



PENGARUH CAMPURAN BAHAN ADDITIVE KAPUR TOHOR (CaO) DAN FLY ASH TERHADAP STABILISASI TANAH DASAR LEMPUNG

Noviana Putri Kosasih

Program Studi Teknik Sipil Universitas Jayabaya

Eri Setia Romadhon

Program Studi Teknik Sipil Universitas Jayabaya

Muhammad Nafhan Isfahani

Program Studi Teknik Sipil Universitas Jayabaya

Abstract

Clay is a multi-component soil, the soil is shrinking or hard if it has low water content, whereas if the water content is high it will be soft or inflated, plastic and cohesive, experience a development and shrinkage event that takes place relatively quickly so it can endanger a construction. The first step is to find out what the optimum water content value is in the original clay soil in terms of the Atterberg Limits test value and the UCS (Unconfined Compressive Strength) test with different ripening periods using a mixture of fly ash and lime. Based on the results of testing and discussion that has been carried out on silt clay samples stabilized using a mixture of Cretaceous and Fly ash with different compositions, several conclusions are obtained: Properties of soil moisture content = 81.05%, Specific Gravity Original Land = 2.74, Analysis of Grain and Hydrometer Size: Clay = 52.57%, Silt = 43.26%, and Sand = 4.17%. From the results of the Atterberg test for native land, the liquid limit value was 73.17%, and the plastic limit was 42.08% with a plasticity index of 31.09%. So based on the classification of USCS the research soil belongs to the MH-OH symbol group, has moderate to high plasticity and contains mica or diatome elastic silts.

Key words: quicklime, clay, mixed, fly ash, soil properties

1. PENDAHULUAN

Dalam konstruksi sipil, tanah mempunyai peranan penting. Tanah berfungsi menahan beban akibat bangunan, seperti timbunan pada konstruksi jalan raya, bendungan tipe urugan dan timbuanan saluran irigasi. Sehingga kuat atau tidaknya bangunan konstruksi ini juga dipengaruhi oleh kondisi tanah yang ada.

Pada pembangunan dibidang infrastruktur khususnya pada pekerjaan jalan tol banyak dijumpai kendala dengan kondisi tanah yang masih berupa tanah asli yang didominir oleh tanah lempung atau tanah lunak yang kondisinya harus diperbaiki. Sifat yang khas dari tanah lempung adalah tanah berbutir halus bersifat menyusut atau keras jika berkadar air rendah sedangkan jika dalam keadaan kadar airnya tinggi akan bersifat lunak atau mengembang, plastis dan kohesif, mengalami peristiwa pengembangan dan penyusutan yang berlangsung relatif cepat sehingga dapat membahayakan suatu konstruksi.

Tanah lempung merupakan tanah yang bersifat *multi component* yang terdiri dari tiga fase yaitu padat, cair dan udara. Bagian yang padat merupakan polyamorphous terdiri dari mineral inorganis dan organis. Mineral-mineral lempung merupakan substansi-substansi kristal yang sangat tipis yang pembentukan utamanya berasal dari perubahan kimia pada pembentukan mineral-mineral batuan dasar. Semua mineral lempung sangat tipis kelompok-kelompok partikel kristalnya berukuran koloid ($< 0,002\text{mm}$) dan hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron.

Stabilisasi tanah merupakan cara yang telah umum dipakai untuk meningkatkan daya dukung tanah terutama untuk tanah dasar. Stabilisasi adalah suatu proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan cara menambahkan bahan aditif pada tanah tersebut.

Upaya untuk memperbaiki kondisi tanah sebelum dilakukannya proses konstruksi dengan dilakukan stabilisasi tanah itu sendiri. Kestabilan tanah bisa terjadi secara alami maupun buatan, bila tanah secara alami tidak dapat mencapai kestabilan yang diinginkan maka perlu dilakukan upaya-upaya untuk menstabilkan tanah dengan berbagai proses, dapat dengan menggunakan proses fisik, mekanik, dan kimiawi. Ketiga proses tersebut

disediakan dengan kondisi di lapangan dengan pertimbangan cara mana yang mudah dan lebih efisien untuk dilakukan.

Ada beberapa metode stabilisasi tanah yang biasanya digunakan dalam upaya untuk memperbaiki mutu tanah dasar yang kurang baik mutunya. Metode tersebut salah satunya yaitu stabilisasi kimiawi. Stabilisasi kimiawi ini dilakukan dengan cara menambahkan *stabilizing agents* pada tanah dasar yang akan ditingkatkan mutunya. *Stabilizing agents* ini antara lain adalah kapur tohor (CaO), *fly ash*, semen, dan lain-lain.

