

BAB V

ANALISIS HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 ANALISIS HASIL PENELITIAN

Dalam bab ini akan diuraikan hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan di laboratorium, yang bertujuan untuk mengetahui besar peningkatan nilai CBR dengan menggunakan zat tambah berupa semen dan DIFA[®] SS terhadap stabilitas tanah lempung untuk *subgrade* jalan raya. Hasil penelitian sifat fisik dan sifat mekanik tanah asli meliputi sebagai berikut.

5.1.1 Pengujian Kadar Air Tanah Asli

Kadar air tanah (w) merupakan nilai perbandingan antara berat air dalam satuan tanah dengan berat kering tanah tersebut. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air sampel tanah yang hendak di uji. Hasil uji kadar air dapat dilihat pada **Tabel 5.1** sebagai berikut.

Tabel 5.1 Pengujian Kadar Air Tanah Asli

Nomer Pengujian	Satuan	Kode	Sampel	
			1	2
Berat Kontainer	gr	W ₁	5,56	6,55
Kontainer + Tanah Basah	gr	W ₂	19,53	20,21
Kontainer + Tanah Kering	gr	W ₃	18,09	18,8
Berat Air (W ₂ - W ₃)	gr	W _a	1,44	1,41
Berat Tanah Kering (W ₃ - W ₁)	gr	W _t	12,53	12,25
Kadar Air (W _a /W _t) x 100%	%	-	11,49	11,51
Kadar Air Rata-rata	%	-	11,50	

Contoh perhitungan kadar air (w), rumus : $w = \frac{W_w}{W_s}$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air (w)} &= \frac{W_w}{W_s} \\ &= \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\% \\ &= \frac{19,53 - 18,09}{18,09 - 5,56} \times 100\% \\ &= 11,49\% \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian Kadar Air Tanah (w) maka dapat diketahui bahwa tanah yang berasal dari daerah Kasongan, Bantul, DIY mengandung Kadar Air rata-rata sebesar 11,50 %.

5.1.2 Pengujian Berat Volume Tanah Asli

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai perbandingan berat tanah total termasuk air yang terkandung di dalamnya dengan volume tanah total. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 5.2** di bawah ini.

Tabel 5.2 Pengujian Berat Volume Tanah Asli

No	Pengujian	Satuan	Sampel	
			1	2
1	Diameter (d)	cm	4,93	5,35
2	Tinggi Ring (t)	cm	2,05	2,37
3	Volume Ring (V)	cm ³	39,13	53,28
4	Berat Ring (W1)	gr	40,75	36,73
5	Berat Ring + Tanah Basah (W2)	gr	91,85	107,75
6	Berat Tanah Basah (W3=W2-W1)	gr	51,10	71,02
7	Berat Volume Tanah ($\gamma=W3/V$)	gr/cm ³	1,31	1,33
8	Berat Volume Rata-rata	gr/cm ³	1,32	
9	Berat Volume Tanah Kering	gr/cm ³	1,18	

Contoh perhitungan berat volume tanah (γ), Rumus $\gamma = \frac{W_2 - W_1}{V}$

$$\begin{aligned} \text{Berat Volume } (\gamma) &= \frac{W_2 - W_1}{V} \\ &= \frac{91,85 - 40,75}{39,13} \\ &= 1,31 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Dari Pengujian diatas dapat dilihat bahwa berat volume tanah rata-rata yang berasal dari Kasongan, Bantul, DIY sebesar $1,32 \text{ gr/cm}^3$.

5.1.3 Pengujian Berat Jenis Tanah Asli

Berat jenis tanah (G_s) atau berat spesifik tanah adalah nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat air destilasi diudara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu biasanya diambil pada suhu $27,5^\circ\text{C}$. Hasil pengujian berat jenis tanah dapat dilihat pada **Tabel 5.3** berikut.

Tabel 5.3 Pengujian Berat Jenis Tanah Asli

No	Pengujian	Satuan	Sampel	
			1	2
1	Berat piknometer (W1)	gr	27,74	28,55
2	Berat piknometer + Tanah kering, (W2)	gr	41,81	45,40
3	Berat piknometer + Tanah + air, (W3)	gr	86,16	89,78
4	Berat piknometer + air, (W4)	gr	77,52	79,45
5	Suhu air (t°)	$^\circ$	26,00	26,00
6	γ_w air pada suhu (t°)	gr/cm^3	0,9968	0,9968
7	γ_{wair} pada suhu ($27,5^\circ\text{C}$)	gr/cm^3	0,9964	0,9964
8	Berat Tanah kering (Ws)	gr	14,07	16,85
9	$A = W_s + W_4$	gr	91,59	96,30
10	$I = A - W_3$	gr	5,43	6,52
11	G_s tanah pada suhu (t°), $G_s = W_s / I$	-	2,59	2,58
12	G_s tanah pada suhu ($27,5^\circ$) = $G_s \cdot (g_s t^\circ / g_s t 27,5^\circ\text{C})$	-	2,59	2,58
13	Berat jenis rata-rata pada suhu ($27,5^\circ$)	-	2,59	

Contoh perhitungan berat jenis tanah (Gs), rumus $G_s(t^\circ) = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Tanah, } G_s(t^\circ) &= \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \\ &= \frac{(41,81 - 27,74)}{(77,52 - 27,74) - (86,16 - 41,81)} = 2,59 \\ G_s(27,5^\circ\text{C}) &= 2,59 \times \frac{0,9968}{0,9964} = 2,59 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian berat jenis tanah maka dapat diketahui bahwa tanah yang berasal dari Kasongan, Bantul, DIY mempunyai berat jenis rata-rata 2,59.

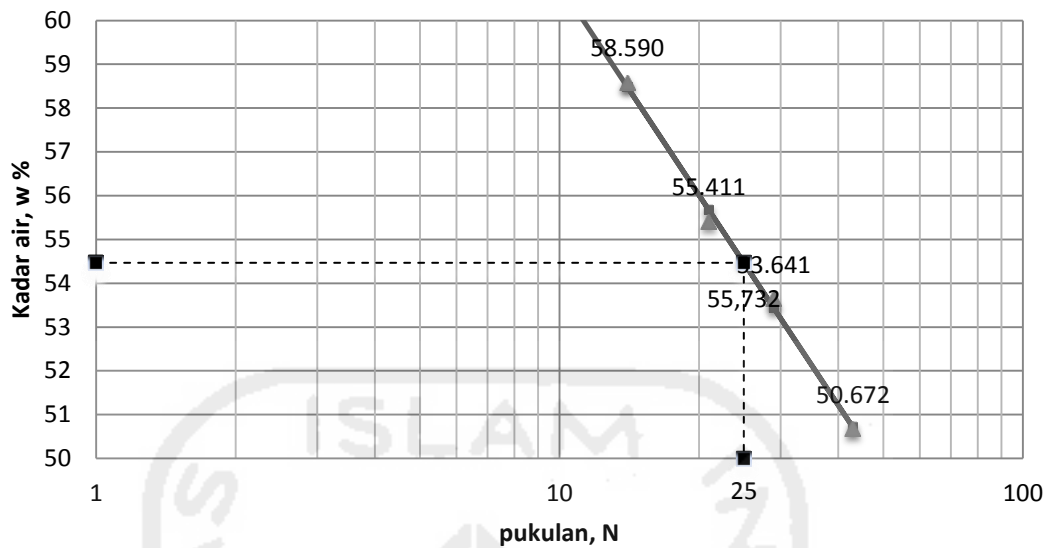
5.1.4 Pengujian Batas - Batas Konsistensi Tanah Asli

A. Uji Batas Cair Tanah Asli (ASTM D 423-66)

Pengujian batas cair (LL) bertujuan untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas cair dan plastis, pengujian ini untuk mengetahui jenis serta sifat-sifat tanah dari bagian tanah yang mempunyai ukuran butir lolos saringan no 40. Hasil pengujian dari batas cair (LL) dapat dilihat pada **Tabel 5.4** dibawah ini.

Tabel 5.4 Pengujian Batas Cair Tanah Asli

No	Pengujian	Sampel							
		1		2		3		4	
		a	b	a	b	a	b	a	b
1	No Cawan								
2	Brt. Cawan (gr)	5,50	7,21	9,20	9,13	5,57	6,90	8,97	9,17
3	Brt. Cawan + T. Basah (gr)	19,51	20,19	20,49	21,23	15,98	20,66	20,46	15,17
4	Brt. Cawan + T. Kering (gr)	14,35	15,38	16,47	16,91	12,35	15,85	16,60	13,15
5	Berat Air (3) - (4) (gr)	5,16	4,81	4,02	4,32	3,63	4,81	3,86	2,02
6	Brt. Tanah Kering (4) - (2), (gr)	8,85	8,17	7,27	7,78	6,78	8,95	7,63	3,98
7	Kadar Air = (5)/(6) x 100 %	58,31	58,87	55,30	55,53	53,54	53,74	50,59	50,75
8	Kadar air rata-rata	58,59		55,41		53,64		50,67	
9	Jumlah pukulan, N	14		21		29		43	



Gambar 5.1 Grafik Pengujian Batas Cair (*Liquid Limit*) Tanah Asli

Dari **Gambar 5.1** dapat dilihat pada ketukan ke-25 pengujian batas cair didapat kadar air rata-rata sebesar 54,46 %.

B. Pengujian Batas Plastis Tanah Asli

Pengujian batas plastis (PL) bertujuan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi plastis. Hasil dari pengujian ini didapat batas plastis sebesar 29,47 %, selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 5.5** berikut ini.

Tabel 5.5 Pengujian Batas Plastis Tanah Asli

No	Pengujian	Sampel	
		1	2
1	No Cawan		
2	Berat Cawan (gr)	5,86	6,89
3	Berat Cawan + Tanah Basah (gr)	9,16	10,75
4	Berat Cawan + Tanah Kering (gr)	8,41	9,87
5	Berat Air (3) - (4) (gr)	0,75	0,88
6	Berat Tanah Kering (4) - (2), (gr)	2,55	2,98
7	Kadar Air = (5)/(6) x 100 %	29,41	29,53
8	Kadar air rata-rata	29,47	

C. Pengujian Batas Susut

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas susut, yaitu kadar air minimum yang masih dalam keadaan semi solid dan juga merupakan batas antara keadaan semi solid dengan solid. Hasil pengujian batas susut tanah lempung dapat dilihat pada **Tabel 5.6** dibawah ini.

Tabel 5.6 Pengujian Batas Susut Tanah Asli

No	Pengujian	Sampel	
		1	2
1	Berat Jenis Tanah (Gs)	2,59	2,59
2	Berat ring (W_1)	41,15	37,88
3	Berat ring + tanah basah (W_2), gr	66,28	61,70
4	Berat ring + tanah kering (W_3), gr	56,90	53,41
5	Berat tanah kering (W_0) = ($W_3 - W_1$), gr	15,75	15,53
6	Berat air raksa yang terdesak oleh tanah kering + gelas ukur (W_4)	140,53	148,73
7	Berat gelas ukur (W_5)	5,49	5,49
8	Berat air raksa ($W_4 - W_5$)	135,04	143,24
9	Volume tanah kering, $V_0 = (W_4 - W_5) / 13,60$	9,93	10,53
10	Batas susut tanah (%)	19,54	19,18
11	Batas susut tanah rata-rata (%)	19,36	

Contoh Perhitungan Batas Susut Tanah (SL), rumus : $SL = \left(\frac{V_0}{W_0} - \frac{1}{Gs} \right)$

$$\begin{aligned}
 \text{Batas Susut Tanah, } SL &= \left(\frac{V_0}{W_0} - \frac{1}{Gs} \right) \\
 &= \left(\frac{9,93}{15,75} - \frac{1}{2,59} \right) \times 100\% \\
 &= 19,54 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian batas susut tanah diperoleh nilai batas susut tanah rata-rata adalah sebesar 19,36 %.

D. Indeks Plastisitas (PI)

Indeks Plastis (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis dengan didapatnya nilai batas cair dan batas plastis, didapat nilai indeks plastisitas tanah dengan persamaan berikut ini.

$$PI = LL - PL$$

$$PI = 54,47\% - 29,47\% = 25 \%$$

Dari hasil diatas didapatkan nilai indeks plastisitasnya adalah sebesar 25%.

Dari besar nilai Indeks Plastisitas (PI) dapat diketahui sifat plastisitas, macam jenis tanah dan tingkatan kohesifnya, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 5.7** berikut ini.

Tabel 5.7 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesif
< 7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 - 17	Plastisitas Sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesif

(Sumber : Hardiyatmo, 2006)

Nilai Indeks Plastisitas (PI) dari hasil pengujian didapat sebesar 25 %, jadi dapat disimpulkan jenis tanah yang berasal dari daerah Kasongan, Bantul, DIY ini berjenis Tanah Lempung, Berkohesi dan bersifat Plastisitas Tinggi.

5.2 SIFAT MEKANIK TANAH ASLI

Sifat mekanik tanah merupakan perilaku tanah akibat diberikan gaya atau beban terhadap tanah tersebut, untuk menentukan parameter sifat mekanik tanah dapat melalui pengujian antara lain sebagai berikut ini.

5.2.1 Pengujian Pemadatan Tanah Asli (*Proctor Standart*)

Pengujian pemadatan proktor standar bertujuan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan berat volume, kegunaan pengujian pemadatan proktor standar ini untuk mencari nilai kepadatan maksimum (*Maximum Dry Density*) dan kadar air optimum (*Optimum Moisture Content*) dari suatu sampel tanah. Berikut ini adalah hasil dari pengujian proktor standar dapat dilihat pada **Tabel 5.8** sampai **Tabel 5.11** dibawah ini.

