

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Hasil Penelitian yang digunakan adalah data primer yang diuji langsung di laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penelitian Tugas Akhir dilakukan dengan pengujian terhadap sifat fisik tanah, sifat mekanik tanah, dan pengaruh penambahan bahan stabilisasi yang berupa abu ampas tebu dan *Rotec* terhadap parameter kuat geser tanah. Tanah yang digunakan berasal dari Desa Jogotamu, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah

5.1.1 Pengujian Kadar Air

Kadar air adalah perbandingan antara berat air dengan berat kering tanah tersebut, jadi semakin besar berat tanah kering maka semakin kecil jumlah kadar air yang dihasilkan. Hasil pengujian kadar air tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli

Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
			Sampel 1	Sampel 2
Berat Cawan	W_1	gr	12,96	12,87
Berat Cawan + Tanah Basah	W_2	gr	28,71	29,899
Berat Cawan + Tanah Kering	W_3	gr	25,01	25,64
Berat Air	$W_w = W_2 - W_3$	gr	3,7	4,259
Berat Tanah Kering	$W_s = W_3 - W_1$	gr	12,05	12,77
Kadar Air	$w = (W_w/W_s) \times 100\%$	%	30,705	33,352
Kadar Air Rata-Rata	$W_{rata-rata}$	%	32,028	

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh nilai kadar air pada tanah asli adalah sebesar 32,028 %. Hasil pengujian kadar air tanah asli secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1 halaman 83.

5.1.2 Pengujian Berat Volume

Berat volume tanah adalah perbandingan berat tanah total termasuk air yang terkandung di dalamnya dengan volume tanah total. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat volume suatu sampel tanah. Hasil pengujian berat volume tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Asli

Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
			Sampel 1	Sampel 2
Diameter Ring	D	cm	5,092	5,016
Tinggi Ring	T	cm	2,066	1,95
Volume Ring	V	cm ³	42,072	38,534
Berat Ring	W ₁	gr	39,1	34,87
Berat Ring + Tanah Basah	W ₂	gr	100,2	98,21
Berat Tanah Basah	W ₃ = W ₂ - W ₁	gr	61,1	63,34
Berat Volume Tanah	γ	gr/cm ³	1,452	1,644
Berat Volume Rata2	γ rata-rata	gr/cm ³	1,548	

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh nilai berat volume rata-rata pada tanah asli adalah sebesar 1,548 gram/cm³. Hasil pengujian berat volume tanah asli secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2 halaman 84

5.1.3 Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis tanah dilakukan untuk menentukan kepadatan massa butiran atau partikel tanah yaitu perbandingan antara berat butiran tanah dan berat air suling dengan volume yang sama pada temperature tertentu. Temperature yang digunakan adalah 27,5°C. hasil; pengujian berat jenis tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli

Uraian	Simbol	Satuan	Hasil	
			Sampel 1	Sampel 2
Berat Picknometer	W_1	gr	22,2	27,36
Berat Picknometer + Tanah Kering	W_2	gr	37,04	44,57
Berat Picknometer + Tanah + Air Penuh	W_3	gr	81,39	92,24
Berat Picknometer + Air Penuh	W_4	gr	72,42	81,92
Suhu Air		°C	25	25
γ_w pada suhu (t°C)		gr/cm ³	0,9971	0,9971
γ_w pada suhu (27,5°C)		gr/cm ³	0,9964	0,9964
Berat Tanah Kering	$W_s = W_2 - W_1$	gr	14,84	17,21
A	$W_s + W_4$	gr	87,26	99,13
I	$A - W_3$	gr	5,87	6,89
Berat Jenis Pada Suhu (t C)	$G_s(t^\circ C) = W_s/I$		2,528	2,498
Berat Jenis Pada Suhu (27,5 C)	G_s		2,530	2,500
Berat Jenis Rata2 Pada Suhu (27,5 C)	G_s rata-rata		2,515	

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh nilai berat jenis rata-rata pada tanah asli adalah sebesar 2.515. Hasil pengujian berat jenis tanah asli secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 3 halaman 85

5.1.4 Pengujian Analisa Saringan dan Analisa Hidrometer

Pengujian Analisa saringan merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui persentase distribusi ukuran butiran tanah yang tertahan pada saringan nomor 200. Pengujian Analisa hidrometer merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui persentase ukuran butiran tanah yang tidak mengandung butiran tanah yang tertahan pada saringan nomor 10. Hasil pengujian Analisa saringan dan Analisa hidrometer dapat dilihat pada Tabel 5.4, Tabel 5.5, Tabel 5.6, dan Tabel 5.7 berikut ini.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Asli Sampel 1

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Persentase Tanah Tertahan	Persentase Tanah Lolos
	Mm	gram	gram	%	%
1/4	6,7	0	1000	0	100
4	4,75	0,13	999,870	0,013	99,987
10	2	2,1	997,770	0,210	99,777
20	0,85	3,05	994,720	0,305	99,472
40	0,425	3,49	991,230	0,349	99,123
60	0,25	5,97	985,260	0,597	98,526
140	0,106	42,07	943,190	4,207	94,319
200	0,075	12,91	930,280	1,291	93,028
pan		930,280	0	93,028	0
Jumlah		1000		100	

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Tanah Asli Sampel 1

Waktu	Temperatur	Pembacaan Hidrometer	Pembacaan Hidrometer Terkoreksi	Hidrometer Terkoreksi Miniscus	Kedalaman Efektif	L / t	Konstanta	Diameter	Persentase Lolos
	t	Ra	Rc	R'	L		K	D	
menit	°C		(Ra-z)	(Rc+m)	cm			mm	%
0	25	52	54	55	7,4	0	0,01	0	86,857
2	25	44	46	47	8,8	4,400	0,01	0,02816	73,989
5	25	37	39	40	9,9	1,980	0,01	0,01889	62,730
30	25	31	33	34	10,9	0,363	0,01	0,00809	53,079
60	25	27	29	30	11,5	0,192	0,01	0,00588	46,645
250	25	21	23	24	12,5	0,050	0,01	0,00300	36,994
1440	25	16	18	19	13,3	0,009	0,01	0,00129	28,952

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Asli Sampel 2

Nomor Saringan	Diameter Saringan	Berat Tanah Tertahan	Berat Tanah Lolos	Persentase Tanah Tertahan	Persentase Tanah Lolos
	Mm	gram	gram	%	%
4	4,75	0	1000	0	100
10	2	1,56	998,440	0,156	99,844
20	0,85	2,85	995,590	0,285	99,559
40	0,425	3,65	991,940	0,365	99,194
60	0,25	7,04	984,900	0,704	98,490
140	0,106	46,07	938,830	4,607	93,883
200	0,075	12,58	926,250	1,258	92,625
pan		926,25	0	92,625	0
Jumlah		1000		100	

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Tanah Asli Sampel 2

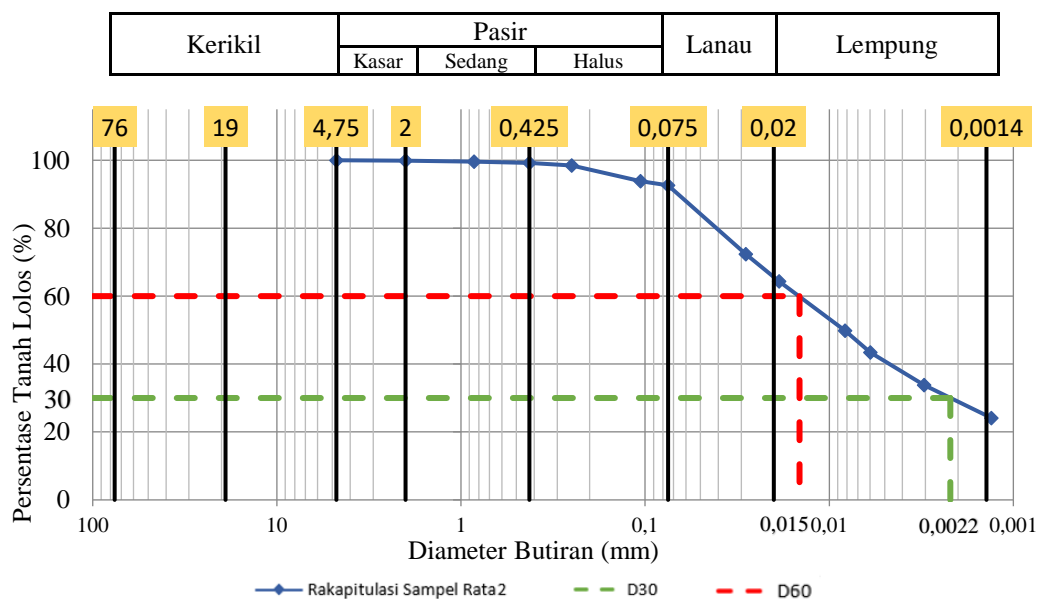
Waktu	Temperatur	Pembacaan Hidrometer	Pembacaan Hidrometer Terkoreksi	Hidrometer Terkoreksi Miniscus	Kedalaman Efektif	L / t	Konstanta	Diameter	Persentase Lolos
	t	Ra	Rc	R'	L		K	D	
menit	°C		(Ra-z)	(Rc+m)	Cm			mm	%
0	25	51	53	54	7,6	0	0,01	0	85,248
2	25	43	45	46	8,9	4,450	0,01	0,02832	72,380
5	25	38	40	41	9,7	1,940	0,01	0,01870	64,338
30	25	29	31	32	11,2	0,373	0,01	0,00820	49,862
60	25	25	27	28	11,9	0,198	0,01	0,00598	43,428
250	25	19	21	22	12,9	0,052	0,01	0,00305	33,778
1440	25	13	15	16	13,8	0,010	0,01	0,00131	24,127

Berdasarkan perhitungan pada tabel diatas dapat diperoleh hasil rata-rata Analisa saringan dan Analisa hidrometer tanah asli. Hasil rata-rata dari kedua sampel dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan Tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5.8 Hasil Rata-Rata Pengujian Analisis Saringan dan Hidrometer Tanah Asli

Rekapitulasi Sampel 1		Rekapitulasi Sampel 2		Rekapitulasi Rata-Rata	
Diameter Butiran	Persentase Lolos	Diameter Butiran	Persentase Lolos	Diameter Butiran	Persentase Lolos
mm	%	Mm	%	mm	%
4,75	99,987	4,75	100	4,75	99,9935
2	99,777	2	99,844	2	99,8105
0,85	99,472	0,85	99,559	0,85	99,5155
0,425	99,123	0,425	99,194	0,425	99,1585
0,25	98,526	0,25	98,49	0,25	98,508
0,106	94,319	0,106	93,883	0,106	94,101
0,075	93,028	0,075	92,625	0,075	92,8265
0,028	73,989	0,028	72,380	0,02816	73,18466
0,01889	62,72971	0,01870	64,33816	0,01889	63,53394
0,00809	53,07899	0,00820	49,86208	0,00809	51,47053
0,00588	46,64517	0,00598	43,42826	0,00588	45,03672
0,00300	36,99444	0,00305	33,77754	0,00300	35,38599
0,00129	28,95217	0,00131	24,12681	0,00129	26,53949

Berdasarkan tabel diatas, dapat digambarkan grafik distribusi butiran tanah asli rata-rata yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Grafik Analisis Butiran Tanah Asli Rata-Rata

Berdasarkan grafik diatas, diperoleh persentase butiran pada tanah asli rata-rata yang dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut ini. Hasil pengujian analisis saringan dan hidrometer tanah asli secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4 dan Lampiran 5 halaman 86 dan 88

Tabel 5.9 Fraksi Butiran Tanah Asli

Uraian	Lolos	Satuan
#200	92,827	%
Kerikil	0,007	%
Pasir	7,167	%
Lanau	28,138	%
Lempung	64,688	%
D ₁₀	0	mm
D ₃₀	0,0022	mm
D ₆₀	0,0145	mm
$Cu = D_{60} / D_{10}$	0	
$Cc = D_{30}^2 / (D_{60} \times D_{10})$	0	

Berdasarkan hasil pengujian Analisa saringan dan Analisa hidrometer menunjukkan bahwa sampel tanah di Desa Jogotamu, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah terdiri dari kerikil (0,007%), pasir (7,167%), Lanau (28,138%), dan lempung (64,688%).