Pada penelitian ini akan melakukan stabilisasi tanah lempung dengan menambahkan campuran bahan aditif kapur dan menambahkan *fly ash* (abu batu bara terbang) sebagai alternatif perbaikan tanah lempung dengan metoda stabilisasi kimiawi. Diharapkan stabilisasi tanah dengan menggunakan kapur yang dicampur dengan *fly ash* akan dapat meningkatkan nilai UCS (*Unconfined Compressive Strength*) dari tanah tersebut, sehingga dapat meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dasar terhadap kepadatan tanah yang akan dibangun diatasnya.

2. Tanah Lempung yang Diteleti

Pengujian pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Politeknik Negeri Bandung. Sedangkan lokasi pengambilan contoh tanah adalah di daerah Tanjungsari-Sumedang. Lokasi tanah pada penelitian ini dilakukan di kawasan desa Pamulihan Rancakalong yang berada di Kota Tanjungsari-Sumedang. Sampel tanah sebagai bahan uji yang dipakai dalam pengujian ini adalah tanah lempung. Ada kemungkinan tanah lempung pada kawasan ini merupakan tanah lempung yang bersifat kelanauan dimana tanah lempung kelanauan memiliki karakteristik yang berbeda dengan jenis tanah pada umumnya seperti mineral lempung yang menyebabkan perubahan volume.

Cara kerja yang akan dilakukan untuk stabilisasi tanah lempung dengan cara melakukan beberapa tahap uji laboratorium yang telah ditentukan cara kerjanya untuk stabilisasi tanah lempung dengan menambahkan campuran bahan aditif, yang akan dilakukan berulang-ulang dengan prosentase yang berbeda pada tiap bahan aditif dan tanah lempung. Uji coba campuran bahan aditif dan tanah lempung

berdasarkan masing-masing ukuran/volume sehingga menghasilkan row mix yang paling baik, sehingga mendapatkan nilai UCS pada tanah lempung tersebut untuk perkerasan jalan.

Tanah yang diambil di lapangan merupakan tanah asli pada daerah Tanjungsari-Sumedang. Pengambilan tanah dilakukan dengan cara melakukan penggalian tanah dengan cangkul dari kedalaman 50-100 cm dari permukaan tanah. Tanah kemudian dimasukkan ke dalam karung dan disimpan di laboratorium untuk selanjutnya akan dilakukan pengujian.

Sebagaimana telah dikemukakan bahwa perbandingan campuran kapur dan fly ash berdasarkan atas presentase berat kering tanah yang digunakan dalam suatu pengujian. Perbandingan kapur dan *fly ash* yang dipakai (*Kapur/flyash/tanah*) yaitu : 4%/8%/100%, 6%/8%/100%, 8%/8%/100, dan 12%/8%/100.

Berikut ini contoh perhitungan untuk mendapatkan berat kapur dan fly ash yang digunakan, % berdasarkan atas berat kering tanah.

1. Misalkan berat tanah untuk pemanatan = 2,5 kg
2. Kadar air optimum = 30,55%
3. Berat kering tanah = $100/130,55 \times 2,5 \text{ kg} = 1,914 \text{ kg}$
4. Bila kadar kapur yang digunakan 4% x 1,914 kg = 0,0765 kg = 76,56 gr
5. Bila kadar fly ash yang digunakan 8% x 1,914 kg = 0,153 kg = 153,12gr

Tabel 1. Proporsi penggunaan kapur (gr) dan fly ash (gr) atas berat kering tanah

No.	Tanah	Kapur	Fl y as h (%)	Tanah	Kapur	Fly ash
Ca mp	(%)	(%)	(%)	(gr)	(gr)	(gr)
1	100	4	8	191	76,5	153,12
2	100	6	8	191	114,84	153,12
3	100	8	8	191	153,12	153,12
4	100	12	8	191	229,68	153,12

3. Pengujian Tanah Asli

a) Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air tujuannya adalah mengukur kadar air suatu sampel tanah. Kadar air suatu tanah adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butir tanah tersebut dan dinyatakan dalam persen

Tabel 2 Hasil Pengujian Kadar Air

Kadar air asli (%)		
No. Contoh	UDS 1	
Kedalaman	0.70 - 1.00	
No.	1	2
Berat Cawan [gr]	15.42	15.51
Berat tanah basah + cawan [gr]	57.68	63.43
Berat tanah kering + cawan [gr]	38.68	42.07
Berat Air [gr]	19.00	21.36
Berat tanah kering [gr]	23.26	26.56
Kadar air [%]	81.69	80.42
Kadar air rata-rata [%]	81.05	