Tabel 5.8 Data Parameter *Mold* dan *Hammer*

<i>Mold</i>		
1	Diameter (ϕ) cm	10,15
2	Tinggi (H) cm	11,46
3	Volume (V) cm ³	927,27
4	Berat, gr	1720
<i>Hammer</i>		
1	Berat (kg)	2,270
2	Lapis	3
3	Jumlah tumbukan	25
4	Tinggi jatuh (cm)	30,48

Tabel 5.9 Penambahan Jumlah Air pada Sampel Tanah Asli

Penambahan air						
1	Berat sampel tanah	2000	2000	2000	2000	2000
2	Kadar air mula-mula	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50
3	Penambahan air	5	10	15	20	25
4	Penambahan air	100	200	300	400	500

Tabel 5.10 Berat Volume Pada Proktor Tanah Asli

		Sampel					
1	No. sampel	satuan	1	2	3	4	5
2	Berat Cetakan + Tanah Basah	gr	3143	3247	3387	3333	3321
3	Berat Tanah Basah	gr	1423	1527	1667	1613	1601
4	Berat volume tanah basah, γ	γ /cm ³	1,54	1,65	1,79	1,74	1,73

Tabel 5.11 Pengujian Proktor Standar Pada Tanah Asli

No	Pengujian	satuan	Sampel									
			1		2		3		4		5	
1	No. Cawan	satuan	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
2	Berat Cawan	gr	13,07	13,54	12,87	13,01	12,85	13,09	8,94	9,16	8,95	9,15
3	Br _t Cawan + tanah basah	gr	32,54	35,61	28,98	22,45	27,84	24,99	20,77	23,86	23,04	23,21
4	Br _t Cawan + tanah kering	gr	29,75	32,46	26,21	20,86	24,74	22,55	17,95	20,29	19,23	19,42
5	Kadar air	%	16,73	16,64	20,76	20,25	26,07	25,79	31,30	32,08	37,06	36,90
6	Kadar air rata-rata	%	16,70		20,51		25,93		31,69		36,98	
7	Berat volume tanah kering γ	gr/cm ³	1,32		1,37		1,43		1,31		1,26	

Contoh Perhitungan Berat Volume Tanah Basah (γ), rumus $\gamma = \frac{W}{V}$

Berat Volume Tanah Basah, $\gamma = \frac{W}{V}$

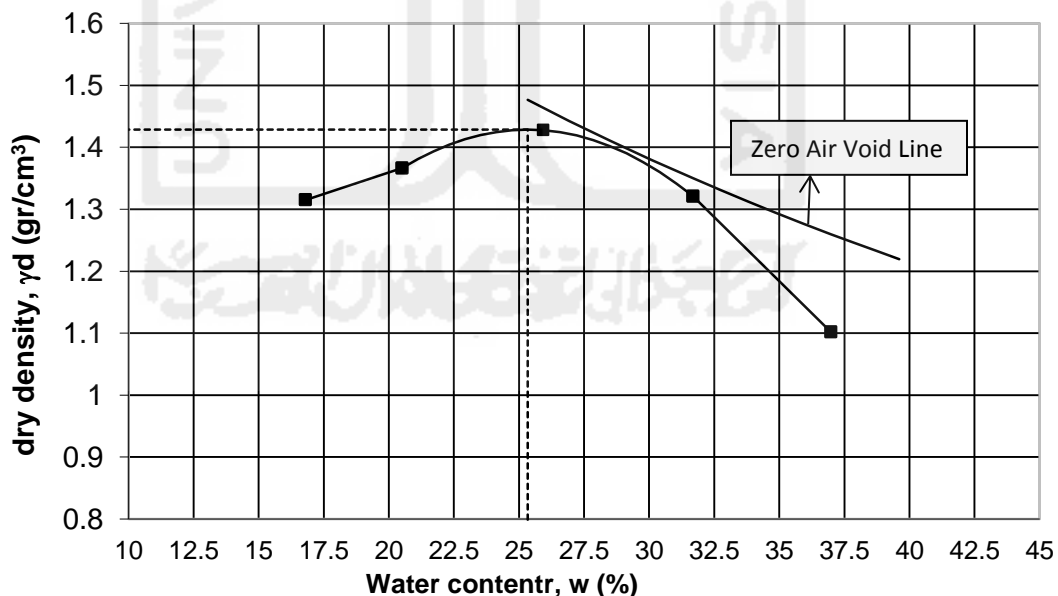
$$\gamma = \frac{1423}{927,27} = 1,54 \text{ gr/cm}^3$$

Contoh Perhitungan Berat Volume Tanah Kering (γ_d), rumus $\gamma = \frac{\gamma}{1+w}$

Berat Volume Tanah Kering, $\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w}$

$$\gamma_d = \frac{1,535}{1+0,167} = 1,32 \text{ gr/cm}^3$$

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 5.2** dibawah ini.



Gambar 5.2 Grafik Pengujian Proktor Standar

Dari **Gambar 5.2** pengujian proktor standar maka didapatkan.

Kadar air optimum = 25,33%

Berat volume kering maksimum = 1,43 gr/cm³

Nilai kadar air optimum dan berat volume tanah kering maksimum dari hasil pengujian proktor akan dipakai sebagai acuan untuk membuat benda uji pada pengujian nilai CBR tanah. Persamaan yang digunakan untuk menentukan besarnya penambahan air (PA) adalah :

PA = berat tanah $(100 + W_{opt}/100 + w_o) - 1$

Keterangan :

PA = penambahan air (ml)

W_{opt} = kadar air optimum (%)

W_o = kadar air mula-mula (%)

$$PA = 5000 \times \left(\left(\frac{100+25,33}{100+11,50} \right) - 1 \right) = 620 \text{ cc}$$

Dari hasil perhitungan didapat nilai penambahan air (PA) yang akan digunakan pada sampel pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) sebesar 620 cc.

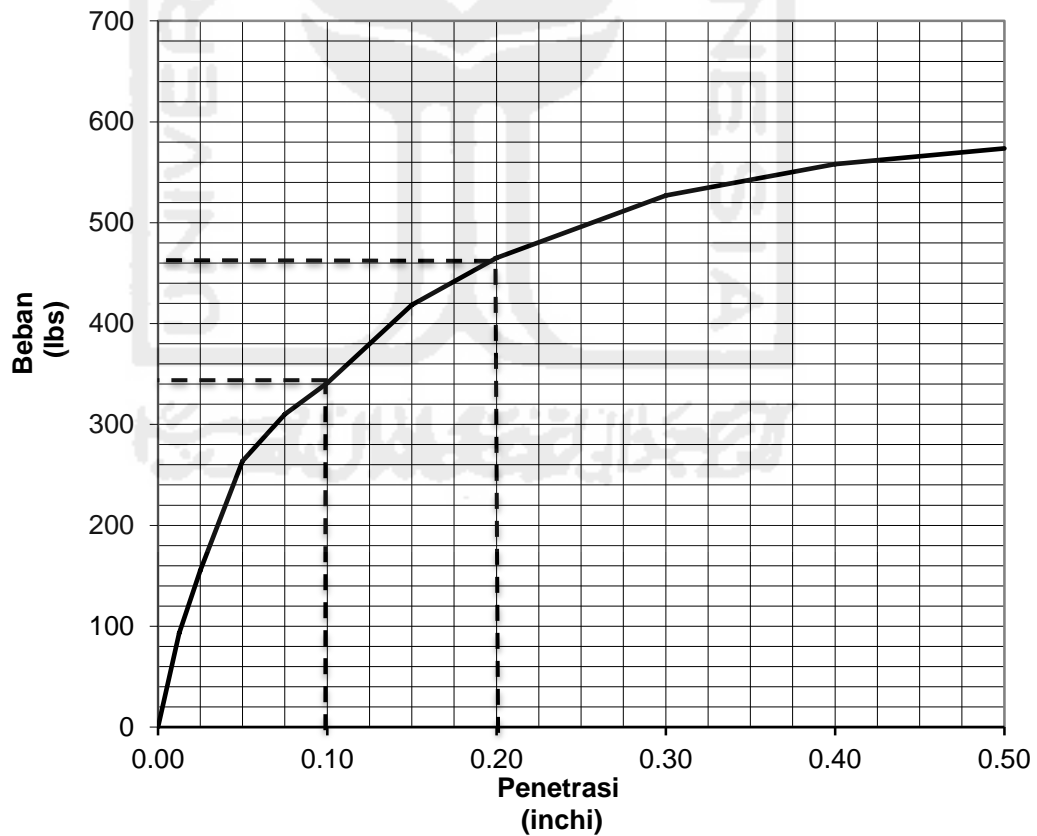
5.2.2 Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) Laboratorium Tanah Asli

A. Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) Tidak Terendam (*Unsoaked*)

Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) *unsoaked* dilakukan sesuai dengan prosedur standar ASTM D 1883. Besar nilai CBR dihitung pada nilai penetrasi 0,1” dan 0,2”. Hasil pengujian nilai CBR *unsoaked* tanah asli dapat dilihat pada **Tabel 5.12** berikut ini.

Tabel 5.12 Hasil Pembacaan Pengujian CBR *Unsoaked* Tanah Asli

Waktu	Penetrasi (inc)	Pembacaan dial beban (div)		Beban (lbs)	
		bawah	atas	bawah	atas
0	0,000	0		0	
1/4	0,0125	3		93	
1/2	0,025	5		155	
1	0,050	8,5		263,5	
1,1/2	0,075	10		310	
2	0,100	11		341	
3	0,150	13,5		418,5	
4	0,200	15		465	
6	0,300	17		527	
8	0,400	18		558	
10	0,500	18,5		573,5	

**Gambar 5.3** Grafik Pengujian CBR *Unsoaked* Tanah Asli

Berdasarkan **Gambar 5.3** maka diperoleh besarnya nilai CBR *unsoaked* pada penetrasi 0,1” dan pada penetrasi 0,2” yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{CBR } 0,1'' &= \frac{P_1}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= \frac{341}{3 \times 1000} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{CBR } 0,1'' = 11,37 \%$$

$$\begin{aligned} \text{CBR } 0,2'' &= \frac{P_2}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= \frac{465}{3 \times 1500} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{CBR } 0,2'' = 10,33 \%$$

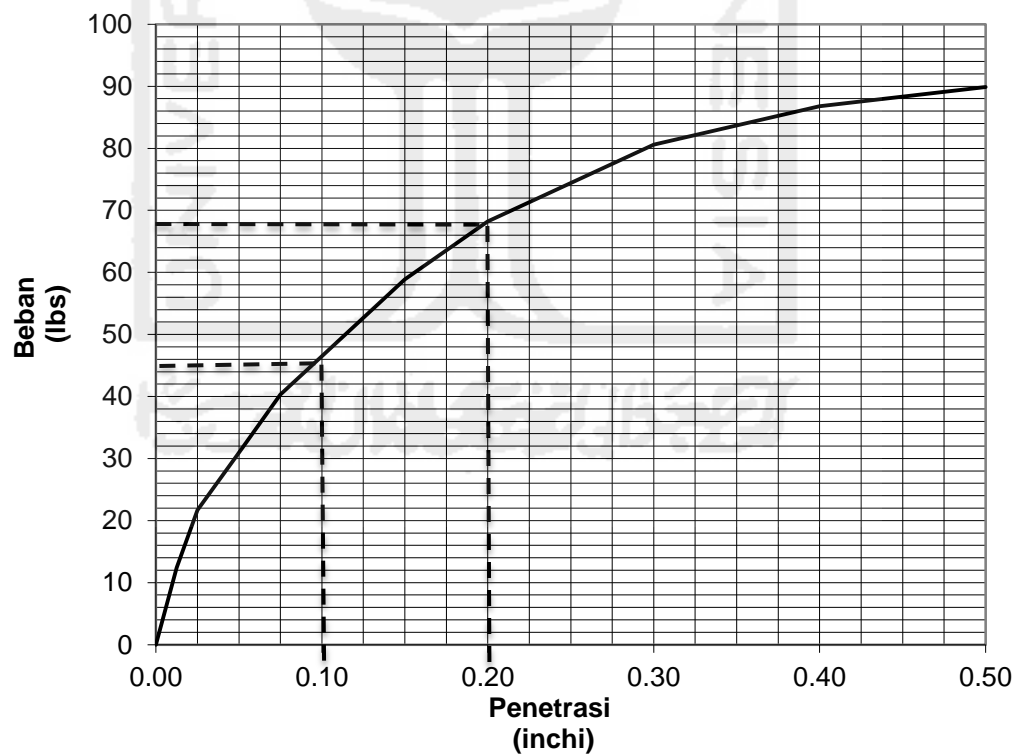
Berdasarkan perhitungan nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan 0,2”, digunakan nilai CBR *unsoaked* tanah asli yang terbesar yaitu pada penetrasi 0,1” = 11,37%.

B. Pengujian California Bearing Ratio (CBR) Rendaman (Soaked) Tanah Asli

Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) *soaked* dilakukan setelah sampel diperam selama 3 hari dan direndam selama 4 hari lalu dilakukan pengujian CBR sesuai dengan prosedur standar ASTM D 1883. Besar nilai CBR dihitung pada nilai penetrasi 0,1”(inch) dan 0,2” (inch). Hasil pengujian nilai CBR *soaked* tanah asli dapat dilihat pada **Tabel 5.13** berikut ini.

Tabel 5.13 Hasil Pembacaan Pengujian CBR *Soaked* Tanah Asli

Waktu (mn)	Penetrasi (inc)	Pembacaan dial beban (div)		Beban (lbs)	
		bawah	atas	bawah	atas
0	0,000	0		0	
1/4	0,0125	0,4		12,4	
1/2	0,025	0,7		21,7	
1	0,050	1		31	
1,1/2	0,075	1,3		40,3	
2	0,100	1,5		46,5	
3	0,150	1,9		58,9	
4	0,200	2,2		68,2	
6	0,300	2,6		80,6	
8	0,400	2,8		86,8	
10	0,500	2,9		89,9	

**Gambar 5.4** Grafik Pengujian CBR *Soaked* Tanah Asli

Berdasarkan **Gambar 5.4** diperoleh besarnya nilai CBR *unsoaked* pada penetrasi 0,1” dan pada penetrasi 0,2” yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{CBR } 0,1'' &= \frac{P1}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= \frac{46,5}{3 \times 1000} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{CBR } 0,1'' = 1,55 \%$$

$$\begin{aligned} \text{CBR } 0,2'' &= \frac{P2}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= \frac{68,22}{3 \times 1500} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{CBR } 0,2'' = 1,52 \%$$

Berdasarkan perhitungan nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan 0,2”, digunakan nilai CBR *soaked* tanah asli yang terbesar yaitu pada penetrasi 0,1” = 1,55%.

Hasil dari pengujian-pengujian tanah asli untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Table 5.14** dibawah ini.

Tabel 5.14 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pada Tanah Asli

No	Pengujian	Hasil	Satuan
1	Kadar air tanah asli	11,50	%
2	Berat Volume Tanah Basah	1,32	gr/cm ³
3	Berat Volume Tanah Kering	1,18	gr/cm ³
4	Berat Jenis	2,59	-
5	Batas Cair (LL)	54,46	%
6	Batas Plastis (PL)	29,47	%
7	Batas Susut (SL)	19,36	%
8	Indeks Plastisitas (PI)	25	%
9	Kadar Air Optimum (Wopt)	25,33	%
10	Berat Volume Kering Maksimum (γ_{dmax})	1,43	gr/cm ³
11	CBR Tidak Rendaman (<i>Unsoaked</i>)	11,37	%
12	CBR Rendaman (<i>Soaked</i>)	1,55	%

5.3 PARAMETER TANAH STABILISASI

Stabilitas suatu tanah dapat dilihat dari nilai CBR dan pengujian CBR dilakukan pada waktu pemeraman 0, 1, 3 dan 7 hari serta juga dilakukan setelah perendaman 4 hari yang sebelumnya diperamkan selama 3 hari. Stabilitas yang digunakan yaitu stabilitas kimia, dimana tanah dicampur dengan zat penambah berupa semen dan DIFA[®] SS dalam persentase tertentu, adapun besar persentasenya yaitu 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS, 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS dan 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS.

5.3.1 Campuran Tanah Variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Berbagai variasi persentase campuran tanah, semen dan DIFA[®] SS mempunyai perilaku sifat fisik dan mekanik yang berbeda tergantung besar persentase variasi campurannya. Pengujian yang dilakukan pada sampel variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS yang mengalami pemeraman selama 1 hari ini meliputi Uji Batas Konsistensi dan Uji *California Bearing Ratio* (CBR).

A. Pengujian Berat Jenis Tanah Stabilisasi Variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Berat jenis tanah (Gs) atau berat spesifik tanah adalah nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat air destilasi diudara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu biasanya diambil pada suhu 27,5°C. Hasil pengujian berat jenis tanah dapat dilihat pada **Tabel 5.15** berikut.

