

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 SIFAT FISIK TANAH

Data indeks properties yang digunakan adalah data primer yang diuji langsung di laboratorium. Pengujian sifat fisik tanah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah FTSP UII dan untuk pengujian kimia dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan FTSP UII.

5.1.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Gambut

1. Hasil Pengujian Kadar Air

Kadar air tanah adalah perbandingan berat air dalam satuan tanah dengan berat kering tanah tersebut, jadi semakin besar berat tanah kering semakin kecil jumlah kadar air yang dihasilkan. Kadar air alami untuk sebagian besar tanah biasanya berada di bawah 65 %, tetapi untuk tanah gambut mempunyai kadar air diatas 100%. Pada jenis tanah yang sama tetapi dengan kadar air yang berbeda akan mewujudkan berat volume yang berbeda pula. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli

1	No. Pengujian			I	II	III	IV
2	Berat Countainer	W1	gr	6,85	6,39	6,51	6,64
3	Berat Countainer + tanah basah	W2	gr	14,15	13,4	13,44	14,3
4	Berat Countainer + tanah kering	W3	gr	8,7	8,25	8,41	8,5
5	Berat air	Ww	gr	5,45	5,15	5,03	5,85
6	Berat Tanah kering	Ws	gr	1,85	1,86	1,9	1,86
7	Kadar air	w	%	294,59	276,88	264,74	311,83
8	kadar air rata-rata	w	%	287,01			

Perhitungan :

a. Sampel I

$$w = \frac{14,15 - 8,7}{8,7 - 6,85} \times 100\% = 294,59 \%$$

b. Sampel II

$$w = \frac{13,4 - 8,25}{8,25 - 6,39} \times 100\% = 276,88 \%$$

c. Sampel III

$$w = \frac{13,44 - 8,41}{8,41 - 6,51} \times 100\% = 264,74 \%$$

d. Sampel IV

$$w = \frac{14,3 - 8,5}{8,5 - 6,64} \times 100\% = 311,83 \%$$

e. Perhitungan kadar air rata-rata

$$\begin{aligned} w \text{ rata-rata} &= \frac{\text{Sampel I} + \text{Sampel II} + \text{sampel III} + \text{Sampel IV}}{4} \\ &= \frac{294,59 + 276,88 + 264,74 + 311,83}{4} \\ &= 287,01 \% \end{aligned}$$

2. Hasil Pengujian Berat Volume

Berat volume tanah gambut sangat rendah, untuk gambut yang mempunyai kadar organik yang tinggi dan terendam air, maka berat volumenya kira-kira sama dengan berat volume air (Macfarlene, 1969). Hasil penelitian berat volume tanah dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah

1	No. Pengujian	Simbol	Satuan	I	II
2	Diameter Ring	d	cm	6.46	6.42
3	Tinggi Ring	t	cm	2.44	2
4	Volume Ring	V	cm ³	79.97	64.74
5	Berat Ring	W1	gr	80.39	65.42
6	Berat Ring + Tanah Basah	W2	gr	170.29	130.21
7	Berat Tanah Basah	W3	gr	89.9	64.79
8	Berat Volume Tanah	γ	gr/cm ³	1.12	1.00
9	Berat Volume Rata-Rata	γ	gr/cm ³	1.06	

Perhitungan :

a. Percobaan I

$$\begin{aligned}\text{Volume ring} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 6,46^2 \times 2,44 \\ &= 79,97 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat tanah basah (W}_3) &= W_2 - W_1 \\ &= 170,29 - 80,39 \\ &= 89,9 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat volume tanah } (\gamma_{\text{Unsat}}) &= \frac{W_3}{V} \\ &= \frac{89,9 \text{ gr}}{79,97} \\ &= 1,12 \text{ gram/cm}^3\end{aligned}$$

b. Percobaan II

$$\begin{aligned}\text{Volume ring} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (6,42)^2 \times 2,00 \\ &= 64,74 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat tanah basah (W}_3) &= W_2 - W_1 \\ &= 130,21 - 65,42 \\ &= 64,79 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat volume tanah } (\gamma_{\text{Unsat}}) &= \frac{W_3}{V} \\ &= \frac{64,79 \text{ gr}}{64,74} \\ &= 1,00 \text{ gram/cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{c. Berat volume rata-rata} &= \frac{1,12 + 1,00}{2} \\ &= 1,06 \text{ gram/cm}^3\end{aligned}$$

Hasil pengujian beberapa peneliti yang dirangkum oleh Macfarlene, menunjukkan bahwa berat volume tanah gambut berkisar antara 0,0 – 1,25 t/m³, maka berat volume yang didapat berada diantara berat volume tersebut.

3. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah

Pengujian ini 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 26°C. Hasil pengujian berat jenis tanah asli dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli

No	Pengujian			I	II	III	IV
1	Berat Picknometer	W1	gr	37,8	37,89	38,28	39,05
2	Berat Picknometer + tanah kering	W2	gr	41,065	40,67	42,22	44,73
3	Berat Picknometer + tanah kering + air	W3	gr	139,76	139,8	141,82	142,55
4	Berat Picknometer + air penuh	W4	gr	138,37	138,94	140,59	141,18
5	Suhu air		°C	26	26	26	26
6	γ_w pada suhu ($t^\circ\text{C} = 26^\circ\text{C}$)		gr/cm ³	0,9969			
7	γ_w pada suhu ($27,5^\circ\text{C}$)		gr/cm ³	0,9966			
8	Berat Tanah Kering	Ws	gr	3,265	2,78	3,94	5,68
9	A = Ws + W ₄		gr	141,635	141,72	144,53	146,86
10	I = A - W ₃		gr	1,875	1,92	2,71	4,31
11	Berat Jenis Tanah pada suhu t°C	Gs		1,7413	1,7413	1,4479	1,3179
12	Berat Jenis Tanah pada suhu 27,5°C	Gs		1,7419	1,7419	1,4484	1,3183
13	Berat Jenis Rata-rata	Gs		1,4907			

Perhitungan :

$$1. \text{ Berat tanah kering (Ws) } = W_2 - W_1$$

$$W_1 = 41,065 - 37,8 = 3,265 \text{ gr}$$

$$W_2 = 40,67 - 37,89 = 2,78 \text{ gr}$$

$$W_3 = 42,22 - 38,28 = 3,94 \text{ gr}$$

$$W_4 = 44,73 - 39,05 = 5,68 \text{ gr}$$

$$2. A = W_s + W_4$$

$$A_1 = 138,37 + 3,265 = 141,635 \text{ gr}$$

$$A_2 = 138,37 + 2,78 = 141,72 \text{ gr}$$

$$A_3 = 140,59 + 3,94 = 144,53 \text{ gr}$$

$$A_4 = 141,18 + 5,68 = 146,86 \text{ gr}$$

$$3. I = A - W_3$$

$$I_1 = 141,635 - 139,76 = 1,875 \text{ gr}$$

$$I_2 = 141,72 - 139,8 = 1,92 \text{ gr}$$

$$I_3 = 144,53 - 141,82 = 2,71 \text{ gr}$$

$$I_4 = 146,86 - 142,55 = 4,31 \text{ gr}$$

$$4. \text{ Berat jenis tanah pada suhu } (t^\circ\text{C}), G_s(t^\circ\text{C}) = \frac{W_s}{I}$$

$$G_{s1}(26^\circ\text{C}) = \frac{3,625}{1,875} = 1,7413$$

$$G_{s2}(26^\circ\text{C}) = \frac{2,78}{1,92} = 1,7413$$

$$G_{s3}(26^\circ\text{C}) = \frac{3,94}{2,71} = 1,4479$$

$$G_{s4}(26^\circ\text{C}) = \frac{5,68}{4,31} = 1,3179$$

$$5. \text{ Berat jenis tanah pada suhu } (27,5^\circ\text{C}),$$

$$G_s(27,5^\circ\text{C}) = G_s(t^\circ\text{C}) \times \frac{(\gamma_w(t^\circ\text{C}))}{(\gamma_w(27,5^\circ\text{C}))}$$

$$G_{s1}(27,5^\circ\text{C}) = 1,7413 \times \frac{0,9969}{0,9966} = 1,7419$$

$$G_{s2}(27,5^\circ\text{C}) = 1,7413 \times \frac{0,9969}{0,9966} = 1,7419$$

$$G_{s3}(27,5^\circ\text{C}) = 1,479 \times \frac{0,9969}{0,9966} = 1,4484$$

$$G_{s4}(27,5^\circ\text{C}) = 1,3179 \times \frac{0,9969}{0,9966} = 1,3183$$

$$6. \text{ Berat jenis rata-rata } G_{sr}(27,5^\circ\text{C}) = \frac{1,7419+1,7419+1,4484+1,3183}{4} \\ = 1,4907$$

Dari hasil pengujian didapat nilai berat jenis (Specific gravity) tanah gambut 1,4125, hal ini menunjukkan bahwa tanah gambut yang digunakan tidak bercampur dengan bahan anorganik karena hasil G_s tidak lebih besar dari 2 dan nilai berat jenis gambut sesuai karena berada diantara 1,28-1,52.

4. Hasil Pengujian Angka Pori

Nilai angka pori tanah gambut adalah sangat besar yaitu berkisar antara 5 s/d 15. Untuk tanah gambut berserat pernah ada yang mempunyai angka pori sebesar 25, sedang tanah gambut tak berserat (*armorphous granular*) mempunyai angka pori sangat kecil yaitu sebesar 2 (Noor Endah, 1997), dari hasil perhitungan diatas maka didapat nilai angka pori dengan perhitungan sebagai berikut,

$$\begin{aligned}
 \text{berat isi } (\gamma_{\text{Unsat}}) &= 1,06 \quad \text{gram/cm}^3 \\
 \text{berat isi kering } (\gamma_d) &= \gamma_{\text{Unsat}} / (1+w) \\
 &= 1,06 / (1+2,87) \\
 &= 0,27452 \quad \text{gram/cm}^3 \\
 \text{Angka pori } (e) &= (G_s / \gamma_d) - 1 \\
 &= (1,4125) - 1 \\
 &= 6,03981
 \end{aligned}$$

Kadar bahan organik yang tinggi pada tanah gambut berdampak pada berat volume (*bulk density*) tanah gambut yang rendah. Bahan organik yang tinggi pada tanah gambut akan membuat tanah gambut menjadi semakin gembur sehingga akan menyebabkan tanah gambut menjadi tanah porous yaitu tanah dengan ruang pori yang tinggi.

5. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah

Pengujian ini untuk menentukan kadar air tanah optimum dan kepadatan maksimum dari sampel tanah gambut kalimantan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.4 sampai Tabel 5.6.

Tabel 5.4 Data Penambahan Air

Penambahan air							
1	Berat sampel tanah	gr	1000	1000	1000	1000	1000
2	Kadar air mula-mula	%	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91
3	Penambahan air	%	30	50	70	90	110
4	Penambahan air	ml	300	500	700	900	1100

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah

Berat volume tanah (γ)							
1	No. Sampel		1	2	3	4	5
2	Berat cetakan	gr	1847	1847	1847	1847	1847
3	Berat cetakan + Tanah basah	gr	2605	2732	2871	2884	2905
4	Berat tanah basah	gr	758	885	1024	1037	1058
5	Berat volume tanah basah, γ	gr/cm ³	0.809	0.945	1.093	1.107	1.129

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Pemadatan Tanah

Kadar air tanah												
1	No. Pengujian		1		2		3		4		5	
2	No. Cawan		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3	Berat cawan	gram	5.63	5.57	5.55	5.51	5.49	5.52	5.58	5.61	5.68	5.62
4	Berat cawan + tanah basah	gram	8.56	8.87	8.68	8.36	8.7	8.23	8.46	8.87	10.03	10.54
5	Berat cawan + tanah kering	gram	7.75	7.94	7.55	7.33	7.31	7.051	7.09	7.32	7.75	7.96
6	Berat air	gram	0.81	0.93	1.13	1.03	1.39	1.179	1.37	1.55	2.28	2.58
7	Berat tanah kering	gram	2.12	2.37	2	1.82	1.82	1.531	1.51	1.71	2.07	2.34
8	Kadar air (w)	%	38.208	39.241	56.500	56.593	76.374	77.008	90.728	90.643	110.145	110.256
9	Kadar air rata-rata (w)		38.724		56.547		76.691		90.686		110.201	
10	Berat volume tanah kering γ_d	gr/cm ³	0.583		0.603		0.619		0.580		0.537	
11	γ_d (Sr 100%)	gr/cm ³	0.913		0.785		0.678		0.619		0.552	
12	γ_d (Sr 80%)	gr/cm ³	0.839		0.707		0.600		0.543		0.479	
13	γ_d (Sr 60%)	gr/cm ³	0.739		0.606		0.503		0.451		0.393	
14	Angka pori		1.421		1.340		1.283		1.432		1.628	

Perhitungan :

a. Perhitungan Pengujian 1

$$1). \text{ Kadar Air (w)} = \left[\frac{W_w}{W_s} \times 100\% \right] / \left[\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\% \right]$$

$$\text{Container a (w1)} = \frac{0,81}{2,12} \times 100\% = 38,208 \%$$

$$\text{Container b (w2)} = \frac{0,93}{2,37} \times 100\% = 39,241 \%$$

$$2). \text{ Kadar air rata - rata} = \left[\frac{w_1 + w_2}{2} \right] = \frac{38,208 + 39,241}{2} \times 100 \% = 38,724 \%$$

$$3). \text{ Berat volume tanah basah } (\gamma) = \frac{758}{931,32} = 0,809 \text{ gr/cm}^3$$

$$4). \text{ Berat volume tanah kering, } (\gamma_d) = \frac{\gamma}{1 + w} = \frac{0,809}{1 + 0,38724} = 0,583 \text{ gr/cm}^3$$

$$5). \text{ Berat volume tanah kering (Sr 100\%)} \gamma_{d100\%} = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + \frac{G_s \cdot w}{S_r}}$$

$$\gamma_{d100\%} = \frac{1,4118 \cdot 1}{1 + \frac{1,4118 \cdot 0,38724}{100\%}} = 0,913 \text{ gr/cm}^3$$

$$6). \text{ Berat volume tanah kering (Sr 80\%)} \gamma_{d80\%} = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + \frac{G_s \cdot w}{S_r}}$$

$$\gamma_d = \frac{1,4118 \cdot 1}{1 + \frac{1,4118 \cdot 0,38724}{80\%}} = 0,839 \text{ gr/cm}^3$$

$$7). \text{ Berat volume tanah kering (Sr 60\%)} \gamma_{d60\%} = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + \frac{G_s \cdot w}{S_r}}$$

$$\gamma_d = \frac{1,4118 \cdot 1}{1 + \frac{1,4118 \cdot 0,38724}{60\%}} = 0,739 \text{ gr/cm}^3$$

$$8). \text{ Angka pori } e = \frac{G_s}{\gamma_d} - 1 = \frac{1,4118}{0,583} - 1 = 1,421$$

b. Perhitungan Pengujian II

$$1) \text{ Kadar Air (w)} = \left[\frac{W_w}{W_s} \times 100\% \right] / \left[\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\% \right]$$

$$\text{Container a (w1)} = \frac{1,13}{2} \times 100\% = 56,5 \%$$

$$\text{Container b (w2)} = \frac{1,03}{1,82} \times 100\% = 56,593 \%$$

$$2) \text{ Kadar air rata - rata } \left[\frac{w_1 + w_2}{2} \right] = \frac{1,13 + 1,03}{2} \times 100\% = 56,547 \%$$

$$3) \text{ Berat volume tanah basah } (\gamma) = \frac{885}{931,3165} = 0,603 \text{ gr/cm}^3$$

$$4) \text{ Berat volume tanah kering, } (\gamma_d) = \frac{\gamma}{1 + w} = \frac{0,603}{1 + 0,56547} = 0,603 \text{ gr/cm}^3$$

$$5) \text{ Berat volume tanah kering (Sr 100\%)} \gamma_{d100\%} = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + \frac{G_s \cdot w}{S_r}}$$

$$\gamma_d = \frac{1,4118 \cdot 1}{1 + \frac{1,4118 \cdot 0,56547}{100\%}} = 0,785 \text{ gr/cm}^3$$

$$6) \text{ Berat volume tanah kering (Sr 80\%)} \gamma_{d80\%} = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + \frac{G_s \cdot w}{S_r}}$$

$$\gamma_d = \frac{1,4118 \cdot 1}{1 + \frac{1,4118 \cdot 0,56547}{80\%}} = 0,785 \text{ gr/cm}^3$$

$$7) \text{ Berat volume tanah kering (Sr 60\%)} \gamma_{d60\%} = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + \frac{G_s \cdot w}{S_r}}$$

$$\gamma_d = \frac{1,4118 \cdot 1}{1 + \frac{1,4118 \cdot 0,56547}{60\%}} = 0,707 \text{ gr/cm}^3$$

$$8) \text{ Angka pori } e = \frac{G_s}{\gamma_d} - 1 = \frac{1,4118}{0,603} - 1 = 1,34$$

c. Perhitungan Pengujian III

$$1) \text{ Kadar Air (w)} = \left[\frac{W_w}{W_s} \times 100\% \right] / \left[\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\% \right]$$

$$\text{Container a (w1)} = \frac{1,39}{1,82} \times 100\% = 76,374 \%$$

$$\text{Container b (w2)} = \frac{1,179}{1,531} \times 100\% = 77,008 \%$$

$$2) \text{ Kadar air rata - rata } \left[\frac{w_1 + w_2}{2} \right] = \frac{76,374 + 77,008}{2} \times 100\% = 76,691 \%$$

$$3) \text{ Berat volume tanah basah } (\gamma) = \frac{1024}{931,3165} = 1,093 \text{ gr/cm}^3$$

$$4) \text{ Berat volume tanah kering, } (\gamma_d) = \frac{\gamma}{1 + w} = \frac{1,093}{1 + 0,76691} = 0,619 \text{ gr/cm}^3$$

$$5) \text{ Berat volume tanah kering (Sr 100\%)} \gamma_{d100\%} = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + \frac{G_s \cdot w}{S_r}}$$

$$\gamma_d = \frac{1,4118 \cdot 1}{1 + \frac{1,4118 \cdot 0,76691}{100\%}} = 0,678 \text{ gr/cm}^3$$

$$6) \text{ Berat volume tanah kering (Sr 80\%)} \gamma_{d80\%} = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + \frac{G_s \cdot w}{S_r}}$$

$$\gamma_d = \frac{2,538 \cdot 1}{1 + \frac{2,538 \cdot 0,24308}{80\%}} = 1,434 \text{ gr/cm}^3$$

$$7) \text{ Berat volume tanah kering (Sr 60\%)} \gamma_{d60\%} = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + \frac{G_s \cdot w}{S_r}}$$

$$\gamma_d = \frac{2,538 \cdot 1}{1 + \frac{2,538 \cdot 0,24308}{60\%}} = 1,252 \text{ gr/cm}^3$$

$$8) \text{ Angka pori } e = \frac{G_s}{\gamma_d} - 1 = \frac{2,538}{1,173} - 1 = 1,166$$

d. Perhitungan Pengujian IV

$$1) \text{ Kadar Air (w)} = \left[\frac{W_w}{W_s} \times 100\% \right] / \left[\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\% \right]$$

$$\text{Container a (w1)} = \frac{3,78}{19,2} \times 100\% = 19,688 \%$$

$$\text{Container b (w2)} = \frac{2,85}{7,22} \times 100\% = 39,474 \%$$

$$2) \text{ Kadar air rata - rata } \left[\frac{w_1 + w_2}{2} \right] = \frac{19,688 + 39,474}{2} \times 100\% = 29,581 \%$$

