

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian adalah hasil dari pengujian – pengujian yang dilakukan terhadap tanah. Hasil penelitian berupa sifat fisik tanah dan sifat – sifat tanah setelah diberi bahan tambah. Data – data yang diperoleh dari pengujian dapat dilihat seperti berikut.

5.1.1 Pengujian Kadar Air Tanah

Hasil dari pengujian kadar air dapat dilihat pada **Tabel 5.1**

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air

Uraian	Simbol	Satuan	Hasil		
			Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Berat Cawan	W_1	gram	7.54	7.48	6.64
Berat Cawan + Tanah Basah	W_2	gram	24.68	55.99	65.3
Berat Cawan + Tanah Kering	W_3	gram	22.81	50.31	58.41
Berat Air	$W_w = W_2 - W_3$	gram	1.87	5.68	6.89
Berat Tanah Kering	$W_s = W_3 - W_1$	gram	15.27	42.83	51.77
Kadar Air	$w = (W_w / W_s) \times 100\%$	%	12.246	13.262	13.309
Kadar Air Rata-Rata	$w_{rata-rata}$	%	12.939		

Contoh perhitungan menggunakan Persamaan 5.1:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \% \quad (5.1)$$

$$w = \frac{1,87}{15,27} \times 100 \% = 12,246 \%$$

Nilai kadar air sampel kedua sebesar 13,26% dan sampel ketiga 13,309% dengan cara yang sama dengan sampel 1. Tanah dari Desa Gupakwaruk, Pajangan, Bantul mengandung kadar air rata – rata sebesar 12,939% setelah sampel 1, sampel 2, dan sampel 3 di rata – rata.

5.1.2 Pengujian Berat Volume

Pengujian berat volume pada tanah ini menggunakan air raksa untuk mencari berat volumenya. Data hasil pengujian volume dapat dilihat pada **tabel 5.2** berikut ini

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Asli

Uraian	Rumus	Satuan	Hasil	
			Sampel 1	Sampel 2
Cawan	W1	gram	60,530	60,530
Cawan + air raksa	W2	gram	170,170	134,480
Berat Air Raksa	W3 = W2 - W1	gram	109,640	73,950
Berat Tanah	W	gram	12,070	9,760
Kadar Air mula - mula		%	12,939	12,939
			10,687	8,642
Berat Jenis Air Raksa		gram/cm ³	13,600	13,600
Berat volume tanah	γ_b	gram/cm ³	8,062	5,438
	γ_b	gram/cm ³	1,326	1,589
Berat Volume tanah Rata - Rata	γ_b rata-rata	gram/cm ³	1,457	

Contoh perhitungannya pada Persamaan 5.2:

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Berat tanah}}{1 + \frac{\text{Kadar air rata-rata}}{100}} \quad (5.2)$$

$$\text{Kadar Air} = \frac{12,070}{1 + \frac{12,939}{100}}$$

$$\text{Kadar Air} = 10,687$$

Berat Volume tanah dari air raksa pada Persamaan 5.3 di bawah:

$$\gamma_b = \frac{\text{Berat Air raksa}}{\text{Berat jenis air raksa}} \quad (5.3)$$

$$\gamma_b = \frac{109,64}{13,6}$$

$$\gamma_b = 8,062 \text{ gram/cm}^3$$

Berat Volume Tanah:

$$\gamma_b = \frac{10,687}{8,062}$$

$$\gamma_b = 1,326 \text{ gram/cm}^3$$

Nilai berat volume tanah sampel kedua sebesar 1,589 gram/cm³ dengan cara yang sama dengan sampel 1. Tanah dari Desa Gupakwaruk, Pajangan, Bantul mengandung berat volume tanah rata – rata sebesar 1,457 setelah sampel 1 dan sampel 2 di rata – rata.

5.1.3 Pengujian Berat Jenis Tanah

Data dari hasil pengujian jenis tanah dapat dilihat pada **tabel 5.3**.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah

No.	Uraian	Satuan	Hasil	
			Sampel 1	Sampel 2
1.	Berat Piknometer	Gram	40,990	42,660
2.	Berat Piknometer + Tanah Kering	Gram	71,940	74,170
3.	Berat Piknometer + Tanah Kering + Air Penuh	Gram	160,730	162,550
4.	Berat Piknometer + Air Penuh	Gram	142,150	143,700
5.	Suhu Air (t°C)	°	26,000	26,000
6.	γ_w pada suhu (t°C)	gram/cm ³	0,9968	0,9968
7.	γ_w pada suhu (27.5°C)	gram/cm ³	0,9964	0,9964
8.	Berat Tanah Kering	Gram	30,950	31,510
9.	A	Gram	173,100	175,210
10.	I	Gram	12,370	12,660
11.	Berat Jenis Tanah Pada Suhu (t°C)	gram/cm ³	2,502	2,489
12.	Berat Jenis Tanah Pada Suhu (27.5°C)	gram/cm ³	2,503	2,490
13.	Berat Jenis Tanah Rata-Rata Pada Suhu (27.5°C)	gram/cm ³	2,496	

Contoh perhitungan menggunakan Persamaan 5.4 di bawah ini:

$$G_s (t^{\circ}\text{C}) = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \quad (5.4)$$

$$G_s (t^{\circ}\text{C}) = \frac{(71,940 - 40,990)}{(142,150 - 40,990) - (160,730 - 71,940)} = 2,502$$

$$G_s (27.5^{\circ}\text{C}) = 2.502 \times \frac{0.9968}{0.9964} = 2,503 \text{ gram/cm}^3$$

Nilai berat jenis tanah sampel kedua sebesar 2,490 gram/cm³ dengan cara yang sama dengan sampel 1. Tanah dari Desa Gupakwaruk, Pajangan, Bantul mengandung berat jenis tanah rata – rata sebesar 2,503 gram/cm³ setelah sampel 1 dan sampel 2 di rata – rata.