Dari pengujian di atas dapat kadar air asli adalah 81.05 %.



a



b



c

Gambar 1. Foto Pengujian Kadar Air

a). Tanah Lempung Asli

b). Oven untuk pengeringan

c). Hasil tanah lempung yang sudah dioven

b). Hasil Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*) pada tanah asli

Nilai berat jenis (*specific gravity*) tanah dari lokasi penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Data Berat Jenis (Gs) Tanah Asli

Berat Jenis (Gs)		
Lokasi		UDS 1
Kedalaman		0.70 - 1.00
No.	5	6
Berat Picnometer	31.54	30.06
Berat Pic. + Tn. kering	38.96	38.09
Berat Pic. + Tanah + air	86.38	84.98
Berat Pic. + Air	81.73	79.80
Berat tanah kering	7.30	8.17
Berat Jenis	2.755	2.732
Berat Jenis rata-rata	2.744	
Suhu	26	26
Koreksi	0.9983	0.9983
Berat Jenis rata-rata	2.74	

Dari pengujian di atas di dapat berat jenis tanah asli adalah 2,74.



a



b

Gambar 2. Foto Berat Jenis (Gs) Tanah Asli

- a). Tanah yang sudah ditumbuk dimasukkan dalam *Picnometer*
- b). Pengujian Berat Jenis (Gs)

c). Hasil Pengujian Analisa Ukuran Butir dan Hidrometer

Pengujian ini dipakai untuk Menentukan distribusi ukuran butir (gradasi) tanah. Berikut ini adalah tabel hasil analisa ukuran butir dari lokasi penelitian, dengan berat total tanah 100 gr :

Tabel 3. Hasil Analisa Ukuran Butir

ANALISA UKURAN BUTIR						
No. Contoh :	UDS 1 0.70 - 1.00	Saringan	Fisika : 100 gram			
Saringan no. No.	Diameter [mm]	Berat saringan [gram]	Xt-saringan	Xt-fisika	Xt-fisika%	
4	4.750	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	2.000	0.19	0.19	0.19	99.51	
10	1.000	0.19	0.19	0.19	99.51	
40	0.425	0.54	0.54	0.54	98.99	
4.9	0.250	0.42	0.42	0.42	98.22	
100	0.150	1.17	1.17	1.17	97.11	
200	0.074	1.28	1.28	1.28	95.83	
		4.17	4.17			

Hidrometer										
No. Contoh :	UDS 1 0.70 - 1.00	Hidrometer	Wt - 39.85							
Tsl	Wtwt	Rk	T	C	Rk + C	Zr	M	D	H	H*
0	24.0	24	0	24.0	24.0	0.294	0.0123	0.0000	100.44	95.42
0.25	24.0	24	0	24.0	24.0	0.221	0.0123	0.0750	100.43	95.25
0.5	24.4	24	0	24.4	24.4	0.401	0.0123	0.0522	99.22	95.09
1	24.5	24	0	24.5	24.5	0.428	0.0123	0.0277	95.02	94.70
2	24.2	24	0	24.2	24.2	0.402	0.0123	0.0248	95.01	93.92
5	24.0	24	0	24.0	24.0	0.563	0.0123	0.0170	94.21	92.77
10	23.7	24	0	23.7	23.7	0.442	0.0123	0.0121	95.54	91.41
20	23.5	24	0	23.5	23.5	0.647	0.0123	0.0056	94.74	90.83
40	22.0	24	0	22.0	22.0	1.000	0.0123	0.0000	95.44	90.00
100	21.4	24	0	21.4	21.4	1.261	0.0123	0.0024	86.32	82.72
200	17.6	24	0	17.6	17.6	12.754	0.0123	0.0011	54.86	52.57

Dari grafik distribusi ukuran butir tersebut diketahui kandungan lempung pada tanah tersebut sebesar 52,57 %, lanau 43,26 %, dan pasir 4,17%.



