

STUDI PENGARUH STABILISASI TANAH DENGAN CAMPURAN KAPUR TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH DAERAH KABUPATEN PURWAKARTA

Hanif Ahmad Ma'sum¹, Chandra Afriade Siregar²
^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana

²korespondensi : chandra.afriade@usbypkp.ac.id

ABSTRAK

Tanah merupakan material penting dalam proses pembangunan konstruksi. Sifat fisik tanah bisa mempengaruhi bangunan di atasnya. Sehingga, diperlukan pengujian terhadap sifat fisik atau mekanik tanah terlebih dahulu. Beberapa sifat tanah yang kurang baik ketika dipakai sebagai dasar suatu bangunan adalah potensi kembang susut yang besar, plastisitas tinggi, perubahan volume besar dan lain sebagainya. Ada beberapa cara yang bisa dilakukan untuk memperbaiki tanah, salah satunya dengan penambahan bahan kimia. Pada penelitian ini, penambahan bahan kimia yang dilakukan untuk memperbaiki tanah adalah dengan penambahan garam dapur (NaCl). Sampel tanah diambil dari Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung. Sementara, sampel garam dapur yang digunakan adalah garam cap ikan raja. Komposisi campuran garam dapur yang digunakan adalah 5%, 10%, dan 15%. Dengan pengujian terhadap nilai uji tekan bebas atau unconfined compressive strength setelah dilakukan pemeraman selama 1 hari. Dari hasil penelitian, didapat bahwa nilai q_u dan C_u untuk tanah asli adalah 4,623 kg/cm² dan 2,3115 kg/cm², tanah asli + 5% garam 5,474 kg/cm² dan 2,737 kg/cm², tanah asli + 10% garam 4,512 kg/cm² dan 2,256 kg/cm², tanah asli + 15% garam 4,377 kg/cm² dan 2,1885 kg/cm². Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah dengan campuran garam sebanyak 5% memiliki nilai q_u dan C_u yang tinggi, yaitu sebesar 5,474 kg/cm² dan 2,737 kg/cm².

Kata Kunci: Garam dapur (NaCl), perbaikan tanah, unconfined compressive strength.

ABSTRACT

The growth of infrastructure in Indonesia, especially construction is increasingly rapid and numerous, such as building structures, road structures, and bridge structures. All of these infrastructures/structures are above ground. Soil is a material that is very influential and plays an important role in a construction work, both for road pavements, underground buildings, or bridges. In this case, stable soil is needed so that it has an adequate and high carrying capacity value to carry the load on it. In this study soil was used at Mount Hejo, Purwakarta and soil stabilization was carried out with a mixture of lime in the free compressive strength (UCS) test.

The results of the UCS test on the original undisturbed soil obtained the value of $q_u = 3.784$ kg/cm² and $c_u = 1.892$ kg/cm², while for the original disturbed condition the value of $q_u = 3.467$ kg/cm², $c_u = 1.733$ kg/cm², $ST = 1.092$. UCS test results for the soil + lime mixture obtained an increase of 117.52% (undisturbed, 5% lime), 115.52% (disturbed, 5% lime), 132.142% (undisturbed, 7.5% lime), 129, 07% (disturbed, 7.5% lime), 147.46% (undisturbed, 10% lime), and 143.41% (disturbed, 10% lime).

Keywords: soil stabilization, free compressive strength test, lime, undisturbed, disturbed

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di Indonesia semakin meningkat, termasuk daerah Kabupaten Purwakarta. Pembangunan infrastruktur dapat berupa konstruksi seperti pembangunan gedung, pembangunan jalan tol, dan pembangunan jembatan.

Semua infrastruktur/struktur tersebut didirikan diatas tanah sebagai dasar struktur. Tanah merupakan material yang sangat berpengaruh dan berperan penting dalam suatu pekerjaan konstruksi, baik untuk fondasi bangunan, perkerasan jalan, bangunan bawah tanah, ataupun jembatan[1]. Dalam hal ini diperlukan tanah

yang stabil dan memiliki kapasitas daya dukung yang memadai dan dapat memikul beban struktur di atasnya. Namun seperti diketahui setiap daerah memiliki karakteristik tanah yang berbeda-beda, untuk kondisi tanah yang memiliki nilai daya dukung yang rendah atau kondisi yang kurang bagus, maka untuk itu diperlukan stabilisasi dengan suatu tindakan untuk peningkatan beberapa sifat-sifat teknis tanah baik secara fisik, kimiawi, maupun mekanis [2].

Salah satu upaya stabilisasi tanah adalah dengan penggunaan kapur. Dalam penelitian ini dilakukan stabilitas tanah lempung dengan campuran kapur terhadap parameter kuat geser tanah dengan pengujian Triaxial kondisi tidak terkonsolidasi dan tidak teraliri (*Triaxial Test Unconsolidated Undrained*) [3].

Klasifikasi Tanah

Tabel 1 : Klasifikasi Tanah

Nama Golongan	Ukuran butiran (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
Masachusetts Institute of Technology	>2	2-0,06	0,06-0,002	<0,002
U.S Department of Agriculture (USDA)	>2	2-0,05	0,05-0,002	<0,002
American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO)	76,2-2	2-0,075	0,075-0,002	<0,002
Unified Soil Classification System (U.S Bureau of Reclamation)	76,2-4,75	4,75-0,075	Halus (yaitu lanau dan lempung) <0,075	

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut [4]. Butiran-butiran mineral yang membentuk bagian padat dari tanah merupakan hasil pelapukan dari batuan. Ukuran setiap butiran padat tersebut sangat bervariasi dan sifat-sifat fisik dari tanah banyak tergantung dari faktor-faktor ukuran, bentuk, dan komposisi kimia dari butiran [5]. Faktor-faktor tersebut dipengaruhi oleh tipe-tipe dasar dari batuan yang membentuk kerak bumi, mineral-mineral yang membentuk batuan dan proses pelapukan.