Tabel 5.15 Pengujian Berat Jenis Tanah Stabilisasi Variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS

No	Pengujian	Satuan	1	2
1	Berat piknometer (W1)	gr	27,75	28,45
2	Berat piknometer + Tanah kering, (W2)	gr	41,85	45,10
3	Berat piknometer + Tanah + air, (W3)	gr	86,16	89,78
4	Berat piknometer + air, (W4)	gr	77,52	79,45
5	Suhu air (t°)	°	26,00	26,00
6	γ_w air pada suhu (t°)	gr/cm ³	0,9968	0,9968
7	γ_{wair} pada suhu (27,5 °C)	gr/cm ³	0,9964	0,9964
8	Berat Tanah kering (Ws)	gr	14,10	16,65
9	A = Ws + W4	gr	91,62	96,10
10	I = A - W3	gr	5,460	6,320
11	Berat Jenis tanah pada suhu (t°), $G_s = W_s / I$		2,582	2,634
12	Berat Jenis tanah pada suhu (27,5°) = $G_s, (g_s t^\circ / g_s t 27,5^\circ C)$		2,583	2,636
13	Berat jenis rata-rata pada suhu (27,5°)		2,61	

Contoh perhitungan berat jenis tanah (G_s), rumus $G_s(t^\circ) = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Jenis Tanah, } G_s(t^\circ) &= \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \\
 &= \frac{(41,85 - 27,45)}{(77,52 - 27,75) - (86,16 - 41,85)} \\
 &= 2,58
 \end{aligned}$$

$$G_s(27,5^\circ C) = 2,58 \times \frac{0,9968}{0,9964} = 2,58$$

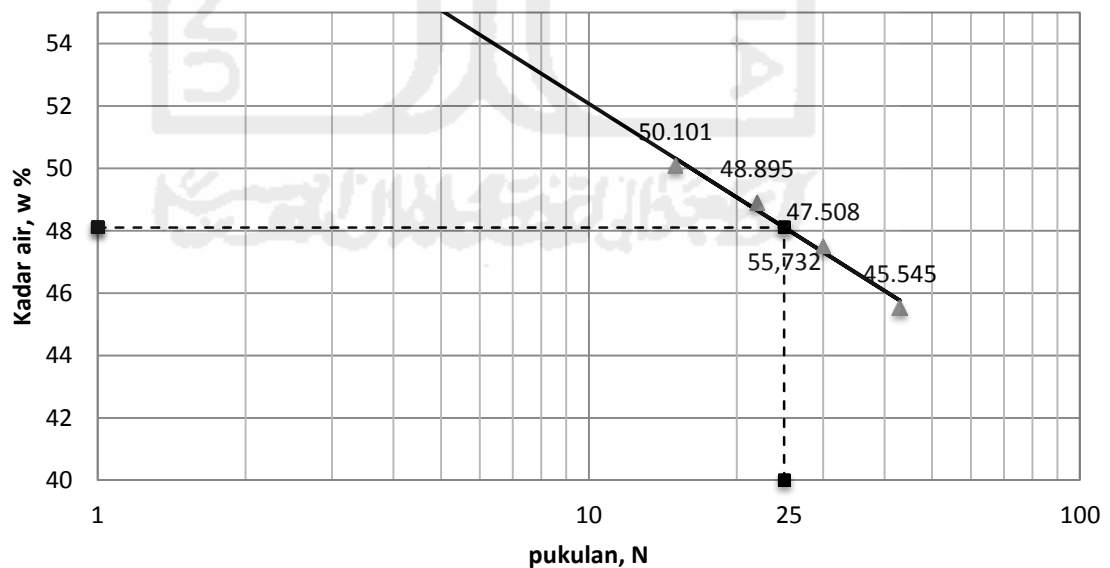
Dari hasil pengujian berat jenis tanah maka dapat diketahui bahwa tanah yang mengalami stabilisasi campuran 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS mempunyai berat jenis rata-rata 2,61.

B. Pengujian Batas Cair (ASTM D 423-66)

Pengujian batas cair (LL) bertujuan untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas cair dan plastis, pengujian ini untuk mengetahui jenis serta sifat-sifat tanah dari bagian tanah yang mempunyai ukuran butir lolos saringan no 40. Hasil pengujian dari batas cair (LL) dapat dilihat pada **Tabel 5.16** dibawah ini.

Tabel 5.16 Pengujian Batas Cair Tanah Variasi 8% PC + 2,5% DIFA® SS

No	Pengujian	Sampel							
		1		2		3		4	
		a	b	a	b	a	b	a	b
1	No Cawan								
2	Br, Cawan (gr)	5,50	7,21	9,20	9,13	5,57	6,90	8,97	9,17
3	Br, Cawan + T, Basah (gr)	18,53	19,38	20,49	21,23	20,32	20,66	20,46	15,17
4	Br, Cawan + T, Kering (gr)	14,20	15,30	16,77	17,27	15,60	16,20	16,85	13,30
5	Br, Air (3) - (4) (gr)	4,33	4,08	3,72	3,96	4,72	4,46	3,61	1,87
6	Br, Tanah Kering (4) - (2), (gr)	8,70	8,09	7,57	8,14	10,03	9,30	7,88	4,13
7	Kadar Air = (5)/(6) x 100 %	49,77	50,43	49,14	48,65	47,06	47,96	45,81	45,28
8	Kadar air rata-rata	50,10		48,89		47,51		45,55	
9	Jumlah pukulan, N	15		22		30		43	



Gambar 5.5 Grafik Pengujian Batas Cair Variasi 8% PC + 2,5% DIFA® SS

Dari **Gambar 5.5** dapat dilihat pada ketukan ke-25 pengujian batas cair didapat kadar air rata-rata sebesar 48,11 %.

C. Pengujian Batas Plastis

Pengujian batas plastis (PL) bertujuan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi plastis. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat selengkapnya pada **Tabel 5.17** berikut ini.

Tabel 5.17 Pengujian Batas Plastis Tanah Variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS

No	Pengujian	Sampel	
		a	b
1	No Cawan		
2	Berat Cawan (gr)	5,86	6,89
3	Berat Cawan + Tanah Basah (gr)	13,45	15,25
4	Berat Cawan + Tanah Kering (gr)	11,60	13,20
5	Berat Air (3) - (4) (gr)	1,85	2,05
6	Berat Tanah Kering (4) - (2), (gr)	5,74	6,31
7	Kadar Air = (5)/(6) x 100 %	32,23	32,49
8	Kadar air rata-rata (%)	32,36	

Dari hasil pengujian diatas didapat nilai batas plastis sebesar 32,36 %.

D. Indeks Plastisitas (PI)

Indeks Plastis (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis dengan didapatnya nilai batas cair dan batas plastis, didapat nilai indeks plastisitas tanah dengan persamaan berikut ini.

$$PI = LL - PL$$

$$PI = 48,10 \% - 32,36\% = 15,74 \%$$

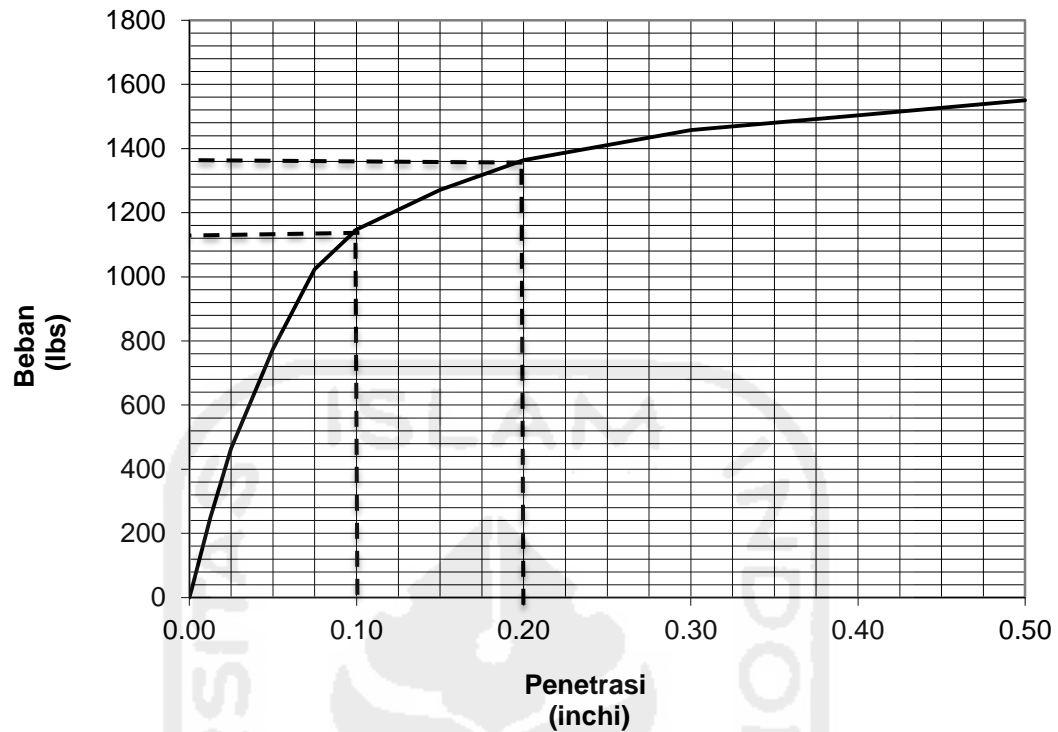
Dari hasil diatas didapatkan nilai indeks plastisitasnya adalah sebesar 15,74%.

E. Pengujian *California Bearing Ratio (CBR) Unsoaked*

Pengujian *California Bearing Ratio (CBR) unsoaked* dilakukan sesuai dengan prosedur standart ASTM D 1883. Besar nilai CBR dihitung pada nilai penetrasi 0,1” dan 0,2”. Hasil pengujian nilai CBR *unsoaked* dapat dilihat pada **Tabel 5.18** berikut ini.

Tabel 5.18 Hasil Pembacaan Pengujian CBR *Unsoaked* Variasi 8% PC + 2,5% DIFA® SS

Waktu (mnt)	Penetrasi (inc)	Pembacaan dial beban (div)		Beban (lbs)	
		bawah	atas	bawah	atas
0	0,000	0		0	
1/4	0,0125	8		248	
1/2	0,025	15		465	
1	0,050	25		775	
1,1/2	0,075	33		1023	
2	0,100	37		1147	
3	0,150	41		1271	
4	0,200	44		1364	
6	0,300	47		1457	
8	0,400	48,5		1503,5	
10	0,500	50		1550	



Gambar 5.6 Grafik Pengujian CBR *Unsoaked* Variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Berdasarkan **Gambar 5.6** diperoleh besarnya nilai CBR *unsoaked* pada penetrasi 0,1” dan pada penetrasi 0,2” yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{CBR } 0,1'' &= \frac{P_1}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= \frac{1147}{3 \times 1000} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{CBR } 0,1'' = 38,23\%$$

$$\begin{aligned} \text{CBR } 0,2'' &= \frac{P_2}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= \frac{1364}{3 \times 1500} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{CBR } 0,2'' = 30,31 \%$$

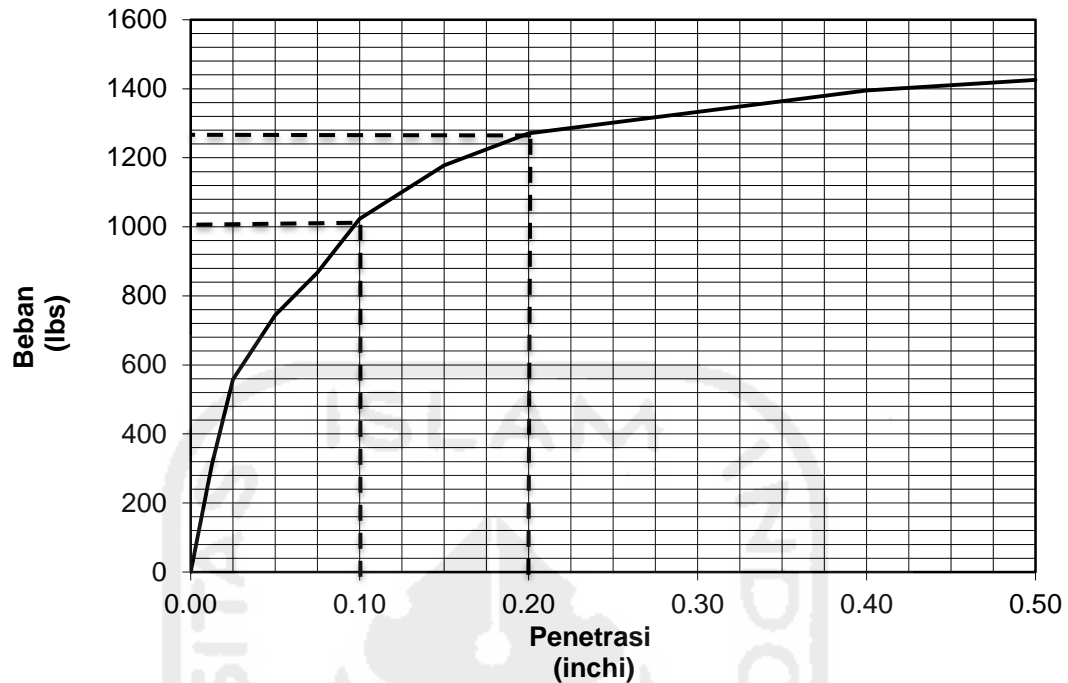
Berdasarkan perhitungan nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan 0,2”, digunakan nilai CBR *unsoaked* variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS yang terbesar yaitu pada penetrasi 0,1” = 38,23 %.

F. Pengujian *California Bearing Ratio (CBR) Soaked*

Pengujian *California Bearing Ratio (CBR) Soaked* dilakukan setelah sampel diperam selama 3 hari dan direndam selama 4 hari lalu dilakukan pengujian CBR sesuai dengan prosedur standar ASTM D 1883. Besar nilai CBR dihitung pada nilai penetrasi 0,1”(inch) dan 0,2” (inch). Hasil pengujian nilai CBR *soaked* tanah asli dapat dilihat pada **Tabel 5.19** berikut ini.

Tabel 5.19 Hasil Pembacaan Pengujian CBR *Soaked* Variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Waktu (mn)	Penetrasi (inc)	Pembacaan dial beban (div)		Beban (lbs)	
		bawah	atas	bawah	atas
0	0,000	0		0	0
1/4	0,0125	10		310	
1/2	0,025	18		558	
1	0,050	24		744	
1,1/2	0,075	28		868	
2	0,100	33		1023	
3	0,150	38		1178	
4	0,200	41		1271	
6	0,300	43		1333	
8	0,400	45		1395	
10	0,500	46		1426	



Gambar 5.7 Grafik Pengujian CBR *Soaked* Variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Berdasarkan **Gambar 5.7** dapat diperoleh besarnya nilai CBR *soaked* pada penetrasi 0,1” dan pada penetrasi 0,2” yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{CBR } 0,1'' &= \frac{P_1}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= \frac{1023}{3 \times 1000} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{CBR } 0,1'' = 34,10 \%$$

$$\begin{aligned} \text{CBR } 0,2'' &= \frac{P_2}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= \frac{1271}{3 \times 1500} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{CBR } 0,2'' = 28,24 \%$$

Berdasarkan perhitungan nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan 0,2”, digunakan nilai CBR *soaked* variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS yang terbesar yaitu pada penetrasi 0,1” = 34,10%.

G. Pengujian Kadar Air Tanah Hasil Pengujian CBR

Kadar air tanah (w) merupakan nilai perbandingan antara berat air dalam satuan tanah dengan berat kering tanah tersebut, dari hasil pengujian didapat hasil kadar air tanah sebesar 20,44 % dapat dilihat pada **Tabel 5.20** sebagai berikut.

Tabel 5.20 Pengujian Kadar Air Tanah Hasil Pengujian CBR Variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Pengujian	Sampel	
	a	b
No Cawan		
Berat Cawan (gr)	5,57	7,19
Berat Cawan + Tanah Basah (gr)	11,89	17,19
Berat Cawan + Tanah Kering (gr)	10,80	15,52
Berat Air (3) - (4) (gr)	1,09	1,67
Berat Tanah Kering (4) - (2), (gr)	5,23	8,33
Kadar Air = (5)/(6) x 100 %	20,84	20,05
Kadar air rata-rata (%)	20,44	

H. Pengujian Berat Volume Tanah Kering Hasil Pengujian CBR

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai perbandingan berat tanah total termasuk air yang terkandung di dalamnya dengan volume tanah total, dari hasil pengujian didapat nilai berat volume tanah kering hasil pengujian CBR sebesar 1,21 gr/cm³ dapat dilihat pada **Tabel 5.21** di bawah ini.