Gambar 3. Foto Analisa Ukuran Butir dan Hidrometer

d). Hasil Pengujian Konsistensi Tanah (*Atterberg Limits*)

Dibawah ini adalah tabel hasil pengujian konsistensi tanah (*atterberg limits*) pada tanah asli. Setelah dibuat grafik dan di plotkan pada

ketukan ke 25, didapat nilai batas cair sebesar 73,17%, batas plastis sebesar 42,08%. Maka indeks plastisitasnya:

$$\begin{aligned} PI &= LL(\%) - PL(\%) \\ PI &= 73,17(\%) - 42,08(\%) \\ PI &= 31,09\% \end{aligned}$$

Tabel 4. Hasil Pengujian Konsistensi Tanah Asli (Atterberg Limits)

Batas-Batas Atterberg														
Contoh UDS 1 Kedalan 0,70 - 1,0														
Pengujian					0,70 - 1,00		Batas Plastis (PL)							
No.					1	2	3	4	1					
Berat Cawan	15,36	15,55	15,81	15,83	15,75				2					
Berat tanah basah + ca	29,05	26,55	27,18	26,11	21,55									
Berat tanah kering + ca	22,40	21,63	22,55	22,26	19,84									
Berat Air	6,65	4,92	4,63	3,85	1,72									
Berat tanah kering	7,04	6,08	6,74	6,43	4,09									
Kadar air	94,46	90,92	69,69	59,86	42,05									
Kadar air rata-rata					42,08									
Jumlah ketukan	12	19	29	40										
Nilai batas	LL = 73,17					PL = 42,08								
UDS 1 0,70 - 1,00														
Kurva Aliran														
$y = 2,375x + 73,17$ PL (Plastic Limit) = 42,08 % LL (Liquid Limit) = 73,17 % Indeks Plastis (PI) = 31,09 %														



Gambar 4. Pengujian Konsistensi Tanah Asli (Atterberg Limits)

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dijabarkan diatas, dapat diperoleh resume sebagai berikut :

Lolos Ayakan No. 200	39.05	%
Liquid Limits	73.17	
Index Plasticity	31.09	
Tipe Material Paling Dominan	a. Lanau	43,26 %
	b. Lempung	52,57 %
LL – 30	73.17	

e. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Asli

Pengujian pemadatan bertujuan untuk menentukan hubungan kadar air dan kepadatan tanah, sehingga dapat diketahui kepadatan maksimum dan kadar air optimum.

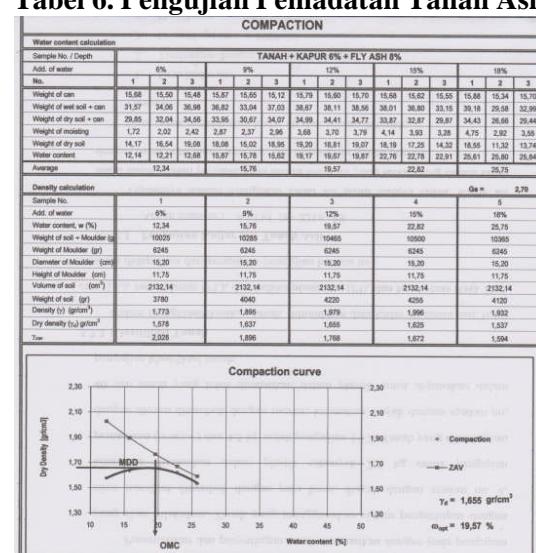
Tabel 5. Data hasil pemadatan tanah asli

COMPACTION									
Water content calculation									
Sample No / Depth	0								
	No.	1	2	3	1	2	3	1	2
Add. of water		9%	12%	15%	18%	21%			
Weight of can	43,1	43,6	41,8	5,36	4,83	5,55	4,41	4,70	4,81
Weight of wet soil + can	29,26	22,66	26,12	33,11	24,69	29,81	25,68	19,04	24,04
Weight of dry soil + can	24,58	19,19	22,05	27,11	20,41	34,52	20,57	15,73	16,48
Weight of soil + can	4,69	3,47	4,07	9,80	4,21	5,20	4,99	3,32	4,58
Weight of soil	19,97	14,71	17,57	21,85	15,85	19,97	16,35	11,02	14,06
Water content	21,44	22,50	23,43	26,42	26,56	26,83	30,66	31,11	30,84
Average	23,40			26,81		30,55			30,36
Density calculation									
Sample No	1	2	3	4	5				
Add. of water	9%	12%	15%	18%	21%				
Water content, w (%)	29,40	26,81	30,55	34,63	39,39				
Weight of soil + Moulder (g)	93,95	86,65	99,45	98,85	91,95				
Weight of Moulder (g)	6,246	6,246	6,246	6,246	6,246				
Diameter of Moulder (cm)	15,20	15,20	15,20	15,20	15,20				
Height of Moulder (cm)	11,75	11,75	11,75	11,75	11,75				
Volume of soil (cm³)	2132,14	2132,14	2132,14	2132,14	2132,14				
Weight of soil (g)	2790	3400	3700	3630	2690				
Density (γ) (gr/cm³)	1,309	1,399	1,726	1,698	1,364				
Dry density (γ₀) (gr/cm³)	1,060	1,261	1,229	1,281	1,063				
γ₀	1564	1573	1481	1307	1310				