5.1.4 Pengujian Analisis Saringan dan Analisis Hidrometer

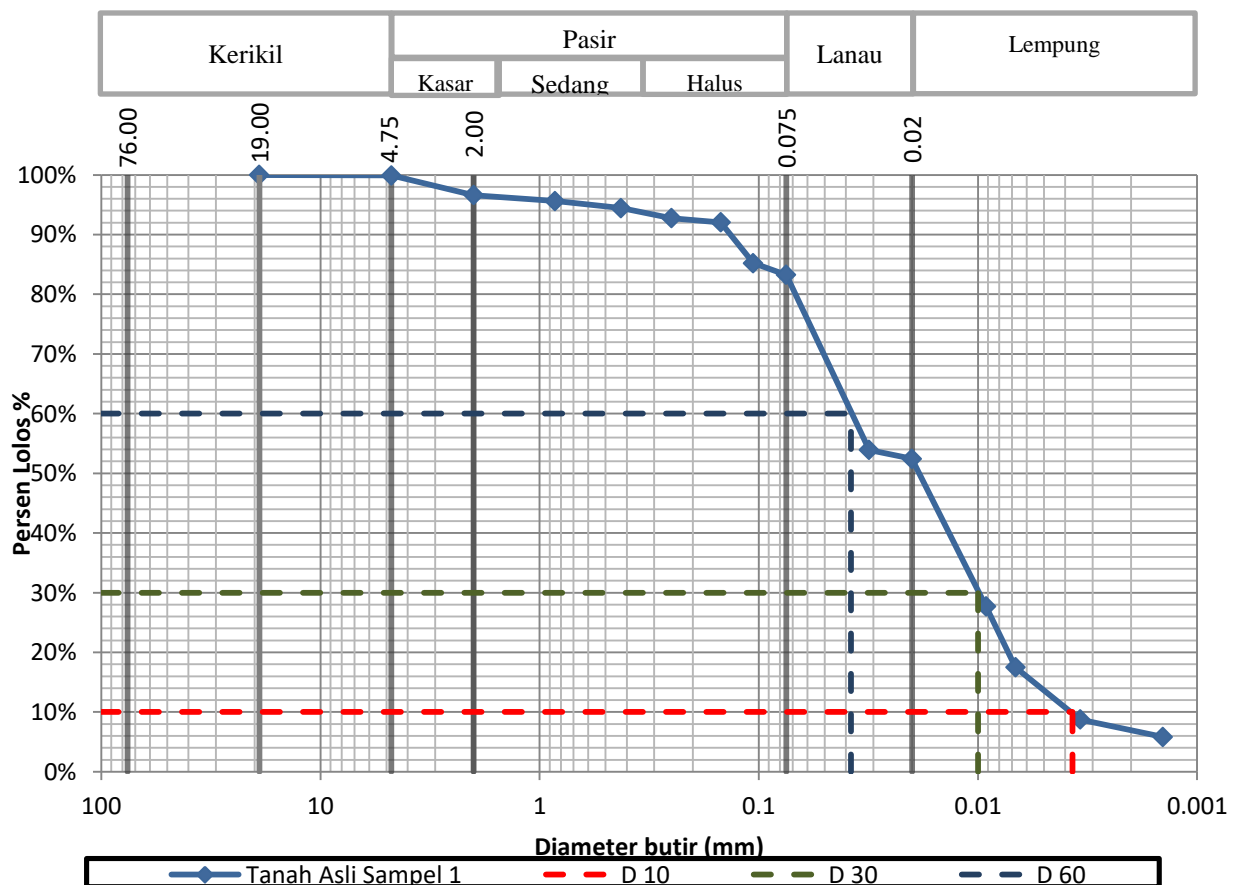
Data dari hasil pengujian analisa saringan dapat dilihat pada **Tabel 5.4**, data hasil pengujian hidrometer dapat dilihat pada **Tabel 5.5**. Dari percobaan tersebut menghasilkan grafik yang dapat dilihat pada **Gambar 5.1**.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Asli

No. Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	% Tertahan	% Lolos
	mm	(gr)	(gr)	%	%
0,75	19	0	300,00	0,00%	100,00%
4	4,75	0,24	299,76	0,08%	99,92%
10	2	9,92	289,84	3,31%	96,61%
20	0,85	2,96	286,88	0,99%	95,63%
40	0,425	3,59	283,29	1,20%	94,43%
60	0,25	5,07	278,22	1,69%	92,74%
100	0,149	2,06	276,16	0,69%	92,05%
140	0,106	20,49	255,67	6,83%	85,22%
200	0,075	5,91	249,76	1,97%	83,25%
pan		249,76	0,00	83,25%	0,00%
	Jumlah	300,00		100,00%	0,00%

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Tanah Asli

Waktu	Temperatur	Pemb. Hidrometer	Pemb. Hdr terkoreksi	Pemb. Hdr terkoreksi oleh (m)	Kedalaman	L/t	Konstanta	Diameter butir (D)	% Lolos
t	T	Ra	Rc	R'	(L)*		(K)**	D	
menit	°C		(Ra - z)	(Ra + m)	cm			mm	%
0	26	38	40	41	10,1	0,00000	0,01357	0,00000	59,73%
2	26	34	36	37	10,7	5,35000	0,01357	0,03139	53,91%
5	26	33	35	36	10,9	2,18000	0,01357	0,02004	52,45%
30	26	16	18	19	13,7	0,45667	0,01357	0,00917	27,68%
60	26	9	11	12	14,8	0,24667	0,01357	0,00674	17,48%
250	26	3	5	6	15,8	0,06320	0,01357	0,00341	8,74%
1440	26	1	3	4	16,1	0,01118	0,01357	0,00143	5,83%



Gambar 5.1 Grafik Analisis Saringan Tanah Asli

Jumlah fraksi butiran yang terdapat pada sampel tanah yang diuji dapat dilihat pada **Tabel 5.6** Berikut ini.

Tabel 5.6 Fraksi Butiran Tanah Asli

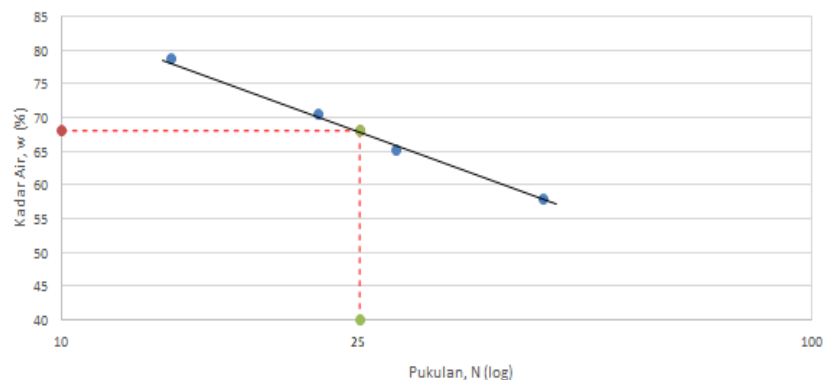
Lolos # 200	83,25%
Kerikil	0,08%
Pasir	16,67%
Lanau	30,80%
Lempung	52,45%

5.1.5 Pengujian Batas Cair

Data hasil pengujian batas cair dapat dilihat pada **tabel 5.7** dan **gambar 5.2**

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis

No.			I		II		III		IV		Batas Plastis	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	No Cawan		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Berat Cawan	gr	12,76	13,20	12,74	12,65	12,97	12,97	13,00	12,65	6,80	6,93
3	Berat Cawan + Tanah Basah	gr	32,08	35,80	27,74	25,97	32,86	28,45	23,60	22,43	10,14	10,53
4	Berat Cawan + Tanah Kering	gr	23,85	25,54	21,52	20,47	25,02	22,35	19,92	18,67	9,43	9,73
5	Berat air (3) - (4)	gr	8,23	10,26	6,22	5,50	7,84	6,10	3,68	3,76	0,71	0,80
6	Berat Tanah Kering (4) - (2)	gr	11,09	12,34	8,78	7,82	12,05	9,38	6,92	6,02	2,63	2,80
7	Kadar Air = (5)/(6) x 100 %	%	74,21	83,14	70,84	70,33	65,06	65,03	53,18	62,46	27,00	28,57
8	Kadar Air Rata-Rata	%	78,68		70,59		65,05		57,82		27,78	
9	Jumlah Pukulan, N		14		22		28		44			