- 3) Berat volume tanah basah (γ) = $\frac{1529}{936.98} = 1,632 \text{ gr/cm}^3$
- 4) Berat volume tanah kering, (γ_d) = $\frac{\gamma}{1+w} = \frac{1.632}{1+0.29581} = 1,259 \text{ gr/cm}^3$
- 5) Berat volume tanah kering (Sr 100%) $\gamma_{d100\%} = \frac{Gs \cdot \gamma_w}{1 + \frac{Gs \cdot w}{Sr}}$
- $$\gamma_d = \frac{2,538 \cdot 1}{1 + \frac{2,538 \cdot 0.29581}{100\%}} = 1,450 \text{ gr/cm}^3$$
- 6) Berat volume tanah kering (Sr 80%) $\gamma_{d80\%} = \frac{Gs \cdot \gamma_w}{1 + \frac{Gs \cdot w}{Sr}}$
- $$\gamma_d = \frac{2,538 \cdot 1}{1 + \frac{2,538 \cdot 0.29581}{80\%}} = 1,310 \text{ gr/cm}^3$$
- 7) Berat volume tanah kering (Sr 60%) $\gamma_{d60\%} = \frac{Gs \cdot \gamma_w}{1 + \frac{Gs \cdot w}{Sr}}$
- $$\gamma_d = \frac{2,538 \cdot 1}{1 + \frac{2,538 \cdot 0.29581}{60\%}} = 1,128 \text{ gr/cm}^3$$
- 8) Angka pori $e = \frac{Gs}{\gamma_d} - 1 = \frac{2,538}{1,259} - 1 = 1,017$

e. Perhitungan Pengujian V

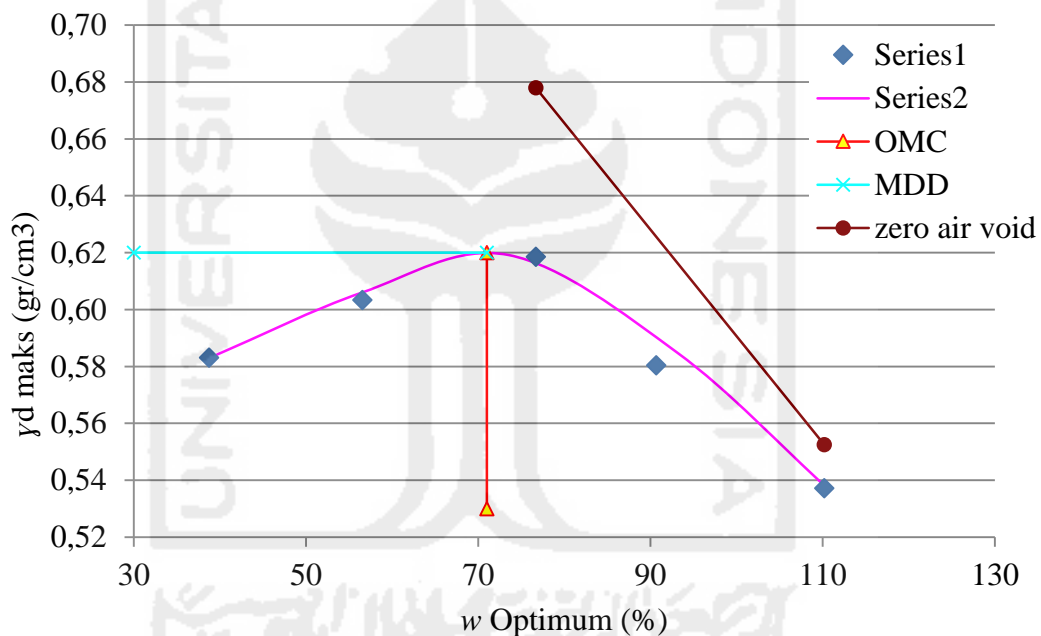
- 1) Kadar Air (w) = $[\frac{W_w}{W_s} \times 100\%] / [\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%]$
- Container a (w_1) = $\frac{5,27}{13,44} \times 100\% = 39,211\%$
- Container b (w_2) = $\frac{3,17}{9,8} \times 100\% = 32,347\%$
- 2) Kadar air rata - rata $[\frac{w_1 + w_2}{2}] = \frac{39,211 + 32,347}{2} \times 100\% = 35,779\%$
- 3) Berat volume tanah basah (γ) = $\frac{1577}{936.98} = 1,683 \text{ gr/cm}^3$
- 4) Berat volume tanah kering, (γ_d) = $\frac{\gamma}{1+w} = \frac{1.683}{1+0.35779} = 1,240 \text{ gr/cm}^3$
- 5) Berat volume tanah kering (Sr 100%) $\gamma_{d100\%} = \frac{Gs \cdot \gamma_w}{1 + \frac{Gs \cdot w}{Sr}}$
- $$\gamma_d = \frac{2,538 \cdot 1}{1 + \frac{2,538 \cdot 0.35779}{100\%}} = 1,331 \text{ gr/cm}^3$$
- 6) Berat volume tanah kering (Sr 80%) $\gamma_{d80\%} = \frac{Gs \cdot \gamma_w}{1 + \frac{Gs \cdot w}{Sr}}$
- $$\gamma_d = \frac{2,538 \cdot 1}{1 + \frac{2,538 \cdot 0.35779}{80\%}} = 1,189 \text{ gr/cm}^3$$

$$7) \text{ Berat volume tanah kering (Sr 60\%)} \gamma_{d60\%} = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + \frac{G_s \cdot w}{S_r}}$$

$$\gamma_d = \frac{2,538 \cdot 1}{1 + \frac{2,538 \cdot 0,35779}{60\%}} = 1,010 \text{ gr/cm}^3$$

$$8) \text{ Angka pori } e = \frac{G_s}{\gamma_d} - 1 = \frac{2,538}{1,240} - 1 = 1,049$$

Dari hasil perhitungan diatas maka diperoleh nilai OMC dan MDD dari hasil grafik hubungan kadar air (%) dengan berat volume tanah kering, untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Grafik Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Tanah Kering pada Tanah Gambut Asli

Pada gambar 5.1 didapat nilai OMC = 71% dan nilai MDD = 0,62 gr/cm³, maka selanjutnya dilakukan perhitungan untuk penambahan air pada campuran sampel tanah sehingga digunakan sampel tanah dengan kadar air optimum.

$$\begin{aligned} \text{Penambahan air} &= W_s \left(\frac{100 + B}{100 + A} - 1 \right) \\ &= 57 \left(\frac{100 + 0,71}{100 + 0,079} - 1 \right) \\ &= 56,34 \text{ cc} \end{aligned}$$

5.1.2 Hasil Pengujian Sifat Kimia

1. Hasil Pengujian Kadar Abu

Pengujian kadar abu merupakan tahapan untuk mendapatkan nilai dan kadar organik suatu tanah. Kadar abu tanah gambut dapat ditentukan dengan cara memasukkan tanah gambut (yang telah dikeringkan pada temperature 105°C) kedalam oven pada temperatur diatas 440°C. selama 3 jam. Persentase abu dihitung terhadap berat kering sampel tanah (MacFarlane, 1969). Hasil pengujian kadar abu dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Kadar Abu

No	Pengujian	Satuan	Sekam Padi	Tanah Gambut
1	Berat Cawan	gr	40,8634	49,1323
2	Berat Cawan + Sekam Padi	gr	49,8067	126,5115
3	Berat Cawan + Abu Sekam Padi	gr	42,7456	64,4923
4	Berat Sampel Uji	gr	8,9433	77,3792
5	Berat Abu	gr	1,8822	15,36
6	Kadar Abu	%	21,0459	19,8503

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Abu Sekam Padi (\%)} &= \frac{\text{Berat abu}}{\text{Berat Sampel Uji}} \times 100\% \\
 &= \frac{1,8822}{8,9433} \times 100\% \\
 &= 21,0459 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Abu Tanah Gambut (\%)} &= \frac{\text{Berat abu}}{\text{Berat Sampel Uji}} \times 100\% \\
 &= \frac{15,36}{77,3792} \times 100\% \\
 &= 19,8503 \%
 \end{aligned}$$

Maka didapat hasil kadar abu pada kedua sampel untuk kadar abu sekam padi sebesar 21,0459 % dan kadar abu tanah gambut sebesar 19,8503%.

2. Hasil Pengujian Kadar Organik

Kadar organik merupakan hal yang paling penting dalam geoteknik, dalam hambatan air mayoritas dari tanah gambut yang tergantung pada kadar organiknya. Menurut ASTM D2607-69 (1989), kadar organik ditentukan dari hasil pengurangan 100% dengan prosentase kadar abu. Dari hasil kadar organik yang didapat, diketahui bahwa tanah gambut merupakan tanah organik dengan kandungan organik > 75%.

$$\begin{aligned} \text{Kadar Organik (\%)} &= 100 - \text{Kadar Abu} \\ &= 100 - 19,8503 \\ &= 80,1497 \% \end{aligned}$$

5.1.3 Rekapitulasi Sifat Fisik Tanah Gambut

Dari hasil pengujian sifat fisik tanah dan sifat kimia yang telah dilakukan dan data-data yang telah diuraikan sebelumnya, maka hasil pengujian direkapitulasi pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Perbandingan Sifat Fisik Gambut di Indonesia dengan Hasil Pengujian

No	Sifat Fisik	Parameter*	Uji Tanah Gambut**
1	Spesifik gravity (Gs)	1,25 – 1,8	1,49
2	Berat volume basah (γ_{Unsat})	0,9 – 1,25 gr/cm ³	1,06 gr/cm ³
3	Berat volume kering (γ_d)	0,4 – 0,6 gr/cm ³	0,53 gr/cm ³
4	Kadar air (w)	100% - 1500%	287 %
5	Angka pori (e_o)	5 – 15	6,03981
6	Kadar abu (A_c)	1 – 15 %	19,85 %
7	Kandungan Organik (O_c)	> 75 %	80,15 %

Sumber : * : Penelitian Terdahulu

** : Hasil Penelitian, 2016

Spesifikasi tanah gambut berdasarkan beberapa istilah penggolongan yang umum digunakan dan sifat atau harkat kesuburannya serta kelayakannya untuk pertanian ditinjau dari lokasi pengambilan sampel yaitu :

1. Berdasarkan bahan asal atau penyusunnya merupakan gambut kayuan (*woody peat*) adalah gambut yang berasal dari jenis pohon-pohonan (hutan tiang beserta tanaman semak (paku-pakuan) dibawahnya.
2. Menurut wilayah iklim termasuk Gambut tropic adalah gambut yang berada di kawasan tropic atau sub-tropik
3. Proses pembentukannya merupakan Gambut topogen adalah gambut yang pembentukannya dipengaruhi oleh keadaan topografi (cekungan dan air tanah)
4. Menurut lingkungan pembentukan atau fisiografinya merupakan gambut cekungan (*basin peat*) adalah gambut yang terbentuk di daerah cekungan, lembah sungai, atau rawa burit (*backswamps*)

Menurut Astm d-4427 tanah gambut dapat diklasifikasikan berdasarkan kadar abu, kadar organik dan daya serap terhadap air dan bahan pembentuknya didapatkan dari hasil pengujian, berikut hasilnya:

1. berdasarkan kadar abu dengan nilai 19,85%, maka tanah gambut diklasifikasikan menjadi kadar abu tinggi $> 15\%$,
2. berdasarkan daya serap terhadap air, kecil karena kapasitas menyimpan air $< 300\%$

Tabel 3.1 yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya menunjukkan bahwa hasil pengujian kadar abu menunjukkan bahwa tanah yang digunakan yaitu Tanah Gambut dengan kadar abu yang tinggi. Tanah gambut itu sendiri merupakan akumulasi atau timbunan dari bahan organik yang telah dan yang belum melapuk.

Kadar bahan organik yang tinggi pada tanah gambut berdampak pada berat volume atau *bulk density* tanah gambut yang rendah dikarenakan dengan bahan organik yang tinggi pada tanah gambut akan membuat tanah gambut menjadi semakin gembur sehingga akan menyebabkan tanah gambut menjadi tanah porous yaitu tanah dengan ruang pori yang tinggi. *Bulk density* yang sangat rendah pada tanah gambut tidak sepenuhnya menjadi baik, karena hal ini akan menyebabkan jenis-jenis tanaman tertentu khususnya tanaman perkebunan seperti tanaman sawit dan karet akan menjadi cepat rebah disebabkan oleh tanahnya yang terlalu gembur, begitu pula jika dibangun sebuah bangunan, maka pondasi yang diletakkan tidak bisa mendistribusikan beban bangunan di atasnya.

5.2 HASIL PENGUJIAN TRIAKSIAL

Tujuan dari pengujian triaksial dengan kondisi UU ini adalah untuk mendapatkan nilai parameter tegangan geser yaitu kohesi (c) serta nilai sudut geser (ϕ) dengan cara memvisualisasikan grafik lingkaran Mohr. Parameter tegangan geser ini digunakan untuk mengetahui bidang keruntuhan.

5.2.1 Pengujian Triaksial Tanah Gambut Asli

Hasil pengujian triaxial pada sampel tanah asli tanpa penambahan abu sekam padi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.9 sampai Tabel 5.14 dan untuk hasil grafik lingkaran mohr dapat dilihat pada Gambar 5.3.

Tabel 5.9 Data Sampel Tanah

Silinder	I (0,5 kg)	II (1 kg)	III (1.5 kg)
Tinggi Silinder	7,5	7,5	7,5
Diameter silinder (cm)	3,95	3,95	3,95
Berat silinder (gr)	135,32	113,66	132
Luas Penampang silinder (cm ²)	12,2542	12,2542	12,2542
Volume Silinder (cm ³)	91,9063	91,9063	91,9063
Berat silinder + Tanah Basah (gr)	219,53	197,19	219,31
Berat Tanah Basah (gr)	84,21	83,53	87,31
Berat Isi Basah, γ (gr/cm ³)	0,9163	0,9089	0,9500
Berat isi Kering, γ_d (gr/cm ³)	0,5210	0,5136	0,5459

Tabel 5.10 Data Uji Kadar Air

	atas	tengah	bawah	top	mid	bot	top	mid	bot
Berat container, W1 (gr)	9,8	12,7	13,05	12,64	12,75	12,8	12,82	12,13	12,56
Berat tanah basah + container, W2 (gr)	40,38	39,28	40,1	41,87	39,82	40,03	42,87	38,82	43,13
Berat tanah kering + container, W3 (gr)	27,21	27,81	28,42	29,21	27,9	28,29	29,98	27,64	30,04
Berat tanah basah, $W = W2 - W1$ (gr)	30,58	26,58	27,05	29,23	27,07	27,23	30,05	26,69	30,57
Berat tanah kering, $W_s = W3 - W1$ (gr)	17,41	15,11	15,37	16,57	15,15	15,49	17,16	15,51	17,48
Berat air, $W_w = W2 - W3$ (gr)	13,17	11,47	11,68	12,66	11,92	11,74	12,89	11,18	13,09
Kadar Air (%)	75,65	75,91	75,99	76,40	78,68	75,79	75,12	72,08	74,89
Kadar air rata-rata, $w(\%)$	75,85			76,96			74,03		

Tabel 5.11 Data Hasil Uji Triaxial (Tegangan 0,5 kg/cm²)

Vertical dial x 0,001	Load dial reading	DL	e	Area, CF	Corection Area, A'	Deviator Stress
(inchi)	(div)	(cm)			(cm ²)	(kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	1,000	0	0
20	12	0,020	0,267	0,997	12,287	0,131
40	23	0,040	0,533	0,995	12,320	0,250
60	28	0,060	0,800	0,992	12,353	0,304
80	37	0,080	1,067	0,989	12,386	0,400
100	46	0,100	1,333	0,987	12,420	0,496
120	54	0,120	1,600	0,984	12,453	0,581
140	61	0,140	1,867	0,981	12,487	0,654
160	68	0,160	2,133	0,979	12,521	0,727
180	76	0,180	2,400	0,976	12,556	0,811
200	83,5	0,200	2,667	0,973	12,590	0,888
220	90	0,220	2,933	0,971	12,624	0,955
240	97	0,240	3,200	0,968	12,659	1,026
260	105	0,260	3,467	0,965	12,694	1,108
280	112	0,280	3,733	0,963	12,729	1,178
300	119	0,300	4,000	0,960	12,765	1,248
320	125	0,320	4,267	0,957	12,800	1,308
340	130	0,340	4,533	0,955	12,836	1,356
360	134,5	0,360	4,800	0,952	12,872	1,399
380	137	0,380	5,067	0,949	12,908	1,421
400	141	0,400	5,333	0,947	12,945	1,459
420	143	0,420	5,600	0,944	12,981	1,475
440	144,5	0,440	5,867	0,941	13,018	1,486
460	146	0,460	6,133	0,939	13,055	1,497
480	148,5	0,480	6,400	0,936	13,092	1,519
500	152	0,500	6,667	0,933	13,129	1,550
520	155	0,520	6,933	0,931	13,167	1,576
540	158	0,540	7,200	0,928	13,205	1,602
560	160	0,560	7,467	0,925	13,243	1,618
580	162	0,580	7,733	0,923	13,281	1,633
600	162,5	0,600	8,000	0,920	13,320	1,634
620	164	0,620	8,267	0,917	13,358	1,644
640	164	0,640	8,533	0,915	13,397	1,639
660	164,5	0,660	8,800	0,912	13,437	1,639