Tabel 5.21 Pengujian Berat Volume Tanah Kering Hasil Pengujian CBR Variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Pengujian	Sampel	
	a	b
Berat tanah + Cetakan (gr)	7701	7401
Berat Cetakan (gr)	4345	4040
Berat tanah basah (gr)	3356	3361
Diameter	15,20	15,20
Tinggi	12,70	12,70
Volume	2304,52	2304,52
Berat volume tanah, γ (gr/cm ³)	1,46	1,46
Brt volume tanah kering, γ_d (gr/cm ³)	1,21	1,21
Brt volume tanah kering, γ_d (gr/cm ³)	1,21	

Hasil dari pengujian-pengujian tanah variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Table 5.22** dibawah ini.

Tabel 5.22 Rekapitulasi Parameter Tanah Variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS

No	Pengujian	Hasil	Satuan
1	Berat Jenis (Gs)	2,61	-
2	Batas Cair (LL)	49,11	%
3	Batas Plastis (PL)	32,36	%
4	Indeks Plastisitas (PI)	15,74	%
5	CBR Tidak Rendaman (<i>Unsoaked</i>)	38,23	%
6	CBR Rendaman (<i>Soaked</i>)	34,10	%
7	Kadar Air Tanah	20,44	%
8	Berat Volume Tanah Basah	1,46	gr/cm ³
9	Berat Volume Tanah Kering	1,21	gr/cm ³

5.3.2 Campuran Tanah Variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Berbagai variasi persentase campuran tanah, semen dan DIFA[®] SS mempunyai perilaku sifat fisik dan mekanik yang berbeda tergantung besar persentase variasi campurannya. Pengujian yang dilakukan pada sampel variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS yang mengalami pemeraman selama 1 hari ini meliputi Uji Batas Konsistensi dan Uji *California Bearing Ratio* (CBR).

A. Pengujian Berat Jenis Tanah Asli

Berat jenis tanah (Gs) atau berat spesifik tanah adalah nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat air destilasi diudara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu biasanya diambil pada suhu 27,5°C. Hasil pengujian berat jenis tanah dapat dilihat pada **Tabel 5.23** berikut.

Tabel 5.23 Pengujian Berat Jenis Tanah Stabilisasi Variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS

No	Pengujian	Satuan	Sampel	
			a	b
1	Berat piknometer (W1)	gr	27,75	28,45
2	Berat piknometer + Tanah kering, (W2)	gr	41,74	45,15
3	Berat piknometer + Tanah + air, (W3)	gr	86,16	89,78
4	Berat piknometer + air, (W4)	gr	77,52	79,45
5	Suhu air (t°)	°	26,00	26,00
6	γ_w air pada suhu (t°)	gr/cm ³	0,9968	0,9968
7	γ_{wair} pada suhu (27,5 °C)	gr/cm ³	0,9964	0,9964
8	Berat Tanah kering (Ws)	gr	13,99	16,70
9	A = Ws + W4	gr	91,51	96,15
10	I = A - W3	gr	5,35	6,37
11	Berat Jenis tanah pada suhu (t°), $G_s = W_s / I$		2,62	2,62
12	Berat Jenis tanah pada suhu (27,5°) = G_s , ($g_s t^\circ / g_s t 27,5^\circ C$)		2,62	2,62
13	Berat jenis rata-rata pada suhu (27,5°)		2,62	

Contoh perhitungan berat jenis tanah (G_s), rumus $G_s(t^\circ) = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Tanah, } G_s(t^\circ) &= \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \\ &= \frac{(41,74 - 27,75)}{(77,52 - 27,75) - (86,16 - 41,74)} \\ &= 2,62 \end{aligned}$$

$$G_s(27,5^\circ C) = 2,62 \times \frac{0,9968}{0,9964} = 2,62$$

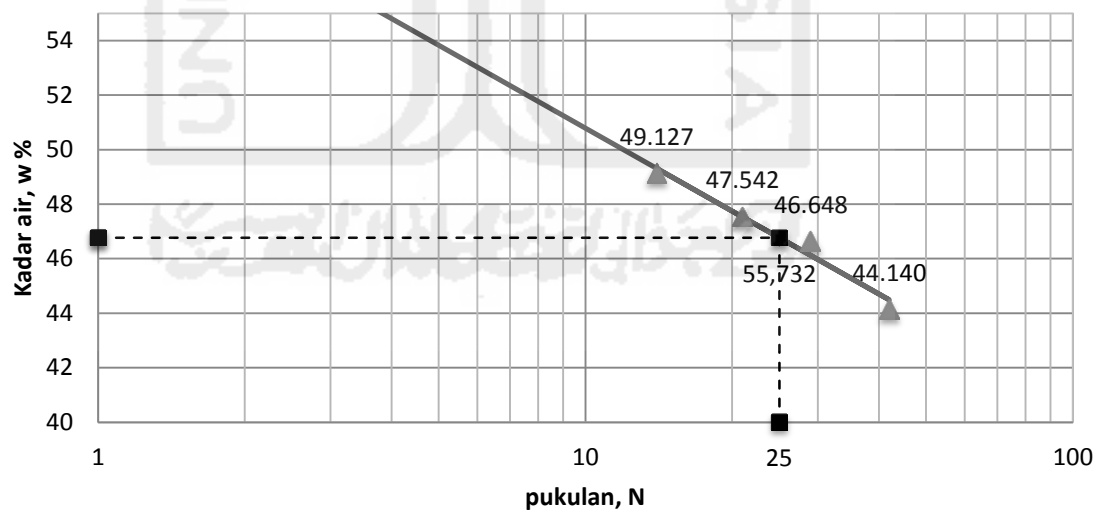
Dari hasil pengujian berat jenis tanah maka dapat diketahui bahwa tanah yang mengalami stabilisasi variasi campuran 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS mempunyai berat jenis rata-rata 2,62.

B. Pengujian Batas Cair (ASTM D 423-66)

Pengujian batas cair (LL) bertujuan untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas cair dan plastis, pengujian ini untuk mengetahui jenis serta sifat-sifat tanah dari bagian tanah yang mempunyai ukuran butir lolos saringan no 40. Hasil pengujian dari batas cair (LL) dapat dilihat pada **Tabel 5.24** dibawah ini.

Tabel 5.24 Pengujian Batas Cair Tanah Variasi 10% PC + 2.5% DIFA[®] SS

No	Pengujian	1		2		3		4	
		a	b	a	b	a	b	a	b
1	No Cawan								
2	Berat Cawan (gr)	5,50	7,21	9,20	9,13	5,57	6,90	8,97	9,17
3	Berat Cawan + Tanah Basah (gr)	19,25	21,45	21,53	21,13	20,32	20,66	20,31	15,17
4	Berat Cawan + Tanah Kering (gr)	14,70	16,78	17,55	17,27	15,61	16,30	16,90	13,30
5	Berat Air (3) - (4) (gr)	4,55	4,67	3,98	3,86	4,71	4,36	3,41	1,87
6	Berat Tanah Kering (4) - (2), (gr)	9,20	9,57	8,35	8,14	10,04	9,40	7,93	4,13
7	Kadar Air = (5)/(6) x 100 %	49,46	48,80	47,66	47,42	46,91	46,38	43,00	45,28
8	Kadar air rata-rata =	49,13		47,54		46,65		44,14	
9	Jumlah pukulan, N	14		21		29		42	



Gambar 5.8 Grafik Pengujian Batas Cair Variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Dari **Gambar 5.8** pada ketukan ke-25 pengujian batas cair didapat kadar air rata-rata sebesar 46,77 %.

C. Pengujian Batas Plastis

Pengujian batas plastis (PL) bertujuan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi plastis, dari hasil pengujian diatas didapat nilai batas plastis sebesar 34,60 %. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat selengkapnya pada **Tabel 5.25** berikut ini.

Tabel 5.25 Pengujian Batas Plastis Variasi 10% PC + 2,5% DIFA® SS

No	Pengujian	Sampel	
		a	b
1	No Cawan		
2	Berat Cawan (gr)	5,86	6,89
3	Berat Cawan + Tanah Basah (gr)	13,45	15,25
4	Berat Cawan + Tanah Kering (gr)	11,50	13,10
5	Berat Air (3) - (4) (gr)	1,95	2,15
6	Berat Tanah Kering (4) - (2), (gr)	5,64	6,21
7	Kadar Air = (5)/(6) x 100 %	34,57	34,62
8	Kadar air rata-rata =	34,60	

D. Indeks Plastisitas (PI)

Indeks Plastis (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis dengan didapatnya nilai batas cair dan batas plastis, didapat nilai indeks plastisitas tanah dengan persamaan berikut ini.

$$PI = LL - PL$$

$$PI = 46,77 \% - 34,60\% = 12,17 \%$$

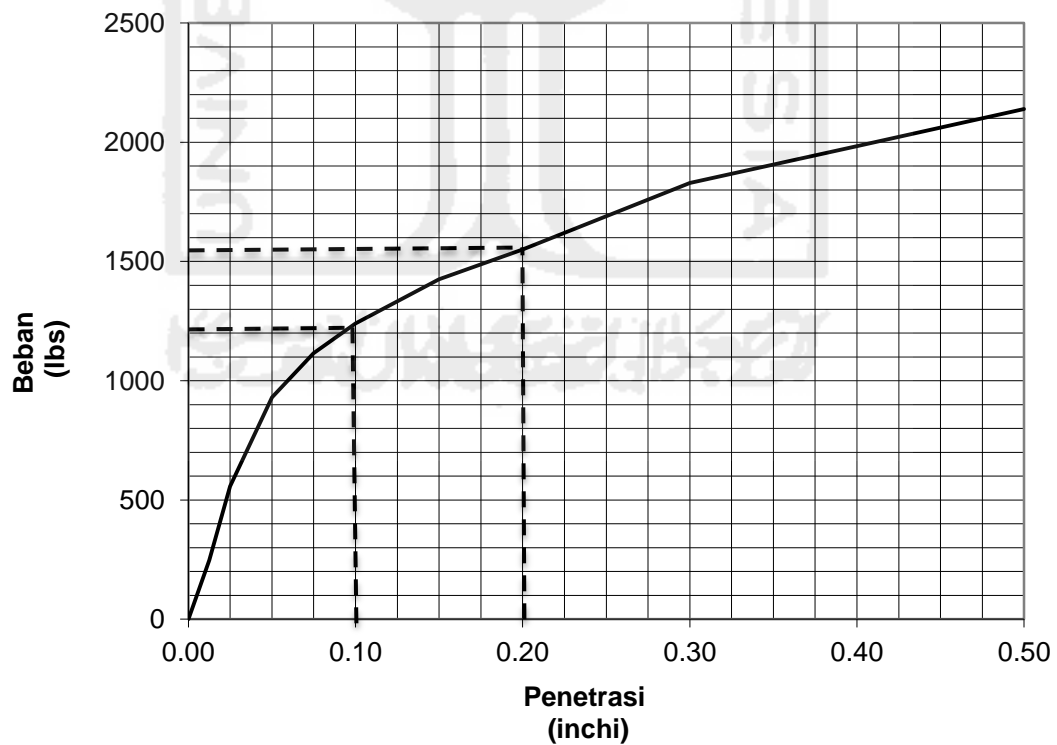
Dari hasil diatas didapatkan nilai indeks plastisitasnya adalah sebesar 12,17%.

E. Pengujian *California Bearing Ratio (CBR) Unsoaked*

Pengujian *California Bearing Ratio (CBR) unsoaked* dilakukan sesuai dengan prosedur standar ASTM D 1883. Besar nilai CBR dihitung pada nilai penetrasi 0,1 *inch* dan 0,2 *inch*. Hasil pengujian nilai CBR *unsoaked* dapat dilihat pada **Tabel 5.26** berikut ini.

Tabel 5.26 Hasil Pembacaan Pengujian CBR *Unsoaked* Variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Waktu (mnt)	Penetrasi (inc)	Pembacaan dial beban (div)		Beban (lbs)	
		bawah	atas	bawah	atas
0	0,000	0		0	
1/4	0,0125	8		248	
1/2	0,025	18		558	
1	0,050	30		930	
1,1/2	0,075	36		1116	
2	0,100	40		1240	
3	0,150	46		1426	
4	0,200	50		1550	
6	0,300	59		1829	
8	0,400	64		1984	
10	0,500	69		2139	



Gambar 5.9 Grafik Pengujian CBR *Unsoaked* Variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Berdasarkan **Gambar 5.9** dapat diperoleh besarnya nilai CBR *Unsoaked* pada penetrasi 0,1” dan pada penetrasi 0,2” yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{CBR } 0,1'' &= \frac{P1}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= \frac{1240}{3 \times 1000} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{CBR } 0,1'' = 41,33 \%$$

$$\begin{aligned} \text{CBR } 0,2'' &= \frac{P2}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= \frac{1550}{3 \times 1500} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{CBR } 0,2'' = 27,55 \%$$

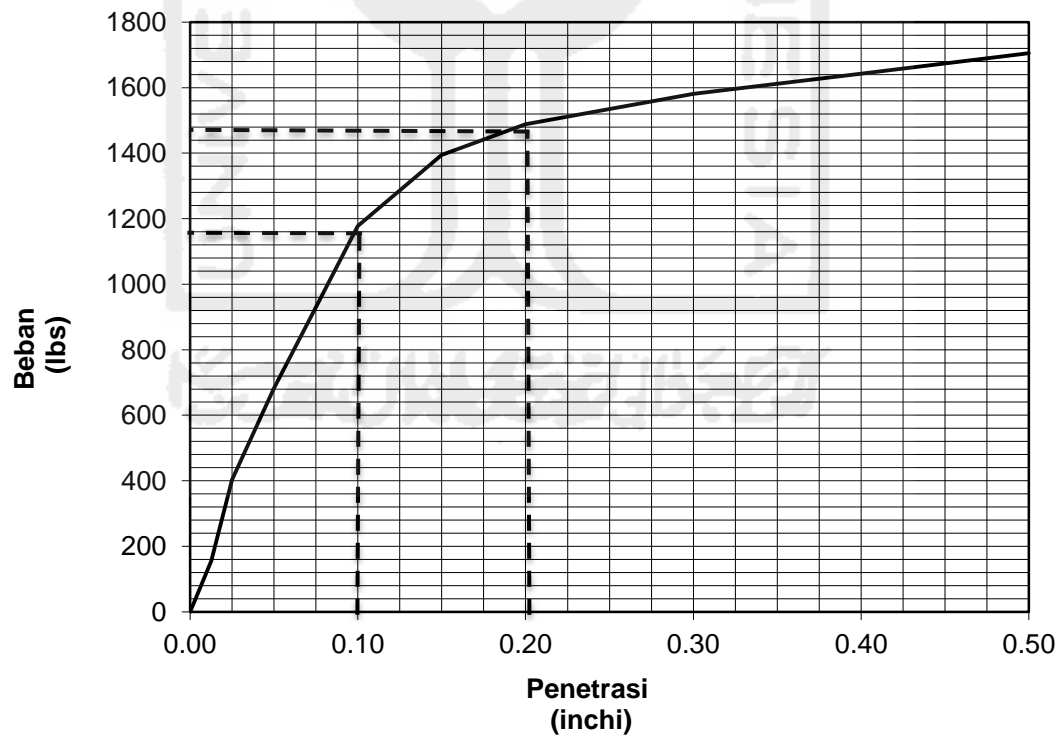
Berdasarkan perhitungan nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan 0,2”, digunakan nilai CBR *unsoaked* variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS yang terbesar yaitu pada penetrasi 0,1” = 41,33 %.