Gambar 5.2 Grafik Hubungan Kadar Air dengan Jumlah Pukulan Sampel Tanah

Dari grafik diatas didapatkan nilai batas cair pada tanah sebesar 67,7 %

5.1.6 Pengujian Batas Plastis

Data hasil pengujian batas plastis dapat dilihat pada Tabel 5.8 di bawah ini:

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah

No.	Uraian	Batas Plastis	
		1	2
1	Berat Cawan	6,8	6,93
2	Berat Cawan + Tanah Basah	10,14	10,53
3	Berat Cawan + Tanah Kering	9,43	9,73
4	Berat Air	0,71	0,8
5	Berat Tanah Kering	2,63	2,8
6	Kadar Air	26,996	28,571
7	Kadar Air Rata-Rata	27,784	

Berdasarkan data diatas didapatkan batas plastis pada tanah sampel 1 sebesar 26,996 % dan tanah sampel 2 sebesar 28,571 % maka batas plastis rata – rata sebesar 27,784 %.

5.1.7 Pengujian Batas Susut

Data hasil pengujian batas susut dapat dilihat pada **Tabel 5.9** di bawah ini:

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Batas Susut Tanah

Batas Susut				
Kadar Air				
Uraian	Rumus	Satuan	Hasil	
			I	II
Berat Cawan	W_1	gram	30,96	36,74
Berat Cawan + Tanah Basah	W_2	gram	55,98	60,65
Berat Cawan + Tanah Kering	W_3	gram	45,12	50,42
Berat Air	$W_w = W_2 - W_3$	gram	10,86	10,23
Berat Tanah Kering	$W_s = W_3 - W_1$	gram	14,16	13,68
Kadar Air	$w = (W_w / W_s) \times 100\%$	%	76,695	74,781
Volume Tanah Basah = Volume Tanah Susut				
Uraian	Rumus	Satuan	Hasil	
			I	II
Diameter Ring	d	cm	4,174	4,157
Tinggi Ring	t	cm	1,262	1,192
Volume Ring	$V = 0.25 \times \pi \times d^2 \times t$	cm ³	17,268	16,178
Volume Tanah Kering				
Uraian	Rumus	Satuan	Hasil	
			I	II
Berat Air Raksa yang Terdesak Tanah Kering + Gelas Ukur	W_4	gram	167,32	148,45

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Batas Susut Tanah (Lanjutan)

Berat Gelas Ukur	W_5	gram	60,54	60,54
Berat Air Raksa	$W_6 = W_4 - W_5$	gram	106,780	87,910
Berat Tanah Kering	W_0	gram	14,160	13,680
Volume Tanah Kering	$V_0 = W_6 / 13.60$	cm ³	7,851	6,464
Batas Susut				
Uraian	Rumus	Satuan	Hasil	
			I	II
Batas Susut Tanah	$SL = w - \frac{V - V_0}{W_0}$	%	10,191	3,771
Angka Susut	$SR = \frac{W_0}{V_0}$	cm	1,803	2,116
Susut Volumetrik	$VS = (w_1 - SL) \times SR$	cm ³	119,939	150,280
Susut Linear	$LS = 1 - \sqrt[3]{\frac{100}{VS + 100}}$	%	0,848	0,867
Berat Jenis	$\frac{1}{\frac{1}{SR} - \frac{SL}{100}}$		2,210	2,300

Contoh perhitungan dibawah ini mengambil contoh perhitungan pada sampel 1. Contoh perhitungannya menggunakan Persamaan 5.5 sebagai berikut.

$$w = \left(\frac{W_w - W_s}{W_s} \right) \times 100 \% \quad (5.5)$$

$$w = \left(\frac{14,16 - 10,86}{10,86} \right) \times 100 \% = 76,69 \%$$

$$R = \left(\frac{W_w}{V_0} \right)$$

$$R = \left(\frac{14,16}{7,851} \right) = 1,803$$

$$SL = w - \left(\frac{V - V_0}{W_0} \right) \times 100$$

$$SL = 76,69 \% - \left(\frac{17,268 - 7,851}{14,16} \right) \times 100 = 10,191 \%$$

Batas susut sampel kedua sebesar 3,771 % , didapatkan dengan cara yang sama seperti sampel 1. Hasil rata – rata dari sampel 1 dan 2 sebesar 6,98 %.

5.1.8 Pengujian Kepadatan Tanah

Data dari pengujian kepadatan tanah dapat dilihat pada Tabel 5.10 di bawah ini:

Tabel 5.10 Penambahan Air Tanah

Penambahan Air								
Uraian	Simbol	Satuan	1	2	3	4	5	6
Berat Sampel		gram	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-Mula	w	%	8,325	8,325	8,325	8,325	8,325	8,325
Penambahan Air		%	0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0
Penambahan Air		ml	0	100	200	300	400	500

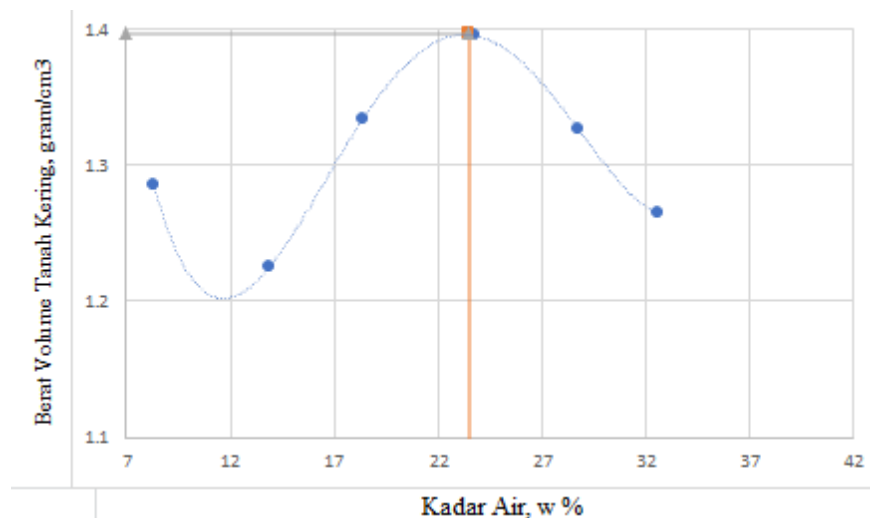
Tabel 5.11 Berat Volume Tanah

Berat Volume Tanah, γ								
Uraian	Simbol	Satuan	1	2	3	4	5	6
Berat Cetakan + Tanah Basah		gram	3144	3147	3320	3456	3439	3410
Berat Tanah Basah		gram	1301	1304	1477	1613	1596	1567
Berat Volume Tanah Basah	γ	gram/cm ³	1,392	1,396	1,581	1,726	1,708	1,677

