

KAJIAN PENGARUH PENAMBAHAN MATERIAL LIMBAH SERBUK GYPSUM TERHADAP KUAT TEKAN BEBAS DAN MODULUS ELASTISITAS PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI CIKARANG

Jon Putra

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
jonputra@itbu.ac.id*

Abstrak

Tanah merupakan dasar dari suatu konstruksi bangunan sipil yang berfungsi menerima dan menahan beban dari suatu struktur diatasnya. Pada tanah lempung ekspansif terdapat beberapa masalah yang sering terjadi yaitu masalah daya dukung tanah yang rendah dan penurunan yang besar. Hanya tanah yang mempunyai stabilitas baik yang mampu mendukung konstruksi yang besar. Sedangkan tanah yang kurang baik harus distabilisasi terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai pondasi. Salah satu upaya yang akan dilakukan oleh penulis untuk meningkatkan kestabilan tanah ekspansif adalah melakukan penelitian terhadap penambahan bahan tambah serbuk Gypsum dengan persentase penambahan yang berbeda. Penelitian ini dilakukan guna untuk menguji dan mengetahui seberapa kuat pengaruh penambahan serbuk Gypsum terhadap kuat tekan bebas dan modulus elastisitas tanah lempung ekspansif. Pengujian ini dilakukan dengan cara menambahkan serbuk Gypsum pada tanah lempung dengan komposisi penambahan kadar variasi serbuk Gypsum terhadap tanah lempung yaitu: 0%, 15%, 20%, dan 25%. Hasil dari pengujian Unconfined Compression Test didapatkan nilai tertinggi yaitu sebesar 5,53 kg/cm² dengan variasi campuran Tanah Asli + Serbuk Gypsum 25%, nilai ini meningkat 122,73% dari nilai Unconfined Compression Test tanah asli. Hasil dari pengujian Modulus Elastisitas Tanah didapatkan nilai modulus elastisitas tertinggi yaitu sebesar 4,85 kg/cm² dengan variasi campuran Tanah Asli + Serbuk Gypsum 25%, nilai ini meningkat 61,25% dari nilai modulus elastisitas tanah asli.

Kata Kunci : tanah lempung, serbuk gypsum, kuat tekan bebas, modulus elastisitas

1. PENDAHULUAN

Beberapa penelitian dilakukan untuk mencari alternatif perbaikan tanah, hal ini menghadirkan pada suatu pilihan untuk mendirikan bangunan pada lokasi tanah yang kurang menguntungkan bila ditinjau dari segi geoteknisnya. Pada penelitian kali ini, digunakan bahan campuran yang dapat meningkatkan stabilisasi pada tanah lempung ekspansif. Bahan yang digunakan adalah gypsum. Gypsum merupakan mineral dengan kadar kalsium yang mendominasi pada mineralnya. Gypsum yang paling umum ditemukan adalah jenis hidrat kalsium sulfat dengan rumus kimia $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Untuk mengetahui pengaruh gypsum dalam stabilisasi tanah lempung ekspansif maka dilakukan penelitian di laboratorium.

Tanah merupakan dasar dari suatu konstruksi bangunan sipil yang berfungsi menerima dan menahan beban dari suatu struktur diatasnya.. Hanya tanah yang mempunyai stabilitas baik yang mampu mendukung konstruksi yang besar.

Sedangkan tanah yang kurang baik harus distabilisasi terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai pondasi. Kurangnya pemahaman para perencana dan pelaksana terhadap perilaku tanah ekspansif. Tanah lempung menjadi salah satu dari jenis tanah yang sering menjadi masalah dalam suatu proyek. Tanah Lempung merupakan tanah dengan ukuran mikroskopik sampai dengan sub mikroskopik yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. (Bowles, Joseph E, 1991).

Berdasarkan uraian di atas dan penelitian-penelitian sebelumnya, maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh campuran gypsum terhadap kuat daya dukung tanah lempung ekspansif di Cikarang Kab. Bekasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase campuran gypsum yang efektif untuk mengetahui nilai kuat tekan bebas dan modulus

elastisitas pada tanah asli maupun tanah yang telah diberi campuran gypsum, dan besarnya perubahan-perubahan pada sifat fisik tanah tersebut karena adanya penambahan jumlah komposisi gypsum yang bervariasi Craig, F.R. , 1991).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Proses penelitian dilakukan dengan cara melakukan kajian eksperimen dengan melakukan penambahan serbuk Gypsum terhadap tanah asli, setelah dilakukan uji Specific Gravity, uji Standart Proctor. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah Unconfined Compression Test dan Modulus Elastisitas. Sedangkan variabel tetap dalam penelitian ini adalah serbuk Gypsum. metodologi yang digunakan peneliti yaitu kajian eksperimen untuk mendapatkan nilai unconfined compression test (uji kuat tekan) dan nilai modulus elastisitas tanah setelah dilakukan penambahan campuran serbuk Gypsum.