F. Pengujian *California Bearing Ratio (CBR) Soaked*

Pengujian *California Bearing Ratio (CBR) Soaked* dilakukan setelah sampel diperam selama 3 hari dan direndam selama 4 hari lalu dilakukan pengujian CBR sesuai dengan prosedur standar ASTM D 1883. Besar nilai CBR dihitung pada nilai penetrasi 0,1”(inch) dan 0,2” (inch). Hasil pengujian nilai CBR *soaked* tanah asli dapat dilihat pada **Tabel 5.27** berikut ini.

Tabel 5.27 Hasil Pembacaan Pengujian CBR *Soaked* Variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Waktu (mn)	Penetrasi (inc)	Pembacaan dial beban (div)		Beban (lbs)	
		bawah	atas	bawah	atas
0	0,000	0		0	
1/4	0,0125	5		155	
1/2	0,025	13		403	
1	0,050	22		682	
1,1/2	0,075	30		930	
2	0,100	38		1178	
3	0,150	45		1395	
4	0,200	48		1488	
6	0,300	51		1581	
8	0,400	53		1643	
10	0,500	55		1705	



Gambar 5.10 Grafik Pengujian CBR *Soaked* Variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Berdasarkan **Gambar 5.10** diatas dapat diperoleh besarnya nilai CBR *Soaked* pada penetrasi 0,1” dan pada penetrasi 0,2” yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{CBR } 0,1'' &= \frac{P_1}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= \frac{1178}{3 \times 1000} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{CBR } 0,1'' = 39,27 \%$$

$$\begin{aligned} \text{CBR } 0,2'' &= \frac{P_2}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= \frac{1488}{3 \times 1500} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{CBR } 0,2'' = 33,07 \%$$

Berdasarkan perhitungan nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan 0,2”, digunakan nilai CBR *Soaked* variasi 10% PC + 2,5% DIFA® SS yang terbesar yaitu pada penetrasi 0,1” = 39,27 %.

G. Pengujian Kadar Air Tanah Hasil Pengujian CBR

Kadar air tanah (w) merupakan nilai perbandingan antara berat air dalam satuan tanah dengan berat kering tanah tersebut, dari hasil pengujian didapat hasil kadar air tanah sebesar 19,04 % dapat dilihat pada **Tabel 5.28** sebagai berikut.

Tabel 5.28 Pengujian Kadar Air Tanah Hasil Pengujian CBR Variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Kadar air	Sampel	
	a	b
No Cawan		
Berat Cawan (gr)	6,35	7,51
Berat Cawan + Tanah Basah (gr)	13,89	15,35
Berat Cawan + Tanah Kering (gr)	12,68	14,10
Berat Air (3) - (4) (gr)	1,21	1,25
Berat Tanah Kering (4) - (2), (gr)	6,33	6,59
Kadar Air = (5)/(6) x 100 %	19,12	18,97
Kadar air rata-rata (%)	19,04	

H. Pengujian Berat Volume Tanah Kering Hasil Pengujian CBR

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai perbandingan berat tanah total termasuk air yang terkandung di dalamnya dengan volume tanah total, dari hasil pengujian didapat nilai berat volume tanah kering hasil pengujian CBR sebesar 1,28 gr/cm³ dapat dilihat pada **Tabel 5.29** di bawah ini.

Tabel 5.29 Pengujian Berat Volume Tanah Kering Hasil Pengujian CBR Variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Pengujian	Sampel	
	a	b
Berat tanah + Cetakan (gr)	7499	7568
Berat Cetakan (gr)	4040	4020
Berat tanah basah (gr)	3459	3548
Diameter	15,20	15,20
Tinggi	12,70	12,70
Volume	2304,52	2304,52
Berat volume tanah, g (gr/cm ³)	1,50	1,54
Brt volume tanah kering, γ_d (gr/cm ³)	1,26	1,29
Brt volume tanah kering, γ_d (gr/cm ³)	1,28	

Hasil dari pengujian-pengujian tanah variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Table 5.30** dibawah ini.

Tabel 5.30 Rekapitulasi Parameter Tanah Variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS

No	Pengujian	Hasil	Satuan
1	Berat Jenis (Gs)	2,62	-
2	Batas Cair (LL)	46,77	%
3	Batas Plastis (PL)	34,60	%
4	Indeks Plastisitas (PI)	12,17	%
5	CBR Tidak Rendaman (<i>Unsoaked</i>)	41,33	%
6	CBR Rendaman (<i>Soaked</i>)	39,27	%
7	Kadar Air Tanah	19,04	%
8	Berat Volume Tanah Basah	1,52	gr/cm ³
9	Berat Volume Tanah Kering	1,28	gr/cm ³

5.3.3 Campuran Tanah Variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Berbagai variasi persentase campuran tanah, semen dan DIFA[®] SS mempunyai perilaku sifat fisik dan mekanik yang berbeda tergantung besar persentase variasi campurannya. Pengujian yang dilakukan pada sampel variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS yang mengalami pemeraman selama 1 hari ini meliputi Uji Batas Konsistensi dan Uji *California Bearing Ratio* (CBR).

A. Pengujian Berat Jenis Tanah Asli

Berat jenis tanah (Gs) atau berat spesifik tanah adalah nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat air destilasi diudara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu biasanya diambil pada suhu 27,5°C. Hasil pengujian berat jenis tanah dapat dilihat pada **Tabel 5.31** berikut.

Tabel 5.31 Pengujian Berat Jenis Tanah Stabilisasi Variasi 12% PC + 2,5%DIFA[®] SS

No	Pengujian	Satuan	Sampel	
			a	b
1	Berat piknometer (W1)	gr	27,75	28,45
2	Berat piknometer + Tanah kering, (W2)	gr	41,72	45,13
3	Berat piknometer + Tanah + air, (W3)	gr	86,16	89,78
4	Berat piknometer + air, (W4)	gr	77,52	79,45
5	Suhu air (t°)	°	26,00	26,00
6	γ_w air pada suhu (t°)	gr/cm ³	0,9968	0,9968
7	γ_{wair} pada suhu (27,5 °C)	gr/cm ³	0,9964	0,9964
8	Berat Tanah kering (Ws)	gr	13,97	16,68
9	A = Ws + W4	gr	91,49	96,13
10	I = A - W3	gr	5,33	6,35
11	Berat Jenis tanah pada suhu (t°), Gs = Ws / I		2,62	2,63
12	Berat Jenis tanah pada suhu (27,5°) = Gs, (gs t° / gs t 27,5 °C)		2,62	2,63
13	Berat jenis rata-rata pada suhu (27,5°)		2,63	

Contoh perhitungan berat jenis tanah (Gs), rumus $G_s(t^\circ) = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Tanah, } G_s(t^\circ) &= \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \\ &= \frac{(41,72 - 27,75)}{(77,52 - 27,75) - (86,16 - 41,72)} \\ &= 2,621 \end{aligned}$$

$$G_s(27,5^\circ\text{C}) = 2,62 \times \frac{0,9968}{0,9964} = 2,62$$

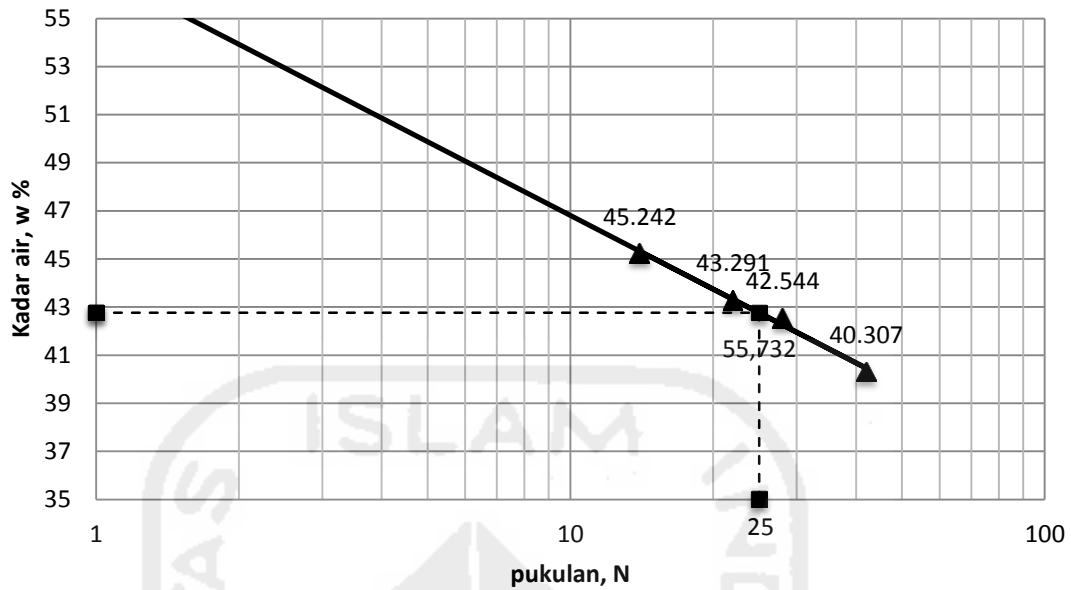
Dari hasil pengujian berat jenis tanah maka dapat diketahui bahwa tanah yang mengalami stabilisasi variasi campuran 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS mempunyai berat jenis rata-rata 2,63.

B. Pengujian Batas Cair (ASTM D 423-66)

Pengujian batas cair (LL) bertujuan untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas cair dan plastis, pengujian ini untuk mengetahui jenis serta sifat-sifat tanah dari bagian tanah yang mempunyai ukuran butir lolos saringan no 40. Hasil pengujian dari batas cair (LL) dapat dilihat pada **Tabel 5.32** dibawah ini.

Tabel 5.32 Pengujian Batas Cair Tanah Variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS

No	Pengujian	1		2		3		4	
		a	b	a	b	a	b	a	b
1	No Cawan								
2	Berat Cawan (gr)	5,50	7,21	9,20	9,13	5,57	6,90	8,97	9,17
3	Berat Cawan + Tanah Basah (gr)	18,43	19,32	21,21	18,58	20,18	19,42	19,51	18,61
4	Berat Cawan + Tanah Kering (gr)	14,40	15,55	17,55	15,75	15,80	15,70	16,48	15,90
5	Berat Air (3) - (4) (gr)	4,03	3,77	3,66	2,83	4,38	3,72	3,03	2,71
6	Berat Tanah Kering (4) - (2), (gr)	8,90	8,34	8,35	6,62	10,23	8,80	7,51	6,73
7	Kadar Air = (5)/(6) x 100 %	45,28	45,20	43,83	42,75	42,82	42,27	40,35	40,27
8	Kadar air rata-rata (%)	45,242		43,29		42,54		40,31	
9	Jumlah pukulan, N	14		22		28		42	



Gambar 5.11 Grafik Pengujian Batas Cair Variasi 12% PC + 2,5% DIFA® SS

Dari **Gambar 5.11** diatas pada ketukan ke-25 pengujian batas cair didapat kadar air rata-rata sebesar 42,63 %.

C. Pengujian Batas Plastis

Pengujian batas plastis (PL) bertujuan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi plastis, dari hasil pengujian didapat nilai batas plastis sebesar 36,42 %. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat selengkapnya pada **Tabel 5.33** berikut ini.

Tabel 5.33 Pengujian Batas Plastis Variasi 12% PC + 2,5% DIFA® SS

No	Pengujian	Sampel	
		a	b
1	No Cawan		
2	Berat Cawan (gr)	5,86	6,89
3	Berat Cawan + Tanah Basah (gr)	15,35	14,28
4	Berat Cawan + Tanah Kering (gr)	12,80	12,32
5	Berat Air (3) - (4) (gr)	2,55	1,96
6	Berat Tanah Kering (4) - (2), (gr)	6,94	5,43
7	Kadar Air = (5)/(6) x 100 %	36,74	36,10
8	Kadar air rata-rata (%)	36,42	

D. Indeks Plastisitas (PI)

Indeks Plastis (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis dengan didapatnya nilai batas cair dan batas plastis, didapat nilai indeks plastisitas tanah dengan persamaan berikut ini.

$$PI = LL - PL$$

$$PI = 42,63 \% - 36,42 \% = 6,34 \%$$

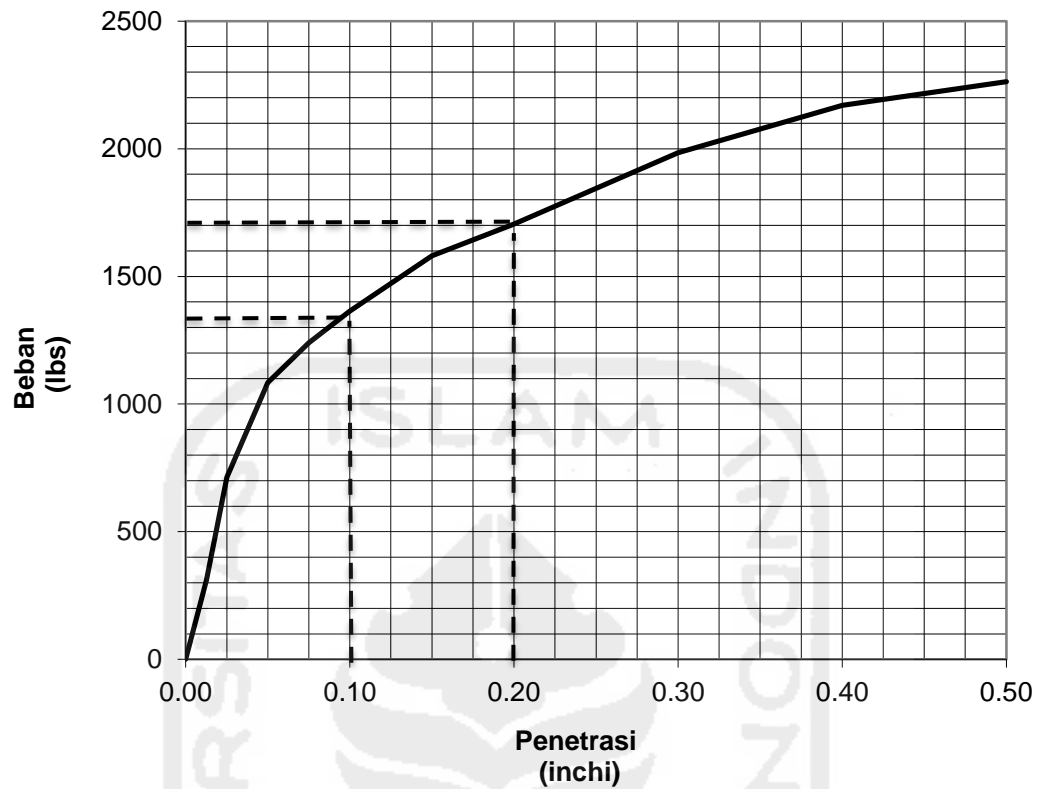
Dari hasil diatas didapatkan nilai indeks plastisitasnya adalah sebesar 6,34%.

E. Pengujian *California Bearing Ratio (CBR) Unsoaked*

Pengujian *California Bearing Ratio (CBR) unsoaked* dilakukan sesuai dengan prosedur standar ASTM D 1883. Besar nilai CBR dihitung pada nilai penetrasi 0,1 *inch* dan 0,2 *inch*. Hasil pengujian nilai CBR *unsoaked* dapat dilihat pada **Tabel 5.34** berikut ini.