Tabel 5.12 Data Hasil Uji Triaxial (Tegangan 1 kg/cm²)

Vertical dial x 0,001	Load dial reading	DL	e	Area, CF	Corection Area, A'	Deviator Stress
(mm)	(div)	(cm)			(cm ²)	(kg/cm ²)
0		0,000	0,000	1,000	0	0
20	20	0,020	0,267	0,997	12,287	0,221
40	29	0,040	0,533	0,995	12,320	0,315
60	37	0,060	0,800	0,992	12,353	0,401
80	49	0,080	1,067	0,989	12,386	0,524
100	61	0,100	1,333	0,987	12,420	0,652
120	69	0,120	1,600	0,984	12,453	0,737
140	77	0,140	1,867	0,981	12,487	0,826
160	86	0,160	2,133	0,979	12,521	0,914
180	95	0,180	2,400	0,976	12,556	1,008
200	103	0,200	2,667	0,973	12,590	1,098
220	111	0,220	2,933	0,971	12,624	1,177
240	119	0,240	3,200	0,968	12,659	1,259
260	126	0,260	3,467	0,965	12,694	1,324
280	133	0,280	3,733	0,963	12,729	1,396
300	139	0,300	4,000	0,960	12,765	1,461
320	146	0,320	4,267	0,957	12,800	1,522
340	151	0,340	4,533	0,955	12,836	1,575
360	155	0,360	4,800	0,952	12,872	1,615
380	159	0,380	5,067	0,949	12,908	1,649
400	163	0,400	5,333	0,947	12,945	1,686
420	166	0,420	5,600	0,944	12,981	1,712
440	169	0,440	5,867	0,941	13,018	1,736
460	171	0,460	6,133	0,939	13,055	1,751
480	173	0,480	6,400	0,936	13,092	1,772
500	177	0,500	6,667	0,933	13,129	1,800
520	179	0,520	6,933	0,931	13,167	1,815
540	182	0,540	7,200	0,928	13,205	1,840
560	184	0,560	7,467	0,925	13,243	1,855
580	186	0,580	7,733	0,923	13,281	1,875
600	187	0,600	8,000	0,920	13,320	1,882
620	190	0,620	8,267	0,917	13,358	1,899
640	190	0,640	8,533	0,915	13,397	1,899

Tabel 5.13 Data Hasil Uji Triaxial (Tegangan 2 kg/cm²)

Vertical dial x 0,001	Load dial reading	DL	e	Area, CF	Corection Area, A'	Deviator Stress
(inchi)	(div)	(cm)			(cm ²)	(kg/cm ²)
0	0	0,000	0,000	1,000	0	0
20	28,5	0,020	0,267	0,997	12,287	0,311
40	35	0,040	0,533	0,995	12,320	0,380
60	46	0,060	0,800	0,992	12,353	0,499
80	60	0,080	1,067	0,989	12,386	0,649
100	75	0,100	1,333	0,987	12,420	0,809
120	83	0,120	1,600	0,984	12,453	0,892
140	93	0,140	1,867	0,981	12,487	0,997
160	103	0,160	2,133	0,979	12,521	1,101
180	113	0,180	2,400	0,976	12,556	1,205
200	123	0,200	2,667	0,973	12,590	1,308
220	132	0,220	2,933	0,971	12,624	1,400
240	141	0,240	3,200	0,968	12,659	1,491
260	146	0,260	3,467	0,965	12,694	1,540
280	153,5	0,280	3,733	0,963	12,729	1,615
300	159,5	0,300	4,000	0,960	12,765	1,673
320	166	0,320	4,267	0,957	12,800	1,736
340	172	0,340	4,533	0,955	12,836	1,794
360	176	0,360	4,800	0,952	12,872	1,831
380	181	0,380	5,067	0,949	12,908	1,878
400	185	0,400	5,333	0,947	12,945	1,914
420	189	0,420	5,600	0,944	12,981	1,950
440	193	0,440	5,867	0,941	13,018	1,985
460	195,5	0,460	6,133	0,939	13,055	2,005
480	198	0,480	6,400	0,936	13,092	2,025
500	201	0,500	6,667	0,933	13,129	2,050
520	202	0,520	6,933	0,931	13,167	2,054
540	205	0,540	7,200	0,928	13,205	2,079
560	207	0,560	7,467	0,925	13,243	2,093
580	210	0,580	7,733	0,923	13,281	2,117
600	212	0,600	8,000	0,920	13,320	2,131
620	215	0,620	8,267	0,917	13,358	2,155
640	217	0,640	8,533	0,915	13,397	2,169
660	219	0,660	8,800	0,912	13,437	2,182
680	219	0,680	9,067	0,909	13,476	2,176
700	219	0,700	9,333	0,907	13,516	2,170

Tabel 5.14 Data Tekanan Keliling

No	Parameter	Teg 0,5	Teg 2	Teg 2
1	Tekanan Utama Minor (σ_3)	0,5000	1,0000	2,0000
2	Tekanan Deviator ($\Delta\sigma$)	1,6439	1,8995	2,1824
3	Tekanan Utama Mayor (σ_1)	2,1439	2,8995	4,1824
4	Absis (Pusat Lingkaran), (x)	1,3219	1,9497	3,0912
5	Jari-jari Lingkaran (r)	0,8219	0,9497	1,0912
6	Angle of shearing resistance (ϕ)	8,5762		
7	Apperen cohesion (c) (kg/cm ²)	0,645		

1. Perhitungan

a. Modulus Elastis (E)

$$= \frac{\epsilon}{\sigma}$$

$$= \frac{0,2667}{0,221}$$

$$= 82,755 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 82,755 \times 9,81 \times 10$$

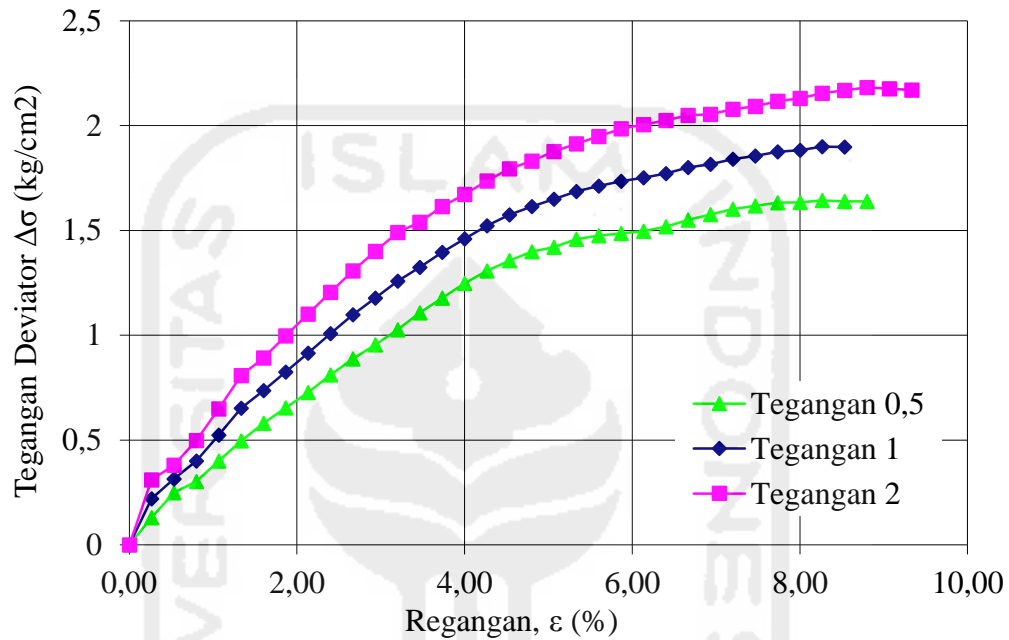
$$= 8118,245 \text{ kn/m}^2$$

b. Untuk mencari nilai c dan ϕ dibuat persamaan sebagai berikut,

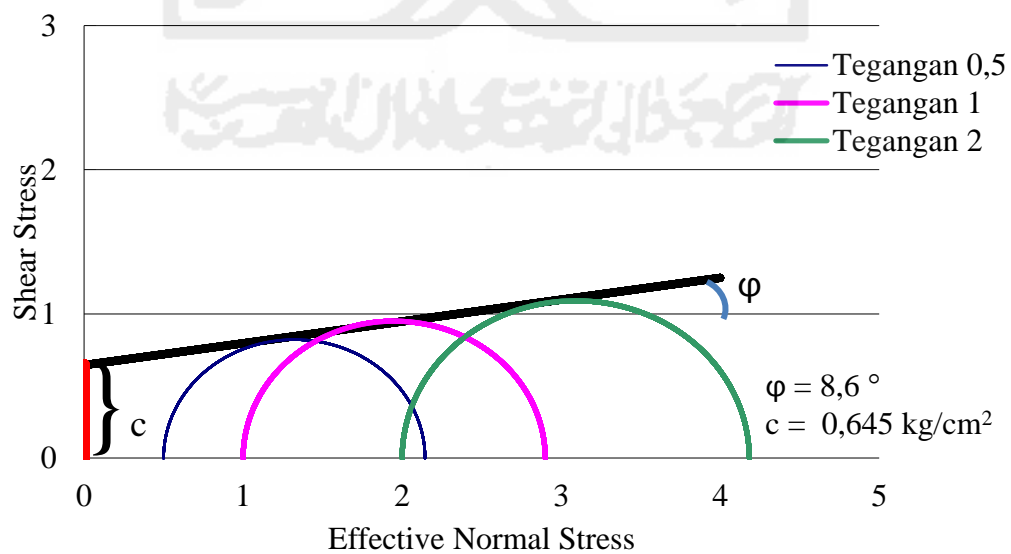
{Pers 1 }	2,1439	=	0,5000	m ²	+	2	mc	
	2,8995	=	1,0000	m ²	+	2	mc	
	4,1824	=	2,0000	m ²	+	2	mc +	
	9,2257	=	3,5000	m ²	+	6	mc	
{Pers 2 }	4,5962	=	1,0719	m ²	+	4,2877	mc	
	8,4069	=	2,8995	m ²	+	5,7989	mc	
	17,4925	=	8,3648	m ²	+	8,3648	mc +	
	30,4956	=	12,3362	m ²	+	18,4515	mc	
{Pers 3 }	9,2257	=	3,5000	m ²	+	6,0000	mc	{x 18,4515}
	30,4956	=	12,3362	m ²	+	18,4515	mc	{x 6}
	170,22884	=	64,5802	m ²	+	110,70897	mc	
	182,9738	=	74,0173	m ²	+	110,70897	mc -	
	-12,744958	=	-9,4371	m ²	+	0	mc	
	m	=	1,16212					
	c	=	0,65	kg/cm ²				
	pi	=	8,58	°				

2. Grafik

Dari hasil perhitungan yang telah didapat maka dapat dibentuk grafik hubungan tegangan-regangan seperti pada Gambar 5.2 dan grafik Lingkaran Mohr pada Gambar 5.3.



Gambar 5.2 Grafik Hasil Hubungan Teg.Geser – Regangan Tanah Gambut Asli



Gambar 5.3 Grafik Hasil Hubungan Teg.Geser – Regangan Tanah Gambut Asli

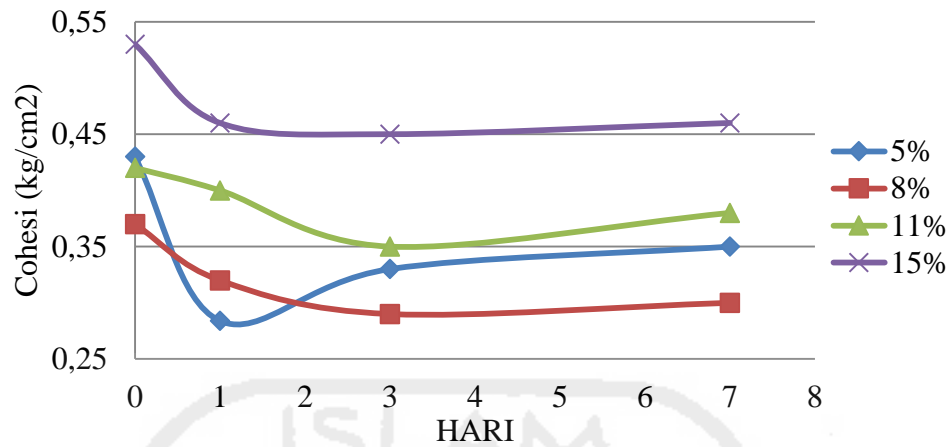
5.2.2 Parameter Geser Tanah Gambut yang Sudah Distabilisasi

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dan data-data yang telah diuraikan sebelumnya, maka hasil pengujian triaxial selanjutnya direkapitulasi pada Tabel 5.15. Seluruh hasil tabel dan grafik pengujian triaksial dapat dilihat pada Lampiran 1 s/d Lampiran 74.

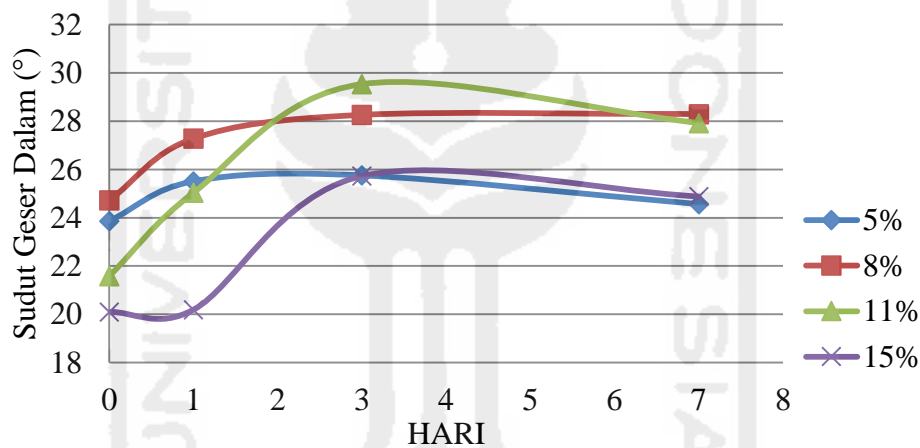
Tabel 5.15 Rekapitulasi Nilai C dan ϕ

Jenis Tanah + Bahan Stabilisasi	Kohesi (c) (kg/cm ²)	Sudut geser (ϕ) (°)
1. Tanah Gambut Asli	0,645	8,60
2. Tanpa Masa Peram		
Tanah Gambut + 5% Abu Sekam	0,4820	23,86
Tanah Gambut + 8% Abu Sekam	0,5027	24,72
Tanah Gambut + 11% Abu Sekam	0,5235	21,59
Tanah Gambut + 15% Abu Sekam	0,5786	20,10
2. Masa Peram 1 Hari		
Tanah Gambut + 5% Abu Sekam	0,2746	25,51
Tanah Gambut + 8% Abu Sekam	0,2929	27,28
Tanah Gambut + 11% Abu Sekam	0,4577	25,04
Tanah Gambut + 15% Abu Sekam	0,4684	20,19
3. Masa Peram 3 Hari		
Tanah Gambut + 5% Abu Sekam	0,3177	25,75
Tanah Gambut + 8% Abu Sekam	0,3089	28,26
Tanah Gambut + 11% Abu Sekam	0,3090	29,53
Tanah Gambut + 15% Abu Sekam	0,4896	25,73
4. Masa Peram 7 Hari		
Tanah Gambut + 5% Abu Sekam	0,4243	24,57
Tanah Gambut + 8% Abu Sekam	0,3207	28,30
Tanah Gambut + 11% Abu Sekam	0,4988	27,92
Tanah Gambut + 15% Abu Sekam	0,4810	24,88

Hasil rekapitulasi diatas dibuat grafik perbandingan Nilai Cohesi dan ϕ terhadap kadar campuran serta masa peram. Grafik perbandingan nilai Cohesi dapat dilihat pada Gambar 5.4, sedangkan untuk nilai ϕ dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.4 Grafik Perbandingan Nilai Cohesi terhadap Kadar Campuran ASP



Gambar 5.5 Grafik Perbandingan Nilai ϕ terhadap Masa Peram

Penggunaan sampel tanah yang dikeringkan terlebih dahulu akan menyebabkan kondisi tanah gambut yang telah mengalami kering tak balik membentuk pasir semu yang tidak mampu lagi menyerap air. Kondisi ini tidak sepenuhnya dibenarkan oleh para pendahulu, dikarenakan belum adanya spesifik pengujian pada kondisi ini. Ketika pengujian dilakukan, kondisi tanah terlihat seperti butiran pasir dan ketika dicampurkan dengan air sampel tanah tidak bisa menyerap air dengan sendirinya, serta dapat dilihat pada nilai c dan ϕ pada hasil pengujian, nilai c yang mendekati 0 dan nilai ϕ yang besar menyerupai hasil parameter geser pada tanah pasir.

Grafik perbandingan nilai kohesi dan sudut geser pada Gambar 5.4 menjelaskan bahwa nilai kohesi terlihat konstan pada masa peram hari ketiga dengan kadar campuran RHA 8% menghasilkan nilai kohesi terkecil sebesar $0,3090 \text{ kg/cm}^2$, maka dapat disimpulkan campuran pada kadar 8% merupakan campuran optimum. Untuk hasil perbandingan nilai sudut geser dalam pada Gambar 5.5 terlihat campuran RHA meningkatkan nilai ϕ sampai tiga kali lipat. nilai ϕ terbesar didapat pada campuran RHA hari ketiga dengan campuran 11% sebesar $29,53^\circ$. Kedua grafik ini menjelaskan bahwa variasi campuran diantara 8% sampai 11% dengan pemeraman optimum pada hari ketiga.

5.3 PENGARUH CAMPURAN TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH

5.3.1 Perhitungan Pondasi

Pada penelitian ini diperoleh hasil parameter geser tanah berupa kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) dari uji triaksial. Analisis daya dukung tanah dengan teori terzaghi digunakan pondasi setempat dengan dimensi lingkaran dimana ada beberapa hal yang diasumsikan sendiri pada penelitian ini seperti lebar (B) dan kedalaman (Df). Data yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.16.

