.078	65.756
	3	0.75	9.35	0.995	0.914	59.587
	4.5	0.685	24.95	0.995	1.148	67.828
	6	0.635	39.55	0.995	1.457	74.647
	7.5	0.810	28.8	0.995	1.357	72.785
	9	0.825	41.2	0.995	1.696	78.225