Sifat Fisik Tanah

- a. Warna Tanah
- b. Berat Isi Tanah (γ) - (SNI 03-3637-1994)
 - a.
$$\gamma = \frac{\text{Berat tanah dalam ring (silinder)}}{\text{Volume ring}}$$
- c. Kadar Air Tanah (w) - (SNI 1965:2008)
- d. Berat Jenis Tanah (G_s) - (SNI 1964:2008)
- e. Batas-Batas Atterberg (*Atterberg Limit*)
 - Batas Cair (SNI 1967:2008)
 - Batas Plastis (SNI 1966:2008)
 - Batas Susut (SNI 3422-2008)
- f. Analisa Ukuran Butir Tanah
 - Analisa Tapis (SNI 03-1968-1990)
 - Pengujian Hidrometer (SNI 03-3423-1994)

Sifat Mekanik Tanah

- a. Pemadatan Tanah (SNI 1742, 1743 : 2008)
- b. Kuat Geser Tanah dengan Pengujian TriaxialUU (*Triaxial Test Unconsolidated Undrained*) – (SNI 03-4813-1998)

Batas Atterberg dikenalkan oleh Albert Atterberg pada tahun 1911 dengan maksud untuk mengklasifikasikan [6]

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan usaha untuk memperbaiki sifat tanah secara teknis dengan menggunakan bahan-bahan tertentu. Pekerjaan ini umumnya dilakukan dengan mencampur tanah dengan jenis tanah lain sehingga gradasi yang diinginkan bisa didapatkan. Selain itu, pencampuran tanah juga dapat dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan buatan

pabrik agar sifat-sifat teknis dari tanah bisa lebih baik.

Tanah Ekspansif

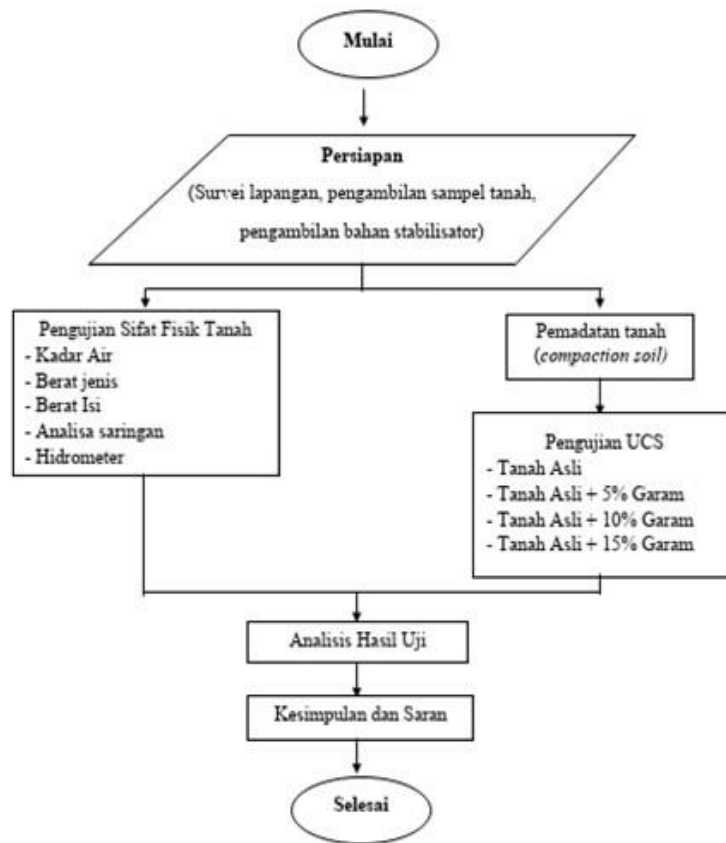
Tanah ekspansif merupakan tanah yang memiliki ciri-ciri kembang susut yang besar akibat peristiwa kapiler atau perubahan kadar airnya [7]. Besarnya pengembangan atau penyusutan tidak merata dari suatu titik ke titik lainnya sehingga menimbulkan perbedaan penurunan pada permukaan tanah. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya pengembangan tanah ekspansif antara lain jenis dan jumlah lempung, struktur tanah, kepadatan, perubahan kadar air, metode pemadatan, konsentrasi elektrolit dalam air dan tekanan di permukaan tanah (*surchage pressure*). Hasil pengujian sifat-sifat indeks tanah dapat dijadikan dasar dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasi tanah lempung ekspansif.

Kapur (*Limestone*)

Batu Kapur atau calcium carbonate (CaCO_3) terbentuk lebih dari 30 sampai 500 Juta Tahun yang lalu, yang berasal dari kerang, karang, ikan purba dan kalsium yang mengendap dari dasar laut membentuk lapisan dari batuan kapur [8]. Tekanan dan panas dari Bumi selama Jutaan Tahun dapat memadatkan dan mengkristalkan hal diatas menjadi batuan kapur, dimana tekanan yang lebih ekstrim akan membuat marmar.