Tabel 5.16 Data Hasil Uji Parameter Tanah

Sampel Tanah		ϕ ($^\circ$)	c (kg/cm ²)	γ (kN/m ³)
tanah asli		8,60	63,2745	9,0746
Tanpa Masa Peram	5%	24,47	42,1830	9,2521
	8%	26,91	36,2970	9,4749
	11%	23,99	41,2020	9,6070
	15%	20,18	51,9930	9,2158
Peram 1 Hari	5%	25,32	27,8604	9,0521
	8%	27,47	31,3920	9,2931
	11%	26,57	39,2400	9,0364
	15%	21,21	45,1260	8,5513
Peram 3 Hari	5%	25,64	32,3730	8,8044
	8%	29,77	28,4490	8,6264
	11%	29,90	34,3350	8,4488
	15%	26,30	44,1450	8,1804

Tabel 5.16 Lanjutan Data Hasil Uji Parameter Tanah (2 dari 2)

Sampel Tanah		ϕ (°)	c (kN/m ²)	γ_d (gr/cm ³)
Peram 7 Hari	5%	25,85	34,3350	7,0954
	8%	29,40	29,4300	7,1138
	11%	29,25	37,2780	6,8417
	15%	25,33	45,1260	6,5372

Dari nilai ϕ yang didapat maka bisa menentukan koefesien keruntuhan geser untuk perhitungan daya dukung tanah. Koefesien keruntuhan geser dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut ini.

Tabel 5.17 Faktor Daya Dukung Terzaghi

ϕ	keruntuhan geser umum			keruntuhan geser lokal		
	Nc	Nq	Ny	Nc	Nq	Ny
0	5,7	1	0	5,7	1	0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35	23,7	11,7	9

Sumber : Das Braja M, 1988

Dari data-data yang telah didapat maka bisa langsung melakukan perhitungan, berikut ini contoh perhitungan kapasitas daya dukung pada tanah gambut asli.

1. Tanah asli

Interpolasi nilai Nc, Nq dan Ny dengan $\phi = 8,6^\circ$

$$\begin{aligned} N_c &= 7,3 - \left(\frac{8,6-5}{10-5} \cdot (7,3 - 9,6) \right) \\ &= 8,956 \end{aligned}$$

$$N_q = 1,6 - \left(\frac{8,6-5}{10-5} \cdot (1,6 - 2,7) \right)$$

$$= 2,392$$

$$\begin{aligned} N_y &= 0,5 - \left(\frac{8,6-5}{10-5} \cdot (0,5 - 1,2) \right) \\ &= 1,004 \end{aligned}$$

digunakan nilai q pada kondisi *General Share*

$$\begin{aligned} q &= 1,3 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y \\ &= 1,3 \cdot 63,2745 \cdot 8,956 + 1 \cdot 9,0746 \cdot 2,392 + 0,3 \cdot 9,0746 \cdot 1 \cdot 1,004 \\ &= 750,6117 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

digunakan nilai SF sebesar 3 maka,

$$\begin{aligned} q_{\text{all}} &= \frac{q}{\text{SF}} \\ &= \frac{750,6117}{3} \\ &= 250,2039 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

2. Tanah Gambut + Campuran 5% RHA (tanpa masa peram)

Interpolasi nilai N_c , N_q dan N_y dengan $\phi = 23,86^\circ$

$$\begin{aligned} N_c &= 17,7 - \left(\frac{23,86-20}{25-20} \cdot (17,7 - 25,1) \right) \\ &= 23,4192 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_q &= 7,4 - \left(\frac{23,86-20}{25-20} \cdot (7,4 - 12,7) \right) \\ &= 11,4962 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_y &= 5 - \left(\frac{23,86-20}{25-20} \cdot (5 - 9,7) \right) \\ &= 8,6325 \end{aligned}$$

Digunakan nilai q pada kondisi *General Share*

$$\begin{aligned} q &= 1,3 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y \\ &= 1,3 \cdot 42,1830 \cdot 23,419 + 1 \cdot 9,2521 \cdot 11,496 + 0,3 \cdot 9,2521 \cdot 1 \cdot 8,6325 \\ &= 1513,6968 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Digunakan nilai SF sebesar 3, maka

$$\begin{aligned} q_{\text{all}} &= \frac{q}{\text{SF}} \\ &= \frac{1513,6968}{3} \\ &= 504,5656 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

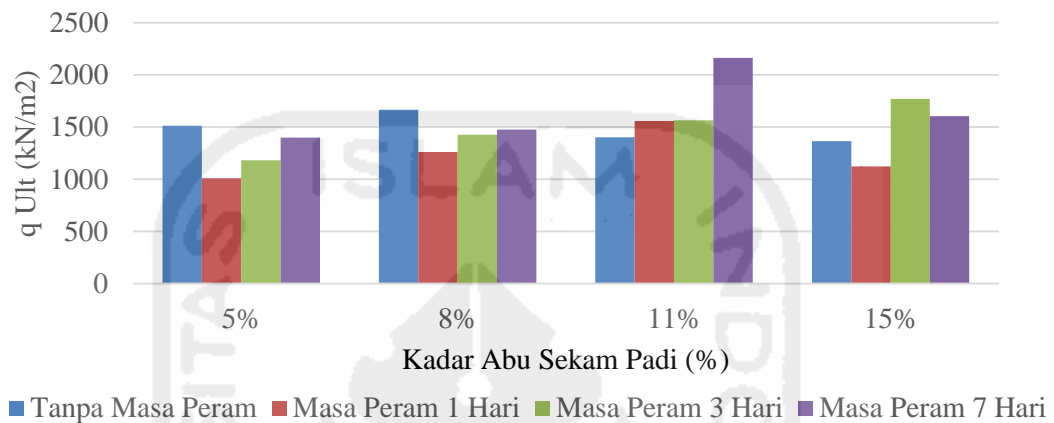
Untuk hasil perhitungan analisis daya dukung tanah selanjutnya dengan cara perhitungan yang sama dengan yang diatas maka hasil perhitungan direkapitulasi dan dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut ini.

Tabel 5.18 Rekapitulasi Perhitungan Analisis Daya Dukung Tanah

		DAYA DUKUNG TANAH	
		q ult	q all
Satuan		kN/m ²	kN/m ²
Tanah asli		750,612	250,204
Tanpa Masa Peram	5%	1513,697	504,566
	8%	1667,012	555,671
	11%	1401,318	467,106
	15%	1366,992	455,664
Masa Peram 1 Hari	5%	1010,885	336,962
	8%	1260,650	420,217
	11%	1557,834	519,278
	15%	1123,925	374,642
Masa Peram 3 Hari	5%	1181,815	393,938
	8%	1427,517	475,839
	11%	1566,773	522,258
	15%	1771,186	590,395
Masa Peram 7 Hari	5%	1400,313	466,771
	8%	1477,409	492,470
	11%	2162,763	720,921
	15%	1605,287	535,096

Penambahan abu sekam padi pada tanah cenderung meningkatkan daya dukung tanah, karena sekam masih dapat berfungsi sebagai pengikat antara partikel-partikel tanah dengan senyawa kimia yang terkandung pada abu sekam padi. Ikatan antara partikel pada tanah menyebabkan rongga pada tanah semakin kecil sehingga menguatkan daya dukung pada tanah tersebut. Oleh karena itu, abu sekam padi merupakan zat pencampur yang cukup baik untuk memperkuat daya dukung tanah. Hasil perhitungan daya dukung pondasi yang telah direkapitulasi pada Tabel 5.18, dapat dilihat q ult tanah asli sebesar 750,612 kN/m², untuk setiap masa peram yang sama didapat q ult terbesar pada campuran RHA dengan kadar

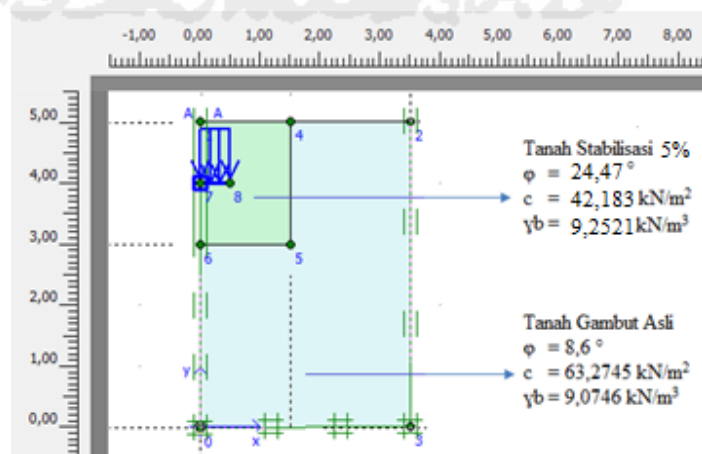
11%. Tanah gambut dengan q_{ult} terbesar terdapat pada campuran RHA 11% pada masa peram 7 hari sebesar $2162,763 \text{ kN/m}^2$ dan q_{ult} terkecil pada campuran RHA 5% pada masa peram 1 hari sebesar $1010,885 \text{ kN/m}^2$. Hasil perhitungan di proyeksikan ke Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Diagram perbandingan Nilai q_{ult}

5.3.2 Hasil Pemodelan dengan Menggunakan *Plaxis versi 8.2*

Pemodelan yang dilakukan dengan menggunakan program *plaxis versi 8.2* ini bertujuan untuk mendapatkan nilai penurunan yang terjadi. Pemodelan dengan menggunakan model *axisymetry* dengan dimensi pondasi lingkaran, digunakan material model mohr-coulomb dengan material type *drained*. Diameter pondasi yang digunakan ialah 1 m dengan kedalaman 1 m dapat dilihat pada Gambar 5.7.



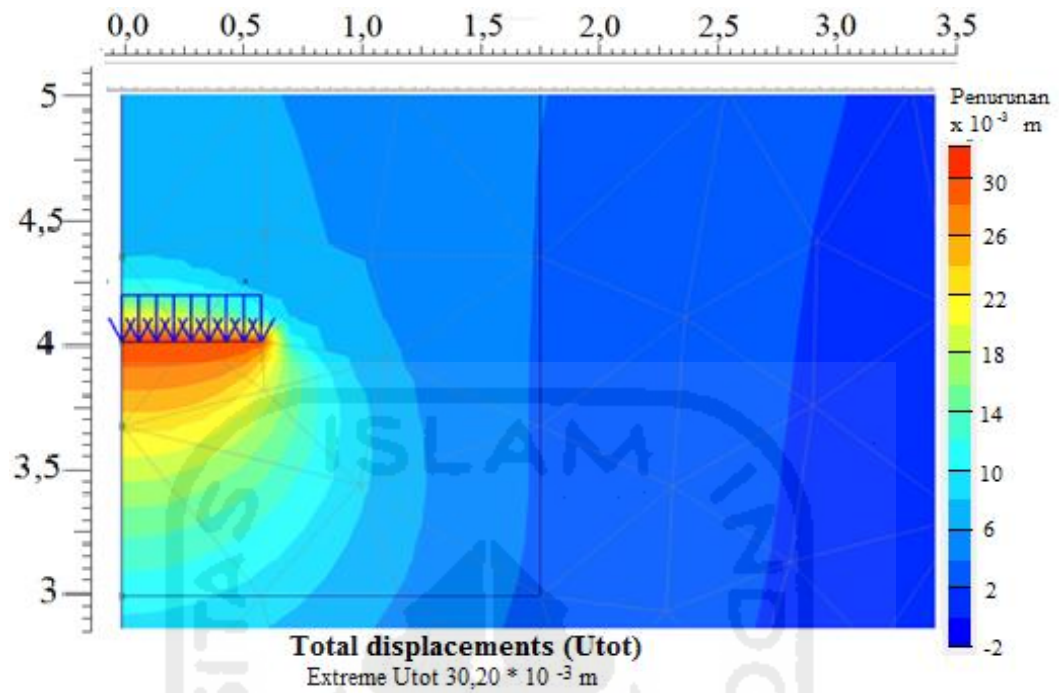
Gambar 5.7 Pemodelan Pondasi dengan Model *Axisymetry*

Parameter tanah yang didapat dari hasil pengujian triaksial akan digunakan pada pemodelan plaxis versi 8.2 dapat dilihat pada Tabel 5.19.

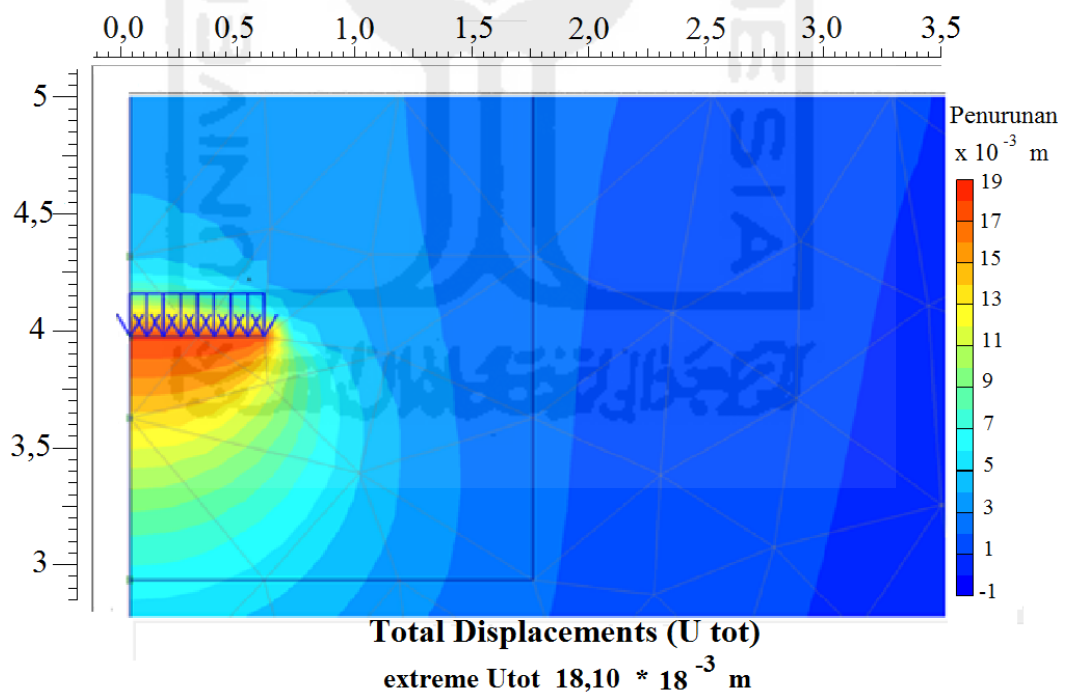
Tabel 5.19 Parameter Tanah untuk Pemodelan Plaxis (1 dari 2)

Parameter		C	ϕ	E	γ	γ_{sat}
Satuan		kN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ³	kN/m ³
Tanah asli		63,2745	8,6008	8118,2448	9,0746	11,3193
Tanpa Masa Peram	5%	42,1830	24,4655	8354,6252	9,2521	11,3476
	8%	36,2970	26,9078	6467,7298	9,4749	11,4276
	11%	41,2020	23,9891	6395,3327	9,6070	11,4732
	15%	51,9930	20,1784	6467,7298	9,2158	11,4284
Masa Peram 1 Hari	5%	27,8604	25,3235	5212,5884	9,0521	11,3416
	8%	31,3920	27,4744	4199,0295	9,2931	11,4003
	11%	39,2400	26,5651	7384,5002	9,0364	11,4326
	15%	45,1260	21,2063	5646,9708	8,5513	11,3953
Masa Peram 3 Hari	5%	32,3730	25,6410	14117,4269	8,8044	11,3251
	8%	28,4490	29,7696	11873,1180	8,6264	11,3696
	11%	34,3350	29,8989	11728,3239	8,4488	11,3689
	15%	44,1450	26,2996	10867,2000	8,1804	11,3671
Masa Peram 7 Hari	5%	34,3350	25,8523	10714,7650	7,0954	11,3058
	8%	29,4300	29,3961	12307,5004	7,1138	11,3256
	11%	37,2780	29,2488	11438,7357	6,8417	11,2764
	15%	45,1260	25,3298	11438,7357	6,5372	11,2533

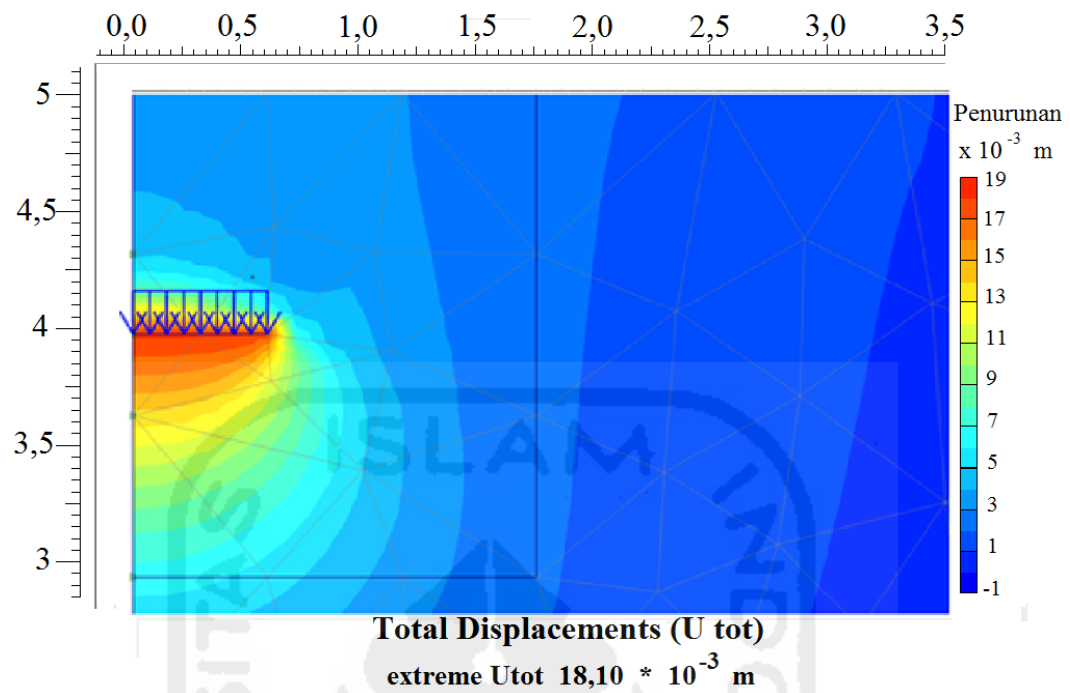
Setelah menginput nilai parameter tanah pada program plaxis, maka setelah itu menghitung nilai penurunan yang terjadi. Pada pemodelan ini muka air tanah diabaikan. Hasil diagram dari pemodelan plaxis ini dapat dilihat pada Gambar 5.8 sampai 5.24. Pada hasil gambar menunjukkan bahwa penyebaran daerah sesuai dengan teori bussiness dan dapat dilihat warna merah tepat dibawah pondasi menunjukkan nilai penurunan yang paling ekstrim.