5.1.5 Pengujian Batas-Batas Konsistensi

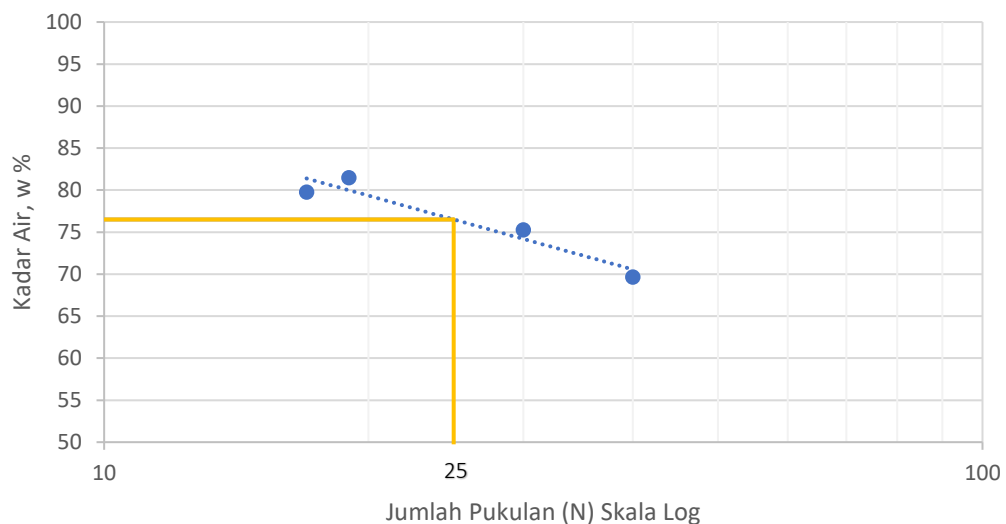
1. Pengujian Batas Cair

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah dalam keadaan batas antara air dan plastis. Batas cair untuk mengetahui jenis dan sifat-sifat tanah dari bagian tanah yang mempunyai ukuran butir lolos saringan no. 40. Hasil pengujian batas cair tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan Tabel 5.11 berikut ini.

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli Sampel 1

No. Pengujian		1		2		3		4	
No. cawan		1	2	3	4	5	6	7	8
Berat cawan	gr	8,96	9,2	9,08	9,17	9,18	9,13	8,88	8,91
Berat cawan + tanah basah	gr	18,39	24,35	18,52	17,93	22,95	18,94	19,96	19,63
Berat cawan + tanah kering	gr	14,2	17,64	14,29	13,99	17,02	14,74	15,41	15,23
Berat air	gr	4,19	6,71	4,23	3,94	5,93	4,2	4,55	4,4
Berat tanah kering	gr	5,24	8,44	5,21	4,82	7,84	5,61	6,53	6,32
Kadar air	%	79,96	79,50	81,19	81,74	75,64	74,87	69,68	69,62
Kadar air rata-rata	%	79,73		81,47		75,25		69,65	
Jumlah pukulan (N)		17		19		30		40	

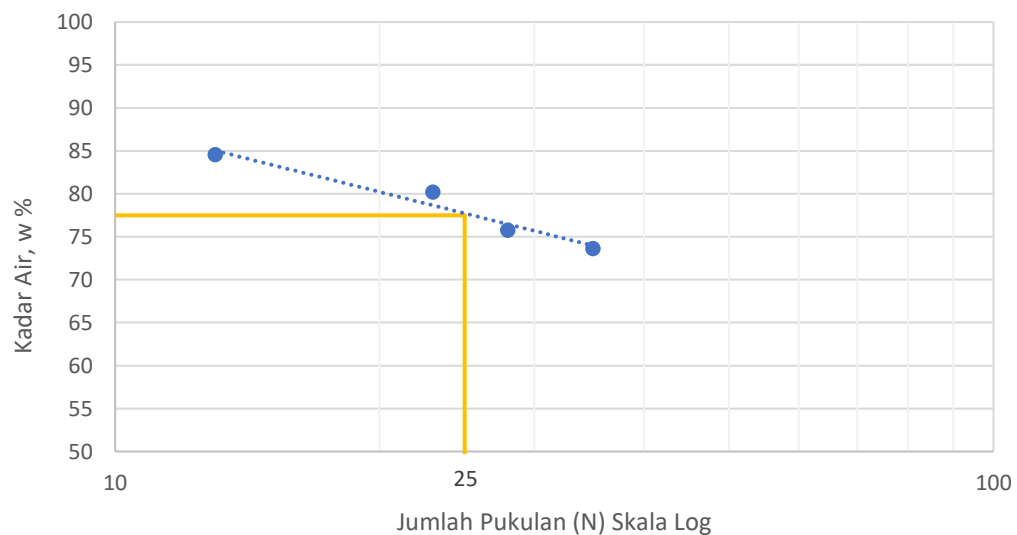
Berdasarkan tabel diatas, maka didapatkan grafik perbandingan jumlah pukulan terhadap kadar air. Grafik perbandingan jumlah pukulan terhadap kadar air dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut ini.

**Gambar 5.2 Grafik Uji Batas Cair Tanah Asli Sampel 1**

Tabel 5.11 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli Sampel 2

No. Pengujian		1		2		3		4	
No. cawan		1	2	3	4	5	6	7	8
Berat cawan	gr	9,07	8,84	8,96	9,13	9,15	8,88	8,86	9,15
Berat cawan + tanah basah	gr	18,8	18,69	15,92	16,26	20,86	18,14	19,93	17,91
Berat cawan + tanah kering	gr	14,34	14,18	12,81	13,1	15,81	14,15	15,23	14,2
Berat air	gr	4,46	4,51	3,11	3,16	5,05	3,99	4,7	3,71
Berat tanah kering	gr	5,27	5,34	3,85	3,97	6,66	5,27	6,37	5,05
Kadar air	%	84,63	84,46	80,78	79,60	75,83	75,71	73,78	73,47
Kadar air rata-rata	%	84,54		80,19		80,19		73,62	
Jumlah pukulan (N)		13		23		23		35	

Berdasarkan tabel diatas, maka didapatkan grafik perbandingan jumlah pukulan terhadap kadar air. Grafik perbandingan jumlah pukulan terhadap kadar air dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut ini.

**Gambar 5.3 Grafik Uji Batas Cair Tanah Asli Sampel 2**

Dari percobaan 2 sampel diatas dapat dilihat nilai kadar air pada pukulan 25 untuk kedua sampel yang dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut ini.

Tabel 5.12 Nilai Rata-Rata Batas Cair (LL)

	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
Batas Cari (%)	76,5	77,5	77

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh nilai kadar air pada pukulan 25 yang merupakan nilai batas cair tanah uji (LL) sebesar 77%. Hasil pengujian batas cair tanah asli secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 6 halaman 92

2. Pengujian Batas Plastis

Batas Plastis bertujuan untuk menentukan kadar air pada kondisi batas plastis. Batas plastis adalah kadar air minimum suatu sampel tanah dalam keadaan plastis. Hasil pengujian batas plastis tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut ini.

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah Asli

Uraian		Sampel 1		Sampel 2	
Berat cawan	gr	9,11	8,72	8,99	9,12
Berat cawan + tanah basah	gr	10,6	10,59	10,4	10,4
Berat cawan + tanah kering	gr	10,06	9,91	9,9	9,95
Berat air	gr	0,54	0,68	0,5	0,45
Berat tanah kering	gr	0,95	1,19	0,91	0,83
Batas Plastis	%	56,84	57,14	54,95	54,22
Batas Plastis Rata-Rata	%	56,99		54,58	
Batas Plastis Rata-Rata		55,787			

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh nilai batas plastis (PL) pada tanah asli lempung sebesar 55,787%. Hasil pengujian batas plastis tanah asli secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 7 halaman 96. Setelah mendapatkan nilai batas cair (LL) sebesar 77% dan batas plastis (PL) sebesar 55,787%, didapat nilai

indeks plastisitas dengan menggunakan rumus $IP = LL-PL$, yaitu sebesar 21,213%.

3. Pengujian Batas Susut

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas susut. Batas susut tanah adalah kadar air pada batas antara keadaan semi padat dengan keadaan padat. Hasil pengujian batas susut tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut ini.

Tabel 5.14 Hasil Pengujian Kadar Air Batas Susut Tanah Asli

Pengujian		Sampel			
		1		2	
		a	b	a	b
Berat cawan susut (W1)	gr	39	37,92	42,14	42,16
Berat cawan susut + tanah basah (W2)	gr	63,3	62,67	66,62	66,54
Berat cawan susut + tanah kering (W3)	gr	52,41	51,59	55,8	55,22
Berat tanah kering (W ₀)	gr	13,41	13,67	13,66	13,06
Kadar air (w)	%	81,208	81,053	79,209	86,677
Diameter ring (d)	cm	4,16	4,17	4,14	4,14
Tinggi ring (t)	cm	1,16	1,2	1,2	1,22
Volume ring (V)	cm ³	15,766	16,389	16,146	16,415
Berat air raksa yang terdesak tanah kering + gelas ukur (W4)	gr	169,75	170,61	171,18	176,25
Berat gelas ukur (W5)	gr	60,5	60,5	60,5	60,5
Berat air raksa (W6)	gr	109,25	110,11	110,68	115,75
Berat tanah kering (W ₀)	gr	13,41	13,67	13,66	13,06
Volume tanah kering (V ₀)	cm ³	8,033	8,096	8,138	8,511
Batas susut tanah (SL)	%	23,539	20,393	20,591	26,160
Batas susut rata-rata		22,671			

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh nilai batas susut pada tanah asli lempung sebesar 22,671%. Hasil pengujian batas susut tanah asli secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 8 halaman 97.

5.1.6 Pengujian Pemadatan Tanah (*Proctor Standart*)

Pengujian ini untuk menentukan kadar air tanah optimum dan kepadatan maksimum dari sampel tanah lempung yang diuji. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.15, Tabel 5.16, Tabel 5.17, dan Tabel 5.18 berikut ini.

Tabel 5.15 Data Penambahan Air Sampel 1

Uraian	Satuan	Sampel 1					
		1	2	3	4	5	6
Berat Sampel	gr	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-Mula	%	12,368	12,368	12,368	12,368	12,368	12,368
Penambahan Air	ml	300	400	500	600	700	800
Berat cetakan + tanah basah	gr	3091	3174	3225	3347	3372	3330
Berat tanah basah	gr	1374	1457	1508	1630	1655	1613
Berat volume tanah basah, γ (gr/cm ³)	gr/cm ³	1,463	1,551	1,605	1,735	1,762	1,717

Tabel 5.16 Data Penambahan Air Sampel 2

Uraian	Satuan	Sampel 2					
		1	2	3	4	5	6
Berat Sampel	gr	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-Mula	%	12,368	12,368	12,368	12,368	12,368	12,368
Penambahan Air	ml	300	400	500	600	700	800
Berat cetakan + tanah basah	gr	3095	3181	3310	3347	3375	3332
Berat tanah basah	gr	1378	1464	1593	1630	1658	1615
Berat volume tanah basah, γ (gr/cm ³)	gr/cm ³	1,467	1,559	1,696	1,735	1,765	1,719