Tabel 5.12 Kadar Air Tanah

Kadar Air Tanah, w Sampel 1													
Uraian	Satuan	1		2		3		4		5		6	
		a	b	a	b	A	b	a	b	a	B	a	b
Berat Cawan	Gr	8,97	8,98	8,54	8,56	8,91	8,87	8,63	8,98	8,92	9,08	8,97	9,1
Berat Cawan + Tanah Basah	Gr	26,57	21,37	28,95	20,31	28,27	40,09	32,97	36,19	45,82	35,87	37,06	38,7
Berat Cawan + Tanah Kering	Gr	25,2	20,43	26,34	18,95	25,14	35,43	27,9	31,45	37,43	30	30,45	31,12
Berat Air	Gr	1,37	0,94	2,61	1,36	3,13	4,66	5,07	4,74	8,39	5,87	6,61	7,58
Berat Tanah Kering	Gr	16,23	11,45	17,8	10,39	16,23	26,56	19,27	22,47	28,51	20,92	21,48	22,02
Kadar Air	%	8,44	8,21	14,66	13,09	19,29	17,55	26,31	21,09	29,43	28,06	30,77	34,42
Kadar Air Rata-Rata	%	8,325		13,876		18,415		23,703		28,744		32,598	
Berat Volume Tanah Kering	gr/cm ³	1,285		1,225		1,335		1,395		1,327		1,265	
Berat Volume Tanah Kering Sr 100%	gr/cm ³	2,067		1,854		1,710		1,568		1,453		1,376	
Berat Volume Tanah Kering Sr 80%	gr/cm ³	1,982		1,742		1,585		1,435		1,316		1,238	
Berat Volume Tanah Kering Sr 60%	gr/cm ³	1,854		1,583		1,413		1,257		1,137		1,059	
Angka Pori		0,942		1,037		0,870		0,789		0,882		0,974	

Kurva hubungan antara kadar air (w) dan berat volume tanah kering (γ_d) dibuat dengan kadar air (w) sebagai absis sedangkan berat volume kering (γ_d) sebagai ordinat. Puncak kurva merupakan nilai (γ_d) maksimum, kemudian dari titik puncak kurva ditarik garis vertikal memotong absis, pada titik ini adalah merupakan kadar air optimumnya. Kurva hasil pengujian kepadatan tanah dapat dilihat pada Gambar 5.3 Di bawah ini.



Gambar 5.3 Grafik Proktor Standar Sample Tanah 1

Kadar air optimum = 23,5%

Berat volume kering maksimum = 1,40 gr/cm³

Hasil kadar air optimum dan berat volume kering maksimum dari sampel 1 dan sampel 2 didapatkan rerata seperti Tabel 5.13 di bawah ini:

Tabel 5.13 Rerata Nilai Kadar Air Optimum dan Berat Volume Kering Maksimum

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata - Rata
Kadar air optimum	%	23,5	24	23,75
Berat volume kering maksimum	Gr/cm ³	1,41	1,39	1,4

Nilai kadar air optimum dan berat volume tanah kering maksimum dari hasil pengujian proctor akan dipakai sebagai acuan untuk membuat benda uji pada

pengujian geser langsung tanah. Persamaan yang digunakan untuk menentukan besarnya penambahan air (PA) adalah Persamaan 5.6 sebagai berikut:

$$PA = \text{berat tanah} \left(\frac{100 + W_{\text{opt}}}{100 + w_o} - 1 \right) \quad (5.6)$$

Keterangan:

PA = penambahan (ml)

W_{opt} = kadar air optimum (%)

W_o = kadar air mula – mula (%)

$$PA = 100 \left(\frac{100 + 23,5}{100 + 8,325} - 1 \right)$$

$$PA = 14 \text{ ml}$$

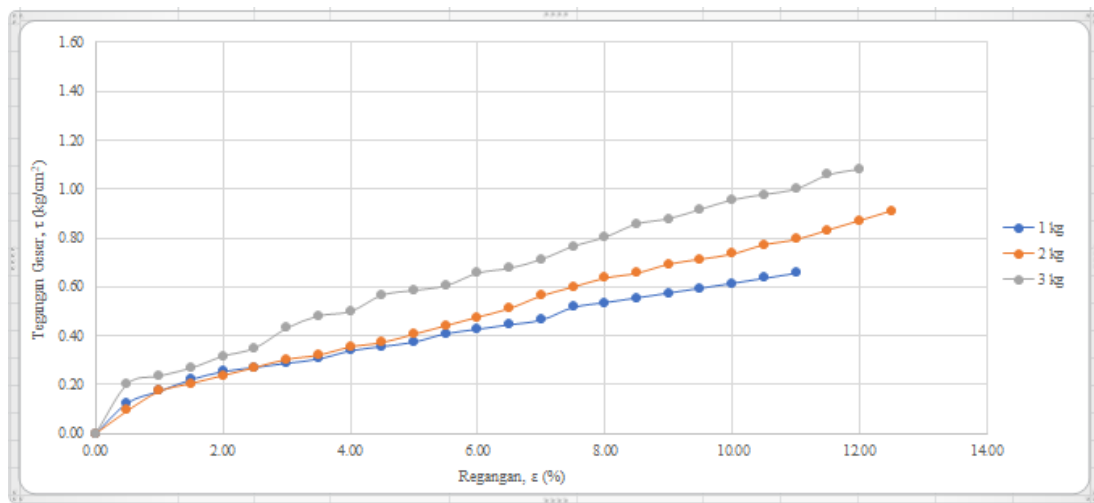
Dari hasil perhitungan didapat nilai penambahan air (PA) yang akan digunakan pada sampel pengujian Geser Langsung sebesar 14 ml.

5.1.9 Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Pengujian geser langsung merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah. Parameter tanah geser tanah terdiri dari kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Penulis melakukan pengujian Geser Langsung pada Tanah asli dan tanah dengan pencampuran pupuk urea dengan persentase 1%, 2%, dan 3% dari berat tanah asli dengan masa pemeraman 1 hari, 5 hari dan 7 hari. Pembebanan yang digunakan adalah beban 1 kg, 2 kg, dan 3 kg.

1. Pengujian Geser Langsung Tanah Asli

Berdasarkan data pengujian geser langsung yang didapatkan, dapat digambarkan grafik hubungan antara tegangan geser dan regangan yang dapat dilihat pada **Gambar 5.4**.