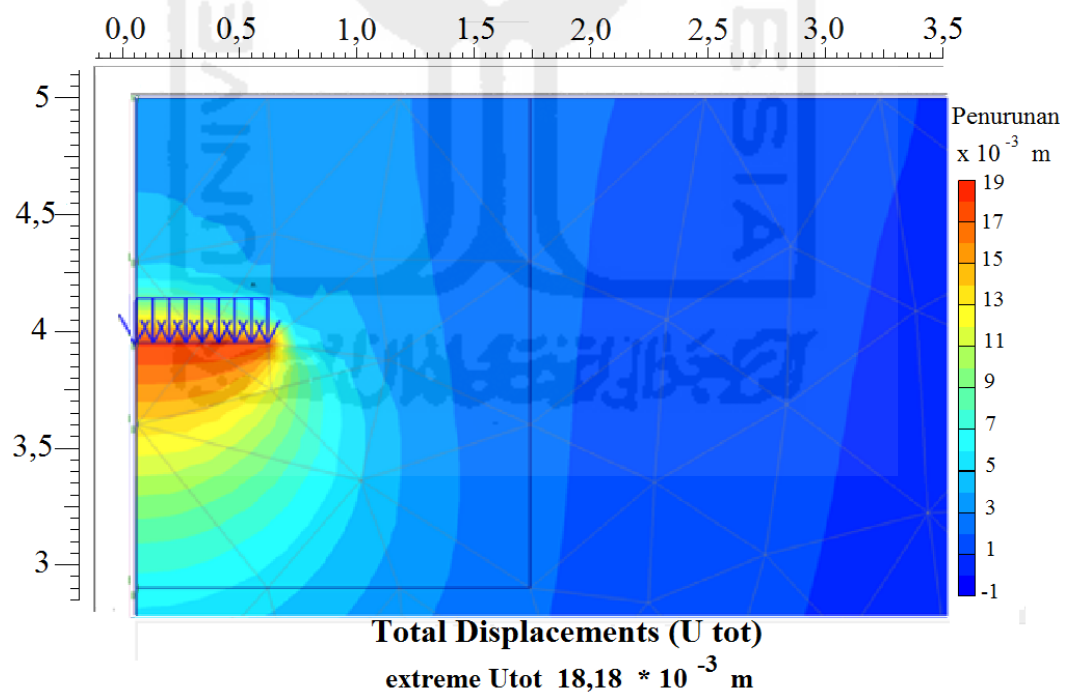
Gambar 5.8 Diagram Penurunan Tanah Asli



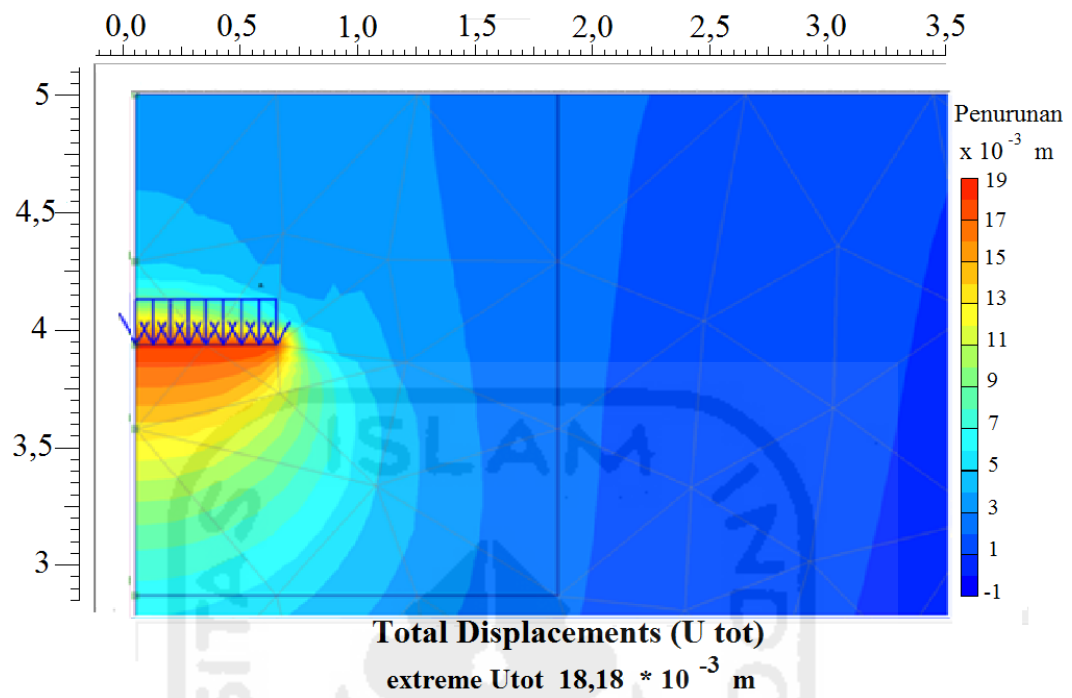
Gambar 5.9 Diagram Penurunan RHA 5% Tanpa Masa Peram



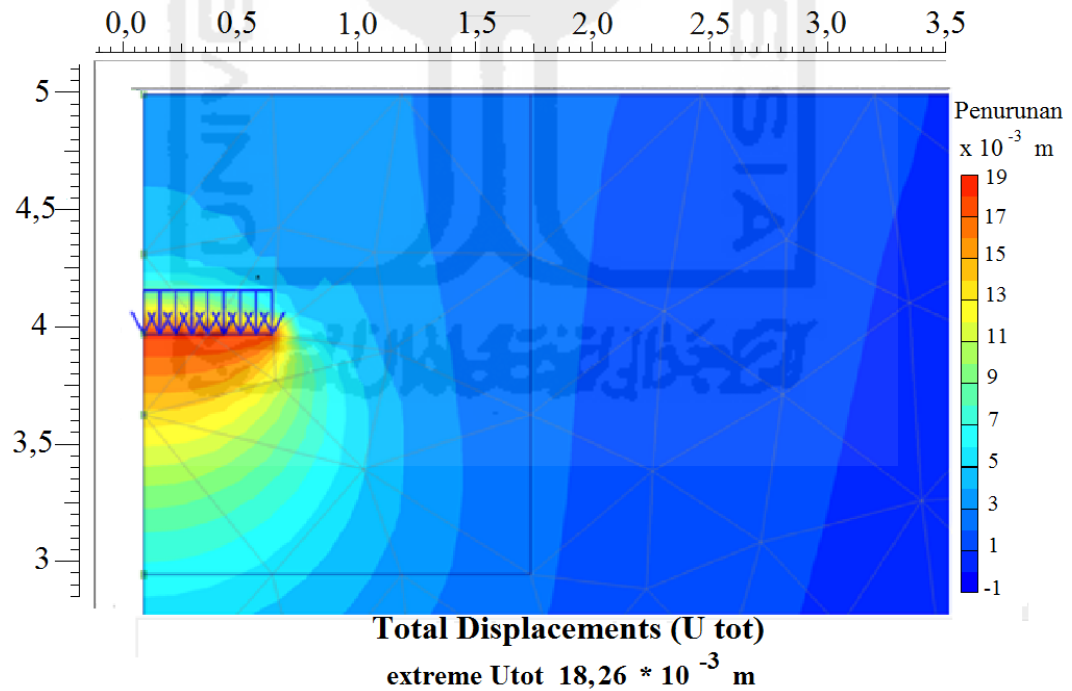
Gambar 5.10 Total Displacement RHA 8% Tanpa Masa Peram



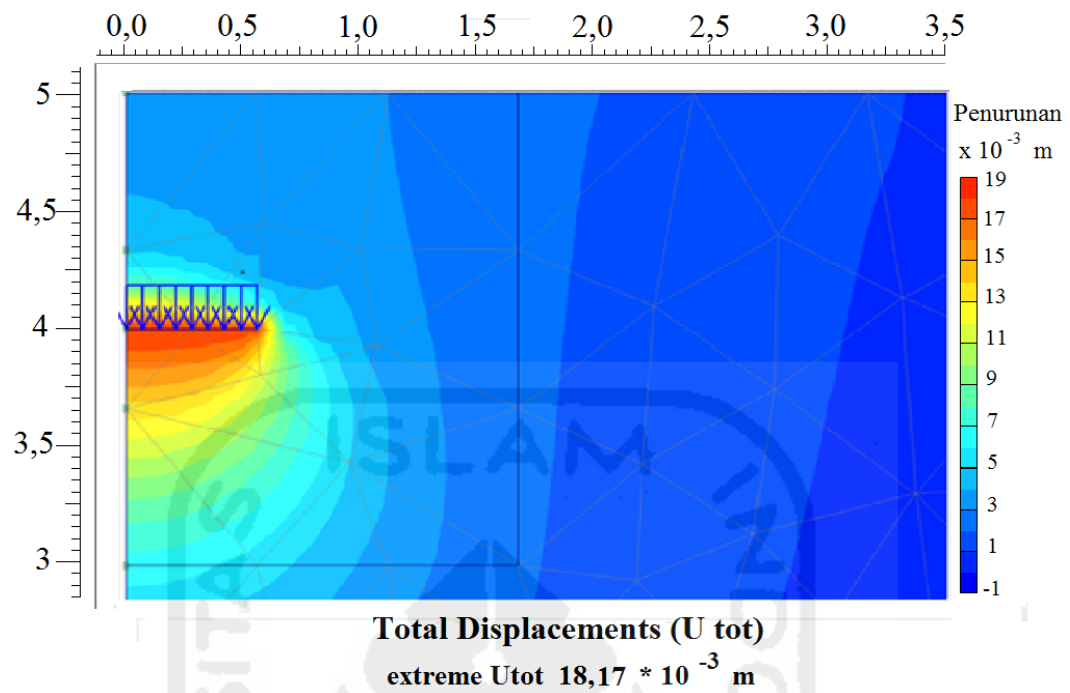
Gambar 5.11 Diagram Penurunan RHA 11% Tanpa Masa Peram



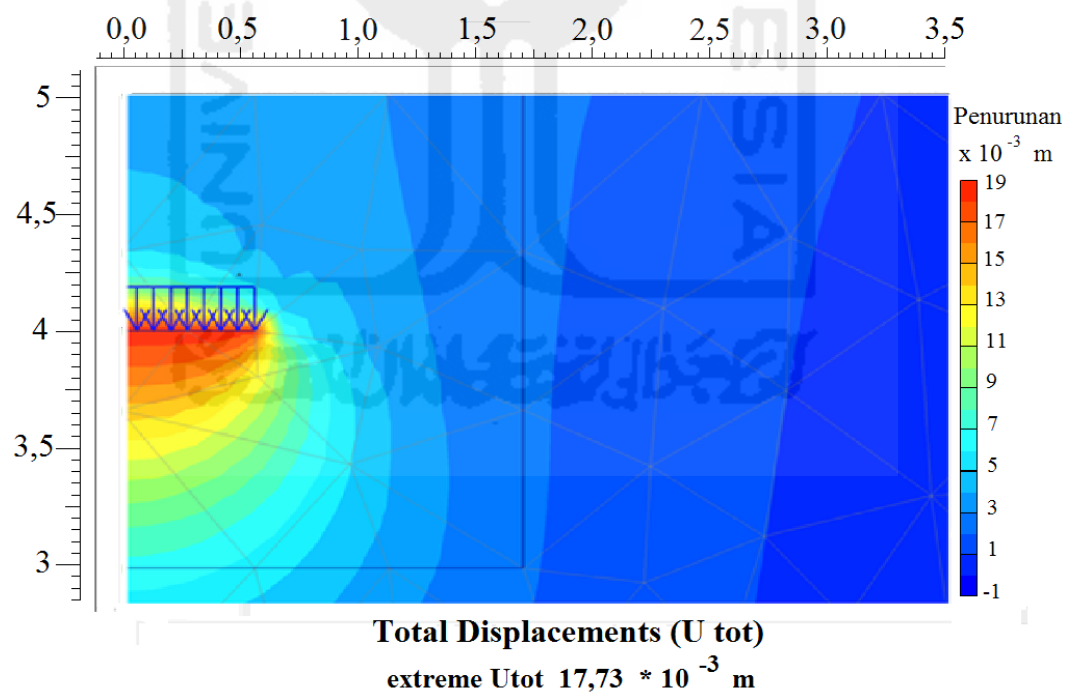
Gambar 5.12 Diagram Penurunan RHA 15% Tanpa Masa Peram



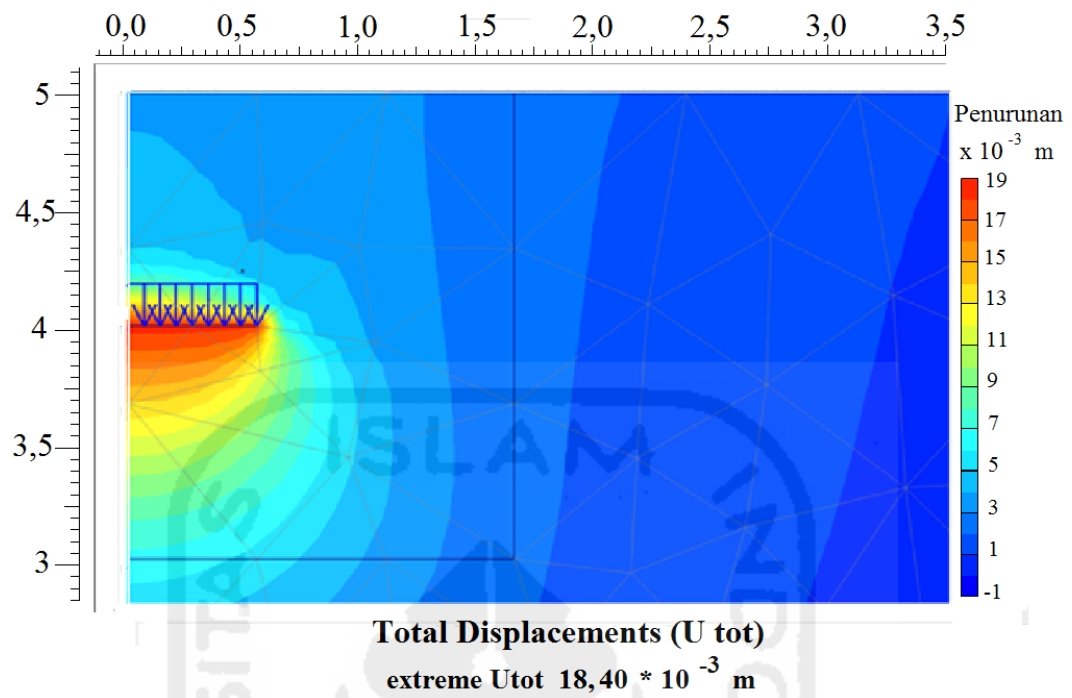
Gambar 5.13 Diagram Penurunan RHA 5% Masa Peram 1 Hari



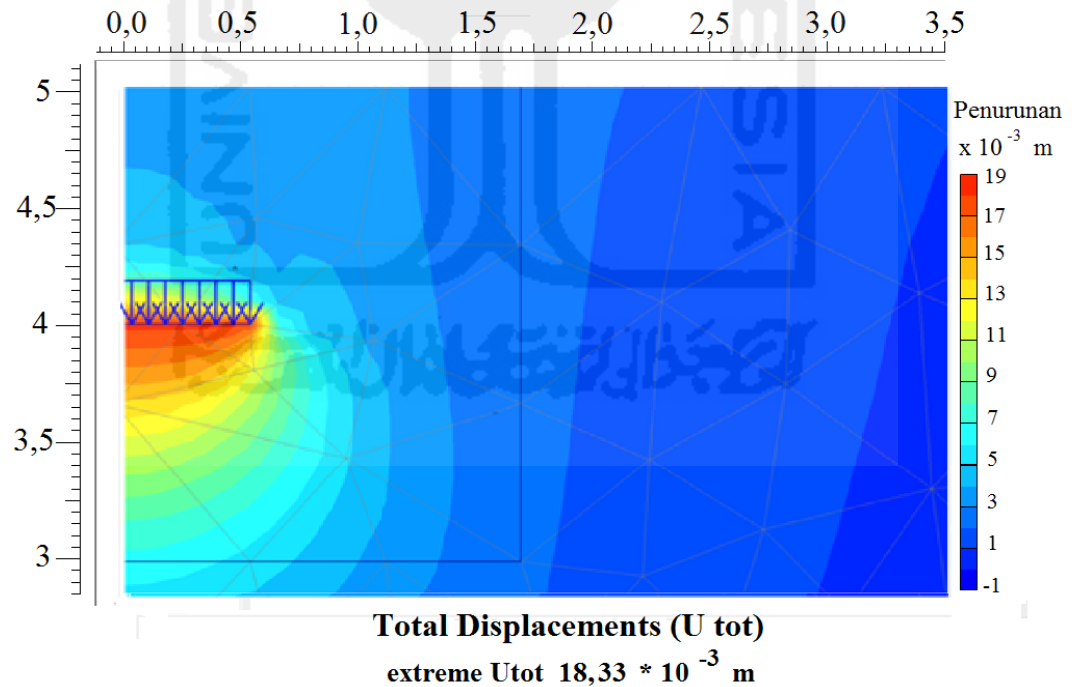
Gambar 5.14 Diagram Penurunan RHA 8% Masa Peram 1 Hari