2.2 Pola Pikir

Pada penelitian ini dimulai dengan dua butir rumusan masalah yang kemudian dilakukan proses pengumpulan data yaitu berupa data primer. Secara konsep penelitian ini terdapat dua variabel dimana variabelnya yaitu tanah lempung ekspansif dan campuran serbuk Gypsum. Kemudian dari hasil analisis dilakukan pembahasan untuk mencapai sebuah tujuan atau kesimpulan yang menjawab rumusan masalah yang sudah ditentukan.

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah menggunakan data sekunder. Data sekunder berupa data analisis hasil pengujian laboratorium mengacu pada peraturan yang sudah ada seperti SNI (Standar Nasional Indonesia) ataupun ASTM (American Society for Testing and Materials). Pengumpulan data sekunder ini dilakukan dengan cara pengambilan sampel tanah langsung di Cikarang, Tanah disimpan didalam kantong plastik dan dibawa ke Laboratorium Institut Teknologi Budi Utomo, di uraikan, dijemur, dan dihaluskan kemudian

melakukan penelitian langsung di laboratorium mekanika tanah kampus Institut Teknologi Budi Utomo.

2.3.2 Metode Analisis Data

a. Pra Uji

1) Pengujian Specific Gravity (Berat Jenis)

Berikut rumus perhitungan Specific Gravity (Gs) ialah sebagai berikut:

$G_s = \frac{\text{Masa butiran}}{\text{Massa air dengan volume yang sama}} = \frac{M_s}{M_w}$

$G_s = \frac{(c-a)}{((b-a) T_1 - (d-c) T_2)}$

2) Pengujian *Standard Proctor*

Berikut rumus perhitungan standar proctor ialah sebagai berikut:

- Berat volume basah (Yb)
 $(Y_b) = \frac{\text{berat volume tanah basah}}{\text{volume tanah basah}}$
- Berat volume kering (Y dry)
 $(Y_{dry}) = \frac{Y_b}{(1+w)}$
- Angka pori
 $e = \frac{(G_s \cdot Y_s \cdot (1+w))}{Y_b} - Y_w$
- Porositas : $n = \frac{e}{(e+1)}$
- Berat volume tanah jenuh (Y sat)
 $Y_{sat} = Y_b (1 - n) + n$

b. Analisis Nilai Unconfined Compression Test (UCT) pada Tanah Lempung Ekspansif setelah penambahan serbuk Gypsum.

Pengujian pemadatan tanah dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Ukur diameter dan tinggi tanah. , kemudian letakkan sampel tanah pada alat uji tekan bebas dan diatur supaya load dial dan dial deformasi menunjukkan angka nol, kemudian catat faktor kalibrasi proving ring. Kemudian Pemberian tekanan vertikal dilakukan dengan memutar engkol pada alat uji tekan bebas. Kemudian pembacaan pada beban dilakukan tiap interval deformasi, yaitu 50, 100, 150, 200 dan seterusnya sampai benda uji mengalami keruntuhan. Lalu sampel tanah yang telah selesai pengujian kemudian dikeluarkan dari alat UCT dan diremas

dalam kantong plastik. Setelah itu tanah dilakukan pencetakan ulang didalam silinder ring. Sampel ini digunakan untuk pengujian kuat tekan bebas dalam keadaan cetak ulang (remolded). Kemudian sampel tanah remolded dikeluarkan dari silinder ring menggunakan (extruder). Dan dilakukan pengujian lagi seperti pada pengujian tanah pemadatan. Kemudian Lakukan pengujian pada setiap sampel tanah (Das, B.M, 1995).

- c. Analisis Nilai Modulus Elastisitas pada tanah lempung ekspansif setelah penambahan serbuk *Gypsum*. Berdasarkan grafik stress – strain ini dapat ditentukan modulus elastisitas tanah E50. Pada grafik stress-strain didapat nilai $E=E_0$ yang didefinisikan sebagai Young's Modulus, sedangkan nilai E50 adalah nilai modulus sekan (Secant's Modulus) yang didapat dari nilai $\sigma_{50}/\epsilon_{50}$.

2.3.3 Metode Pembahasan Hasil Analisis

- a. Metode pembahasan hasil analisis nilai Unconfined Compression Test (UCT) pada tanah lempung ekspansif setelah penambahan Serbuk Gypsum. Pada pengujian ini, akan diperoleh hasil tegangan (σ) dan regangan (ϵ) dari sampel tanah yang mengalami deformasi. Menentukan nilai unconfined compression test tanah dengan menggunakan rumus:
 σ (tegangan)=P (aplikasi beban aksial)/A (Luas penampang sampel tanah) dan ϵ_a (regangan aksial) = ΔL (perubahan tinggi sampel tanah (L-L₀)/L₀ (Tinggi awal sampel))
- b. Metode pembahasan hasil analisis nilai modulus elastisitas tanah lempung ekspansif setelah penambahan serbuk Gypsum. Menentukan modulus elastisitas tanah dengan menggunakan rumus:
 E_{50} (modulus elastisitas tanah) = $\Delta\sigma$ (Nilai tegangan tanah asli atau campuran)/ $\Delta\epsilon$ (Nilai regangan tanah asli atau campuran)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data

3.1.1 Pengujian Berat Jenis Tanah

Adapun rumus untuk menghitung berat jenis tanah adalah sebagai berikut:

G_s (Berat jenis) = $(w_2 \text{ (berat picnometer dan tanah kering)} - w_1 \text{ (berat picnometer)}) / ((w_4 \text{ (berat picnometer dan air bersih)} - w_1) - (w_3 \text{ (berat picnometer, tanah dan air)} - w_2))$

Dari hasil pengujian berat jenis tanah lempung ekspansif dengan penambahan serbuk Gypsum dengan variasi campuran 0%,15%, 20% dan 25% maka didapat tabel sebagai berikut :

Tabel.1 Data Pengujian Berat Jenis Tanah

NO	Jenis Tanah	Picnometer Kering (botol 50ml) (gram)	Picnometer + Aquades (gram)	Picnometer + Tanah	Picnometer + Tanah + Campuran	Picnometer + Tanah + Campuran + Aquades (full)
1	TA	18.0	68.0	34.67	0	78.70
2	TA + SG 15%	22.5	70.9	39.17	41.70	82.90
3	TA + SG 20%	21.6	70.1	38.27	41.60	82.50
4	TA + SG 25%	19.4	68.8	36.07	40.20	81.40

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Hasil perhitungan analisis berat jenis tanah tanpa campuran = $G_s = (c-a)/((b-a) T_1 - (d-c) T_2)$
 $= (34,7-18,0)/((68,0-18,0)0,965 - (78,7-34,7)0,965) = 2,71 \text{ gr/cm}^3$

3.1.2 Pengujian Pemadatan Tanah

Dari hasil pengujian pemadatan tanah lempung ekspansif dengan penambahan serbuk Gypsum dengan variasi campuran 0%,15%, 20% dan 25% maka didapat tabel sebagai berikut :

Tabel Hasil .2 Data

Campuran	Sample Tanah + serbuk Gypsum	Berat Cawan (gr)	Sebelum dioven (gr)	Setelah dioven (gr)	Berat Volume Tanah Basah (lb)	Berat Volume Tanah Kering (lb)	ZAV
Tanah Asli	1	34,2	84,6	71,3	1,49	1,10	1,38
	2	34,3	83,3	70,6	1,38	1,03	1,39
	3	32,8	85,5	70	1,45	1,03	1,27
	4	34,2	86	67,8	1,38	0,90	1,10
TA+SG 15%	1	34,0	97,8	86,1	1,34	1,09	1,64
	2	34,9	118,3	101,1	1,42	1,12	1,56
	3	32,1	116,3	96,7	1,42	1,09	1,46
	4	34,1	118,2	96,1	1,45	1,07	1,35
TA+SG 20%	1	31,2	121,3	102,6	1,38	1,10	1,54
	2	35,1	120,6	102,3	1,40	1,10	1,52
	3	33,5	123,3	102,9	1,40	1,02	1,47
	4	34,6	118,7	99,1	1,33	0,96	1,45
TA+SG 25%	1	34,1	120,9	101,9	1,41	1,10	1,47
	2	34,4	121,2	101,3	1,41	1,08	1,42
	3	34,8	120,2	98,2	1,46	1,08	1,34
	4	31,7	119,1	95,9	1,41	1,04	1,31

Pengujian Pemadatan Tanah

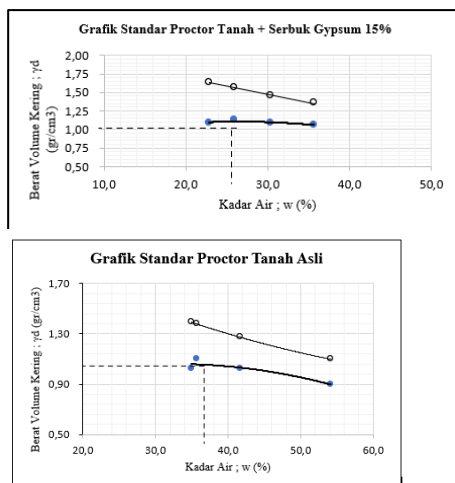
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Data Alat:

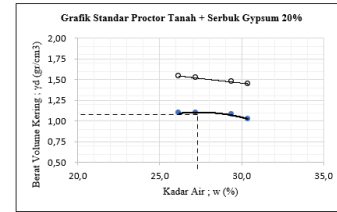
Berat alat= 1777,3. Tinggi alat = 11,7. Diameter alat = 10,2

Dari data pemadatan (Standart Proctor) tersebut, maka dapat dianalisis dengan menggunakan rumus seperti contoh berikut:

- 1) Volume alat = $\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (10,2)^2 \cdot 11,7 = 955,5 \text{ cm}^3$
- 2) Berat Volume basah = ("berat tanah+cetakan")-"berat alat" /"volume proctor" = $(3200-1777,3)/955,5 = 1,49 \text{ gr/cm}^3$
- 3) Kadar Air
Berat air = $84,6 - 71,3 = 13,3$
Berat tanah kering= $71,3 - 34,2 = 37,1$
Kadar air $w = 13,3 / 37,1 \times 100 \% = 35,7 \%$
- 4) Berat volume kering = $\gamma_{dry} = \gamma_b / "1+w" = \gamma_b / (1+35,7/100) = 1,10 \text{ gr/cm}^3$
- 5) Zero Air Void
 $ZAV = (GS \times \gamma_w) / "1 + (GS \times W)$
Dimana $\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$ $GS = 2,71 \text{ gr/cm}^3$
 $= 2,71 \times 1 / (1 + (2,71 \times 35,7 / 100)) = 1,38$