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 : Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Berat Isi

Tabel 2 : Hasil Pengujian Berat Isi

No	Parameter	Satuan	Keadaan Tanah <i>Undisturb</i>	
			Sampel No.1	Sampel No.2
1	Nomor Ring	-	1	2
2	Diameter Ring (D)	cm	6,040	6,025
3	Tinggi Ring (t)	cm	0,825	0,805
4	Volume Ring (V)	cm ³	23,638	22,951
5	Berat Ring (W ₁)	gram	18,0	17,0
6	Berat Ring + Tanah (W ₂)	gram	74,0	66,0
7	Berat Tanah (W ₃); (6-5)	gram	56,0	49,0
8	Berat Volume Tanah (γ); (7/4)	gram/cm ³	2,369	2,135
9	Berat Volume Rata-rata	gram/cm³	2,252	

Hasil Pengujian Kadar Air

Tabel 3 : Hasil Pengujian Kadar Air

No	Parameter	Satuan	Keadaan Tanah <i>Undisturb</i>			
			Sampel No.1	Sampel No.2	Sampel No.3	Sampel No.4
1	Nomor Cawan	-	1	2	3	4
2	Berat Tanah Basah + Cawan (W_1)	gram	30	30	30	30
3	Berat Tanah Kering + Cawan (W_2)	gram	24	23	24	24
4	Berat Air (W_3); ($W_1 - W_2$)	gram	6	7	6	6
5	Berat Cawan (W_4)	gram	11	12	10	11
6	Berat Tanah Kering (W_5); ($W_2 - W_4$)	gram	13	11	14	13
7	Kadar Air (w); (W_3/W_5)	%	46,154	63,636	42,857	46,154
8	Kadar Air Rata-Rata (w)	%	54,895		44,505	
9	Kadar Air Total (w)	%	49,020			

Hasil Pengujian Berat Jenis

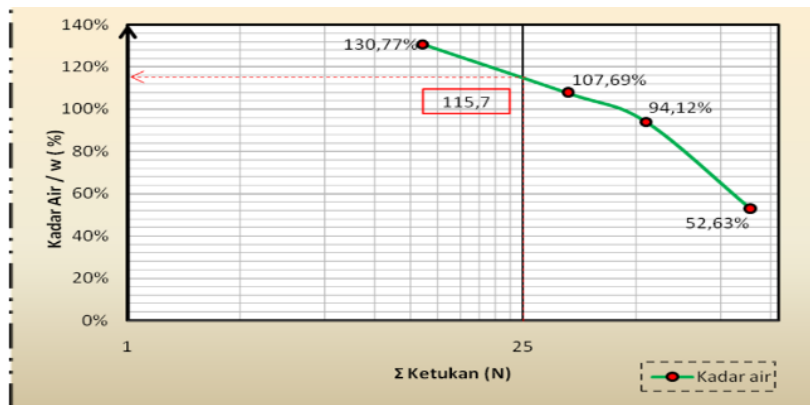
Tabel 4 : Hasil Pengujian Berat Jenis

No	Parameter	Satuan	Keadaan Tanah <i>Undisturb</i>		
			Sampel No.1	Sampel No.2	Sampel No.3
1	Nomor Piknom eter	-	1	2	3
2	Suhu (T)	°C	97	97	97
3	Berat Tanah (W_1)	gram	25	24	25
4	Berat Piknom eter	gram	67	65	41
5	Berat Piknom eter + Tanah; (3 + 4)	gram	92	90	66
6	Berat Air (W_2)	gram	100	100	100
7	Berat Total; (3 + 4 + 6)	gram	192	190	166
8	Berat Piknom eter + Air; (4 + 6)	gram	167	165	141
9	Berat Air Sesudah Di Dinginkan (W_3)	gram	90	91	91
10	Koreksi Suhu (K); $T = 25^\circ C$	°C	1	1	1
11	Specific Gravity (γ_s); ($W_1 / (W_2 - W_3)$)	-	2,500	2,778	2,778
12	Spesific Gravity Rata-Rata (γ_s)	-	2,639		

Hasil Pengujian Atterberg Limit

Tabel 5 : Hasil Pengujian Atterberg Limit

No	Parameter	Satuan	Batas Cair				Batas Plastis				
			Sampel No.1	Sampel No.2	Sampel No.3	Sampel No.4	Sampel No.1	Sampel No.2	Sampel No.3	Sampel No.4	Sampel No.5
1	Jumlah Ketukan	N	160	68	36	11	-	-	-	-	-
2	No.Cawan	-	1	2	3	4	1	2	3	4	5
3	Berat Cawan + Berat Tanah Basah	gram	37,0	41,0	37,0	38,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
4	Berat Cawan + Berat Tanah Kering	gram	27,0	25,0	23,0	21,0	21,0	17,0	21,0	20,0	21,0
5	Berat Air	gram	10,0	16,0	14,0	17,0	4,0	8,0	4,0	5,0	4,0
6	Berat Cawan	gram	80	8,0	10,0	8,0	8,0	8,0	10,0	8,0	10,0
7	Berat Tanah Kering	gram	19,0	17,0	13,0	13,0	13,0	9,0	11,0	12,0	11,0
8	Kadar Air (W)	%	52,632	94,118	107,69 2	130,76 9	30,769	88,889	36,364	41,667	36,364
9	Kadar Air Rata-Rata (W)	%	96,303				46,810				
10	Batar Cair (LL)	%	115,70								
11	Batas Plastis (PL)	%	46,810								
12	Indeks Plastisitas	%	68,890								