Tabel 5.34 Hasil Pembacaan Pengujian CBR *Unsoaked* Variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Waktu (mnt)	Penetrasi (inc)	Pembacaan dial beban (div)		Beban (lbs)	
		bawah	atas	bawah	Atas
0	0,000	0		0	0
1/4	0,0125	10		310	
1/2	0,025	23		713	
1	0,050	35		1085	
1,1/2	0,075	40		1240	
2	0,100	44		1364	
3	0,150	51		1581	
4	0,200	55		1705	
6	0,300	64		1984	
8	0,400	70		2170	
10	0,500	73		2263	



Gambar 5.12 Grafik Pengujian CBR *Unsoaked* Variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Berdasarkan **Gambar 5.12** diperoleh besarnya nilai CBR *Unsoaked* pada penetrasi 0,1” dan pada penetrasi 0,2” yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{CBR } 0,1'' &= \frac{P_1}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= \frac{1364}{3 \times 1000} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{CBR } 0,1'' = 45,47 \%$$

$$\begin{aligned} \text{CBR } 0,2'' &= \frac{P_2}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= \frac{1705}{3 \times 1500} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{CBR } 0,2'' = 37,89 \%$$

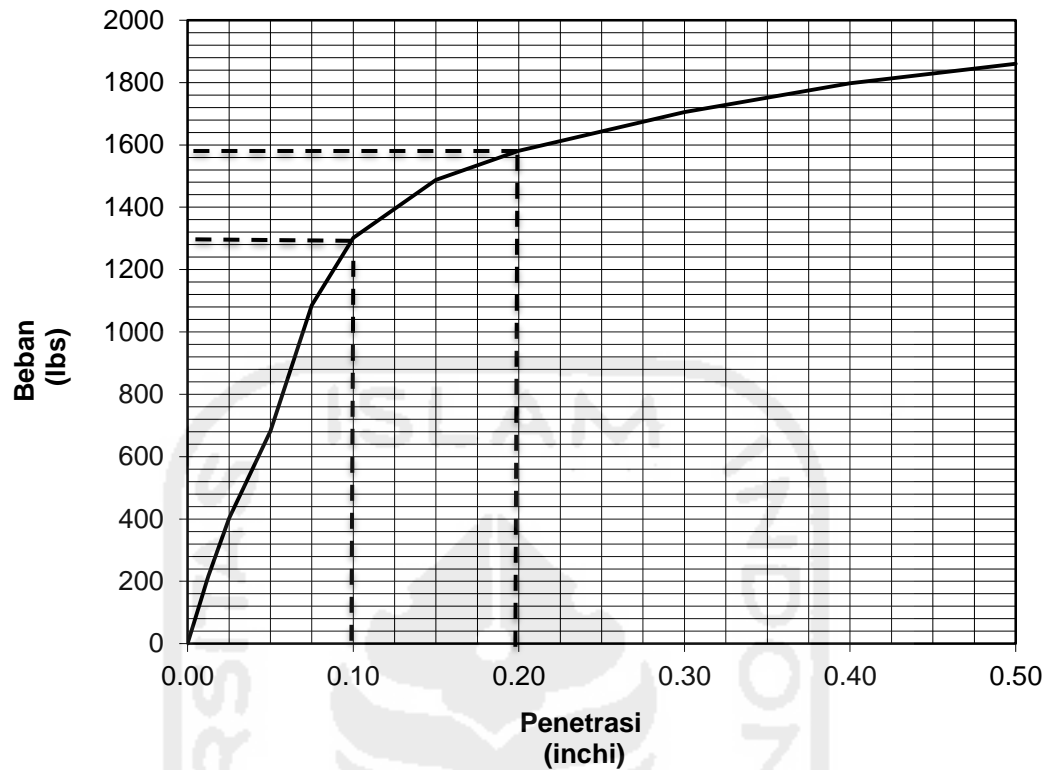
Berdasarkan perhitungan nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan 0,2”, digunakan nilai CBR *Unsoaked* variasi 12% PC + 2,5 % DIFA[®] SS yang terbesar yaitu pada penetrasi 0,1” = 45,47 %.

F. Pengujian *California Bearing Ratio (CBR) Soaked*

Pengujian *California Bearing Ratio (CBR) Soaked* dilakukan setelah sampel diperam selama 3 hari dan direndam selama 4 hari lalu dilakukan pengujian CBR sesuai dengan prosedur standar ASTM D 1883. Besar nilai CBR dihitung pada nilai penetrasi 0,1”(inch) dan 0,2” (inch). Hasil pengujian nilai CBR *soaked* tanah asli dapat dilihat pada **Tabel 5.35** berikut ini.

Tabel 5.35 Hasil Pembacaan Pengujian CBR *Soaked* Variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Waktu	Penetrasi (inchi)	Pembacaan dial beban (div)		Beban (lbs)	
		bawah	atas	bawah	Atas
0	0,000	0		0	0
1/4	0,0125	7		217	
1/2	0,025	13		403	
1	0,050	22		682	
1,1/2	0,075	35		1085	
2	0,100	42		1302	
3	0,150	48		1488	
4	0,200	51		1581	
6	0,300	55		1705	
8	0,400	58		1798	
10	0,500	60		1860	



Gambar 5.13 Grafik Pengujian CBR *Soaked* Variasi 12% PC + 2,5% DIFA® SS

Berdasarkan **Gambar 5.13** diperoleh besarnya nilai CBR *Soaked* pada penetrasi 0,1'' dan pada penetrasi 0,2'' yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{CBR } 0,1'' &= \frac{P_1}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= \frac{1302}{3 \times 1000} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{CBR } 0,1'' = 43,40 \%$$

$$\begin{aligned} \text{CBR } 0,2'' &= \frac{P_2}{3 \times 1500} \times 100\% \\ &= \frac{1581}{3 \times 1500} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{CBR } 0,2'' = 35,13 \%$$

Berdasarkan perhitungan nilai CBR pada penetrasi 0,1” dan 0,2”, digunakan nilai CBR *Soaked* variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS yang terbesar yaitu pada penetrasi 0,1” = 43,40 %.

G. Pengujian Kadar Air Tanah Hasil Pengujian CBR

Kadar air tanah (w) merupakan nilai perbandingan antara berat air dalam satuan tanah dengan berat kering tanah tersebut, dari hasil pengujian didapat hasil kadar air tanah sebesar 17,30 % dapat dilihat pada **Tabel 5.36** sebagai berikut.

Tabel 5.36 Pengujian Kadar Air Tanah Hasil Pengujian CBR Variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Kadar air	Sampel	
	a	a
No Cawan		
Berat Cawan (gr)	6,27	5,56
Berat Cawan + Tanah Basah (gr)	14,85	16,48
Berat Cawan + Tanah Kering (gr)	13,60	14,85
Berat Air (3) - (4) (gr)	1,25	1,63
Berat Tanah Kering (4) - (2), (gr)	7,33	9,29
Kadar Air = (5)/(6) x 100 %	17,05	17,55
Kadar air rata-rata (%)	17,30	

H. Pengujian Berat Volume Tanah Kering Hasil Pengujian CBR

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai perbandingan berat tanah total termasuk air yang terkandung di dalamnya dengan volume tanah total, dari hasil pengujian didapat nilai berat volume tanah kering hasil pengujian CBR sebesar 1,28 gr/cm³ dapat dilihat pada **Tabel 5.37** di bawah ini.

Tabel 5.37 Pengujian Berat Volume Tanah Kering Hasil Pengujian CBR Variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Pengujian	Sampel	
	a	b
Berat tanah + Cetakan (gr)	7550	7450
Berat Cetakan (gr)	4040	4020
Berat tanah basah (gr)	3510	3430
Diameter	15,20	15,20
tinggi	12,70	12,70
Volume	2304,52	2304,52
Berat volume tanah, γ (gr/cm ³)	1,52	1,49
Brt volume tanah kering, γ_d (gr/cm ³)	1,29	1,27
Brt volume tanah kering rata-rata, γ_d (gr/cm ³)	1,28	

Hasil dari pengujian-pengujian tanah variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Table 5.38** dibawah ini.

Tabel 5.38 Rekapitulasi Parameter Tanah Variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS

No	Pengujian	Hasil	Satuan
1	Berat Jenis (Gs)	2,63	-
2	Batas Cair (LL)	42,63	%
3	Batas Plastis (PL)	36,42	%
4	Indeks Plastisitas (PI)	6,34	%
5	CBR Tidak Rendaman (<i>Unsoaked</i>)	45,47	%
6	CBR Rendaman (<i>Soaked</i>)	43,40	%
7	Kadar Air Tanah	17,30	%
8	Berat Volume Tanah Basah	1,52	gr/cm ³
9	Berat Volume Tanah Kering	1,28	gr/cm ³

5.4 PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

5.4.1 Klasifikasi Tanah Asli

Berdasarkan hasil pengujian batas-batas konsistensi (*Atterberg Limits*) pada tanah asli yang berasal dari daerah kasongan, Bantul DIY didapatkan hasil sebagai berikut.

- a. Batas Cair (*Liquid Limit = LL*) : 54,46 %
- b. Batas Plastis (*Plastic Limit = PL*) : 29,47 %
- c. Batas Susut (*Shrinkage Limit = SL*) : 19,36 %
- d. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index = PI*) : 25 %

Dari besar nilai Indeks Plastisitas (PI) dapat diketahui sifat plastisitas, macam jenis tanah dan tingkatan kohesifnya, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 5.39** berikut ini.

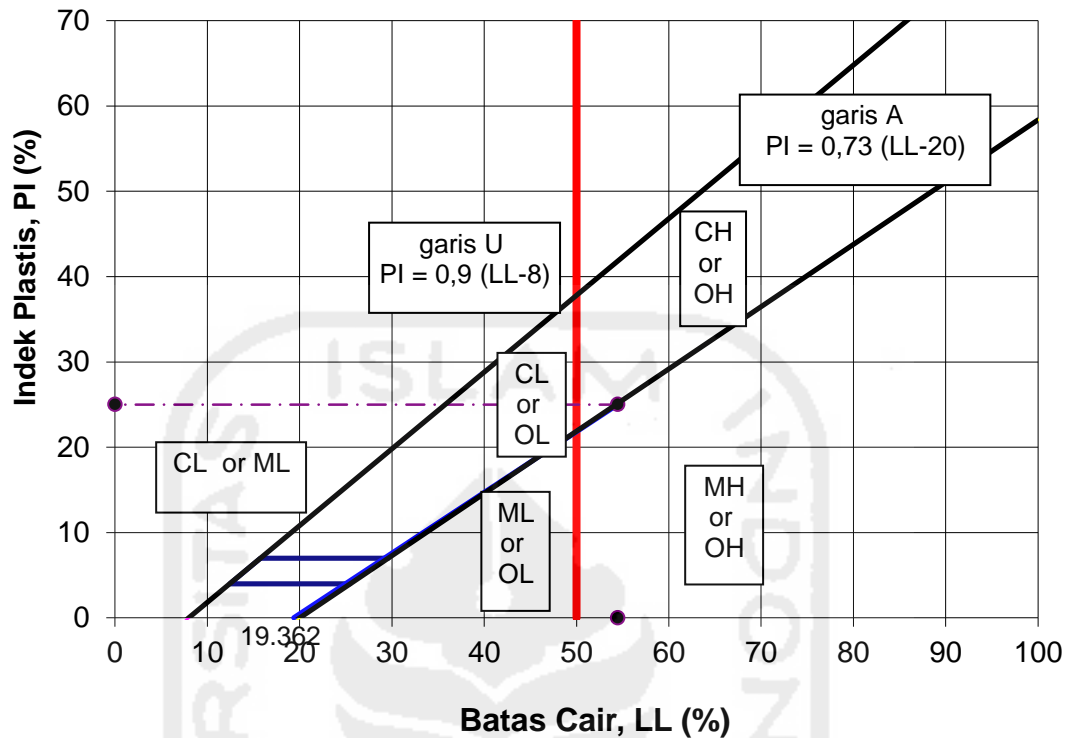
Tabel 5.39 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesif
< 7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 - 17	Plastisitas Sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesif

(Sumber : Hardiyatmo, 2006)

Nilai Indeks Plastisitas (PI) dari hasil pengujian didapat sebesar 25 %, jadi dapat disimpulkan jenis tanah yang berasal dari daerah Kasongan, Bantul, DIY ini berjenis Tanah Lempung, Berkohesif dan bersifat Plastisitas Tinggi.

Dari data propertis tanah tersebut adapun klasifikasi tanah menurut *Unified Soil Classification System* (USCS) dengan cara memasukan hasil uji batas cair dan indeks plastisitas untuk mengklasifikasikan jenis tanah. Hasil dari grafik dapat dilihat lebih jelasnya pada **Gambar 5.14** dibawah ini.



Gambar 5.14 Grafik Plastisitas Sistem Klasifikasi USCS Tanah Asli

Berdasarkan **Gambar 5.14** kondisi batas cair 54,46% dan nilai indeks plastisitas pada tanah memiliki nilai 25% sehingga mengacu pada klasifikasi tanah menurut *Unified Soil Classification System* (USCS) maka tanah pada pengujian ini termasuk Lanau tak organik atau Lanau elastis (MH).

5.4.2 Klasifikasi Tanah Stabilisasi

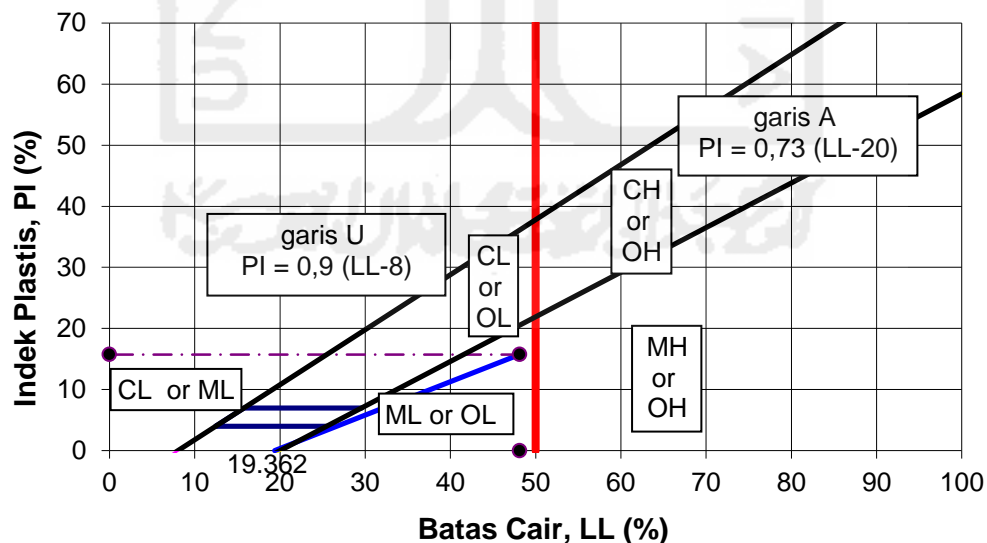
A. Stabilisasi Tanah Variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Berdasarkan hasil pengujian batas-batas konsistensi (*Atterberg Limits*) pada tanah asli yang berasal dari daerah kasongan, Bantul DIY didapatkan hasil sebagai berikut.

- Batas Cair (*Liquid Limit* = LL) : 49,11 %
- Batas Plastis (*Plastic Limit* = PL) : 32,36 %
- Indeks Plastisitas (*Plasticity Index* = PI) : 15,74 %

Dari besar nilai Indeks Plastisitas (PI) dapat diketahui sifat plastisitas, macam jenis tanah dan tingkatan kohesifnya, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 5.39** dan tanah yang mengalami stabilisasi dengan variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS berjenis Lempung berlanau, berkohesif dan berplastisitas sedang.