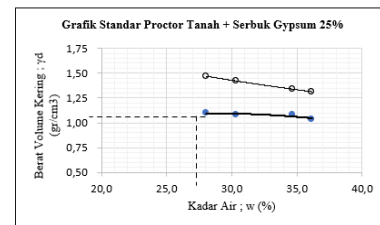
Gambar .1 Grafik Standar Proctor Tanah Asli
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri



Didapatkan hasil :

MDD = $1,12 \text{ gr/cm}^3$ dan OMC = 37,5 %

Gambar .2 Grafik Standar Proctor Tanah Asli +
Serbuk Gypsum 15%
(Sumber : Olahan Penelitian Mandiri)



Didap
atkan
hasil :
MDD
= $1,13 \text{ gr/cm}^3$

dan OMC = 28,2 %

Gambar 3. Grafik Standar Proctor Tanah Asli +
Serbuk Gypsum 20%
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Didapatkan hasil :

MDD = $1,11 \text{ gr/cm}^3$ dan OMC = 27,4 %

Gambar .4 Grafik Standar Proctor Tanah Asli +
Serbuk Gypsum 25%
(Sumber: Olahan Penelitian Mandiri)

Didapatkan hasil : MDD = 1,06 gr/ cm³
Dan OMC = 27,2 %

Gambar .5 Grafik OMC pada Variasi Kandungan Serbuk Gypsum
(Sumber: Olahan Penelitian Mandiri)

Gambar .6 Grafik MDD pada Variasi Kandungan Serbuk Gypsum
(Sumber: Olahan Penelitian Mandiri)

3.1.3 Analisis Data Nilai Unconfined Compression Test pada Tanah Lempung Ekspansif setelah penambahan Serbuk Gypsum

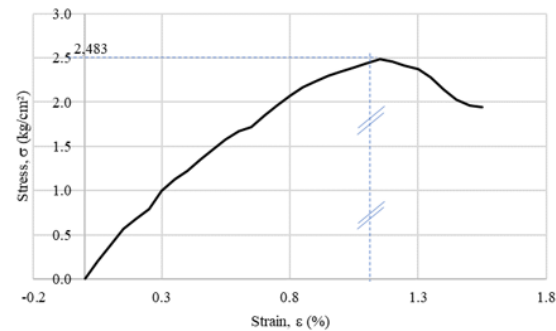
Dari hasil pengujian kuat tekan bebas pada tanah lempung ekspansif dengan penambahan serbuk Gypsum dengan variasi campuran 0%,15%, 20% dan 25% maka didapat tabel sebagai berikut:

Tabel 3. Data Hasil Pengujian UCT Tanah Asli

Deform	Strain	A	Dial Reading Deformation	P	σ
mm	$\epsilon = \Delta H / H_0 \cdot 100\%$	$A = A_0$	Div	Dial x Calibration	P/A
	%	cm ²		kg	kg/cm ²
0	0	19.625	0	0	0
0.5	0.05	19.625	9	3.987	0.203
1	0.10	19.625	17	7.531	0.384
1.5	0.15	19.625	25	11.075	0.564
2	0.20	19.625	30	13.290	0.677
2.5	0.25	19.625	35	15.505	0.790
3	0.30	19.625	44	19.492	0.993
3.5	0.35	19.625	50	22.150	1.129
4	0.40	19.625	54	23.922	1.219
4.5	0.45	19.625	60	26.580	1.354
5	0.50	19.625	65	28.795	1.467
5.5	0.55	19.625	70	31.010	1.580
6	0.60	19.625	74	32.782	1.670
6.5	0.65	19.625	76	33.668	1.716
7	0.70	19.625	82	36.326	1.851
7.5	0.75	19.625	87	38.541	1.964
8	0.80	19.625	92	40.756	2.077
8.5	0.85	19.625	96	42.528	2.167
9	0.90	19.625	99	43.857	2.235
9.5	0.95	19.625	102	45.186	2.302
10	1.00	19.625	104	46.072	2.348
10.5	1.05	19.625	106	46.958	2.393
11	1.10	19.625	108	47.844	2.438
11.5	1.15	19.625	110	48.730	2.483
12	1.20	19.625	109	48.287	2.460
12.5	1.25	19.625	107	47.401	2.415
13	1.30	19.625	105	46.515	2.370
13.5	1.35	19.625	101	44.743	2.280
14	1.40	19.625	95	42.085	2.144
14.5	1.45	19.625	90	39.870	2.032
15	1.50	19.625	87	38.541	1.964
15.5	1.55	19.625	86	38.098	1.941
Kuat Tekan q_u (kg/cm ²)					2.483
Kohesi c_u (kg/cm ²)					1.242