Gambar 2 : Grafik Batas Cair

Hasil Pengujian Analisa Saringan

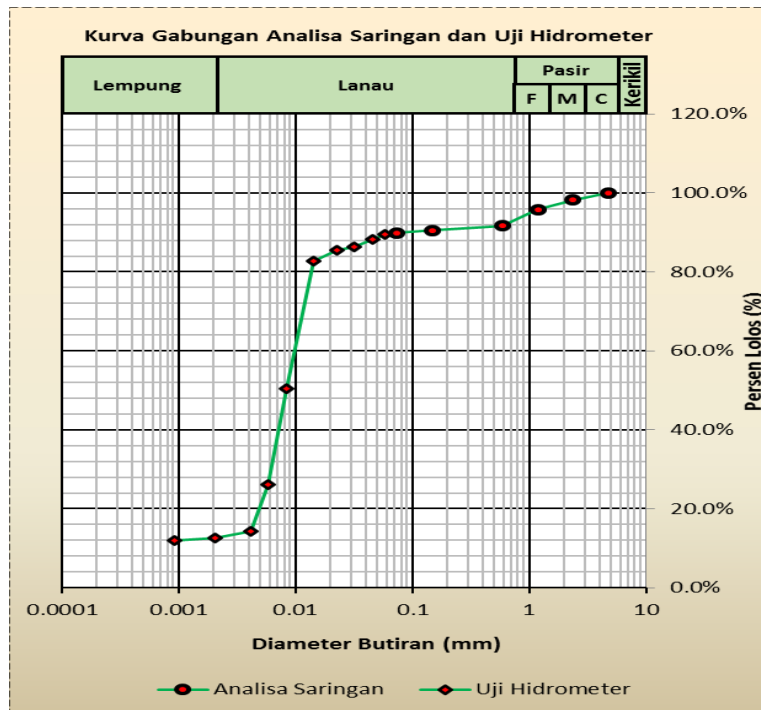
Tabel 6 : Hasil Pengujian Analisa Saringan

No	Nomor Saringan	Bukaan Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Tertahan (gram)	Persentase (%)	
					Tertahan	Lolos
1	No.4	4,76	0	0,0	0,0%	100,0%
2	No.8	2,36	17,90	17,9	1,79%	98,21%
3	No.20	1,19	24,80	42,7	4,27%	95,73%
4	No.40	0,59	40,20	82,9	8,29%	91,71%
5	No.100	0,149	12,10	95,0	9,50%	90,50%
6	No.200	0,074	6,60	101,6	10,16%	89,84%
7	Pan		898,40	1000,0	100,0%	0,0%
	Total		1000,0	1000,0	100,0%	0,0%

Hasil Pengujian Analisa Hidrometer

Tabel 7 : Hasil Pengujian Hidrometer

T (°C)	Ra (mm)	Rc	N	R	L (cm)	L / t	K	D (mm)	Lolos %
25,00	995,000	994,700	99,691	995,5	6,20	20,667	0,0129	0,059	0,896
25	980,000	979,700	98,188	980,5	6,20	12,400	0,0129	0,046	0,882
25	960,000	959,700	96,183	960,5	6,20	6,200	0,0129	0,032	0,864
25	950,000	949,700	95,181	950,5	6,20	3,100	0,0129	0,023	0,855
25	920,000	919,700	92,174	920,5	6,20	1,240	0,0129	0,014	0,828
25	560,000	559,700	56,094	560,5	6,20	0,413	0,0129	0,008	0,504
25	290,000	289,700	29,034	290,5	6,20	0,207	0,0129	0,006	0,261
25	160,000	159,700	16,005	160,5	6,20	0,103	0,0129	0,004	0,144
25	140,000	139,700	14,001	140,5	6,20	0,025	0,0129	0,002	0,126
25	132,500	132,200	13,249	133,0	7,30	0,005	0,0129	0,001	0,119



Gambar 3 : Grafik Distribusi Butiran

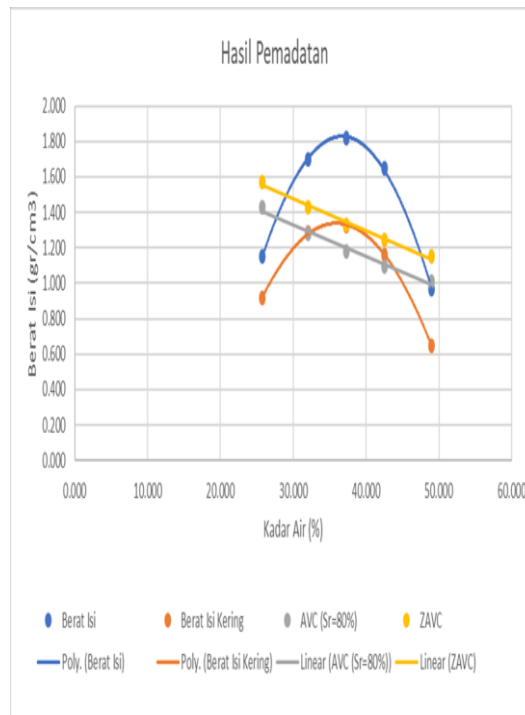
Berdasarkan tabel dan grafik di atas, maka didapatkan jenis tanah yang akan digunakan sebagai bahan pengujian adalah jenis tanah lempung (*clay*) sebesar 12,24%, lanau (*silt*)

sebesar 77,60%, pasir (*sand*) sebesar 10,16% dan batu (*gravel*) sebesar 0,00%.