Berdasarkan data propertis tanah tersebut adapun klasifikasi tanah menurut *Unified Soil Classification System* (USCS) dengan cara memasukan hasil uji batas cair dan indeks plastisitas untuk mengklasifikasikan jenis tanah. Hasil dari grafik dapat dilihat lebih jelasnya pada **Gambar 5.15** dibawah ini.



Gambar 5.15 Grafik Plastisitas Sistem Klasifikasi USCS Variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Pada **Gambar 5.15** kondisi batas cair 49,85% dan nilai indeks plastisitas pada tanah memiliki nilai 15,74% sehingga mengacu pada klasifikasi tanah menurut *Unified Soil Classification System* (USCS) maka tanah pada pengujian ini termasuk pasir halus berlanau atau berlempung (ML).

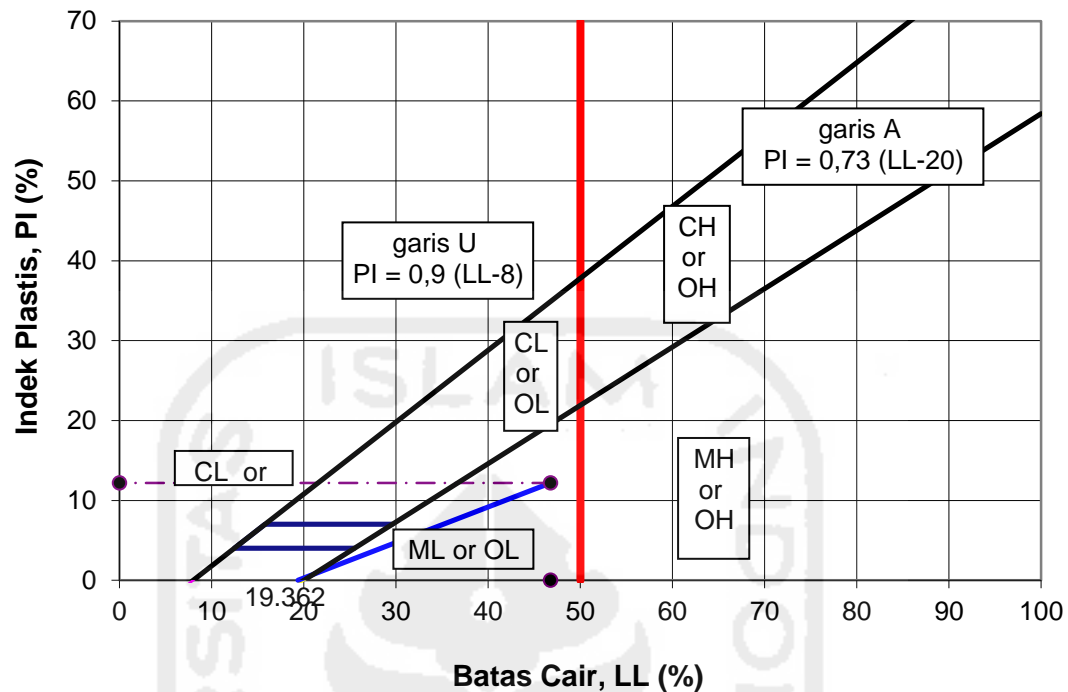
B. Stabilisasi Tanah Variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Berdasarkan hasil pengujian batas-batas konsistensi (*Atterberg Limits*) pada tanah asli yang berasal dari daerah kasongan, Bantul DIY didapatkan hasil sebagai berikut.

- a. Batas Cair (*Liquid Limit* = LL) : 46,77 %
- b. Batas Plastis (*Plastic Limit* = PL) : 34,60 %
- c. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index* = PI) : 12,17 %

Dari besar nilai Indeks Plastisitas (PI) dapat diketahui sifat plastisitas, macam jenis tanah dan tingkatan kohesifnya, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 5.39** dan tanah yang mengalami stabilisasi dengan variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS berjenis Lempung berlanau, berkohesif dan berplastisitas sedang.

Berdasarkan data propertis tanah tersebut adapun klasifikasi tanah menurut *Unified Soil Classification System* (USCS) dengan cara memasukan hasil uji batas cair dan indeks plastisitas untuk mengklasifikasikan jenis tanah. Hasil dari grafik dapat dilihat lebih jelasnya pada **Gambar 5.16** dibawah ini.



Gambar 5.16 Grafik Plastisitas Sistem Klasifikasi USCS Variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Pada **Gambar 5.16** kondisi batas cair 46,77% dan nilai indeks plastisitas pada tanah memiliki nilai 12,17% sehingga mengacu pada klasifikasi tanah menurut *Unified Soil Classification System (USCS)* maka tanah pada pengujian ini termasuk pasir halus berlanau atau berlempung (ML).

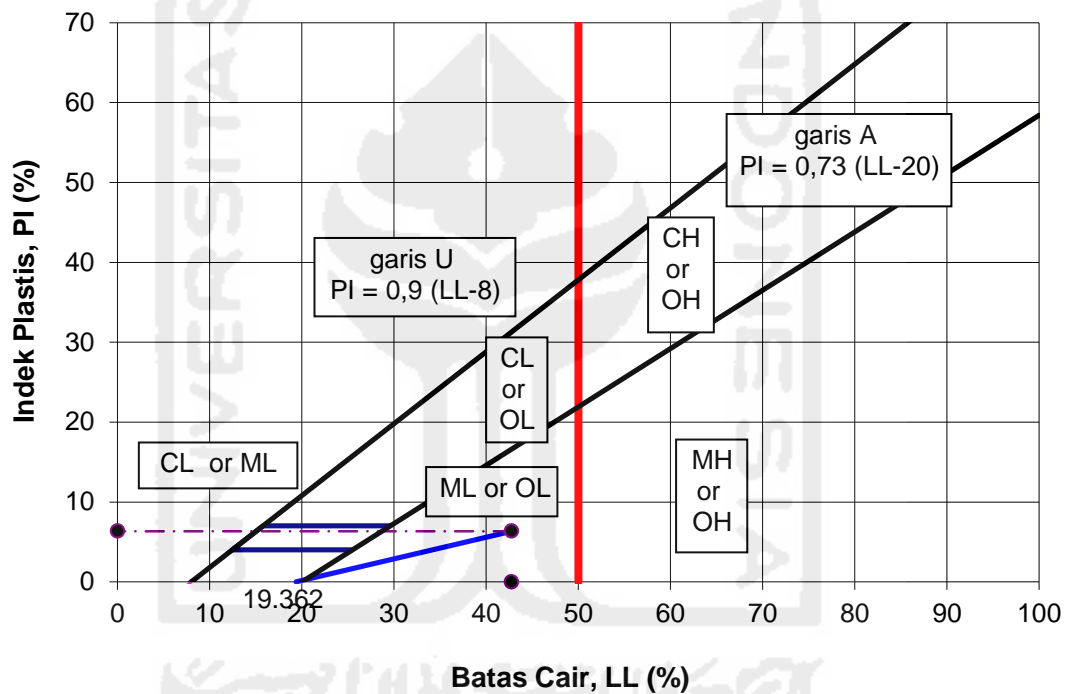
C. Stabilisasi Tanah Variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Berdasarkan hasil pengujian batas-batas konsistensi (*Atterberg Limits*) pada tanah asli yang berasal dari daerah kasongan, Bantul DIY didapatkan hasil sebagai berikut.

- Batas Cair (*Liquid Limit = LL*) : 42,63 %
- Batas Plastis (*Plastic Limit = PL*) : 36,42 %
- Indeks Plastisitas (*Plasticity Index = PI*) : 6,34 %

Dari besar nilai Indeks Plastisitas (PI) dapat diketahui sifat plastisitas, macam jenis tanah dan tingkatan kohesifnya, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 5.39** dan tanah yang mengalami stabilisasi dengan variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS berjenis Lanau, berkohesif sebagian dan berplastisitas rendah.

Berdasarkan data propertis tanah tersebut adapun klasifikasi tanah menurut *Unified Soil Classification System* (USCS) dengan cara memasukan hasil uji batas cair dan indeks plastisitas untuk mengklasifikasikan jenis tanah. Hasil dari grafik dapat dilihat lebih jelasnya pada **Gambar 5.17** dibawah ini.



Gambar 5.17 Grafik Plastisitas Sistem Klasifikasi USCS Variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS

Pada **Gambar 5.17** kondisi batas cair 42,63% dan nilai indeks plastisitas pada tanah memiliki nilai 6,34% sehingga mengacu pada klasifikasi tanah menurut *Unified Soil Classification System* (USCS) maka tanah pada pengujian ini termasuk Pasir halus berlanau atau berlempung (ML).

5.4.3 Parameter Sifat Fisik Tanah Sebelum dan Sesudah Mengalami Stabilisasi

Sifat fisik suatu tanah berbeda-beda oleh karena itu perlu adanya pengujian-pengujian yang harus dilakukan, dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 5.40** berikut ini.

Tabel 5.40 Perbandingan Sifat Fisik Tanah Sebelum dan Sesudah Stabilisasi Hasil Pengujian CBR

No	Pengujian	Tanah Asli (%)	Tanah Stabilisasi			Satuan
			8% PC + 2,5% DIFA SS	10% PC + 2,5% DIFA SS	12% PC + 2,5% DIFA SS	
1	Kadar air	21,02	20,44	19,04	17,30	%
2	Brt, Volume Tanah Basah	1,45	1,457	1,52	1,50	gr/cm ³
3	Brt, Volume Tanah Kering	1,19	1,21	1,27	1,28	gr/cm ³
4	Berat Jenis	2,59	2,61	2,619	2,63	-
5	Batas Cair (LL)	54,46	49,11	46,77	42,63	%
6	Batas Plastis (PL)	29,47	32,36	34,6	36,42	%
7	Indeks Plastisitas (PI)	25	15,74	12,17	6,34	%

Tabel 5.41 Rekapitulasi Jenis dan Macam Sifat Tanah

No	Variasi Campuran	Jenis Tanah	Simbol
1	0% PC + 0% DIFA® SS	Lanau Tak Organik atau Lanau Elastis	MH
2	8% PC + 2,5% DIFA® SS	Pasir Halus berlanau atau berlempung	ML
3	10% PC + 2,5% DIFA® SS	Pasir Halus berlanau atau berlempung	ML
4	12% PC + 2,5% DIFA® SS	Pasir Halus berlanau atau berlempung	ML

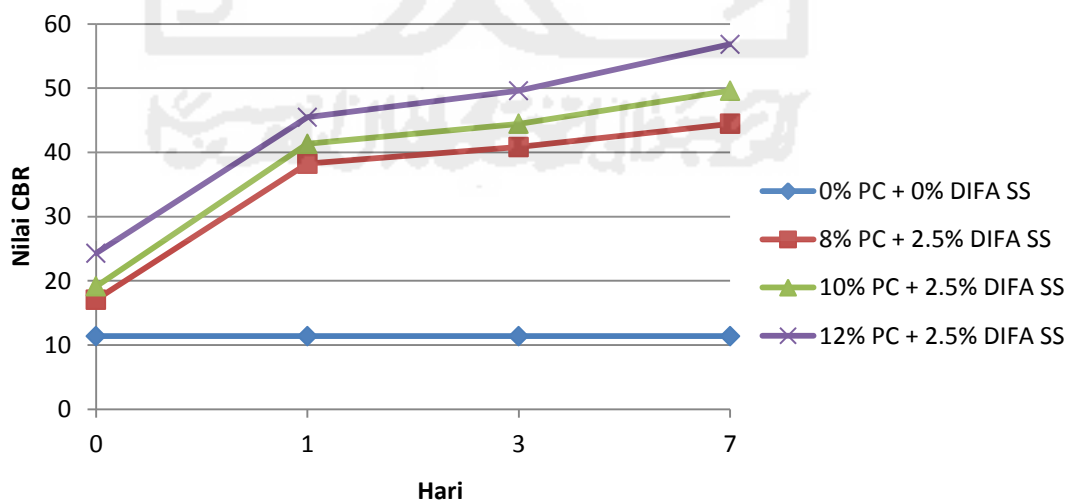
5.4.4 Hubungan Penambahan Semen dan DIFA[®] SS Terhadap Nilai CBR

Pengujian CBR dilakukan pada waktu pemeraman 0 hari, 1 hari, 3 hari, dan 7 hari, juga dilakukan setelah perendaman 4 hari yang sebelumnya sampel telah dilakukan pemeraman selama 3 hari. Hasil pengujian CBR dengan variasi campuran kadar semen dan DIFA[®] SS dengan pengujian kondisi pemeraman dan rendaman dapat dilihat pada **Tabel 5.42** dibawah ini.

Tabel 5.42 Nilai Hasil Pengujian CBR

Variasi Persentase zat Penambah	CBR (%)				
	Pemeraman				Pemeraman 3 hari, lalu direndam 4 hari
	0 hari	1 hari	3 hari	7 hari	
0% PC + 0 % DIFA [®] SS	11,37	11,37	11,37	11,37	1,55
8% PC + 2,5 % DIFA [®] SS	17,05	38,23	40,82	44,43	34,10
10% PC + 2,5 % DIFA [®] SS	19,12	41,33	44,43	49,60	39,27
12% PC + 2,5 % DIFA [®] SS	24,28	45,47	49,60	56,83	43,40

Hasil pengujian Penambahan Semen dan DIFA[®] SS dengan nilai CBR yang telah diperoleh kemudian dibuat grafik hubungan dengan lama pemeraman yang dapat dilihat pada **Gambar 5.18** berikut ini.



Gambar 5.18 Grafik Hubungan Nilai CBR dengan Lama Pemeraman

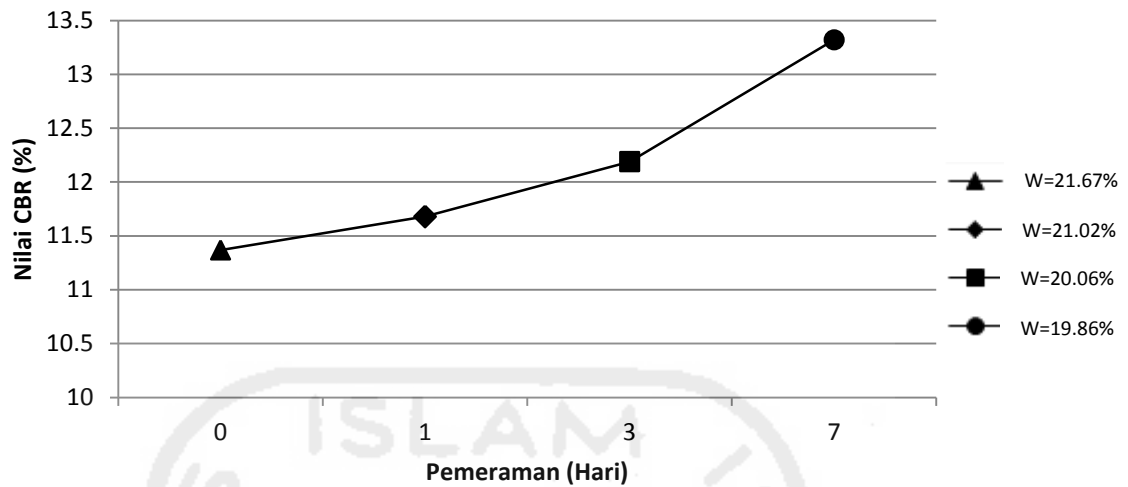
Pada **Gambar 5.18** menunjukkan bahwa semakin lama masa pemeraman maka nilai CBR semakin meningkat hal ini disebabkan karena pada masa pemeraman terjadi reaksi kimia antara Tanah, Semen dan DIFA[®] SS. Peningkatan nilai CBR dipengaruhi oleh besar persentase penambahan semen dan DIFA[®] SS dimana semen dan DIFA[®] SS bereaksi sebagai media perekat butiran tanah sehingga butiran tanah saling mengunci antara satu dan lainnya dan menyebabkan nilai CBR meningkat. Pada variasi – variasi campuran sampel benda uji terjadi peningkatan nilai CBR yang cukup signifikan. Tanah asli pada pemeraman 1 hari mempunyai nilai CBR sebesar 11,37% setelah dicampur dengan 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS terjadi peningkatan sebesar 236,23% yang nilai CBR nya 38,23%. Pada pemeraman 3 hari variasi campuran 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS memiliki nilai CBR sebesar 40,82% yang berarti mengalami persentase peningkatan nilai CBR dari tanah asli sebesar 259,01% dan besar persentase peningkatan nilai CBR dari variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS yang mengalami pemeraman 1 hari sebesar 6,77%. Pada pemeraman 7 hari variasi campuran 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS mempunyai nilai CBR sebesar 44,43% yang berarti mengalami persentase peningkatan nilai CBR dari tanah asli sebesar 290,76% dan besar persentase peningkatan nilai CBR dari variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS yang mengalami pemeraman selama 3 hari sebesar 8,84%.