Compaction curve									
γ₀ (gr/cm³)	1,060	1,261	1,229	1,281	1,063				
Water content [%]	30,55	39,39	34,63	39,18	29,48				
γ (gr/cm³)	1,329	1,329	1,329	1,329	1,329				
Wc (%)	30,55	39,39	34,63	39,18	29,48				
γ₀ (gr/cm³)	1,060	1,261	1,229	1,281	1,063				
Water content [%]	30,55	39,39	34,63	39,18	29,48				
γ (gr/cm³)	1,329	1,329	1,329	1,329	1,329				
Wc (%)	30,55	39,39	34,63	39,18	29,48				

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui besarnya $\gamma_0 = 1,329 \text{ gr/cm}^3$ dengan kadar air optimum sebesar 30,55%.

Tabel 6. Pengujian Pemadatan Tanah Asli



Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui besarnya $\gamma\delta = 1,655 \text{ gr/cm}^2$ dengan kadar air optimum sebesar 19,57%.

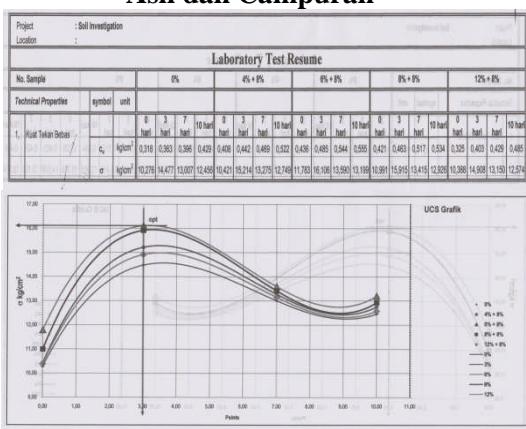


Gambar 5. Pengujian Pemadatan Tanah Asli

f). Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Asli

Uji kuat tekan ini adalah suatu percobaan yang dilakukan terhadap suatu sampel tanah untuk mengukur seberapa kuat tanah tersebut menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya, selain itu juga untuk mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut. Sampel tanah pada pengujian ini juga diberi hari pemeraman sebagai variable, didapat resume hasil pengujian tanah asli dan campuran sebagai berikut :

Tabel 7. Resume Hasil Pengujian Tanah Asli dan Campuran



4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap sampel tanah lempung ke lanauan yang distabilisasikan menggunakan campuran Kapur dan Fly ash dengan komposisi yang

berbeda-beda, maka diperoleh beberapa kesimpulan :

- 1) Sifat-sifat tanah di lokasi "Kabupaten Sumedang", Kadar Air Tanah Asli = 81,05%, Berat Jenis Tanah Asli = 2,74. Analisa Ukuran Butir dan Hidrometer Lempung = 52,57 %, Lanau = 43,26 % dan Pasir = 4,17 %.
- 2) Dari hasil pengujian Atterberg untuk tanah asli diperoleh nilai batas cair sebesar 73,17 %, dan batas plastis sebesar 42,08 % dengan indeks plastisitas 31,09 %. Maka berdasarkan klasifikasi USCS tanah termasuk kedalam kelompok simbol MH-OH, maka tanah golongan ini termasuk golongan kurang baik digunakan sebagai tanah dasar pondasi.
- 3) Berdasarkan nilai prosentase lolos saringan No. 200, sampel tanah diatas memiliki prosentase lebih besar dari 50%, maka berdasarkan klasifikasi USCS tanah ini secara umum dikategorikan golongan tanah berbutir halus. Pemakaian kadar abu batu bara terbang (*Fly ash*) dan kapur sebagai bahan stabilisasi terhadap tanah lempung mampu menaikkan nilai berat jenis tanah pada setiap penambahan kadar *fly ash* dan kapur, karena berat jenis dari *fly ash* dan kapur lebih besar dari berat jenis tanah.

Daftar Pustaka

- Anonimus, 2009. *Jurnal Sipil dan Perencanaan*, Erlangga 13 (2), Agustus 2009.
- Bowles, J. E, 1989. *Analisa dan Desain Pondasi – Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J. E. 1989. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta
- Craig, R. F, 1989. *Mekanika Tanah*, Terjemahan Budi Susilo. S. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das, B. M, 1994. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) - Jilid I*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das, B. M, 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) – Jilid II*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Dedi, A. 1999, "Pengaruh Penambahan Pasir dan Semen pada Tanah Lempung Ditinjau dari Konsolidasi". – Skripsi, Universitas Lampung, Bandar Lampung.