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

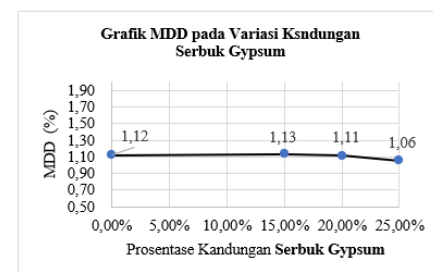
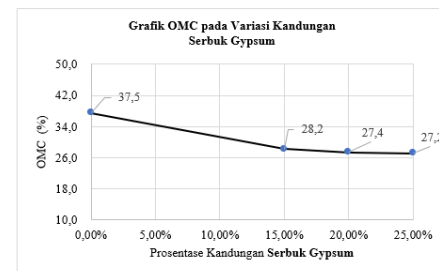
Dari tabel perhitungan diatas dapat diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar .7 Grafik Stress - Strain Tanah Asli
(Sumber: Olahan Penelitian Mandiri)

Didapatkan hasil Kuat tekan (q_u) = 2,483kg/cm²
Tipe Keruntuhan = Brittle Failure

Tabel .4 Data Hasil Pengujian UCT Tanah Asli + Serbuk Gypsum 15%



Deform	Strain $\epsilon = \Delta H/H_0 100\%$	A A = A ₀	Dial Reading Deformation	P Dial x Calibration	σ P/A
mm	%	cm ²	Div	kg	kg/cm ²
0	0	19.625	0	0	0
0.5	0.05	19.625	10	4.430	0.226
1	0.10	19.625	12	6.645	0.339
1.5	0.15	19.625	25	11.075	0.564
2	0.20	19.625	35	15.505	0.790
2.5	0.25	19.625	45	19.935	1.016
3	0.30	19.625	55	24.365	1.242
3.5	0.35	19.625	65	28.795	1.467
4	0.40	19.625	75	33.225	1.693
4.5	0.45	19.625	80	35.440	1.806
5	0.50	19.625	90	39.870	2.032
5.5	0.55	19.625	95	42.085	2.144
6	0.60	19.625	105	46.515	2.370
6.5	0.65	19.625	115	50.945	2.596
7	0.70	19.625	123	54.489	2.777
7.5	0.75	19.625	130	57.590	2.935
8	0.80	19.625	137	60.691	3.093
8.5	0.85	19.625	145	64.235	3.273
9	0.90	19.625	152	67.336	3.431
9.5	0.95	19.625	160	70.880	3.612
10	1.00	19.625	167	73.981	3.770
10.5	1.05	19.625	175	77.525	3.950
11	1.10	19.625	180	79.740	4.063
11.5	1.15	19.625	190	84.170	4.289
12	1.20	19.625	195	86.385	4.402
12.5	1.25	19.625	200	88.600	4.515
13	1.30	19.625	205	90.815	4.628
13.5	1.35	19.625	210	92.020	4.740
14	1.40	19.625	213	94.359	4.808
14.5	1.45	19.625	210	92.050	4.740
15	1.50	19.625	208	90.144	4.695
15.5	1.55	19.625	205	90.815	4.628
16	1.60	19.625	201	89.043	4.537
16.5	1.65	19.625	196	86.828	4.424
17	1.70	19.625	190	84.170	4.289
17.5	1.75	19.625	185	81.955	4.176
18	1.80	19.625	180	79.740	4.063
18.5	1.85	19.625	173	76.639	3.905
19	1.90	19.625	165	73.095	3.725
19.5	1.95	19.625	160	70.880	3.612
20	2.00	19.625	150	66.450	3.386
Kuat Tekan (kg/cm ²)					4.808
Koheisi (kg/cm ²)					2.404

Sumber : Olahan Penelitian

Deform	Strain $\epsilon = \Delta H/H_0 100\%$	A A = A ₀	Dial Reading Deformation	P Dial x Calibration	σ P/A
mm	%	cm ²	Div	kg	kg/cm ²
0	0	19.625	0	0	0
0.5	0.05	19.625	10	4.430	0.226
1	0.10	19.625	20	8.860	0.451
1.5	0.15	19.625	30	13.290	0.677
2	0.20	19.625	40	17.720	0.903
2.5	0.25	19.625	50	22.150	1.129
3	0.30	19.625	60	26.580	1.354
3.5	0.35	19.625	70	31.010	1.580
4	0.40	19.625	82	36.326	1.851
4.5	0.45	19.625	90	39.870	2.032
5	0.50	19.625	100	44.300	2.257
5.5	0.55	19.625	110	48.730	2.483
6	0.60	19.625	120	53.160	2.709
6.5	0.65	19.625	130	57.590	2.935
7	0.70	19.625	138	61.134	3.115
7.5	0.75	19.625	145	64.235	3.273
8	0.80	19.625	152	67.336	3.431
8.5	0.85	19.625	160	70.880	3.612
9	0.90	19.625	167	73.981	3.770
9.5	0.95	19.625	175	77.525	3.950
10	1.00	19.625	182	80.626	4.108
10.5	1.05	19.625	190	84.170	4.289
11	1.10	19.625	195	86.385	4.402
11.5	1.15	19.625	205	90.815	4.628
12	1.20	19.625	210	92.020	4.740
12.5	1.25	19.625	215	95.245	4.853
13	1.30	19.625	220	97.460	4.966
13.5	1.35	19.625	225	99.675	5.079
14	1.40	19.625	228	101.004	5.147
14.5	1.45	19.625	225	99.675	5.079
15	1.50	19.625	223	98.789	5.024
15.5	1.55	19.625	220	97.460	4.966
16	1.60	19.625	216	95.688	4.876
16.5	1.65	19.625	211	93.473	4.761
17	1.70	19.625	205	90.815	4.628
17.5	1.75	19.625	200	88.600	4.515
18	1.80	19.625	195	86.385	4.402
18.5	1.85	19.625	188	83.284	4.244
19	1.90	19.625	180	79.740	4.063
19.5	1.95	19.625	175	77.525	3.950
20	2.00	19.625	165	73.095	3.725
Kuat Tekan (kg/cm ²)					5.147
Koheisi (kg/cm ²)					2.573