Gambar 5.4 Grafik Hubungan Tegangan Geser dan Regangan Tanah Asli Sampel 1 Pengujian Geser Langsung

Berdasarkan grafik hubungan tegangan geser dan regangan tanah asli di atas didapat nilai tegangan normal dan tegangan geser maksimum untuk setiap beban. Hasil tegangan normal dan tegangan geser maksimum tanah asli dapat dilihat pada **Tabel 5.14**.

Tabel 5.14 Tegangan Normal dan Tegangan Geser Maksimum Tanah Asli Sampel 1 Pengujian Geser Langsung

Uraian	Simbol	Satuan	Sampel 1		
			I	II	III
Beban Normal		kg	1	2	3
Tegangan Normal	σ	kg/cm ²	0,354	0,707	1,061
Tegangan Geser Maksimum	τ	kg/cm ²	0,656	0,912	1,081

Berdasarkan perhitungan tabel di atas dapat digambarkan grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser maksimum tanah asli yang kemudian digunakan untuk menentukan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) dengan menggunakan Persamaan linier 5.7 di bawah ini.

Perhitungan

Persamaan linier menjadi

$$\begin{aligned}\tau_1 &= c_1 + \sigma_1 \operatorname{tg} \varphi &= c_1 + \sigma_1 \operatorname{tg} \varphi & (5.7) \\ \tau_2 &= c_2 + \sigma_2 \operatorname{tg} \varphi &= c_2 + \sigma_2 \operatorname{tg} \varphi \\ \tau_3 &= c_3 + \sigma_3 \operatorname{tg} \varphi &= c_3 + \sigma_3 \operatorname{tg} \varphi\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}0,656 &= 1c + 0,354 \operatorname{tg} \varphi \\ 0,000 &= 1c + 0,000 \operatorname{tg} \varphi \\ 1,081 &= 1c + 1,061 \operatorname{tg} \varphi &+ \\ \hline 1,737 &= 1c + 1,415 \operatorname{tg} \varphi & \dots\dots\dots(\text{pers 1})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}0,430 &= 1c + 0,232 \operatorname{tg} \varphi \\ 0,000 &= 1c + 0,000 \operatorname{tg} \varphi \\ 1,169 &= 1c + 1,147 \operatorname{tg} \varphi &+ \\ \hline 1,599 &= 1c + 1,379 \operatorname{tg} \varphi & \dots\dots\dots(\text{pers 2})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}1,737 &= 2,000 c &+ 1,415 \operatorname{tg} \varphi & \left| \begin{array}{l} \times \\ \times \end{array} \right. & \begin{array}{l} 1,737 \\ 2,000 \end{array} & \dots\dots(\text{Pers 1}) \\ \hline 1,599 &= 1,737 c &+ 1,379 \operatorname{tg} \varphi & \left| \begin{array}{l} \times \\ \times \end{array} \right. & \begin{array}{l} 1,737 \\ 2,000 \end{array} & \dots\dots(\text{Pers 2}) \\ \hline 3,017 &= 3,474 c &+ 2,457 \operatorname{tg} \varphi \\ 3,198 &= 3,474 c &+ 2,758 \operatorname{tg} \varphi & - \\ \hline -0,181 &= 0,000 &+ -0,301 \operatorname{tg} \varphi \\ \operatorname{Tg} \varphi &= 0,602 \\ \Phi &= 31,029^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}0,656 &= 1,000 c &+ 0,354 \operatorname{tg} \varphi \\ 0,656 &= 1,000 c &+ 0,213 \\ 0,443 &= 1,000 c \\ c &= 0,443 \operatorname{kg/cm}^2\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka diperoleh nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah sampel 1. Perhitungan tanah asli sampel 2 dapat dilakukan seperti perhitungan tanah asli sampel 1. Hasil pengujian geser langsung tanah asli dapat dilihat pada **Tabel 5.15**.

Tabel 5.15 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli

Pengujian Geser Langsung	Parameter Kuat Geser Tanah	
	Kohesi (c)	Sudut Gesek Dalam (ϕ)
	Kg/cm ²	°
Sampel 1	0,443	31,029
Sampel 2	0,477	29,410
Rata - Rata	0,460	30,219

Hasil pengujian geser langsung tanah asli menunjukkan bahwa nilai kohesi dan sudut geser dalam sampel tanah di Desa Gupakwarak, Kecamatan Pajangan, Kabupaten Bantul, Provinsi D.I. Yogyakarta berturut – turut adalah 0,460 kg/cm² dan 30,219°.

2. Pengujian Geser Langsung Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 1 Hari

Hasil pengujian geser langsung tanah asli dengan pupuk urea dengan pemeraman 1 hari dapat dilihat pada **Tabel 5.16**.

Tabel 5.16 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli dengan Pupuk Urea Pemeraman 1 Hari

Pengujian Geser Langsung	Parameter Kuat Geser Tanah	
	Kohesi (c)	Sudut Gesek Dalam (ϕ)
	Kg/cm ²	°
Tanah Asli + 1% Pupuk Urea	0,594	31,525
Tanah Asli + 2% Pupuk Urea	0,936	31,738
Tanah Asli + 3% Pupuk Urea	0,938	32,220

3. Pengujian Geser Langsung Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 5 Hari

Hasil pengujian geser langsung tanah asli dengan pupuk urea dengan pemeraman 1 hari dapat dilihat pada **Tabel 5.17**.

Tabel 5.17 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli dengan Pupuk Urea Pemeraman 5 Hari

Pengujian Geser Langsung	Parameter Kuat Geser Tanah	
	Kohesi (c)	Sudut Gesek Dalam (ϕ)
	Kg/cm ²	°
Tanah Asli + 1% Pupuk Urea	1,173	33,019
Tanah Asli + 2% Pupuk Urea	1,186	33,341
Tanah Asli + 3% Pupuk Urea	0,949	33,369

4. Pengujian Geser Langsung Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 7 Hari

Hasil pengujian geser langsung tanah asli dengan pupuk urea dengan pemeraman 7 hari dapat dilihat pada **Tabel 5.18**.

Tabel 5.18 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli dengan Pupuk Urea Pemeraman 7 Hari

Pengujian Geser Langsung	Parameter Kuat Geser Tanah	
	Kohesi (c)	Sudut Gesek Dalam (ϕ)
	Kg/cm ²	°
Tanah Asli + 1% Pupuk Urea	0,810	33,986
Tanah Asli + 2% Pupuk Urea	0,715	34,873
Tanah Asli + 3% Pupuk Urea	1,107	35,822

5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung

Rekapitulasi hasil pengujian geser langsung tanah asli dan tanah asli dengan pupuk urea dapat dilihat pada **Tabel 5.19**.

Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung

Pemeraman	Variasi	Parameter Kuat Geser Langsung	
		Kohesi (c)	Sudut Geser Dalam(ϕ)
		Kg/cm ²	°
	Tanah Asli	0,460	30,219
1 Hari	Tanah Asli + 1% Pupuk Urea	0,594	31,525
	Tanah Asli + 2% Pupuk Urea	0,936	31,738
	Tanah Asli + 3% Pupuk Urea	0,938	32,220
5 Hari	Tanah Asli + 1% Pupuk Urea	1,173	33,019
	Tanah Asli + 2% Pupuk Urea	1,186	33,341
	Tanah Asli + 3% Pupuk Urea	1,210	34,129
7 Hari	Tanah Asli + 1% Pupuk Urea	1,225	34,415
	Tanah Asli + 2% Pupuk Urea	1,286	36,059
	Tanah Asli + 3% Pupuk Urea	1,302	36,463

5.2 Pembahasan

Pembahasan akan mengulas hasil dari laboratorium. Hasil dari laboratorium berupa data sifat fisik tanah dan pengaruh bahan tambah terhadap sifat fisik tanah tersebut.

5.2.1 Tanah Asli

1. Sifat Fisik Tanah Asli

Hasil rekap sifat tanah asli dapat dilihat pada **Tabel 5.20** berikut ini.

Tabel 5.20 Hasil Rekap Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

No	Jenis Pengujian	Hasil	Satuan
1	Pengujian Kadar Air Tanah	12,94	%
2	Pengujian Berat Volume Tanah	1,457	gr / cm ³
3	Pengujian Berat Jenis Tanah	2,496	
4	Analisa Saringan + Hidrometer		
	a. Lolos saringan 200	83,25	%
	b. Pasir	16,67	%
	c. Lanau	30,80	%
	d. Lempung	52,45	%
5	Pengujian Batas Cair + Batas Plastis		
	a. LL	67,10	%
	b. PL	27,784	%
	c. SL	6,981	%
	d. IP	39,31	%
6	Pengujian Proktor Standar		
	a. W _{optimum}	23,5	%
	b. Γ_d maksimum	1,43	gr / cm ³
7	Geser Langsung		
	a. Kohesi	0,460	gr / cm ²
	b. Sudut gesek dalam	30,219	°

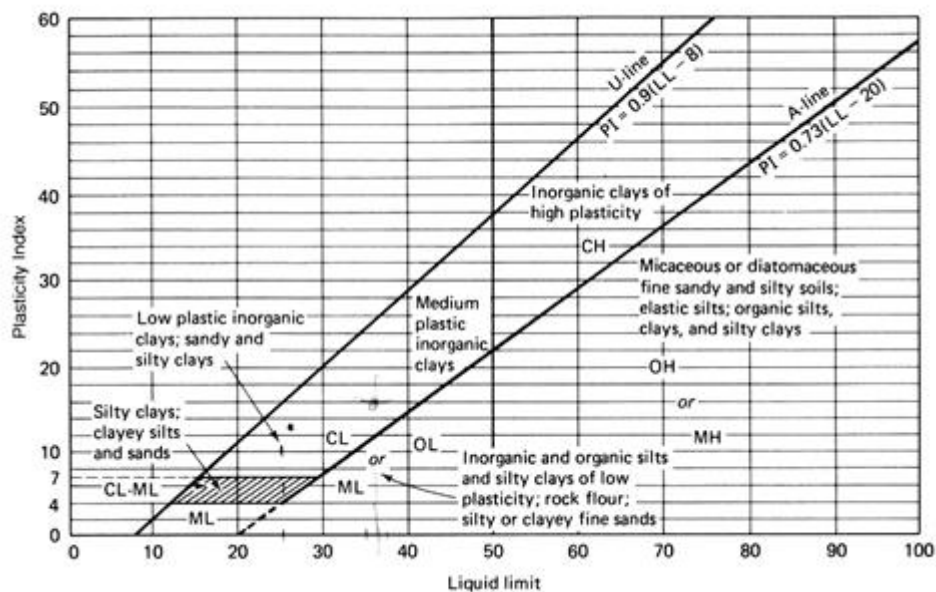
2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan *Unified Soil Classification System (USCS)*

Sistem klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan system USCS. Data yang sudah diperoleh dimasukkan ke dalam tabel USCS. Tabel USCS seperti **Tabel 5.21** berikut.

Tabel 5.21 Sistem Klasifikasi USCS

Tanah Berbutir Halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung Batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau organik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung
		CL	Lempung organik dengan pastisitas rendah sampai dengan sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung “kurus” (lean clay
		OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organic dengan plastisitas rendah
	Lanau dan lempung Batas cair lebih dari 50%	MH	Lanau-organik atau pasir halus diatomaee atau lanau diatomaee, lanau yang elastis
		CH	Lempung anorganik dengan pastisitas tinggi, lempung “gemuk” (fat clays)
		OH	Lempung organik dengan pastisitas sedang sampai dengan tinggi

Hasil pengujian sifat fisik tanah asli pada pengujian ini ditandai dengan warna yang berbeda. Hasil pengujian sifat fisik adalah lebih dari 50% lolos saringan no. 200 (0,075 mm) dan batas cair lebih dari 50% sehingga untuk menentukan jenis tanah tersebut memerlukan diagram plastisitas dari ASTM. Diagram plastisitas ASTM dapat dilihat pada **Gambar 5.5** Berikut ini.



Gambar 5.5 Diagram Plastisitas ASTM

Hasil dari pengujian diketahui liquid limit (LL) 67,10% dan indek plastis 39,31%. Hasil tersebut kita masukan ke diagram plastisitas ASTM sehingga ditemukan titik pertemuan pada daerah CH, ini menunjukkan bahwa tanah asli yang kita lakukan pengujian tersebut berjenis lempung anorganik dengan plastisitas tinggi.

3. Sifat Mekanik Tanah Asli

Sifat mekanik tanah yang ditinjau dalam penelitian Tugas Akhir adalah kohesi dan sudut geser dalam yang merupakan parameter kuat geser tanah. Pengujian yang dilakukam untuk mengetahui nilai kohesi dan sudur geser dalam adlah pengujian geser langsung. Berdasarkan hasil pengujian parameter kuat geser tanah sampel tanah yang berasal dari daerah Desa Gupakwarak, Kecamatan Pajangan, Kabupaten Bantul, Provensi D.I. Yogyakarta memiliki nilai kohesi sebesar 0,460 kg/cm² dan sudut geser dalam sebesar 30,219° dengan pengujian geser langsung.