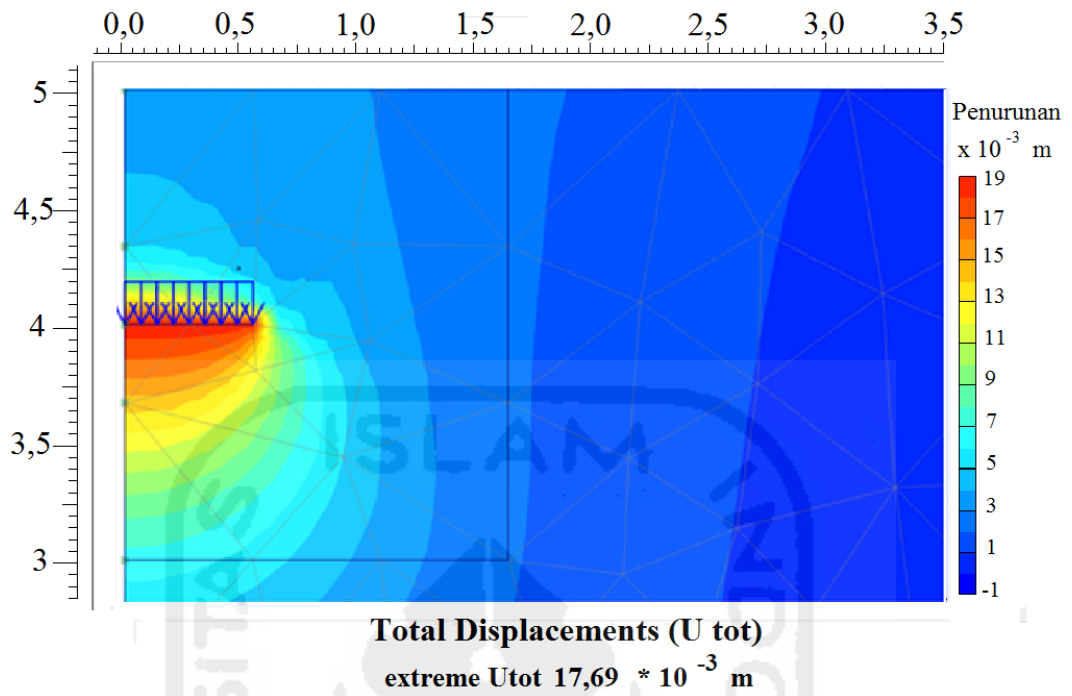
Gambar 5.15 Diagram Penurunan RHA 11% Masa Peram 1 Hari



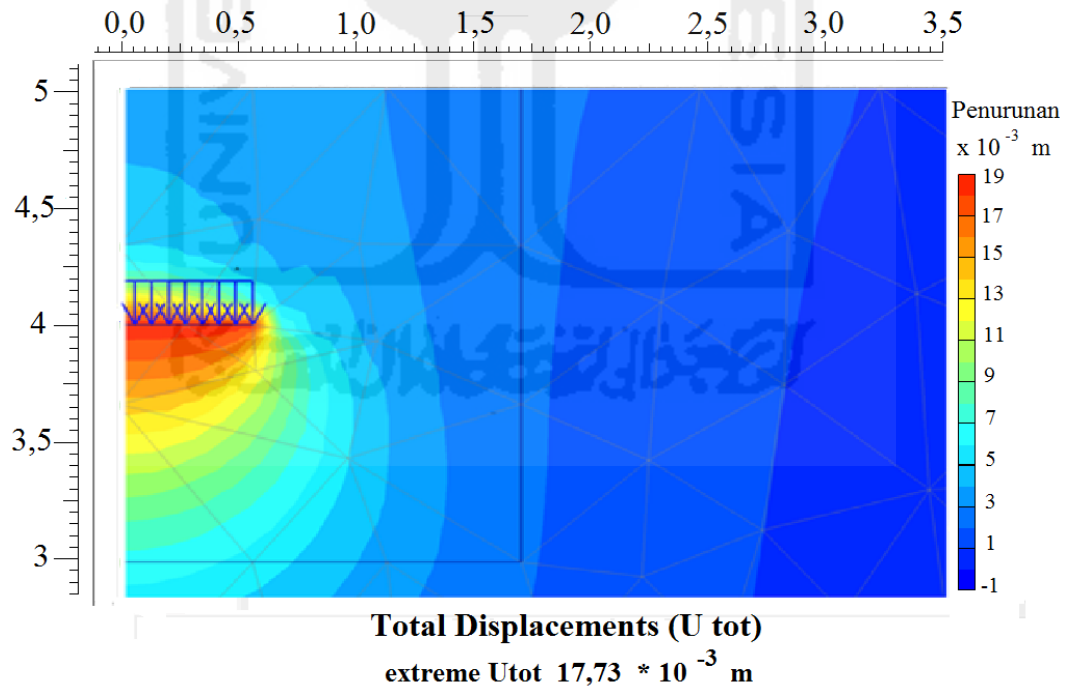
Gambar 5.16 Diagram Penurunan RHA 15% Masa Peram 1 Hari



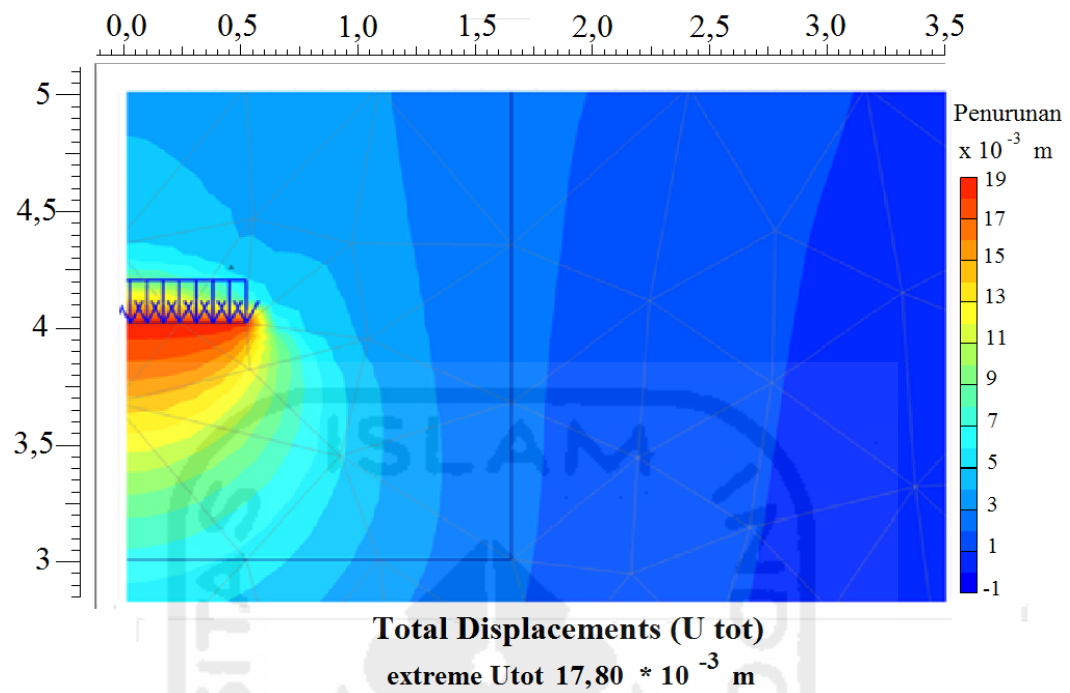
Gambar 5.17 Diagram Penurunan RHA 5% Masa Peram 3 Hari



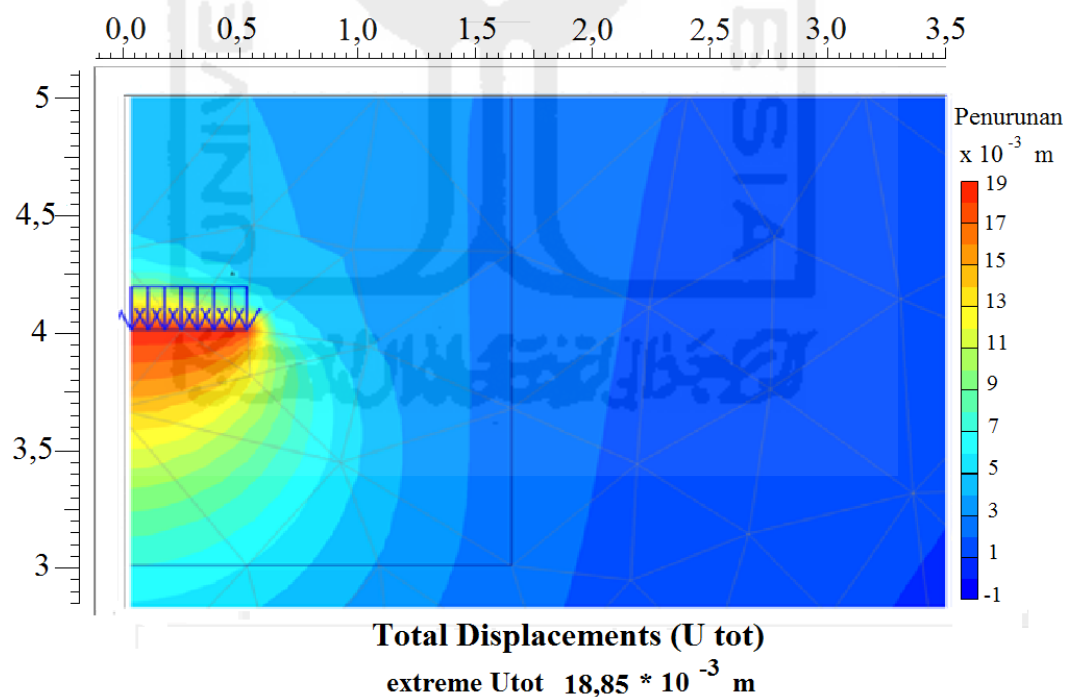
Gambar 5.18 Diagram Penurunan RHA 8% Masa Peram 3 Hari



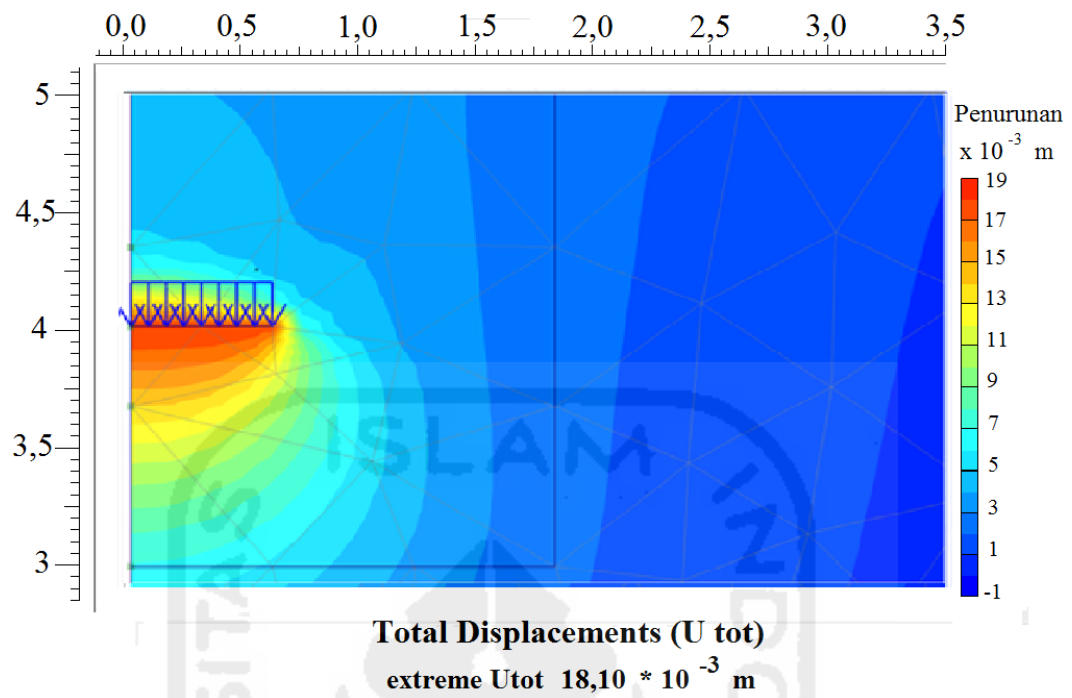
Gambar 5.19 Diagram Penurunan RHA 11% Masa Peram 3 Hari



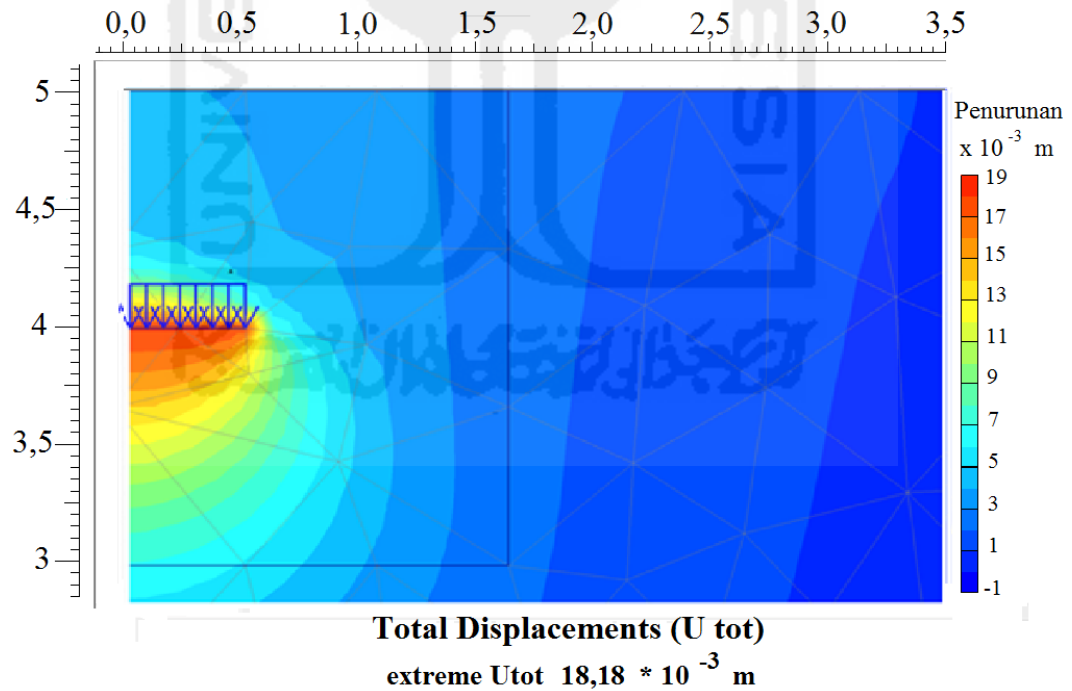
Gambar 5.20 Diagram Penurunan RHA 15% Masa Peram 3 Hari



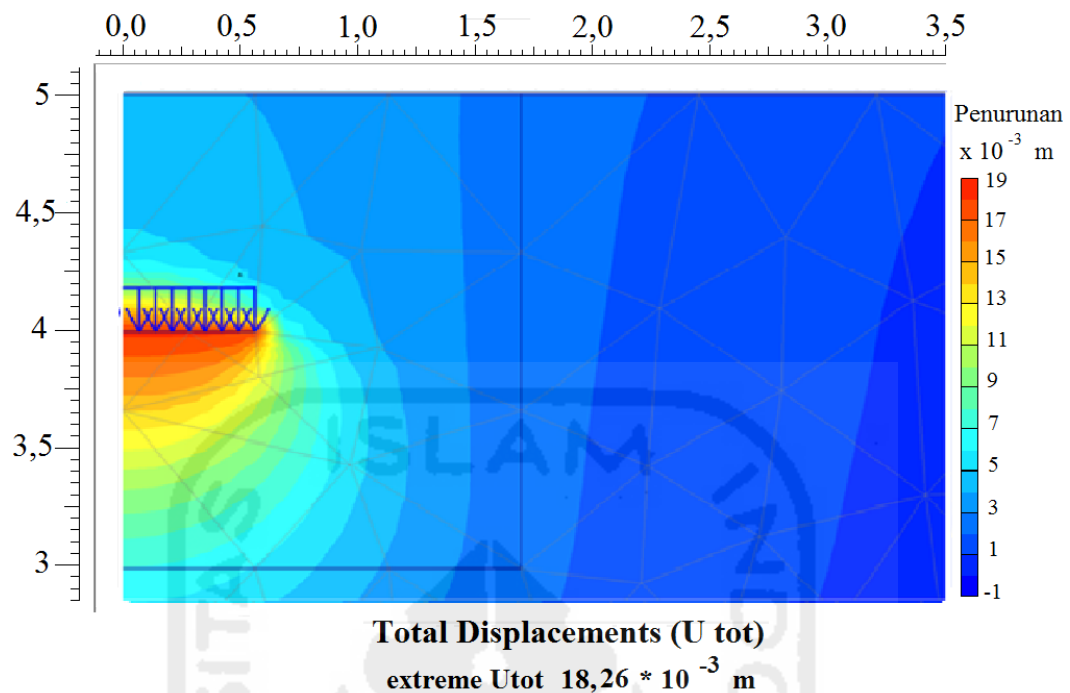
Gambar 5.21 Diagram Penurunan RHA 5% Masa Peram 7 Hari



Gambar 5.22 Diagram Penurunan RHA 8% Masa Peram 7 Hari

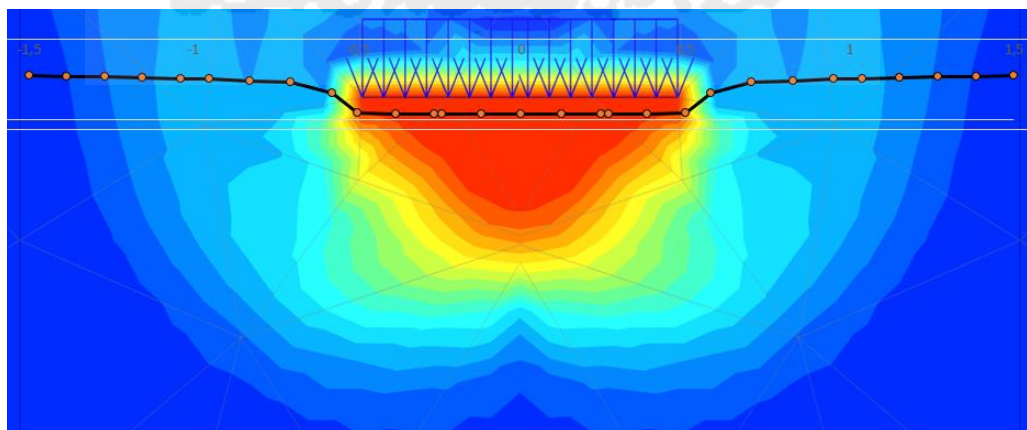


Gambar 5.23 Diagram Penurunan RHA 11% Masa Peram 7 Hari



Gambar 5.24 Diagram Penurunan RHA 15% Masa Peram 7 Hari

Setelah didapatkan nilai penurunan pada setiap variasi campuran RHA, maka nilai penurunan dibandingkan pada setiap masa peram dan setiap campuran dalam kadar yang sama. Dari gambar yang didapat dari Program Plaxis maka penurunan tepat dibawah pondasi akan diproyeksikan dengan gambar grafik dapat dilihat pada Gambar 5.25. Pemodelan Plaxis berikut merupakan proyeksi penurunan pada tanah gambut asli.