Sumber : Olahan Penelitian

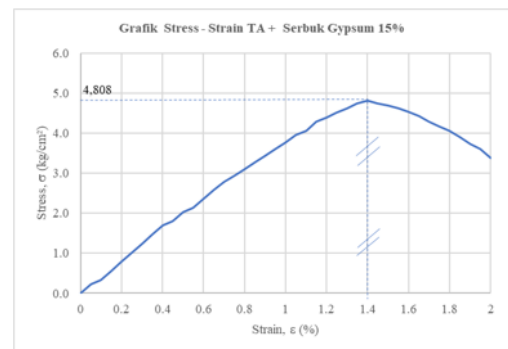
Dari tabel perhitungan diatas dapat diperoleh grafik sebagai berikut:

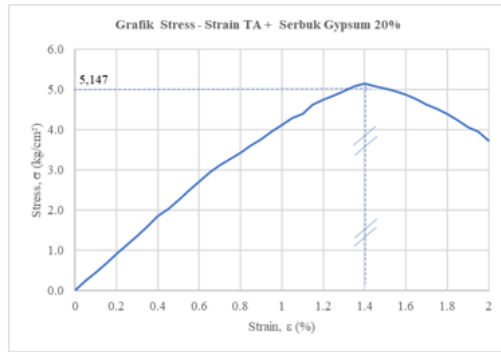
Dari tabel perhitungan diatas dapat diperoleh grafik sebagai berikut:

Gambar .8 Grafik Stress - Strain Tanah Asli + Serbuk Gypsum 15%
(Sumber: Olahan Penelitian Mandiri)

Didapatkan hasil:
Kuat tekan (qu) = 4,808 kg/cm²
Tipe Keruntuhan = Brittle Failure

Tabel .5 Data Hasil Pengujian UCT Tanah Asli+ Serbuk Gypsum 20%

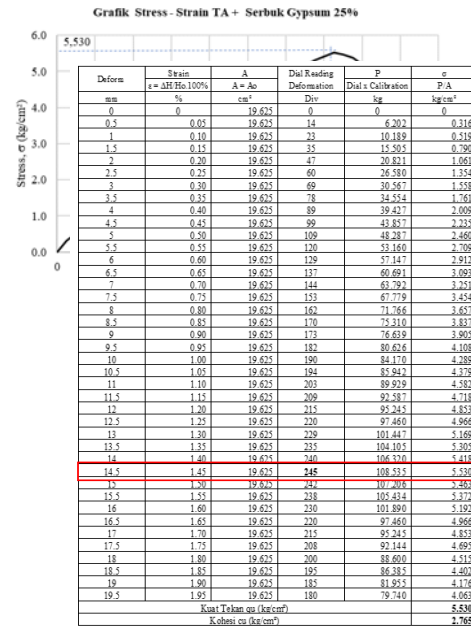




Gambar 9 Grafik Stress - Strain Tanah Asli +Serbuk Gypsum 20%
(Sumber: Olahan Penelitian Mandiri)

Didapatkan hasil:

Kuat tekan (q_u) = 5,147 kg/cm²
Tipe Keruntuhan = Brittle Failure



Gambar .10 Grafik Stress - Strain Tanah Asli +Serbuk Gypsum 25%
(Sumber: Olahan Penelitian Mandiri)

Didapatkan hasil:

Kuat tekan (q_u) = 5,530 kg/cm²
Tipe Keruntuhan = Brittle Failure

Tabel .6 Data Hasil Pengujian UCT Tanah Asli + Serbuk Gypsum 25%

3.1.4 Analisis Data Nilai Modulus Elastisitas pada Tanah Lempung Ekspansif setelah penambahan Serbuk Gypsum

Dari hasil pengujian kuat tekan bebas pada tanah lempung ekspansif dengan penambahan serbuk gypsum dengan variasi campuran 0%, 15%, 20% dan 25% maka didapat grafik sebagai berikut :

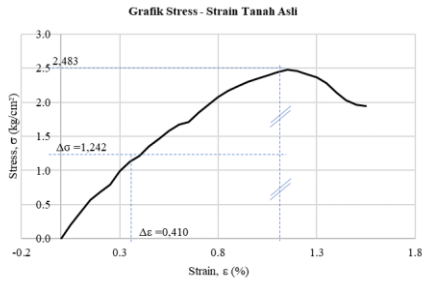
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Gambar .11 Grafik Stress – Strain Tanah Asli
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Dari tabel perhitungan diatas dapat diperoleh grafik sebagai berikut:

Didapatkan hasil:

Kuat tekan (q_u) = 2,483 kg/cm²



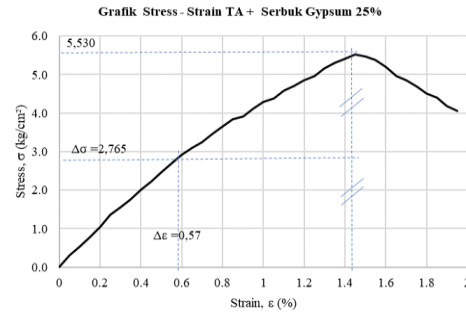
Kohesi
(cu) =
1,245
kg/cm
2
Tipe
Kerunt
uhan =
Brittle

Failure

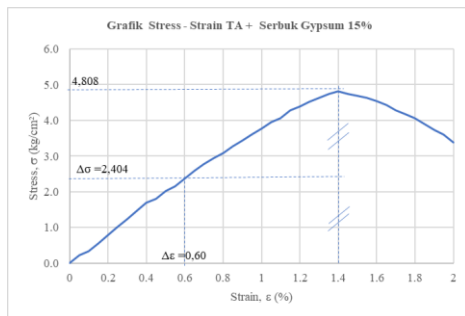
Modulus Elastisitas = $E_{50} = \Delta\sigma/\Delta\epsilon$
= $1,242/0,410 = 3,010 \text{ kg/cm}^2$

Didapatkan hasil:

Kuat tekan (q_u)= 5,147 kg/cm², Kohesi (c_u) = 2,573 kg/cm², Tipe Keruntuhan = Brittle Failure
Modulus Elastisitas =
 $E_{50} = \Delta\sigma/\Delta\epsilon = 2,573/0,57 = 4,515 \text{ kg/cm}^2$



Gambar .14 Grafik *Stress – Strain* Tanah Asli +
Serbuk *Gypsum* 25%
(Sumber: Olahan Penelitian Mandiri)

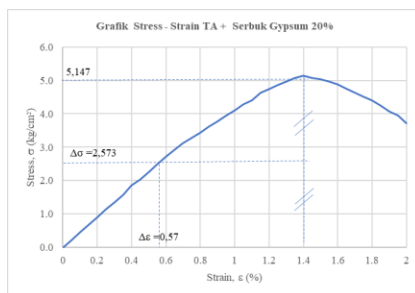


Gambar
.12
Grafik
Stress –
Strain
Tanah
Asli +

Serbuk *Gypsum* 15%
(Sumber : Olahan Penelitian Mandiri)

Didapatkan hasil:

Kuat tekan (q_u) = 4,808 kg/cm², Kohesi (c_u)= 2,404 kg/cm² , Tipe Keruntuhan= Brittle Failure
Modulus Elastisitas = $E_{50} = \Delta\sigma/\Delta\epsilon =$
 $2,404/0,60 = 3,994 \text{ kg/cm}^2$



Gambar .13 Grafik *Stress – Strain* Tanah Asli +
Serbuk *Gypsum* 20%
(Sumber : Olahan Penelitian Mandiri)

Didapatkan hasil: Kuat tekan (q_u)= 5,530 kg/cm², Kohesi (c_u) = 2,765 kg/cm² , Tipe Keruntuhan=Brittle Failure,ModulusElastisitas=
 $E_{50}=\Delta\sigma/\Delta\epsilon=2,765/0,57=4,853 \text{ kg/cm}^2$

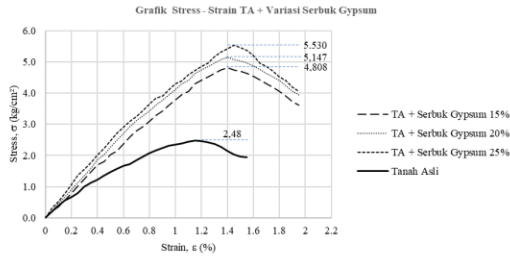
3.2 Pembahasan Hasil Analisis

3.2.1 Pembahasan Hasil Analisis Nilai Unconfined Compression Test pada Tanah Lempung Ekspansif setelah penambahan Serbuk Gypsum

Tabel .7 Rekapitulasi Nilai *Unconfined Compression Test*.