5.2.2 Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi

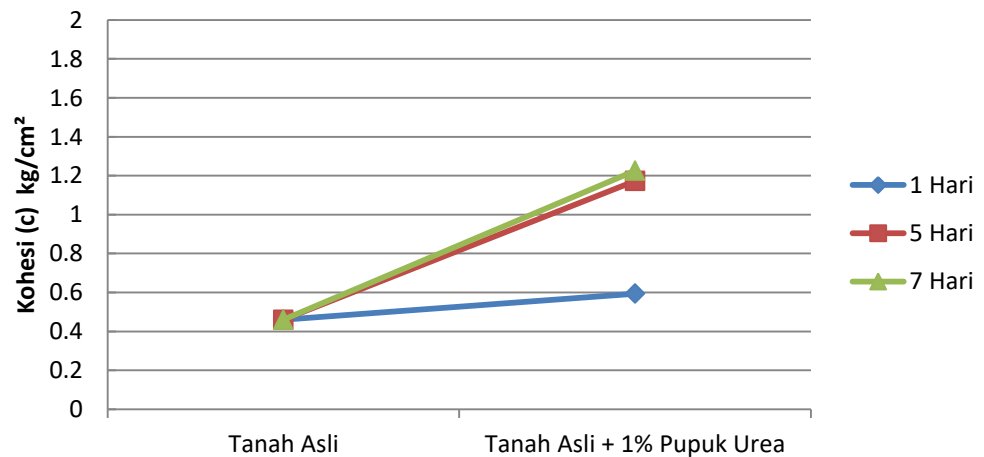
Penelitian Tugas Akhir meninjau pengaruh penambahan bahan stabilisasi yang berupa pupuk urea terhadap parameter kuat geser tanah yang berupa kohesi dan sudut geser dalam.

1. Kohesi (c)

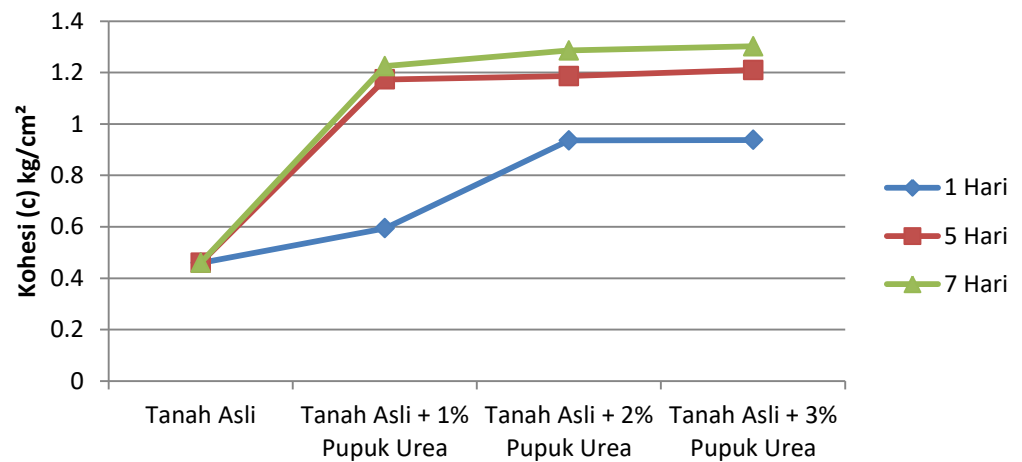
Pengaruh penambahan bahan stabilisasi berupa pupuk urea terhadap nilai kohesi pada pengujian geser langsung dapat dilihat pada **Tabel 5.22**, **Tabel 5.23**, **Tabel 5.24**, **Gambar 5.6**, **Gambar 5.7**, dan **Gambar 5.8**

Tabel 5.22 Pengaruh Variasi Bahan Stabilisasi Terhadap Nilai Kohesi Pada Pengujian Geser Langsung

Variasi	Kohesi (c) kg/cm ²		
	Pemeraman (Hari)		
	1	5	7
Tanah Asli	0,46	0,46	0,46
Tanah Asli + 1% Pupuk Urea	0,594	1,173	1,225
Tanah Asli + 2% Pupuk Urea	0,936	1,186	1,286
Tanah Asli + 3% Pupuk Urea	0,938	1,210	1,302



Gambar 5.6 Grafik Pengaruh Bahan Stabilisasi Pupuk Urea Terhadap Nilai Kohesi Pada Pengujian Geser Langsung



Gambar 5.7 Grafik Pengaruh Bahan Stabilisasi Pupuk Urea Terhadap Nilai Kohesi Pada Pengujian Geser Langsung

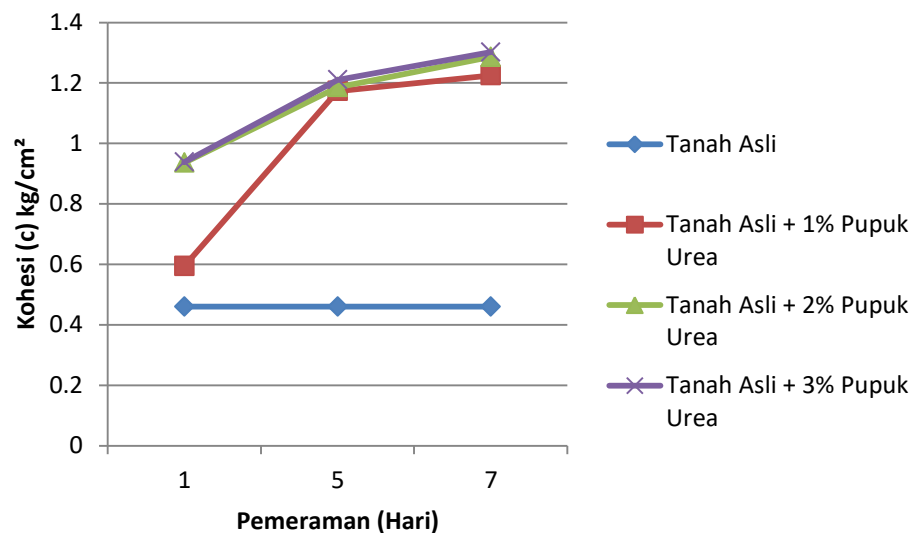
Berdasarkan grafik pada **Gambar 5.6** penambahan 1% pupuk urea dapat meningkatkan nilai kohesi sebesar 29,13%, 155%, dan 166% pada pemeraman 1 hari, 5 hari dan 7 hari.

Berdasarkan grafik pada **Gambar 5.7** penambahan pupuk urea sebesar 1%, 2% dan 3% dapat meningkatkan nilai kohesi pada sampel tanah asli. Pada penambahan 1% pupuk urea terjadi peningkatan sebesar 29.13%, 155%, dan 166% dari nilai kohesi tanah asli. Penambahan 2% pupuk urea mengalami peningkatan sebesar 103%, 157%, dan 179% dari nilai kohesi tanah asli. Sedangkan untuk penambahan 3% pupuk urea peningkatan yang terjadi adalah sebesar 103%, 163%, dan 183% dari nilai kohesi tanah asli.

Penambahan persentase pupuk urea dapat meningkatkan nilai kohesi pada sampel tanah asli yang beriringan dengan lamanya pemeraman. Peningkatan nilai kohesi tertinggi terjadi pada variasi sampel dengan 3% pupuk urea dengan pemeraman 7 hari sebesar 183% dari nilai kohesi tanah asli 0,460 kg/cm² meningkat menjadi 1,302 kg/cm². Peningkatan nilai kohesi terendah pada variasi dengan 1% pupuk urea dengan pemeraman 1 hari sebesar 29,13% dari nilai 0,460 kg/cm² menjadi 0,594 kg/cm².