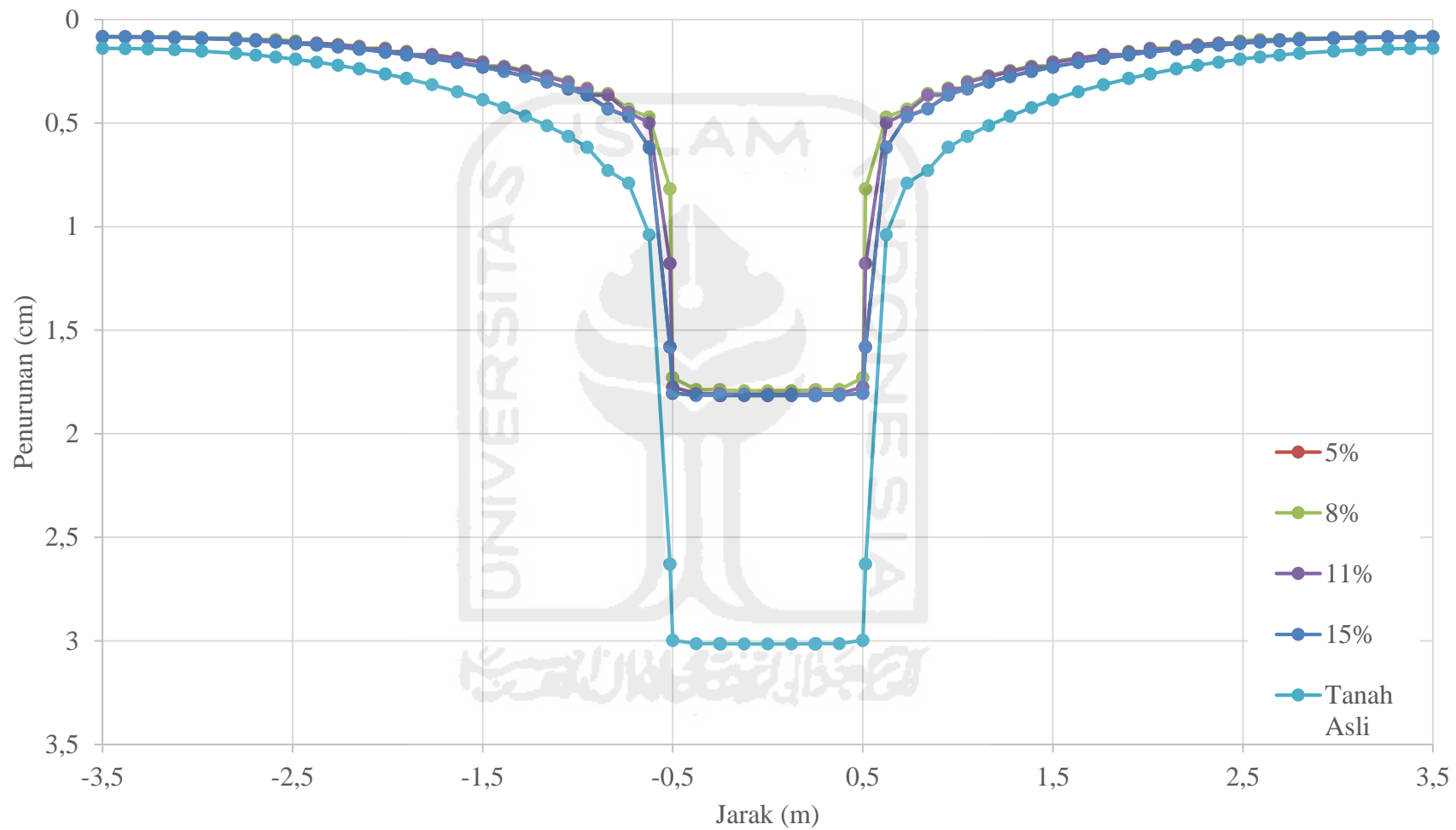


Gambar 5.25 Proyeksi Grafik Penurunan di Bawah Pondasi

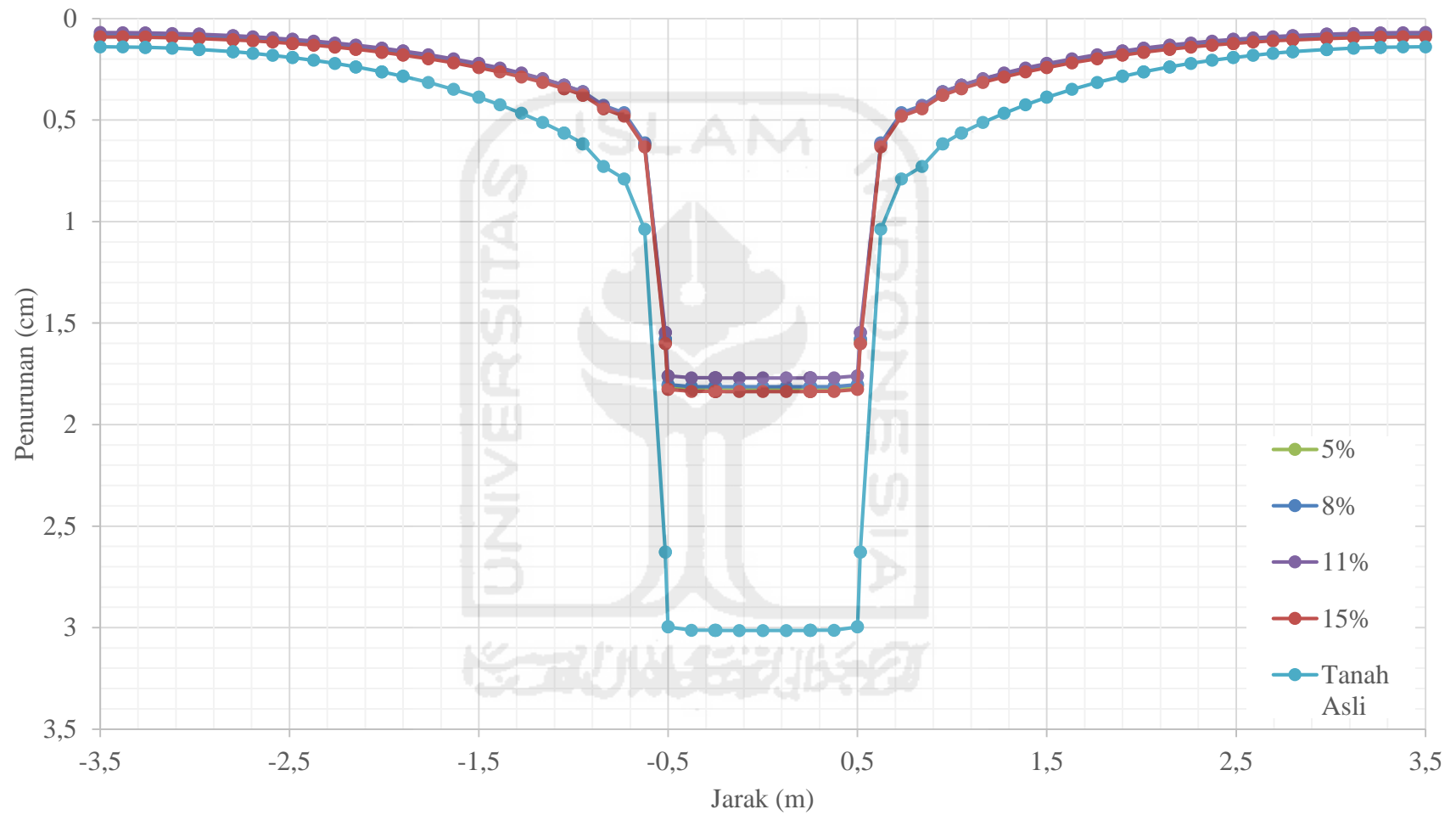
Nilai penurunan pondasi pada kedalaman 1,1 m tepat dibawah pondasi didapat dari Program Plaxis dapat dilihat pada Tabel 5.20, dari hasil tabel tersebut maka dibuat proyeksi grafik perbandingan nilai penurunan yang dapat dilihat pada Gambar 5.26 sampai 5.29 untuk pengaruh pondasi pada penurunan tanah disekitarnya dan Gambar 5.30 sampai 5.33 untuk perbandingan penurunan tepat didasar pondasi.

Tabel 5.20 Rekapitulasi Nilai Penurunan Pondasi sepanjang Tanah yang Distabilisasi

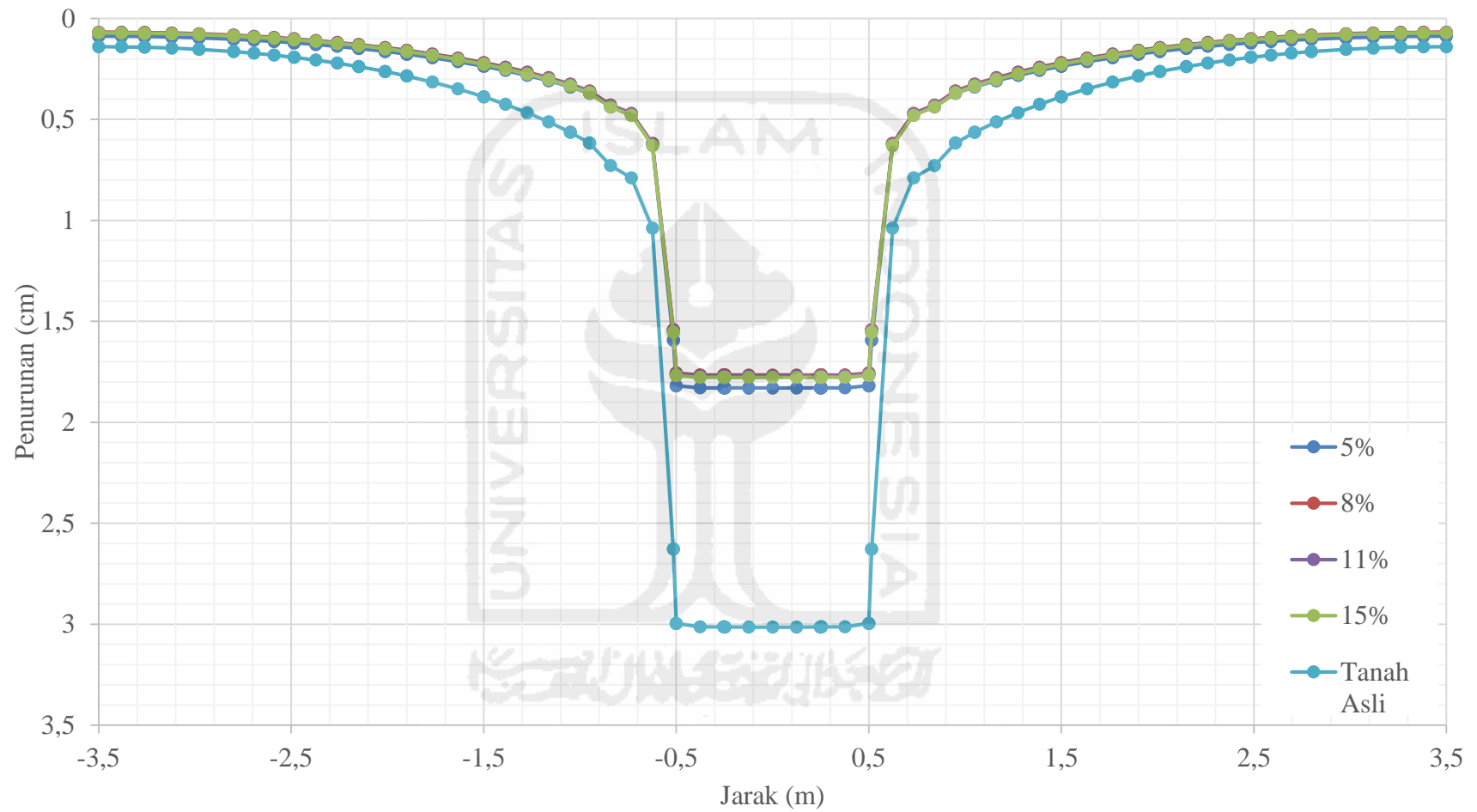
Jarak (X)	[m]	0,00	0,12	0,24	0,26	0,38	0,50	0,55	0,68	0,82	0,95	1,04	1,16	1,27	1,39	1,50	
Tanah Asli	[m]	0,03004	0,03003	0,03001	0,02999	0,02999	0,02948	0,01964	0,00841	0,00754	0,00618	0,00568	0,00515	0,00468	0,00425	0,00387	
U	Tanpa Masa Peram	5%	0,01802	0,01802	0,018	0,01798	0,01797	0,01748	0,00905	0,00482	0,00441	0,00363	0,00335	0,00303	0,00275	0,0025	0,00229
		8%	0,01805	0,01805	0,01804	0,01803	0,01804	0,01786	0,01421	0,00505	0,00442	0,00356	0,00326	0,00295	0,00269	0,00245	0,00224
		11%	0,018	0,018	0,01799	0,01799	0,01799	0,01781	0,01418	0,00504	0,0044	0,00355	0,00324	0,00294	0,00267	0,00243	0,00222
		15%	0,01813	0,01813	0,01812	0,01812	0,01812	0,01795	0,01431	0,00515	0,00451	0,00365	0,00334	0,00303	0,00276	0,00251	0,0023
U	Masa Peram 1 Hari	5%	0,01821	0,0182	0,0182	0,01819	0,01819	0,01802	0,01435	0,00514	0,00451	0,00365	0,00334	0,00304	0,00277	0,00253	0,00232
		8%	0,01812	0,01812	0,01811	0,0181	0,0181	0,01793	0,01427	0,00509	0,00446	0,0036	0,00329	0,00299	0,00272	0,00249	0,00228
		11%	0,01821	0,01821	0,0182	0,01819	0,0182	0,01802	0,01436	0,00514	0,00451	0,00365	0,00334	0,00304	0,00277	0,00253	0,00232
		15%	0,01835	0,01835	0,01834	0,01834	0,01834	0,01817	0,01451	0,00528	0,00463	0,00377	0,00346	0,00315	0,00288	0,00263	0,00241
U	Masa Peram 3 Hari	5%	0,01817	0,01817	0,01815	0,01813	0,01812	0,01763	0,00916	0,00489	0,00448	0,00371	0,00343	0,00311	0,00283	0,00258	0,00236
		8%	0,01764	0,01764	0,01763	0,01763	0,01763	0,01747	0,01398	0,00517	0,00448	0,00359	0,00326	0,00294	0,00266	0,00241	0,00219
		11%	0,01768	0,01768	0,01768	0,01767	0,01767	0,01751	0,01402	0,0052	0,00451	0,00362	0,00329	0,00297	0,00269	0,00244	0,00222
		15%	0,01776	0,01776	0,01775	0,01774	0,01775	0,01759	0,0141	0,00528	0,00458	0,00369	0,00336	0,00303	0,00275	0,00249	0,00226
U	Masa Peram 7 Hari	5%	0,01797	0,01796	0,01795	0,01793	0,01792	0,01746	0,0094	0,00524	0,00473	0,0039	0,00359	0,00325	0,00295	0,00268	0,00244
		8%	0,01805	0,01805	0,01804	0,01803	0,01804	0,01788	0,01439	0,00554	0,00479	0,00387	0,00354	0,00321	0,00293	0,00267	0,00243
		11%	0,01813	0,01813	0,01812	0,01812	0,01812	0,01796	0,01447	0,00561	0,00485	0,00393	0,00359	0,00326	0,00298	0,00271	0,00248
		15%	0,01822	0,01822	0,01821	0,0182	0,01821	0,01805	0,01456	0,0057	0,00493	0,004	0,00366	0,00333	0,00304	0,00277	0,00253