Deformasi	Strain	Tanah Asli	TA + Serbuk Gypsum 15%	TA + Serbuk Gypsum 20%	TA + Serbuk Gypsum 25%
mm	%	σ	σ	σ	σ
0	0	0	0	0	0
0.5	0.05	0.203	0.226	0.226	0.316
1	0.10	0.384	0.339	0.451	0.519
1.5	0.15	0.564	0.564	0.677	0.795
2	0.20	0.677	0.795	0.961	1.061
2.5	0.25	0.795	1.016	1.129	1.354
3	0.30	0.892	1.242	1.224	1.528
3.5	0.35	1.129	1.467	1.599	1.791
4	0.40	1.219	1.693	1.821	2.009
4.5	0.45	1.254	1.808	2.032	2.232
5	0.50	1.467	2.032	2.247	2.460
5.5	0.55	1.580	2.144	2.481	2.709
6	0.60	1.670	2.170	2.709	2.912
6.5	0.65	1.716	2.598	2.933	3.093
7	0.70	1.851	2.777	3.111	3.251
7.5	0.75	1.984	2.932	3.273	3.454
8	0.80	2.077	3.093	3.451	3.677
8.5	0.85	2.167	3.273	3.612	3.917
9	0.90	2.242	3.411	3.779	4.092
9.5	0.95	2.302	3.612	3.950	4.108
10	1.00	2.345	3.779	4.105	4.282
10.5	1.05	2.392	3.920	4.282	4.379
11	1.10	2.438	4.061	4.402	4.582
11.5	1.15	2.482	4.202	4.626	4.718
12	1.20	2.480	4.402	4.740	4.832
12.5	1.25	2.462	4.512	4.821	4.986
13	1.30	2.470	4.626	4.986	5.169
13.5	1.35	2.380	4.740	5.079	5.302
14	1.40	2.144	4.808	5.147	5.418
14.5	1.45	2.032	4.740	5.079	5.130
15	1.50	1.894	4.692	5.024	5.462
15.5	1.55	1.641	4.626	4.986	5.174
16	1.60	1.467	4.571	4.878	5.162
16.5	1.65	1.461	4.424	4.761	4.998
17	1.70	1.282	4.282	4.624	4.832
17.5	1.75	1.178	4.178	4.511	4.692
18	1.80	1.062	4.062	4.402	4.512
18.5	1.85	0.952	3.952	4.244	4.402
19	1.90	0.724	3.724	4.062	4.178
19.5	1.95	0.612	3.612	3.920	4.062
Kuat Tekan (q_u)		2.48	4.808	5.147	5.530
Kohesi (c_u)		1.24	2.404	2.479	2.765

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri



Gambar .15 Grafik Nilai *Unconfined Compression Test* tanah dan Tanah + Serbuk *Gypsum*
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

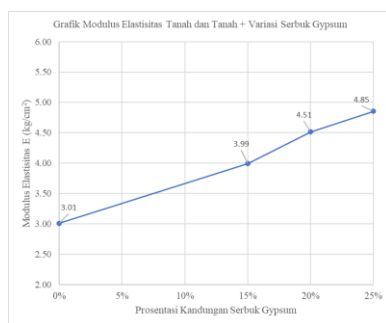
peningkatan nilai *Unconfined Compression Test* tertinggi pada variasi campuran serbuk *Gypsum* 25% dengan nilai 5,530 kg/cm², sedangkan peningkatan nilai *Unconfined Compression Test* terendah pada variasi campuran serbuk *Gypsum* 15% dengan nilai 4,808 kg/cm².

3.2.2 Pembahasan Hasil Analisis Nilai Modulus Elastisitas pada Tanah Lempung Ekspansif setelah penambahan Serbuk *Gypsum*

Tabel .8 Rekapitulasi Nilai Modulus Elastisitas Tanah

Jenis Sampel Tanah		Modulus Elastisitas(kg/cm ²)
Tanah Asli	0%	3.01
Tanah Asli + Serbuk <i>Gypsum</i>	15%	3.99
Tanah Asli + Serbuk <i>Gypsum</i>	20%	4.51
Tanah Asli + Serbuk <i>Gypsum</i>	25%	4.85

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri



Gambar 16 Grafik Nilai Modulus Elastisitas Tanah dan Tanah + Serbuk *Gypsum*
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

peningkatan nilai Modulus Elastisitas tertinggi pada variasi campuran serbuk

Gypsum 25% dengan nilai 4,85 kg/cm², sedangkan peningkatan nilai Modulus Elastisitas terendah pada variasi campuran serbuk *Gypsum* 15% dengan nilai 3,99 kg/cm².

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian analisis data dan pembahasan yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai *Unconfined Compression Test* tanah asli sebesar 2,48 kg/cm². Setelah melakukan penambahan Serbuk *Gypsum* dengan menggunakan variasi campuran 15% didapatkan nilai 4,81 kg/cm², nilai ini meningkat 93,64%. Variasi campuran 20% didapatkan nilai 5,15 kg/cm², nilai ini meningkat 107,27%. Variasi campuran 25% didapatkan nilai 5,53 kg/cm², nilai ini meningkat 122,73%.
2. Nilai Modulus Elastisitas tanah asli sebesar 3,01kg/cm². Setelah melakukan penambahan Serbuk *Gypsum* dengan menggunakan variasi campuran 15% didapatkan nilai 3,99 kg/cm², nilai ini meningkat 32,69%. Variasi campuran 20% didapatkan nilai 4,51 kg/cm², nilai ini meningkat 50,00%. Variasi campuran 25% didapatkan nilai 4,85 kg/cm², nilai ini meningkat 61,25%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E. (1991). Sifat – Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Edisi Kedua. Erlangga Jakarta.
- Craig, F.R. (1991). Mekanika Tanah. Erlangga. Jakarta
- Das, B.M. (1995). Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayas Geoteknis) Jilid-1. Erlangga. Jakarta