Tabel 5.23 Pengaruh Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi Pada Pengujian Geser Langsung

Pemeraman	Kohesi (c)			
	kg/cm ²			
	Variasi			
Hari	Tanah Asli	Tanah Asli + 1% Pupuk Urea	Tanah Asli + 2% Pupuk Urea	Tanah Asli + 3% Pupuk Urea
1	0,46	0,594	0,936	0,938
5	0,46	1,173	1,186	1,210
7	0,46	1,225	1,286	1,302



Gambar 5.8 Grafik Pengaruh Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi Pada Pengujian Geser Langsung

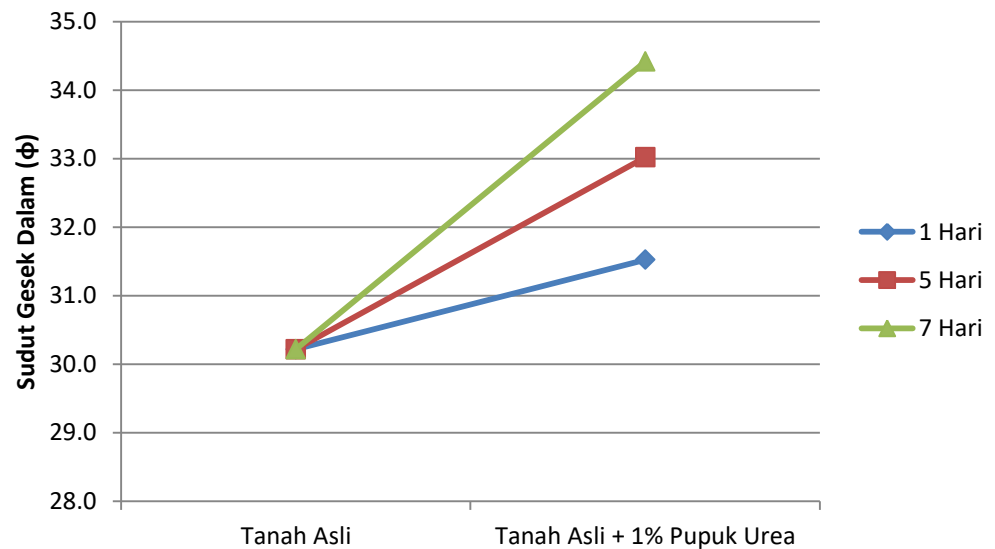
Berdasarkan grafik pada Gambar 5.8 pengaruh pemeraman dapat meningkatkan nilai kohesi suatu sampel tanah. Peningkatan yang terjadi terhadap nilai kohesi dialami oleh semua variasi penambahan bahan stabilisais pada semua pemeraman. Pemeraman 7 hari memberikan peningkatan nilai kohesi yang tertinggi dibandingkan pemeraman 1 hari dan 5 hari.

2. Sudut Geser Dalam (ϕ)

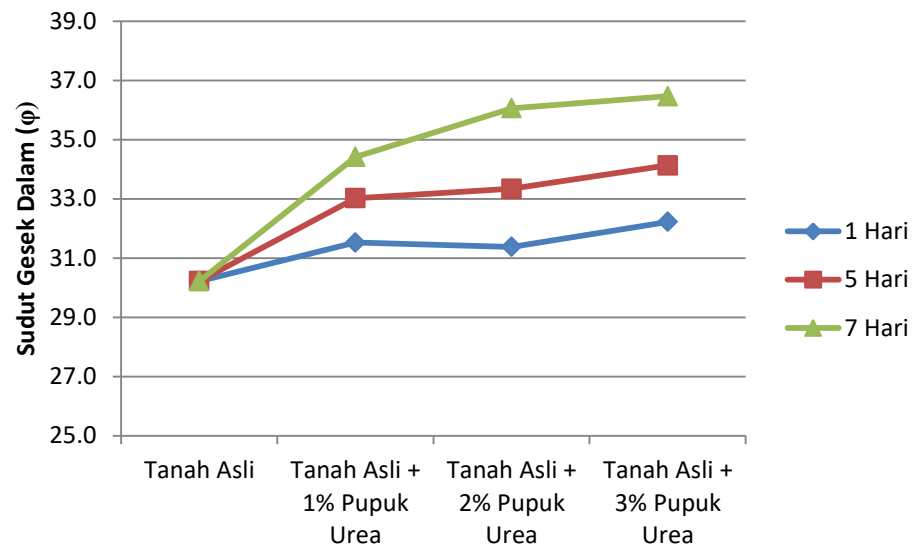
Pengaruh penambahan bahan stabilisai berupa pupuk urea terhadap nilai sudut geser dalam pada pengujian geser langsung dapat dilihat pada **Tabel 5.24**, **Gambar 5.9**, dan **Gambar 5.10**.

Tabel 5.24 Pengaruh Variasi Bahan Stabilisasi Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Pada Pengujian Geser Langsung

Variasi	Sudut Geser Dalam(ϕ)		
	°		
	Pemeraman (Hari)		
	1	5	7
Tanah Asli	30,219	30,219	30,219
Tanah Asli + 1% Pupuk Urea	31,525	33,019	34,415
Tanah Asli + 2% Pupuk Urea	31,380	33,341	36,059
Tanah Asli + 3% Pupuk Urea	32,220	34,129	36,463



Gambar 5.9 Grafik Pengaruh variasi Bahan Stabilisasi Pupuk Urea Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Pada Pengujian Geser Langsung



Gambar 5.10 Grafik Pengaruh Variasi Bahan Stabilisasi Pupuk Urea Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Pada Pengujian Geser Langsung

Berdasarkan grafik pada **Gambar 5.9** penambahan 1% pupuk urea dapat meningkatkan nilai sudut geser dalam sebesar 4,3%, 9,2% dan 13,8% pada pemeraman 1 hari, 5 hari dan 7 hari. Pada grafik **Gambar 5.10** penambahan lainnya yakni 2% pupuk urea dapat meningkatkan nilai sudut geser dalam sebesar 3,84%, 10, 33%, dan 19,32%. Sedangkan untuk penambahan 3% pupuk urea terhadap tanah asli mengalami peningkatan sebesar 6, 62%, 12,94%, dan 20,66% pada pemeraman 1 hari, 5 hari dan 7 hari.

Penambahan persentase pupuk urea dapat meningkatkan nilai sudut geser dalam pada sampel tanah asli yang beriringan dengan lamanya masa pemeraman. Peningkatan nilai sudut geser dalam yang tertinggi terjadi pada penambahan pupuk urea dengan persentase 3% dengan masa pemeraman 7 hari, dari 30,21° menjadi 36, 46°. Sedangkan peningkatan terendah terjadi pada penambahan 2% pupuk urea dengan masa pemeraman 1 hari dari 30,21° menjadi 31,38°.