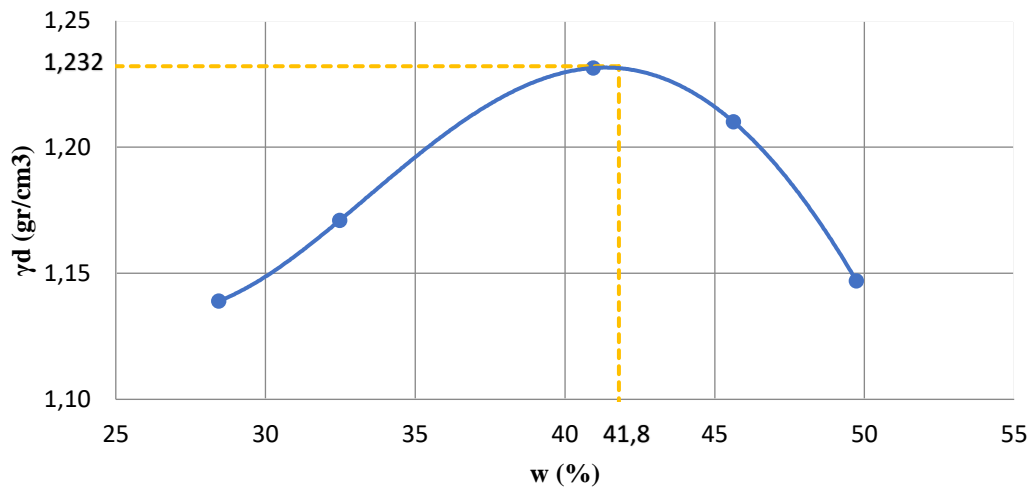
Tabel 5.17 Hasil Pengujian *Proctor Standart* Sampel 1

Uraian	Satuan	1		2		3		4		5		6	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Berat cawan	gr	9,19	9,3	9,01	8,9	9	9,16	13,11	12,61	12,79	12,63	12,85	12,86
Berat cawan + tanah basah	gr	17,37	22,05	21,97	24,04	25,26	46,92	39,32	41,83	36,13	40,27	48,07	43,57
berat cawan + tanah kering	gr	15,57	19,21	18,8	20,32	20,8	36,35	31,7	33,35	28,75	31,69	36,36	33,38
Berat air	gr	1,8	2,84	3,17	3,72	4,46	10,57	7,62	8,48	7,38	8,58	11,71	10,19
Berat tanah kering	gr	6,38	9,91	9,79	11,42	11,8	27,19	18,59	20,74	15,96	19,06	23,51	20,52
Kadar air	%	28,21	28,66	32,38	32,57	37,80	38,87	40,99	40,89	46,24	45,02	49,81	49,66
Kadar air rata-rata	%	28,44		32,48		38,34		40,94		45,63		49,73	
Kadar air rata-rata (/100)		0,28		0,32		0,38		0,41		0,46		0,50	
Berat volume tanah kering, γ_d	gr/cm ³	1,139		1,171		1,161		1,231		1,210		1,147	

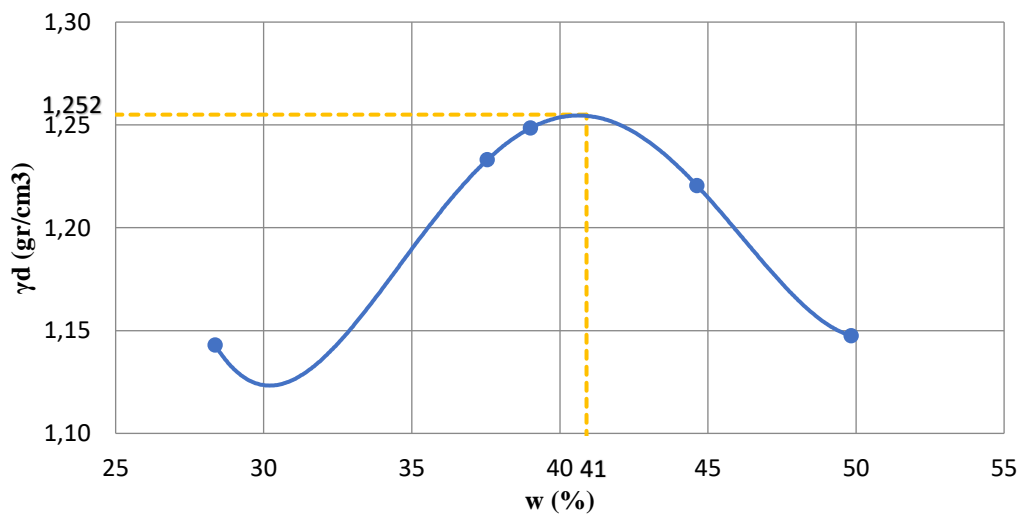
Tabel 5.18 Hasil Pengujian *Proctor Standart* Sampel 2

Uraian	Satuan	1		2		3		4		5		6	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Berat cawan	gr	9,19	9,3	9,01	8,9	9	9,16	13,11	12,61	12,79	12,63	12,74	13,14
Berat cawan + tanah basah	gr	27,54	26,03	22,57	20,33	22,56	25,24	25,34	30,65	30,84	42,25	47,17	52,83
berat cawan + tanah kering	gr	23,5	22,32	19,12	17,4	18,85	20,86	21,9	25,6	25,27	33,11	35,76	39,58
Berat air	gr	4,04	3,71	3,45	2,93	3,71	4,38	3,44	5,05	5,57	9,14	11,41	13,25
Berat tanah kering	gr	14,31	13,02	10,11	8,5	9,85	11,7	8,79	12,99	12,48	20,48	23,02	26,44
Kadar air	%	28,23	28,49	34,12	34,47	37,66	37,44	39,14	38,88	44,63	44,63	49,57	50,11
Kadar air rata-rata	%	28,36		34,30		37,55		39,01		44,63		49,84	
Kadar air rata-rata (/100)		0,284		0,343		0,376		0,390		0,446		0,498	
Berat volume tanah kering, γ_d	gr/cm ³	1,143		1,161		1,233		1,248		1,220		1,148	

Berdasarkan perhitungan diatas dapat digambarkan grafik hubungan antara berat volume kering dan kadar air sehingga dapat diperoleh berat volume kering maksimum dan kadar air optimum. Grafik hubungan antara berat volume kering dan kadar air tanah asli dapat dilihat pada Gambar 5.4 dan Gambar 5.5 berikut ini.



Gambar 5.4 Grafik Proctor Standart Tanah Asli Sampel 1



Gambar 5.5 Grafik Proctor Standart Tanah Asli Sampel 2

Berdasarkan grafik diatas dapat diperoleh berat volume kering maksimum dan kadar air optimum tanah asli. Hasil berat volume kering maksimum dan kadar air optimum dapat dilihat pada Tabel 5.19 berikut ini.

Tabel 5.19 Hasil Pengujian Proctor Standart Tanah Asli

	Kadar Air Optimum (Wopt) (%)	Berat Volume Tanah Kering Maksimum (γ_d maks) gr/cm ³
Sampel 1	41,8	1,232
Sampel 2	41	1,252
Rata-Rata	41,4	1,242

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui tanah sampel yang berasal dari Desa Jogotamu, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah memiliki nilai kadar air optimum (Wopt) sebesar 41,4% dengan berat volume kering maksimum (γ_d maks) sebesar 1,242 gr/cm³. Hasil pengujian proktor standar tanah asli secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 9 halaman 98.

5.1.7 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli

Tabel 5.20 berikut adalah rekapitulasi hasil pengujian fisik tanah asli yang berasal dari Desa Jogotamu, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah.

Tabel 5.20 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli

No	Pengujian	Hasil	Satuan
1	Kadar Air	32,028	%
2	Berat Volume Basah	1,548	gr/cm ³
3	Berat Jenis (Gs)	2,515	
4	Batas-Batas Kosistensi		
	Batas Cair (LL)	77	%
	Batas Plastis (PL)	55,787	%
	Indeks Plastisitas (IP = LL - PL)	21,213	%
	Batas Susut	22,671	%
5	Analisis Granuler		
	% Lolos #200	92,827	%

Lanjutan Tabel 5.20 Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Tanah Asli

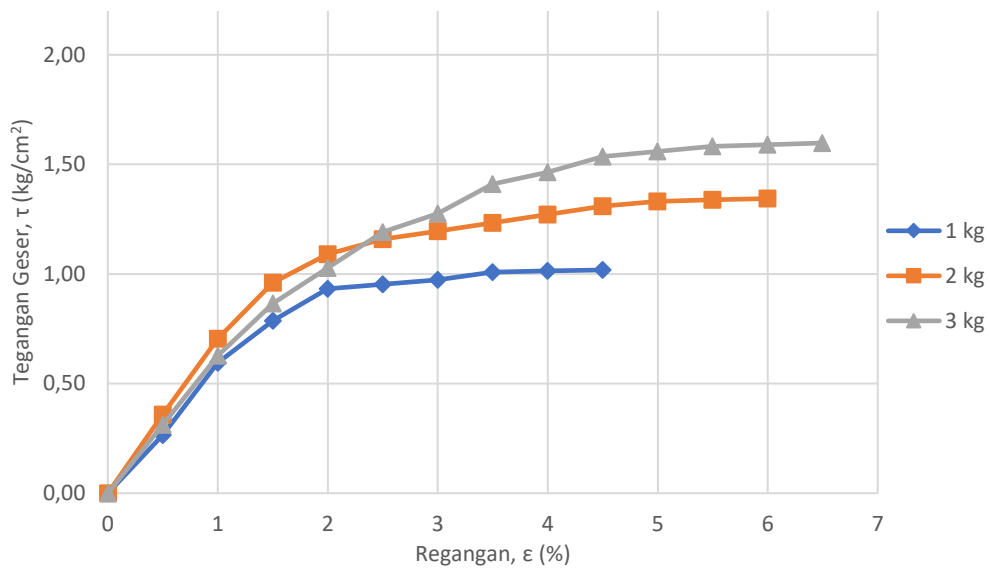
No	Pengujian	Hasil	Satuan
	Kerikil	0,007	%
	Pasir	7,167	%
	Lanau	28,138	%
	Lempung	64,688	%
6	Uji Proktor Standar		
	Kadar Air Optimum	41,4	%
	Berat Volume Maksimum	1,224	gr/cm ³

5.1.8 Pengujian Geser Langsung

Uji geser langsung merupakan salah satu untuk menentukan kekuatan geser suatu tanah yang berupa nilai kohesi dan sudut geser dalam. Pengujian geser langsung pada penelitian Tugas Akhir terdiri dari pengujian geser langsung tanah asli dan pengujian geser langsung tanah asli dengan ditambah bahan stabilisasi yang berupa abu ampas tebu dan Rotec. Persentase bahan tambah stabilisasi yang digunakan adalah 2% *Rotec* dan 0%, 2%, 4%, 6% untuk abu ampas tebu dengan masa pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Pengujian geser langsung pada penelitian Tugas Akhir menggunakan 2 sampel dengan 3 benda uji pada setiap sampelnya dengan pemberian 3 beban yang berbeda. Pembebanan yang digunakan adalah beban 1 kg, 2 kg, dan 3 kg.

1. Pengujian Geser Langsung Tanah Asli

Berdasarkan data pengujian geser langsung yang dapat dilihat pada Lampiran 10 dapat digambarkan grafik hubungan antara tegangan geser dan regangan yang dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut ini.



Gambar 5.6 Grafik Hubungan Tegangan Geser dan Regangan Uji Geser Langsung Tanah Asli Sampel 1

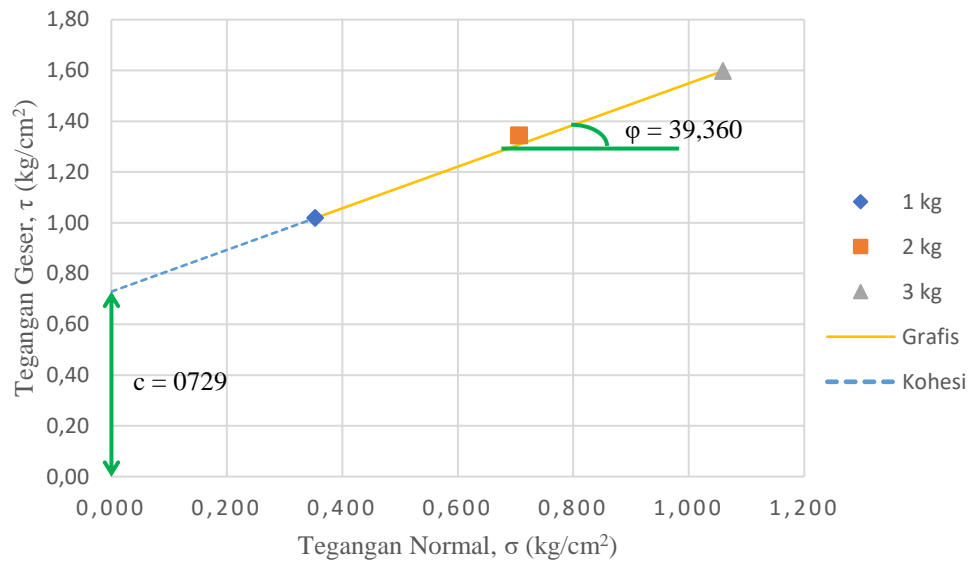
Berdasarkan grafik diatas didapatkan nilai tegangan normal dan tegangan geser maksimum untuk setiap beban. Hasil tegangan normal dan tegangan geser maksimum tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut ini.