Hasil Pengujian Pemadatan

Tabel 8 : Hasil Pengujian Pemadatan

<i>Standard Proctor Metode A</i>						
Parameter	Satuan	Mould				
		1	2	3	4	5
Penambahan Air	%	20	30	35	40	50
Berat Mould + Tanah Basah	gr	5700	7100	6700	7000	5400
Berat Mould	gr	4769	4769	4769	4760	4769
Berat Tanah Basah	gr	931	2331	1931	2240	631
Volume Tanah Basah	cm ³	807.422	1370.577	1060.714	1356.979	652.379
Berat Isi	gr / cm ³	1.153	1.701	1.820	1.651	0.967
Kadar Air	%	25.758	32.051	37.302	42.521	49.000
Berat Isi Kering	gr / cm ³	0.917	1.288	1.326	1.158	0.649
Berat Tanah Kering	gr	740.313	1765.223	1406.393	1571.694	423.490
Volume Tanah Kering	cm ³	280.528	668.899	523.927	595.564	160.474
Volume Pori	cm ³	526.894	701.679	527.788	761.415	491.905
Rasio Pori (e)	-	1.878	1.049	0.990	1.278	3.065
Porosity (n)	%	65.256	51.196	49.758	56.111	75.402
A.V.C (Sr=80%)	gr / cm ³	1.427	1.283	1.183	1.098	1.009
Z.A.V.C	gr / cm ³	1.571	1.430	1.330	1.244	1.151



Gambar 4. Grafik Pemadatan

Maka didapat hasil pemadatan standar untuk tanah asli adalah sebagai berikut :

- Kadar Air Optimu (*Optimum Moisture Content/OMC*) = 37,302%

- Berat Isi Kering Maksimum (*Maximum Dry Density/MDD*) = 1,326 gr/cm³

Hasil Pengujian Triaxial UU

Tabel 9 : Hasil Pengujian Triaxial UU Tanah Asli

Berat Tanah (W) = Regangan Keliling (σ) =		120.50 gr 0.50 kg/cm ²				125.50 gr 1.00 kg/cm ²			130.20 gr 2.00 kg/cm ²		
Defomasi Contoh Tanah N (mm)	Regangan Vertikal e (%)	Luas Koreksi A (cm ²)	Bacaan Dial (div)	Beban Piston P (kg)	Tegangan Deviator (kg/cm ²)	Bacaan Dial (div)	Beban Piston P (kg)	Tegangan Deviator (kg/cm ²)	Bacaan Dial (div)	Beban Piston P (kg)	Tegangan Deviator (kg/cm ²)
0,0	0,00	11,335	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
0,2	0,26	11,365	5,70	1,174	0,103	6,30	1,298	0,114	690	1,421	0,125
0,4	0,53	11,395	12,10	2,493	0,218	13,20	2,719	0,237	14,50	2,987	0,261
0,6	0,79	11,426	21,20	4,367	0,379	23,30	4,800	0,417	26,10	5,377	0,467
0,8	1,05	11,456	32,90	6,777	0,585	34,50	7,107	0,614	37,00	7,622	0,658
1,0	1,32	11,487	44,80	9,229	0,793	47,10	9,703	0,834	49,90	10,279	0,883
1,2	1,58	11,517	53,00	10,918	0,933	58,20	11,989	1,025	60,20	12,401	1,060
1,4	1,84	11,548	59,10	12,175	1,035	62,60	12,896	1,096	65,30	13,452	1,143
1,6	2,11	11,579	61,80	12,731	1,076	65,30	13,452	1,137	69,10	14,235	1,203
1,8	2,37	11,610	62,00	12,772	1,074	66,60	13,720	1,154	72,30	14,894	1,252
2,0	2,63	11,642	61,20	12,607	1,054	67,00	13,802	1,154	74,00	15,244	1,275
22	2,89	11,673				65,80	13,555	1,128	75,10	15,471	1,287
24	3,16	11,705							73,20	15,079	1,248
26	3,42	11,737									
28	3,68	11,769									
3,0	3,95	11,801									
32	4,21	11,834									
34	4,47	11,866									
36	4,74	11,899									
38	5,00	11,950									
4,0	5,26	11,965									

0,500	1,076	1,576
1,00	1,154	2,164
2,00	1,287	3,287

e(kg/cm ²)	1,584
	12,545

Dari uji triaxial UU didapat :