5.4.5 Pengaruh Kadar Air Terhadap CBR Pada Tanah Asli

Nilai CBR pada tanah asli tanpa adanya penambahan zat penambah pun mengalami kenaikan seiring dengan lamanya waktu pemeraman, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 5.19** berikut ini.

Tabel 5.43 Data Hasil Pengujian-Pengujian Tanah Asli

No	Tanah Asli		
	Pemeraman	Kadar Air	CBR
	(Hari)	(%)	(%)
1	0	21,67	11,37
2	1	21,02	11,68
3	3	20,06	12,19
4	7	18,99	13,32

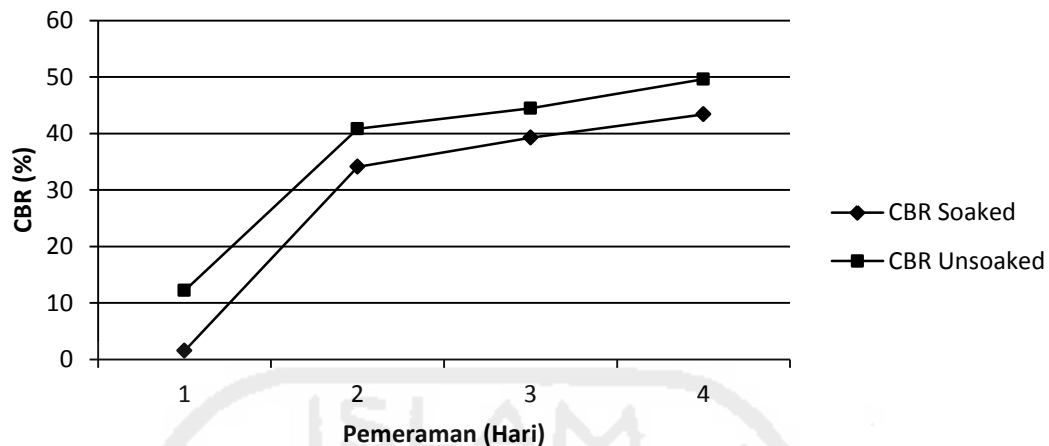


Gambar 5.19 Grafik Peningkatan Nilai CBR Tanah Asli

Berdasarkan **Gambar 5.19** dapat diketahui adanya peningkatan nilai CBR pada tanah yang tanpa adanya zat penambah. Bertambah nilai CBR seiring dengan menurunnya kadar air. Besar persentase peningkatan nilai CBR pada tanah asli terhadap lama pemeran, pada sampel 0 hari terhadap 1 hari terjadi peningkatan nilai CBR sebesar 2,65%, pada sampel 1 hari terhadap 3 hari terjadi peningkatan nilai CBR sebesar 4,18% dan pada sampel 3 hari terhadap 7 hari terjadi peningkatan nilai CBR sebesar 8,48%.

5.4.6 Perbandingan Besar CBR *Unsoaked* dan CBR *Soaked*

Besar nilai CBR tanah stabilisasi kimiawi berhubungan dengan lama pemerannya, maka disini akan membandingkan besar nilai CBR antara CBR tidak terendam (*unsoaked*) dan CBR terendam (*soaked*) pada sampel yang mengalami lama pemeraman yang sama yaitu selama 3 hari. Sampel CBR *soaked* telah mengalami pemeraman selama 3 hari dan perendaman selama 4 hari, untuk lebih jelasnya hasil pengujian dapat dilihat pada **Gambar 5.20** dibawah ini.



Gambar 5.20 Grafik Perbandingan Besar CBR *Soaked* dan CBR *Unsoaked*

Dari **Gambar 5.20** menunjukkan bahwa perendaman menurunkan nilai CBR dikarenakan adanya air yang mengisi rongga – rongga udara pada tanah sehingga tanah menjadi jenuh air dan lembek. Semakin besar kadar air CBR rendaman maka semakin mengecil nilai CBR nya.

5.4.7 Hubungan Variasi Campuran Terhadap Berat Volume Tanah Kering dan Kadar Air

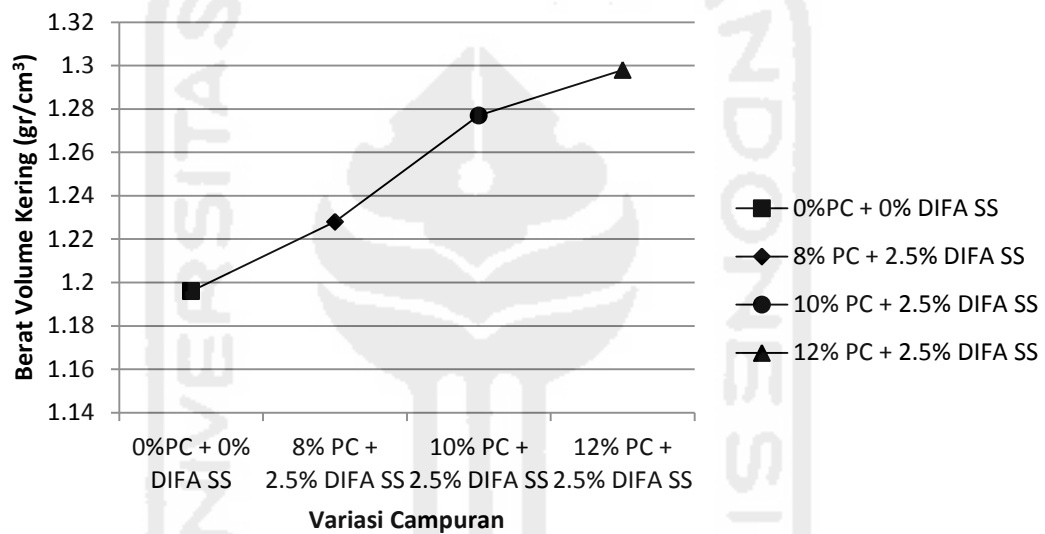
Penambahan zat *additive* mempunyai pengaruh yang cukup signifikan terhadap besar nilai Berat Volume Kering dan Kadar Air suatu sampel, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 5.44** – **Tabel 5.45** dan **Gambar 5.21** – **Gambar 5.22** diibawah ini.

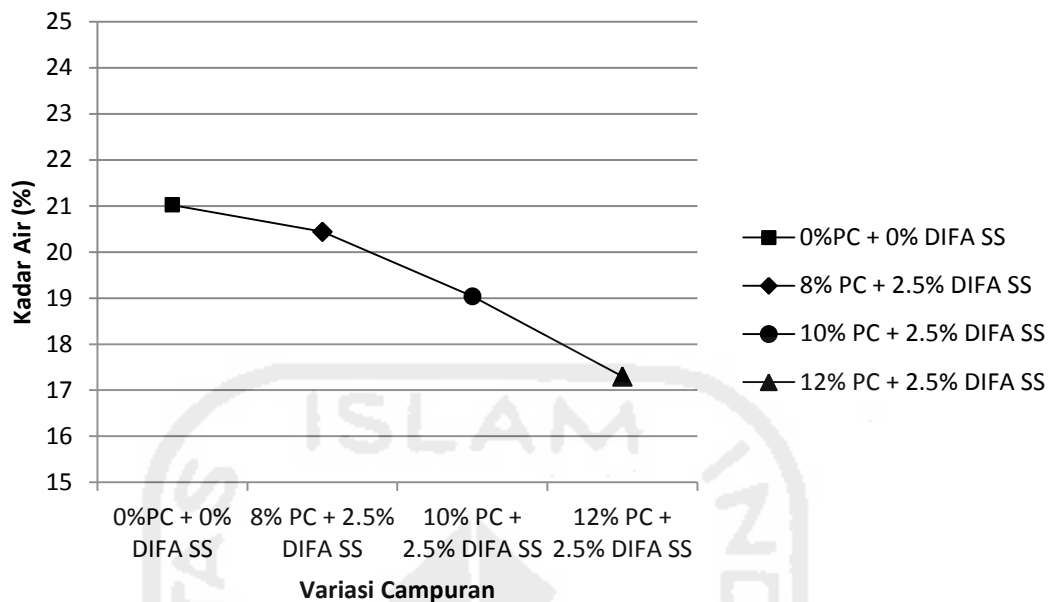
Tabel 5.44 Nilai Berat Volume Tanah Kering Hasil Pengujian CBR

Variasi Campuran	Berat Volume Kering Tanah (gr/cm ³)
0% PC + 0% DIFA [®] SS	1,19
8% PC + 2,5% DIFA [®] SS	1,23
10% PC + 2,5% DIFA [®] SS	1,28
12% PC + 2,5% DIFA [®] SS	1,29

Tabel 5.45 Nilai Kadar Air Hasil Pengujian CBR

Variasi Campuran	Kadar Air Tanah (%)
0% PC + 0% DIFA [®] SS	21,07
8% PC + 2,5% DIFA [®] SS	20,44
10% PC + 2,5% DIFA [®] SS	19,04
12% PC + 2,5% DIFA [®] SS	17,30

**Gambar 5.21** Grafik Hubungan antara Variasi Campuran dengan Berat Volume Tanah Kering



Gambar 5.22 Grafik Hubungan antara Variasi Campuran dengan Kadar Air Tanah

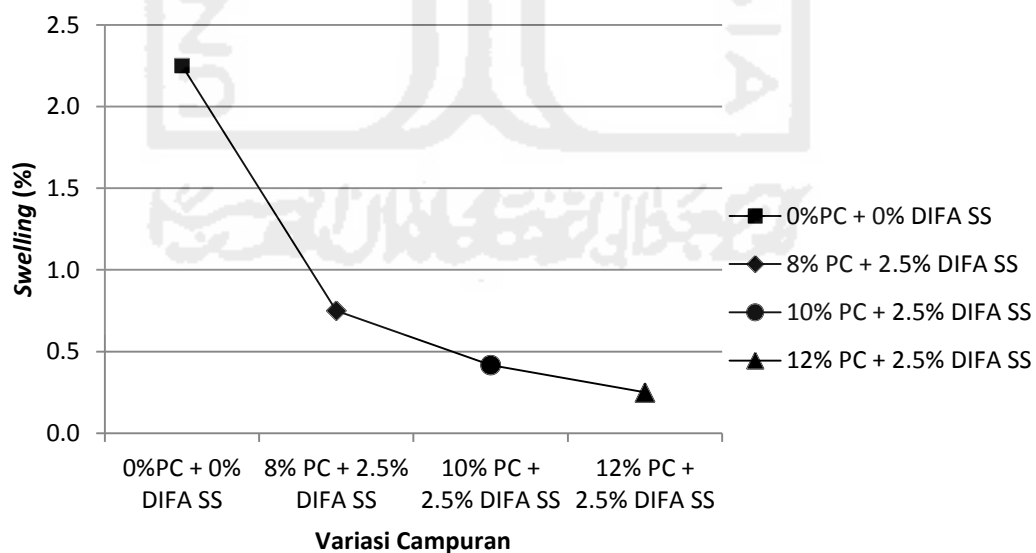
Dari **Gambar 5.21** dan **Gambar 5.22** dapat dijelaskan bahwa berdasarkan hasil pengujian CBR menunjukkan semakin besar persentase penambahan semen dan DIFA[®] SS pada tanah akan menyebabkan kecenderungan nilai berat volume kering semakin meningkat dan menurunkan besar persentase kadar air, hal ini disebabkan oleh reaksi kimiawi terhadap tanah. Proses reaksi semen dan DIFA[®] SS tersebut menyebabkan partikel-partikel tanah menggumpal dan penggumpalan ini yang menyebabkan meningkatnya daya ikat antar butiran. Meningkatnya ikatan antar butiran, maka akan meningkatkan kemampuan saling mengunci antar butiran, sehingga mengakibatkan konsistensi tanah menjadi lebih baik dan saat proses pemadatan tanah menjadi lebih mudah padat dan rongga – rongga pori yang ada akan berkurang sehingga kepadatan tanah meningkat.

5.4.8 Hubungan Variasi Campuran dengan Nilai Pengembangan (*Swelling*) Tanah

Besar presentase variasi campuran pada sampel sangat mempengaruhi nilai pengembangan (*swelling*) pada tanah. Pada pengujian yang dilakukan hanya pada tanah asli yang mengalami kriteria *swelling* tinggi, sedangkan pada tanah yang mengalami pencampuran bahan tambah cenderung mempunyai *swelling* yang rendah sesuai dengan kriteria pengembangan pada **Tabel 3.6** Klasifikasi Pengembangan Tanah. Hasil pengujian lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 5.46** dan **Gambar 5.23** dibawah ini.

Tabel 5.46 Parameter CBR *Soaked* dan Nilai Pengembangan (*Swelling*)

Variasi Campuran	Kadar Air (%)	Berat Volume Kering (gr/cm ³)	Swelling (%)
0% PC + 0% DIFA SS	29,71	1,20	2,25
8% PC + 2,5 DIFA SS	20,21	1,25	0,75
10% PC + 2,5 DIFA SS	19,71	1,27	0,42
12% PC + 2,5 DIFA SS	18,26	1,28	0,25



Gambar 5.23 Grafik Hubungan Variasi Campuran dengan Nilai *Swelling*

Dari **Tabel 5.45** dan **Gambar 5.23** dapat diketahui nilai *swelling* berbanding lurus dengan kadar air yang diserap sampel tanah, semakin banyak kadar air yang diserap tanah maka nilai pengembangan menjadi semakin besar. Stabilisasi tanah dengan menggunakan Semen dan DIFA[®] SS dapat menurunkan nilai *swelling* dikarenakan reaksi kimiawi yang ditimbulkan oleh Semen dan DIFA[®] SS yang semakin memperkuat ikatan antar butiran tanah sehingga penyerapan air yang terjadi menjadi lebih sedikit, oleh karena itu nilai persentase pengembangan sampel tanah menjadi semakin kecil seiring penambahan kadar Semen dan DIFA[®] SS. Pada variasi 0% PC + 0% DIFA[®] terhadap tanah stabilisasi variasi 8% PC + 2,5% DIFA[®] SS mengalami penurunan nilai *swelling* sebesar 66,67% dan variasi 10% PC + 2,5% DIFA[®] SS terhadap variasi 0% PC + 0% DIFA[®] SS mengalami penurunan sebesar 81,47%, sedangkan pada variasi 12% PC + 2,5% DIFA[®] SS terhadap variasi 0% PC + 0% DIFA[®] mengalami penurun sebesar 88,89%.