Tabel 5.21 Tegangan Normal dan Tegangan Geser Maksimum Uji Geser Langsung Tanah Asli Sampel 1

Pengeseran	Simbol	Satuan	Sampel 1		
			I	II	III
Beban Normal		kg	1	2	3
Tegangan Normal	σ	kg/cm ²	0,353	0,706	1,059
Tegangan Geser	τ	kg/cm ²	1,018	1,344	1,598

Berdasarkan hasil perhitungan tabel diatas 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) secara grafis. Grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser tanah asli dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut ini.



Gambar 5.7 Grafik Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser Maksimum Uji Geser Langsung Tanah Asli Sampel 1

Berdasarkan grafik diatas dapat diperoleh nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah asli sampel 1. Perhitungan tanah asli sampel 2 dapat dilakukan dengan perhitungan yang sama pada tanah asli sampel 1. Hasil pengujian geser langsung tanah asli sampel 2 secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 10 halaman 106. Hasil pengujian geser langsung tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.22 berikut ini.

Tabel 5.22 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli

Sampel	Parameter Kuat Geser Tanah	
	Kohesi, kg/cm ²	Sudut Geser Dalam, °
Sampel 1	0,729	39,360
Sampel 2	0,697	39,331
Rata-Rata	0,713	39,346

Hasil pengujian geser langsung pada tabel diatas menunjukkan bahwa nilai kohesi dan sudut geser dalam sampel tanah yang berasal dari Desa Jogotamu, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah adalah $0,713 \text{ kg/cm}^2$ dan $39,346^\circ$.

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

Hasil pengujian geser langsung tanah asli ditambah dengan bahan stabilisasi dengan pemeraman 1 hari dapat dilihat pada Tabel 5.23 berikut ini. Hasil pengujian dan grafik dengan pemeraman 1 hari secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 11 halaman 117.

Tabel 5.23 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 1 Hari

Uraian	Parameter Kuat Geser Tanah	
	Kohesi, kg/cm^2	Sudut Geser Dalam, $^\circ$
<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 2%	0,921	39,538
<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 6%	1,161	40,917
<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 0%	1,123	40,525
<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 2%	1,208	41,486
<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 4%	1,354	42,764
<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 6%	1,493	44,306

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

Hasil pengujian geser langsung tanah asli ditambah dengan bahan stabilisasi dengan pemeraman 3 hari dapat dilihat pada Tabel 5.24 berikut ini. Hasil pengujian dan grafik dengan pemeraman 3 hari secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 12 halaman 122.

Tabel 5.24 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 3 Hari

Uraian	Parameter Kuat Geser Tanah	
	Kohesi, kg/cm ²	Sudut Geser Dalam, °
<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 2%	1,008	39,735
<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 6%	1,231	41,361
<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 0%	1,175	41,250
<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 2%	1,315	42,575
<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 4%	1,411	44,529
<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 6%	1,531	45,596

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

Hasil pengujian geser langsung tanah asli ditambah dengan bahan stabilisasi dengan pemeraman 7 hari dapat dilihat pada Tabel 5.25 berikut ini. Hasil pengujian dan grafik dengan pemeraman 7 hari secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 13 halaman 127.

Tabel 5.25 Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 7 Hari

Uraian	Parameter Kuat Geser Tanah	
	Kohesi, kg/cm ²	Sudut Geser Dalam, °
<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 2%	1,144	40,919
<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 6%	1,342	42,284
<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 0%	1,326	42,290
<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 2%	1,435	44,642
<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 4%	1,604	47,569
<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 6%	1,702	48,181

5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung

Rekapitulasi hasil pengujian geser langsung tanah asli dan tanah asli ditambah dengan bahan stabilisasi dapat dilihat pada Tabel 5.26 berikut ini.

Tabel 5.26 Rekapitulasi Hasil Pengujian Geser Langsung Tanah Asli dan Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi

Pemeraman	Uraian	Parameter Kuat Geser Tanah	
		Kohesi, kg/cm ²	Sudut Geser Dalam, °
	Tanah Asli	0,713	39,346
1	<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 2%	0,921	39,538
	<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 6%	1,161	40,917
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 0%	1,123	40,525
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 2%	1,208	41,486
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 4%	1,354	42,764
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 6%	1,493	44,306
3	<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 2%	1,008	39,735
	<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 6%	1,231	41,361
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 0%	1,175	41,250
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 2%	1,315	42,575
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 4%	1,411	44,529
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 6%	1,531	45,596
7	<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 2%	1,144	40,919
	<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 6%	1,342	42,284
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 0%	1,326	42,290
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 2%	1,435	44,642
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 4%	1,604	47,569
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 6%	1,702	48,181

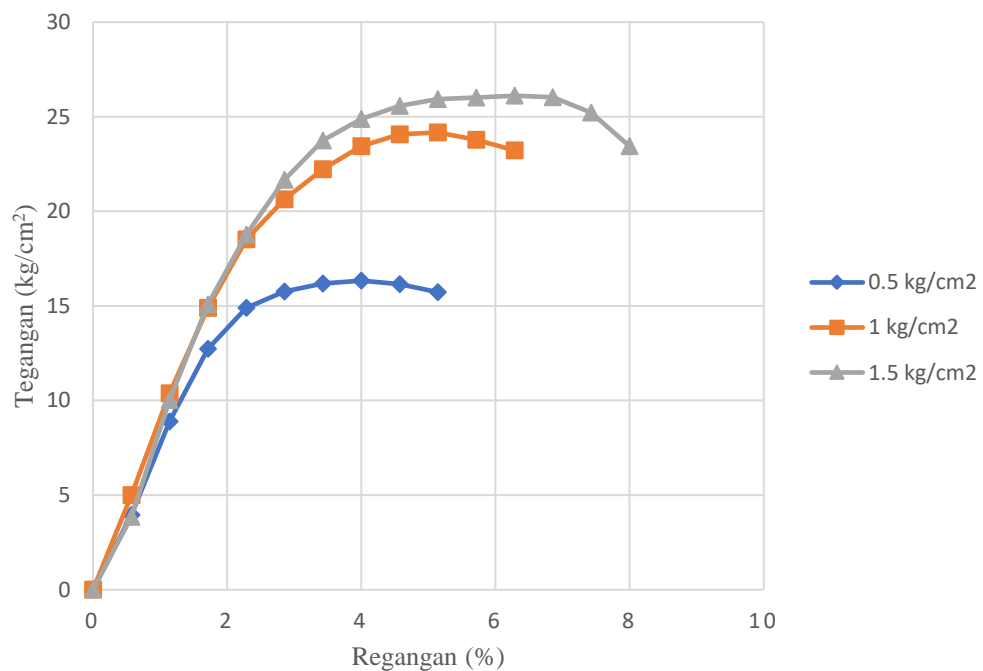
5.1.9 Pengujian Triaksial UU (Triaxial Unconsolidated Undrained)

Uji triaksial bertujuan untuk menentukan kekuatan geser suatu tanah yang berupa nilai kohesi dan sudut geser dalam. Pengujian triaksial UU pada penelitian

Tugas Akhir terdiri dari pengujian Triaksial UU tanah asli dan pengujian triaksial UU tanah asli dengan ditambah bahan stabilisasi yang berupa abu ampas tebu dan *Rotec*. Persentase bahan tambah stabilisasi yang digunakan adalah 2% *Rotec* dan 0%, 2%, 4%, 6% untuk abu ampas tebu dengan masa pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Pengujian triaksial UU pada penelitian Tugas Akhir menggunakan 2 sampel dengan 3 benda uji pada setiap sampelnya dengan pemberian 3 tekanan sel yang berbeda. Tekanan sel yang digunakan pada pengujian ini adalah beban 0,5 kg/cm²; 1 kg/cm²; dan 1,5 kg/cm².

1. Pengujian Triaksial UU Tanah Asli

Berdasarkan data pengujian triaksial UU yang dapat dilihat pada Lampiran 14 dapat digambarkan grafik hubungan antara tegangan dan regangan yang dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut ini.



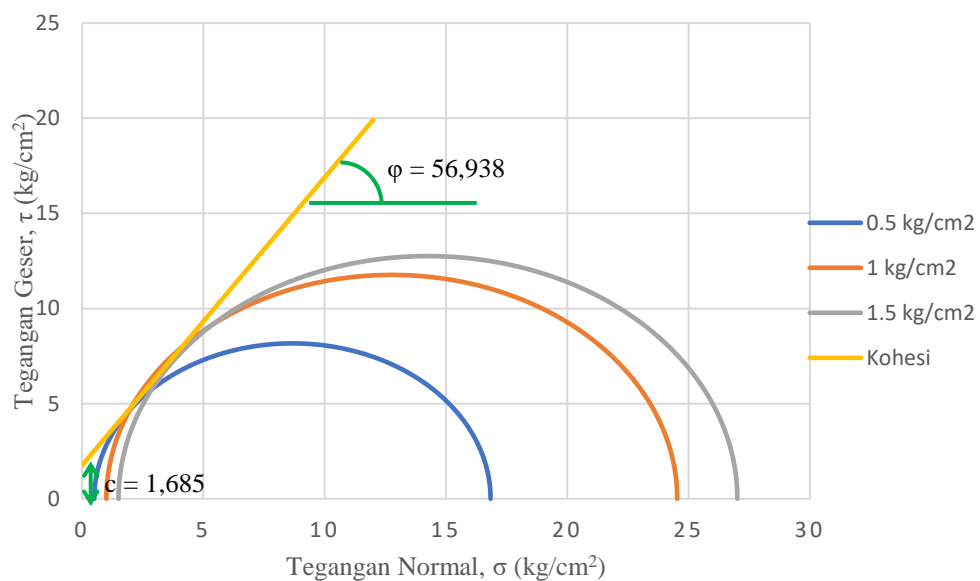
Gambar 5.8 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Uji Triaksial UU Tanah Asli Sampel 1

Berdasarkan grafik diatas didapatkan nilai tegangan deviator dan tegangan utama untuk setiap tekanan sel. Hasil tegangan deviator dan tegangan utama tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.27 berikut ini.

Tabel 5.27 Tegangan Deviator Maksimum dan Tegangan Utama Uji Triaksial UU Tanah Asli Sampel 1

Uraian	Simbol	Satuan	Sampel 1		
			I	II	III
Tegangan Keliling	σ_3	kg/cm ²	0,5	1	1,5
Tegangan Deviator	$\Delta\sigma$	kg/cm ²	16,092	23,445	25,577
Tegangan Utama	σ_1	kg/cm ²	16,592	24,445	27,077

Berdasarkan hasil perhitungan tabel diatas dapat digambarkan grafik hubungan tegangan normal dan tegangan geser tanah asli yang berupa grafik lingkaran mohr dan kemudian digunakan untuk menentukan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) secara grafis. Grafik lingkaran mohr tanah asli dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut ini.



Gambar 5.9 Grafik Lingkaran Mohr Uji Triaksial Tanah Asli Sampel 1

Berdasarkan grafik lingkaran mohr diatas dapat diperoleh nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah asli sampel 1. Perhitungan tanah asli sampel 2 dapat dilakukan dengan perhitungan yang sama pada tanah asli sampel 1. Hasil pengujian triaksial UU tanah asli sampel 2 secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 14 halaman 133. Hasil pengujian triaksial UU tanah asli dapat dilihat pada tabel 5.28 berikut ini.