c = 1,584 kg/cm²

φ = 12,545⁰

Tabel 10 : Hasil Pengujian Triaxial UU Campuran Tanah + 5% Kapur

Berat Tanah (W) = Regangan Keliling () =			121,80 gr 0,50 kg / cm ²			126,40 gr 1,00 kg / cm ²			132,00 gr 2,00 kg / cm ²		
Defomasi Contoh Tanah N (mm)	Regangan Vertikal e (%)	Luas Koreksi A (cm ²)	Bacaan Dial (div)	Beban Piston P (kg)	Tegangan Deviator (kg / cm ²)	Bacaan Dial (div)	Beban Piston P (kg)	Tegangan Deviator (kg / cm ²)	Bacaan Dial (div)	Beban Piston P (kg)	Tegangan Deviator (kg / cm ²)
0.0	0.00	11.335	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.2	0.26	11.365	8.10	1.669	0.146	10.40	2.142	0.188	13.40	2.760	0.242
0.4	0.53	11.395	19.20	3.955	0.345	22.30	4.594	0.401	29.50	6.077	0.530
0.6	0.79	11.426	32.40	6.674	0.580	35.90	7.395	0.642	41.20	8.487	0.737
0.8	1.05	11.456	45.90	9.455	0.817	49.60	10.218	0.883	55.60	11.454	0.989
1.0	1.32	11.487	60.20	12.401	1.065	64.50	13.287	1.142	70.10	14.441	1.241
1.2	1.58	11.517	70.30	14.482	1.238	75.30	15.512	1.326	82.30	16.954	1.449
1.4	1.84	11.548	76.70	15.800	1.343	82.10	16.913	1.438	91.10	18.767	1.595
1.6	2.11	11.579	80.20	16.521	1.397	87.70	18.066	1.527	98.40	20.270	1.714
1.8	2.37	11.610	82.10	16.913	1.422	92.30	19.014	1.599	102.10	21.033	1.769
2.0	2.63	11.642	83.20	17.139	1.433	95.00	19.570	1.637	105.60	21.754	1.819
2.2	2.89	11.673	83.90	17.283	1.438	96.10	19.797	1.647	106.20	21.877	1.820
2.4	3.16	11.705	82.10	16.913	1.399	96.20	19.817	1.640	104.40	21.506	1.779
2.6	3.42	11.737				94.70	19.508	1.605			
2.8	3.68	11.769									
3.0	3.95	11.801									
3.2	4.21	11.834									
3.4	4.47	11.866									
3.6	4.74	11.899									
3.8	5.00	11.932									
4.0	5.26	11.965									

0.500	1.438	1.938
1.00	1.647	2.647
2.00	1.820	3.820

e(kg / cm ²)	2.160
	14.790

Dari uji triaxial UU didapat :

c = 2,160 kg/cm²

φ = 14,730⁰

Tabel 11 : Hasil Pengujian Triaxial Campuran Tanah + 10% Kapur

Berat Tanah (W) Regangan Keliling ()			120.40 gr 0.50 kg / cm ²			125.10 gr 1.00 kg / cm ²			130.30 gr 2.00 kg / cm ²		
Defomasi Contoh Tanah N (mm)	Regangan Vertikal e (%)	Luas Koreksi A (cm ²)	Bacaan Dial (div)	Beban Piston P (kg)	Tegangan Deviator (kg / cm ²)	Bacaan Dial (div)	Beban Piston P (kg)	Tegangan Deviator (kg / cm ²)	Bacaan Dial (div)	Beban Piston P (kg)	Tegangan Deviator (kg / cm ²)
0.0	0.00	11.335	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.2	0.26	11.365	11.40	2.348	0.206	14.90	3.069	0.269	16.70	3.440	0.302
0.4	0.53	11.395	24.50	5.047	0.441	30.50	6.283	0.548	35.70	7.354	0.642
0.6	0.79	11.426	38.70	7.972	0.692	47.20	9.723	0.844	53.40	11.000	0.955
0.8	1.05	11.456	52.20	10.753	0.929	60.10	12.381	1.069	68.80	14.173	1.224
1.0	1.32	11.487	65.10	11.411	1.152	71.80	14.791	1.271	79.20	16.315	1.402
1.2	1.58	11.517	73.30	15.100	1.290	81.00	16.686	1.426	88.10	18.149	1.551
1.4	1.84	11.548	81.10	16.707	1.420	89.90	18.519	1.574	97.50	20.085	1.707
1.6	2.11	11.579	90.00	18.540	1.567	97.50	20.105	1.698	105.50	21.733	1.837
1.8	2.37	11.610	97.50	20.085	1.689	105.70	21.774	1.831	111.40	22.948	1.930
2.0	2.63	11.642	104.40	21.506	1.799	110.30	22.722	1.900	116.20	23.937	2.002
2.2	2.89	11.673	106.20	21.877	1.820	113.40	23.360	1.943	120.40	24.802	2.063
2.4	3.16	11.705	108.90	22.433	1.856	116.70	24.040	1.989	123.70	25.482	2.108
2.6	3.42	11.737	109.10	22.475	1.849	117.60	24.226	1.993	125.10	25.771	2.121
2.8	3.68	11.769	107.40	22.124	1.811	118.00	24.308	1.989	126.30	26.018	2.129
3.0	3.95	11.801				116.80	24.061	1.958	127.00	26.162	2.129
3.2	4.21	11.834							125.70	25.894	2.096
3.4	4.47	11.866									
3.6	4.74	11.899									
3.8	5.00	11.932									
4.0	5.26	11.965									