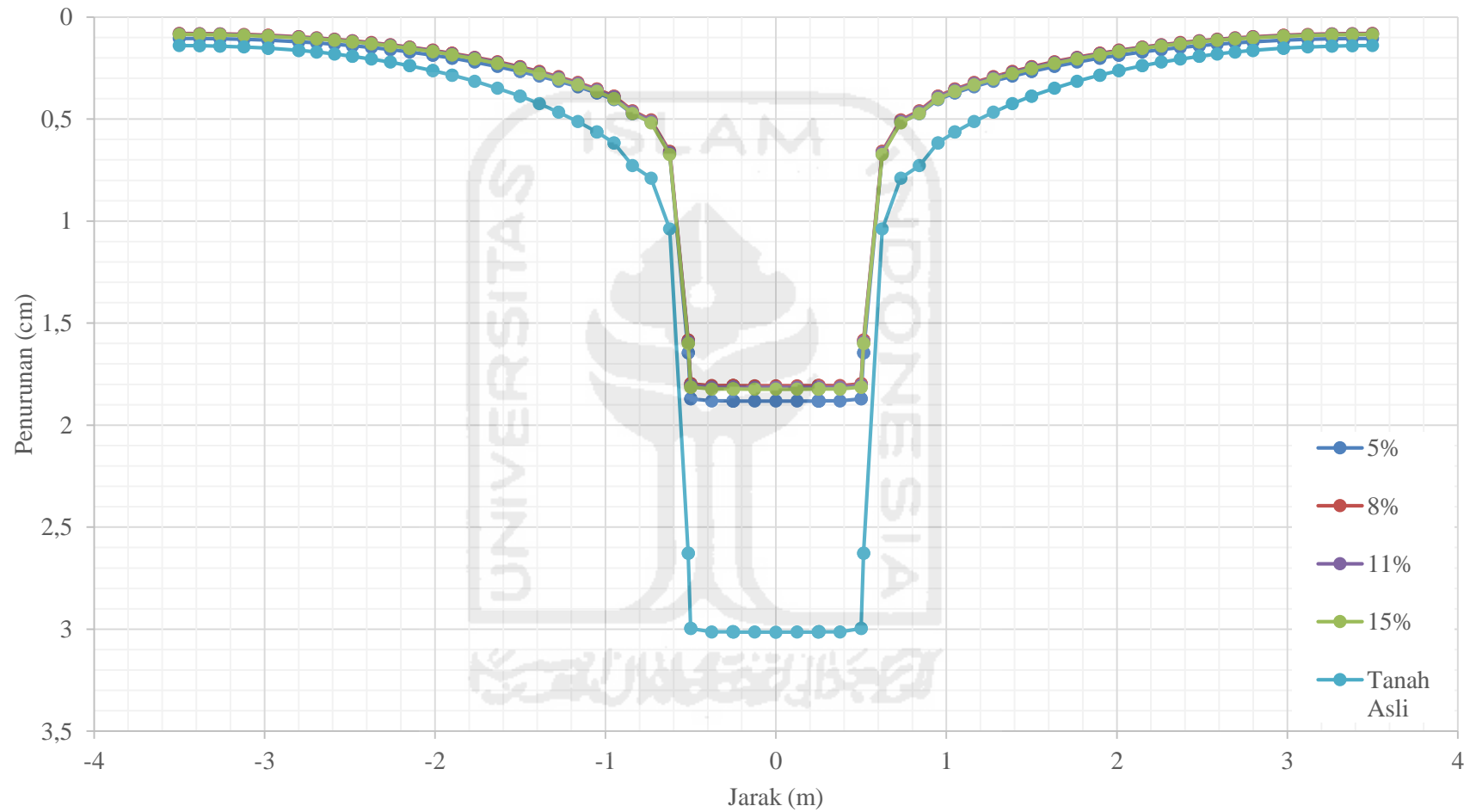
Gambar 5.26 Pengaruh Pondasi pada Penurunan Tanah disekitarnya Tanpa Masa Peram



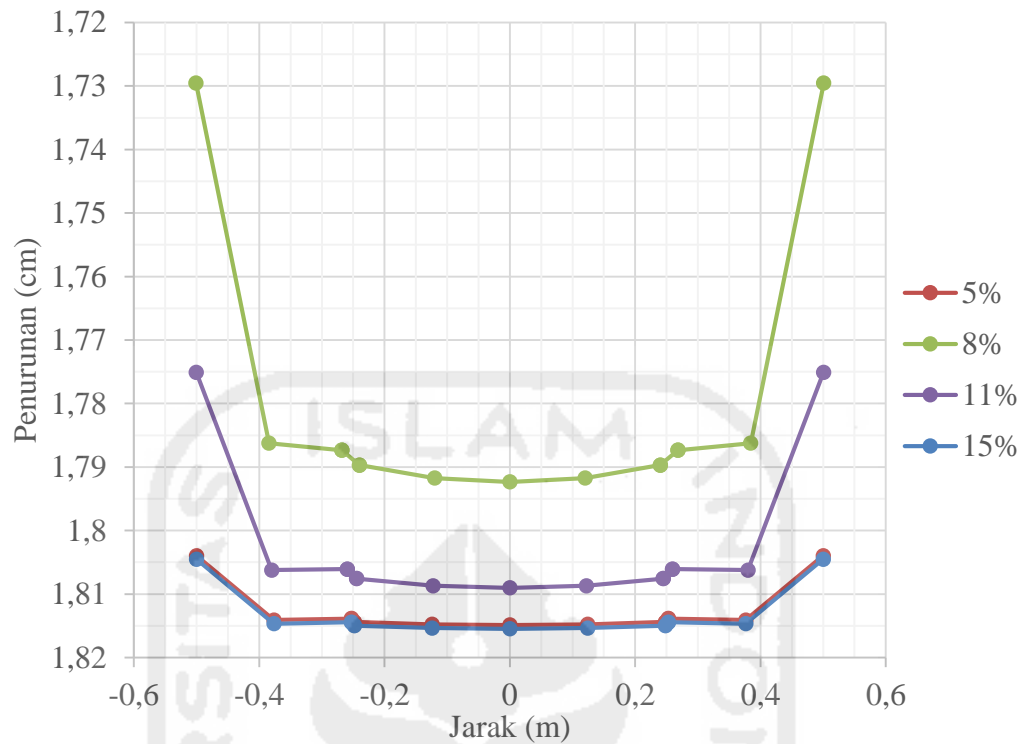
Gambar 5.27 Pengaruh Pondasi pada Penurunan Tanah disekitarnya dengan Masa Peram 1 Hari



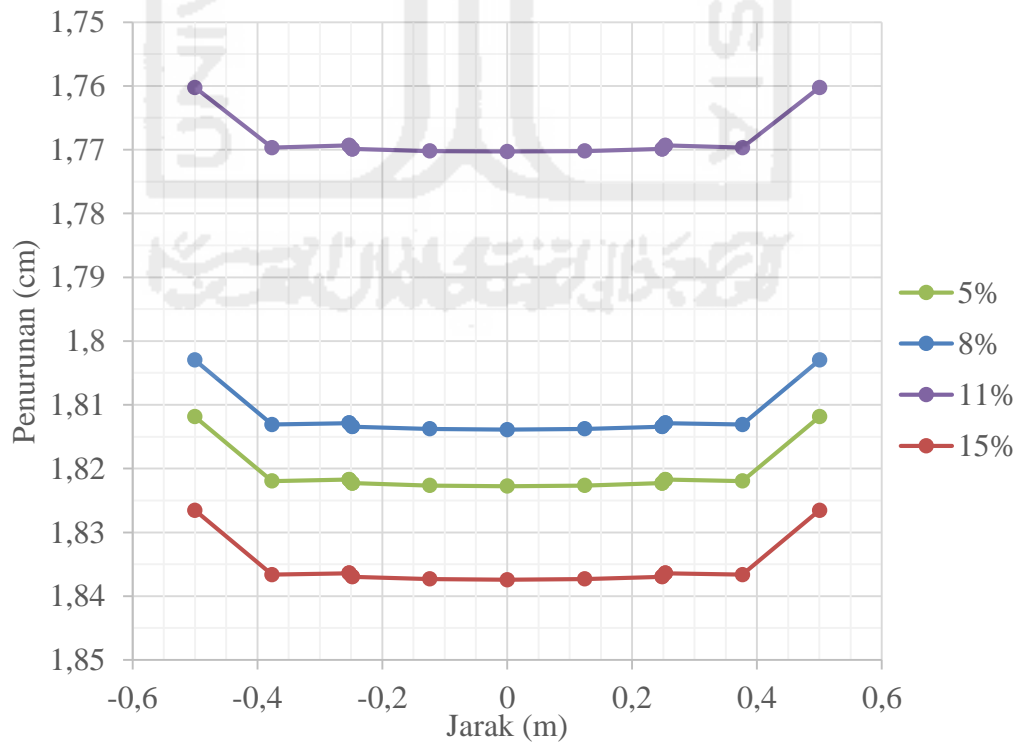
Gambar 5.28 Pengaruh Pondasi pada Penurunan Tanah disekitarnya dengan Masa Peram 3 Hari



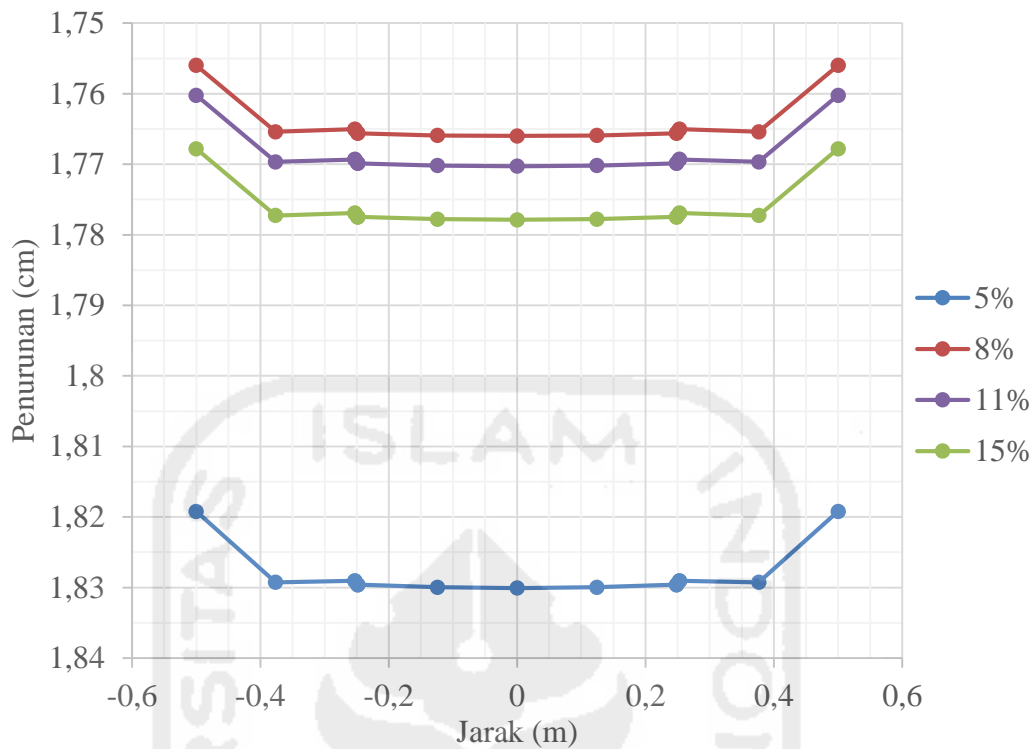
Gambar 5.29 Pengaruh Pondasi pada Penurunan Tanah disekitarnya dengan Masa Peram 7 Hari



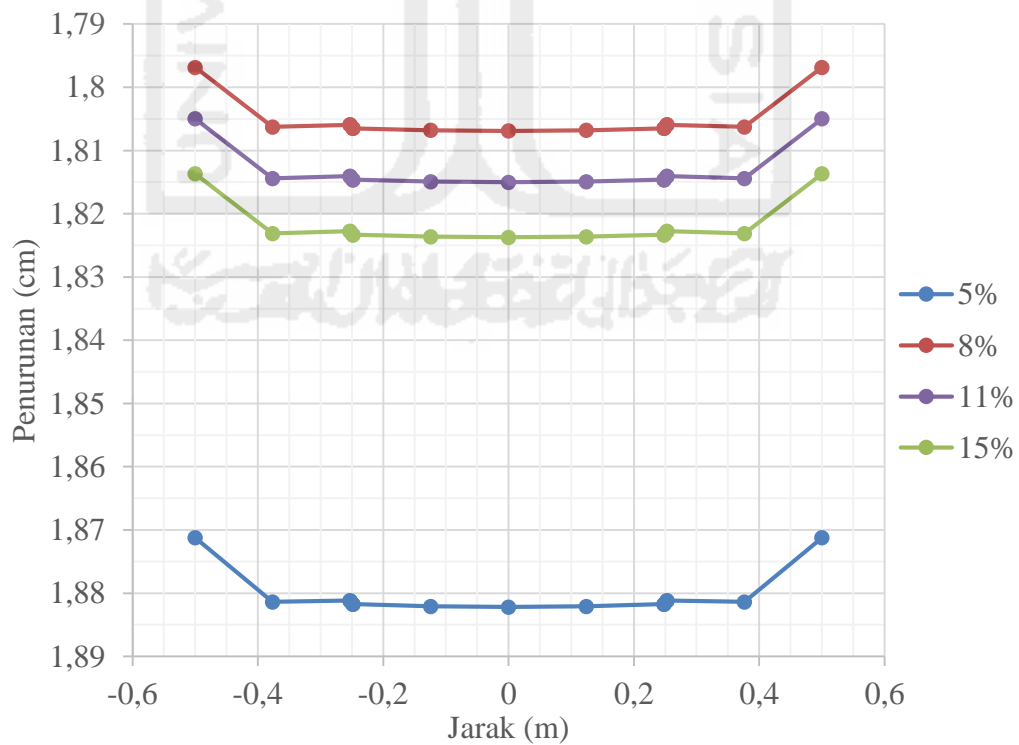
Gambar 5.30 Perbandingan Penurunan dibawah Pondasi Tanpa Masa Peram



Gambar 5.31 Perbandingan Penurunan dibawah Pondasi Masa Peram 1 Hari

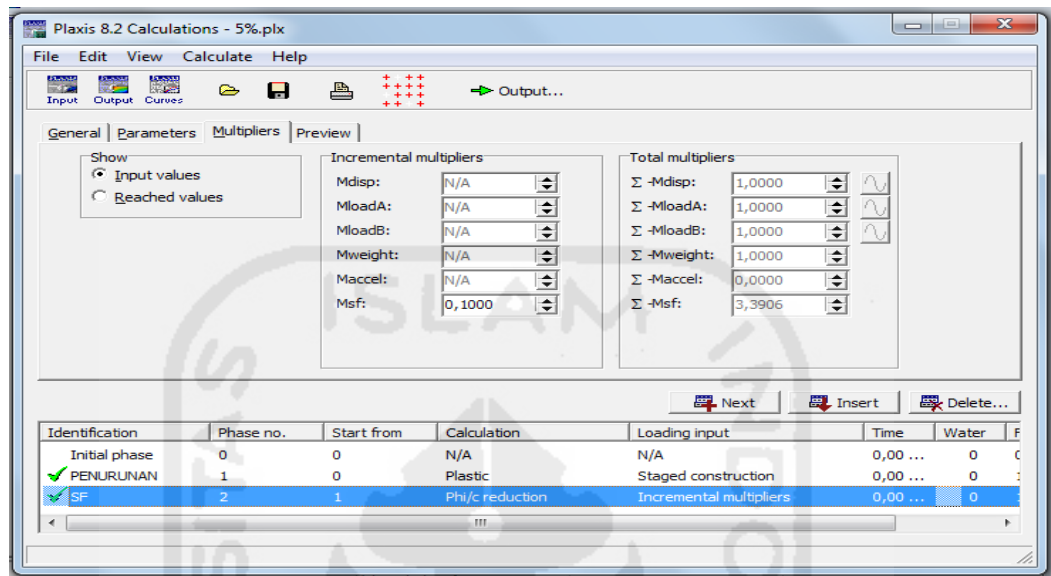


Gambar 5.32 Perbandingan Penurunan dibawah Pondasi Masa Peram 3 Hari



Gambar 5.33 Perbandingan Penurunan dibawah Pondasi Masa Peram 7 Hari

Selain nilai penurunan yang didapat pada program Plaxis dapat juga mencari nilai SF (*Safety Factor*). Output yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 5.34.



Gambar 5.34 Kalkulasi Nilai *Safety Factor*

Besarnya nilai $\Sigma M_{SF} = 3,3906$, Maka nilai Q_u plaxis adalah:

$$\begin{aligned} Q_u \text{ plaxis} &= \Sigma M_{SF} \times P_u \\ &= 3,3906 \times 250,204 \text{ kN} \\ &= 848,491 \text{ kN} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapat nilai Q_u plaxis yang lebih besar dari hasil perhitungan terzaghi, hal ini dikarenakan spesifikasi perhitungan lebih akurat dengan menggunakan program Plaxis versi 8.2, oleh karena itu tanah masih mampu menahan beban lebih besar sampai 848,491 kN. Seluruh hasil selanjutnya dari program plaxis direkapitulasi dan dapat dilihat pada Tabel 5.21.

Tabel 5.21 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Plaxis (1 Dari 2)

Parameter	M_{SF}	q plaxis	displacement
Satuan	-	kN	m (x 10^{-3})
Tanah asli	3,3912	848,491	30,20
Tanpa Masa Peram	5%	3,3906	1710,780
	8%	3,3931	1885,447
	11%	3,3908	1583,863
	15%	3,3908	1545,065

Tabel 5.21 Lanjutan Rekapitulasi Hasil Perhitungan Plaxis (2 Dari 2)

Parameter		M _{SF}	q plaxis	displacement
Satuan			kN	m (x 10 ⁻³)
Masa Peram 1 Hari	5%	3,3885	1141,795	18,26
	8%	3,3929	1425,753	18,17
	11%	3,3921	1761,442	17,73
	15%	3,3917	1270,672	18,40
Masa Peram 3 Hari	5%	3,3885	1334,860	18,33
	8%	3,3918	1613,951	17,69
	11%	3,3921	1771,550	17,73
	15%	3,3894	2001,086	17,80
Masa Peram 7 Hari	5%	3,3983	1586,228	18,85
	8%	3,3919	1670,408	18,10
	11%	3,3907	2444,427	18,18
	15%	3,3886	1813,225	18,26

Penurunan ekstrim pada Gambar 5.18 sampai 5.23 menunjukkan bahwa terjadi tepat dibawah pondasi (*local shear*), digambarkan dengan warna merah. Hasil penurunan tidak terlalu signifikan perbedaannya dapat dilihat perbandingan penurunan terhadap masa peram pada gambar 5.26 sampai dengan 5.33, penurunan yang terjadi pada tanah asli sebesar $30,20 \cdot 10^{-3}$ m sama dengan 3,02 cm sedangkan pada tanah campuran dapat dilihat bahwa penurunan lebih kecil dibandingkan tanah asli. Penurunan pada campuran RHA terkecil didapatkan pada campuran 8% pada masa peram 3 hari senilai 1,769 cm. Hasil plaxis ini juga didapatkan nilai SF (*Safety Factor*) sebesar 3,39, hal ini menunjukkan bahwa pondasi masih bisa menahan beban lebih dari hasil perhitungan terzaghi. Hasil pemograman plaxis ini didapatkan data hasil penurunan pondasi pada setiap campuran. Campuran RHA pada tanah gambut dapat mengurangi penurunan yang terjadi pada tanah gambut asli, hal ini dikarenakan adanya reaksi yang terjadi pada RHA dengan tanah gambut, zat yang bereaksi tersebut yaitu berupa silika. Reaksi sempurna terjadi pada hari ketiga dengan kadar campuran RHA sebesar 8% dengan penurunan yang terjadi sebesar $17,69 \cdot 10^{-3}$ m dapat dilihat pada tabel 5.28. Hasil ini membuktikan bahwa campuran RHA dengan tanah gambut dapat meningkatkan daya dukung pondasi dibuktikan dengan pemodelan penurunan pondasi menggunakan program Plaxis versi 8.2.