Tabel 5.28 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli

Sampel	Parameter Kuat Geser Tanah	
	Kohesi, kg/cm ²	Sudut Geser Dalam, °
Sampel 1	1,685	56,938
Sampel 2	1,763	56,534
Rata-Rata	1,724	56,736

Hasil pengujian triaksial UU pada tabel diatas menunjukkan bahwa nilai kohesi dan sudut geser dalam sampel tanah yang berasal dari Desa Jogotamu, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah adalah 1,724 kg/cm² dan 56,736 °.

2. Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 1 Hari

Hasil pengujian dan grafik dengan pemeraman 1 hari secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 15 halaman 143. Hasil pengujian triaksial UU tanah asli ditambah dengan bahan stabilisasi dengan pemeraman 1 hari dapat dilihat pada Tabel 5.29 berikut ini.

Tabel 5.29 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 1 Hari

Uraian	Parameter Kuat Geser Tanah	
	Kohesi, kg/cm ²	Sudut Geser Dalam, °
<i>Rotec 0% + Abu Ampas Tebu 2%</i>	1,818	52,174
<i>Rotec 0% + Abu Ampas Tebu 6%</i>	1,838	56,349
<i>Rotec 2% + Abu Ampas Tebu 0%</i>	1,987	56,376
<i>Rotec 2% + Abu Ampas Tebu 2%</i>	2,154	55,532
<i>Rotec 2% + Abu Ampas Tebu 4%</i>	3,219	50,308
<i>Rotec 2% + Abu Ampas Tebu 6%</i>	4,512	42,119

3. Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 3 Hari

Hasil pengujian dan grafik dengan pemeraman 3 hari secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 16 halaman 148. Hasil pengujian triaksial UU tanah asli ditambah dengan bahan stabilisasi dengan pemeraman 3 hari dapat dilihat pada Tabel 5.30 berikut ini.

Tabel 5.30 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 3 Hari

Uraian	Parameter Kuat Geser Tanah	
	Kohesi, kg/cm ²	Sudut Geser Dalam, °
<i>Rotec 0% + Abu Ampas Tebu 2%</i>	1,930	50,541
<i>Rotec 0% + Abu Ampas Tebu 6%</i>	2,724	53,856
<i>Rotec 2% + Abu Ampas Tebu 0%</i>	2,759	53,762
<i>Rotec 2% + Abu Ampas Tebu 2%</i>	4,022	40,151
<i>Rotec 2% + Abu Ampas Tebu 4%</i>	5,991	34,688
<i>Rotec 2% + Abu Ampas Tebu 6%</i>	6,249	29,893

4. Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 7 Hari

Hasil pengujian dan grafik dengan pemeraman 7 hari secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 17 halaman 153. Hasil pengujian triaksial UU tanah asli ditambah dengan bahan stabilisasi dengan pemeraman 7 hari dapat dilihat pada Tabel 5.31 berikut ini.

Tabel 5.31 Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi Pemeraman 7 Hari

Uraian	Parameter Kuat Geser Tanah	
	Kohesi, kg/cm ²	Sudut Geser Dalam, °
<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 2%	2,194	48,420
<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 6%	3,027	51,875
<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 0%	3,047	51,829
<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 2%	4,403	32,782
<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 4%	6,172	30,837
<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 6%	7,501	27,334

5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU

Rekapitulasi hasil pengujian triaksial UU tanah asli dan tanah asli ditambah dengan bahan stabilisasi dapat dilihat pada Tabel 5.32 berikut ini.

Tabel 5.32 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dan Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi

Pemeraman	Uraian	Parameter Kuat Geser Tanah	
		Kohesi, kg/cm ²	Sudut Geser Dalam, °
	Tanah Asli	1,724	56,736
1	<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 2%	1,818	52,174
	<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 6%	1,838	56,349
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 0%	1,987	56,376
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 2%	2,154	55,532

Lanjutan Tabel 5.32 Rekapitulasi Hasil Pengujian Triaksial UU Tanah Asli dan Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi

Pemeraman	Uraian	Parameter Kuat Geser Tanah	
		Kohesi, kg/cm ²	Sudut Geser Dalam, °
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 4%	3,219	50,308
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 6%	4,512	42,119
3	<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 2%	1,930	50,541
	<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 6%	2,724	53,856
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 0%	2,759	53,762
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 2%	4,022	40,151
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 4%	5,991	34,688
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 6%	6,249	29,893
7	<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 2%	2,194	48,420
	<i>Rotec</i> 0% + Abu Ampas Tebu 6%	3,027	51,875
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 0%	3,047	51,829
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 2%	4,403	32,782
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 4%	6,172	30,837
	<i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 6%	7,501	27,334

5.2 Pembahasan

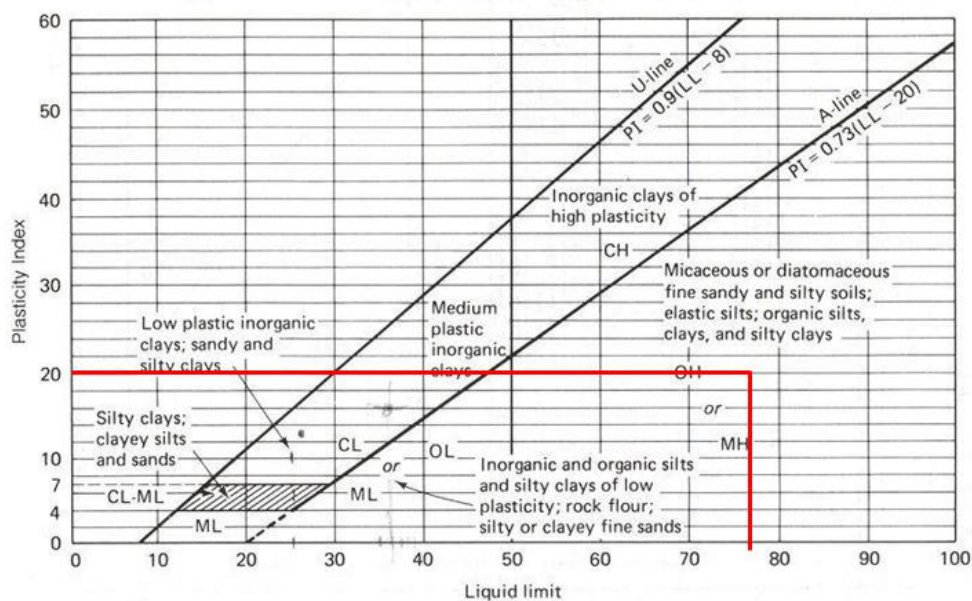
5.2.1 Tanah Asli

1. Jenis Tanah berdasarkan Klasifikasi Metode USCS

Pengklasifikasi jenis tanah dilakukan dengan metode USCS. Berdasarkan nilai batas plastis 55,787% dan nilai batas cair 77% maka diperoleh nilai indeks plastisitas sebesar 21,213%. Pada uji analisis granuler didapat persentase lolos saringan nomor 200 sebesar 92,827%. Dari data tersebut dapat diketahui jenis karakteristik dari tanah asli dengan menggunakan tabel dan grafik USCS pada

Tabel 3.1. Klasifikasi tanah berdasarkan USCS dilakukan dengan langkah sebagai berikut.

- a. Berdasarkan persentase lolos saringan nomor 200 dan nilai batas cair, sampel tanah asli masuk dalam divisi utama tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan nomor 200 (0,075 mm) dan lanau dan lempung batas cair $>50\%$. Hal tersebut dikarenakan sampel tanah asli memiliki persentase lolos saringan nomor 200 sebesar 92,827% dan batas cair sebesar 77%. Hasil penentuan divisi utama sampel tanah asli metode USCS dapat dilihat pada Tabel 5.33 sebagai berikut.
- b. Berdasarkan hasil indeks plastisitas dan batas cair, maka dapat diplot dalam grafik karakteristik tanah metode USCS. Sampel tanah asli masuk dalam kelompok OH. Hal tersebut dikarenakan sampel tanah asli memiliki nilai indeks plastisitas sebesar 21,213%, pada Tabel 3.4 nilai indeks plastisitas >17 maka sampel tanah masuk dalam sifat plastisitas tinggi dan nilai batas cair sebesar 77%. Grafik karakteristik tanah asli metode USCS dapat dilihat pada Gambar 5.10 dan Tabel 5.33 sebagai berikut



Gambar 5.10 Grafik Karakteristik Tanah Metode USCS

Tabel 5.33 Sistem Klasifikasi Tanah Metode USCS

Divisi Utama	Simbol Kelompok	Nama Jenis
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm)	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung
	CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ("lean clays")
	OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah
	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatome, lanau elastis
	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ("fat clays")
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi
Tanah dengan kadar organik tinggi	P _t	Gambut ("peat") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi

Berdasarkan hasil klasifikasi USCS dapat diketahui bahwa tanah yang berasal dari Desa Jogotamu, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah masuk dalam kelompok OH yaitu lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.

2. Jenis Tanah Berdasarkan Klasifikasi Metode AASHTO

Pengklasifikasi jenis tanah dengan menggunakan tabel klasifikasi AASHTO pada Tabel 3.2, berdasarkan hasil uji analisis granuler didapat persentase lolos saringan nomor 200 sebesar 92,827%, dan berdasarkan hasil uji batas-batas konsistensi didapatkan nilai batas plastis 55,787% dan nilai batas cair 77% maka diperoleh nilai indeks plastisitas sebesar 21,213%. Klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO dilakukan dengan langkah sebagai berikut.

- a. Berdasarkan persentase lolos saringan nomor 200, sampel tanah asli masuk dalam klasifikasi umum yaitu tanah-tanah lanau-lempung (> 35% lolos saringan nomor 200) dan masuk dalam klasifikasi kelompok A-7, Hal tersebut dikarenakan sampel tanah asli memiliki persentase lolos saringan

nomor 200 sebesar 92,827% dan memenuhi syarat klasifikasi kelompok sebesar minimal 36%.

- b. Berdasarkan hasil nilai batas cair yang diperoleh sebesar 77% dan indeks plastisitas sebesar 21,213%, maka sampel tanah memenuhi syarat dalam klasifikasi kelompok A-7 yaitu minimal 41% untuk batas cair dan minimal 11% untuk indeks plastisitas. Nilai batas plastis 55,787% lebih dari 30%, maka sampel tanah masuk dalam kelompok A-7-5.
- c. Nilai *group index* (GI) dapat dihitung dengan beberapa parameter diantaranya persentase lolos saringan nomor 200, batas cair, indeks pastisitas. Nilai indeks group sampel tanah asli adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} GI &= (f - 35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15) (PI - 10) \\ &= (92,827 - 35) [0,2 + 0,005 (77 - 40)] + 0,01 (92,827 - 15) (21,213 - 10) \\ &= 30,99\% \end{aligned}$$

- d. Berdasarkan hasil tersebut maka sampel tanah asli mempunyai tipe material pokok tanah lempung dengan penilaian umum sebagai tanah dasar adalah sedang sampai buruk.

Hasil klasifikasi sampel tanah asli metode *AASHTO* dapat dilihat pada Tabel 5.34.

Tabel 5.34 Sistem Klasifikasi Tanah Metode AASHTO

Klasifikasi umum	Material granuler (< 35% lolos saringan no. 200)							Tanah-tanah lanau-lempung (> 35% lolos saringan no. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5/A-7-6
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisis saringan (% lolos) 2,00 mm (no. 10) 0,425 mm (no. 40) 0,075 mm (no. 200)	50maks 30 maks 15 maks	- 50 maks 25 maks	- 51 min 10 maks	- - 35 maks	- - 35 maks	- - 35 maks	- - 35 maks	- - 36 min	- - 36 min	- - 36 min	- - 36 min
Sifat fraksi lolos saringan no. 40 Batas cair (LL) Indeks plastis (PI)	- 6 maks	- -	- Np	40 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 11 min	41 min 11 min	40 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 11 min	41 min 11 min
Indeks kelompok (G)	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik							Sedang sampai buruk			

Berdasarkan hasil klasifikasi AASHTO dapat diketahui bahwa tanah yang berasal dari Desa Jogotamu, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah termasuk dalam kelompok A-7-5 yang berjenis tanah berlempung dengan sifat sedang sampai buruk.