0.500	1.866	2.366
1.00	1.993	2.993
2.00	2.129	4.129

e(kg/cm ²)	2.515
	16.360

Dari uji triaxial UU didapat :

$$c = 2,515 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 16,260^\circ$$

Tabel 12 : Hasil Pengujian Triaxial Campuran Tanah + 15% Kapur

Berat Tanah (W) Regangan Keliling			120.40 gr 0.50 kg / cm ²			125.10 gr 1.00 kg / cm ²			130.30 gr 2.00 kg / cm ²		
Defomasi Contoh Tanah N (mm)	Regangan Vertikal e (%)	Luas Koreksi A (cm ²)	Bacaan Dial (div)	Beban Piston P (kg)	Tegangan Deviator (kg / cm ²)	Bacaan Dial (div)	Beban Piston P (kg)	Tegangan Deviator (kg / cm ²)	Bacaan Dial (div)	Beban Piston P (kg)	Tegangan Deviator (kg / cm ²)
0.0	0.00	11.335	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.2	0.26	11.365	11.40	2.348	0.206	14.90	3.069	0.269	16.70	3.440	0.302
0.4	0.53	11.395	24.50	5.047	0.441	30.50	6.283	0.548	35.70	7.354	0.642
0.6	0.79	11.426	38.70	7.972	0.692	47.20	9.723	0.844	53.40	11.000	0.955
0.8	1.05	11.456	52.20	10.753	0.929	60.10	12.381	1.069	68.80	14.173	1.224
1.0	1.32	11.487	65.10	13.411	1.152	71.80	14.791	1.271	79.20	16.315	1.402
1.2	1.58	11.517	73.30	15.100	1.290	81.00	16.686	1.426	88.10	18.149	1.551
1.4	1.84	11.548	81.00	16.707	1.420	89.90	18.519	1.574	97.50	20.085	1.707
1.6	2.11	11.579	90.00	18.540	1.567	95.50	20.085	1.698	105.50	21.733	1.837
1.8	2.37	11.610	97.50	20.085	1.689	105.70	21.774	1.831	111.40	22.948	1.930
2.0	2.63	11.642	104.40	21.506	1.799	110.30	22.722	1.900	116.20	23.937	2.002
2.2	2.89	11.673	106.20	21.877	1.820	113.40	23.360	1.943	120.40	24.802	2.063
2.4	3.16	11.705	108.90	22.433	1.856	116.70	24.040	1.989	123.70	25.482	2.108
2.6	3.42	11.737	109.10	22.475	1.849	117.60	24.226	1.993	125.10	25.771	2.121
2.8	3.68	11.769	107.40	22.124	1.811	118.00	24.308	1.989	126.30	26.018	2.129
3.0	3.95	11.801				116.80	24.061	1.958	127.00	26.162	2.129
3.2	4.21	11.834							125.70	25.894	2.096
3.4	4.47	11.866									
3.6	4.74	11.899									
3.8	5.00	11.952									
4.0	5.26	11.965									

0.500	1.856	2.356
1.000	1.993	2.993
2.000	2.129	4.129

c (kg / cm ²)	2.515
	26.360

Dari uji triaxial UU didapat :

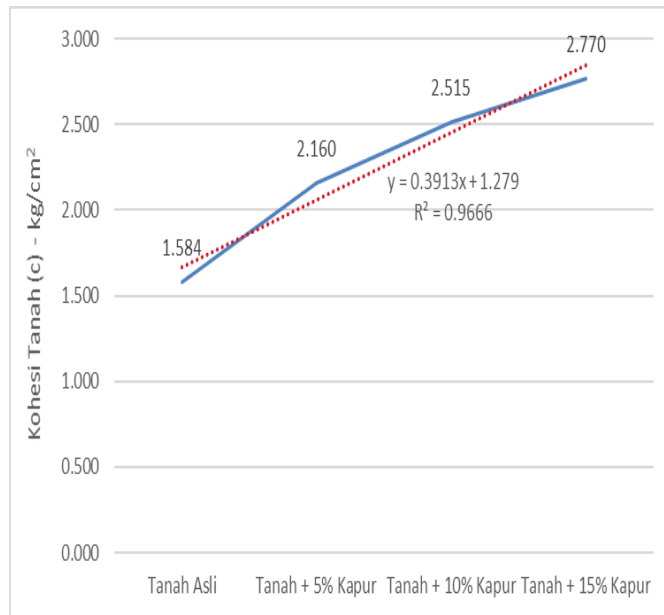
c = 2,770 kg/cm²

φ = 17,110⁰

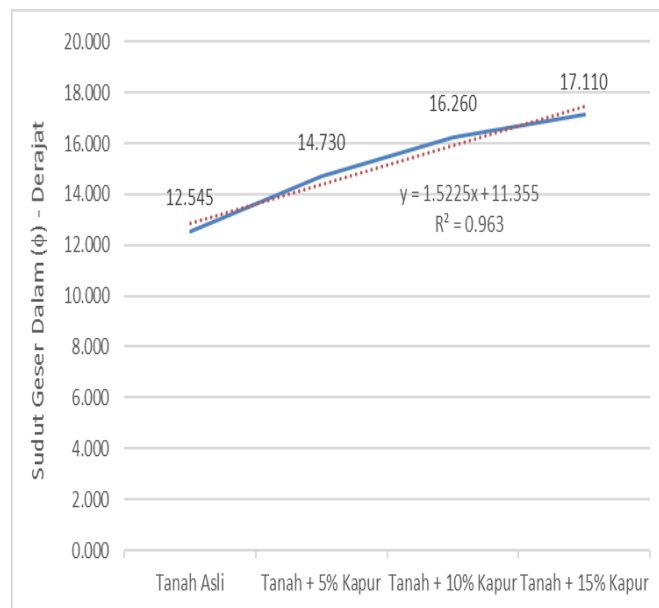
Rekapitulasi Hasil Uji Triaxial UU

Tabel 13 : Rekapitulasi Hasil Uji Triaxial UU

Kondisi Tanah	Uji Triaxial UU		Peningkatan Nilai dari Tanah Asli	
	c (kg / cm ²)	φ (Derajat)	c (%)	φ (%)
Tanah Asli	1.584	12.545	-	-
Tanah + 5% Kapur	2.160	14.730	136.36%	117.42%
Tanah + 10% Kapur	2.515	16.260	158.78%	129.61%
Tanah + 15% Kapur	2.770	17.110	174.87%	136.39%