3. Parameter Kuat Geser Tanah

Parameter kuat geser tanah terdiri dari nilai kohesi dan sudut geser dalam. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui nilai kohesi dan sudut geser dalam adalah pengujian geser langsung dan pengujian triaksial UU. Berdasarkan hasil pengujian parameter kuat geser tanah pada sampel tanah yang berasal dari Desa Jogotamu, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah mempunyai nilai kohesi sebesar $0,713 \text{ kg/cm}^2$ dan sudut geser dalam sebesar $39,346^\circ$ dengan pengujian geser langsung sedangkan pada triaksial UU didapat nilai kohesi sebesar $1,724 \text{ kg/cm}^2$ dan sudut geser dalam sebesar $56,734^\circ$.

5.2.2 Tanah Asli dengan Bahan Stabilisasi

Setelah pengujian pemadatan tanah dengan proctor standar, tanah diuji geser langsung dan triaksial UU untuk mendapatkan nilai kohesi atau sudut geser dalam yang merupakan parameter kuat geser tanah. Penelitian Tugas Akhir ini meninjau penambahan stabilisasi yang berupa abu ampas tebu dan *Rotec*. dengan sifat sedang sampai buruk.

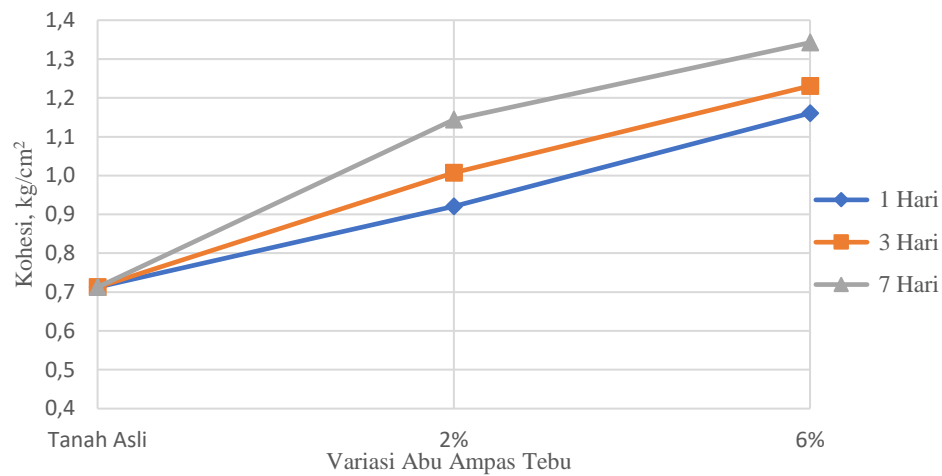
1. Kohesi (*c*)

a. Pengujian Geser Langsung

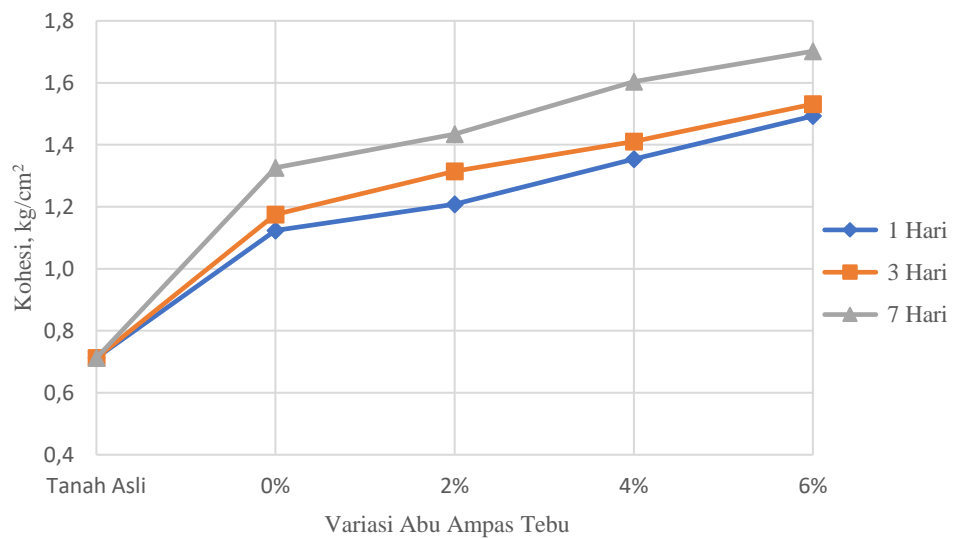
Hasil pengujian geser langsung dengan penambahan bahan stabilisasi berupa abu ampas tebu dan *Rotec* terhadap nilai kohesi dapat dilihat pada Tabel 5.35, kemudian dibuat grafik perbandingan nilai kohesi terhadap penambahan *Rotec* dan abu ampas tebu serta terhadap umur pemeraman dan grafik. Grafik perbandingan nilai kohesi pengujian geser langsung Gambar 5.11, Gambar 5.12 dan Gambar 5.13 berikut ini.

Tabel 5.35 Rekapitulasi Hasil Nilai Kohesi Pada Pengujian Geser Langsung Setiap Variasi

Variasi	Pemeraman		
	1 Hari	3 Hari	7 Hari
Tanah Asli	0,713	0,713	0,713
TA + Abu Ampas Tebu 2%	0,921	1,008	1,144
TA + Abu Ampas Tebu 6%	1,161	1,231	1,342
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 0%	1,123	1,175	1,326
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 2%	1,208	1,315	1,435
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 4%	1,354	1,411	1,604
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 6%	1,493	1,531	1,702



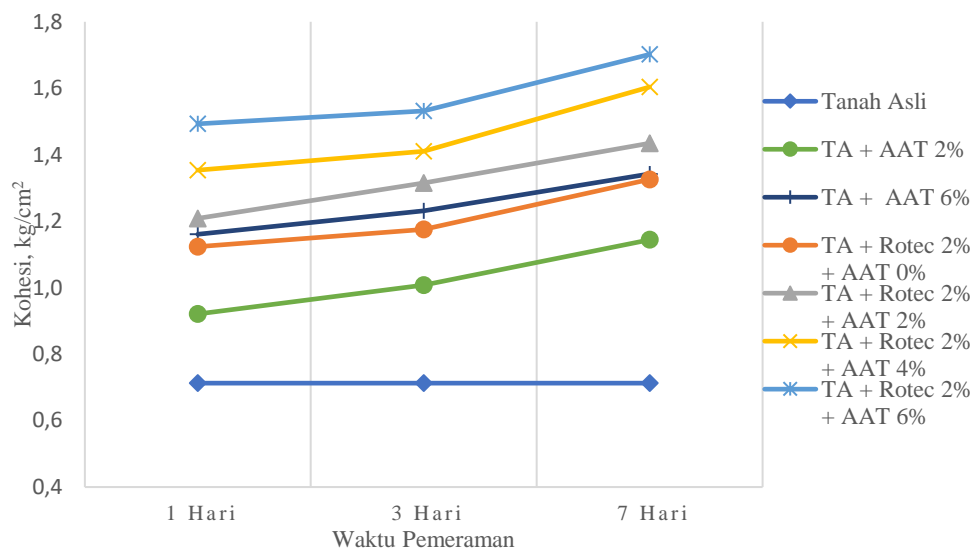
**Gambar 5.11 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi Pada Variasi *Rotec* 0%
Pengujian Geser Langsung**



**Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi Pada Variasi *Rotec* 2%
Pengujian Geser Langsung**

Berdasarkan grafik diatas, penambahan tanah asli dengan *Rotec* dan abu ampas tebu mengalami peningkatan nilai kohesi beriringan dengan lamanya waktu pemeraman. Dalam penelitian ini menggunakan *Rotec* sebesar 2% dan untuk variasi abu ampas tebu 0%, 2%, 4%, dan 6%. *Rotec* dan abu ampas tebu semakin bereaksi dengan tanah berdasarkan dengan lamanya masa

pemeraman, sehingga nilai kohesi tanah semakin meningkat. Peningkatan kohesi tertinggi terjadi pada variasi sampel dengan kadar *Rotec* 2% dan abu ampas tebu 6% dengan pemeraman 7 hari sebesar 138,815% dari kohesi tanah asli sebesar 0,713 kg/cm² meningkat menjadi 1,702 kg/cm². Peningkatan kohesi terendah terjadi pada variasi sampel dengan kadar *Rotec* 0% dan abu ampas tebu 2% dengan pemeraman 1 hari sebesar 29,205% dari kohesi tanah asli sebesar 0,713 kg/cm² meningkat menjadi 0,921 kg/cm². Penambahan kadar abu ampas tebu 2% dengan *Rotec* 0% meningkatkan nilai kohesi sebesar 29,205%, 41,392%, dan 60,526% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 6% dengan *Rotec* 0% meningkatkan nilai kohesi sebesar 62,869%, 72,710%, dan 88,360% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 0% dengan *Rotec* 2% meningkatkan nilai kohesi sebesar 57,624%, 64,868%, dan 86,040% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 2% dengan *Rotec* 2% meningkatkan nilai kohesi sebesar 69,564%, 84,476%, dan 101,296% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 4% dengan *Rotec* 2% meningkatkan nilai kohesi sebesar 89,929%, 97,935%, dan 125,048% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 6% dengan *Rotec* 2% meningkatkan nilai kohesi sebesar 109,484%, 114,876%, dan 138,815% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari.



Gambar 5.13 Grafik Pengaruh Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi Pada Pengujian Geser Langsung

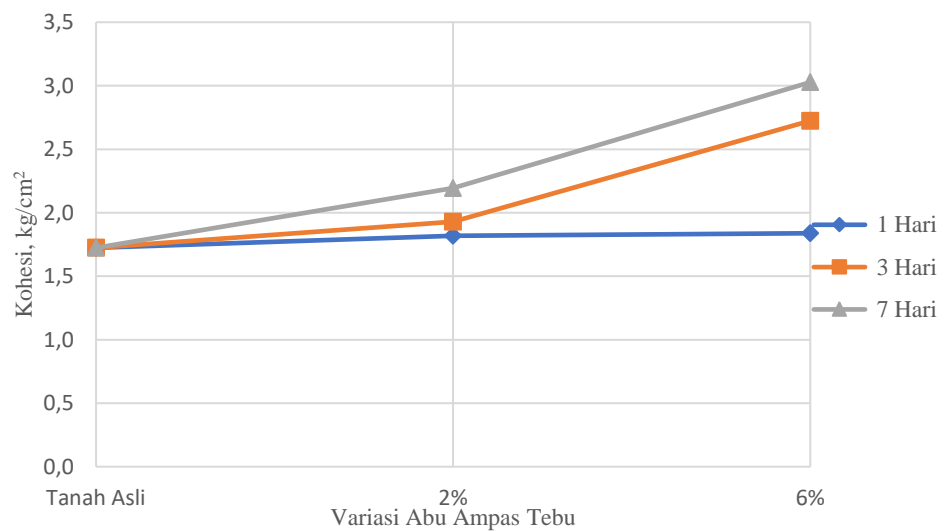
Berdasarkan Gambar 5.13 bahwa pengaruh waktu pemeraman dapat meningkatkan nilai kohesi suatu sampel tanah. Peningkatan yang cukup signifikan terjadi pada saat diperam 7 hari pada variasi sampel tanah.

b. Pengujian Triaksial UU

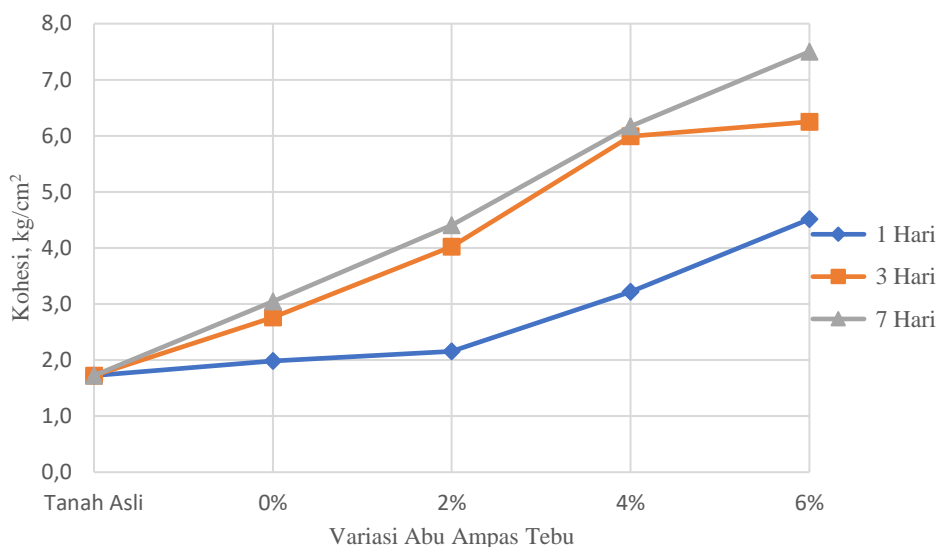
Hasil pengujian triaksial UU dengan penambahan bahan stabilisasi berupa abu ampas tebu dan *Rotec* terhadap nilai kohesi dapat dilihat pada Tabel 5.36, kemudian dibuat grafik perbandingan nilai kohesi terhadap penambahan *Rotec* dan abu ampas tebu serta terhadap umur pemeraman dan grafik. Grafik perbandingan nilai kohesi pengujian triaksial UU Gambar 5.14, Gambar 5.15, dan Gambar 5.16 berikut ini.

Tabel 5.36 Rekapitulasi Hasil Nilai Kohesi Pada Pengujian Triaksial UU Setiap Variasi

Variasi	Pemeraman		
	1 Hari	3 Hari	7 Hari
Tanah Asli	1,724	1,724	1,724
TA + Abu Ampas Tebu 2%	1,818	1,930	2,194
TA + Abu Ampas Tebu 6%	1,838	2,724	3,027
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 0%	1,987	2,759	3,047
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 2%	2,154	4,022	4,403
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 4%	3,219	5,991	6,172
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 6%	4,512	6,249	7,501



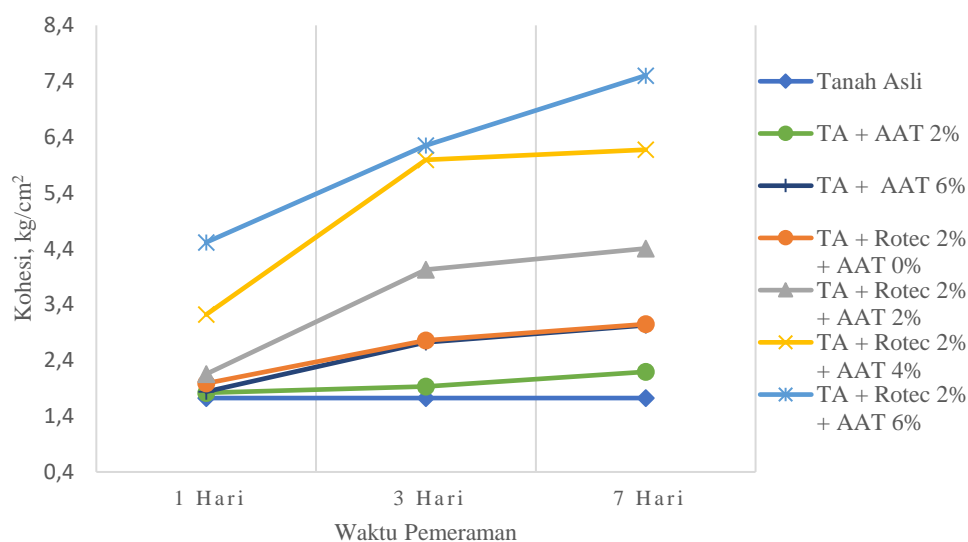
Gambar 5.14 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi Pada Variasi *Rotec* 0% Pengujian Triaksial UU



Gambar 5.15 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi Pada Variasi Rotec 2% Pengujian Triaksial UU

Berdasarkan grafik diatas, penambahan tanah asli dengan *Rotec* dan abu ampas tebu mengalami peningkatan nilai kohesi beriringan dengan lamanya waktu pemeraman. Dalam penelitian ini menggunakan *Rotec* sebesar 2% dan untuk variasi abu ampas tebu 0%, 2%, 4%, dan 6%. *Rotec* dan abu ampas tebu semakin bereaksi dengan tanah berdasarkan dengan lamanya masa pemeraman, sehingga nilai kohesi tanah semakin meningkat. Peningkatan kohesi tertinggi terjadi pada variasi sampel dengan kadar *Rotec* 2% dan abu ampas tebu 6% dengan pemeraman 7 hari sebesar 335,177% dari kohesi tanah asli sebesar 1,724 kg/cm² meningkat menjadi 7,501 kg/cm². Peningkatan kohesi terendah terjadi pada variasi sampel dengan kadar *Rotec* 0% dan abu ampas tebu 2% dengan pemeraman 1 hari sebesar 5,465% dari kohesi tanah asli sebesar 1,724 kg/cm² meningkat menjadi 1,818 kg/cm². Penambahan kadar abu ampas tebu 2% dengan *Rotec* 0% meningkatkan nilai kohesi sebesar 5,465%, 11,941%, dan 27,263% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 6% dengan *Rotec* 0% meningkatkan nilai kohesi sebesar 6,635%, 58,012%, dan 75,626% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 0% dengan *Rotec* 2% meningkatkan nilai kohesi sebesar 15,246%, 60,076%, dan

76,780% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 2% dengan *Rotec* 2% meningkatkan nilai kohesi sebesar 24,938%, 133,328%, dan 155,438% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 4% dengan *Rotec* 2% meningkatkan nilai kohesi sebesar 86,748%, 247,541%, dan 258,053% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 6% dengan *Rotec* 2% meningkatkan nilai kohesi sebesar 161,779%, 262,542%, dan 335,177% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari.



Gambar 5.16 Grafik Pengaruh Pemeraman Terhadap Nilai Kohesi Pada Pengujian Triaksial UU

Dari gambar 5.16 bahwa pengaruh waktu pemeraman dapat meningkatkan nilai kohesi suatu sampel tanah. Peningkatan yang cukup signifikan terjadi pada saat diperam 7 hari pada variasi sampel tanah.

2. Sudut Geser Dalam (ϕ)

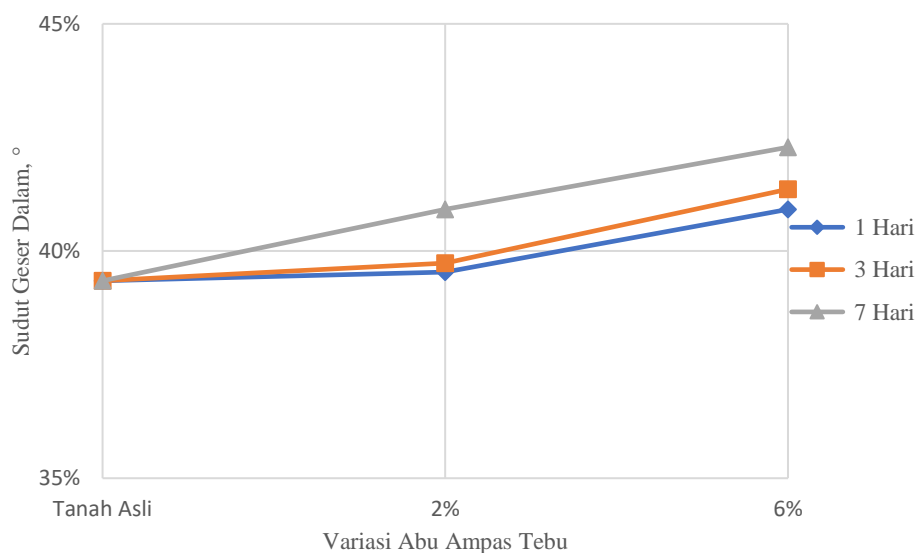
a. Pengujian Geser Langsung

Hasil pengujian geser langsung dengan penambahan bahan stabilisasi berupa abu ampas tebu dan *Rotec* terhadap nilai sudut geser dalam dapat dilihat pada Tabel 5.37, kemudian dibuat grafik perbandingan nilai sudut

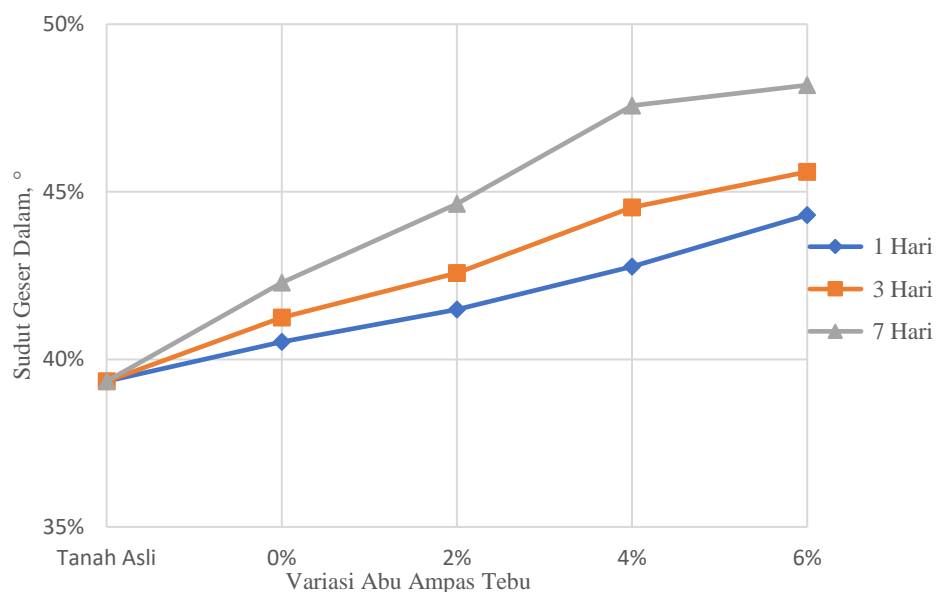
geser dalam terhadap penambahan *Rotec* dan abu ampas tebu serta terhadap umur pemeraman dan grafik. Grafik perbandingan nilai sudut geser dalam dalam pengujian geser langsung Gambar 5.17, Gambar 5.18 dan Gambar 5.19 berikut ini.

Tabel 5.37 Rekapitulasi Hasil Nilai Sudut Geser Dalam Pada Pengujian Geser Langsung Setiap Variasi

Variasi	Pemeraman		
	1 Hari	3 Hari	7 Hari
Tanah Asli	39,346	39,346	39,346
TA + Abu Ampas Tebu 2%	39,538	39,735	40,919
TA + Abu Ampas Tebu 6%	40,917	41,361	42,284
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 0%	40,525	41,250	42,290
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 2%	41,486	42,575	44,642
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 4%	42,764	44,529	47,569
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 6%	44,306	45,596	48,181



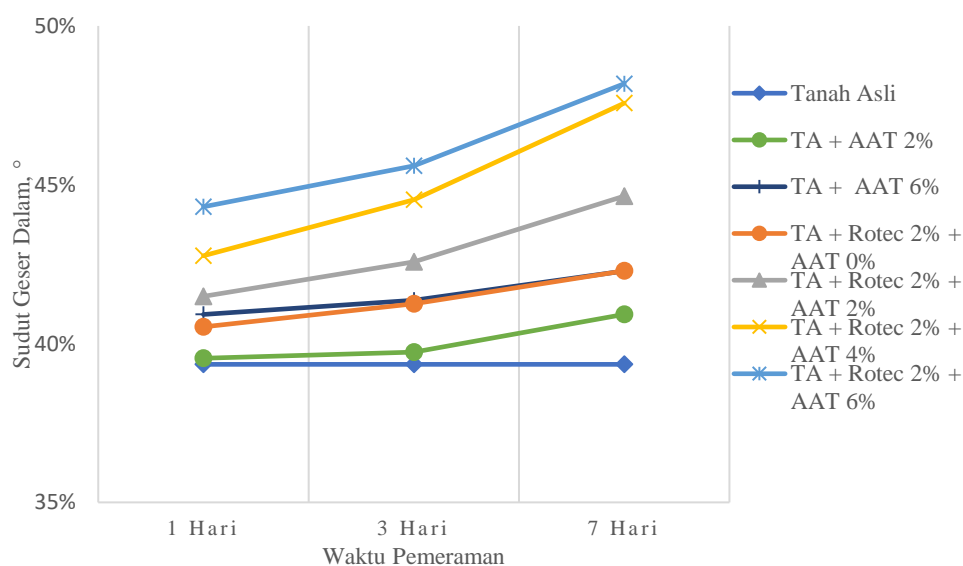
Gambar 5.17 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam Pada Variasi *Rotec* 0% Pengujian Geser Langsung