Gambar 5 : Grafik Peningkatan Nilai c (Kohesi Tanah)



Gambar 6 : Grafik Peningkatan Nilai φ (Sudut Geser Dalam Tanah)

KESIMPULAN

1. Hasil pengujian sifat fisik tanah daerah Gunung Hejo, Kabupaten Purwakarta didapatkan hasil sebagai berikut :
 - Berat Isi Tanah (γ_t) = 2,252 gram/cm³
 - Berat Jenis Tanah (Gs) = 2,693
 - Kadar Air (w) = 49,02 %
 - Batas Atterberg,
Batas Cair (LL) = 115,70%,
Batas Plastis (PL) 46,81%,
Indek Plastisitas (IP) = 68,89%
 - Tanah adalah jenis lanau lempungan dengan persentasi fraksi butiran sebagai berikut :
 - Fraksi Kerikil = 0,000%
 - Fraksi Pasir = 10,160%
 - Fraksi Lanau = 77,599%
 - Fraksi Lempung = 12,241%
2. MDD = 1,326 gr/cm³ dan OMC = 37,302% didapat dari pengujian pemadatan standar.
3. Dari pengujian Triaxial untuk tanah asli didapat nilai parameter kuat geser dalam kondisi tidak terkonsolidasi dan tidak teraliri sebagai berikut : $c = 1,584 \text{ kg/cm}^2$ dan $\phi = 12,545^\circ$.
4. Dari pengujian Triaxial untuk campuran tanah + 5% kapur didapat nilai parameter kuat geser dalam kondisi tidak terkonsolidasi dan tidak teraliri sebagai berikut : $c = 2,160 \text{ kg/cm}^2$ dan $\phi = 14,730^\circ$. Dan terjadi peningkatan nilai c sebesar 136,36% dan ϕ sebesar 117,42% dari parameter kuat geser tanah asli.
5. Dari pengujian Triaxial untuk campuran tanah + 10% kapur didapat nilai parameter kuat geser dalam kondisi tidak

terkonsolidasi dan tidak teraliri sebagai berikut : $c = 2,515 \text{ kg/cm}^2$ dan $\phi = 16,260^\circ$. Dan terjadi peningkatan nilai c sebesar 158,78% dan ϕ sebesar 129,61% dari parameter kuat geser tanah asli.

6. Dari pengujian Triaxial untuk campuran tanah + 15% kapur didapat nilai parameter kuat geser dalam kondisi tidak terkonsolidasi dan tidak teraliri sebagai berikut : $c = 2,770 \text{ kg/cm}^2$ dan $\phi = 17,110^\circ$. Dan terjadi peningkatan nilai c sebesar 174,87% dan ϕ sebesar 136,39% dari parameter kuat geser tanah asli.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Widyaiswara Utama Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia and K. Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, "PENGARUH KUALITAS SUMBER DAYA MANUSIA DALAM MENCAPAI MUTU PEKERJAAN KONSTRUKSI JALAN LENTUR," *J. INFRASTRUKTUR 1-31*, vol. 3, 2017.
- [2] S. Desy, "Studi Perencanaan Pondasi Gabungan Antara Pondasi Tiang Bor Dengan Pondasi Rakit (Piled-Raft Foundation) Pada Pembangunan Gedung Bank Shinta Malang,," 2008.
- [3] N. H. Panjaitan, "PENGARUH KAPUR TERHADAP KUAT GESER TANAH LEMPUNG," 2017.
- [4] B. M. Das, *Mekanika Tanah: Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis jilid 1&2*. Erlangga, 1993. [Online]. Available: http://slims.unib.ac.id:80/index.php?p=show_detail&id=14192
- [5] F. Fahriani, "ANALISIS STABILITAS TANAH TIMBUNAN DENGAN PERKUATAN SABUT KELAPA,"

- FROPIL (Forum Prof. Tek. Sipil)*, vol. 4, no. 2, pp. 115–125, Dec. 2016, Accessed: Aug. 19, 2022. [Online]. Available: <https://www.journal.ubb.ac.id/index.php/fropil/article/view/1242> 10.26418/JELAST.V4I4.22732.
- [6] S. P. Wardani, R. M. Rustamaji, and - Aprianto, "PENGARUH SIKLUS BASAH KERING PADA SAMPEL TANAH TERHADAP NILAI ATTERBERG LIMIT," *JeLAST J. PWK, Laut, Sipil, Tambang*, vol. 4, no. 4, Nov. 2017, doi:
- [7] A. S. MUNTOHAR, *PRINSIP-PRINSIP PERBAIKAN TANAH*. Yogyakarta: LP3M UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA, 2015.
- [8] R. A. Putri, "Penggunaan Pewarna Alami Daun Sirih Gading pada Kombinasi Batik Tulis dan Teknik Jumputan," in *Seminar Nasional Seni dan Desain 2017*, 2017, pp. 272–278.