Gambar 5.18 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam Pada Variasi *Rotec* 2% Pengujian Geser Langsung

Berdasarkan grafik diatas, penambahan tanah asli dengan *Rotec* dan abu ampas tebu mengalami peningkatan nilai sudut geser dalam beriringan dengan lamanya waktu pemeraman. Dalam penelitian ini menggunakan *Rotec* sebesar 2% dan untuk variasi abu ampas tebu 0%, 2%, 4%, dan 6%. *Rotec* dan abu ampas tebu semakin bereaksi dengan tanah berdasarkan dengan lamanya masa pemeraman, sehingga nilai sudut geser dalam tanah semakin meningkat. Peningkatan sudut geser dalam tertinggi terjadi pada variasi sampel dengan kadar *Rotec* 2% dan abu ampas tebu 6% dengan pemeraman 7 hari sebesar 122,456% dari sudut geser dalam tanah asli sebesar 39,346° meningkat menjadi 48,181°. Peningkatan sudut geser dalam terendah terjadi pada variasi sampel dengan kadar *Rotec* 0% dan abu ampas tebu 2% dengan pemeraman 1 hari sebesar 100,489% dari sudut geser dalam tanah asli sebesar 39,346° meningkat menjadi 39,538°. Penambahan kadar abu ampas tebu 2% dengan *Rotec* 0% meningkatkan nilai sudut geser dalam sebesar 0,489%, 0,989%, dan 3,999% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 6% dengan *Rotec* 0% meningkatkan nilai sudut geser

dalam sebesar 3,993%, 5,121%, dan 7,469% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 0% dengan *Rotec* 2% meningkatkan nilai sudut geser dalam sebesar 2,999%, 4,839%, dan 7,483% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 2% dengan *Rotec* 2% meningkatkan nilai sudut geser dalam sebesar 5,440%, 8,207%, dan 13,460% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 4% dengan *Rotec* 2% meningkatkan nilai sudut geser dalam sebesar 8,689%, 13,175%, dan 20,900% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 6% dengan *Rotec* 2% meningkatkan nilai sudut geser dalam sebesar 12,608%, 15,885%, dan 22,456% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari.



Gambar 5.19 Grafik Pengaruh Pemeraman Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Pada Pengujian Geser Langsung

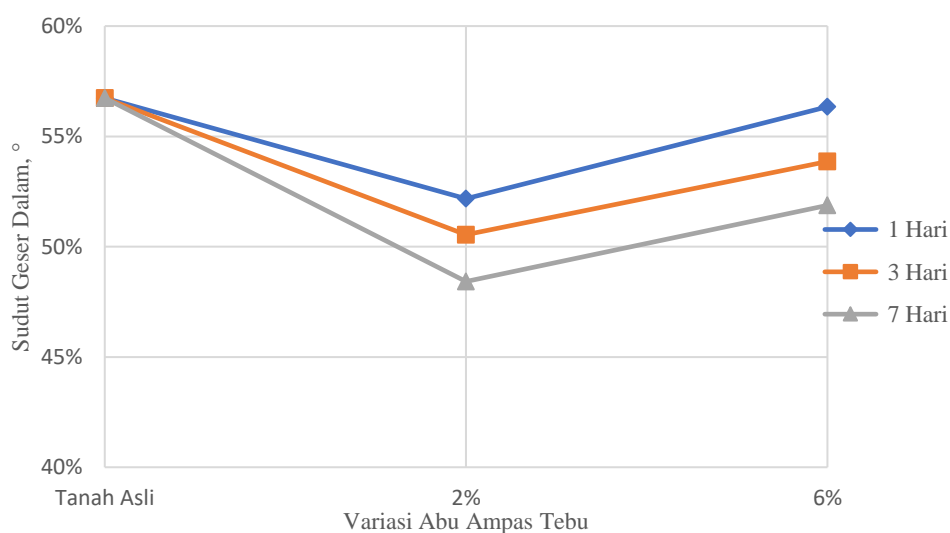
Dari gambar 5.19 bahwa pengaruh waktu pemeraman dapat meningkatkan nilai sudut geser dalam suatu sampel tanah. Peningkatan yang cukup signifikan terjadi pada saat diperam 7 hari pada variasi sampel tanah.

b. Pengujian Triaksial UU

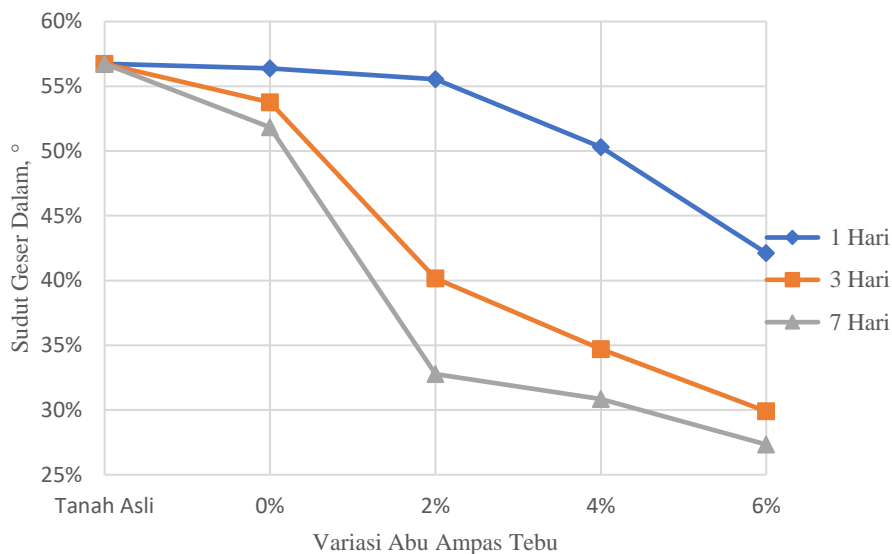
Hasil pengujian triaksial UU dengan penambahan bahan stabilisasi berupa abu ampas tebu dan *Rotec* terhadap nilai sudut geser dalam dapat dilihat pada Tabel 5.38, kemudian dibuat grafik perbandingan nilai sudut geser dalam terhadap penambahan *Rotec* dan abu ampas tebu serta terhadap umur pemeraman dan grafik. Grafik perbandingan nilai sudut geser dalam pengujian triaksial Gambar 5.20, Gambar 5.21 dan Gambar 5.22 berikut ini.

Tabel 5.38 Rekapitulasi Hasil Nilai Sudut Geser Dalam Pada Pengujian Triaksial UU Setiap Variasi

Variasi	Pemeraman		
	1 Hari	3 Hari	7 Hari
Tanah Asli	56,736	56,736	56,736
TA + Abu Ampas Tebu 2%	52,174	50,541	48,420
TA + Abu Ampas Tebu 6%	56,349	53,856	51,875
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 0%	56,376	53,762	51,829
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 2%	55,532	40,151	32,782
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 4%	50,308	34,688	30,837
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 6%	42,119	29,893	27,334



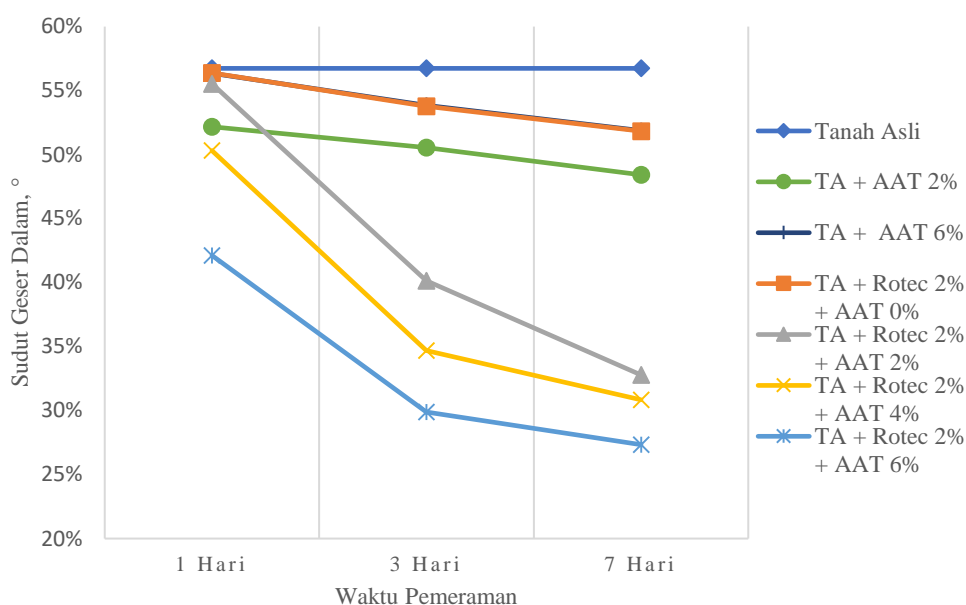
Gambar 5.20 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam Pada Variasi *Rotec* 0% Pengujian Triaksial UU



Gambar 5.21 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam Pada Variasi *Rotec* 2% Pengujian Triaksial UU

Berdasarkan grafik diatas, penambahan tanah asli dengan *Rotec* dan abu ampas tebu mengalami penurunan nilai sudut geser dalam beriringan dengan lamanya waktu pemeraman. Dalam penelitian ini menggunakan *Rotec* sebesar 2% dan untuk variasi abu ampas tebu 0%, 2%, 4%, dan 6% mengalami penurunan. Penurunan sudut geser dalam yang paling besar terjadi pada variasi sampel dengan kadar *Rotec* 2% dan abu ampas tebu 6% dengan pemeraman 7 hari sebesar 51,822% dari sudut geser dalam tanah asli sebesar 56,736° menurun menjadi 27,334°. Penurunan sudut geser dalam terendah terjadi pada variasi sampel dengan kadar *Rotec* 2% dan abu ampas tebu 0% dengan pemeraman 1 hari sebesar 0,634% dari sudut geser dalam tanah asli sebesar 56,736° menurun menjadi 56,376°. Penambahan kadar abu ampas tebu 2% dengan *Rotec* 0% mengalami penurunan nilai sudut geser dalam sebesar 8,041%, 10,918%, dan 14,658% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 6% dengan *Rotec* 0% mengalami penurunan nilai sudut geser dalam sebesar 0,681%, 5,075%, dan 8,568% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 0% dengan *Rotec* 2% mengalami penurunan nilai sudut geser dalam sebesar 0,634%, 5,241%, dan 8,649% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari.

Penambahan kadar abu ampas tebu 2% dengan *Rotec* 2% mengalami penurunan nilai sudut geser dalam sebesar 2,121%, 29,232%, dan 42,220% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 4% dengan *Rotec* 2% mengalami penurunan nilai sudut geser dalam sebesar 11,330%, 38,861%, dan 45,649% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Penambahan kadar abu ampas tebu 6% dengan *Rotec* 2% mengalami penurunan nilai sudut geser dalam sebesar 25,764%, 47,312%, dan 51,822% pada pemeraman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari.



Gambar 5.22 Grafik Pengaruh Pemeraman Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Pada Pengujian Triaksial UU

Dari gambar 5.22 bahwa pengaruh waktu pemeraman dapat menurunkan nilai sudut geser dalam suatu sampel tanah. Hasil pengujian triaksial UU memberikan hasil yang cukup berbeda dengan hasil pengujian geser langsung. Hal tersebut dibuktikan adanya penurunan nilai sudut geser dalam pada pengujian triaksial UU pada variasi penambahan bahan stabilisasi dan waktu pemeraman tertentu. Hasil pada pengujian geser langsung menyatakan bahwa nilai sudut geser dalam cenderung meningkat pada semua variasi penambahan bahan stabilisasi dan waktu pemeraman.